

**Automaatio  
Elektroniikka  
Kalusteet  
Mittalaitteet  
Ohjaus- ja säätötekniikka  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka**



**IS·VET**

## Iisalmi

Tuotantokuja 2, 74120 Iisalmi  
Puh. (017) 832 31, Fax (017) 8323 570



Myyntisihteeri  
**Marika Pesonen**  
Puh. (017) 832 3522  
E-mail: marika.pesonen@isvet.fi  
• puhelintilausten vastaanotto  
• tarjouskäsitely  
• hinta- ja toimitusaikatiedot



Kirjanpitäjä  
**Merja Keinonen**  
Puh. (017) 832 3505  
E-mail: merja.keinonen@isvet.fi  
• laskutus ja reskonra



Toimitusjohtaja  
**Jorma Louhenvirta**  
Puh. (017) 832 3552  
GSM 0500 515 092  
E-mail: jorma.louhenvirta@isvet.fi  
**Ammatillisen sektorin opetusvälineet ja kalusteet**  
• esittely  
• myynti, markkinointi  
• tarjoukset  
• tuotetiedot  
• tekninen neuvonta

**IS-VET OY on kotimainen luonnontieteellisten opetusvälineiden ja erikoiskalusteiden valmistukseen ja markkinointiin keskittynyt yritys. Opetusvälineiden viennin lisäksi edustamme ja myymme maailman johtavien valmistajien opetusvälineitä ja -laitteita.**

### HINNAT

Verottomia nettohintoja.

### MAKSUEHDOT

14 pv netto, viivästyskorko 10 %.

### TOIMITUKSET

Tilauksenne käsitellään viivytyksettä. Kaikki lähetykset vakuutetaan tilaajan nimiin kuljetusriskien varalle. Liitämme laskuun vakuutusmaksun (0,62 % toimituksen arvosta). Toimitusmaksu 8.20 EUR/tilaus. Jälkitoimituksista emme peri toimitusmaksua.

### KEMIKAALITOIMITUKSET

VAK-pakkaus veloitetaan.

### PAKKAUS

Sisältyy hintoihin. Kalusteiden pakkaus veloitetaan.

### HUOMAUTUKSET

Lähetyksiin mahdollisesti liittyvät huomautukset pyydämme tekemään 8 päivän kuluessa käyttäen mielummin lähetyksen mukana seuraavaa toimitustarkkailulomaketta.

### TAKUU JA HUOLTO

Kaikilla IS-VET OY:n valmistamilla tuotteilla on kahden vuoden raaka-aine- ja valmistustakuu. Muiden tuotteiden osalta ovat voimassa valmistajien takuehdot.

Toimitamme laitteisiin varaosia ja huoltomme toimii tehtaallamme Iisalmissa.

Jatkuvan tuotekehittelyn vuoksi IS-VET OY varaa itselleen oikeuden tehdä muutoksia tuotteisiin ja niiden varustukseen siitä ennalta ilmoittamatta.



Kirjaluettelo .....	2
<b>ELEKTRONIIKKA</b>	
Elektroniikan peruskurssi .....	4
Elektroniikan perusteet .....	8
Digitaalitekniikan perusteet .....	10
Digitaalitekniikka A .....	13
Digitaalitekniikka B .....	16
Mikroprosessoritekniikka .....	17
Analogiaelektroniikka .....	18
Optoelektroniikka .....	22
Pehmytjuottaminen ja puristeliitokset .....	24
Pintaliitokset .....	26
Elektroniikkasarjat, simulointiohjelmat .....	28, 102
Unitrain .....	29
Com3Lab .....	30
<b>SÄHKÖTEKNIikka</b>	
Tasasähkö ja 1-vaiheinen vaihtosähkö .....	32
Sähköoppi A .....	36
Sähköoppi B .....	37
Sähkömekaniikka .....	38
3-vaiheinen vaihtosähkö .....	40
Sähkötyöt .....	44
Valvonta- ja turvatekniikka .....	47
Lähiverkot, rakenne ja asennukset .....	48
<b>SÄHKÖVOIMATEKNIikka</b>	
Teollisuus- ja tehoelektroniikkapiirit .....	50
<b>OHJAUS- JA SÄÄTÖTEKNIikka</b>	
Ohjaustekniikka .....	54
Ohjaustekniikka A .....	58
Ohjaustekniikka B .....	61
Ohjaustekniikka C .....	63
Pneumatiikka .....	64
MAK-124 .....	66
Hydrauliikka .....	67
Säätö- ja mittaustekniikka .....	68
Servotekniikka .....	72
Moottoriohjaus .....	76
<b>AUTOMAATIO</b>	
Automaatio .....	80
Com3lab Automaatio- ja väylätekniikka .....	88
<b>MITTALAITTEET</b> .....	
Yleismittarit .....	90
Pihtimittarit .....	92
Testerit .....	93
Digitaaliset yleismittarit .....	94
Oskilloskoopit .....	96
Teholähteet, funktiogeneraattorit .....	97
Johtimet, telineet .....	99
<b>KALUSTEET</b> .....	100
<b>HAKEMISTO</b> .....	104

## Tasasähkö, 1-vaiheinen vaihtosähkö

T11900001	Oppikirja	152 s.	ISBN 952-5312-09-7
T11900002	Työkirja	60 s.	ISBN 952-5312-10-0
T11900003	Mittausharjoitukset	75 s.	ISBN 952-5312-11-9
T11900050	Menetelmäopas	61 s.	ISBN 952-5312-47-X
T11900051	Piirtoheitinkalvot	20 s.	ISBN 952-5312-42-9

## 3-vaiheinen vaihtosähkö

T11900004	Oppikirja	64 s.	ISBN 952-5312-06-2
T11900005	Työkirja	22 s.	ISBN 952-5312-07-0
T11900006	Mittausharjoitukset	52 s.	ISBN 952-5312-08-9

## Elektroniikan peruskurssi

T12900001	Oppikirja	120 s.	ISBN 951-97742-0-3
T12900002	Työkirja	44 s.	ISBN 952-5312-31-3
T12900003	Mittausharjoitukset	72 s.	ISBN 952-5312-32-1
T12900051	Menetelmäopas	63 s.	ISBN 952-5312-45-3
T12900052	Piirtoheitinkalvot	16 s.	ISBN 952-5312-14-0

## Digitaalitekniikka peruskurssi

T12900004	Oppikirja	128 s.	ISBN 952-5312-00-3
T12900005	Työkirja	51 s.	ISBN 952-5312-01-1
T12900006	Mittausharjoitukset	123 s.	ISBN 952-5312-02-X
T12900055	Menetelmäopas	72 s.	ISBN 952-5312-44-5
T12900056	Piirtoheitinkalvot	19 s.	ISBN 952-5312-39-9

## Analogiaelektroniikka

T12900007	Oppikirja	193 s.	ISBN 952-5312-03-8
T12900008	Työkirja	80 s.	ISBN 952-5312-04-6
T12900009	Mittausharjoitukset	160 s.	ISBN 952-5312-05-4
T12900060	Menetelmäopas	123 s.	ISBN 952-5312-46-1
T12900061	Piirtoheitinkalvot	42 s.	ISBN 952-5312-40-2

## Optoelektroniikka

T12900010	Oppikirja	52 s.	ISBN 952-5312-12-7
T12900011	Työkirja	21 s.	ISBN 952-5312-13-5
T12900012	Mittausharjoitukset	64 s.	ISBN 952-5312-14-3

## Pintaliitokset

T12900013	Oppikirja	80 s.	ISBN 952-5312-18-6
T12900014	Työ- ja harjoituskirja	51 s.	ISBN 952-5312-19-4

## Pehmytjuottaminen ja puristeliitokset

T12900016	Oppikirja	81 s.	ISBN 952-5312-15-1
T12900017	Työkirja	32 s.	ISBN 952-5312-16-X
T12900018	Harjoituskirja	47 s.	ISBN 952-5312-17-8

## Teollisuus- ja tehoelektroniikkapiirit

T13900001	Oppikirja	128 s.	ISBN 951-97742-2-X
T13900002	Työkirja	61 s.	ISBN 952-5312-43-7
T13900003	Mittausharjoitukset	95 s.	ISBN 951-97742-5-4

## Valvonta- ja turvatekniikka

T13900016	Oppikirja	80 s.	ISBN 952-5312-3-X
T13900017	Harjoitustehtävät	64 s.	ISBN 952-5312-34-8

## Lähiverkot, rakenne ja asennukset

T13900020	Oppikirja	96 s.	ISBN 952-5312-20-8
T13900021	Työkirja	56 s.	ISBN 952-5312-21-6

## Automaatio

T14900001	Oppikirja	101 s.	ISBN 952-5312-22-4
T14900002	Työkirja	44 s.	ISBN 952-5312-23-2
T14900003	Harjoituskirja AUTOBYGG	84 s.	ISBN 952-5312-24-0
T14900004	Harjoituskirja AUTOLIFT	47 s.	ISBN 952-5312-25-9
T14900005	Harjoituskirja AUTODRILL	51 s.	ISBN 952-5312-26-7
T14900006	Harjoituskirja AUTOPORTAL	65 s.	ISBN 952-5312-27-5
T14900007	Opettajan opas	38 s.	ISBN 952-5312-28-3

## Ohjaustekniikka peruskurssi

T16900001	Oppikirja	135 s.	ISBN 951-97742-1-1
T16900002	Työkirja	56 s.	ISBN 951-97742-6-2
T16900003	Harjoitukset	96 s.	ISBN 951-97742-7-0

## Säätö- ja mittaustekniikka perus- ja jatkokurssi

T16900006	Oppikirja	160 s.	ISBN 952-5312-29-1
T16900007	Työkirja peruskurssi	64 s.	ISBN 952-5312-36-4
T16900008	Mittausharjoitukset peruskurssi	95 s.	ISBN 952-5312-35-6
T16900009	Työkirja jatkokurssi	56 s.	ISBN 952-5312-37-2
T16900010	Mittausharjoitukset jatkokurssi		Valmistuu kesällä 2003

## Servotekniikka

T16900015	Oppikirja	108 s.	ISBN 952-5312-48-8
T16900016	Mittausharjoitukset	106 s.	ISBN 952-5312-49-6

## Sähkötyöt

T11900010	Oppikirja A ja B	109 s.	ISBN 952-5312-51-8
T11900011	Mittausharjoitukset A	95 s.	ISBN 952-5312-52-6
T11900012	Mittausharjoitukset B	109 s.	ISBN 952-5312-53-4

## Moottoriohjaus

T16900020	Oppikirja	106 s.	ISBN 952-5312-54-2
T16900021	Työkirja	95 s.	ISBN 952-5312-55-0
T16900022	Mittausharjoitukset	93 s.	ISBN 952-5312-56-9
T16900023	Laboratoriotyöt		ISBN 952-5312-58-5

## Sähkömekaniikka

T11900007	Oppikirja	115 s.	ISBN 952-5312-57-7
T11900008	Mittausharjoitukset	108 s.	ISBN 952-5312-59-3

# Tehokkaaseen oppimiseen System 2000

System 2000 on oppimateriaali- ja opetuslaite-kokonaisuuks, jonka osia ovat mm. Sähköoppi 2000, Elektronikka 2000, Ohjaustekniikka 2000 sekä Säätetekniikka 2000. Järjestelmän tuottamisessa on hyödynnetty pohjoismaisten opettajien ammattitaitoa. System 2000 -opetusjärjestelmän tarkoituksena on rakentaa tarkasti ammatillisen opetuksen tarpeisiin mitoitettu kokonaisuus. Oikean mitoituksen lisäksi on suunnit-

## SYSTEM 2000

telun lähtökohdista pidetty kiinnostavaa, oppilaita motivoivaa sisältöä ja rakennetta, oppimistulosten parantamista sekä kohtuullisia kustannuksia. Järjestelmä hyödyntää uusinta tietotekniikkaa mutta se ei ole tietotekniikasta riippuvainen. System 2000 opetusjärjestelmä koostuu kursseista, joita elektronikan peruskurssin lisäksi on useita muitakin. Jokaiseen kurssiin kuuluvat oppikirja ja siihen liittyvä työkirja, opetuslaitteet työohjekirjoihin sekä opettajille suunnitellut piirtoheitinkalvot, menetelmäoppaat ja tarkistustehtävät. Kirjoja ja laitteita voidaan hankkia ja käyttää erillisinä, mutta ylivoimaisesti paras teho kursseista saadaan, kun ne hyödynnetään kokonaisuuksina.



## Elektroniikan peruskurssi

Elektroniikan peruskurssi on osa sähkötekniisen alan uudesta System 2000 opetusmateriaalista. Kurssi soveltuu koulujen opetukseen sekä itseopiskeluun.

Nopeasti kehittyvän elektroniikan oppiminen edellyttää alan perustietojen omaksumista ja hallintaa. Tähän tarkoitukseen suunniteltu elektroniikan peruskurssi antaa oppilaalle alan tarvittavan perustiedon, jonka omaksumisen jälkeen on helppo syventää tietojaan esimerkiksi digitaalitekniikan tai tehoelektroniikan suuntaan.

### Oppimateriaali

- |           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| T12900001 | • Oppikirja                          |
| T12900002 | • Työkirja                           |
| T12900003 | • Mittausharjoituskirja              |
|           | • Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus |
|           | • Menetelmäopas                      |
|           | • Piirtoheitinkalvot                 |
| T12900051 | Menetelmäopas                        |
| T12900052 | Piirtoheitinkalvot                   |

### Laitteet

- |           |  |
|-----------|--|
| T18500001 | Perusyksikkö 2000                      |
| T12010011 | Harjoituslevy 1 - Vastukset            |
| T12010012 | Harjoituslevy 2 - Kondensaattorit      |
| T12010013 | Harjoituslevy 3 - Diodit               |
| T12010014 | Harjoituslevy 4 - Jänniteensäädin      |
| T12010015 | Harjoituslevy 5 - Transistori          |
| T12010006 | BS2000 rakennussarja, tasajännitelähde |
| T19800001 | Säilytyslokerikko, 1-rivinen           |

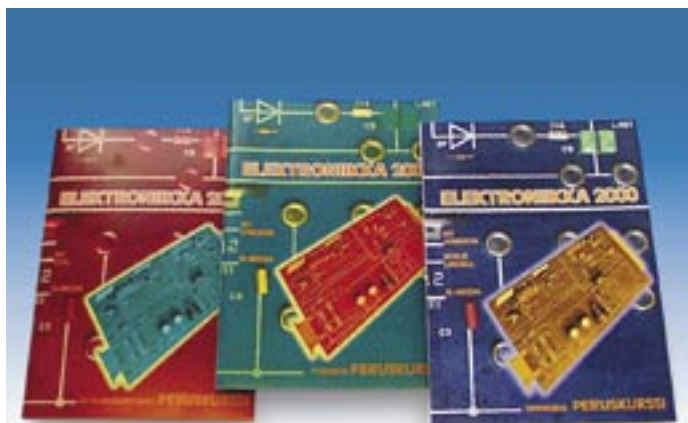
### Oppikirjan sisältö:

- |   |   |
|---|---|
| Elektroniikka – osa arkeamme            | Vian syitä                                    |
| VASTUKSET (RESISTORIT)                  | Piirrosmerkkejä                               |
| Erilaiset vastustyypit                  | PUOLIJOHTEET                                  |
| Lineaariset vastukset                   | Puolijohde – johteen ja eristeen välillä      |
| massavastukset                          | DIODIT  |
| hiilikalvovastukset                     | Diodi – vastaventtiili virralle               |
| metallikalvovastukset                   | Diodin rakenne                                |
| Lankavastukset                          | PN-rajapinnan kynnysjännite                   |
| Palavastukset                           | PN-diodi estosuuntaisena                      |
| Vastusverkot                            | Estovirta                                     |
| Mekaanisesti säädettävät vastukset      | PN-diodin piirrosmerkit                       |
| (potenttiometri)                        | Normioidut virran ja jännitteen merkinnät     |
| lankapotentiometrit                     | Tiivistelmä                                   |
| hiilikalvopotentiometrit                | Tyypimerkinnät                                |
| cermetpotentiometrit                    | Normioidut kotelot                            |
| venymäliuska-anturit                    | Merkitseminen                                 |
| Epälineaariset vastukset                | PN-diodin ominaisuudet                        |
| termistorit                             | Estosuunnan ominaisuudet                      |
| varistorit (VDR)                        | Myötäsunnan ominaisuudet                      |
| fovovastukset                           | Tehohäviö                                     |
| Merkinnät ja tunnisteet                 | Jäähdytys ja asennus                          |
| Värikoodi                               | Käytännön tietoja vihjeitä                    |
| Numeromerkinä                           | Vian syitä                                    |
| Piirrosmerkit                           | Tasasuuntaus                                  |
| Vastusten mittaaminen                   | Puoliaaltotasasuunnin                         |
| virtaa mittaava resistanssimittari      | Kokoaaltotasasuunnin                          |
| jännitettä mittaava resistanssimittari  | Käytännön tietoja tasasuuntausdiodeista       |
| Vastusten asentaminen                   | Zenerdiodit                                   |
| Vikojen syitä                           | Vakavointikytkentä                            |
| KELAT                                   | Käytännön tietoja zenerdiodeista              |
| Pyörrevirrat                            | Hohtodiodit (LED)                             |
| Pienoiskuristimet                       | Käytännön tietoja hohtodiodeista              |
| Palakuristimet                          | TRANSISTORIT                                  |
| Muuntajat                               | Transistori – aktiivikomponentti              |
| Vikojen syitä                           | Bipolaaritransistorit                         |
| KONDENSAATTORIT                         | Sovitut virtojen ja jännitteiden merkinnät    |
| Kondensaattorin rakenne                 | Tiivistelmä                                   |
| Kiintokondensaattorit                   | Transistorien tyypimerkinnät                  |
| Käyttö                                  | Normioidut kotelot                            |
| Keraamiset kondensaattorit              | Datalehti                                     |
| Läpivientikondensaattorit               | Vian syitä                                    |
| Palakondensaattorit                     | Transistori virtavahvistimena                 |
| Merkintä ja tunnisteet                  | Jänniteensäätimet                             |
| Muovikalvokondensaattorit               | Erovahvistin sarjasäätimessä                  |
| polyesterikondensaattorit               | Aseteltava lähtöjännite                       |
| metalloitu polyesterikondensaattorit    | Portaattomasti säädettävä lähtöjännite        |
| polykarbonaattikondensaattorit          | Sarjasäädin ja virranrajotin                  |
| polypropyleenikondensaattorit           | Täydellinen sarjasäädin                       |
| Muovikalvokondensaattorien rakenne      | Integroidut jänniteensäätimet (regulaattorit) |
| Tunnisteet ja merkintä                  | Piirrosmerkit, sovellusesimerkki              |
| Elektrolyttikondensaattorit             | VIANETSINTÄ                                   |
| Märkä elektrolyytti                     | Oikosulku – tavallisin vika                   |
| Ominaisuudet                            | Järjestelmällinen vianetsintä                 |
| Kuiva elektrolyttikondensaattorit (SAL) | Vikaesimerkkejä                               |
| Tantaalielektrolyytti                   | Datalehtiä                                    |
| Säädettävät kondensaattorit             | Suomalais-englantilainen sanaluettelo         |
| Kiertokondensaattorit                   | Asialuettelo                                  |
| Aseteltavat eli trimmerikondensaattorit | Vastusten ja kondensaattorien koodit          |

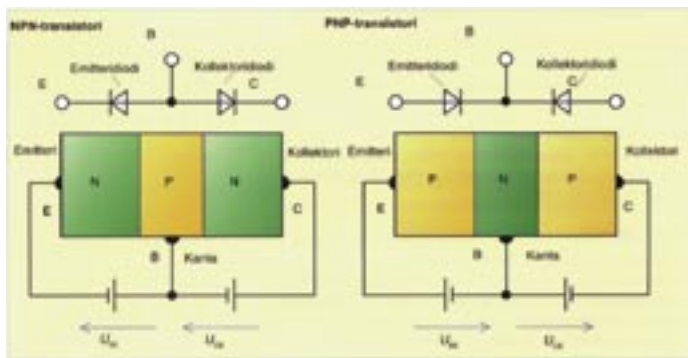
Elektroniikan peruskurssin suomenkieliseen opetusmateriaaliin kuuluvat selkeä ja havainnollinen oppikirja sekä siihen liittyvä työkirja. Lisäksi kurssia varten on suunniteltu opetuslaitteet, joilla tehtävät harjoitukset täydentävät teoriaopetusta. Järjestelmään liittyy myös mittausharjoituskirja sekä opettajan materiaalia kuten piirtoheitinkalvoja sekä valmiita tarkistuskysymyksiä.

Elektroniikan alkeiden oppiminen ei edellytä erityistietoja alalta, mutta kurssin omaksumisen kannalta on tärkeää, että tasa- ja vaihtovirtatekniikan perusasiat ovat tuttuja. Tältä alalta tarjoaa System 2000 myös omat kurssinsa.

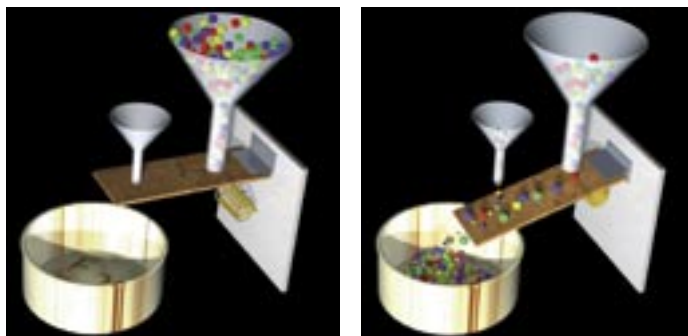
Harjoituslevyt 1-5 ovat CE-hyväksytyttä.



Peruskurssin sisältöä havainnollistetaan kirjassa lukuisilla selkeillä kaavio-kuvilla.



Transistorin toiminnan havainnollistaminen.



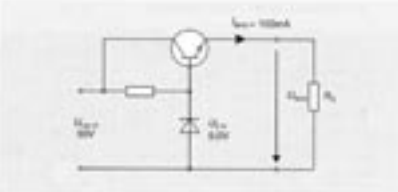
6.1 Transistorin virranohjauksen malli. Kun lisätään pari kuulaa suppiloon B, avautuu suppilon C este ja joukko kuulaa vie riä alas kulhoon E.

## Työkirja

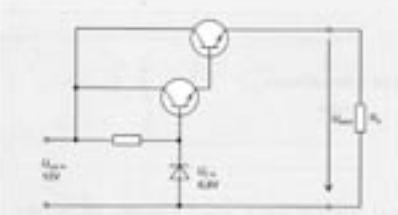
Sisältö kuten oppikirjassa

**6.18** Eräissä transistorissa  $U_{CE} = 31\text{ V}$  ja  $I_C = 81\text{ mA}$ . Kuinka suuren lämpötehon transistorin täytyy siirtää?  
Vastaus: \_\_\_\_\_

**6.19** Kuinka suuren lämpötehon seuraavan kytkennän transistorin täytyy siirtää?  
Vastaus: \_\_\_\_\_



**6.20** Laski alla olevan piirin lämpötehoja ( $P_{tot}$ ).  
Vastaus: \_\_\_\_\_



Työkirja sisältää 126 tehtävää malliratkaisuineen.

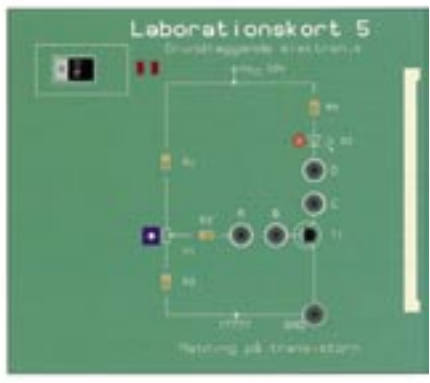
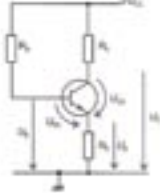
## Mittausharjoituskirjan sisältö:

Työ

- 1 Vastusten tunnistaminen ja mittaaminen
- 2 Kondensaattorien tunnistaminen ja mittaaminen
- 3 Diodit
- 4 Puoliaaltotasasuuntaus
- 5 Suoto
- 6 Kokoaltotasasuuntaus
- 7 Jännitteen vakavointi zeneriodilla
- 8 Hohtodiodi
- 9 Transistorin virrat ja jännitteet
- 10 Virran vahvistaminen
- 11 Transistori säätökomponenttina
- 12 Virran rajoitus
- 13 Toimintakoe ja vertailumittaukset
- 14 Vianetsintä  
Vianetsintäpöytäkirja

Harjoituslevy 3

**Laborationskort 5**  
Transistorin lämpöteho ja lämpötila

Kuten varmaan olet havaissut, kantavirta  $I_C$  on huomattavasti pienempi kuin kollektorivirta  $I_E$ . Virta on moninkertainen. Näiden suhdetta sanotaan transistorin virtavahvistuksella.

- Kuinka virtavahvistus määritellään.

Vastaus: \_\_\_\_\_

- Kirjoita yhtälö virtavahvistuksen laskemiseksi

Vastaus: \_\_\_\_\_

- Laski kutakin tasukon 9.1 virtaparia vastava virtavahvistus. Merkitse laskemasi arvot taulukkoon.

Tarkista jostakin komponenttiarvoista transistorin BC547B virtavahvistus määlikkensä miten se ilmoitetaan.

**Transistorin jännitteet**

- Katkaise piiristä virta.
- Kytke mittalaitteet kuvan 9.4 esittämällä tavalla. Merkitse, että mitataanne tasajännitettä.

9.4 Mitenkin toteutetaan transistorin jännitteiden mittausvälikä. AUCOM? Kyky (suojatimet A ja B sekä C ja D) ohjaa kytkentäohjeiden.

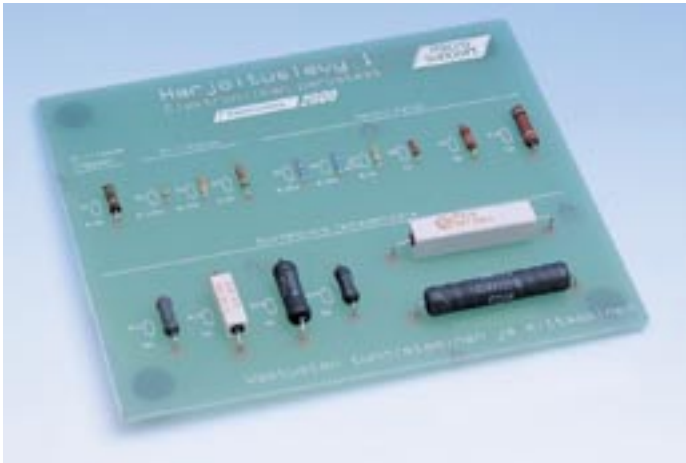
Transistoria koskeissa harjoituksissa tutustutaan mm. miten pienellä virralla voidaan ohjata suurta, transistorin läpi kulkevaa virtaa.

## Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

Laite	Työ
Vastukset	1
Kondensaattorit	2
Diodit	3
Jännitteensäädin	4-8, 10-13
Transistori	9, 14



Harjoituslevy 4 - Jännitteensäädin

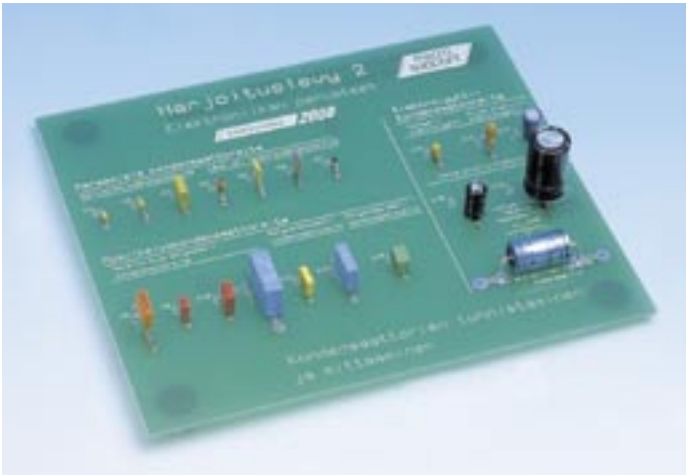


## T12010011 Harjoituslevy 1 – Vastukset

Levyllä opetellaan vastusten tunnistamista ja mittaamista. Vastuksia 16 kpl

- hiiliseos
- hiilikalvo
- metallikalvo
- suuritehoisia lankavastuksia

Mitat: 140x160 mm



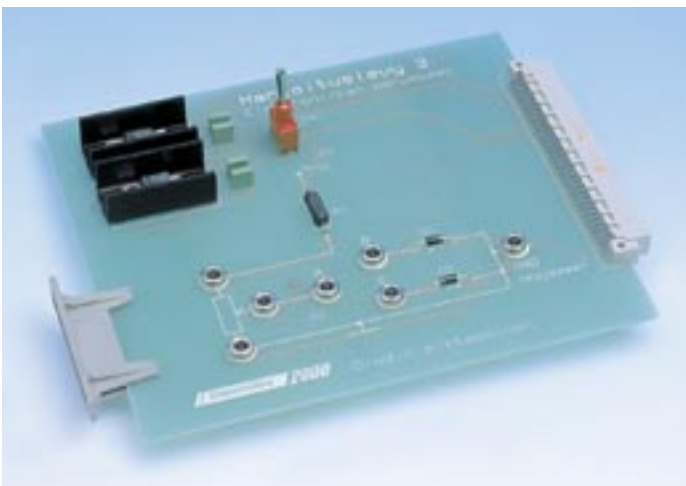
## T12010012 Harjoituslevy 2 – Kondensaattorit

Harjoituslevy 2:lla opiskellaan kondensaattoreiden tunnistamista ja mittaamista.

Kondensaattoreita 20 kpl

- keraamiset kondensaattorit
  - monikerroskondensaattori
  - levy- eli nappikondensaattori
- muovikalvokondensaattorit
  - metalloidut polyesterikondensaattorit
  - polykarbonaattikondensaattori
  - polypropyleenikondensaattori
- elektrolyttikondensaattorit
  - tantaalielektrolyytti
  - kuiva alumiini-elektrolyytti
  - märkä alumiini-elektrolyytti

Mitat: 140x160 mm



## T12010013 Harjoituslevy 3 – Diodit

Levyllä tehtävillä mittausharjoituksilla tutustutaan diodin ominaisuuksien toimia virralle vastaventiilinä.

Piidiodi 1N4006

Kytkin 24 V/5V

Lisäksi tarvitaan 100  $\Omega$ , 3 W potentiometri

Mitat: 140x180 mm

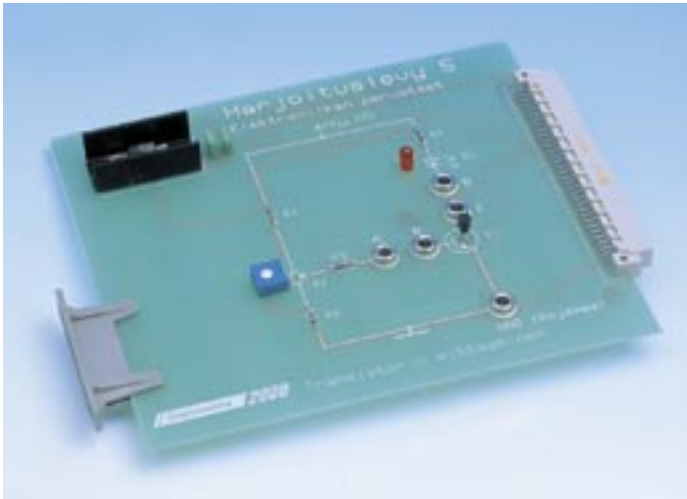


## T12010014 Harjoituslevy 4 – Jännitteensäädin

Levyllä tehdään mm. seuraavia mittausharjoituksia: tasasuuntaus, suodatus, jänniteenvakavointi, transistori virtavahvistimena sekä virranrajoittimena ja säätökomponenttina.

Mitat: 140x240 mm





## T12010015 Harjoituslevy 5 – Transistori

Transistorin virtojen ja jännitteiden tutkiminen sekä vianetsintä-harjoitus.  
Elektroniikan huollossa ja vianetsinnässä ovat tarpeen tiedot eri komponenttien toiminnasta.  
Mitat: 140x180 mm



## T12010006 Rakennussarja BS2000

- muuntaja 230 V/12 V AC
- 2-napainen kytkinrima
- sulakkeenpidin ja sulake 1 A hidas
- jäähdytyslevy
- 2-napainen virtakytkin
- diodeja, zenerdiodi
- elektrolyyttikondensaattori
- vastuksia, potentiometri
- transistoreja
- 6-napainen DIP-kytkin
- piirilevy



## T18500001 Perusyksikkö 2000

Perusyksikkö 2000 on System 2000:een kuuluva yleisyksikkö eri kurssien harjoitusvälineiden liittämiseksi. Perusyksikkö sisältää verkko-osan ja toimii harjoituslevyjen tukikehyksenä.  
CE-hyväksytty.



## T19800001 Säilytyslokerikko, 1-rivinen

## T19800002 Säilytyslokerikko, 2-rivinen

## T19800003 Säilytyslokerikko, 3-rivinen

## T19800004 Säilytyslokerikko, 4-rivinen

## T18250001 Oskilloskooppi, 35 MHz

Kaksikanavainen 35 MHz analoginen oskilloskooppi,  
1 mV/div – 20 V/div

- Pyyhkäisy aika 10 ns/div – 0,2 s/div
- Kalibrointi 1 kHz/1 MHz
- Komponenttien testaus

## Elektroniikan perusteet

Elektroniikan perusteet on jatkoa Elektroniikan peruskurssille. Oppimateriaali antaa laajan katsauksen moderniin elektroniikkaan. Oppilaat saavat tutustua peruskomponentteihin joihin törmäävät jokapäiväisessä elämässään.

Käytännönläheiset harjoitukset kattavat laajan alueen kodin uudesta elektroniikasta. Esimerkiksi valaistuksen säätö ja älykkäät järjestelmät.

## Oppimateriaali

Oppikirja (suomenkielisenä valmis v. 2003)  
Työkirja (suomenkielisenä valmis v. 2003)  
Mittausharjoituskirja (suomenkielisenä valmis v. 2003)

## Laiteet

T18500001 Perusyksikkö 2000  
T12010011 Harjoituslevy 1 - Vastukset  
T12010012 Harjoituslevy 2 - Kondensaattorit  
T12010081 EGM Peruslevy  
T12010082 EG1 RC  
T12010083 EG2 Ajastin  
T12010084 EG3 Diodit  
T12010085 EG4 Tasasuuntaus  
T12010086 EG5 Anturi  
T12010087 EG6 Himmennin  
T12010088 EG7 KytKentäalusta  
T12010089 EG8 Vianetsintä  
T12010090 EG komponenttisarja

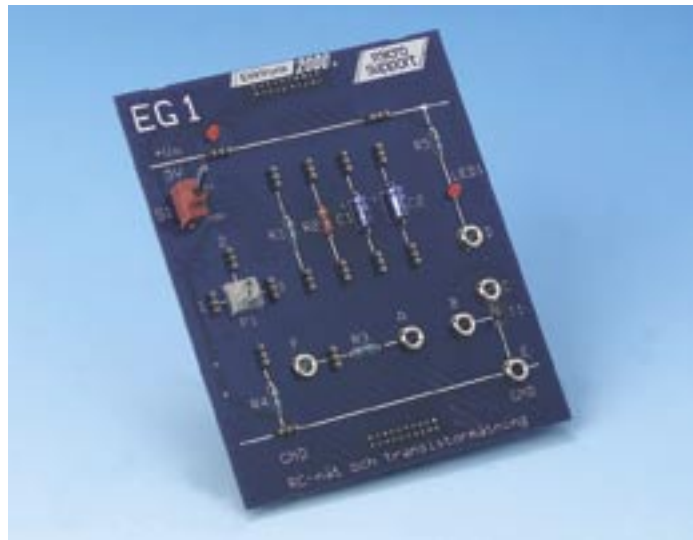
## Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 Vastusten tunnistaminen ja mittaaminen
- 2 Kondensaattorien tunnistaminen ja mittaaminen
- 3 RC-piirit
- 4 Diodit
- 5 Tasasuuntaus
- 6 Puoliaaltotasasuuntaus
- 7 Valodiodit
- 8 Transistorit
- 9 Ajastin – aikarele
- 10 Himmennin
- 11 Anturi
- 12 Ongelmanratkaisu
- 13 Vianetsintä



### T12010081 EGM Peruslevy

EGM toimii peruskorttina modernin elektroniikan sarjassa, johon sarjan muut kortit liitetään. Elektroniikan perusteet kurssin mittausharjoituksissa ei käytetä oskilloskooppia.



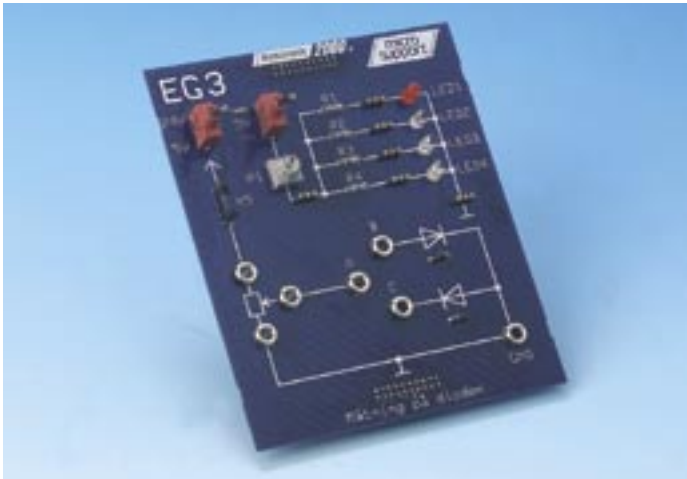
### T12010082 EG1 RC- ja transistorikytkennät

EG1 levy kytketään EGM levyyn, joka edelleen Perusyksikkö 2000:een. RC-kytkennöillä tutustutaan aikavakioihin. Kondensaattorit ovat elektrolyytti- ja polyesterikondensaattoreita. Kortilla opiskelijat voivat harjoitella ja mitata transistorin virtoja ja jännitteitä.



### T12010083 EG2 Ajastin relekytkennällä

Kortissa on rele sekä komponentit ajastinta varten. Lisäksi kortissa on liittimet kytkentäjohdoille. Tällä kortilla harjoitellaan RC-kytkentöjä sekä ajastinpiirin 555 toimintaa.



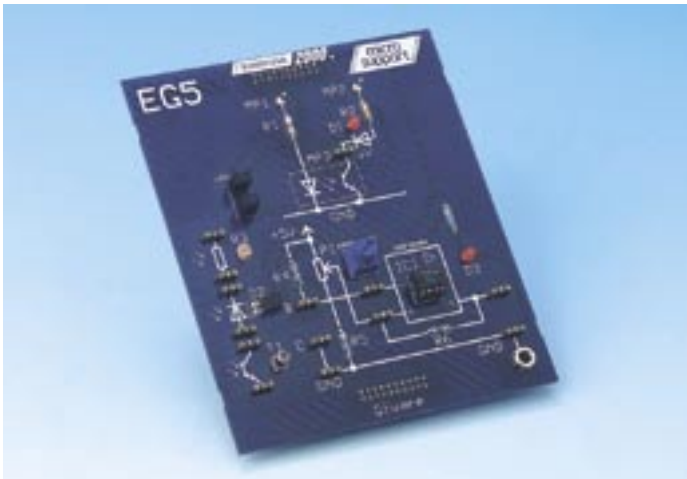
### T12010084 EG3 Diodit

Kortti sisältää piidiodeja ja eri värisiä valodiodeja. Oppilas oppii mm. valitsemaan valodiodeille oikeat virranrajoitusvastukset.



### T12010085 EG4 Koko- ja puoliaaltotasasuuntaus

Kortilla on piidiodeilla toteutettu diodisilta, joka on kytketty sinijännitteen indikoimiseksi valodiodeihin. Oppilas voi näin helposti havaita kuinka diodi päästää virran toiseen suuntaan ja estää toiseen suuntaan. Kytkimellä voidaan valita taajuus joko 10-100 Hz tai 1-10 Hz alueelle sekä puoli- tai kokoalittotasasuuntaus.



### T12010086 EG5 Anturi

Optisilla komponenteilla on tärkeä merkitys elektroniikassa. Kortilla on erilaisia optisia antureita mm LDR, valodiodi, valotransistori ja lukuhaarukka. Korttia käytetään yhdessä kortin EG7 kanssa.



### T12010087 EG6 Himmennin, tyristori ja triac

Kortilla on tyristori- ja triackytkenä. Taajuusalue voidaan valita kytkimellä joko 1-10 Hz tai 10-100 Hz.

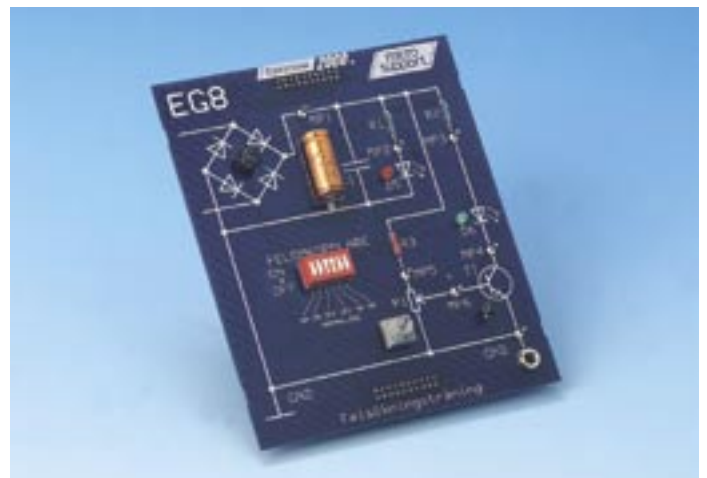


### T12010088 EG7 Kytkenäalusta

DIL-kytkimellä voidaan valita looginen yksi (+5 V) tai nolla (0 V).



### T12010090 EG Komponenttisarja



### T12010089 EG8 Vianetsintä

DIL-kytkimellä voidaan levyllä simuloida erilaisia vikoja, jotka oppilaat sitten mittaamalla pyrkivät paikallistamaan.

## Digitaalitekniikan peruskurssi

Oppikirjaa ja työkirjaa voi hyvin käyttää itseopiskeluun, mutta käytännön osa mittausharjoituksen muodossa vaatii mittarit ja muun varustuksen. Elektroniikka ja englanti on intiimisti yhdistetty toisiinsa ja sen takia ammattisanasto on osa kurssin sisällöstä. Kurssin tarkoitus on antaa oppilaille tietoa datalehtien lukemisesta ja tulkitsemisesta. Jotta kurssin sisältöä voidaan käyttää hyväkseen se vaatii oppilailta vastaavaa tietoa mitä Elektroniikka-oppikirja sisältää. Toivomuksemme on antaa perus-

### Oppimateriaali

- T12900004 • Oppikirja
- T12900005 • Työkirja
- T12900006 • Mittausharjoituskirja
  - Tarkistustestäväpaketti, 8-pakkaus
  - Menetelmäopas
  - Piirtoheitinkalvot
- T12900055 • Menetelmäopas
- T12900056 • Piirtoheitinkalvot

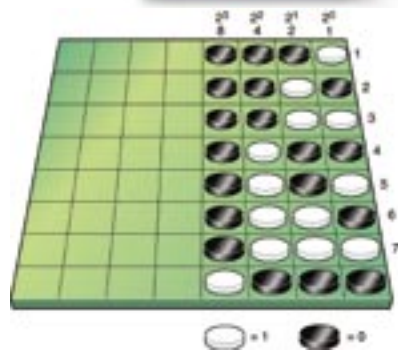
### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T12150001 Harjoituslevy 6 - Talohälytin
- T12150002 Komponenttisarja DG1
- T12150003 S 24 digitaalitekniikan kytkentäpöytä
- T12150004 Digitaalisyksikkö EK10A
- T12150005 Kytkentäpöytä EK10B

### Oppikirjan sisältö:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Esipuhe</li> <li>Digitaalitekniikka</li> <li>PULSSITEKNIikka</li> <li>Pulssitekniikan perusteet</li> <li>Digitaalipiirien pulssit</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>KYTKIN</li> <li>Transistori virtakytkimenä</li> <li>Kytintransistorien datalehdet</li> <li>Speeding-kondensaattori</li> <li>Antipohjausdiodi</li> <li>Kytentäpiirien tehonkulutus</li> <li>Merkinnät</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>LUKUJÄRJESTELMÄT</li> <li>Desimaalilukujärjestelmä</li> <li>Binäärilukujärjestelmä</li> <li>Binäärilukujen muuttaminen desimaaliluvuiksi</li> <li>Desimaalilukujen muuttaminen binääriluvuiksi</li> <li>Heksadesimaalinen lukujärjestelmä</li> <li>BCD-koodi</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>PORTIT</li> <li>Vain nolliä ja ykkösiä</li> <li>JA-piiri (AND-gate)</li> <li>Totuustaulu</li> <li>TAI-portti (OR-gate)</li> <li>Totuustaulu</li> <li>EI-piiri (NOT-gate)</li> <li>Totuustaulu</li> <li>NAND-portti (NAND-gate)</li> <li>Totuustaulu</li> <li>NOR-portti (NOR-gate)</li> <li>Käytännön vihjeitä</li> <li>FET</li> <li>Bipolaariset ja unipolaariset transistorit</li> <li>Kenttävaikutustransistori</li> <li>JFET</li> <li>MOS-FET</li> <li>Tyypimerkinnät</li> <li>Käytännön vihjeitä</li> <li>LOGIkkAPERHEET</li> <li>TTL-piirit</li> <li>74-tekniikka</li> <li>7400-portin rakenne</li> <li>Toiminta</li> <li>Virtaa nielevä logiikka</li> <li>Fan-out</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Buffer-driver</li> <li>Tulo- ja lähtötasot</li> <li>Avoin-kollektorilähtö</li> <li>Kolmitalilähtö</li> <li>CMOS</li> <li>Invertteri</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>ESD-SUOJAUS</li> <li>KOMBINAATIOPIIRIT</li> <li>Booleen lausekkeiden tulkitseminen</li> <li>NAND-synteesi</li> <li>Kombinaatiopiirit</li> <li>Poissulkeva TAI (Exclusive OR)</li> <li>XNOR</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>Vertailupiiri</li> <li>Dekooderi</li> <li>BCD-dekooderi</li> <li>BCD/seitsemän-segmentti-dekooderi</li> <li>Demultiplexseri</li> <li>Encoder</li> <li>Multiplexseri</li> <li>KIIKKUT</li> <li>Neljänlaisia kiikkuja</li> <li>Schmitt-triggeri</li> <li>Astabili kiikku</li> <li>Monostabiili kiikku</li> <li>Ajastinpiiri 555</li> <li>Bistabiili kiikku - muisti</li> <li>Lukkopiiri (latch)</li> <li>Kellotetut kiikut</li> <li>Datakiikku</li> <li>Master-slave-kiikku</li> <li>Reunaliipaistava kiikku</li> <li>JK-kiikku</li> <li>T-kiikku</li> <li>Tiivistelmä</li> <li>SEKVENSIIPIIRIT</li> <li>Rekisteri</li> <li>Siirtorekisteri</li> <li>Laskuri</li> <li>Dekadilaskuri</li> <li>PLD-PIIRIT</li> <li>PLD-piirit</li> <li>PAL</li> <li>Ohjelmointi</li> <li>Binääristen logiikkaelementtien piirrosmerkit</li> <li>Englanninkielinen sanaluettelo</li> <li>Asiahakemisto</li> </ul> |
|--|--|

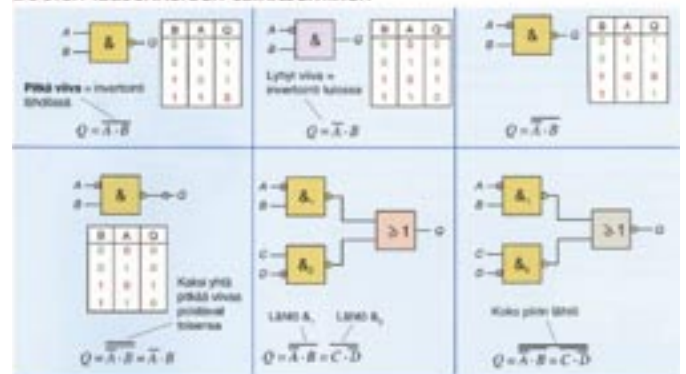
tietoa digitaalitekniikasta ja etenkin luoda kiinnostusta jatko-opetukseen. Huomioikaa, että oppikirjan lopussa on yhdistelmä logiikkasymboleista. Kurssi esittelee mm. transistorin ja käy läpi eri lukujärjestelmiä. Tämän lisäksi tutustutaan digitaalitekniikan peruselementteihin, logiikkaperheisiin, kombinaatiopiireihin, kiikkuihin ja sekvenssi-piireihin. Lisäksi kurssiin sisältyy jakso ESD-suojauksesta kuten myös yksinkertaisimpien digitaalipiirien ohjelmoinnista. Harjoituslevy 6 on CE-hyväksytty.



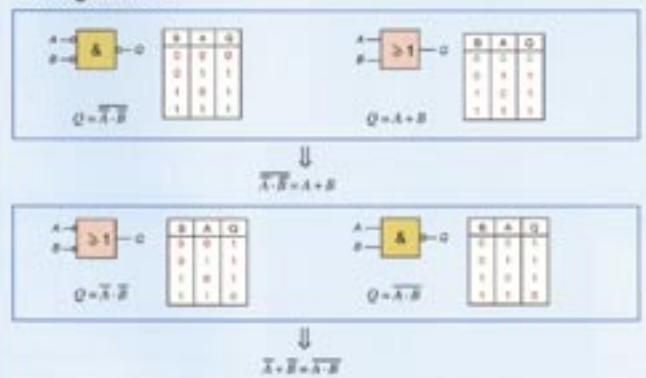
3.1 Binääriluvut Othellon avulla esitettyinä.

3.2 Käytännön esimerkki tyypillisestä binäärisestä tilanteesta.

### Booleen lausekkeiden tulkitseminen



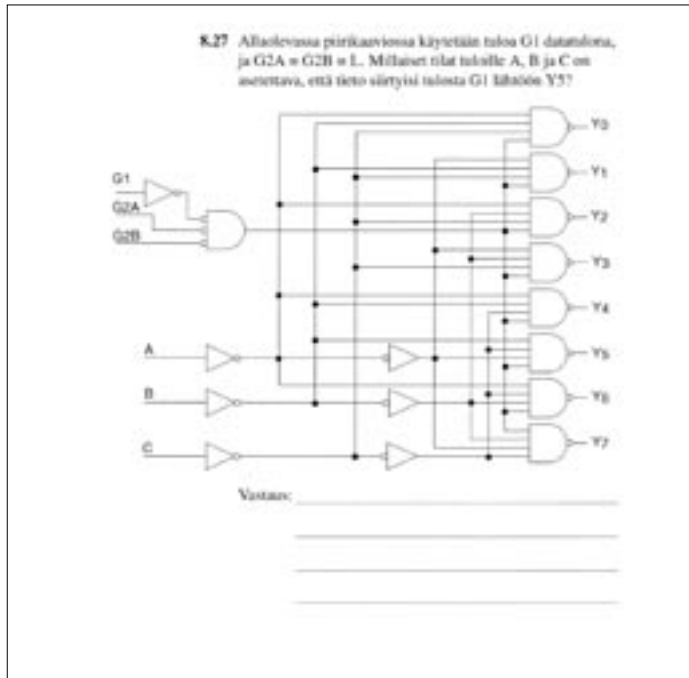
### De Morganin lausee



Booleen ja De Morganin lauseet.

## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa



Työkirja sisältää 127 tehtävää malliratkaisuineen.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

Työ

Harjoituslevy S24

- 1 Transistori kytkimänä
  - 2 JA-portti
  - 3 TAI-portti
  - 4 EI-portti
  - 5 NAND-portti
  - 6 NOR-portti
  - 7 Logiikkaperheet
  - 8 Logiikkapiirien lähtövaihtoehdot
  - 9A NAND-synteesi
  - 9B Kombinaatiopiirejä
  - 10 XOR ja XNOR
  - 11 Vertailupiiri
  - 12 Dekooderi
  - 13 BCD-dekooderi
  - 14 BCD/7-segmentti-dekooderi
  - 15 Demultiplekseri
  - 16 Enkooderi (Encoder)
  - 17 Multiplekseri
  - 18 Schmitt-triggeri
  - 19 Astabiili kiikku
  - 20 Monostabiili kiikku
  - 21 Ajastinpiiri 555
  - 22 Bistabiili kiikku
  - 23 D-kiikku
  - 24 JK-kiikku, T-kiikku
  - 25 Rekisteri
  - 26 Laskuri
  - 27 Vianetsintäharjoitus
- Vianetsintäkaavake

Jos käytät perusyksikköä, lähtöharjoituslevy perusyksikön liittimen, ja se saa siitä oikean syöttöjännitteen.

Harjoituslevyllä voit tehdä monia erilaisia digitaalisia piirikaavioita hälytyslaitteella. Aloitamme yksinkertaisella hälytyslaitteella, johon voimme lisätä muita toimintoja sitä mukaa, kuin opit eri piirien toimintaa.

**Jatkamme kytkemistä**

- Voit aloittaa kytkemällä piirin 74HCT08 harjoituslevy Laitteen IC2. Jos kassa on ennestään joku muu piiri, poista se ensin. Katso kuva 9.13.
- Poista liitospala J3 välillä 1-2, kuva 9.14.

**Laborationskortti 8**

Harjoituslevy piiri IC1 ja IC2 muodostavat kuvan 9.15 mukaisen kytkennän. Kaikki komponenttien väliset liittimet ovat valmiina kortilla.

Kuten näet kuvasta 9.15, piiriin kuuluu hohtodiodi, joka osoittaa, milloin hälytys on toiminnassa (aktivoitunut). Hohtodiodi vilkkuu, silloin on sisäinen "vilkutus", jota kuva ei esitä.

9.15 Suoja hälytysvalon ja etä-ohjauksen kytkennän ja hohtodiodin.

Digitaalisilla piireillä tehty hälytyslaite, joka valvoo kiinteistön kolmea sisään-tuloa.

### Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

**Laite**

S24  
Harjoituslevy 6  
Komponenttisarja DG1

**Työ**

Muut paitsi 11, 19, 27  
9B, 11, 19, 25, 26, 27  
1-26

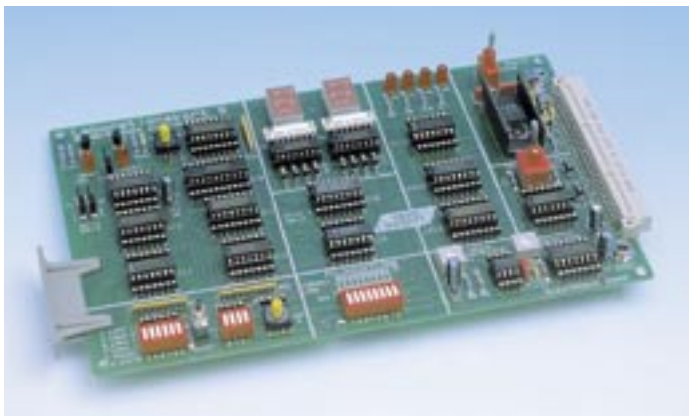
### Komponenttisarjan sisältö:

BC547B, 74HCT08, 74HCT32, 74HCT04, 74HCT00, 74HCT02, 74LS04, 74LS01, 74LS41, 74HCT86, 74LS266, 74HCT85, 74HCT138, 74LS42, 74LS47, 74HCT241, 74HCT147, 74LS151, 74HCT14, 74LS123, 74HCT74, 74LS76, 74LS194, 74HCT390, 74HC04, 555

Harjoituslevy S24 on erityisesti digitaalisten virtapiirien kokoamiseen soveltuva kytkentälevy. Levy sisältää pulssigeneraattorin, hohtodiodit, jännitelähdöt, kiinteät loogiset tasot, 7-segmentti-näytöt, loogiset vaihtokytkimet ja maan.



Harjoituslevy S24



## T12150001 Harjoituslevy 6 – Talohälytin

Harjoituslevyssä 6 on joukko mikropiirikantoja, joihin on kytketty valmiiksi + 5 V syöttöjännite. Harjoituslevy on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä perusyksikön kanssa, mutta sitä voi käyttää myös erillisenä. Levyllä digitaalitekniikkaa käydään läpi talohälyttimen toimintaan perehtymällä. Hälytinkytkentä on rakennettu yleisesti käytössä olevilla digitaalisilla komponenteilla kuten portit, vertailupiirit, siirtorekisterit, laskurit, erilaiset liipaisinpiirit kiikut, laskurit, vaihtokytkimet ja dekooderit. Käyttäjä voi harjoitella myös vianetsintää. Levyllä voidaan simuloida yhteensä kahdeksan erilaista virhettä.

Mitat: 140x240 mm



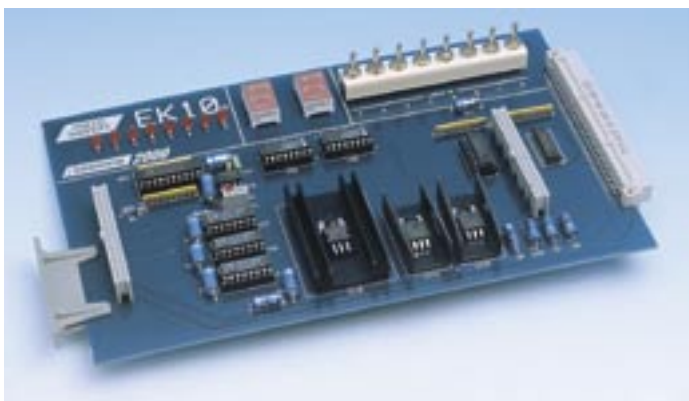
## T12150002 Komponenttisarja DG1

Komponenttisarja sisältää BC547B 2 kpl, 74HCT08, 74HCT32, 74HCT04, 74HCT00, 74HCT02, 74LS04, 74LS01, 74LS42, 74HCT86, 74LS266, 74HCT85, 74HCT138, 74LS123, 74LS47, 555, 74HC04, 74HCT14, 74HCT74, 74LS76, 74HCT86, 74HCT147, 74LS151, 74LS194, 74LS241, 74HCT241, 74LS247, 74HCT390, potentiometri 2 kpl, vastus 13 kpl, kondensaattori 4 kpl, ledi 2 kpl.



## T12150003 Digitaalitekniikan kytkentäpöytä S24

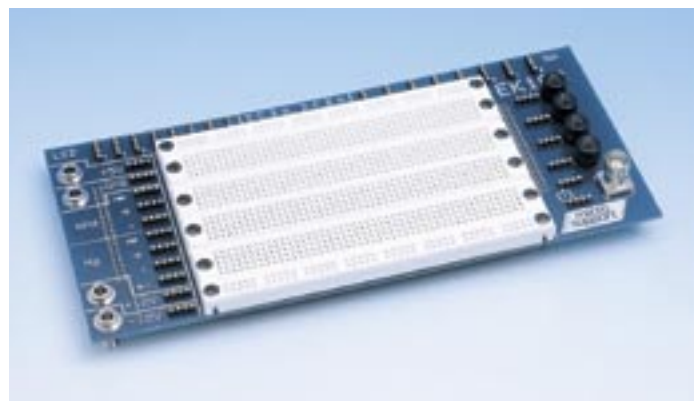
S24 harjoituslevy on erityisesti digitaalisten virtapiirien kokoamiseen soveltuva kytkentälevy. Levy sisältää pulssigeneraattorin 0,1 Hz – 100 kHz, hohtodiodeja, kiinteät loogiset tasot, jännitelähdöt, 7-segmenttinäytöt ja loogiset vaihtokytkimet.



## T12150004 Digitaalisyksikkö EK10A

Voidaan käyttää yhdessä kytkentäpöydän EK10B:n kanssa korvaamaan levy S24.

Mitat: 140x240 mm



## T12150005 Kytkentäpöytä EK10B

Voidaan käyttää yhdessä digitaalisyksikön EK10A:n kanssa korvaamaan levy S24.

Mitat: 100x220 mm

## Digitaalitekniikka A

Digitaalitekniikka A ja B ovat jatkoa digitaalitekniikan peruskursseille. Digitaalitekniikka A käsittelee loogisia perusoperaatioita, lukujärjestelmiä, kombinaatiopiirejä sekä pohjustaa lukijaa mikroprosessoritekniikkaan.

### Kirjat

Mittausharjoituskirja

### Laitteet

T18500001	Perusyksikkö 2000
T12010081	EGM Peruslevy
T12150003	S24 digitaalitekniikan kytkentäpöytä
T12150004	Digitaalisyksikkö EK10A
T12150005	Kytkentäpöytä EK10B
T12150010	DA1
T12150011	DA2
T12150012	DA3
T12150013	DA4
T12150014	DA5
T12150015	DA6
T12010088	EG7
T12150016	DA9 komponenttisarja

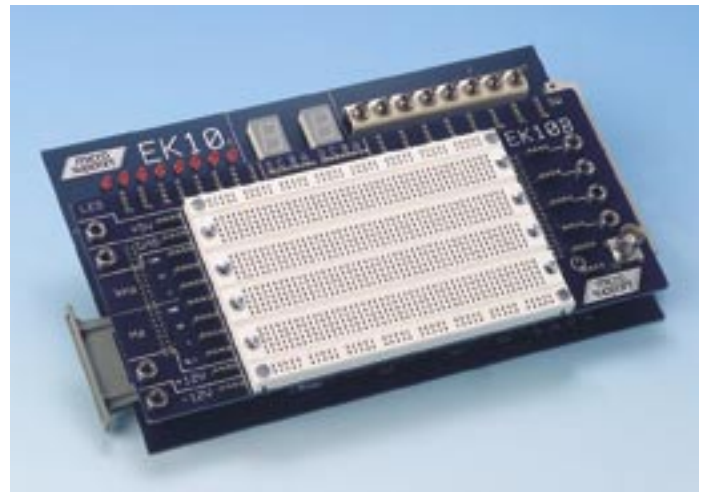
### Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 Transistori kytkimenä
- 2 JA-, TAI- ja EI-portti
- 3 NAND-, NOR-, XOR- ja XNOR-portti
- 4 Logiikkapiirien lähtövaihtoehtoja
- 5 Kombinaatiopiirejä
- 6 NAND-synteesi
- 7 Vertailupiiri
- 8 Dekooderi
- 9 BCD/7-segmentti-dekooderi
- 10 Multiplexseri – demultiplexseri
- 11 Schmitt-triggeri
- 12 Ajastinpiiri 555, Astabiili- ja monostabiili kiikku
- 13 Bistabiili kiikku
- 14 D-kiikku
- 15 JK-kiikku, T-kiikku
- 16 Tietoliikenne
- 17 Vianetsintä

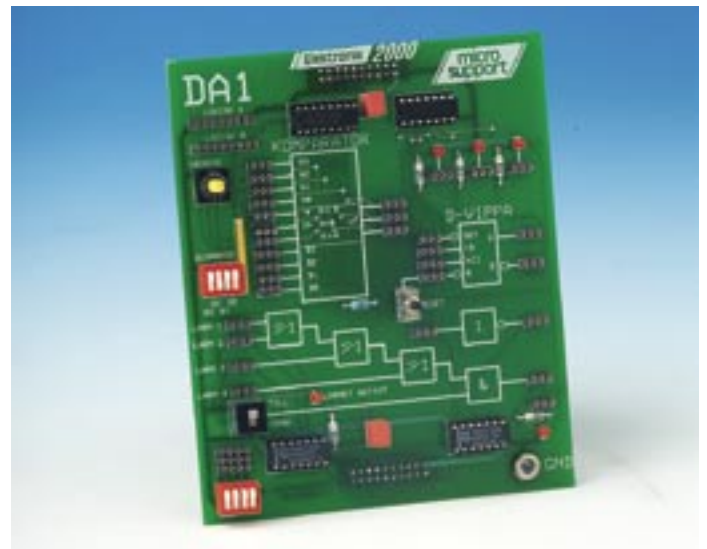


#### T12010081 EGM Peruslevy

EGM toimii peruskorttina Elektroniikan perusteet – kurssissa sekä digitaalitekniikassa. Tämä kortti on perusta modernin elektroniikan mittausharjoituksiin.

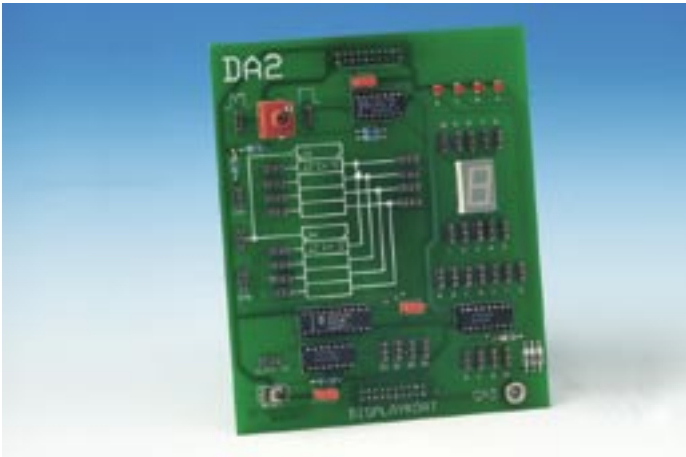


#### T12150004 EK 10A , T12150005 EK 10B



#### T12150010 DA1

Kortti sisältää loogisia piirejä kuten OR ja AND. Lisäksi kortilla on nelibittinen komparaattori ja D-kiikku. Kortilla voidaan harjoitella mm. binäärisiä ja heksadesimaalisia laskujärjestelmiä.



## T12150011 DA2

Valodiodi- sekä 7-segmenttinäyttö. Kortilla harjoitellaan loogisia operaatioita, mutta se antaa oppilaalle myös mahdollisuuden tutkia miten kolmitila lähtö toimii ja mihin sitä voidaan käyttää.



## T12150012 DA3

Kortilla on neljä erilaista digitaalista anturia. Ne voidaan liittää kortin DA1 hälytystuloon.



## T12150013 DA4

Kortti kytketään tietokoneen rinnakkaisporttiin. Internetistä imuroitavalla ilmaisohjelmalla tutustutaan tiedonsiirtoon. Kortilla harjoitellaan myös A/D-muunnoksia. Sisältää kaapelin.



## T12150014 DA5

Kortilla on multiplexeri. Kun kortti kytketään korttiin EG7 voidaan harjoitella multi- ja demultiplexerin toimintaa.





### T12150015 DA6

Kortilla harjoitellaan vianetsintää. Levyllä on sitä varten 6-asentoinen DIP -kytkin.



### T12010088 EG7 Koekytkenälevy

Koekytkenäalusta, jossa on eri jännitesyöttömahdollisuuksia sekä DIL kytkimellä valittavissa looginen ykkönen (+5 V) tai nolla (0 V).



### T12150016 DA9 komponenttisarja

<b>Sisältö:</b>	IC-piiri	14 kpl
	Transistori	1 kpl
	Potentiometri	2 kpl
	Vastus	5 kpl
	Kondensaattori	3 kpl

## Digitaalitekniikka B

Digitaalitekniikan jatkokurssin tavoitteena on lisätä ja syventää oppilaan digitaalitekniikan taitoja. Kurssissa tutustutaan moniin komponentteihin, joita käytetään mikroprosessoripohjaisissa laitteissa esim. erilaiset muistit, ALU ja UART, aritmeettiset- ja sekvenssiipiirit, AD/DA-muunnin. Osin siksi, jotta oppilas näkisi mitä erilaisia komponentteja käytetään, mutta myös siksi että käyttö on samantyyppistä useimmissa digitaalisissa sovelluksissa.

Internet on saavuttanut merkittävän jalansijan tiedonvälityskanavana ja sen merkitys kasvaa edelleen. Elektroniikkakomponenttien valmistajat ovat siirtäneet yhä merkittävemmän osan datatiedoistaan nettiin. Mittausharjoituksissa tutustutaan tähän tiedonhakukanavaan.



### Oppimateriaali

- Oppikirja
- Työkirja
- Mittausharjoituskirja

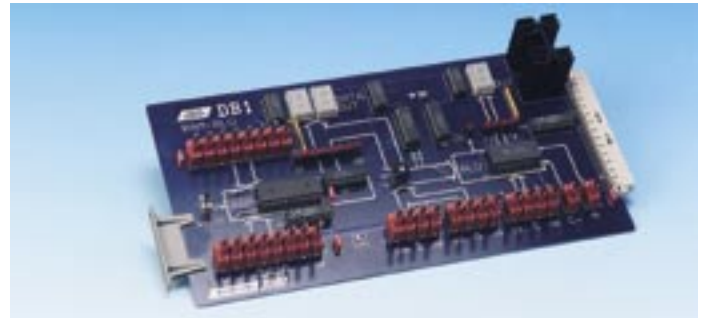
Materiaali on ruotsinkielinen.

### Laitteet

T18500001	Perusyksikkö 2000
T12150006	Harjoituslevy DB1
T12150007	Harjoituslevy DB2
T12150008	Harjoituslevy DB3, sis. alustan
T12150009	Komponenttisarja DB5
T12150001	Harjoituslevy 6 - Talohälytin
T12150003	S24 digitaalinen kytkentäpöytä
T12150004	Digitaalisyksikkö EK10A
T12150005	Kytkentäpöytä EK10B

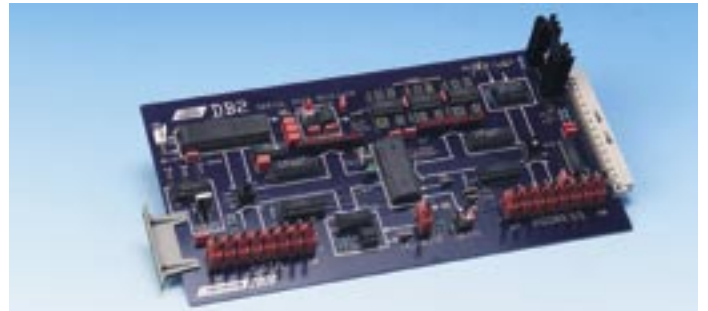
### Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 Portit
- 2 ALU
- 3 Siirtorekisteri
- 4 Laskuri
- 5 RAM muisti
- 6 Flash muisti
- 7 UART
- 8 D/A-muunnin
- 9 A/D-muunnin
- 10 Valo- ja lämpötilatulot
- 11 Järjestelmäliitynnät
- 12 Vianetsintä



#### T12150006 Harjoituslevy DB1

Kortilla on ALU (Aritmetic Logic Unit) ja RAM (Random Access Memory). ALU voi suorittaa loogisia ja matemaattisia operaatioita ja RAM-piiri voi varastoida väliaikaisesti tietoa.



#### T12150007 Harjoituslevy DB2

Kortilla tutustutaan D/A -muuntimen ja flash muistin toimintaan. Lisäksi kortilla on erilaisia laskureja, joita käytetään pulssigeneraattoreina esim. UART -piiri. UART -piiriä tarvitaan siirtämään sarjamuotoista tietoa korttien DB2 ja DB3 välillä.



#### T12150008 Harjoituslevy DB3

Kortilla DB3 on A/D- muunnin ja UART- piiri.



#### T12150009 Komponenttisarja DB5

Mittausharjoituksissa tarvittavat komponentit: 74HCT00, 74HCT02, 74HCT04, 74HCT08, 74HCT14, 74HCT32, 74HCT74, 74LS76 2kpl, 74HCT86, 74LS90, 74HCT194, 74LS266, 74HCT390, 74HCT4060, 15 kΩ vastus, 4,7 uF kondensaattori, 50 kΩ trimmeri.

## Mikroprosessoritekniikka

Oppimateriaalissa, joka on yksi osa elektroniikka 2000 sarjaa, käydään läpi mikroprosessorin toimintaperiaatteita sekä miten yksinkertaista prosessia voidaan ohjata mikrotietokoneella. Lisäksi perehdytään yleisimpien muistipiirien ohjelmointiin, helpokäyttöisen assemblerin toimintaan sekä A/D ja D/A-muuntimen toimintaperiaatteisiin.

Mikroprosessoripaketti perustuu mikrokontrollerin MC68340 ympärille. Sarjaan voidaan yhdistää erilaisia simulointikortteja.

Uusi kirjasarja eri kontrollerilla ilmestyy syksyllä 2003.

Oppimateriaali on ruotsinkielinen.

### Oppimateriaali

- Oppikirja
- Työkirja
- Mittausharjoituskirja
- Menetelmäopas
- Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

**T18500001 Perusyksikkö 2000**

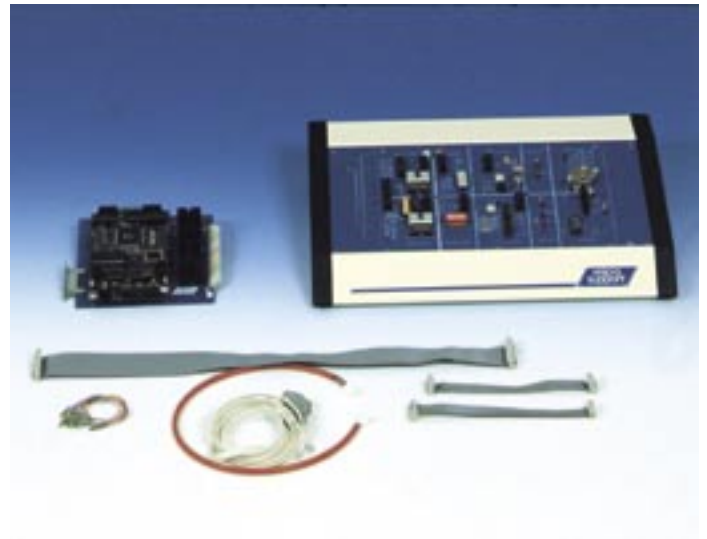
**T15010003 MC68 prosessorikortti**

**T15010004 ML4 laboratorikortti**

**T15010005 ETERM6 ohjelma**, yhden käyttäjän lisenssi

### Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 Johdanto
  - 2 Kehitysohjelma PCETERM
  - 3 7-segmenttinäyttö
  - 4 Viiveiden käyttö ohjelmoinnissa
  - 5 Loogiset operaatiot
  - 6 Ehdollinen ohjelmointi
  - 7 Aliohjelmat
  - 8 A/D- muunnin
  - 9 Askelmoottorin säätäminen
  - 10 D/A- muunnin
  - 11 Laskuri
  - 12 Pulssinleveysmodulointi
- Käskyt



#### T15010003 MC68 prosessorikortti

Kortilla on 8-bittinen MC68 prosessori.

#### T15010004 ML4 laboratorikortti

Kortti sisältää mm. digitaalisen tulon, DIP-kytkimen, AD/DA-muuntimen ja askelmoottorin.

#### T15010005 ETERM6 ohjelma, yhden käyttäjän lisenssi

Eterm 6 on Windows ohjelma MC68 prosessorille. Ohjelma sisältää mm. assemblerin, emulaattorin ja simulaattorin. Windows 95/98 käyttöjärjestelmille.

## Analogiaelektroniikka

Analogiatekniikan kurssissa käsitellään analogisten signaalien vahvistamista elektroniikan avulla. Vahvistettavien signaalien taajuus voi olla matala tai korkea, siksi kurssi on jaettu kahteen osaan: pientaajuustekniikkaan ja suurtaajuustekniikkaan.

Analogiatekniikkaa on kauan pidetty äänentoistovahvistimien, puhelimien, radio- ja TV-laitteiden elektroniikkana. Pitkään tämä vastasikin todellisuutta, mutta nyt tiedonsiirtotekniikan kehitys on johtanut siihen, että analogiaelektroniikka on yhä enemmän ja enemmän digitalisoitunut.

### Oppimateriaali

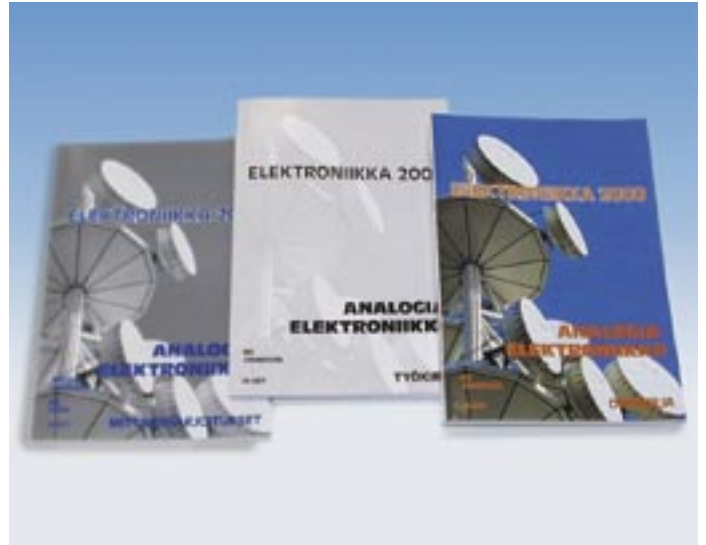
- T12900007 • Oppikirja  
 T12900008 • Työkirja  
 T12900009 • Mittausharjoituskirja  
 • Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus  
 T12900060 • Menetelmäopas  
 T12900061 • Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

- T12100001 Harjoituslevy AE1 – Tehovahvistin  
 T12100002 Harjoituslevy AE2 – Kytentäälusta  
 T12100003 Harjoituslevy AE3 – Differenssivahvistin  
 T12100004 Harjoituslevy AE4 – Etuvahvistin  
 T12100005 Harjoituslevy AE5 – Tehovahvistin  
 T12100006 Harjoituslevy AE6 – IR-vastaanotin  
 T12100007 Harjoituslevy AE7 – IR-lähetin  
 T12100008 Harjoituslevy AE8 – Wienin oskillaattori  
 95251 Tina Pro, simulointiohjelma

Nykyisin on olemassa digitaalisia puhelimia ja TV-vastaanottimia. Traditionaalisen analogiaelektroniikan ymmärtäminen ja hallitseminen on kuitenkin välttämätöntä, vaikka digitaalitekniikka valtaakin alaa yhä enemmän.

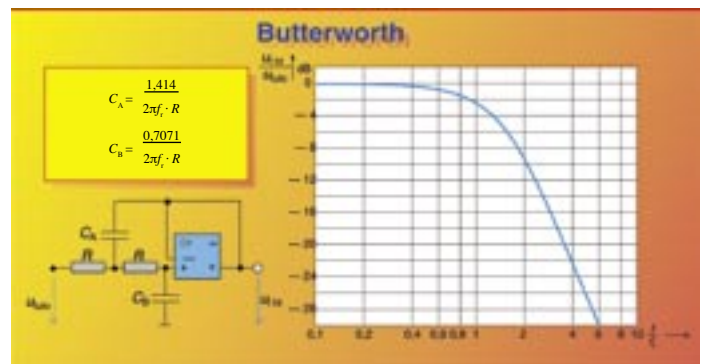
Kurssi pyrkii antamaan opiskelijalle taidot lukea ja ymmärtää elektroniikan piirikaavioita ja datalehtiä. Kurssi edellyttää, että elektroniikan perusteiden taidot on hankittu jo aikaisemmin. Elektroniikka ja englannin kieli liittyvät läheisesti toisiinsa, joten englanninkielinen ammattisanasto on osa kurssia.



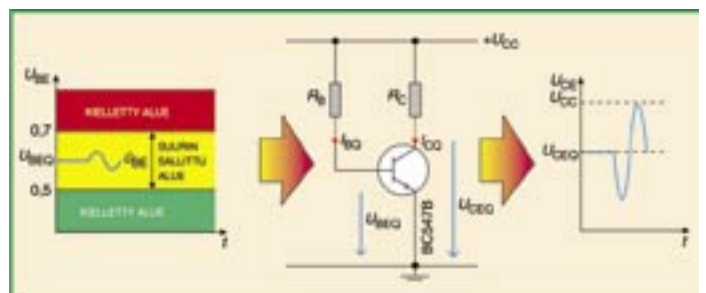
Kurssisisältöä havainnollistetaan selkeillä kaaviokuvilla.

### Oppikirjan sisältö:

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1 JOHDANTO                                 | 8 TEHOVAHVISTIN                   |
| 2 TRANSISTORI                              | Pientaajuustehovahvistimet        |
| Työpiste                                   | Virtovahvistin                    |
| Transistorin ominaiskäyrät                 | Vahvistinluokittelu               |
| A-luokan vahvistin                         | Komplementaariset pääteasteet     |
| Transistorin peruskytkennät                | Integroitu tehovahvistin          |
| Yhteisemitteriaste                         | Puolijohdeiden jäähdytys          |
| 3 AUDIOVAHVISTIN                           | 9 PIENTAAJUUSOSKILLAATTORIT       |
| Pienmerkkihahvistin                        | Äänitaajuusoskillaattorit         |
| Desibelikäsite                             | 10 SUURTAJUUSTEKNIikka            |
| Vahvistimen taajuuskäyrä                   | Tiedonsiirto                      |
| Suodattimet                                | Antennit                          |
| Kondensaattorin $C_E$ laskeminen           | 11 VÄRÄHTELYT                     |
| Transistorimalli                           | Transistori suurilla taajuuksilla |
| Asteiden kytkeminen yhteen                 | Resonanssi                        |
| Bipolaariset ja unipolaariset transistorit | Vaimeneva värähtely               |
| MOSFET                                     | Vaimentumaton värähtely           |
| 4 DIFFERENSIVAHVISTIN                      | Rinnakkaisresonanssi              |
| Differenssiaste                            | Laajakaistavahvistin              |
| 5 VAKIOVIRTALÄHTEET                        | Selektiiviset vahvistimet         |
| Vakiojännite                               | Modulaatio                        |
| Vakiovirta                                 | 12 SUURTAJUUSOSKILLAATTORIT       |
| Differenssiaste, jossa on vakiovirtalähde  | Suurtaajuusoskillaattorit         |
| 6 OPERAATIOVAHVISTIMET                     | Taajuusmuunnokset                 |
| Operaatiovahvistin - supertransistori      | Radiovastaanotin                  |
| Ihanteellinen operaatiovahvistin           | AM-ilmaisoin                      |
| Särö                                       | FM-ilmaisoin                      |
| Yleistä takaisinkytkennästä                | Vaihelukitut piiri                |
| OPAMP-käsitteitä                           | Viritystekniikka                  |
| 7 ESIVAHVISTIN                             | LIITE                             |
| Vahvistinsuodatin                          | Colour Code-resistor              |
| Äänenvoimakkuuden säätö                    | Asiahakemisto                     |
| Äänensävyyn säätö                          | Englanninkieliset sanat           |



Toisen kertaluvun alipäästösuodatin.

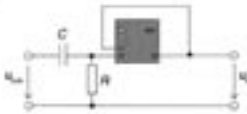


A-luokan vahvistin.

## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa

7.10



Kuva esittää aktiivisen suodattimen kytkentää.

a) Mikä on sen kertaluku?

b) Kuinka monta dB/oktaavi vahvistus laskee -3 dB pisteen jälkeen?

c) Onko piiri ylä- vai alipäästösuoitin?

d) Mikä on sen rajataajuus, jos  $C = 10 \text{ nF}$  ja  $R = 4,7 \text{ k}\Omega$ ?

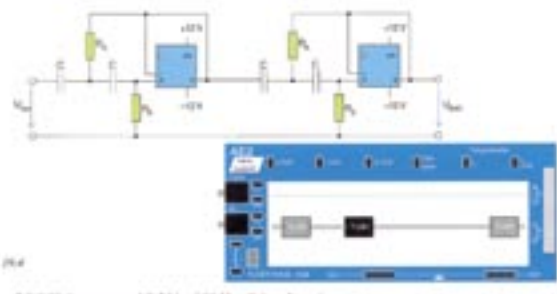
7.11 Piirrä aktiivisen toisen kertaluvun Butterworth-alipäästösuoittimen (-12 dB/oktaavi) kytkentä, ja laske  $C_1$  ja  $C_2$ , jos  $R = 10 \text{ k}\Omega$ , ja rajataajuus on 180 Hz.

Työkirja sisältää 199 tehtävää malliratkaisuineen.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

- Työ
- 1 Transistori jännitevahvistimena
  - 2 Sarjakompensoitu CE-aste
  - 3 Desibelikäsite
  - 4 Vahvistimen taajuuskäyrä, kaistaleveys
  - 5 Alipäästö- ja ylipäästösuoittimet
  - 6 CE-asteen tulo- ja lähtöresistanssi
  - 7 CB-aste
  - 8 CC-aste
  - 9 RC-kytketty vahvistin
  - 10 JFET ja MOSFET
  - 11 Differenssiaste
  - 12 Vakiovirtalähde ja virtapeili
  - 13 Differenssiaste, jossa on aktiivinen emitterikuorma
  - 14 Operaatiovahvistin
  - 15 Operaatiovahvistin ei-kääntävänä vahvistimena
  - 16 Operaatiovahvistin jänniteseuraajana
  - 17 Operaatiovahvistin komparaattorina
  - 18 Operaatiovahvistin differenssivahvistimena
  - 19 Aktiiviset suodattimet
  - 20 Operaatiovahvistin sekoittajana (summain)
  - 21 Vahvistin - äänenvoimakkuuden säätö
  - 22 Äänenvärin säätö
  - 23 Vianetsintä
  - 24 Tehovahvistin
  - 25 Työpisteen asetus
  - 26 Mittaaminen ja vianetsintä
  - 27 Integroitu tehovahvistin
  - 28 Wieninsiltaoskillaattori
  - 29 Sarja- ja rinnakkaisresonanssipiirit
  - 30 Selektiiviset vahvistimet
  - 31 VCO ja PLL

Kytke samoja komponenttienarvoja käyttäen vielä yksi ylipäästösuoitin alustalle kuvan 19.4 mukaisesti ja käännä nämä kaksi suodatinta peräkkäin.



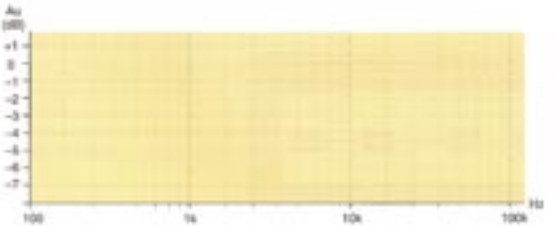
19.4

Liitä äänigeneraattori 0,5 V<sub>rms</sub> 100 Hz piiriin tuleen ja oskilloskoopi sen lähtöön sekä muuta taajuutta tuloon 19.3 mukaisesti.

Taajuus	100 Hz	200 Hz	400 Hz	800 Hz	1 kHz	2,5 kHz	5 kHz	10 kHz
Äänite								
$V_{rms}$ (V <sub>rms</sub> )								
Vahvistus (dB)								

Esitelmä 19.3

Merkitse vahvistusarvot diagrammiin 19.3.

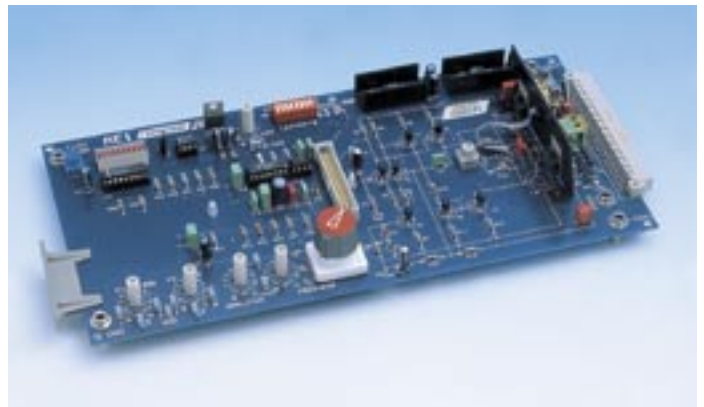


Diagrammi 19.3

Mittausharjoituksessa tutustutaan aktiivisiin suodattimiin.

Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

Laite	Työ
Tehovahvistin	1 – 31
Kytkentäalusta	1 – 10, 12, 14 – 17, 19, 20, 29
Differenssivahvistin	11 – 13, 18
Etuvahvistin	21 – 23, 26, 27
Tehovahvistin	24, 25
IR-vastaanotin	31
IR-lähetin	31
Wienin oskillaattori	28, 30



Harjoituslevy 1-tehovahvistin.



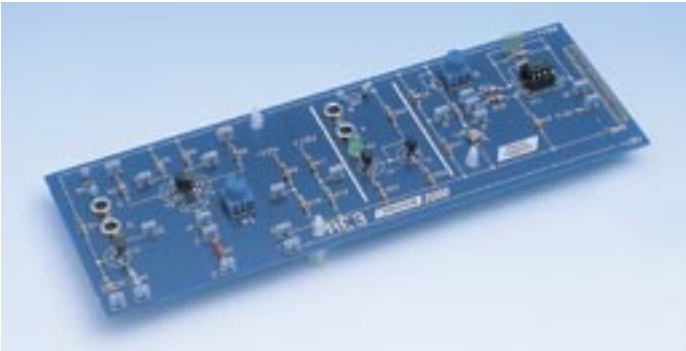
## T12100001 Harjoituslevy AE1 – Tehovahvistin

Analogielektroniikan mittausharjoituksissa käytettävät levyt rakentuvat perusyksikkö 2000 ympärille. Harjoituslevy AE1 on ns. päälevy, johon levyt AE2- AE8 liitetään. Harjoituslevy AE1 sisältää äänitaajuusgeneraattorin. Sen taajuusalue on 1 Hz ... 1 MHz sekä taajuutta että amplitudia voidaan erikseen hienosäätää potentiometrillä. Säädettävällä regulaattorilla voidaan jännite asettaa 0 V ... 12 V. Lisäksi levyllä on hohtodiodipylväs, tehovahvistin, vikavaihtokytkin sekä vapaat 1 k $\Omega$  ja 100 k $\Omega$  potentiometrit. Mitat: 140x300 mm



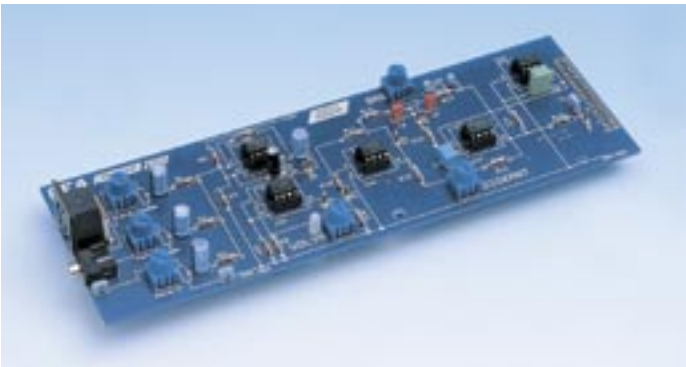
## T12100002 Harjoituslevy AE2 – Kytkeäalusta

Harjoituslevyllä AE2 on kytkeäalusta, johon voi vapaasti kytkeä komponentteja esim. vastuksia, kondensaattoreita, diodeja ja transistoreja. Levyllä on jännitepisteet + 12 V, - 12 V, 0 ... 12 V. Mitat: 70x175 mm  
Sisältää komponenttisarjan.



## T12100003 Harjoituslevy AE3 – Differenssivahvistin

Harjoituslevyllä AE3 on mm. erilaisia virtageneraattoreita, transistorikytkentöjä sekä valomittarina käytettävä kytkentä. Mitat: 70x210 mm



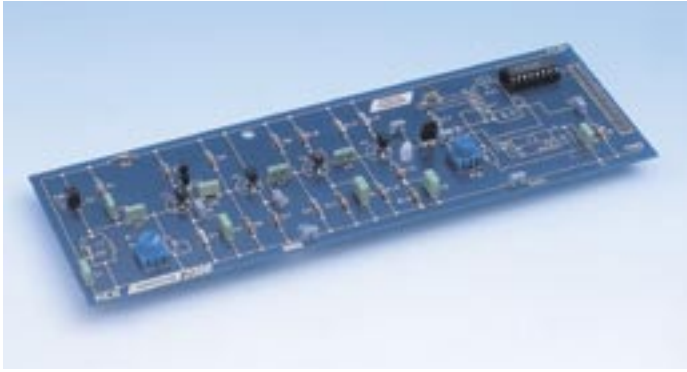
## T12100004 Harjoituslevy AE4 – Etuvahvistin

Mikseri ja esivahvistin ovat levyllä AE4. Levyllä tutkitaan kuinka pientaajuusvahvistin (äänentoistovahvistin) toimii. Mikserissä on kolme kanavaa, joihin voi kytkeä kolme eri signaalilähdettä. Tähän levyyn voi kytkeä myös erilaisia vikoja ja harjoitella näin vianetsintää. Mitat: 70x215 mm



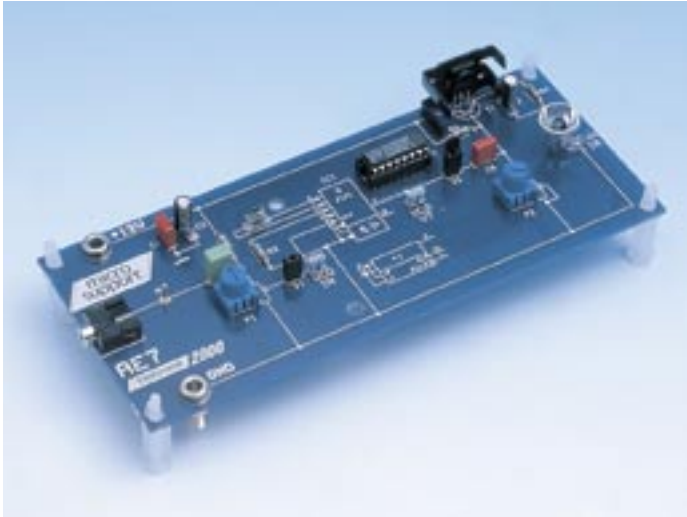
## T12100005 Harjoituslevy AE5 – Tehovahvistin

Harjoituslevyllä AE5 voidaan tutkia pientaajuuspäätteen eli äänentoistovahvistimen pääteasteen erilaisia kytkentätapoja, sekä integroitua päätevahvistinta lisäkomponentteineen. Levyllä AE5 voidaan tehdä myös vianetsintäharjoituksia. Mitat: 70x210 mm



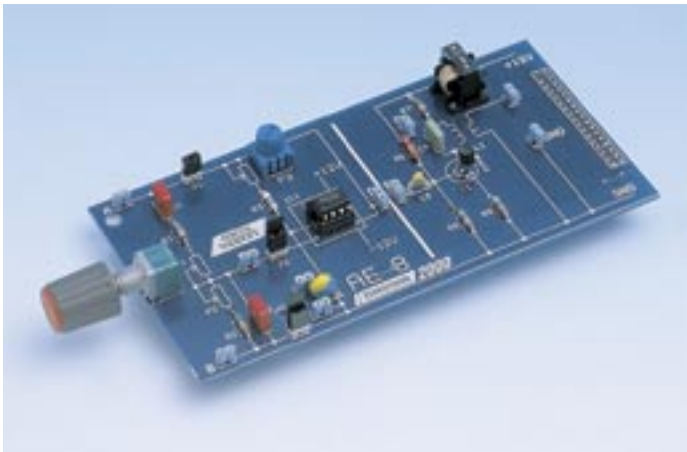
## T12100006 Harjoituslevy AE6 – IR-vastaanotin

Infrapunasäteilyn vastaanotinlevy. Levyä AE6 käytetään yhdessä harjoituslevyn AE7 kanssa. Levyllä AE6 on useita vahvistinas-teita ja jänniteohjattu oskillaattori. Levyyn kuuluu myös PLL, phase locked loop. Harjoituslevy AE6 kuuluu kokonaisuudessaan äänisignaalien lähetyks- ja vastaanottokytkeyntään.  
Mitat: 70x210 mm



## T12100007 Harjoituslevy AE7 – IR-lähetin

Harjoituslevy AE7 voi lähettää äänisignaaleita hyödyntäen infrapunasäteilyä. Levyä käytetään yhdessä levyn AE6 kanssa. Levyllä on VCO, joka kehittää kanta-aallon, jolla ääni-informaatio siirretään taajuusmodulaatiota käyttäen.  
Mitat: 70x170 mm



## T12100008 Harjoituslevy AE8 – Wienin oskillaattori

Levyllä voi tutustua Wieninsiltaoskillaattorin toimintaan. Levyllä on myös selektiivinen vahvistin, jota käytetään esim. radiovastaanottimissa.  
Mitat: 70x165 mm

Kytkemällä harjoituslevyjä AE2-AE8 päälevyyn AE1, tehdään lukuisia harjoituksia, joissa mitataan ja kuunnellaan ääniä eri signaalilähteistä. Harjoitteita tehdessään oppilas ei vain mittaa vääristynyttä signaalia vaan myös kuuntelee synnytettyä ääntä.

## Optoelektronikka

Kurssi auttaa opiskelijaa ymmärtämään optokomponenttien toimintatapaa ja opettaa käytettävien piirrosmerkkien tuntemusta. Sisällön omaksumiseen tarvitaan elektroniikan peruskurssia vastaavat tiedot. Kurssi on käytännönläheinen ja suurimman osan siitä muodostaa mittausharjoitusten käytännön sovelluksiin perehtyminen.

### Oppimateriaali

- T12900010 • Oppikirja
- T12900011 • Työkirja
- T12900012 • Mittausharjoituskirja
  - Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus
  - Menetelmäopas
  - Piirtoheittokalvot

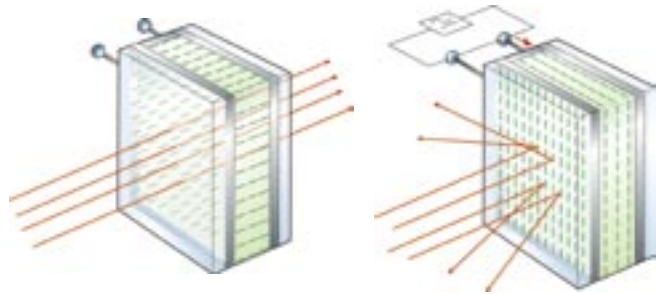
### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T12200001 Harjoituslevy OE1 – Vastaanotin
- T12200002 Harjoituslevy OE2 – Lähetin

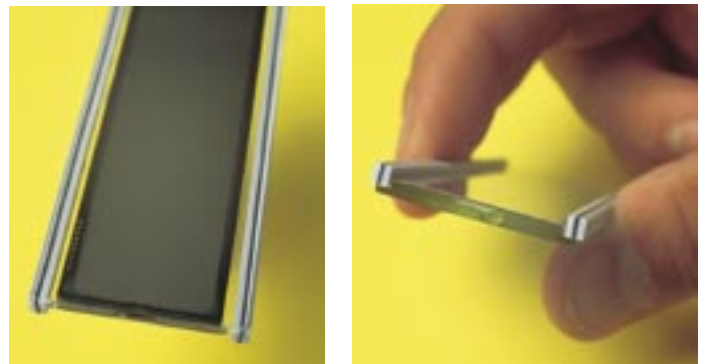
Optoelektronikka kuuluu nykyaikaisen elektroniikan nopeimmin laajeneviin osa-alueisiin. Uusia komponentteja, joissa hyödynnetään valoa tulee jatkuvasti ja niiden tarjonnan väheneminen tuntuu kaukaiselta. Tästä kaikesta huolimatta uudet komponentit perustuvat useimmiten vanhoihin fysikaalisiin ja sähköisiin periaatteisiin ja lakeihin. Siksi tavoitteena on tässä kurssissa tutustuttaa oppilas optoelektronisiin standardikomponentteihin.



Kurssisisältöä havainnollistetaan kirjassa lukuisilla selkeillä kaaviokuvilla.



Oppikirjassa tutustutaan mm. nestekidenäytön toimintaan.



Nestekide eli LCD -näytön periaate.



### Oppikirjan sisältö:

Lukijalle

- 1 *OPTOELEKTRONIIKKA*
  - Valon luonne
  - Fotometriset suureet
  - Miten valo syntyy?
- 2 *HOHTODIODI*
  - Erilaisia optokomponentteja
- 3 *LASERI*
  - Laserin toiminta
  - Puolijohdelaseri
- 4 *NÄYTÖT*
  - Hohtodiodinäyttö
  - Nestekidenäyttö
  - Katodisädeputki
  - Litteät näytöt
- 5 *VALON OHJAAMAT KOMPONENTIT*
  - Fotokomponentit
  - Viivakoodin lukija
- 6 *VIESTINTÄ*
  - Valokaapelit
  - Aiheluettelo

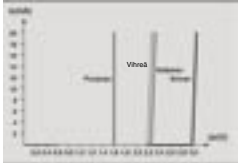


## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa


2.3 Millä jännitteellä sinisessä hohtodiodissa alkaa kulkea virtaa?

2.4 Kaavion hohtodiodi on vihreä. Laske sarjavastus  $R_2$  niin, että hohtodiodin virta on 10 mA.



2.5 Mikä on hohtodiodin tunnukseksi Pro elektron -merkitä järjestelmässä?

- Mikä näytön liitännästä on liitetty taustaan BP?
- Liitti kytkinlanka kuvan 2.2 mukaisesti pisteestä GND taustaan, joka on merkitty tunnukseksi BP ja toinen lanka pisteestä +5 V pisteeseen 38.



2.2 Välijännitteen kytkeminen yhteen nestekidenäytön lohkokon.

- Kytke jännite perusyksikköön.
- Mikä lohko muuttuu mustaksi?
- Mitä lohkolle tapahtuu hetken kuluttua?
- Miksi lohko käynnätty tällä tavoin?
- Katkaise perusyksikkö jännite!

Nestekidenäytöt ottavat hyvin pienen virran. Mitataksemme pienen nuolilohkon kautta kulkevan virran, voimme tehdä virran mittauksen epäsuorasti liittämillä vastuksen R38 rinnalle mV-alueelle asetetun volttimittarin.

- Kytke perusyksikköön jännite ja mittaa samanaikaisesti vastuksen R38 jännitehäviö.

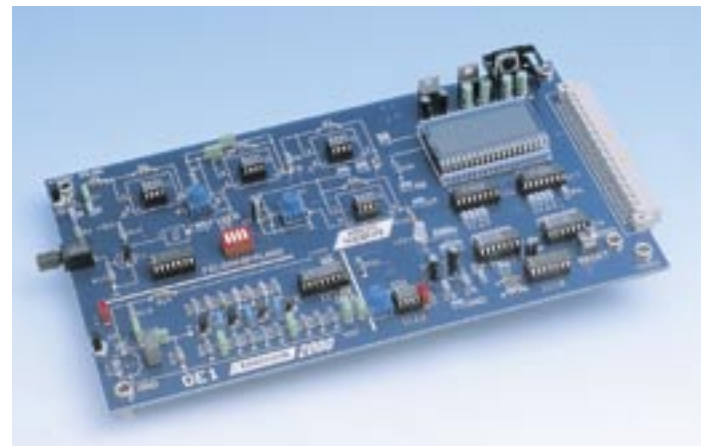
**Tärkeää!**  
Katkaise perusyksikön jännite heti, kun olet tehnyt mittauksen, sillä muutoin näyttö voi vahingoittua!

Työkirja sisältää 41 tehtävää malliratkaisuineen.

Harjoituksessa tutkitaan miten markkinoiden hallitsevin näyttötyyppi LCD -näyttö toimii sekä miten se kytketään ja miten sitä ohjataan.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 HOHTODIODI
  - Vilkkuva hohtodiodi
  - Kaksiväriset hohtodiodit
  - RGB-hohtodiodit
- 2 LCD-NÄYTTÖ
  - Koodinmuunnin
- 3 FOTOVASTUS
- 4 FOTODIODI
- 5 INFRAPUNASÄTEILYN SIIRTO
  - Lähetin
  - Vastaanotin
  - Henkilölaskuri
- 6 VIANETSINTÄ
- 7 FOTOTRANSISTORI
  - Viivakoodin optinen luku
- 8 OPTOKYTKIN
  - Optokytken nousu- ja laskuajan mittaaminen
- 9 LUKUHAARUKKA
- 10 OPTINEN TIEDONSIIRTO
- 11 ANALOGINEN SIIRTO
  - Analogisten signaalien siirto
  - IR-säteilystä käyttäen
  - Lähetin
  - Vastaanotin



**T12200001 Harjoituslevy OE1 – Vastaanotin**  
Vastaanotin OE1 kiinnitetään perusyksikköön. Harjoituslevyllä on vastaanotin infrapunavalolle, optiselle kuidulle ja analogiasignaaliille. Vastaanotinlevyllä on myös LCD -näyttö, laskurit, schmitt-trigger, kiikku, transistorit ja jännitteenvakavointipiiri. Levy antaa mahdollisuuden harjoitella myös vianetsintää. Mitat: 140x260 mm



**T12200002 Harjoituslevy OE2 – Lähetin**  
Harjoituslevyllä on lähetin infrapunavalolle, optiselle kuidulle ja analogiasignaaliille. Lähetinlevyllä on myös optokytken, valodiodit, lukuhaarukka, LDR-diodit ja valotransistori. Mitat: 140x255 mm

## Pehmytjuottaminen ja puristeliitokset

Pehmytjuotosta on jo kauan käytetty elektroniikassa liittämätekniikkana. Itse juotostekniikka, metallien liittäminen toisiinsa lämmön ja metallisen juoteaineen avulla, on periaatteessa pysynyt muuttumattomana, mutta työvälineet ovat kehittyneet ja ovat edelleen voimakkaan kehityksen alla samoin kuin itse juoteaineet. Tämä kirja pyrkii esittelemään alan uudenaikaiset työkalut ja miten niitä käytetään, jotta tulokset vastaisivat teollisuuden vaatimuksia.

Puristusliittäminen on uudempi liittämistekniikka. Työvälineiden ja liitososien kehittyessä se valtaa yhä suuremman alan teollisuuden kaapelointitehtävissä. Tässä kirjassa esitellään työkaluja, erilaisia liitoselementtejä ja menetelmiä, joilla voi tehdä hyväksytyjä puristusliitoksia eri tapauksissa.

Jatkuvasti kasvavat tietokonemarkkinat edellyttävät myös tietoja rakoliitoksesta; menetelmästä, jolla voi päättää kaapeleita masatyönä. Puristusliitoksia koskevaan osaan kuuluu myös rakoliitosten tekniikka, työkalut ja menetelmät.

### Oppimateriaali

- T12900016 • Oppikirja
- T12900017 • Työkirja
- T12900018 • Mittausharjoituskirja
  - Tarkistustehtäväpaketti
  - Menetelmäopas
  - Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

- T12050001 • Komponenttisarja
- T12050002 • Käsikirja
- T12800005 • CD "Pehmytjuotos 2000", ruotsinkielinen
- T12800006 • "Pehmytjuotos", opettajan levyke 3.5", ruotsinkielinen



Oppikirjan ja mittausharjoituskirjan sisältöä havainnollistetaan lukuisilla 4-värikuvilla.

### Oppikirjan sisältö:

#### ESIPUHE

#### PEHMYTJUOTOS

Erilaisia juotteita  
Juoksutteet

#### JUOTTAMINEN

Juotosvälineet  
Onnistunut juotos  
Pintaliitos

#### PIIRIKORTTI

#### KOMPONENTIT

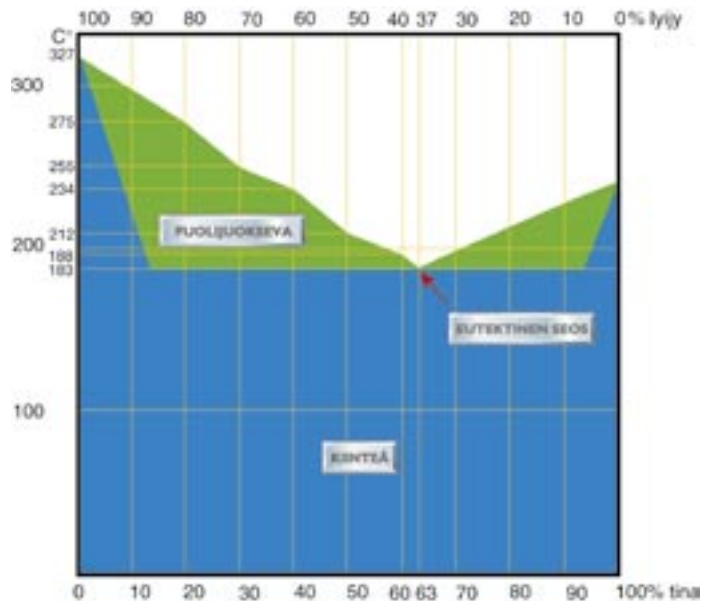
Liitokset

#### ASENNUS

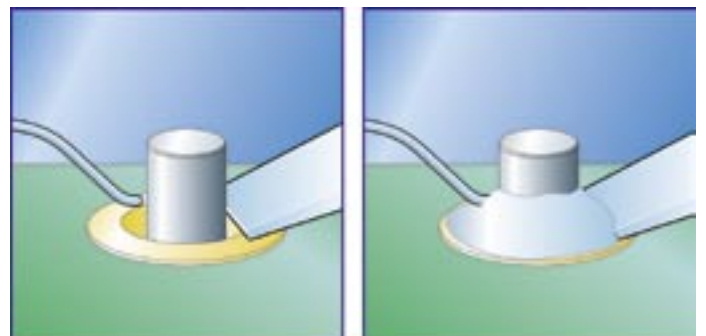
Juotoksen laatu  
Korjaukset  
Kenttätyö

#### PURISTUSLIITOKSET

#### ASIAHAKEMISTO



Eutektinen seos



Juotuskärjen kohdistaminen juotettaessa.

**Työkirja**

Sisältö kuten oppikirjassa

2

## JUOTTAMINEN


2.1 Kaikki juotospikka otavalmiiksi ennen juottamista?

2.2 Minkä käyttöä varten juotetaan, jotka juotetaan kerrin kokonaan ilmassa yhdellä kerralla?

2.3 Minkä lämpötilan tulee ohikuumen juotuksen juottamiseen käytettävissä olla?

2.4 Minkä lämpötila alueella juotoskorvin tulee toimia?

2.5 Tulotko tulotavan juottajan kabin lämpötilan-olla korkeita vai alhaisia?



Työkirja sisältää 106 tehtävää malliratkaisuineen.

5

## Juottaminen juotoskorviin

Kaapeli 4 on PVC-eristetty johdin, jonka poikkipinta-ala on 0,22 mm<sup>2</sup>. Johdin jatkosuu 7 silkkiseen.

- Leikkaa kaapeli 4 10 kpl 10 cm pitkiä paloja.
- Karsi jokainen kaapeli toisesta päästä 6 mm pituudelta.

Johdint juotetaan nyt harjoituskorvin juotoskorvin kaapeliin eri tavalla. Katso kuva 5.2.

**Välineet**


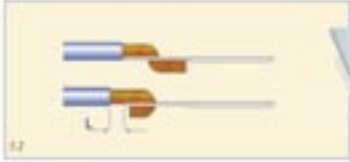
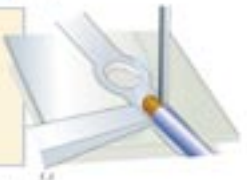
Juottaminen

Juotoskorviin juotus- ja juotuskorviin

Kaapeli 4

Pihvit

Juotusainetta

Johdinta ei sinua ennen juottamista, vaan se lämpötilan puolella ja tavotetaan puolella niin, että silkkien eivät vahingoitu.

Kun johdin on asetettu, se juotetaan kiinni. Aseta juottimen kärke juotoskorviin vasten johdinta ottaen tarkasti. Liikuta johdinta ja seuras, miten se virtaa puolella. Reikä saa täyttyä juotusainella, mutta johdinta maahan on jättävä säilyä.

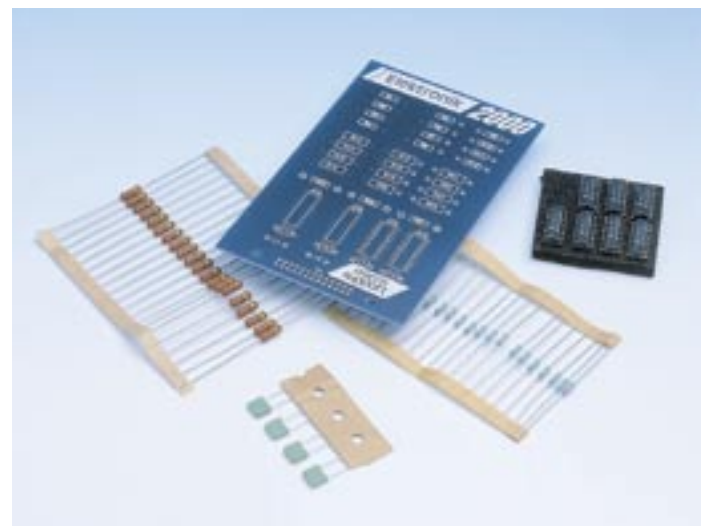
Työ voi vasti hiukan aikaa ottaa, kun on tarkkailtava, kuinka paljon juotetta tarvitaan. Määntäminen liian nopeasti, että erittäin johdinta erittäin lämpötila.

Hyväksyttävissä juotuskorviin karan mitta 1,5 tai saa ylitää 3 mm.

Työssä harjoitellaan juottamista juotoskorviin kahdella eri tavalla.

**Mittausharjoituskirjan sisältö:**

- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Kostumiskoe                    | Päättehylsy         |
| Kaapelinkuorinta ja tinaus 1   | IDC-kaapeliliitäntä |
| Kaapelinkuorinta ja tinaus 2   | DSUP                |
| Kaapelinkuorinta ja tinaus 3   | SCART               |
| Juottaminen juotoskorviin      | Koaksiaaliliittimet |
| Juottaminen piirikortille 1    |                     |
| Juottaminen piirikortille 2    |                     |
| Juottaminen piirikortille 3    |                     |
| Lakatus kuparijohtimen käyttö  |                     |
| Liittimen juottaminen          |                     |
| Korjauksia 1                   |                     |
| Korjauksia 2                   |                     |
| Kaapelin kytkeminen liittimeen |                     |
| SCART-kaapelin juottaminen     |                     |
| Kaapelikengät                  |                     |



T12050001 Komponenttisarja

## Pintaliitokset

Pintaliitostekniikkaa on jo vuosia käytetty elektroniikkalaitteiden tuotannossa. Komponentit ja niiden asennustapa sopii erityisesti suurtuotantoon. Sen sijaan työkaluja ja materiaaleja ei ole sovitettu yksittäis- tai piensarjatuotantoon.

Markkinoilla on runsaasti pintaliitostekniikalla tuotettuja laitteita, joten korjaustarve on tulevana vuosina ilmeinen, sillä niitä ei kannata heittää pois vain siksi että yksi komponentti on vioittunut. Tietokoneita, TV-vastaanottimia, videoita ja kameroita ym. kannattaa korjata.

### Oppimateriaali

- T12900013 • Oppikirja
- T12900014 • Työ- ja harjoituskirja
  - Tarkistustehtäväpaketti
  - Menetelmäopas
  - Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

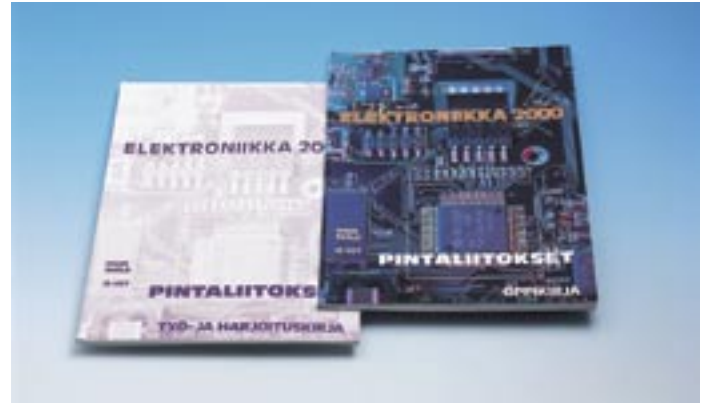
- T12300001 • SMD-paketti
  - Sis. Rakennussarja YM1, Juotosharjoitussarja YM2, CD "Pintaliitostekniikka", opettajanlevyke, Työ- ja mittausharjoituskirja
- T12300002 • Rakennussarja YM1
- T12300003 • Juotosharjoitussarja YM2
- T12300005 • Juotosasema Rework 80
- T12800010 • CD "Pintaliitostekniikka", ruotsinkielinen
- T12800011 • "Pintaliitostekniikka", opettajan levyke 3.5", ruotsinkielinen

### Oppikirjan sisältö:

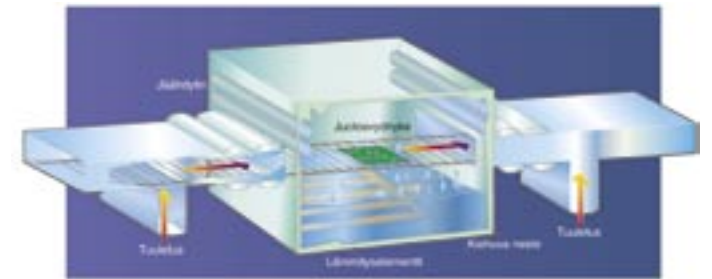
<b>JOHDANTO</b>	Juotospastan käyttäminen
Integrointi	Levitys
<b>KOMPONENTIT</b>	Kostaminen
Vastus	Asustelu
Kondensaattorit	Silkkipainaminen
Muut passiiviset komponentit	Kovettaminen
Passiiviset komponentit	Painaminen
Passiiviset komponentit	Kaasipainaminen
Kotelomerkinnät	Juoksupeen käyttäminen
Mittat	Juoksupeen levitys
Liitännät	Uudelleenjuotos
Lämpötaajeneroinen	Korjauksen tekeminen
Liitännöiden ulkonäkö	Kuivatus/paistaminen
Klaimeily	Komponenttien kiinnitys
Näyttö	Esilämmitys
Puhtaus	Lämmitys
Väri	
ESD	<b>JUOTOSKONEET</b>
<b>PIIRIKORTIT</b>	Aaltojuotos
Läpiviennit	Höyryfaasijuotos
Jännitekerros	Kuumailtraajuottaminen
Pohjamateriaali	Infrapunajuottaminen
Keramiikat	Laserjuotos
Epokasilaukku	Kuumailtraajuotos
Polyimidi	Insektyttyminen
Fenolihartsit	Hautakivi-ilmiö
Microwire ja Co-Axe	Kiertymä
Piirikorttien käsitely	<b>KÄSITYÖKALUT</b>
Johdotus - layout	Irronta
Juotospinnat	Liimaamattomat komponentit
Lämpöjohtaminen	SO-kotelot
Testi	Vastusten juottaminen
Mitoitus	Kuumailtraajuottaminen
Sähköiset näkökohdat	Lämmät komponentit
Lämpövaikutukset	Välitöte
Jäähdytys	Alkoholi
Superjäähdytys	Uudelleenjuottaminen
<b>KEMIKAALIT</b>	<b>ASUSTELU</b>
Liima	Liian hyvä kostaminen
Siirto	Sopivasti juotetta
Juotospasta	Liian vähän juotetta
Juotosmetalli	Liian paljon juotetta
Juoksu	J-jalat
Pesuneste	Gull'Wing
<b>ASENNUS</b>	Asetuksen on tärkeä
	Asiakasemio

Viime vuosina käyttöön tulleet uudet työkalut ja yksinkertaistetut menetelmät ovat tehneet mahdolliseksi vaihtaa yhä enemmän ja enemmän komponentteja korjausten yhteydessä.

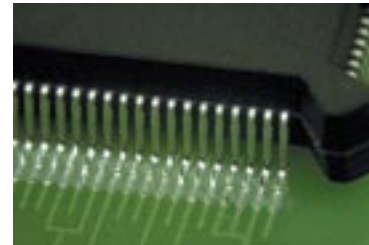
Kirjan tarkoituksena on esitellä mitä pintaliittäminen on, mitä komponentteja siinä käytetään ja miten voi yksinkertaisesti ja helposti hankittavilla työkaluilla vaihtaa laitteisiin komponentteja vahingoittamatta sen enempää kortteja kuin komponenttejakaan.



Kurssin sisältöä havainnollistetaan lukuisilla kuvilla.



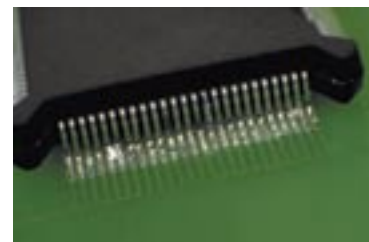
Höyryfaasijuotoslaite, jossa on yksivaiheinen höyryjärjestelmä.



8.17 Hyväksytty juotos



8.18 PFPCC-piirin näin tiheässä olevien jalkojen välillä syntyy helposti mullitusta.



8.19 Kaikki 25 liitintä ovat virheellisiä. Niissä on juotesiloja ja kylmiä juotoksia.

## Työ- ja mittausharjoituskirjan sisältö:

- Komponentit
- ESD
- Pesu ja juoksute
- Kokeita juotospastalla
- Kaavio
- Tinaimusukka
- Komponentin juottaminen
- Irrotus kuumakaasukolvilla
- Irrotus/korjaus
- SOIC-piirin irrotus
- Liima
- Liimatut komponentit
- Muiden komponenttien juottaminen
- Taskumuisti
- Työtehtäviä
- Diagnostisia tehtäviä
- Työtehtävien vastaukset
- Diagnostisten tehtävien vastaukset

## Esimerkki tehtävästä harjoituksesta

7

### Komponentin juottaminen

Sarjan kuulovierokäsisä vastuksia. Valitse niistä sovitettavaksi neljä kappaletta.

Etä korilla valitseja komponentteja ja vastuksia juotuspinnoille.

- Tässä kahden komponentin juotuspinnoille korilla ja juotuslangalla. Huolehdi, että juote muodostaa pienen kohonnan juotuspinnoille.
- Lisää pieni määrä tahmeaa jouskaatetta jokaiselle juotuskohtaan.
- Aseta vastukset pinnoille ja pipetillä vastusalle korilla.
- Lämmitä sovitun pitkiä kuumakaasukolvilla.

Seuraa, millisen juote sulaa, miten komponentti sijaitsee alus ja kytkeytyvät keskiöihin itänsä juotuspinnoille.

**Välit**

- ✓ Lämpösuojus 1
- ✓ Kuumakaasukolvi
- ✓ Jouskaatetta
- ✓ Tahmeaa jouskaatetta litra

**Ohje!**

Älä myydä työtä kiertää vähän tavallista juotuspinnoille jouskaatetta, jos on vielä se ole tahmeaa jouskaatetta.





- Pese pins ylimääräinen juotus.
- Tarkista jouskaatteen ja käytön tällais, mikä se näyttävät sovitettavissa vastuksissa.

**Arvioinnin välik:**

Väli (kukaan vai muuta):

Mikä työtehtävä?

## Esimerkkejä työtehtävistä

2.1 Mikä on SMT?

2.2 Mitä tarkoittaa jouskaatteen käyttö?

2.3 Mikä on tavallinen vastus väri?

2.4 Mitä tarkoittaa korilla irrotus?

2.5 Käytä SMD.

2.6 Mikä on pinne LCDC-jälkeen?

2.7 Kuka on jouskaatteen ja PF (low Pitch)?

2.8 Mitä on SOIC-korilla?

2.9 Mikä tarkoittaa komponenttien juotus juotuspinnoille alus olevaa sovitettavissa?

2.10 Mikä on tavallinen vähän tavallista jouskaatetta?

### Diagnostisia tehtäviä

1. Miten tehtävä sovitettavissa?
  - A. Käytetään tavallista sovitettavissa
  - B. Käytetään jouskaatteen sovitettavissa
  - C. Käytetään jouskaatteen sovitettavissa
  - D. Käytetään jouskaatteen sovitettavissa
2. Mikä on tavallinen 1 Ohm vastus?
  - A. 1,20 + 1,00 + 0,20
  - B. 1,00 + 1,00 + 1,00
  - C. 1,20 + 1,00 + 0,20
3. Mikä on M13 Pajonon?
  - A. M13 on tavallinen 1 Ohm vastus
  - B. M13 on tavallinen 1 Ohm vastus
  - C. M13 on tavallinen 1 Ohm vastus
  - D. M13 on tavallinen 1 Ohm vastus
4. Kuumakaasukolvi käytetään tavallista jouskaatetta sovitettavissa.
  - A. Tavallista jouskaatetta sovitettavissa
  - B. M13 on tavallinen 1 Ohm vastus
  - C. Kuumakaasukolvi käytetään tavallista jouskaatetta sovitettavissa
  - D. Kuumakaasukolvi käytetään tavallista jouskaatetta sovitettavissa
5. Mikä on tavallinen vähän tavallista jouskaatetta sovitettavissa?
  - A. Tavallista jouskaatetta sovitettavissa (PVE)
  - B. Tavallista jouskaatetta sovitettavissa
  - C. Tavallista jouskaatetta sovitettavissa
  - D. Tavallista jouskaatetta sovitettavissa

Työtehtävät sisältävät myös diagnostisia tehtäviä.

Harjoituksessa käydään läpi miten komponentin voi juottaa eri tekniikalla.



T12300002 Rakennussarja YM1



T12300003 Juotusharjoitussarja YM2

## 10100 Elektroniikkasarja

Electro 10100 on ammatilliseen koulutukseen tarkoitettu elektroniikkasarja. Sarjan tarkoitus on perehdyttää oppilas elektroniikan peruskomponenttien käyttöön – itse tekemällä. Electrolla perusosiöt esitellään selkeästi ja havainnollisesti.



### Sarjan sisältö:

Vastus	28 kpl
Kondensaattori	19
Potentiometri	3
Diodi	7
Transistori	5
Tyristori	2
Triac	2
Kela	1
Kytkin	2
Lampunkanta E10	2
Lamppu	4
Rele	1
Virtakisko	7
Kytentäkappale	10
Kytentäalusta	1
Työkirja	1

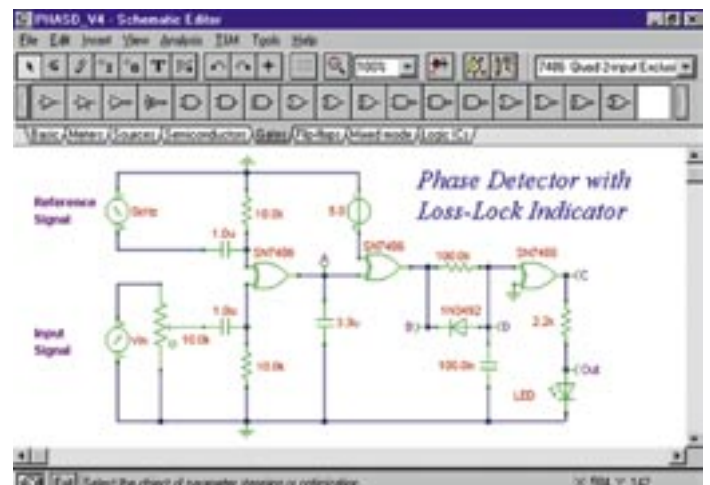
- 95251 Tina Pro, simulointiohjelma, Win.  
 95251B Tina Pro, oppilaan versio (kytentäpisteiden lukumäärä rajoitettu)  
 95252 Tina Pro Industrial



Komponentit on kiinnitetty tukevaan runkoon. Koska sarja ei sisällä ylimääräisiä komponenttimerkintöjä, joutuu oppilas hakemaan tarvitsemansa tiedot joko mittaamalla tai datatiedoista. Sarja käsittää kattavan työkirjan peruselektroniikan mittausharjoituksia. Työkirjassa edetään komponenttien tunnistamisesta ja piirrosmerkkien sekä kytkentäkaavioiden luvusta vakavointi ja säätökytkentöihin. Ennen harjoitusta kirjassa selvitetään ilmiöiden taustoja, jonka jälkeen oppilas tekee kytkennän joko annetuilla komponenttiarvoilla tai laskee komponenttiarvot annettujen lähtötietojen perusteella. Harjoitukset antavat oppilaalle myös valmiudet käyttää työelämässä tarvittavia mittalaitteita.



Komponenttien liittämiseen voidaan käyttää kytkentäkappaleiden lisäksi 4 mm liitynnällä olevia sähköjohtimia. Kytkennät tehdään 30 mm reikäjaolla olevaan kytkentäalustaan.



Schematic Editor

**T18500110 Unitrain**

Unitrain on uusi tehokas laite elektroniikan, sähköopin ja automaation opetukseen. Unitrain on multimediatyökalu sisältäen sekä laitteiston että ohjelmiston. Unitrain yhdistää teorian ja käytännön edistyksellisellä tavalla, se motivoi käyttäjää ja herättää mielenkiintoa. Se on myös avoin järjestelmä, joten voit helposti tehdä omia harjoituksia, tallettaa niitä tai siirtää niitä USB- tai sarjaliikenneportin kautta.

Unitrain sisältää mittauksissa tarvittavat tulot ja lähdöt, virtuaalisen oskilloskoopin, yleismittarin sekä funktiogeneraattorin.

**Laitteet**

- T18500110 Unitrain**
- T18500111 Labsoft-ohjelma**
- T18500112 Elektroniikka 1, 3 kpl kortteja**

**Tekniset tiedot**

Kotelo:	materiaali ABS
Mitat:	28 cm x 18 cm x 9 cm
Paino:	1,2 kg
Proessori:	32- bit 20 MHz 128 KB RAM 256 KB FLASH
Tulot ja lähdöt:	34 kpl 2 mm liitin Sarjaportti 9-pin D-liitin USB
Analogialähtö	
Aaltomuoto:	Kolmio-, kantti- tai siniaalto tai ohjelmoitava (mielivaltainen)
Jännite:	+/-10 V
Impedanssi:	50 ohm (max. +/-200 mA)
Taajuus:	0...1 MHz
Analogiajännitelähdöt	3 kpl
Analogiatulot	2x A/D-muunnin 8 bit 9 mittausaluetta (+/-50 V...+/-100mV) Muisti 2 x 32 K
Digitaalilähtö	Triikkaus A, B tai ulkoinen
Digitaalitulot	16 kpl, 8 kpl 2 mm liitin
Rele	16 kpl, 8 kpl 2 mm liitin 8 kpl, 1 A / 24 V DC



**T18500111 Labsoft-ohjelma**

Labsoft-ohjelma on avoin, multimedia ominaisuuksilla oleva Unitrainin käyttöliittymä. Labsoft antaa käyttäjälleen mahdollisuuden luoda omia harjoituksia käyttäen mitä tahansa HTML editoria. Valmiita harjoituksia on saatavilla noin 100. Ohjelmalla voit helposti toteuttaa tietokoneavusteisia mittauksia, vapaasti tai ohjatusti:

- Asettaa laitteiden parametrit
- Tehdä mittauksia eri laitteilla
- Käyttää virtuaalimittalaitteita



## T18500100 COM3LAB Perusyksikkö

COM3LAB on multimediaa hyväksi käyttävä oppimisympäristö elektroniikan ja sähkötekniikan opiskeluun.

COM3LAB tarjoaa uuden tavan välittää ja saada tietoa. Järjestelmä koostuu perusyksiköstä sekä yksittäisten kurssien koelevyistä. Kukin koelevy sisältää jopa 20 oikeaa koetta sähkövirran, elektroniikan ja sähkötekniikan tutkimiseen. Kun perusyksikkö yhdistetään tietokoneeseen, käsiteltävän aiheen perusteet voidaan opettaa oppilaille kuhunkin kurssiin kuuluvan ohjelmiston avulla. Oppilas suorittaa tämän jälkeen eri kokeet vuorovaikuttaisesti ja tekee oikeita mittauksia. Tietokone analysoi ja käsittelee kaikki mitatut tiedot multimediaohjelman ohjeiden mukaisesti.



Peruskurssien aiheet (esim. sarja- ja rinnankytkentä, Ohmin laki, diodit, kondensaattorit jne.) sopivat erinomaisesti fysiikan opetukseen. Perustietoja voidaan syventää jatkokurssien avulla sähkötekniikan erityisaiheisiin saakka.

Tekstin, kuvien ja todellisten, ei-simuloitujen kokeiden kautta oppilas saavuttaa erinomaisen oppimistehokkuuden. Oppimistavoite saavutetaan entistä nopeammin ja tehokkaammin.

Opettaja voi käyttää COM3LAB-järjestelmää havaintoesityksiin, tai oppilas voi käyttää järjestelmää itsenäiseen oppimiseen. Näin opettaja voi tukea samassa ajassa useampaa oppilasta.

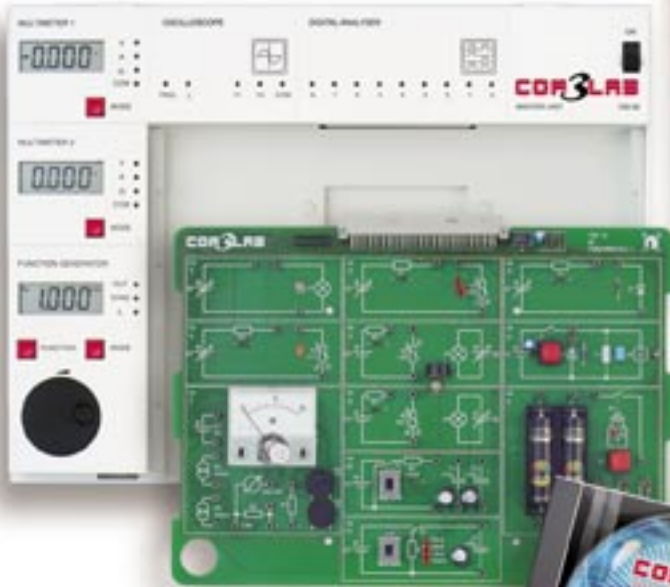
COM3LAB hyödyntää nykyaikaista tekniikkaa huomisen asiantuntijoiden opetuksessa.



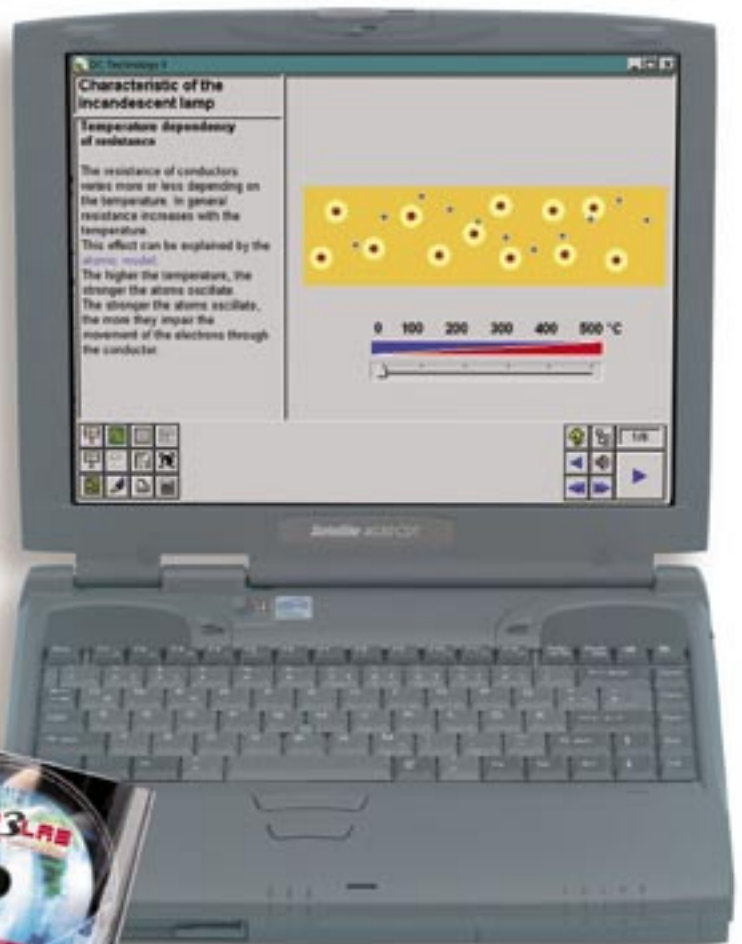


## COM3LAB yksinkertainen ja helppokäyttöinen

Perusyksikkö



Koelevy



CD-ROM

**T18500100 COM3LAB Perusyksikkö**  
Perusyksikkö on COM3LAB-järjestelmän keskus. Pienen kokonsa ansiosta perusyksikköä on helppo siirtää ja sen saa nopeasti käyttökuntoon. Perusyksiköstä on kaksisuuntainen sarjaliitäntä tietokoneeseen. Näin laitteella voidaan mitata todellisia arvoja.

### Perusyksikköön kuuluu:

- 2 digitaalista yleismittaria
- 1 funktiogeneraattori
- 1 oskilloskooppi
- 1 digitaalinen logiikka-analysaattori
- 1 taajuusmuunnin

### Kursseja varten tarvitaan koelevy ja CD-ROM

Kukin kurssi koostuu koelevystä ja CD-ROMista. CD-ROMilla on aiheen teoriatausta sekä kunkin kurssin koeohjeet. Teoria esitetään elävästi mm. monien animaatioiden, kuvien ja sovellusten avulla. Tietokoneohjelma arvioi suoritettut kokeet. Koelevyllä olevat piirit ja yksiköt kuuluvat kurssikohtaisiin kokeisiin. Kursseja on seuraavista aiheista:

- T12010101 DC teknologia I
- T12010102 DC teknologia II
- T12010103 AC teknologia I
- T12010104 AC teknologia II
- T12010105 Elektroniikan komponentit I
- T12010106 Elektroniikan komponentit II
- T12150100 Digitaalitekniikka I
- T12150101 Digitaalitekniikka II
- T12150102 Mikrotietokonetekniikka I
- T12150103 Mikrotietokonetekniikka II
- T13100100 Tehoelektroniikka I
- T13100101 Tehoelektroniikka II
- T12200100 Tiedonsiirtotekniikka, lähetys TX433
- T12200101 Tiedonsiirtotekniikka, vastaanotto RX433
- T16100100 Operaatiovahvistin I
- T16100102 Säätötekniikka I
- T16100103 Säätötekniikka II
- T16100104 Automaatio- ja väylätekniikka
- T12100100 Harjoituslevy I
- T12100101 Harjoituslevy II

### COM3LABin järjestelmävaatimukset:

PC-tietokone, jossa 486 DX-prosessori tai uudempi, Windows 95 tai uudempi, CD-ROM-asema, 16-bittinen äänikortti, 256-värinen grafiikkakortti.

### COM3LAB yksinkertainen ja helppokäyttöinen

COM3LAB-järjestelmä motivoi oppilasta siirtämään teorian suoraan käytäntöön itse tehtävien kokeiden kautta. Järjestelmä rohkaisee oppilasta itsenäiseen työhön ja mahdollistaa nopean oppimisen oman kokemuksen kautta. COM3LABin pienen koon ja integroidun rakenteen (oskilloskooppi, yleismittari) ansiosta järjestelmä voidaan ottaa nopeasti käyttöön, ja aihetta on helppo vaihtaa tunnista toiseen. Perusyksiköstä on sarjaliitäntä tietokoneeseen. Kokeiden tekeminen aloitetaan käynnistämällä perusyksikkö, laittamalla perusyksikköön haluttu koelevy sekä käynnistämällä tietokone ja siinä oleva ohjelma; nyt COM3LAB ja sen halutut kokeet ovat käyttövalmiita. COM3LABin helppokäyttöisyys saa mukaan nekin oppilaat, jotka eivät ole ennen työskennelleet tietokoneella, joten oppimiskynnyskin madaltuu.

## Tasasähkö ja 1-vaiheinen vaihtosähkö

Kurssissa käsitellään sähköopin perusteet sekä tavallisesti esiintyvät komponentit sähkö- ja sähkötekniikan laitteissa. Sähköiset kytkennät aiheuttavat usein oppilaille ongelmia ja niiden helpottamiseksi on otettu käyttöön uusi erä harjoituslevyjä. Levyt on suunniteltu siten että ne vastaavat oppikirjassa ja mittausharjoituskirjassa olevia sähkökaavioita. Tämä koskee sekä väriä että kokoa: punainen plusjohto kytketään punaiseen napaan jne. Harjoituslevyt 1-11 ovat CE-hyväksytyjä.

### Oppimateriaali

- T11900001** • Oppikirja  
**T11900002** • Työkirja  
**T11900003** • Mittausharjoituskirja  
 • Tarkistustehäväpaketti, 8-pakkaus  
 • Menetelmäopas  
 • Piirtoheitinkalvot  
**T11900050** • Menetelmäopas  
**T11900051** • Piirtoheitinkalvot



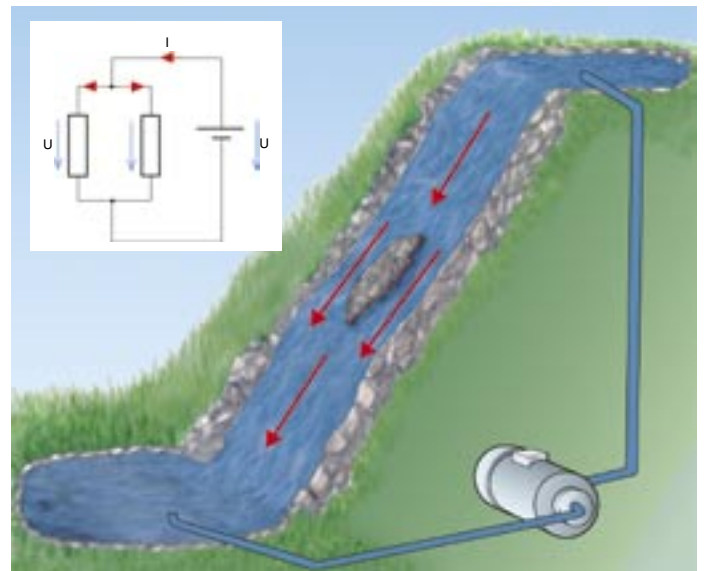
Kurssisisältöä havainnollistetaan kirjassa lukuisilla selkeillä kaaviokuvilla.

### Laitteet

- T18500001** Perusyksikkö  
**T11010001** Harjoituslevy MP1 - Tehomittaus  
**T11010002** Harjoituslevy MP2 - Ohmin laki  
**T11010003** Harjoituslevy MP3 - Sarjaankytketyt vastukset  
**T11010004** Harjoituslevy MP4 - Rinnankytketyt vastukset  
**T11010005** Harjoituslevy MP5 - Kondensaattorit  
**T11010006** Harjoituslevy MP6 - Magnetismi/induktio  
**T11010007** Harjoituslevy MP7 - R, L ja C kuormina  
**T11010008** Harjoituslevy MP8 - Vaihekompensointi  
**T11010009** Harjoituslevy MP9 - Muuntaja  
**T11010010** Harjoituslevy MP10 - Mittaustekniikka  
**T11010011** Aputoimintolevy HK1

### Oppikirjan sisältö:

- |   |  |
|---|--|
| 1 SÄHKÖ<br>Jo muinaiset kreikkalaiset...<br>Bohrin atomimalli<br>Näin saadaan aikaan jännite<br>Sähködynamiikka – varaukset liikkeessä<br>Sähköturvallisuus | 11 KONDENSAATTORI<br>Kondensaattorin rakenne<br>Kondensaattorin toiminta<br>Kondensaattorin varautuminen<br>Kondensaattorin purkautuminen<br>Polaroimaton ja polaarinen kondensaattori |
| 2 TASASÄHKÖ<br>Plussasta miinukseen<br>Ohmin laki<br>Suureet ja yksiköt<br>Suureiden mittaaminen  | 12 MAGNETISMI<br>Magnetismi – elektronit liikkeessä<br>Virrallinen johdin<br>Magneetin malli<br>Hystereesi   |
| 3 TEHO<br>Sähkövirta ja vesivirta<br>Lineaariset vastukset  | 13 INDUKTIO<br>Lähdejännite – smv<br>Induktanssi   |
| 5 SARJAKYTKENTÄ<br>Vastusten sarjakytkentä  | 14 VAIHTOSÄHKÖ<br>Sinimuotoinen vaihtojännite  |
| 6 POTENTIAALI<br>Potentiaali ja potentiaaliero  | 15 OSKILLOSKOOPPI<br>Rakenne   |
| 7 RINNANKYTKENTÄ<br>Rinnankytkennän virrat<br>Korvaava vastus<br>Yhdistetyt piirit  | 16 KUORMITUKSET<br>Vastus – resistiivinen kuorma<br>Kondensaattori – kapasitiivinen kuorma<br>Kela – induktiivinen kuorma<br>Vaihekompensointi   |
| 8 JOHTEET JA ERISTEET<br>Johteet<br>Puolijohteet<br>Eristeet  | 17 SÄHKÖKONEET<br>Moottorin periaate<br>Generaattori<br>Muuntaja   |
| 9 PARISTO<br>Akku<br>Napajännite<br>Energia – työ   | 18 MITTAUSTEKNIikka<br>Analoginen yleismittari<br>Virhelähteet<br>Elektroniset yleismittarit<br>Liitteet<br>Aiheluettelo   |
| 10 STAATTINEN SÄHKÖ<br>Hankaussähkö<br>Influenssi   |  |



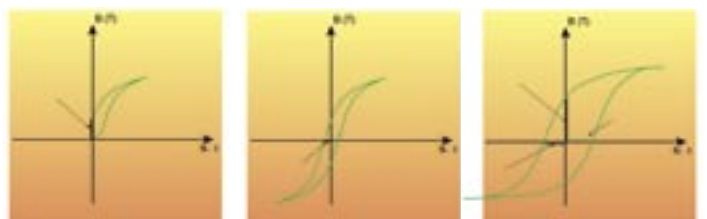
Osavirtaamien summa on yhtä suuri kuin päävirtaama.



Kela ilman rautasydäntä. Vuontiheys  $B$  muuttuu vain vähän ampeerikierrosmäärän muuttuessa.

Kela, jossa on rautasydän. Vuontiheys  $B$  vahvistuu usein monituhattaiseksi.

Kela, jossa on rautasydän. Vuontiheys saavuttaa kyllästysarvon.



Tietty magneettisuus jää jäljelle, kun virta pienennetään nollassi. Tätä jäännösmagneettisuutta sanotaan remanenssiksi.

Vuon suunta muuttuu vaihdettaessa virran suunta. Koersitiivoima kuvaa, kuinka suuri ampeerikierrosmäärä tarvitaan remanenssin kumoamiseksi.

Hystereesikuvaaja tapauksessa, jolloin sähkömagneetin sydämen magneettiset hiukkaset ovat lujasti kiinni.

## Työkirja



- Sisältö kuten oppikirjassa

12
Magnetismi


**12.1** Mikä on magneettivon yksikkö?

---

**12.2** Piirrä voon suunta seuraavien kuvien.

**12.3** Mistä on seuraavan kelan pohjoisnapa?



**12.4** Mitä voidaan tehdä kelan magneettikentän voimistamiseksi?

---

**12.5** Mitkä alkaineet voivat lisätä magneettikentän voimakkuutta?

---

**12.6** Mikä on remanenssi?

---


Työkirja sisältää 163 tehtävää malliratkaisuineen.

### Mittausharjoituskirjan sisältö:

Työ	
1	Tasajännite ja tasavirta Tasajännitteen mittaaminen Tasavirran mittaaminen Resistanssin mittaaminen
2	Tehon mittaaminen
3	Ohmin laki
4	Sarjakytkentä Kirchhoffin laki
5	Potentiaali ja potentiaaliero
6	Rinnankytkentä
7	Lämpötilariippuvuus
8	Kondensaattori Varaus- ja purkausjännite Varaus- ja purkausvirta
9	Magnetismi
10	Induktio
11	Oskilloskooppi Oskilloskooppi Amplitudin mittaaminen Ajan ja taajuuden mittaaminen
12	Resistiivinen kuorma
13	Kela ja vastus
14	Kondensaattori ja vastus Rinnakkaispiirin virrat Vaihekompensointi
15	Sähkökoneet Muuntaja Sähkömoottori Generaattori
16	Suuriresistanssiset piirit

**Suoritus**  
Harjoituslevy muodostaa kelan ja pyörittäviä kestomagneetteja.

- Tee kytkentä kuvan 9:1 mukaan ja määritä kelan kideen säätöön perusteella, onko kelan kestomagneetin puolinen pää pohjois- vai etelänapa.



**Tulos:**

---



---



---



---

- Todenna määrittelysi kytkemällä kelan 5,0 V jännite. Huomaa, että punainen väri osoittaa kestomagneetin pohjoisnavan.
- Muuta jännitettä 0 ja 10 voltin välillä ja kiertä magneettia niin, että voit todeta sähkömagneettin magneettikentän voimistamisen jännitteen (virran) kasvaessa.
- Käitellä tasavirtajohdon napaisuus eli vaihda keskenään plus- ja miinusjohdon liitäntäpisteet ja tee koe uudelleen.

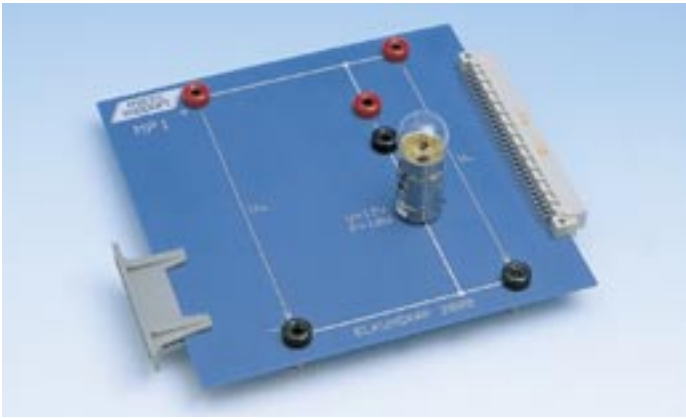
Harjoituksessa tutkitaan magneettikentän muodostumista antamalla virran kulkea kelan läpi.

### Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

Laite	Työ
Tehomittaus	2, 3
Ohmin laki	3
Sarjankytketyt vastukset	4, 5
Rinnankytketyt vastukset	6
Kondensaattorit	8
Magnetismi/induktio	9, 10, 15
R, L ja C kuormina	12, 13, 14
Vaihekompensointi	14
Muuntaja	15
Mittaustekniikka	16

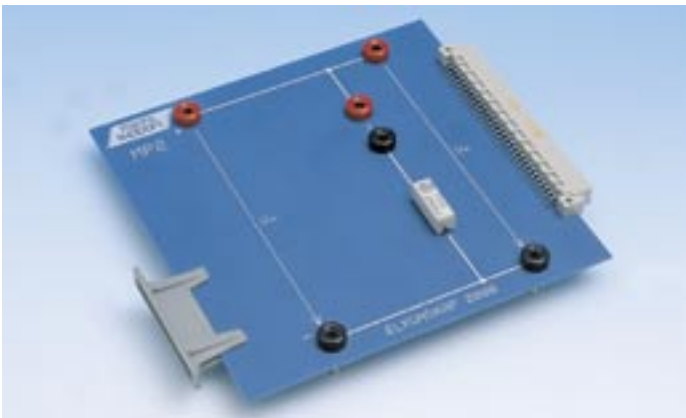


Harjoituslevy 7 R, L ja C kuormina



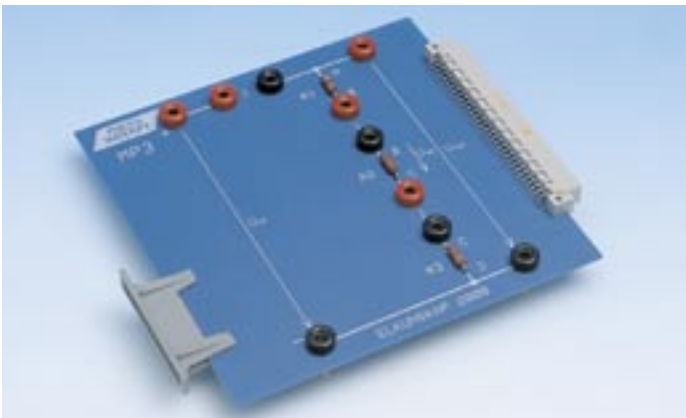
## T11010001 Harjoituslevy MP1 – Tehomittaus

Tasasähkön, resistanssin, tehon ja lämpötilariippuvuuden mittaaminen.  
Mitat: 160x140 mm



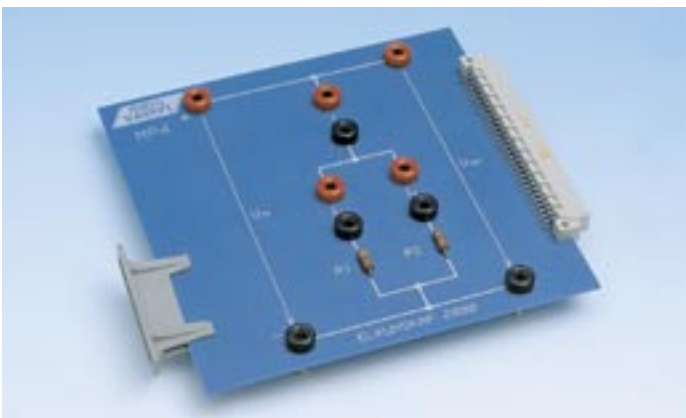
## T11010002 Harjoituslevy MP2 – Ohmin laki

Levyn avulla harjoitellaan mittarien lukemista ja vastusten mittaamista sekä Ohmin lain soveltamista käytäntöön.  
Mitat: 160x140 mm



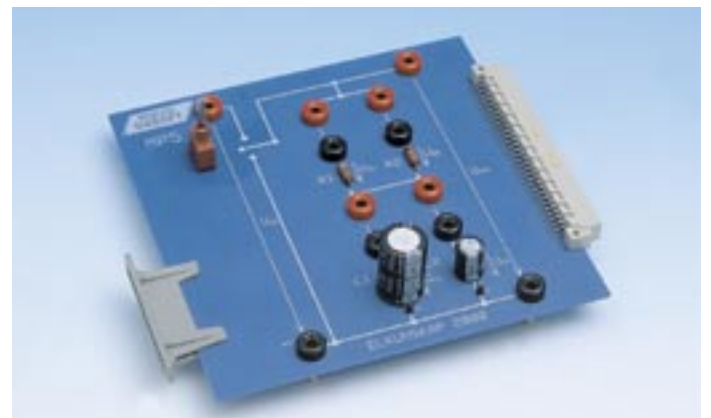
## T11010003 Harjoituslevy MP3 – Sarjaankytketyt vastukset

Mitataan sarjapiirin jännitehäviöitä, virtoja ja todennetaan Kirchhoffin laki sekä potentiaali ja potentiaaliero.  
Mitat: 160x140 mm



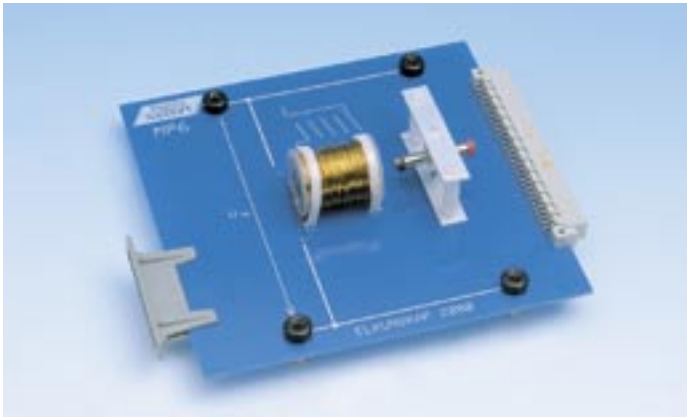
## T11010004 Harjoituslevy MP4 – Rinnankytketyt vastukset

Harjoituslevyllä tutkitaan rinnankytkettyjen komponenttien jännitehäviöitä ja niiden virtoja.  
Mitat: 160x140 mm



## T11010005 Harjoituslevy MP5 – Kondensaattorit

Varaus- ja purkausjännitteen sekä varaus- ja purkausvirran tutkiminen.  
Mitat: 160x140 mm



## T11010006 Harjoituslevy MP6 – Magnetismi

Magnetismin, induktion, muuntajan, sähkömoottorin ja generaattorin periaatteiden selvittäminen.  
Mitat: 160x140 mm



## T11010007 Harjoituslevy MP7 – R, L ja C kuormina

Resistiivinen kuorma

- tasa- ja vaihtojännite
- vaihesiirto

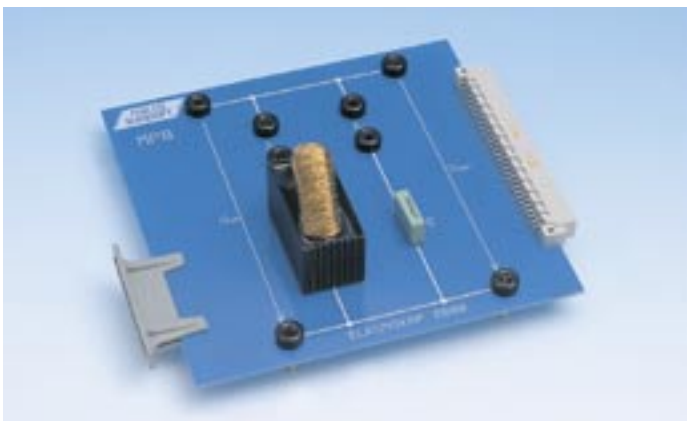
Kela ja vastus

- tasa- ja vaihtojännite
- vaihesiirto

Resistiivinen ja kapasitiivinen kuorma

- tasa- ja vaihtojännite
- vaihesiirto

Mitat: 160x140 mm

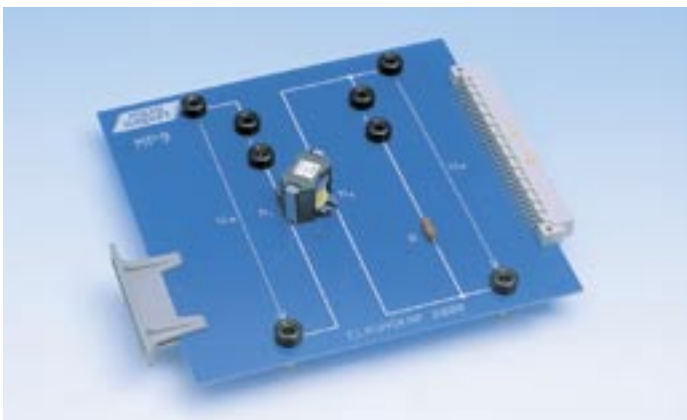


## T11010008 Harjoituslevy MP8 – Vaihekompensointi

Vaihekompensointi

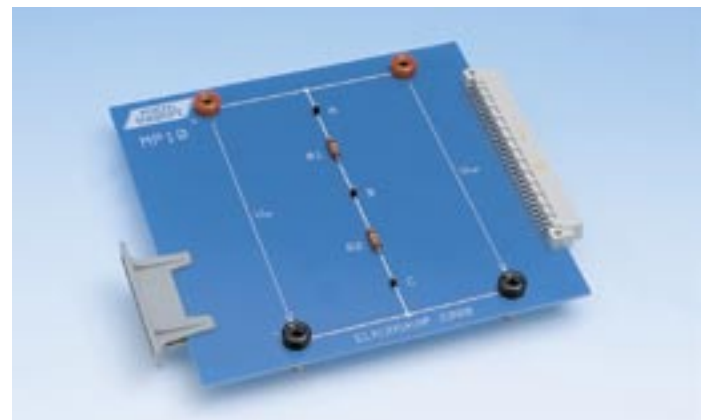
- kapasitiivinen kuorma
- resistiivinen, induktiivinen ja kapasitiivinen kuorma
- induktiivinen ja kapasitiivinen kuorma
- resistiivinen ja kapasitiivinen kuorma

Mitat: 160x140 mm



## T11010009 Harjoituslevy MP9 – Muuntaja

Jännitteen muuntaminen matalasta korkeaksi.  
Mitat: 160x140 mm



## T11010010 Harjoituslevy MP10 – Mittaustekniikka

Levyn avulla tutkitaan mitä käytännössä vaikuttaa mittaustulokseen se, että mittalaite kuormittaa mittauskohdetta.  
Mitat: 160x140 mm

## Sähköoppi A

Sähköoppi A käsittelee vain resistiivisiä komponentteja. Kursimateriaalin tarkoitus on helpolla tavalla opettaa resistiivisten komponenttien ominaisuuksia. Sähköoppi B:ssä käydään läpi reaktiiviset komponentit. Sähköoppi A kurssin mittausharjoituksissa tarvitaan myös harjoituslevyt MP1-6 ja 9, joita käytetään Tasasähkö ja 1-vaiheinen vaihtosähkö mittausharjoituksissa.

### Oppimateriaali

- Oppikirja
  - Työkirja
  - Mittausharjoitukset
- Materiaali ruotsinkielistä

### Laitteet

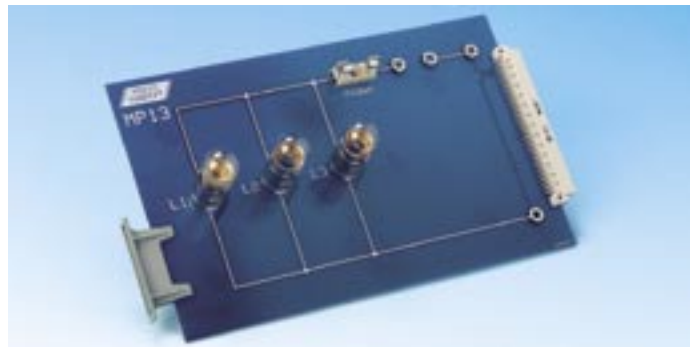
T18500001	Perusyksikkö 2000
T11010012	Harjoituslevy MP11- Napajännite
T11010013	Harjoituslevy MP12 - Johtimen resistanssi
T11010014	Harjoituslevy MP13 - Ylikuormitus
T11010015	Harjoituslevy MP14 - Sähköturvallisuus
T11010016	Aputoimintolevy HK2 (1,2 – 30 VDC)

### Mittausharjoituskirja A sisältö:

- 1 Tasajännite ja tasavirta
- 2 Ohmin laki
- 3 Sarjakytkentä
- 4 Potentiaali ja potentiaaliero
- 5 Rinnankytkentä
- 6 Napajännite
- 7 Tehonmittaaminen
- 8 Jodinresistanssi
- 9 Lämpötilariippuvuus
- 10 Ylikuormitus
- 11 Kondensaattori
- 12 Magnetismi
- 13 Induktio
- 14 Sähkökoneet
- 15 Sähköturvallisuus



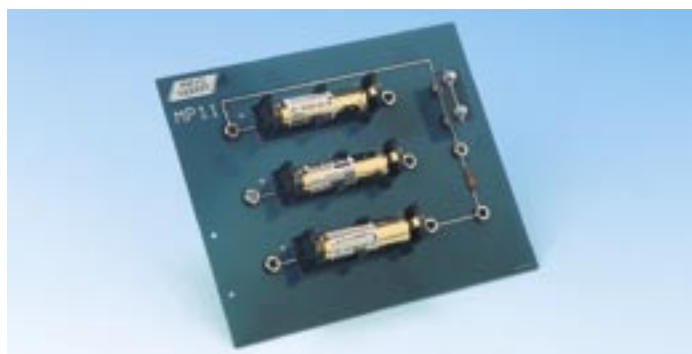
**T11010013 Harjoituslevy MP12 - Johtimen resistanssi**  
Rullalla olevan langan resistanssin määrittäminen.



**T11010014 Harjoituslevy MP13 - Ylikuormitus**  
Levyllä tutkitaan ylikuormitustilanteita ja niitä vastaan suojaamista.



**T11010015 Harjoituslevy MP14 - Sähköturvallisuus**  
Levyllä tehdään sähköturvallisuuteen liittyviä harjoitteita mm. suojaamaadoitus.



**T11010012 Harjoituslevy MP11- Napajännite**  
Erialaisten patterien napajännitteiden sekä sähkömotoristen voimien mittaamiseen sekä rinnan- että sarjankytkennästä tarkoitettu levy.



**T11010016 Aputoimintolevy HK2**  
1,2 – 30 V DC

## Sähköoppi B

Sähköoppi B:ssä tutustutaan mm. miten erilaiset kuormat vaikuttavat sähköverkkoon. Apuna hahmottamisessa käytetään trigonometriaa. Tärkeä osa kurssia on oppia käyttämään erilaisia mittalaitteita. Hallita niiden käyttäminen, mutta ennen kaikkea osata tulkita mittaustuloksia.

### Oppimateriaali

- Oppikirja
- Työkirja
- Mittausharjoitukset

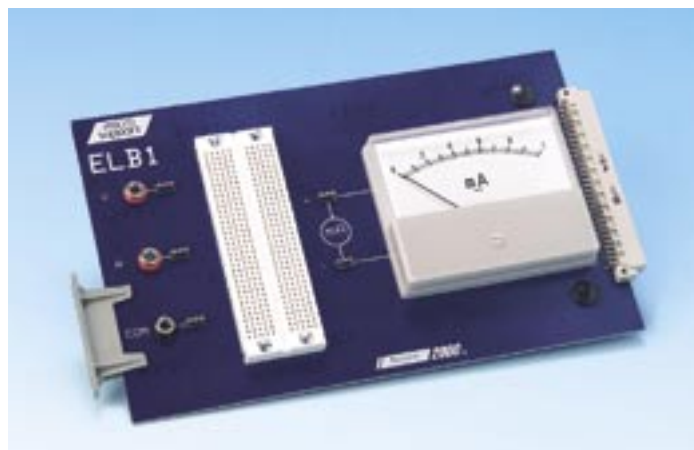
Oppimateriaali ruotsinkielistä

### Laitteet

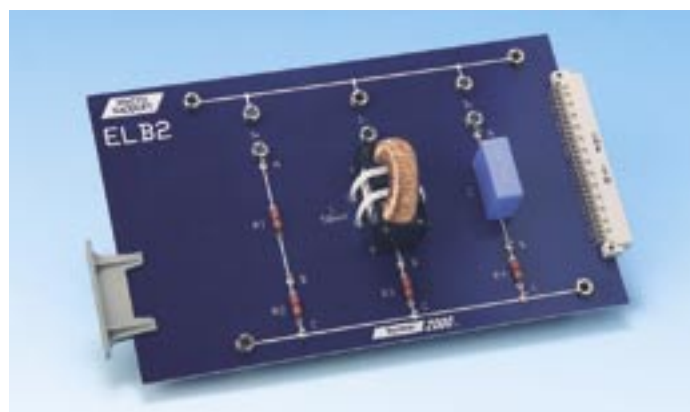
T18500001	Perusyksikkö 2000
T11010031	ELB1
T11010032	ELB2
T11010033	ELB3
T11010034	ELB4
T11010035	ELB5
19031	Digitaalinen yleismittari
T18100011	Pihtivirtamittari
T18150001	Funktiogeneraattori 3 MHz
T18250001	Oskilloskooppi, 35 MHz

### Mittausharjoituskirja B sisältö:

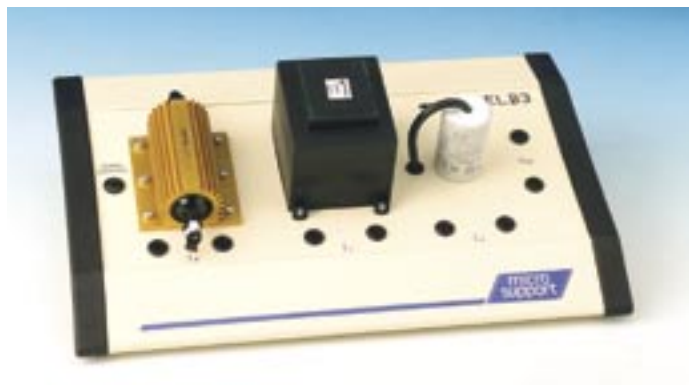
- Mittausharjoitus 1**  
Yleis-, jännite- ja virtamittarin rakenne
- Mittausharjoitus 2**  
Tasa- ja vaihtojännitteen mittaus  
Funktiogeneraattori
- Mittausharjoitus 3**  
Oskilloskoopin toiminta ja sillä mittaaminen
- Mittausharjoitus 4**  
Vaihesiirto
- Mittausharjoitus 5**  
Tehon mittaus
- Mittausharjoitus 6**  
Kelan ja vastuksen sarjankytkentä
- Mittausharjoitus 7**  
Kondensaattori ja vastus
- Mittausharjoitus 8**  
R, L ja C sarjassa
- Mittausharjoitus 9**  
Rinnankytkennät
- Mittausharjoitus 10**  
Vaiheenkompensointi  
Sähkömoottori  
Loisteputki



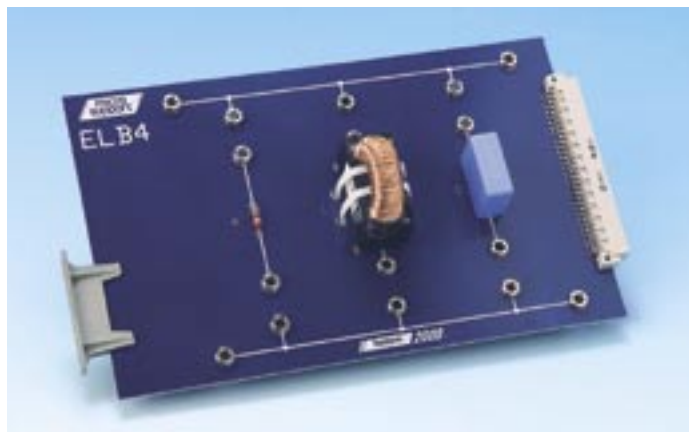
T11010031 ELB1  
Levyllä tutustutaan mm. yleismittarin rakenteeseen.



T11010032 ELB2  
Mittausharjoituksissa käydään läpi mm. virran ja jännitteen vaihe-eroa vastuksessa, kondensaattorissa ja kelassa.



T11010033 ELB3  
Levyllä tutkitaan erilaisia vastuksia ja tehoja.



T11010034 ELB4  
Vastus, kela ja kondensaattori.



T11010035 ELB5  
Loisteputkiyksikkö

## Sähkömekaniikka

Päivittäin törmäämme laitteisiin, joissa käytetään hyväksi sähkömekaniikkaa esim. soittokeho ja CD-soitin. Yleensä sovelluksissa, joissa halutaan saada aikaiseksi liike sähköenergialla hyödynnetään sähkömekaniikkaa. Sähkömekaniikan merkitys on kasvanut voimakkaasti ja täten on tärkeää hallita käytettävän tekniikan perusteet.

Oppimateriaali käsittelee piirustusten lukemista, juottamista, liitosten tekemistä ja komponenttien tunnistamista. Sähkömekaniikan kurssi on siksi nähtävä ensimmäiseksi kurssiksi sähkötekniikan koulutuksessa.

### Oppimateriaali

- T11900011 • Oppikirja  
T11900012 • Mittausharjoitukset

### Laitteet

- T12010006 Rakennussarja BL2000  
T12010007 EM1 Harjoitussarja  
T12010008 Komponenttisarja  
T12010009 Mekaniikkasarja  
T12800005 CD-ROM ”Pehmytjuotos 2000”, ruotsinkielinen

### Oppikirjan sisältö:

#### Moderni teknologia

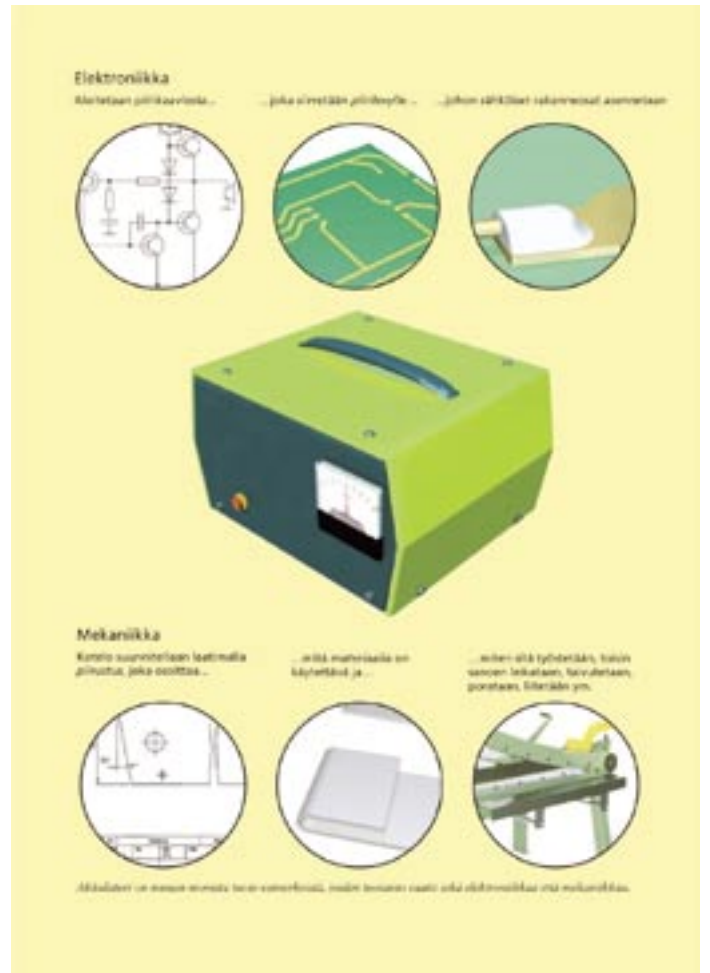
- 1 **Sähköiset mittaukset ja komponentit**  
Sähkötuntausmekaniikka  
Sähkömekaaniset komponentit  
ESD
- 2 **Pehmytjuottaminen ja puristeliitokset**  
Pehmytjuotos  
Korttipohja  
Asennus  
Aaltojuotos  
Korjaukset  
Pintaliitos  
Puristeliitos
- 3 **Nykyaikainen työpaikka**  
Piirtäminen – kuvaus  
Mittaus  
Koneet ja käsityökalut  
Liitos
- 4 **Muokattavat materiaalit**  
Perusteet
- 5 **Työympäristö**

#### Käsityökalut

#### Aiheluettelo



Oppimateriaalin teossa on graafiseen ulkoasuun kiinnitetty erityistä huomiota.



Akkulaturi on esimerkki tuotteesta, jonka valmistamisessa tarvitaan sekä elektroniikan että mekaniikan tietämystä.



**Mittausharjoituskirjan sisältö:**

- 1 Juotosharjoitus – piirikortti
- 2 Piirikortin korjaaminen
- 3 Juotosharjoitus – piirikortti 2
- 4 IDC -liitos
- 5 DSUB -liitos
- 6 Toiminnan testaus
- 7 Akkulaturi
- 8 Akkulaturin kotelo
- 9 Työskentely käsityökaluilla
- 10 Ääniohjattu kytkin

**Komponenttiluettelo  
Piirustukset**

**Koestus**

- Laita laajakaistaportin osat osittain yhdistä akun napoille lausan 7.01 mukaisesti.
  - Kytke verkkokäyttöön painonauha, johon liittyy mikroprosessoriyksikkö.
  - Päästä virtakytkin valmiin ja tarkista akun lataustilan osoittimen.
- Miksi virta ei alku lausua?
- Esimerkki on \_\_\_\_\_ A  
 Kun painat lausan virtakytkintä pois, mitä se vapauttaa ohjauksesta, mitä virta on lausua. Tapauskohta on?
- Mittausalla transistorin Q<sub>1</sub> kollektorin ja emitterin välisen jännitteen suhteesta nähdään, onko transistori osittain sulautunut ja virta on jätetty. Suorittamalla mittauksessa valmistajien ohjeita pitää olla silmälläpitäen.
- Mitta jännite kollektorin (Q<sub>1</sub>) ja emitterin välillä (kollektorin ja emitterin välillä) (-12 V rajoittamaton). Katso lausan 7.01.
- Lukema on \_\_\_\_\_ volttia.



7.01 Jännite virta akun transistorin Q<sub>1</sub> kollektorin ja emitterin välillä.

**Auton akkulaturin toiminnan testaus.**



**T12010007 EM1 Harjoitussarja**

Sarjan avulla harjoitellaan komponenttien juottamista ja johdinten tekoa. Kortin lopputestaus tehdän internetistä saatavalla ohjelmalla.



**T12010008 Komponenttisarja**



**T12010009 Mekaniikkasarja**



**T12800005 CD-ROM "Pehmytjuotos 2000", ruotsinkielinen**

## 3- vaiheinen vaihtosähkö

Usein opiskelijat kokevat sähkötekniikan perusteet vaikeiksi ja käsitteellisiksi. Siksi on tärkeää havainnollistaa ilmiötä mahdollisimman paljon todenmukaisin mallein ja käytännön olosuhteista peräisin olevin esimerkein.

Kurssiin on liitetty lyhyt pyörievien koneiden esittely, jotta opiskelijat saisivat katsauksen kolmivaihetekniikan käyttöön yhteiskunnassa.

### Oppimateriaali

- T11900004 • Oppikirja
- T11900005 • Työkirja
- T11900006 • Mittausharjoituskirja
- Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus
- Menetelmäopas
- Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T11010021 Kolmivaihesimulaattori
- T11010022 Kolmivaihekuorma
- T11010023 Kolmivaihepääte
- T11010024 Kolmivaiheinen tehokuorma
- T11010025 Kolmivaihemuuntaja
- T11010026 Kolmivaiheinen epätahtimoottori
- T11010027 Kytkentäpalat

Kurssissa käsitellään kolmivaihejärjestelmän perusteet. Edellytyksenä niiden omaksumiselle on tasasähkö- ja yksivaihetekniikan kurssin sisältöjen hallinta, vaikka joitakin perusteita kerrataankin tämän kurssin yhteydessä.



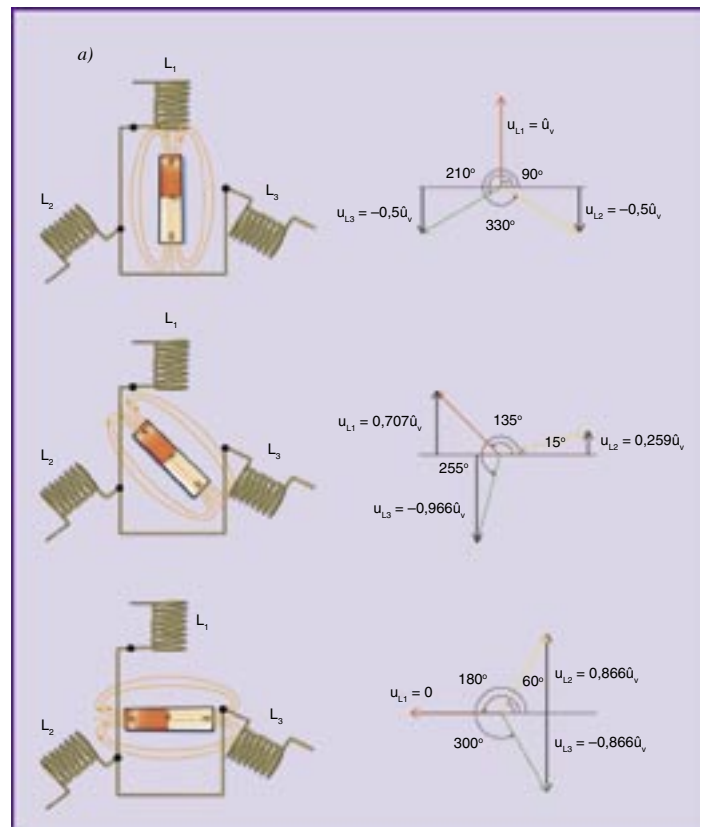
Kurssisisältöä havainnollistetaan selkeillä kaaviokuvilla.

### Oppikirjan sisältö:

Lukijalle

- 1 YKSI- JA KOLMIVAIHEJÄRJESTELMÄT  
Yksivaiheisuus  
Kolmivaiheisuus  
Tehollisarvo  
Symmetrinen kuorma  
Epäsymmetrinen kuorma
- 2 VAIHESIIRTO  
Sarjakytkentä  
Rinnankytkentä  
Kolmivaiheisen kuorman osoitinpiirros  
Kolmivaiheisen kuorman teho  
Vaiheenkompensointi
- 3 SÄHKÖKONEET  
Muuntaja  
Kolmivaihemuuntaja  
Kolmivaihejärjestelmän teho  
Pyörivät koneet
- 4 SÄHKÖN JAKELU  
Kiinteistöt

Aiheluettelo

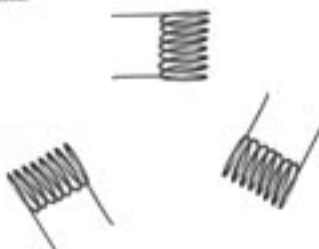


Kolmivaihejärjestelmän vaihejännitteet.

## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa.

**1.8** Kytke karvan käämit niin, että saat aikaan yhteisen nolopisteen.



**1.9** Mitä vaaditaan, jotta kuormat voidaan sataa symmetrisiksi?

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

**1.10** Kuinka suuri on kolmivaihejärjestelmän virtojen välinen vaiheero, jos jokaisen vaiheen kuormat ovat täsmällisen samantyyppiset?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**1.11** Piirrä kuvaan volttilähtien kytkennät, kun sinun on mitattava vaihejännite ja pääjännite.



Työkirja sisältää 53 tehtävää malliratkaisuineen.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

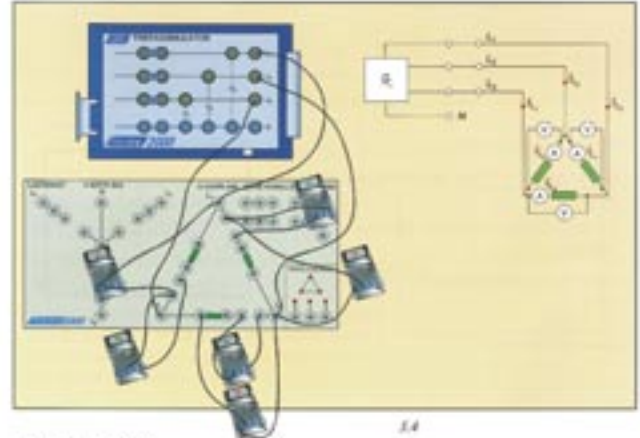
1	MITTALAITTEET
	Yleismittari
	Oskilloskooppi
	Perusyksikkö
	Kolmivaihesimulaattori
	Kuormayksikkö
	Kolmivaihepääte
	Tehokuorma
2	PÄÄJÄNNITE JA VAIHEJÄNNITE
3	SYMMETRISET KUORMAT
	Tähtikytkentä
	Kolmiokytkentä
4	EPÄSYMMETRISET KUORMAT
	Epäsymmetrinen tähtikytkentä
	Sekakuormat
5	VAIHESIIRTO
	Induktanssi ja resistanssi sarjassa
	Resistanssi ja induktanssi rinnan
	Normaalkuorma
6	TEHON MITTAUKSET
	Symmetrisen kuorman tehon mittaaminen
	Kolmiokytkennän tehon mittaaminen
	Epäsymmetrisen kuorman tehon mittaaminen
7	VAIHEEN KOMPENSOINTI
8	MUUNTAJA
9	MOOTTORIT
	Vaihejärjestyksen osoitin
10	VIANETSINTÄ
	Vianetsintäpöytäkirja

### Kolmiokytkentä

- Varmista, että perusyksikön verkkojännite on kahtaista.
- Kytke mittarit ja kolme vastusta (33 Ω) kolmiokytkentään kuvan 3.4 mukaisesti.
- Käynnistä perusyksikkö.
- Merkitse mittaustaloksesi taulukkoon 3.3.
- Laske jokaisen vastuksen teho ja kirjoita tulokset taulukkoon.

Taulukko 3.3

	$I(A)$	$U(V)$	$P(W)$
$L_1$			
$L_2$			
$L_3$			



Laske kokonaisteho:

\_\_\_\_\_

Kuvaile tähti- ja kolmiokytkennän tehonkulutuksen keskinäinen suhde, kun kuorma on sama:

\_\_\_\_\_

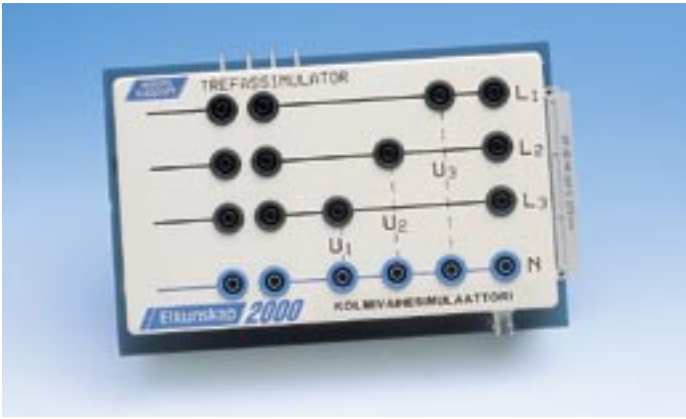
Harjoituksessa tutkitaan kolmiokytkentää kun kuorma on symmetrinen.

### Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

Laite	Työ
Perusyksikkö	1, 2, 3, 4, 5, 8, 10
Kolmivaihesimulaattori	1, 2, 3, 4, 5, 8, 10
Kolmivaihekuorma	1, 3, 4, 5, 8
Kolmivaihepääte	1, 6, 7, 9
Kolmivaiheinen tehokuorma	1, 6, 7
Kolmivaihemuuntaja	8
Kolmivaiheinen epätahtimoottori	9



Kolmivaihepääte



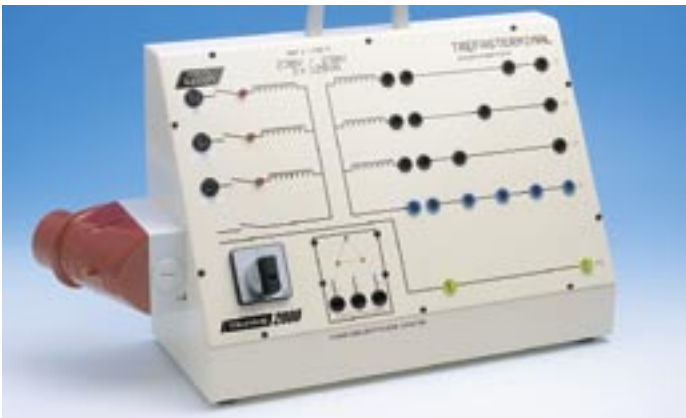
### T11010021 Kolmivaihesimulaattori

Suurin osa mittausjärjestyksistä tehdään käyttäen kolmivaihesimulaattoria. Esimerkiksi symmetrinen ja epäsymmetrinen kuorma, vaihesiirto. Kolmivaihesimulaattori kiinnitetään perusyksikkö 2000:een. Kolmivaihesimulaattori tuottaa sinimuotoisen kolmivaihejännitteen, jonka pääjännite on 14 V ja taajuus 300 Hz.



### T11010022 Kolmivaihekuorma

Kuormayksiköllä muodostetaan tähti-, kolmio-, sarja- tai rinnankytkentäisten kuormien rakenneosat. Kuormayksikköä käytetään yhdessä kolmivaihesimulaattorin kanssa. Yksikössä on vaihejärjestyksen osoitin alle 50 V jännitteille.



### T11010023 Kolmivaihepääte

Kolmivaihepäätetä käytetään niissä mittausjärjestyksissä, joissa tarvitaan verkkojännitettä. Kolmivaihepäätteessä on CEE17 mukainen 5-napainen 16 A pistokeliitäntä, sekä lisäksi sulakkeet, verkkokytkin, erotusmuuntaja ja kosketussuojaiset 4 mm hylsiliittimet. Kolmivaihepääte on varustettu verkkojännitteen vaihejärjestyksen osoittimella.



### T11010024 Kolmivaiheinen tehokuorma

Yksikkö sisältää 230/400 V verkkojännitteellä tarkoitettuja kuormituskomponenttejä, vastukset, kondensaattorit ja kelat. Liittäminen tapahtuu kosketussuojaisiin hylsilysojakkimissa.



### T11010025 Kolmivaihemuuntaja

Kolmivaihemuuntajan käämit voidaan kytkeä tähteen tai kolmioon eri yhdistelminä. Yksikköä käytetään yhdessä kolmivaihesimulaattorin kanssa.



#### T11010026 Kolmivaiheinen epätahtimoottori

Kolmivaiheinen epätahtimoottori mahdollistaa harjoitukset, joissa vaihdetaan moottorin pyörimissuuntaa. Liittäminen tapahtuu kosketussuojaisiin hylsiliittimin. Moottorin teho on 300 VA.



Vaihtoehto edelliselle:

#### T11010036 Epätahtimoottori jalustalla, 3-vaihe

Tätä moottoria voidaan käyttää myös moottoriohjauksen harjoituksissa.

Teho	0,25 kW
Jännite	230/400 V
Virta	1,55/0,9 A
Taajuus	50 Hz
Kierrosnopeus	1380 rpm



#### T11010027 KytKentäpalat

KytKentäpalat erilaisten kytKentöjen tekemiseen. Sarja sisältää 10 kpl.

## Sähkötyöt

Oppimateriaalissa kuvataan erilaisten lähiympäristössämme olevien sähköjärjestelmien toimintaa ja niiden asentamiseen kuuluvia tehtäviä, joita sähköasentaja käytännössä tekee. Esimerkkinä sähkön hyötykäytöstä käsitellään teollisuustyöpaikkaa, jossa opiskelun kohteena on kytkentöjen tekeminen pääkeskuksessa ja ryhmäkeskuksessa sekä valaistusta, lämmitystä ja moottoreita varten rakennetun sähköjärjestelmän rakenne.

Oppimateriaalin laatimisessa on ollut tavoitteena kiinnittää huomio siihen, että jokainen voi säästää energiaa. Eri luvuissa kuvataan sen vuoksi laitteita, joita käytetään energian säästämiseksi sekä annetaan vihjeitä sen säästömahdollisuuksiin valaistuksessa, moottorien käytössä sekä sähkölämmityksessä.

Oppimateriaaliin kuuluu oppikirja ja kaksi harjoituskirjaa. Harjoituskirjat sisältävät oppikirjaan liittyviä kirjallisia harjoituksia sekä käytännön asennus- ja kytkentätehtäviä, jotka tehdään harjoituslevyjä käyttäen. Oppimateriaali on tarkoitettu nuorisostaan koulutukseen ja aikuisopiskeluun.

## Oppimateriaali

- T11900010 • Oppikirja
- T11900011 • Mittausharjoitukset A
- T11900012 • Mittausharjoitukset B

## Laitteet

### Sähkötyö A

- T11010051 Jakokeskus
- T11010052 Pinta-asennusperusyksikkö
- T11010053 Uppoasennusperusyksikkö
- T11010054 Moottori hydraulijarrulla

### Sähkötyö B ed. lisäksi

- T11010023 Kolmivaihepäät
- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T16010035 Ohjausmoduuli
- T16010036 Kontaktorimoduuli
- 23020 Kytkenäjohto, 4 mm, 25 cm musta
- 23020B Kytkenäjohto, 4 mm, 25 cm puna
- 23022 Kytkenäjohto, 4 mm 1 m musta
- 19031 Digitaalinen yleismittari

Huom! Asennustarvikkeet täytyy tilata erikseen

## Oppikirjan sisältö:

- 1 - SÄHKÖALAN TYÖT
  - Ammattitaito ja pätevyysvaatimukset
  - Turvallisuus
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 2 - SÄHKÖSTÄ ON HYÖTYÄ
  - Tehtaassa
  - Valaistus – jotta näkisimme
  - Moottorit kuuluvat arkipäiväämme
  - Lämpö luo viihtyisyyttä
  - Sähkönkulutus
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 3 - SÄHKÖ TEHDASKÄYTÖSSÄ
  - Jakelujärjestelmä
  - Uudet jakokeskukset
  - Johtimien merkintä
  - Ohjauslaitteet
  - Kolmivaihejärjestelmät
  - Maadoitus
  - TN-järjestelmä
  - IT-järjestelmä
  - Varokkeet
  - Henkilöturvallisuus
  - Suojajohdin
  - Vikavirtasuojakytkin – hengenpelastaja
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 4 - SÄHKÖLAITTEISTOT
  - Laitteet
  - Valaistuksen, lämmön ja moottorin ohjaus
  - Asennustyöt
  - Materiaalit
  - Johtotyypin valinta
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 5 - SÄHKÖASENNUKSET
  - Asennuspiirustukset
  - Esimerkkiohde
  - Toimiston sähköasennukset
  - Valaistustekniikka
  - Valaistuksen suunnittelu
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 6 - MOOTTORIASENNUKSET
  - Moottorin merkinnät
  - Suojakytkin
  - Kelakytkin – vahavirtarele
  - Piirikaavio
  - Moottorin kytkennät
  - Tasasähkömoottorin rakenne
  - Vaihtosähkömoottorin rakenteet
  - Moottorit tehdaskäytössä
  - Suunnanvaihto
  - Suojastus
  - Turvallisuus
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 7 - SÄHKÖLÄMMITYS
  - Sähkölämpö
  - Suunnittelu
  - Lämmitysjärjestelmän valinta
  - Lämmönsäätö
  - Termostaattit
  - Lattialämmityksen asentaminen
  - Lämmittimien asentaminen
  - Kattolämmityksen asentaminen
  - Ikkunalämmityksen asentaminen
  - Sähkölämmityksen säästövinkejä
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä
- 8 - SÄHKÖLAITTEISTON MITTAUKSET
  - Jännitteen ja virran mittaaminen
  - Eristysmittaukset
  - Sähkömagneettinen säteily
  - Vianetsinnän menetelmät
  - Vikaesimerkkejä
  - Tiivistelmä
  - Tarkistusksymyksiä



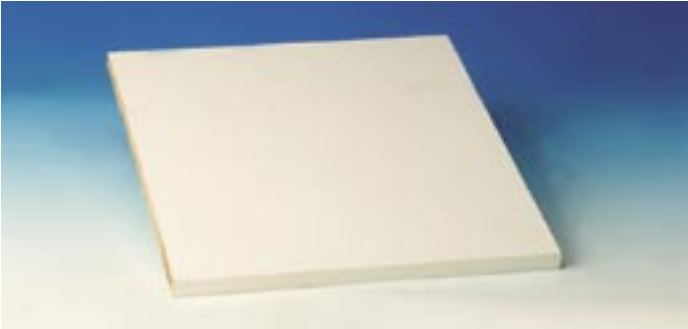
	Maassa oleva johto, maakaapeli	Kytken sähköasennustarkoituksiin varustettuna ylivirtasuojauksella, esimerkiksi automaattivarokkeella, yleismerkki.
	Varoke, yleismerkki	Kytken, jossa on sähköinen kytkentä ja katkaisu, yleismerkki.
	Jakokeskus	Yksinapainen kytkin sähköasennustarkoituksiin.
	Mittausyksikkö	Kaksinapainen kytkin sähköasennustarkoituksiin.
JAKELU	Pistorasia (verkkovirrälle), yleismerkki	Kolminapainen kytkin sähköasennustarkoituksiin.
	Monikkopistorasia (verkkovirrälle), esittää kolme liitäntää.	Yksinapainen kytkin sähköasennustarkoituksiin varustettuna vetonarulla.
	Suojamaadoitettu pistorasia (verkkovirrälle).	Moniasentoinen kytkin sähköasennustarkoituksiin, esimerkiksi kruunukytkin.
	Kolmivaiheinen, nolajohtimella varustettu, suojamaadoitettu pistokeliitäntä.	Vaihtokytkin sähköasennustarkoituksiin, esimerkiksi porraskytkin.
PISTORASIA	Yksinapaisella kytkimellä varustettu pistorasia (verkkovirrälle).	Vaihtokytkin sähköasennustarkoituksiin, suunnanvaihtotoiminto, esimerkiksi ristivaihtokytkin.
	Kytken sähköasennustarkoituksiin, yleismerkki.	Valonhimmennimellä varustettu kytkin sähköasennustarkoituksiin.
KYTKIMET	Moninapainen kytkin sähköasennustarkoituksiin, (esimerkiksi kolme kytkintointoa), yleismerkki.	Kolminapainen, sähköisellä kytkennällä ja katkaisulla varustettu kytkin.





### T11010051 Jakokeskus

Jakokeskus sisältää liittimet, pääkytkimen, automaattivarokkeet, vikavirtasuojan ja kehyksen.



### T11010052 Pinta-asennusperusyksikkö

Materiaali lastulevyä.



### T11010053 Uppoasennusperusyksikkö

Runko lastulevyä, johdot asennusten tekoon.



### T16010039 Asennuskaappi

Asennuskaappi sisältää sulakkeet, moottorisuojat, vikavirtasuojan, merkkivalon ja katkaisijan.

Lisäksi:

T11010026 Kolmivaiheinen epätahtimoottori

T11010029 Kolmivaihepääte

T18500001 Perusyksikkö 2000

T16010035 Ohjausmoduuli

T16010036 Kontaktorimoduuli



### T11010054 Moottori, hydraulijarru

Kolmivaihe-epätahtimoottori 300 VA, 230/400 V.



# Valvonta- ja turvatekniikka

Teletekniset hälytysjärjestelmät ovat kehittyneet 1900-luvulla nopeasti, nopeimmin viimeisten 20-30 vuoden aikana. Nopea kehitys ja alentuneet hinnat, ennen kaikkea elektronisten rakenneosien hinnat, ovat tehneet vartioita korvaavien automaattisten hälytysjärjestelmien asentamisen kannattavaksi.

Asennettujen hälytysjärjestelmien lisääntyessä on myös aiheuttomien hälytysten määrä kasvanut. Siksi nykyisin on olemassa ohjeita ja sääntöjä siitä, kuka saa asentaa hälytyslaitteita. Asennuksiin käytettävän materiaalin on oltava korkealaatuaista ja joissakin tapauksissa saa käyttää ainoastaan tarkoitukseen erikseen hyväksyttyä materiaalia.

Kurssi sisältää perustiedot rikosilmoitusjärjestelmistä, paloilmoinnista ja kulunvalvonnasta ja niiden rakenneosista. Lisäksi käsitellään videovalvontaa, turvalvontaa ja käytönvalvontaa. Oppimateriaaliin kuuluvat oppikirja ja harjoituskirja sekä tehtävien ratkaisut.



## Oppimateriaali

- T13900016 • Oppikirja
- T13900017 • Oppikirja/Harjoitustehtävät

## Laitteet

- T13030001 Laborointilevy A, hälytyslaitteet täydellinen
- T13030002 Laborointilevy B, hälytysl., keskusyksikkö
- T13030003 Laborointilevy C, hälytyslaitteet syventävä

## Oppikirjan sisältö:

### VIDEOVALVONTA

- Sisäinen TV-järjestelmä
- Kuvansiirtojärjestelmä

### RIKOSILMOITUS

- Valvontalajit
- Riskiluokat
- Käyttöalueet
- Suunnittelu
- Rikosilmoitusilmäisimet
- Tilanvalvontailmaisimet
- Kehänvalvonnan ilmaisimet
- Ilmaisimien virittäminen
- Rikosilmoitusten keskuslaitteisto
- Ohituslaitteet
- Hälyttimet
- Sähkönsyöttö
- Dokumentointi

### PALOILMOITUS

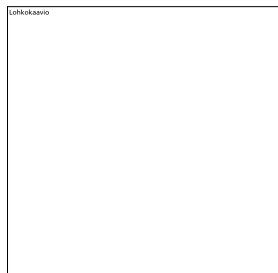
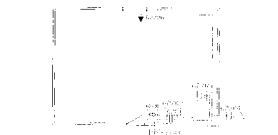
- Palon varhainen havaitseminen
- Ilmoitinkeskus
- Sähkönsyöttö
- Hälytys
- Lait, asetukset, määräykset ja ohjeet

### KULUNVALVONTA

- RYÖSTÖ- JA TURVAHÄLYTYS
- KÄYTÖNVALVONTA

Harjoituskirjassa tehdään edellisten lisäksi kytkentäharjoituksia ja sekalaisia harjoituksia.

Rikosilmoitus  
82. Piirrä hälytysjärjestelmän löökkäoivien ohjeen asemakaavion perusteella.



16

Käytönvalvonta

122. Miksi käytönvalvontajärjestelmässä tavallisesti käytetään tulevan hälytyksen asetuksia viivästyksiä?

Vastaus:

123. Piirrä seuraavien laitteiden sähkökaaviossa käytettävät piirrosmerkit:

- a) Pinnankorkeusvahti
- Vastaus:
- b) Painevahti
- Vastaus:
- c) Lämpötilavahti
- Vastaus:
- d) Pölytintinopeusvahti
- Vastaus:
- e) Induktiivinen anturi
- Vastaus:
- f) Kapasitiivinen anturi
- Vastaus:

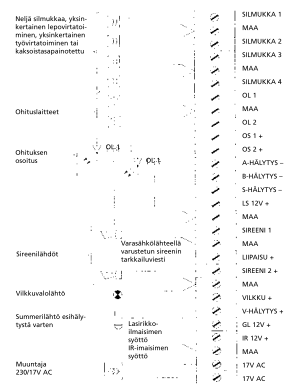
### Ehdotuksia ryhmätöihin

- Keskusteikkaa taloudellisuus- ja käytönvarallisuusnäkökohdat huomioon ottaen pinnankorkeus-, paine-, lämpötila- ja pölytintinopeusvahtien moitteettoman toiminnan tähteydestä erillisissä tapauksissa.
- Useimmat maantieteelliset kaivokset täynnä vedellä, ellei vettä jatkuvasti pumpata pois. Syvästä kaivoksesta vesi on pumpattava ylös vaihteittain (suuren nostokorkeuden vuoksi) eri tasoilla oleviin välisäiliöihin, kunnes se lopuksi johdetaan alas kaivokseen. Keskusteikkaa pumppeja ohjaavan automaattikan toiminnan merkityksestä.
- Esitä ehdotus vaihteesta, jota voidaan ajatella käytettävän tehtävän 2 pumppulaitteessa.

28

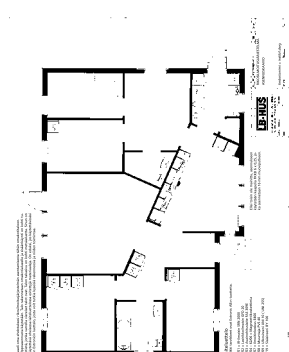
Rikosilmoitus  
83. Laadi kolme erilaista kytkentäkaaviota (kolmelle seuraavalle sivulle) tehtävän 82 mukaisesta hälytysjärjestelmästä käyttäen opima seuraavaa ilmoitinkeskusten E-400 ohjekaavioa.

### ILMOITINKESKUS EXTRONIC E-400



### Sekalaisia harjoituksia

124. Laadi ehdotus omakohtainen rikosilmoitusjärjestelmä, joka täyttää pohjapiir-  
näkässä esitetty vaatimukset.



29

Harjoituskirjan rikosilmoitusta ja käytönvalvontaa koskevat harjoitukset.





Tarvikesarjat sisältävät kiinnitys- ja käyttötarvikkeet kahdeksaa opiskelijaa varten.

Esimerkkejä suoritettavista harjoituksista:

- Kirjoitinkaapelin tekeminen, liittiminä D-SUB/Centronics
- Kaapelikanavan, tikkaiden ja telineen asentaminen
- Ristiyhteyden tekeminen modulaariliittimiä käyttäen
- Ohuen ethernetkaapelin asentaminen
- Kuituliittimen asennus Light Crimp -menetelmää käyttäen
- TP -kaapelien (kierrettyjen parikaapelien) asentaminen ja liittäminen kenttäolosuhteissa
- Ns. vampyr -liittimen asentaminen paksuun ethernetkaapeliin
- Kytkentä ja verkon testaus tietokonetta käyttäen

#### Tarvikesarja 1

- 12 m kaapeli (25 johdinta, 0,22 mm)
- 2,4 m kutistemuovi (2,4 mm musta)
- 0,4 m kutistemuovi (12,7 mm läpikuultava)
- 8 kpl centronics-liitin (36-napainen, kosketinnastat)
- 8 kpl 25-napainen D-liittimen kosketinrunko (D-sub)
- 8 kpl kotelo
- 250 kpl puristettava kosketinnasta

#### Tarvikesarja 2

- 2 kpl pystytuki
- 2 kpl ylä- ja alatuki
- 2 kpl kiinnitystuki
- 2 kpl hyllytaso
- 2 kpl langanohjain
- 2 kpl kaapelituki
- 2 kpl ruuvi- ja mutterisarja
- 1 kpl paneeli BNC
- 1 kpl paneeli BNC
- 1,25 m kannellinen syöttökanava
- 2,5 m väliseinä
- 20 kpl kiinnitin
- 1 kpl rasiasarja, kaksois-BNC-liittimille
- 1 kpl liitäntäsarja, kahdelle BNC-liittimelle

- 2 kpl rasiasarja, RJ45 yksittäisliittimelle
- 2 kpl liitäntäsarja, yhdelle RJ45-liittimelle
- 1,25 m kaapelitikas
- 2 kpl kotelo
- 1 m kaapelikanava 16x10 mm kansineen
- 1 kpl liitäntäkotelo BNC/RJ45
- 1 m lauta 33 mm x 95 mm
- 20 kpl kaapelikiinnike

#### Tarvikesarja 3

- 50 m F-UTP-kaapeli, kategoria 5
- 48 kpl suojattu 8/8 modulaaripistoke
- 1,2 m kutistemuovi (9,5 mm läpikuultavaa)

#### Tarvikesarja 4

- 50 m RG58-koaksiaalikaapeli
- 24 kpl koaksiaaliliitin (BNC, 50 Ω, kaapeliliitin puristusasennukseen)
- 24 kpl koaksiaaliliitin (BNC, 50 Ω, runkoliitin puristusasennukseen)
- 1 kpl päätevastus (BNC, 50 Ω)

#### Tarvikesarja 5

- 8 m valokuitu 1XF62,5/125
- 8 kpl valokuituliitin ST XTC
- 8 kpl valokuituliitin SC

#### Tarvikesarja 6

- 40 kpl modulaarinen krone-liitin
- 8 kpl modulaariliitin (liitäntäkoteloon asentamista varten)
- 50 m F-UTP-kaapeli, kategoria 5

#### Tarvikesarja 7

- 8 m Ethernet-koaksiaalikaapeli
- 8 kpl koaksiaalikaapelin jatkoliitin ("vampyr")



## Modulaarinen ja perusteellinen johdatus digitaaliseen ja kuituoptiikka-tietoliikenteeseen

### OPTEL

#### Kuituoptiikka & tietoliikenne

#### Täydellinen pääalueet kattava kurssimateriaali:

- Tietoliikenteen historia
- Sähkömagneettinen spektri
- Modulaatio ja kanavajako
- Valon käyttäytyminen
- Optiset kuidut
- Valonlähteet
- Valoilmaisimet
- Optiset kuitujärjestelmät
- Tulevaisuuden kehitys

#### Kurssin lopputulos:

- Tietoliikenteen historia
- Signaalien siirto optisilla kuiduilla
- Analogisten signaalien siirto optisilla kuiduilla
- Kuituoptisen lähettimen toiminta
- Pulssilähettimen parametrien määrittäminen
- Pulssivastaanottimen parametrien määrittäminen
- Äänitaajuuksien siirto kuituoptisella yhteydellä
- Äänen siirto kuituoptisella yhteydellä
- Pulssikantaallon moduloiminen tasajännitetasolla
- Aaltojen moduloiminen
- Pulssiampplitudimodulaatio: siirto optisilla kuiduilla
- Rinnakkais-sarja-muunnos
- Kellon tutkiminen digitaalisessa tiedonsiirrossa

T13040004 Optel käytännön kokeiden välinesarja

T12900050 Optel kurssimateriaali

## Teollisuus- ja tehoelektronikkapiirit

Tehoelektronikka käsittelee sähköenergian ohjaamista, säätöä ja muokkaamista elektroniikkakomponenttien avulla. Tehoelektronikkaa käytetään yleisesti ohjaamaan ja säätämään moottoreita ja valaistusta. Sitä voidaan käyttää esim. energian siirrossa, paperi-, tekstiili- ja autoteollisuudessa, vedenpuhdistamoissa, kaivos- ja satamatoiminnassa.

### Oppimateriaali

- T13900001 • Oppikirja
- T13900002 • Työkirja
- T13900003 • Mittausharjoituskirja
- Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus
- Menetelmäopas
- Piirtoheitinkalvot

### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T13100001 Harjoituslevy IK1 – Jänniteensäätö
- T13100002 Harjoituslevy IK2 – Transistori
- T13100003 Harjoituslevy IK3 – Operaatiovahvistin
- T13100004 Harjoituslevy IK4 – Tasasuunnin
- T13100005 Harjoituslevy IK5 – AD/DA -muunnin
- T13100006 Komponenttisarja IK -levyille
- T13100007 DC-moottori IK -levyille
- T13100010 AC-moottori IK-levyille
- T11010011 Aputoimintolevy

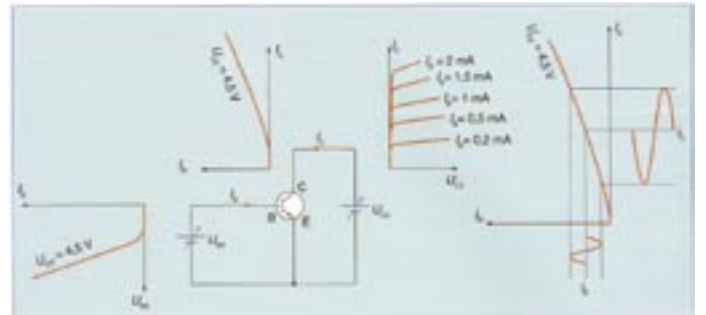
Kirja antaa oppilaalle käsityksen siitä, miten elektroniikka ja sähkövoimatekniikka liittyvät toisiinsa. Lisäksi kirja tutustuttaa lukijan joukkoon uusia kytkentäkaavoja ja termejä. Kurssin suorittamisessa on eduksi, jos olet jo hankkinut perustiedot sähkötekniikasta ja peruselektronikasta.



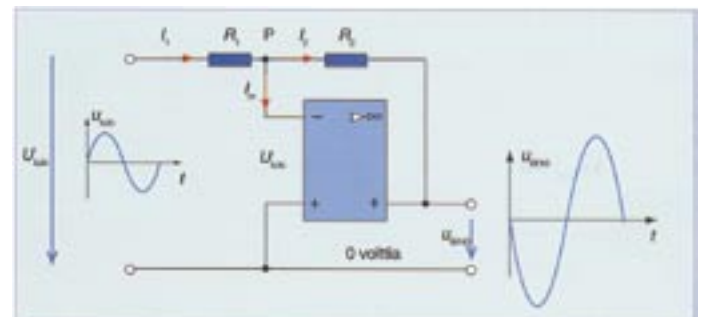
Kurssin sisältöä havainnollistetaan lukuisilla selkeillä kaaviokuvilla.

### Oppikirjan sisältö:

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Johdanto<br/>Mitä on tehoelektronikka?<br/>Voimalaitoksesta pistorasiaan<br/>Käsitteitä</li> <li>2 Muuttajat<br/>Tasa- ja vaihtosuuntaus<br/>Tasasuuntaus<br/>Välipiiri<br/>Vaihtosuuntaus<br/>Ohjauksyksikkö<br/>Taajuusmuuntajien jako</li> <li>3 Ohjauskomponentit<br/>Tyristori<br/>Triac<br/>Diac<br/>Kaksikantadiodi<br/>GTO-tyristori<br/>Liipaisukomponentit<br/>Vaihekulmaohjaus</li> <li>4 Sytytyspiirit<br/>Tasavirtasytytys<br/>Vaihtovirtasytytys<br/>Impulssisytytys<br/>Liipaisumodulit</li> <li>5 Transistori<br/>Bipolaariset ja unipolaariset transistorit<br/>Transistorien suojaaminen</li> <li>6 Virransyöttö<br/>Tasajännitelähteet<br/>Suodatin<br/>Häiriöt<br/>Katkeamaton virransyöttö (UPS)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7 Galvaaninen erotus<br/>Muuntaja<br/>Optoeristin</li> <li>8 Operaatiovahvistin<br/>Vastakytkentä<br/>Kääntävä vahvistin<br/>Ei-kääntävä vahvistin<br/>Vertailupiiri<br/>Summain<br/>Differensiaalinen vahvistin<br/>Jänniteseuraaja</li> <li>9 Moottoriohjaus<br/>Suuntaajat<br/>Taajuusmuuntaja</li> <li>10 AD/DA-muuntimet<br/>AD/DA-muunnokset<br/>DA-muunnos<br/>AD-muunnos</li> <li>11 Vianetsintä<br/>Mittaustekniikka<br/>Yleismittarit<br/>Vianetsintä</li> </ol> <p>Liite<br/>Asiahakemisto<br/>Englanninkielisten sanojen hakemisto</p> |
|---|---|



NPN –transistorin ominaiskäyrät.



Kääntävä vahvistin.

## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa

5 TRANSISTORI

3.1 Mikä transistori sopii käytettäväksi tasasuojaukseen?

3.2 Mitä tarkoittaa termi MOS?

3.3 Piirrä MOS-transistorin piirrosmerkki

3.4 Kuinka suuri on kanavatransistorin tehoresistanssi?

3.5 Kuinka suuri on tiheys ja lähteen vilkaisu resistanssi, kun transistori johtaa?

3.6 Määrittele puoli bipolaarinen ja kanavatransistorin välitilanne.

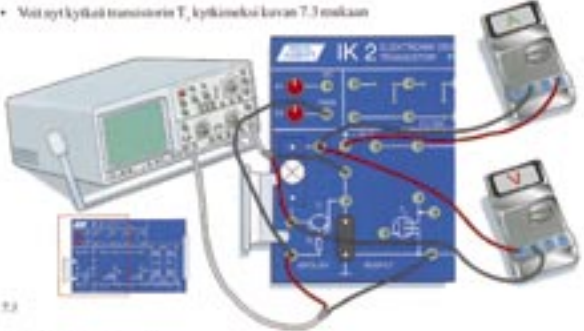
Työkirja sisältää 216 tehtävää malliratkaisuineen.

## Mittausohjeiden sisältö:

Työ	
1	Johdanto
	Yleismittari
	Oskilloskooppi
	Perusyksikkö
2	Tasasuuntaus
3	Suodatus
4	Jännitevakavointi
5	Tyristori
6	Triac ja diac
7	Transistori
8	Suodattimet
9	Optoeristin
10	Operaatiovahvistin
11	Suuntaajat
12	AD/DA-muunnin
13	Puolijohteiden mittaaminen digitaalisilla yleismittareilla
14	Komponenttien mittaaminen oskilloskoopilla
15	Vianetsintä
	Vianetsintälomake
	Suuntaajakortin kytkentäkaavio

### Transistori kytkimenä

• Voit käyttää transistorin T<sub>1</sub> kytkimeksi kuvan 7.3 mukaan



3.1

- Kytkeynäsi perusyksikkö
- Kieräi potentioseria P<sub>1</sub> ohjatakseen jotakin laturia ja tutki, miten signaalit muuttuvat oskilloskooppissa verrattuna lampun valon vaihteluun.

Huomaa, että C1C ei mittaa jännitettä kaareen yll, vaan transistorin kollektorin ja emitterin välistä eli jännitettä U<sub>CE</sub>.

• Aseta P<sub>1</sub> ääritasentoon myötäpäivään ja kytkeä mittasuure U<sub>CEmax</sub> sekä tarkaa lämpötila tasolle.

Transistori-tyyppi	U <sub>CEmax</sub>	I <sub>CEmax</sub>	P <sub>tot</sub>	Lämpötila
T <sub>1</sub> (NPN)	11V			
	8V			

• Toteuta mittaus, kun U<sub>CEmax</sub> on 8V ja 12V.

• Pääli on 12 voltilla.

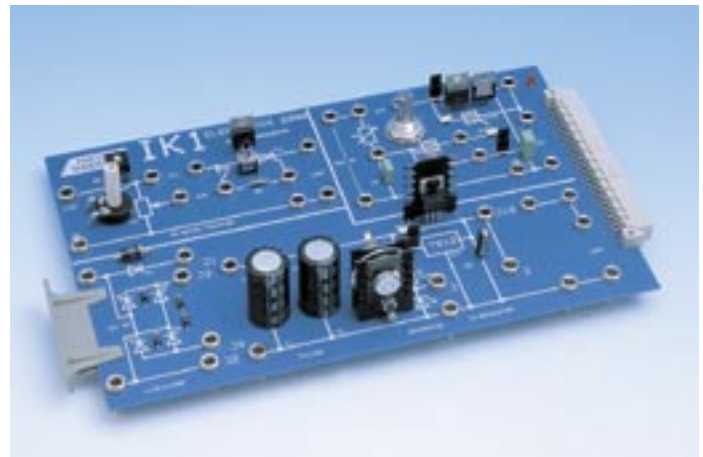
Katso voit havaita oskilloskooppia, transistorin kautta ohjaa suoraan jännitettä, jolla on hyvin lyhyet nousu- ja laskeutumat. Kollektorijännitteen vastauvat ajat ovat paljon pitempiä.

Nousuaika on se aika, joka kuluu, kun jännite nousee maksimiarvosta 10% ... 90% vastauvan vilkku. Laskeutusaika on vastauvatilassa, joka kuluu, kun jännite laskee saman vilkku.

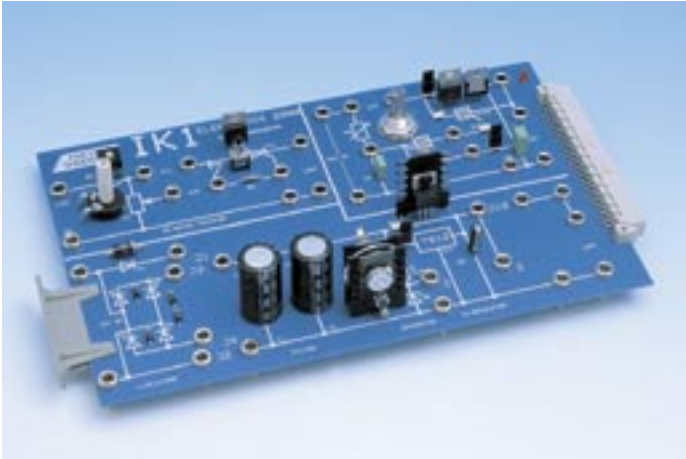
Transistorin mittausohjeissa tutkitaan eri tehotransistorien toimintaa tavallisissa tehoelektronikan kytkennöissä.

## Laitteiden käyttö mittausohjeissa:

<b>Laite</b>	<b>Työ</b>
Perusyksikkö	1-12, 15
Jänniteensäätö	2, 3, 4, 5, 6
Transistori	7, 8
Operaatiovahvistin	9, 10
Tasasuunnin	11, 15
AD/DA- muunnin	12
Komponenttisarja	8, 14
Tasavirtamoottori	11
Aputoimintolevy	1, 8, 9, 10



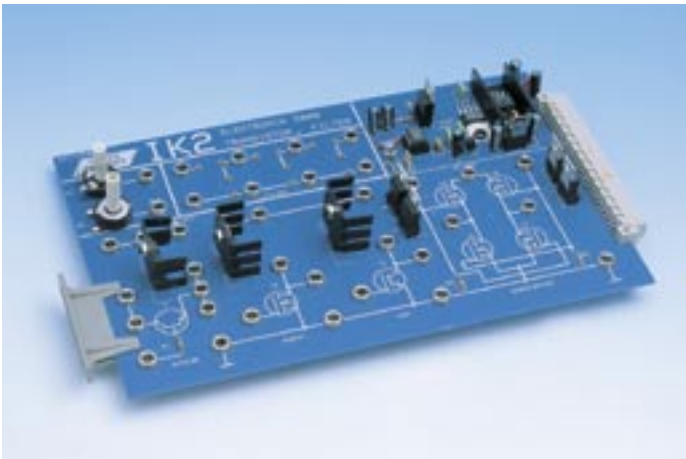
Harjoituslevy 1 - Jänniteensäätö



### T13100001 Harjoituslevy IK1 – Jännittäys

Harjoituslevyllä IK1 tehdään puoliaalto- ja kokoaaltoasasuuntaus, suodatus, jännitevakavointi (zener, diodi, IC -säädin), tyristori sekä diac ja triac mittausharjoitukset.

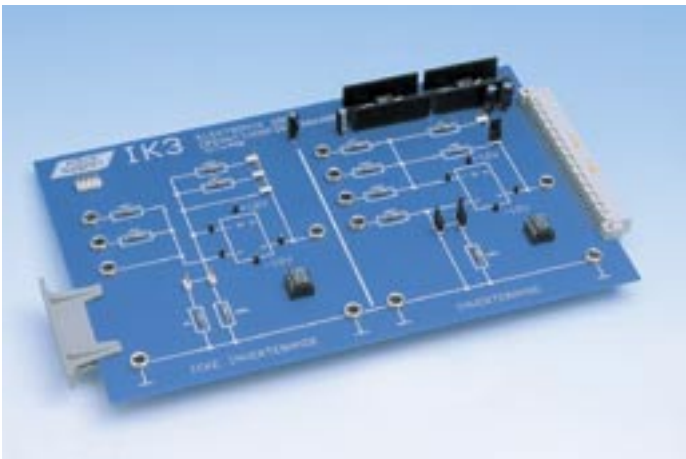
Mitat: 140x240 mm



### T13100002 Harjoituslevy IK2 – Transistori

Levyllä IK2 tehtävät mittausharjoitukset: bipolaaritransistori, MOSFET, IGBT ja suodattimet. Levyllä on lähdöt 0 – 24 VDC ja PWM-signaalille 24 V, 0 – 100 %.

Mitat: 140x240 mm



### T13100003 Harjoituslevy IK3 – Operaatiovahvistin

Harjoitukset kääntävät ja ei-kääntävät vahvistinkytkennät, jänniteseuraaja, vertailupiiri, summainpiirit ja erovahvistin.

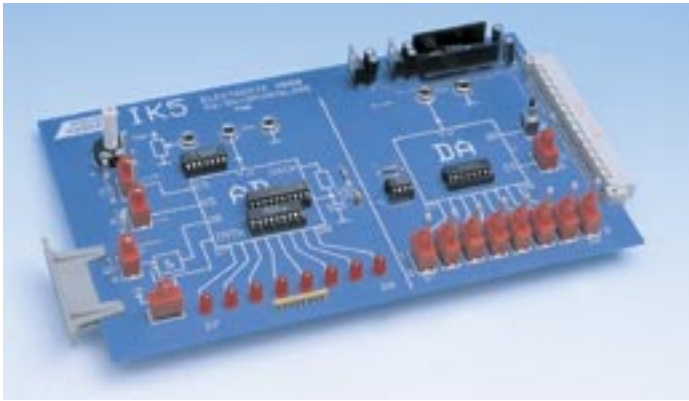
Mitat: 140x240 mm



### T13100004 Harjoituslevy IK4 – Tasasuunnin

Levyn IK4 teho-osa koostuu kahdesta tyristorista ja kahdesta diodista. Suuntaajien toimintaan perehdytään tutustumalla puoliohjattuun siltaan, jännitevakavointipiiriin, astabiili multivibraattoriin, pengergeneraattoriin, vertailupiiriin sekä optoeristimeen. Levy sisältää myös erilaisia aikaohjattuja kytkimiä sekä valo- ja vaihtokytkimen vikaharjoituksiin.

Mitat: 140x240 mm



### T13100005 Harjoituslevy IK5 – AD/DA –muunnin

Kaksi 8 bittistä muunninta, vaihtokytkin tarkastussignaaleille ja binaariluvuille sekä valodiodit bittien osoittamiseen AD -muuntimen lähdössä. Tuloa voi kuormittaa vaihtojännitteellä 0 – 5 V tai DA -muuntimella.

Vertailujännite on 5 V.

Mitat: 140x240 mm



### T13100008 Harjoituslevy IK6 – Taajuusmuunnin

Yksivaiheinen taajuusmuunnin, jota käytetään AC-moottorin kanssa. AC-moottorin pyörintänopeuden asettelu, säätö ja vianetsintä. Lähtöjännite 12 V, 2 A. Taajuus aseteltavissa 0 – 100 Hz.

Mitat: 140 x 220 mm



### T13100009 Harjoituslevy IK7 – AC Moottori



### T11010011 Aputoimintolevy

Perusyksikön käyttöaluetta voidaan laajentaa aputoimintolevyllä HK1, jossa on kaksi säädettävää tasajännitelähdettä – 15 V - + 15 V sekä signaaligeneraattori 1 Hz – 10 kHz, sini- ja kanttaalto amplitudi 0 – 15 V.



### T13100006 Komponenttisarja IK -levyille

Komponenttisarjaan kuuluu hehkulamppumoduuli (neljä hehkulamppua BA15S 12 V/10 W, BA15S 12 V/21 W, BA15S 24 V/10 W, BA15S 24 V/15 W) sekä kuormaksi keloja ja tehovastuksia.

## Ohjaustekniikka

Oppimateriaali kehittää opiskelijoiden kykyä ymmärtää ohjausteknisten rakenteiden toiminnat ja se antaa perusteet jonkin tietyn ohjaustehtävän ratkaisemiseksi. Se kehittää myös kykyä liittää PLC-järjestelmä erilaisiin ohjauslaitteistoihin ja ohjelmoida se. Tavoitteena on tutustuttaa opiskelija laitteistoihin, joissa ohjaustekniikkaa käytetään sekä antaa opiskelijalle komponentti- ja järjestelmätuntemuksen perustaidot pohjaksi prosessi- ja konepajateollisuuden sekä energian tuotannon kursseille. Kehitys osoittaa, että logiikkakaavioiden ja lohkokaavioiden käyttö lisääntyy, mikä on otettu huomioon kirjaa laadittaessa.



### Oppimateriaali

- T16900001 • Oppikirja
- T16900002 • Työkirja
- T16900003 • Mittausohjeistuskirja
- Tarkistustehtäväpaketti, 8-pakkaus
- Menetelmäopas
- Piirtoheitinkalvot

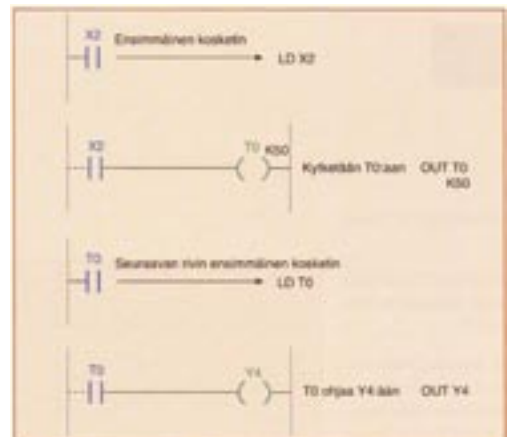
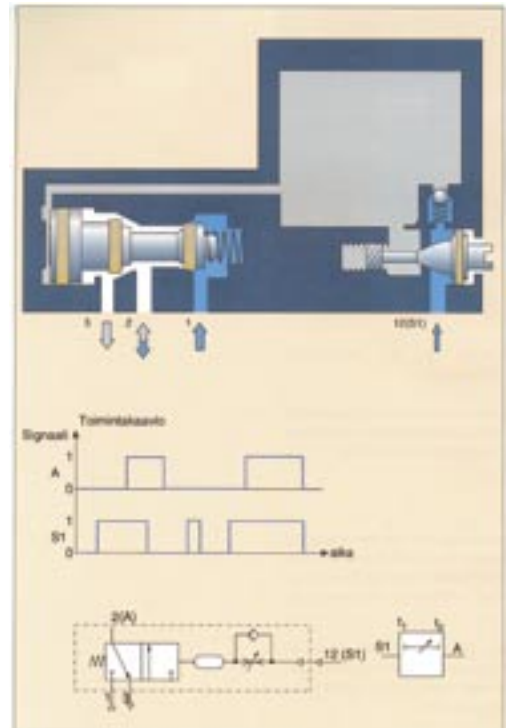
### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T16010001 Ohjelmoitava logiikkamoduuli
- T16010002 Simulointimoduuli
- T16010003 Liikennemoduuli
- T16010004 Sylinterimoduuli
- T16010005 Liitinrimamoduuli
- T16010006 Kuulien lajitteluprosessi
- T16010007 Logiikkamoduuli
- T16010020 Ohjelmointiyksikkö FX-10P
- T16010021 Kaapeli MAC-10 CAB
- T16010022 Signaalimuunnin SC09
- T16800001 ”Ohjaustekniikka 2000” – ohjelmisto
- T16800002 ”Ohjaustekniikka 2000”, oppilaslisenssi

Kurssisisältöä havainnollistetaan kaaviokuvilla.

### Oppikirjan sisältö:

- Lukijalle
- 1 OHJAUSTEKNIikka  
Ohjaustekniikan tehtävä
  - 2 BINAARIJÄRJESTELMÄ  
Binaarijärjestelmä
  - 3 BINAARITEKNIikka  
Binaaritekniikka
  - 4 LOGIikkaOHJAUS  
Logiikkaohjaus
  - 5 KOMBINAATIOPIIRIT  
Kombinaatiopiirit
  - 6 OHJELMOITAVA LOGIikka  
Ohjelmoitava logiikka  
Keskuskojeen sisällä  
Ohjelmoitavan logiikan toiminnot  
Käytännön esimerkki
  - 7 ANTURIT  
Anturit
  - 8 PNEUMATIikka  
Pneumaattiset toimilaitteet  
Ohjauselimet  
Tartuntaelimet
  - 9 LAITTEISTOT  
Automaatiojärjestelmät
  - 10 DOKUMENTOINTI  
Dokumentointi  
Ohjaustekniikan piirikaaviot
  - 11 VIANETSINTÄ  
Vianetsintä




Viivästyksen PLC-käsky.



## Työkirja

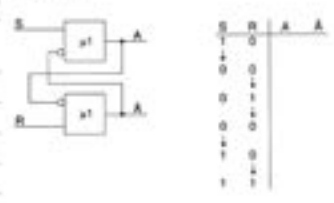
Sisältö kuten oppikirjassa

5.8 Selvitä, mikä alla oleva pneumaattinen venttiili saa aikaan muutteennoinan.




5.9 Etsi muutteennoinan valmistusmaa.

5.10 Muutteennoina voidaan voinaa kytkämeen, joka on joko kiinni tai auki. Tutki alla olevaa logiikkakaaviota ja täydennä vastaustaulukko. Selvitä, miten logiikkakaavio on yhtäpitävä muutteennoinan kanssa.



5.11 Täydennä kaappikin venttiili säätölle ja asettelulla vastattavaventtiilillä niin, että toinen viivillä toisinaan aikaa eli asennusta ja toinen sen palautusta lopettaa.




Työkirja sisältää 164 tehtävää malliratkaisuineen.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

VÄLINEISTÖ	4 LIIKENNEVALOT JA SUOJATIE
Logiikkamoduuli	Simulointiharjoitus
Sylinterimoduuli	Liikennemoduuliharjoitus
Keskuskojemooduuli	Liikennevalojen vaihtuminen
Liikennemoduuli	Suojatien ohjelmointi
Kuulien lajittelu	Tiivistelmä
Opiskeluohjelma Ohjaustekniikka 2000	
1 BINAARITEKNIIKAN KOMPONENTIT	5 RAKENNEOSAT
Signaalitasot	Simulointiharjoitus
Harjoittele sylinterimoduulilla	Harjoituksia sukulasylinterillä
Harjoituksia keskuskojemooduulilla	Tiivistelmä
ja simulointimoduulilla	
Ohjelmoitavan logiikkajärjestelmän	6 KUULIEN LAJITTELULAITE
kykeminen	Kuulien lajittelulaite –
Simulointiharjoitus – Hernelehdas	koneenohjauksen malli
Tiivistelmä	Simulointiharjoitus
	Kuulien lajitteluharjoitus
	Tiivistelmä
2 RAKENTAMINEN LOGIKKAKYYSIKÖISTÄ	
Logiikkakysikkö	
Simulointiharjoitus	
Harjoittele logiikkamoduulilla	
Harjoituksia sylinterimoduulilla	
Tiivistelmä	
3 PLC:N KÄYTTÖ	
Logiikkajärjestelmän ohjelmointi	
Ohjelmoinnin tarkistaminen	
Simulointiharjoitus	
Harjoituksia keskuskojemooduulilla	
Harjoituksia keskuskoje- ja	
simulointimoduulilla	
Tiivistelmä	

### Harjoituksia sylinterimoduulilla

- Asenna sylinterimoduuli logiikkamoduulin.



2.14 Komponenttien sijainti sylinterimoduulissa.

- Kaksi tehoventtiiliä ja viisi anturia on sähköisesti liitetty logiikkamoduulin riviliittimien taulukon mukaisesti.

Venttiili	YV1	YV2
Venttiili	2V1	Y1
Anturi	13A	X0
Anturi	13I	X1
Anturi	13Z	X2
Anturi	21I	X3
Anturi	21Z	X4

- Liitä sylinterimoduuli paineilmanverkkoon. HUOM! Käyttöpainne 0,6 - 7 barin välillä.
- Tarkista sylinterien veto- ja työntöliikkeet (liikkeitä sisään ja ulos) ohjaamalla venttiilejä käsin. Paina omassivertisiä painikkeita.

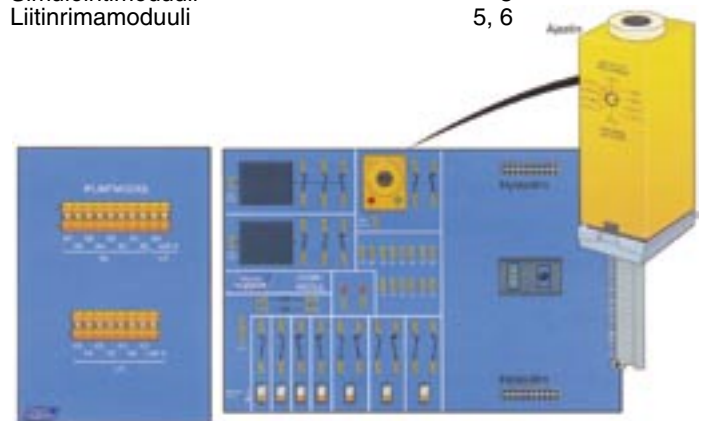
Tarkista myös venttiilien sähköiset toiminnot kytkemällä 24 V logiikkamoduulin liittimin Y0 ja Y1.

- Asettele molempien sylinterien määrittänopeudet niin, että työntöliikkeen aika on 2 sekuntia ja veto-liikkeen aika 1,5 sekuntia.

Sylinterimoduuliharjoituksessa käytetään kahta kaksitoimista sylinteriä, joiden mäännönopeus on aseteltavissa.

### Laitteiden käyttö mittausharjoituksissa:

Laitte	Työ
Perusyksikkö	1-6
Ohjelmoitava logiikkamoduuli	1, 3, 4, 5, 6
Sylinterimoduuli	1, 2, 3
Logiikkamoduuli	1, 2, 5
Liikennemoduuli	1, 4
Kuulien lajittelu	5, 6
Opiskeluohjelma	1-6
Ohjelmointiyksikkö	3, 4, 5, 6
Simulointimoduuli	3
Liitinnimamoduuli	5, 6

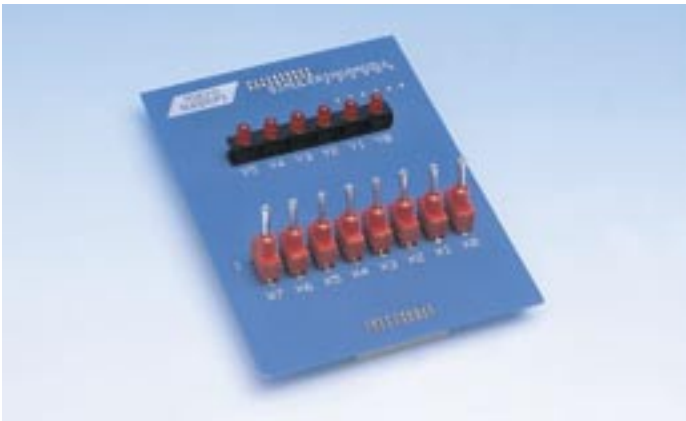


Logiikkamoduuli. Liitinmoduuli on eräs niistä moduuleista, jotka voidaan liittää hylsyliittimiin.



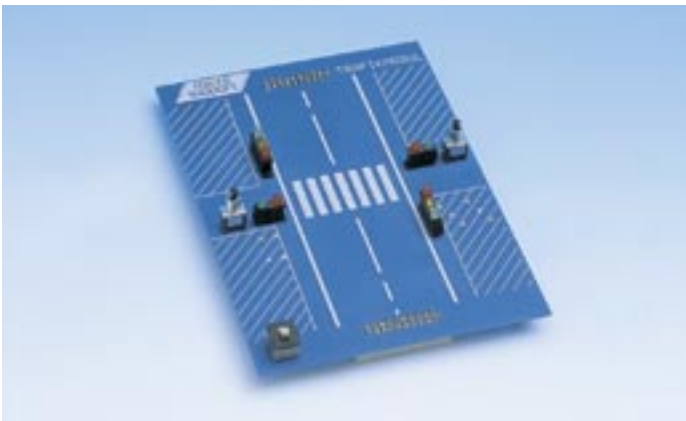
### T16010001 Ohjelmoitava logiikkamoduuli

Moduuli sisältää PLC-järjestelmän keskuskojeen sekä hylsiliittimet valinnaisen moduulikortin liittämiseksi.



### T16010002 Simulointimoduuli

Tulojen ja lähtöjen simulointiin.



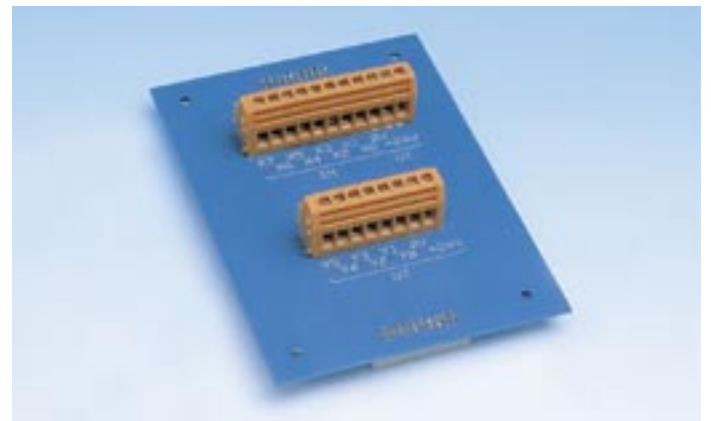
### T16010003 Liikennemoduuli

Ohjelmoinnin lisäharjoittelua tehdään suojatien liikennevalojen ohjauksella. Ylituskohdassa jalankulkijoille on punainen ja vihreä valo sekä kulkuneuvoille punainen, keltainen ja vihreä.



### T16010004 Sylinterimoduuli

Sylinterimoduulissa on kaksi kaksitoimista sylinteriä, joiden mäännänopeus on aseteltavissa. Kumpaakin sylinteriä ohjataan omalla tehoventtiilillään. Mäntien plus- ja miinusasennot tunnustetaan mikrokytkimellä, magneettimäntätunnistimella sekä induktiivisella anturilla.



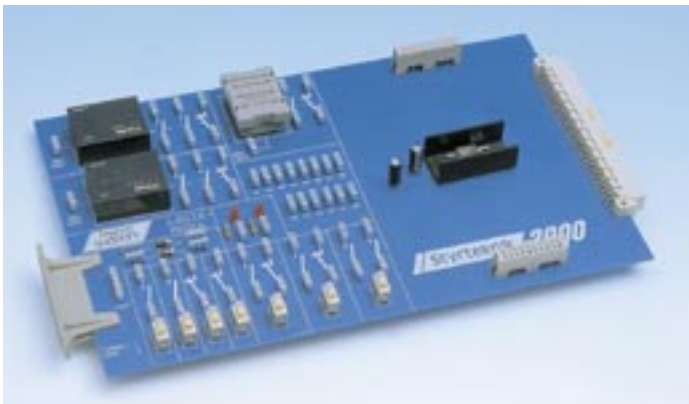
### T16010005 Liitinrimamoduuli



## T1601006 Kuulien lajitteluprosessi

Kuulien lajittelulaitteessa lajitellaan erilaatuisia kuulia kahteen laatikkoon. Lajittelulaite on koneenohjauksen sovellus. Se käsittelee kuulasäiliön, noutopaikan mittausalustoineen sekä kaksi varastolaatikkoo.

Ohjausjärjestelmä käsittää sukkulasylinterin ja kaksi kaksitoimista sylinteriä, joiden ohjauselininä on kaksi sähköisesti ohjattavaa suuntaventtiiliä. Kuulien tunnistus tapahtuu mittauspaikassa, jossa on kaksi anturia.



## T1601007 Logiikkamoduuli

Logiikkamoduulissa on yksi- ja kaksinapaisia kytkimiä, joissa on sulku- tai katkoskoskettimet tai molemmat. Releitä, joissa on sulku- tai katkoskoskettimia sekä ajastinrele. Signaalitason ilmaisu moduulissa tapahtuu hohtodiodeilla. Logiikkamoduulissa on myös kaksi hylsiliitintä, joita käytetään muiden moduulien liittämiseen.



## T1601002 Ohjelmointiyksikkö FX-10P

Logiikkajärjestelmän ohjelmointiyksikkönä on Mitsubishi FX-10P.



## T16010021 Kaapeli MAC-10 CAP

## T16010022 Signaalimuunnin SC09

## Ohjaustekniikka A

Me käytämme ohjaustekniikkaa mm. helpottamaan elämäämme, tekemällä työympäristön paremmaksi tai pienentämällä miehitetyksen tarvetta työpaikalla tiettyinä vuorokauden aikana. Siihen tarvitsemme sekä sähköenergiaa että järjestelmiä jotka käyttävät ilmanpainetta (pneumatiikka) ja paineenalaista nestettä (hydrauliikka).

Ohjaustekniikka esitellään kurssissa hyvin yksinkertaisella ja helposti ymmärrettävällä tavalla. Osa ohjauksista on yksinkertaisia kun taas toisiin tarvitaan apuna ohjelmoitavaa logiikkaa (PLC). Ohjelmoinnin läpikäynti on keskeinen osa kurssia kuten myös se, että oppilas ymmärtää miten elektroniikan avulla voidaan ohjata sähköisiä, pneumaattisia ja hydraulisia laitteistoja.

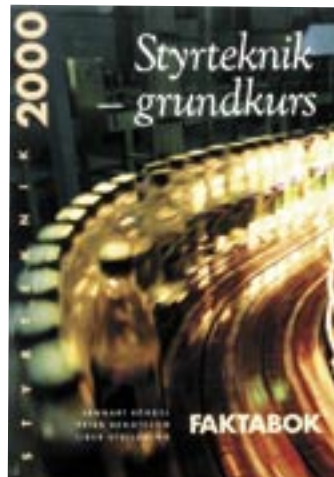
Jotta oppilas osaisi hyödyntää pneumatiikkaa ja hydrauliiikkaa tarvitsevat he pohjaksi tiettyjä fysiikan tietoja. Niinpä kurssissa käydään läpi voiman ja paineen perusteet.

### Oppimateriaali

- Oppikirja
- Työkirja
- Mittausharjoituskirja

### Laitteet

T18500001	Perusyksikkö 2000
T16010001	Ohjelmoitava logiikka-moduuli
T16010002	Simulointimoduuli
T16010003	Liikennemoduuli
T16010005	Liitinrimamoduuli
T11010017	HK3 aputoimintolevy
T14010014	Autobygg Junior
T16800016	GX developer-ohjelma
T16010022	Signaalimuunnin SC-09, PLC-PC



Oppimateriaali on ruotsinkielinen.

### Oppikirjan sisältö:

#### Ohjaustekniikkaa tarvitaan – kaikkialla

Ohjaustekniikka yhteiskunnassa  
Ohjaustekniikka teollisuudessa  
Prosessien ohjaus  
Ympäristö ja turvallisuus

#### Logiikkaohjaus

Mikä on ohjausjärjestelmä?  
Releohjaus  
Loogiset ehdot  
Totuustaulut ja loogiset symbolit  
Loogiset funktiot  
Täydellinen elokuvailta  
Ohjaustavat

#### Pneumatiikka ja hydrauliiikka

Peruskäsitteitä  
Pneumaattinen laitteisto  
Pneumaattiset sylinterit  
Pneumaattiset moottorit  
Ejektori  
Venttiiliohjaus  
Logiikka ja pneumatiikka  
Hydrauliikka

#### Anturit

Erilaiset anturit

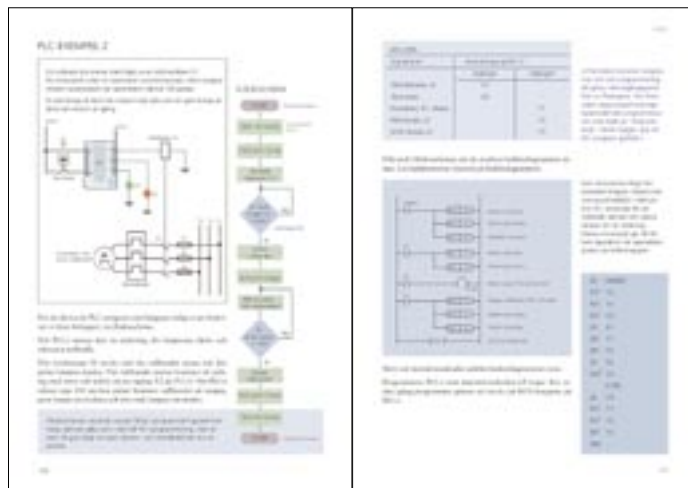
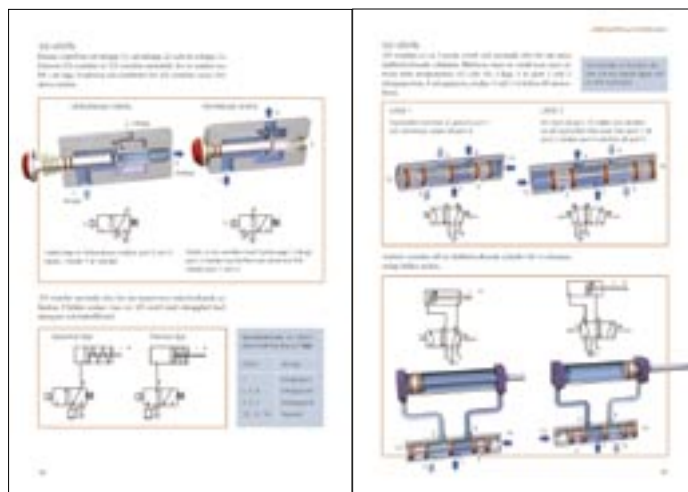
#### PLC

PLC-ohjaus  
Signaalin käsittely  
Ohjelmoinnin apuvälineet  
PLC-ohjelmointi  
Ohjelmointi esimerkki

#### Automaatiojärjestelmät

#### Symbolit

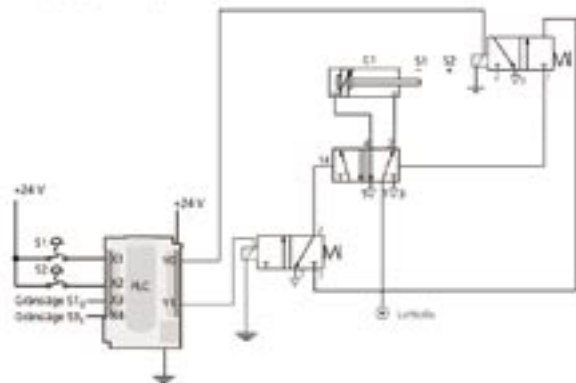
#### Pneumaattisia komponentteja



## Työkirja

Sisältö kuten oppikirjassa.

5.26 Tässä oppi- ja työkirjassa on esitetty ohjelmointi- ja ohjelmointi-ohjelmat, jotka PLC:ä ohjataan. PLC:ä ohjataan ohjelmalla, jota ohjataan ohjelmalla. PLC:ä ohjataan ohjelmalla, jota ohjataan ohjelmalla.



### IO-LISTA

Signaalin nimi	Anslutningar på PLC:n
Störsäkring S1	Ingång
Störsäkring S2	X2
Gämslägesensor S1 (minussida)	X3
Gämslägesensor S2 (plus sida)	X4
	Utgång
Cylinder C1 (minussida)	Y0
Cylinder C2 (plus sida)	Y1

## Kapitel 8 PLC-styrd anläggning

### Inledning

I detta kapitel ska vi bekanta oss med hur en anläggning kan styras med PLC. Vi ska även bekanta oss med olika komponenter som tillämpas i en automatiseringsanläggning. Vi bekantar oss även med Trafikmodulens väghörning där trafiksignalerna ska styras i sekvens. Sedan styr vi de de pneumatiska cylindrarna för att sedan använda dem tillsammans med transportbandet. Den optiska och den induktiva sensorn används i en sorteringanläggning som skiljer på metall- och plastföremål. Samma anläggning som vi tidigare i boken styrt med relä och servomotor. PLC-styrning ger till flera möjligheter att styra anläggningen att arbeta på olika sätt.



101

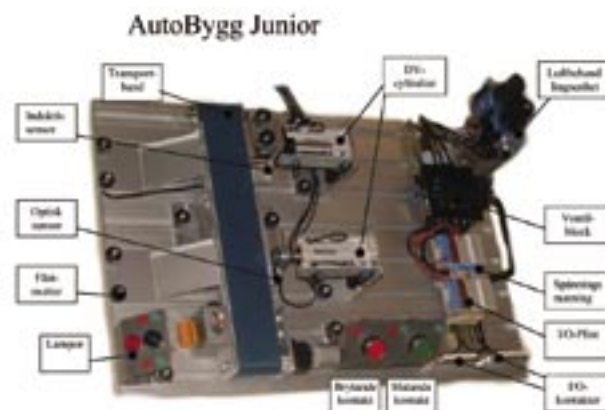
## Mittausarjouskirjan sisältö:

- 1 Välineistö
- 2 Komponentit automaatiassa
- 3 Loogiset funktiot sähköisillä komponenteilla
- 4 Releet ja pitopiirit
- 5 Kuljetushihnan ohjaus
- 6 Sähköpneumatiikka
- 7 PLC
- 8 Laitteiston ohjaus PLC:llä

## Kapitel 1 Utrustning

### Autobygg Junior

Autobygg Junior är ett byggsystem för automation som består av mekaniska och elektriska sensorer, elektriska och pneumatiska aktuatorer som byggs upp på en Profipåls. Med dessa ska vi skapa enheter för olika funktioner inom automatiseringsteknik.



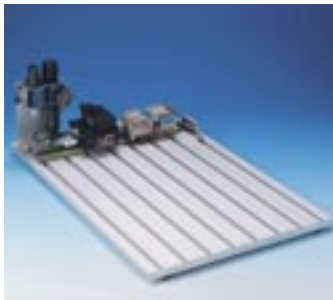
Autobygg Junior on automaation rakennusjärjestelmä joka sisältää alumiinialustan, mekaanisia ja sähköisiä antureita sekä sähköisiä ja pneumaattisia toimilaitteita.



## T14010014 Autobygg Junior

### Sarja sisältää:

- alumiinialusta, johon komponentit kiinnitetään pikakiinnitysmuttereilla
- ilmansyöttölaitteisto
- venttiililohko, jossa 2 kpl 5/2-venttiiliä
- sähkönsyöttöyksikkö
- kuljetin, analoginen tai digitaalinen ohjaus
- 2 kpl kaksitoiminen sylinteri
- 2 kpl kouru, ohjaa kappaleita pois kuljettimelta
- 4 kpl paikka-antureita
- optinen anturi
- induktiivinen anturi
- 2 kpl sulkeutuva painokytkin
- avautuva painokytkin
- rele
- lampputyksikkö, punainen ja vihreä 24 V



Alumiinialusta



Kytkimet, sähkönsyöttö, rele



Kuljetin



Kaksitoiminen sylinteri



## T11010017 HK3 apuohjaintoive

Jännitteensyöttöyksikkö 24 V DC.



## T14010015 Autobygg lisävälinesarja

Lisäsarjan avulla Autobygg sarjaa täydennetään Autobygg Juniorin harjoituksissa tarvittavilla välineillä.

## T16800016 GX developer

Ohjelmointi- ja dokumentointiohjelma Melsec Medoc FX-, A- ja Q-ohjelmaversioille.



## Ohjaustekniikka B

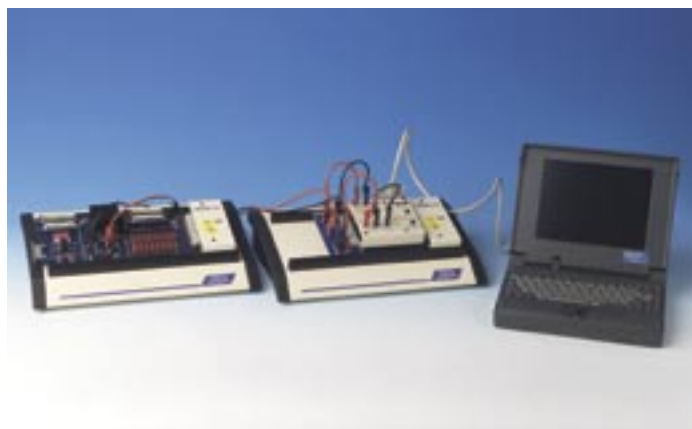
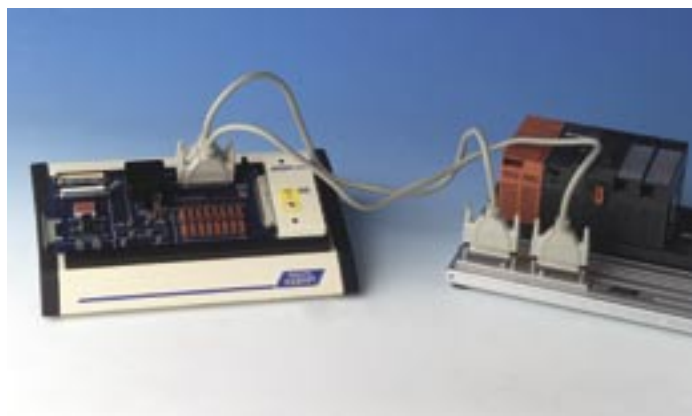
Ohjaustekniikka B on jatkoa kurssille A, mutta sitä voidaan käyttää myös itsenäisenä. Kurssi käsittelee PLC:n ja PC:n avulla tapahtuvaa ohjausta ja säätöä.

### Oppimateriaali (ruotsinkielinen)

- Mittausharjoitukset

### Laitteet:

- T18500001 Perusyksikkö 2000  
 T14010014 Autobygg Junior  
 T16010025 Signaaliyksikkö AS100, anal/digit  
 T16100006 PF1 säädinmoduuli  
 T16100012 PF6 analogiayksikkö  
 T16100013 PF7 digitaaliyksikkö  
 T16800015 PID-Future -ohjelmisto (8 käyt.)
- PLC-laitteisto:  
 T16010040 Alusta jännitteensyötöllä  
 T16010013 Peruslevy A1S-35 B-E, 5 moduulipaikkaa  
 T16010014 Keskusyksikkö A1S-CPU, 256 I/O  
 T18500010 Jännitelähde A1S-61PN  
 T16010015 Tulomoduuli A1S-X81, 32-tuloa D-liitin 37-nap  
 T16010016 Lähtömoduuli A1S-63ADA, 16 ulos-rele  
 T16010019 Analoginen kombimoduuli A1S-63ADA, 2 tuloa 1 lähtö
- Ohjelmisto:  
 T16800020 MEDOC FA, PC-ohjelma FX/A ruotsi/englanti  
 T16800021 MEGRAF FA, PC-ohjelma vaatii MEDOC FA:n  
 T16010022 Signaalimuunnin SC-09



### Mittausharjoituskirjan sisältö:

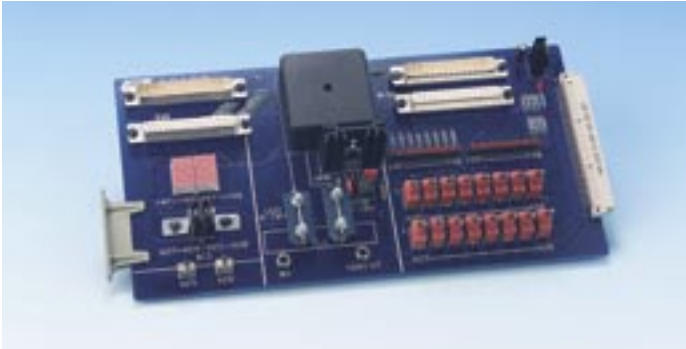
- Luku 1** Välineet  
**Luku 2** Moduulirakenteinen ohjausjärjestelmä.  
**Luku 3** Digitaaliset signaalit liitettäessä AS-100 PLC:hen  
**Luku 4** Digitaaliset signaalit liitettäessä Autobygg jr PLC:hen.  
**Luku 5** Digitaaliset signaalit liitettäessä AS-100 tietokoneeseen.  
**Luku 6** Digitaaliset signaalit liitettäessä Autobygg jr tietokoneeseen.  
**Luku 7** Datarekisteri PC-tietokoneessa ja PLC:ssä, tiedonsiirto analogiakäsittelyssä, muuttujat ja vakiot.  
**Luku 8** Analogiset signaalit liitettäessä AS-100 PLC:hen, uunin ohjauksen ja lämpötilanmittauksen kokeilu, A/D-muuntimen ja D/A-muuntimen kalibrointi, analogiset signaalit lähtöön.  
**Luku 9** Analogiset signaalit liitettäessä Autobygg jr PLC:hen kuljetinhihnan nopeuden ohjaamiseksi analogisen lähdön kautta.  
**Luku 10** Analogiset signaalit liitettäessä AS-100 tietokoneeseen.  
**Luku 11** Analogiset signaalit liitettäessä Autobygg tietokoneeseen.  
**Luku 12** Sarjaliikenteen mittausharjoitukset (PLC – PLC).

### T14010014 Autobygg Junior

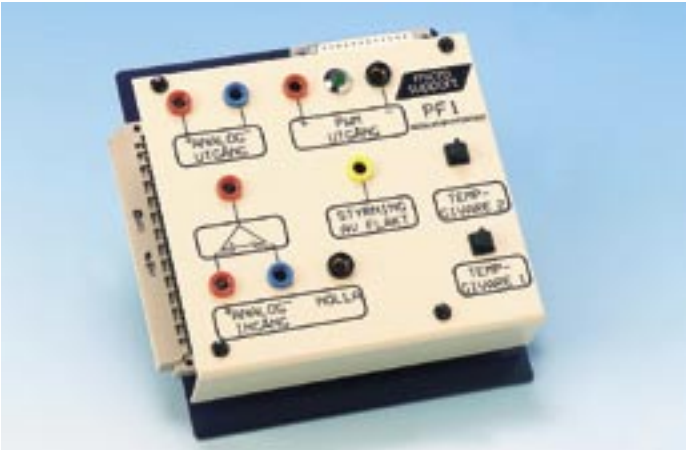
Autobygg Junior on joustava rakennusjärjestelmä ohjaustekniikan harjoituksiin. Junior voidaan liittää myös Autobyggin yhteyteen.

#### Sisältö:

- 1 kpl Alumiinialusta
  - 1 kpl Ilmansyöttöyksikkö: hana, suodatin, säädin painemittarilla
  - 1 kpl Kuljetushihna
  - 1 kpl Venttiilipaketti, 2 kpl 5/2 suuntaventtiiliä
  - 4 kpl Työyksikkö
  - 2 kpl Laskukouru
  - 2 kpl Kaksitoiminen sylinteri
  - 2kpl Sähkönsyöttöyksikkö
- Lisäksi: pikakiinnittimiä, antureita, rele, painokytkimiä

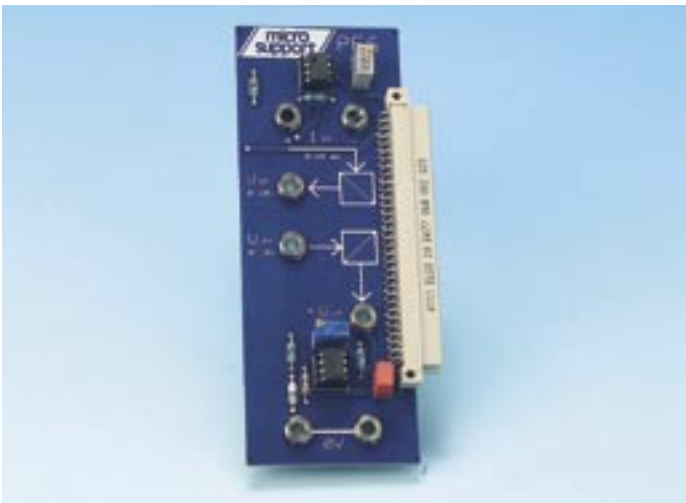


**T16010025 Signaaliyksikkö AS100, anal/digit**  
AS100 signaaliyksikkö mahdollistaa työskentelyn sekä analogi-  
silla että digitaalisilla signaaleilla.



**T16100006 PF1 säädinmoduuli**  
PF1 asennetaan perusyksikköön ja liitetään tietokoneen rinnak-  
kaisporttiin. PF1 yksikkö sisältää analogisen tulon ja lähdön,  
virta- tai jännitesilmukan, PWM lähdön, lähdön ilman ohjaami-  
seen sekä kaksi tuloa lämpötila-antureilta.

<b>Tulosignaali</b>	<b>Lähtösignaali</b>
0 – 20 mA	0 – 20 mA
4 – 20 mA	4 – 20 mA
0 – 1 V (diff)	20 – 0 mA
<b>Lämpötila-anturi</b>	
20 – 4 mA	-30 – 130 °C
PWM-lähtö	1 Hz



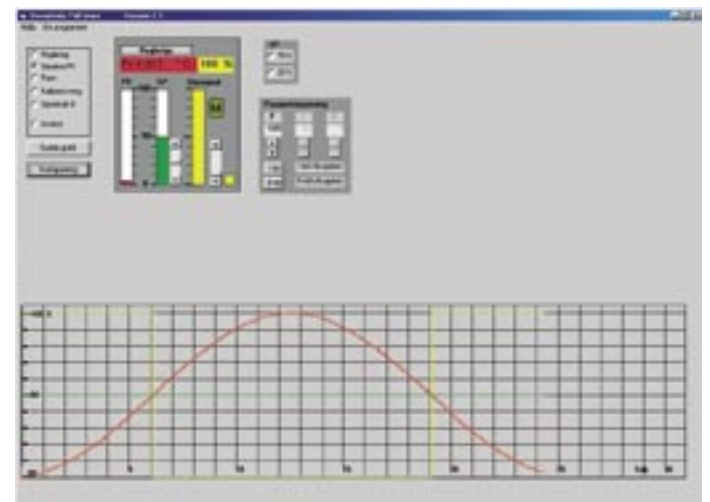
**T16100012 PF6 analogiyksikkö**  
Analogiyksikkö PF1 – AS100



**PLC-laitteisto**  
T16010013, T16010014, T16010015, T16010016, T16010019,  
T16010040, T18500010

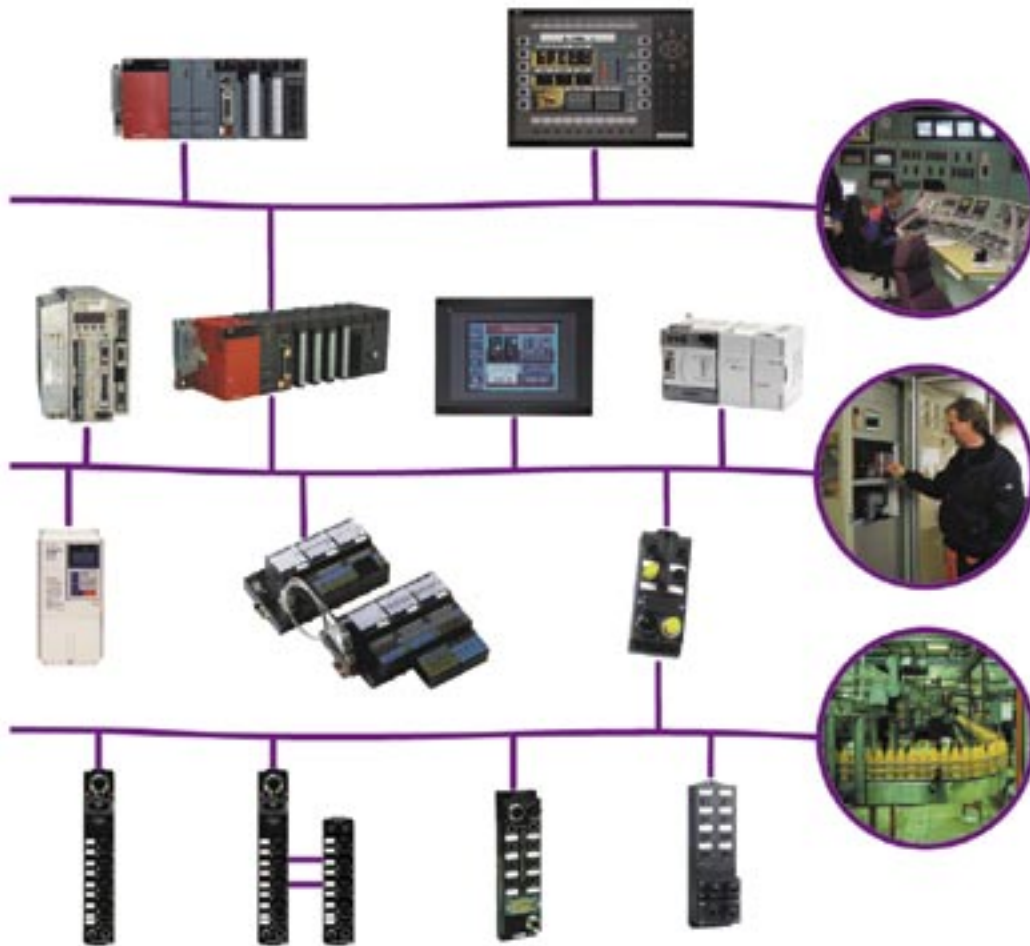


**T16100013 PF7 digitaaliyksikkö**  
Digitaaliyksikkö PC – AS100



**T16800015 PC-pohjainen PID -säädin (8 käyt.)**  
Ohjelma ohjaukseen ja säätöön.





## Ohjaustekniikka C, jatkokurssi

Jatkokurssin mittausharjoituskirjassa tutustutaan kuinka valmistusprosessia valvotaan ja ohjataan erilaisten anturien ja ohjausjärjestelmien avulla. Mittausharjoitukset käsittelevät digitaalisia ja analogisia signaaleita sekä kenttäväylän käyttöä moduulirakenteisen järjestelmän ohjaamiseen. Kirjan lopussa rakennetaan kahdesta laitteesta FMS-järjestelmä, jota ohjataan Profibus DP:llä.

Kurssissa käsitellään seuraavia aiheita:

- digitaaliset signaalit
- datan käsittely ja siirto CPU:ssa, puskureissa
- analogiset tulot ja lähdöt
- aritmetiikka ohjausjärjestelmässä
- kenttäväylät
- Profibus DP:n toiminta ja laitteiden kytkeminen siihen

Jatkokurssin mittausharjoitukset edellyttävät lähtötietoina Ohjaustekniikan kursseja A ja B.

### Oppimateriaali

- Mittausharjoituskirja

### Laitteet

T16010025 Signaaliyksikkö AS100, anal/digit  
 T14010001 AUTOBYGG, Autom. rakennussarja, 2 kpl  
 PLC-järjestelmä alumiinialustalla:  
 T16010040 Alusta jännitteensyötöllä  
 T16010014 Keskusyksikkö A1S-CPU, 256 I/O  
 T16010013 Peruslevy A1S-35 B-E, 5 modulipaik.  
 T16010019 Analoginen kombimoduuli A1S-63ADA  
 T16010015 Tulomoduuli A1S-X81, 32 tuloa 37-nap  
 T16010016 Lähtömoduuli A1S-63ADA, 16 ulos-rele  
 T16010018 Mastermoduuli A1S-J71PT32-S3  
 T16010017 PROFIBUS DP A1S-J71PB92D, mastermoduuli  
 T18500010 Jännitelähde A1S-61PN

### PLC-yksikkö FX2N alumiinialustalla:

T16010040 Alusta jännitteensyötöllä  
 T16010044 PLC-järj. Melsec FX2N-32MR-ES/UL  
 T16010045 PLC-liitinyksikkö, D-liitin 37-pinn

### Ohjelmointi:

T16010026 Linkkimoduuli FX0N-16NT PLC:hen  
 T16010027 Operointipääte E710, LCD-näyttö  
 T16800023 E-designer, ohjelmointiohjelma  
 T16010022 Signaalimuunnin SC-09, väli PLC-PC  
 T16010043 Profibus PB/MPI D-liitin, 3 kpl  
 T16010029 Kaapeli MAC-PROG/9-CAB, E710-CPU  
 T16010028 Kaapeli MAC30/40-CAB, väli E710-CPU  
 Profibus DP:n kokoonpano:  
 T16010032 ProfiMap A1S-J71PB92D, tool 16/32 b  
 T16010033 Profibus DP moduuli, orja, 2 kpl  
 T16010031 WINBloc eco kytkentäalusta, 2 kpl  
 T16010030 Kaapeli PROFIBUS 2-nap.  
 T16010041 Profibusalusta  
 T16010042 Winblock PB DP D-liitin, 2 kpl  
 T16010034 GSD-väylät WINBloc eco:lle (levyke)  
 T16010046 Kuorimistyökalu profibuskaapelille

### Mittausharjoituskirjan sisältö:

#### Varusteet

- 1 Ohjelmointivälineet
- 2 Moduulin paikka ja osoite
- 3 Rekisteri ja tiedonsiirto
- 4 Analogiamoduuli
- 5 Kenttäväylä MELSEC NET/Mini
- 6 NET/Mini ja Autobygg
- 7 PROFIBUS
- 8 Operaattoripääte



## Pneumatiikka

Pneumatiikan laboratoriolaitteisto MLS-761  
MLS-761 on pneumatiikan laboratoriolaitteisto, joka on tarkoitettu ohjaustekniikan perusopintojen käytännön harjoitusten tekemiseen. Laboratoriaalusta luo rungon järjestelmälle ja se voidaan sijoittaa joko työpöydälle tai siirrettävään vaunuun, jolloin saadaan myös enemmän joustavuutta.

Laboratoriaalusta on tehty alumiiniprofiilista ja se voidaan sijoittaa pystyasentoon aina 70° kaltevuuteen saakka. Harjoituksissa käytettävät komponentit kiinnitetään helposti ja nopeasti alustassa oleviin uriin. Komponentit voidaan siirtää portaattomasti uran suuntaisesti tai kääntää 180°. Laitteisto on koottu osista ja se soveltuu erilaisiin käyttötarkoituksiin.

Laitteistossa on seuraava varustus:  
Ilmansyöttölaitteisto (teollisuusmalli), joka yhdistetään paineilma- verkkoon, sisältäen sulkuventtiilin, ilmanpainemittarin, suodatimen.  
Kaksi syöttöyksikköä, molemmissa 8 kpl sulkeutuvaa ilmanpainelähtöä (vakiomalli) ja 8 kpl 4 mm jänniteliityntää.

Vasen syöttöyksikkö antaa 0,5 MPa ilmanpaineen ja oikean puoleisen syöttöyksikön ilmanpainetta voidaan tarpeen mukaan säätää. Pneumaattinen kytkentä tapahtuu vetämällä muovijohdot komponenttien pikaliittimiin. Irrotus tapahtuu helposti painamalla liittimen rengasta mukana olevalla työkalulla, jolloin muovijohto voidaan vetää ulos. Sähköiset komponentit on tarkoitettu 24 V DC käyttöjännitteelle.

### Oppimateriaali

- T16400011 Laboratoriotyöohje MLS-400
- T16900001 Ohjaustekniikka, oppikirja
- T16900002 Ohjaustekniikka, työkirja

### Laitteet

- T16400001 Perusvälineet MLS 761-400
- T16400002 Pneumatiikka MLS 761-410
- T16400003 Sähköpneumatiikka MLS 761-420
- T16400006 Pöytä, pyörillä MLS 761-351
- T16400007 Lisätarviketeline MLS 761-353
- T16400008 JUN-AIR 12-20 MLS 762-002
- T16400009 JUN-AIR 6 MLS 762-001

**T16400001 Perusvälineet MLS 761-400**  
Perusvälineistö pneumaattisen ohjausjärjestelmän laboratoriotöihin.

#### Toimitus sisältää:

- 1 kpl Laboratoriaalusta 9-uraa ja kaksi syöttökiskoa paineilma- ja sähkölle. Mitat 730 mm x 804 mm.
- 1 kpl Huoltolaite, sisältää Suodatinsäädin sarja C4 G 1/4, Sulkuventtiili sarja C4, Välilaippa sarja C4, Painemittari 0-10 bar G 1/8.
- 1 kpl Paineensäädin, sisältää Paineensäädin Ecoline 0,5-10 bar, Painemittari 0-10 bar Ø40 G 1/8.
- 1 kpl Sylinteri 168/25/160
- 1 kpl Sylinteri 132/20/160 (var. 2 kpl banjo vastusvasta-venttiiliä 540-194)
- 1 kpl Sylinteri 132 EV1 (20/25)
- 1 kpl Painemittari 0-12 bar Ø50 G 1/8 353-019-010-0
- 2 kpl Vastusvastaventtiili 345-110
- 2 kpl Vastusventtiili 345-110
- 1 kpl Säilytyslaatikko
- 20 kpl Pikaliitin, ulkokierre
- 1 kpl Irrotushaarukka
- 5 kpl Liitin LTK 0404
- 5 kpl Liitin LB 04
- 4 kpl Äänenvaimennin 338-004
- 1 kpl Muoviputkileikkuri
- 1 kpl Muoviputki Ø4/2,5, 25 m
- 1 kpl Muoviputki Ø6/4, 5 m
- 1 kpl Laboratorioharjoituskirja

Laboratoriotöihin tarvitaan lisäsarjat Pneumatiikka MLS 761-410 ja/tai Sähköpneumatiikka MLS 761-420.





**T1640009 JUN-AIR 6 Kompressor**

## **T1640002 Pneumatiikka MLS 761-410**

Sarja täydentää perussarjaa pneumaattisissa ohjaustekniikan harjoituksissa.

- 2 kpl Venttiili 556-053
- 1 kpl Venttiili 556-056
- 1 kpl Venttiili 550-151
- 4 kpl Venttiili 550-005
- 1 kpl Venttiili 550-105
- 1 kpl Venttiili 563-069-010-0
- 1 kpl Venttiili 581-133-100
- 1 kpl Ilmasäiliö 551-003
- 1 kpl Venttiili 551-020
- 1 kpl Venttiili 581-113-100
- 1 kpl Venttiili 551-010
- 1 kpl Venttiili 551-014
- 1 kpl Venttiili 551-015
- 1 kpl Venttiili 551-110
- 1 kpl Pikapoistoventtiili 573-504-000-0
- 2 kpl Painehäviötunnistin 545-011-040 ja liitäntäbanjo G 1/8 545-110-000

## **T1640003 Sähköpneumatiikka MLS 761-420**

Täydentää perussarjaa sähköpneumaattisissa ohjaustekniikan harjoituksissa. Järjestelmä vaatii 24 V DC jännitesyötön.

- 2 kpl Mikrokatkaisin
- 1 kpl Venttiili 550-021-010
- 2 kpl Venttiili Compact 18 yksittäisventt., unistabiili 24 V DC 2 W
- 2 kpl Venttiili Compact 18 yksittäisventt., bistäbiili 24 V DC 2 W
- 1 kpl Painekeytkin 341-058-020 0
- 1 kpl Induktiivinen tunnistin PNP
- 2 kpl Tunnistin 322-20
- 2 kpl Sähköinen painehäviötunnistin 545-012-000 ja liitäntäbanjo G 1/8 545-110-000
- 1 kpl Valokenno (tarvitsee heijastimen)
- 1 kpl Heijastin
- 1 kpl Valokenno
- 3 kpl Virtakytkin 2-nap, 1 sulkukosk., 1 avauskosk.
- 1 kpl Virtakytkin 2-nap, 2 sulkukosk.
- 3 kpl Rele 11-napainen
- 1 kpl Aikarele 11-napainen
- 1 kpl Tehodiodi
- 1 kpl Lamppu punainen
- 1 kpl Lamppu vihreä
- 30 kpl Sähköjohdin 0,5 m punainen
- 15 kpl Sähköjohdin 1,0 m punainen
- 10 kpl Sähköjohdin 0,5 m musta
- 5 kpl Sähköjohdin 1,0 m musta



**Laboratorioalusta**

## MAK 124 Mekatroniikkasarja

T16010080 MAK 124 mekatroniikkasarja on uusi joustava ohjaustekniikan opetuslaitteisto. Opetuslaitteistossa hyödynnetään MLS laboratoriolaitteiston komponentteja: sylinterit, venttiilit. Erilaiset komponentit voidaan kiinnittää kätevästi alumiinirun-

koon ja näin saada aikaan uusi käyttöympäristö. Olemassa olevat komponentit saavat uuden elämän ja uusinvestoinnit jäävät pienemmiksi.



### MAK 124 Komponenttien säilytyslaukku ja alumiinirunko.

Laitteistolla tehtävät harjoitukset käsittelevät seuraavia aiheita:

- Sylinterit, venttiilit
- Sekvenssiohjaus
- PLC-ohjaus
- Anturitekniikka
- Turvallisuuskysymykset

Laitteistolla oppilas voi rakentaa erilaisia tuotantolinjoja. Lyhyen tutustumisen jälkeen oppilas kykenee rakentamaan askel askeleelta erilaisia asemia. Näin oppilas oppii tuntemaan komponentteja ja kytkemään niitä sekä ymmärtämään automaatiojärjestelmien kokoonpanoja.

**Tuotannon asemat / laboratoriot ovat:**

- Syöttöasema / varasto
- Täyttöasema
- Mittaus
- Ulostulo

Eri asemia voidaan ohjata joko kokonaan pneumatiikalla tai vaihtoehtoisesti sähköisesti (rele) tai PLC:llä.

Tuotantolinjojen lisäksi oppilas voi kekseliäisyytensä ja pneumatiikan avulla tehdä pallopelin. Se on myös hauska tapa opetella ohjaustekniikkaa.

**Harjoitusten tekoon MLS-laitteistosta tarvitaan:**

- 2 kpl kaksitoimista sylinteriä (sis. nopeussäädettävä venttiili)
- 1 kpl yksitoiminen sylinteri
- 1 kpl 5/2 venttiili
- 2 kpl vastaventtiili

**Lisäksi tarvitaan**

- 2 kpl 3/2 venttiili, mekaaninen
- 1 kpl 3/2 venttiili, manuaalinen
- 2 kpl mikrokytkin tai magneettianturi
- 1 kpl 2-napainen kytkin
- 3 kpl 3/2 venttiili
- 1 kpl induktiivinen anturi
- (1 kpl rele)
- (1 kpl PLC-järjestelmä)

## Hydrauliikka

Hydrauliikan käyttö on lisääntynyt sekä teollisuudessa että mobilekalustossa elektroniikan ja erilaisten ohjausjärjestelmien kehittymisen myötä. Nykyaikainen hydraulijärjestelmä koostuukin tehonsiirron perusjärjestelmästä ja tähän liittyvästä ohjausjärjestelmästä. Teollisuudessa hydraulikkaa käytetään esim. puristimissa, työstökoneissa ja paperikoneissa. Maansiirtokoneet, kaivoskoneet, junat ja lentokoneet ovat esimerkkejä käytöstä mobilekalustossa. Kullakin sovelluskohteella on omat erityisvaatimuksensa tehonsiirrolle sekä sen säädettävyydelle. Siksi on kehitetty erityinen työpiste, jotta näitä voitaisiin harjoitella todellisilla komponenteilla.

### Oppimateriaali

T1650002 Harjoituskirja

### Laitteet

T1650001 Hydrauliikan opetusvaunu DS3-G

#### T1650001 Hydrauliikan opetusvaunu DS3-G

DS3-G on kevyt ja helposti siirrettävä modulaarinen työpiste, jossa voidaan tehdä hydraulikan, pneumatiikan ja sähkötekniikan kytkentöjä yhdellä ja samalla vaunulla. Alumiiniprofiilisen rakenteensa ansiosta työpistettä voidaan muuttaa ja laajentaa helposti jälkikäteen. Komponentit kiinnitetään kytkentätauluun patentoidulla pikakiinnityksellä. Komponentit toimitetaan joko täydellisinä sarjoina tai räätälöityinä paketteina.

DS3-G tarjoaa asennusalustan laboratorioharjoituksille, joissa käytetään teollisuudesta tuttuja komponentteja. Kaikkien jo käytössä koettujen DS3-LT ja DS3-ERGO lisälaitteiden asennus tähän järjestelmään taataan. 24 V DC jännitelähde on myös saatavilla.

Peruskehikko sisältää seuraavat kolme osaa:

- Alumiiniset sivuprofiilit neljällä lukittavalla pyörällä,
- Reikälevy ja rasteri komponenttien pikakiinnitystä tai mekaanista kiinnitystä varten,
- Letkujen ja kaapeleiden säilytys sekä kirjoituslusta.

Hydrauliikan opetusvaunuun kuuluu koneikko kahdella painepiirillä sekä varustus sähköohjauslaitteiden asennukseen taulun yläosaan. Vaunun päädyssä on upotettuna virtalähde sähköohjauksia varten. Mittalait molemmin puolin pöytää. Kuormitussimulaattori, jolla voidaan simuloida sekä vedettävää että työnnettävää kuormaa. Pumput ovat painekompensoituja siipipumppuja.

Esimerkkejä komponenttisarjoista:

- Hydrauliikan venttiili- ja varustesarja sähköohjatut venttiilit.
- Suuntaproportionaaliventtiilisarja.
- Paineproportionaaliventtiilisarja.
- Hydrauliikan mittalaitesarja.



## Säätö- ja mittaustekniikka

Säätötekniikka koetaan usein vaikeaksi ja abstraktiseksi oppiaineeksi, siksi kirjassa on liitetty yhteen säätötekniikan käsitteet ja jokapäiväisessä elämässä kohtaamamme ilmiöt. Kirja opastaa aiheisiin monin yksinkertaisin ja yleisimmin käytetyin esimerkein, jotka myöhemmin ovat perustana yksityiskohtaisemmille tiedoille.

Opiskelumateriaali on ensisijassa laadittu ammatilliseen nuorisosteen koulutukseen, mutta se sopii myös aikuiskoulutukseen ja itseopiskeluun. Kirja sisältää sekä peruskurssin että syventävän kurssin ainekset, koska niitä on vaikea selkeästi erottaa toisistaan. Myös peruskurssia opiskelevan voi olla tarpeen pääpiirtein tutustua joihinkin kirjan syventävän osan asioihin.

### Oppimateriaali

- T16900006 • Oppikirja perus- ja jatkokurssi
- T16900007 • Työkirja peruskurssi
- T16900008 • Mittausharjoituskirja peruskurssi
- T16900009 • Työkirja jatkokurssi
- T16900010 • Mittausharjoituskirja jatkokurssi

### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T16100001 Automoduuli-vakionopeussäädin
- T16100002 Säiliömoduuli-pinnankorkeus
- T16100003 Säädinmoduuli, PID-säädin
- T16100006 PF1 Säädinmoduuli
- T16100007 PF2 Uuni
- T16100008 PF3 Kierrosluvunsäädin
- T16100009 PF4 Signaalimuunnin
- T16100011 Anturisarja
- T16800010 Säätötekniikka 2000-ohjelma
- T16800011 Säätötekniikka 2000, oppilaslisenssi
- T16800015 PC-pohjainen PID-säädin
- T16800012 Wiscon-ohjelma

### Oppikirjan sisältö:

#### LUKIJALLE

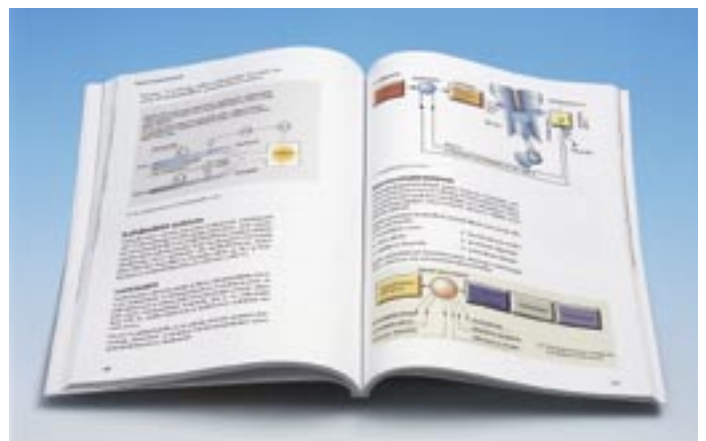
1. SÄÄTÖTEKNIikka
  - Johdanto säätötekniikkaan
  - Säätöjärjestelmä
  - Olosuhteet ja asetustarve
  - Säädin ja ohjauksen ero
  - Termostaatti lämpötilan säätimenä
  - Miksi säätöjärjestelmää käytetään?
  - Käsin säätäminen
  - Arkipäivän säätötekniikka
  - Säätöjärjestelmän valinta
2. SÄÄTÖJÄRJESTELMÄN RAKENNEOSAT
  - Säätöjärjestelmän rakenneosat
  - Mittauselin
  - Säädin
  - Vertoalue
  - IF-muunnin
  - Toimilaitte
  - Käyttölaite
3. SÄÄTÖPROSESSIT
  - Kaukolämpölämmitys
  - Lämpöpumppu
  - Tietoja muista prosesseista
  - Dynaamiset järjestelmät
4. MITTAUSTEKNIikka
  - Kalibrointisuunnitelma
  - Vihovelähteet
  - Nykyaikaiset mittauslaitteet
  - Lämpötilan mittaus
  - Paineen mittaus
  - Pinnankorkeuden mittaus
  - Virtauksen mittaus
  - Pyörintänopeuden mittaus
  - Voiman mittaus
  - Viskositeetti
  - Kaasuanalyysi
  - Nesteiden väkyyden mittaus
  - pH-mittaus
5. SÄÄTÖTEKNIKAN PIIRROSMERKKEJÄ
6. SÄÄTÖJÄRJESTELMIEN OPTIMOINTI
  - Optimointi
  - Optimointi pesakalusteiden avulla
  - Automaattivierittin
  - Sumea logiikka
7. YHDISTELMÄJÄRJESTELMÄT
  - Suhdesäätö
  - Kakadiaatio
  - Ennakointi
  - Höyrykattilat
8. VENTTIILIT JA KÄYTTÖLAITTEET
  - Venttiilit
  - Käyttölaitteet
  - Venttiilien ja käyttölaiteiden huolto
9. TEOLLISUUSSÄÄDIN
  - Nykyaikainen säätimen toiminnot
  - Säätimien viritys
10. TOIMIALAKOHTAISET EHDOT – muutamia esimerkkejä
  - Paperi ja sellu
  - Meijeri
  - Öljynpuhdistamo
  - Rajähdysvoimien
11. DIGITAALINEN VIESTINTÄ, KENTTÄVÄYLÄT JA VALVONTAOHJELMAT
  - Digitaalinen viestintä
  - Kenttäväylät
  - Mittaus- ja valvontajärjestelmät
12. ILMASTOINNIN SÄÄTÖ
  - Kiinteistöjen ilmanvaihdon ja lämmityksen säätö
  - Lämmönjakelu
  - Alykas talo
13. PROJEKTITYÖKENTELY
  - Projektityöskentely
  - Sanasto suomi-englanti-suomi
  - Asiaksettelö

Muutos informaatioyhteiskuntaa kohti vaikuttaa kirjan sisältöön niin, että enemmän painoa pannaan yleisselvityksiin kuin tiettyihin laitteisiin, jotka pian voivat vanhentua.

Kirjan tavoitteena on antaa tiedot sovelletusta säätötekniikasta sekä rohkaista tutkivaan ja harkitsevaan työskentelytapaan.



Kurssia havainnollistetaan lukuisilla selkeillä kaaviokuvilla.



## Työkirja

Työkirjojen peruskurssi ja jatkokurssi sisältö kuten oppikirjassa.

Säätötekniikan opintojen onnistumiseksi on tärkeää, että tietopuoliseen opiskeluun liitetään tehtävät ja mittausharjoitukset.

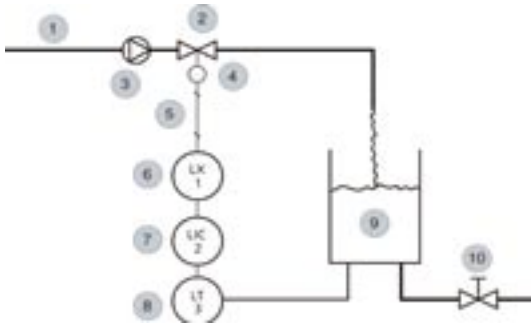
### Mittausharjoitusten peruskurssin sisältö:

## VIIDENNEN LUVUN TEHTÄVIÄ

5

### Piirrosmerkit

5.1 a) Merkitse oheisen kaavion kaikkien numeroitujen piirrosmerkkien, johtojen ja kohteiden nimitykset kaavion alla olevaan luetteloon.



- 1) \_\_\_\_\_
  - 2) \_\_\_\_\_
  - 3) \_\_\_\_\_
  - 4) \_\_\_\_\_
  - 5) \_\_\_\_\_
  - 6) \_\_\_\_\_
  - 7) \_\_\_\_\_
  - 8) \_\_\_\_\_
  - 9) \_\_\_\_\_
  - 10) \_\_\_\_\_
- b) Mitä laitemerkinnän ensimmäinen kirjain tarkoittaa?
- c) Mitä laitemerkinnän toinen ja mahdollinen kolmas kirjain tarkoittavat?

53

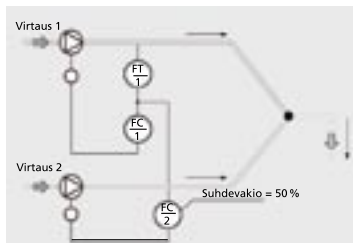
## YHDISTELMÄJÄRJESTELMÄT

7

Yhdistelmäjärjestelmä on kyseessä silloin, kun säätimen toiminta on riippuvainen toisesta säätimestä, kuten esimerkiksi silloin, kun kahta nestettä sekoitetaan niin, että niiden välinen suhde säilyy (ns. suhdessäätö). Sellainen voi olla myös, kun takaisinkytkentään käytetään oloarvoit useita mittauskohteista ja säätimen laskentayksikkö kokoo yhteen nämä kaikki tuloviestit laskeakseen ohjausviestin arvon.

Nykykaisten autojen syytyksen säätöön käytetään useita mittausviestejä polttoaineen käyttämiseksi mahdollisimman taloudellisesti ja ympäristöä säästään.

7.1 Selitä seuraava prosessikaavio vastaamalla kohtien a-f kysymyksiin.



- a) Mitä prosessista saadaan?
- b) Mikä on FT1 ja mikä on sen tehtävä?
- c) Mikä on FC1 ja mikä on sen tehtävä?

24

## Sisältö

Lukijalle .....	3	Eri mittauspisteiden lämpötilojen määrittäminen.....	42
Laitteisto.....	5	Säätimen analogisen lähdön kalibrointi.....	44
<b>1) AUTOMALLIN OHJAAMINEN.....</b>	<b>11</b>	Säätimen analogisen jännitteen testaus.....	45
Kuormituksen vaihtelun vaikutus mallin käyttäytymiseen .....	11	Säätimen analogisen virtatulon testaus.....	46
<b>2) LAITTEISTON ASENTAMINEN .....</b>	<b>14</b>	Toistuvuuden määrittäminen .....	47
Konfigurointi .....	14	<b>4.2 SÄILIÖMALLIN TUTKIMINEN.....</b>	<b>48</b>
Muuttuva vahvistus .....	15	Pinnankorkeusmittarin kalibrointi .....	48
Erlaisia konfigurointivaihtoehtoja .....	16	Säiliön aikavakion määrittäminen.....	54
<b>3.1) LÄMPÖTILANSÄÄTÖ .....</b>	<b>17</b>	Pinnankorkeusanturi S2:n kalibrointi ja täsmäys.....	55
Säätöpoikkeaman tutkiminen .....	17	Kaksiakavakioisen säiliömallin tutkiminen .....	58
Kuormituksen vaikutus tehonkulutukseen .....	20	<b>4.3 ANALOGINEN SÄÄDIN .....</b>	<b>61</b>
Maksimikuormitus puhaltimen jäähdytyksessä.....	20	Harjoitus analogisella säätimellä .....	62
Järjestelmän hitaus pienenee jäähdytettäessä .....	21	P-säätö (vertosäätö) .....	63
Lämpötilan säätäminen käsin .....	22	PI-säätö .....	63
Säätökohteen ylikuumentamis-suojan kokeilu .....	23	PID-säätö.....	64
Vahvistuksen vaikutus lämmitysprosessiin.....	24	<b>4.4 TERMOPARI .....</b>	<b>65</b>
<b>3.2) PYÖRINTÄNOPEUDEN SÄÄTÖ.....</b>	<b>25</b>	Juottimen kärjen lämpötila.....	66
Pyörintänopeuden ohjaus käsin .....	26	Kaasusyöttimen liekin lämpötila.....	66
Vahvistuksen vaikutus säätöpoikkeamaan .....	27	<b>4.5 VASTUSANTURIT .....</b>	<b>68</b>
Integrointiajan vaikutus moottorin säätöön .....	28	Anturin kalibrointi .....	73
Ohjauksen ja säädön ero .....	30	Mittausviestin alueen viritys.....	73
Ohjauksen ja säädön eron havainnollistaminen .....	32	Kalibrointiharjoitus: Lämpötila-anturi .....	74
<b>3.3) SÄÄTÖMALLIN AIKAVAKIO.....</b>	<b>34</b>	Kalibrointiharjoitus: Paineanturi .....	75
Säätömallin lämpenemisaikavakio .....	34	Pt100-tuntoelin kolmijohdinjärjestelmässä .....	76
Säätömallin jäähtymisaikavakio .....	36	Teollisuuden kaksiasentotunnistimet .....	79
Säätökohteen horros aika .....	38	Muutamia tunnistimien periaatteita.....	80
Parafiinin sulamispisteen määrittäminen.....	39	<b>4.6 HÄMÄRÄKYTKIN .....</b>	<b>82</b>
Steariinin sulamispisteen määrittäminen.....	39	Teollisuusfotokenno .....	83
Moottorin aikavakio .....	40	<b>5.0 PROJEKTI TEHTÄVIÄ .....</b>	<b>85</b>
<b>4.1 MITTAUSTEKNIikka.....</b>	<b>41</b>	Säätötekniikan perusteet .....	85
Uunin lämpömittarin kalibrointi .....	41	Pienpanimo .....	90
		Raportin laatiminen .....	91
		Termoparin mittausarvon muunnin.....	94

## PYÖRINTÄNOPEUDEN SÄÄTÖ

3.2

Harjoituksen tavoitteena on:

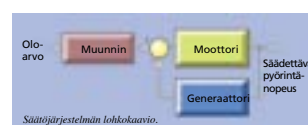
- harjoitella käytännössä pyörintänopeuden säätöjärjestelmän käyttöönottoa,
- tutustua käytännössä ohjauksen ja säädön eroon,
- antaa tietoa vahvistuskertoimen vaikutuksesta dynaamiseen ja pysyvään poikkeamaan,
- antaa yleiskäyttöön integrointiajan vaikutuksesta prosessiin. Integrointiaika selvitetään yksityiskohtaisesti oppikirjan optimointia käsittelevässä luvussa.
- Kytke yksiköt PF3 ja PF1 yhteen seuraavan kuvan mukaisesti.
- Käynnistä säätöohjelma ja tee asetukset valikon Pyörintänopeuden vakioasetukset (Standardkonfigurering Varvtal) tai seuraan sivun taulukon mukaan. Vaihda konfigurointivalikosta ohjausviestiksi 0-20 mA.
- Moottorin pyörintänopeus on noin 3000 kierrosta minuutissa, kun oloarvo on 100 %. Tätä arvoa käytät, kun myöhemmin eri tehtävissä on laskettava pyörintänopeuksia.

- VÄLINEET**
- Perusyksikkö 2000
  - PF1
  - PF3
  - Tietokone
  - Ohjelmisto PID-Future

Ennen kuin aloitat varsinaisen harjoituksen, on sinun varmistauduttava, että kaikki on oikein kytketty ja toimii. Aseta säädin käsinkäyttötilaan ja toteuta, että pyörintänopeutta voidaan ohjata tietokoneen hirellä. Sen lisäksi, että näet ja kuulet, kuinka pyörintänopeus muuttuu, vaikuttaa se suoraan oloarvoon.



Yksikössä on kaksi moottoria sen vuoksi, että toinen niistä toimii generaattorina. Se tuottaa virran, jota käytetään järjestelmän oloarvona. Se toimii suunnilleen polkupyörän dynamon tapaan ja tuottaa sitä suuremman lähtövirran, mitä nopeammin generaattori pyörii.



25

Pyörintänopeuden säätöharjoituksessa tutustutaan käytännön pyörintänopeuden säätöjärjestelmän käyttöönoton lisäksi mm. ohjauksen ja säädön eroon.





### T1610002 Säiliömalli- pinnankorkeus

Säiliömalli liitetään 0-5 V, 0-10 V 4-20 mA. Säiliö voidaan jakaa kolmeen osaan kahden välilevyn avulla. Kukin osasäiliö edustaa prosessin hitautta toiminnassa. Neljästä hanasta voidaan juokuttaa vettä ja näin tutkia eri säätöjä.

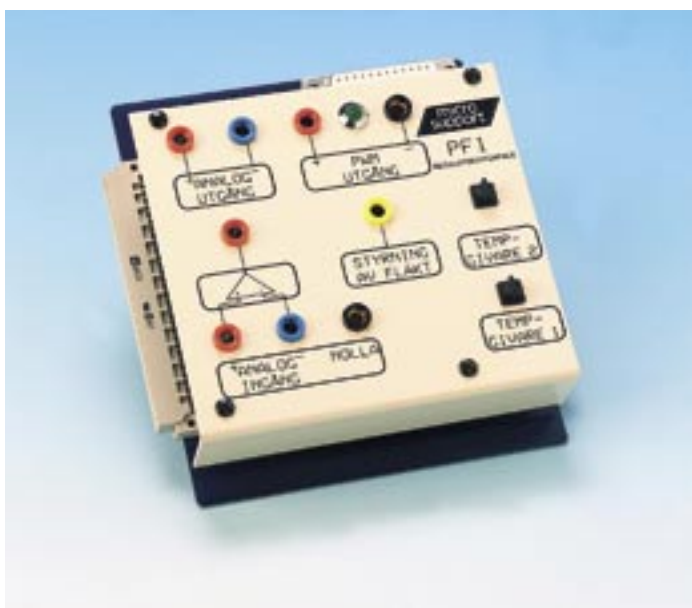
### T1610001 Automuoduli- vakionopeussäädin

Yksiköllä voidaan harjoitella nopeuden säätöä ja tutkia miten kuormitus vaikuttaa nopeuteen. Yksikköä voidaan ohjata manuaalisesti sekä automaattisesti. Moduuli kytketään Perusyksikköön ja sitten PF4:ään, joka kytketään edelleen PF1:seen. Harjoitusten tekemiseen tarvitaan 2 Perusyksikköä.



### T1610003 Säädinmoduuli, PID- säädin

Säädinmoduuli on toteutettu käyttämällä analogista elektroniikkaa. Analogiasäätimen etuna on, että se reagoi nopeasti muutokseen, joskaan ko. tekniikkaa ei enää käytetä nykyaikaisissa teollisuussäätimissä.



### T1610006 PF1 Säädinmoduuli

PF1 kytketään Perusyksikkö 2000 ja liitetään tietokoneen rinnakaisporttiin. Säädinmoduulissa on 1 kpl analoginen tulo ja 1 kpl analoginen lähtö, 1 kpl PWM lähtö, 1 kpl lähtö puhaltimen ohjaimiseen sekä tulot lämpötila-antureille.

<b>Tulo:</b>	<b>Lähtö:</b>
0-20 mA	0-20 mA
4-20 mA	4-20 mA
0-1 V (diff.)	20-0 mA

<b>Lämpötila-anturi</b>	
20-4 mA	-30 – 130°C
PWM-lähtö	1 Hz





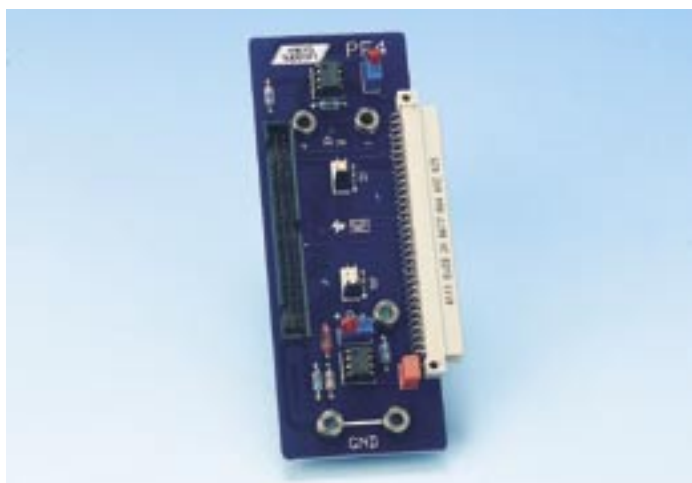
## T16100007 PF2 Uuni

PF2 on uunilla (noin 50 W) varustettu lämpötilansäätöyksikkö. Lisäksi yksikössä on puhallin uunin jäähdyttämiseen. PF2 kytketään PF1:een ja edelleen Perusyksikköön.



## T16100008 PF3 Kierrosluvunsäädin

Yksikössä kaksi 12 V DC-moottoria joista toinen toimii generaattorina.



## T16100009 PF4 Signaalimuunnin (sis. nauhakaapelin)

Muunnin muuntaa 0-20 mA signaalin 0-5 V signaaliksi samoin kuin 0-1 V signaalin 0-5 V signaaliksi. Signaalimuunninta käytetään PID-future ohjelman kytkemiseen automoduuliin tai säiliömalliin.



## T16100011 Anturisarja

Sarja sisältää Pt100 anturin, muuntimen Pt100 varten, termoparilankaa (K-tyyppi) ja tarvittavat datatiedot. Anturisarjaa voidaan käyttää myös muilla kursseilla.

## T16800012 Wiscon ohjelma

Ohjelmalla jolla voidaan valvoa ja ohjata prosessia. Helppokäyttöinen ohjelma tämän tyyppisten prosessointityökalujen opetteluun.

## Servotekniikka

Servotekniikan oppimateriaali on aivan uusi, ohjaustekniikan opiskeluun tarkoitettu, ammatillista koulutusta ja aikuiskoulutusta varten laadittu materiaali. Sitä voidaan käyttää myös henkilöstön täydennyskoulutukseen.

Servotekniikka on kehittynyt voimakkaasti viime aikoina ja nykyisin on joukoittain erilaisia teollisia järjestelmiä, joissa sitä sovelletaan. Sitä käytetään järjestelmäkameran tarkennuksesta aina pakkauskoneiden vahvoihin moottorihjauksiin saakka. Monet tekniset edistysaskeleet heijastuvat servotekniikkaan ja mahdol-

listavat työolojen uudistukset. Esim. PLC:n ja Soft PLC:n kehitys, harjattomat moottorit sekä tasavirta- että vaihtovirtarakenteisina sekä servomoottorin, anturin ja servovahvistimen integrointi yhdeksi yksiköksi, integraalimoottoriksi.

Servotekniikan materiaalin luomisessa on tavoitteena ollut kehittää opiskelijoiden perustaitoja vaativien sovellusten suuntaan. Niiden tuntemusta tarvitaan monilla työpaikoilla, joilla servotekniikkaa käytetään ja itsenäisesti käsitellään ja asennetaan rakennosia ja etsitään niiden vikoja.

### Oppimateriaali

- T16900015 • Oppikirja  
T16900016 • Mittausharjoitukset

### Laitteet

- T18500001 Perusyksikkö 2000  
T16200001 Servoalusta  
DC-NOPEUSSERVO  
T16200002 DC-servomoottori ilman vaihdetta  
T16200004 Vauhtipyörä  
T16200005 Generaattorijarru  
T16200006 Servosäädin SR1  
T16200007 Nopeusmoduuli SR2  
DC-ASENTO SERVO  
T16200003 DC-servomoottori vaihteella  
T16200008 Potentiometri  
T16200009 Asentomodula SR3  
T16200006 Servosäädin SR1  
T16200010 Askelmoottori  
T16200012 Askelmoottorimoduuli SM1  
AC-SERVO  
T16200013 AC-servomoottori  
T16200014 AC-servovahvistin  
T16800013 Sigma WIN ohjelma  
T16010022 Signaalimuunnin SC09

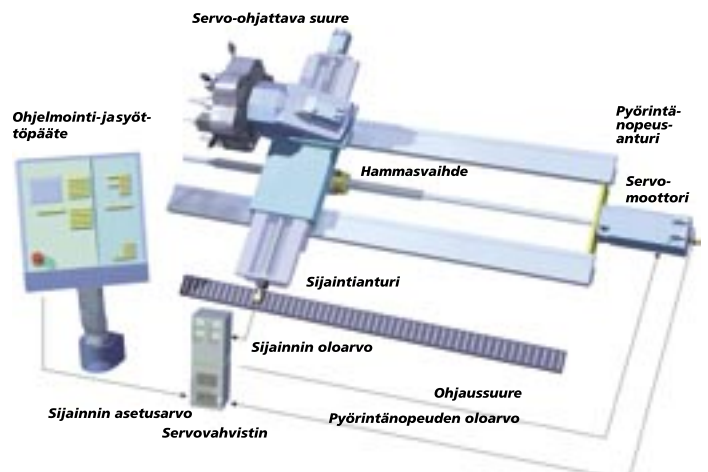
### Oppikirjan sisältö:

#### Sisältö

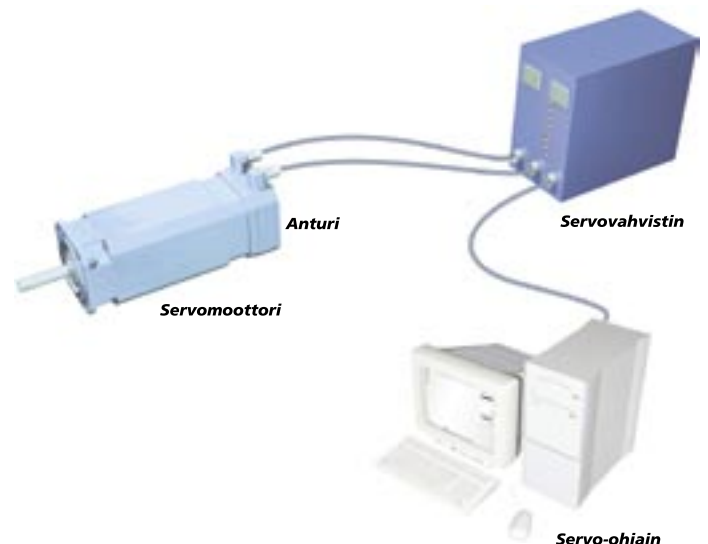
- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Lukijalle                           | Tehovahvistus                          |
| <b>1 Servotekniikka</b>             | Älykäs moottori                        |
| Servotekniikka                      | <b>5 Servovalvonta</b>                 |
| Avoim ohjaus                        | Servovalvonta                          |
| Suljettu ohjaus                     | PC-valvonta                            |
| Servo-ohjaus                        | PCL-valvonta                           |
| Servojärjestelmä                    | Tietoliikenne                          |
| Servotekniikan kehitys              | <b>6 Automaation servojärjestelmät</b> |
| <b>2 Servomoottorit</b>             | Servojärjestelmät automaatiassa        |
| Servomoottorit                      | Robotti                                |
| Kestomagnetoidut                    | Syöttölaite                            |
| tasavirtaservomoottorit             | Ruuvisyötin                            |
| Harjattomat tasavirtamoottorit      | Kuljetin                               |
| Vaihtovirtaservomoottorit           | Työstökone                             |
| Askelmoottorit                      | <b>7 Vihjeitä</b>                      |
| Servomoottorien vaatimukset         | Käyntinajo- ja vianetsintävihjeitä     |
| Pyörintänopeus ja vääntömomentti    | Asennus                                |
| Teho                                | Järjestelmän käyntinajo                |
| Mekaaninen pyörintänopeuden muunnos | Käynnistysohjeet                       |
| <b>3 Anturit</b>                    | Käyttöönotto                           |
| Anturit                             | Vihjeitä kunnan valvontaan             |
| Anturien ominaisuudet               | Vihjeitä vianetsintään                 |
| Servojärjestelmän mittaukset        | Vian havaitseminen                     |
| Digitaaliset anturit                | Sanasto                                |
| Absoluuttinen mittaus               | Asialuettelo                           |
| Inkrementaalimittaus                |  |
| Magneettinen tunnistus              |  |
| Sähkökytkimet                       |  |
| Analogiset anturit                  |  |
| AD/DA-muuntimet                     |  |
| Näytöt                              |  |
| <b>4 Servovahvistin</b>             |  |
| Servovahvistin                      |  |
| Servovahvistimen erittely           |  |
| Taajuusanalyysi                     |  |
| Luonteenomaiset ominaisuudet        |  |
| Rakenne                             |  |
| P-toiminto                          |  |
| PI-toiminto                         |  |
| PD-toiminto                         |  |
| PIID-toiminto                       |  |
| Asteen vahvistus                    |  |
| Momenttiserbo                       |  |
| Nopeusservo                         |  |
| Asentoservo                         |  |



Servotekniikan oppimateriaali käsittää Oppikirjan harjoituskysymyksiineen ja mittausharjoituskirjan sekä mittausharjoitusten välineet.



Asentoservon käyttö kappale-tavarateollisuudessa.



Servo-ohjaus, servovahvistin ja servomoottori.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

### Sisältö

#### Välineistö

Perusyksikkö 2000  
 Servolevy  
 Moottorit  
 Anturit  
 Servovahvistin  
 Vauhtipyörä  
 Generaattorijarru  
 Lineaariyksikkö  
 Servopack – Yaskawa  
 AC-servomoottori

#### 1 DC-Servomoottori ja enkooderi

DC-servomoottori  
 DC-servomoottori käytössä  
 Enkooderi

#### 2 Nopeusservo DC-moottoria käyttäen

Servon asentaminen  
 Servon käynnistäminen  
 P-, I- ja D-toiminnot  
 Kuormittamaton laiteakseli  
 Kuormitettu laiteakseli

#### 3 Asentoservo DC-moottoria käyttäen

Servon asentaminen  
 Servon käynnistäminen  
 P-, I ja D-toiminnot  
 Kuormittamaton laiteakseli

#### 4 Asentoservo askelmoottoria käyttäen

Askelmoottorin asentaminen  
 Askelmoottorin käynnistäminen  
 Jatkuva käyttö  
 Askelkäyttö

#### 5 Lineaariyksikön kytkentä

DC-asentoservo, jossa on lineaariyksikkö  
 Askelmoottori asentoservossa, jossa käytetään lineaariyksikköä

#### 6 AC-servo

Ohjelmisto Sigma Win  
 Servomoottorin ohjaus nopeus- ja momenttiservossa  
 Servojärjestelmän asettelu  
 Kuormitettu servomoottori  
 Asentoservo

#### 7 Servovahvistimen PLC-ohjaus AUTOBYGG-sovelluksessa

Kokoonpano  
 Ohjelmointi  
 Mekaniikan kytkeminen

#### 8 Servovahvistimen PLC-ohjaus AUTOPORTAL-sovelluksessa

Aloitamme työn  
 Ratkaistava ongelma

### Ohjelmisto AC-servojärjestelmää varten

Servojärjestelmän ohjelmoinnin ja analysoinnin helpottamiseksi käytetään Windows-pohjaista ohjelmistoa. Ohjelmistoa käyttäen voidaan erilaisia järjestelmiä testata, konfiguroida servojärjestelmän eri muuttujia eli asettaa niille arvot ja tarkkailla signaalivuota.



Servojärjestelmä "Servosystem 2000" servomoottoreineen liitettyä PC-tulvointaiseen Servopack-laitteeseen.



Servo-ohjelmisto Sigma Win.

AUTOBYGG-sarjan välineuettelo on sivulla 90.  
 AUTOPORTAL-sarjan välineuettelo on sivulla 101.



#### T1620001 Servoalusta lineaarilaitteella

Servoalusta on ruiskupuristettua alumiinia ja se on kooltaan 240 mm x 450 mm. Alustalla on kuulalaaakeroitu akseli. Akselilla on astelevy, joka on jaettu 0-360 asteeseen sekä koodikiekko, joka muodostaa optisen kytkimen 500 pulssia/kierros. Akselin toiseen päähän voidaan kiinnittää erilaisia moottoreita. Alustalla on lineaariliikettä varten laite, jonka iskunpituus on 140 mm ja lisäksi siinä on millimetriasteikko, joka osoittaa merkinnöillä 70-0-70 vaunun paikan.

#### T6200011 Servoalusta ilman lineaarilaitetta (katso T16200001)



#### T1620002 DC-servomoottori ilman vaihdetta

12 V DC-servomoottori, joka voidaan kytkeä suoraan servojärjestelmään. Kiinnitetään servoalustalla akseliin.



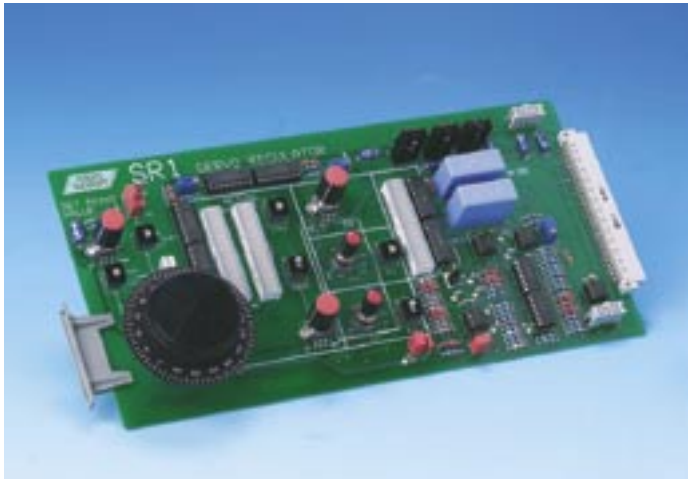
#### T1620004 Vauhtipyörä

Vauhtipyörä kiinnitetään akselille moottorin vastakkaiselle puolelle. Vauhtipyörä painaa 300 g.

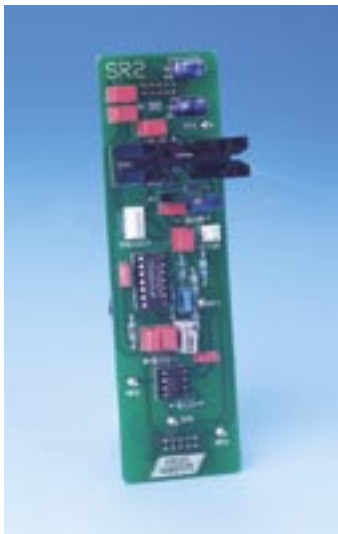


#### T1620005 Generaattorijarru

Generaattorijarrua käytetään kun halutaan asettaa erilaisia kuormia. Kuormitus asetetaan käyttäen potentiometriä.



**T1620006 Servosäädin SR1**  
Servosäädinkortti SR2 asetetaan perusyksikköön. SR1:llä säädetään DC servoa.



**T1620007 Nopeusmoduuli SR2**  
Nopeusmoduuli SR2 kiinnitetään korttiin SR1.



**T1620009 Asentomodula SR3**  
Asentomodula kiinnitetään servosäädinkorttiin SR1.



**T1620010 Askelmoottori**  
DC-askelmoottori kiinnitetään servovalustan akseliin. Askelmoottoria säädetään askelmoottorimoduulilla SM1.



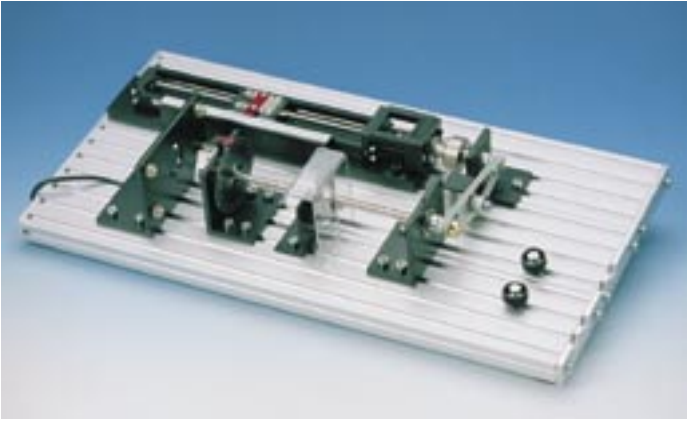
**T1620008 Potentiometri**  
Potentiometri toimii kuten analoginen paikka-anturi. Liikkuva osa seuraa akselin pyörimistä ja potentiometrin resistanssi muuttuu jatkuvasti.



**T1620003 DC-servomoottori vaihteella**  
12 V DC-servomoottori sisäänrakennetulla vaihteistolla vähennetään akselin kierroksia.



**T1620012 Askelmoottorimoduuli SM1**  
Askelmoottorimoduuli SM1 kiinnitetään perusyksikköön ja sillä ohjataan askelmoottoria.



### T16200015 Lineaarilaite

Lineaarilaitteen iskunpituus on 140 mm ja siinä on millimetriasteikko, joka osoittaa merkinnöillä 70-0-70 vaunun paikan. Lineaarilaitteen nousu on vain 1 mm/kierros riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi. Lisäksi laite on varustettu kitkajarrulla.



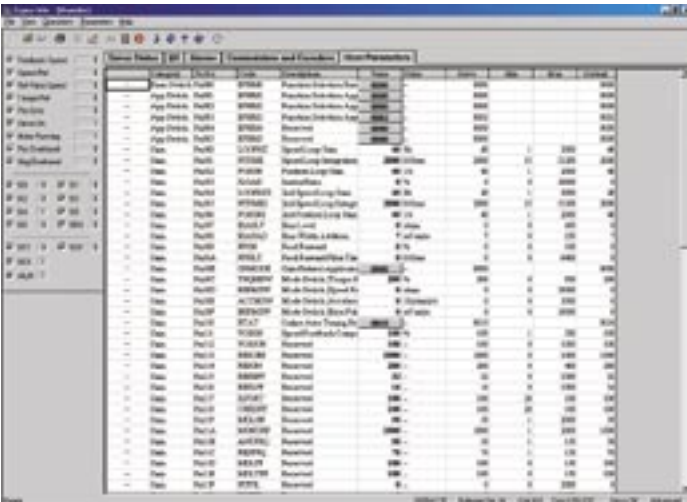
### T16200013 AC-servomoottori

AC-servomoottorin tekniset tiedot: 100 W, 200 V, 0,89 A, 3000 rpm, momentti 0,318 Nm. AC moottori voidaan kiinnittää helposti servoalustan akseliin.



### T16200014 AC-servovahvistin

Servovahvistin Yaskawa sisältää valvontayksikön, flash-muistin ja tehonvahvistimen. Valvontayksikössä on erilaisia kytkimiä servojärjestelmän ohjaamiseen. Flash-muistiin siirretään kirjoitettu ohjelma.



### T16800013 Sigma WIN ohjelma

Ohjelma AC servon ohjelmoimiseen. Ohjelma on Windows pohjainen.

### T16010022 Signaalimuunnin SC09

Signaalimuunnin 0-20 mA, 0-5 V.

## Moottorihjaus

Oppikirjassa on laaja katsaus moottorien käyttöön sekä yhteiskunnassa että teollisuudessa. Uuden tekniikan ansiosta moottorin hyötysuhde on parantunut ja monia vanhoja moottoreita vaihdetaan uusiin energiaa säästäviin malleihin. Tehoelektronikan merkitys moottorikäytössä on lisääntynyt. Osoituksena tästä on taajuusmuuttajien lisääntynyt käyttö, tasavirtamoottorien käytön väheneminen ja vaihtovirtamoottorien magnetoinnin ohjaus elektronisesti. Samanaikaisesti älykkään moottorin, missä ohjaus- ja säätöjärjestelmä on integroitu moottorin koteloon, kehitystyö jatkuu.

Moottorihjaus kurssi käsittelee tasa- ja vaihtovirtamoottoreita ja miten niitä voidaan ohjata ja säätää. Sekä erilaisten teollisuudessa käytettävien anturien käyttöä moottorin säätöön ja ohjaukseen.

Edellytyksenä kurssin omaksumiselle on 3-vaiheisen vaihtosähkön ja Sähkötyöt A ja B kurssin hallinta tai vastaavat tiedot. Oppikirja kehittää edelleen oppilaan niitä sähköopillisia taitoja mitä moottoritekniikassa tarvitaan. Oppikirjaa voidaan käyttää eri opintokokonaisuuksiin ja täydentää työkirjalla, laboratorioharjoituksilla ja/tai mittausharjoituksilla.



Oppimateriaalin keskeisenä tavoitteena on parantaa oppilaan sähkötekniisiä taitoja moottoritekniikan alueella.

## Oppimateriaali

- T16900020 Oppikirja
- T16900021 Työkirja
- T16900022 Mittausharjoitukset
- T16900023 Laboratoriotyöt

## Laitteet

- T11010036 Epätahtimoottori jalustalla, 3-vaihe
- T11010023 Kolmivaihepääte
- T11010046 Ohjauskaappi, kaapeloitu riviliittimeen
- T18500001 Perusyksikkö 2000
- T16010035 Ohjausmoduuli
- T16010036 Kontaktorimoduuli
- T11010037 Magneettipulverijarru
- T11010038 Tachogeneraattori
- T11010039 Taajuusmuuttajamoduuli
- T11010040 Tasavirtamoottori
- T11010041 Suuntaajamoduuli
- T16010038 Anturimoduuli
- T16010037 Hylsymoduuli
- T11010042 Syöttöpöytä, pyörivä
- T11010027 KytKentäpalasarja, musta sis. 10 kpl
- 23022C KytKentäjohto, 4 mm, 1 mm ke
- 23022E KytKentäjohto, 4 mm, 1 m sin
- 23022 KytKentäjohto, 4 mm 1 m musta
- T16010001 PLC-Moduuli ( Perusyksikkö 2000)
- T16010002 Simulointimoduuli
- T16010005 Liitinmoduuli
- T16010020 Ohjelmointiyksikkö FX-10P
- T16010021 Kaapeli MAC-10 CAB

## Oppikirjan sisältö:

- 1 Sähkömoottorit
- 2 Vaihtovirtamoottorit
- 3 Tasavirtamoottorit
- 4 Servomoottorit
- 5 Moottorien käyttö yhteiskunnassa
- 6 Moottorin asennus
- 7 Moottorien käsittely
- 8 Moottorien ohjaus
- 9 Elektroniikka moottoreissa
- 10 Anturit
- 11 Moottorien käyttö teollisuudessa
- 12 Sisäänajo, käyttö ja ylläpito

**TIIVISTELMÄ**  
Tasavirtamoottorin pyörintänopeutta voidaan muuttaa kytkemällä sopivan tavaran moottoriin.

Vaihtokulmoitus tarkoittaa, että tietyt puolella ohjataan tyhjänä jättämällä kääntä jättäen hetkeä, jolloin tyhjänä jättämisen johdosta...

Suuntaaja käytetään tasavirtamoottorin pyörintänopeuden ohjaukseen.

Taajuusmuuttin muuttaa vaihtojännitteen lisäksi vaihtojärjestelmää, jonka taajuus on erillinen.

Jousikäynnistyksessä moottori käynnistyy vähemmän ja hallitsemisena kuin suoraan käynnistyksessä ja sähkömekaniikkäynnistyksessä.

Integroituissa moottoreissa moottorin yhteyteen on sijoitettu elektroniikkaa muun muassa pyörintänopeuden säätöä varten. Ne helpottavat eikä seuruuta että kunnossapito.

Elektroniikkaa käytetään nykyisin moottoreissa apuna moniin toimintoihin.

## Työkirja


Sisältö kuten oppikirjassa

# 2 VAIHTOSÄHKÖMOOTTORIT

### Opiskeluvihje

Lue ensin oppikirjan luku 2 ja vastaa sen jälkeen seuraavien kysymysten.

2.1 Vaihtosähkömoottorissa on oikein kuvan mukaisesti kaksi yhteenkytkettyä kiinteää. Tehokkaasti on kytketty kiinteä liitäntärasian. Yhdessä värien kiinteä liitäntärasian.



U1 0
V1 0
W1 0
U2 0
V2 0
W2 0

2.2 Miten staattoria pyörivä magneettikenttä syntyy kolmi- vaihtomoottorissa?

---



---



---

12

### Tavoite

Tarkoituksena on tehdä käännettävä käännettävä, johon kuuluu tasavirtamoottori ja tarkoituksella käynnistyminen. Moottorissa on ohjelmallinen liitäntärasia ja se yhdistää vaihtosähkömoottoriin käynnistyslaitteeseen, jossa on potenssiominaisuus asettaa.



### 2.1 DOKUMENTOINTI

Kuorinle molemmat vaihtosähkömoottori ja käännettävän käyttöön tarvittava moottorisäätin. Käännettävän liitäntärasian käyttöön tasavirtamoottori. Pöydän liitäntärasia asettaa potentiaalilla.

Säätölaite on asennettava ohjelmalla sähkömoottorin käynnistämiseksi ja ohjelmalla. Tärkeä: sähköasennuksen tarkkuutta ja laadua koskevat standardit ja niiden soveltaminen ohjelmaan.

SPS 5000-1-112 Suurtaajuus  
SPS 5000-5-51 Moottorin asennus ja yhdistäminen

**Väliset**

- Tasavirtamoottori turvakäyttöön.
- Käännettävyys.
- Oikein moottorin ohjelmointi, jonka pohjana on asennusohje.
- DIM-käyttö välineiden asennuksen.
- Turvasarja, johon kuuluu:
  - kahvipainon painikytkin.
  - siluritasajakytkin.
  - ylivirtasuojamoottorin asennuksen.
- Suurtaajuus
- Käynnistys- ja pysäytyskytkin.
- Asennusohje potentiaalimetri 5 kΩ.
- DIM-käyttö välineiden asennuksen.
- Liittimet
- Pyörimisnopeuden mittari
- Moottorin akselin kiinnitettyä magneettijauhejarru (vain asennuksen, jossa käytetään asennusohjeita tai kapasiteettin asennuksen).
- Ylämittari
- Eritysmittari

31

Työkirja sisältää 197 tehtävää (myös ryhmätöitä ja Internetin käyttöä tiedonhakuun) malliratkaisuineen.

Harjoitus tasavirtamoottorilla.

## Mittausharjoituskirjan sisältö:

- 1 Moottorin asennus
- 2 Virransyöttö  
Tasavirtamoottori
- 3 Taajuuden asettelu  
Pyörivä syöttöpöytä
- 4 Moottorinohjaus PLC:llä





### T11010039 Taajuusmuuttajamoduuli

Tyyppiä FR-S 520  
 Liitäntä 230V, 50 Hz  
 Max. teho 0,4 kW  
 Jännite(anto) 230 V kolmivaihe  
 Virta 2,5 A  
 Taajuus 0,5 – 120 Hz  
 100 erilaista parametrinsyöttö mahdollisuutta  
 Sisäänrakennettu PID -säädin



### T11010036 Epätahtimootori jalustalla, 3-vaihe

Teho 0,25 kW  
 Jännite 230/400 V  
 Virta 1,55/0,9 A  
 Taajuus 50 Hz  
 Kierrosnopeus 1380 rpm



### T11010040 Tasavirtamoottori

Ankkurijännite 160 V  
 Kenttäjännite 190 V  
 Virta 2,1 A  
 Teho 0,25 kW  
 Kierrosnopeus 1500 rpm



### T11010038 Tachogeneraattori

Tachogeneraattori toimii kuten tasavirtageneraattori. Viisarinäytön asteikko 0 – 2500 rpm. Jännitelähtö 0-20 V DC, voidaan käyttää esim. säätöpiirin takaisinkytkentään.



### T11010037 Magneettipulverijarru

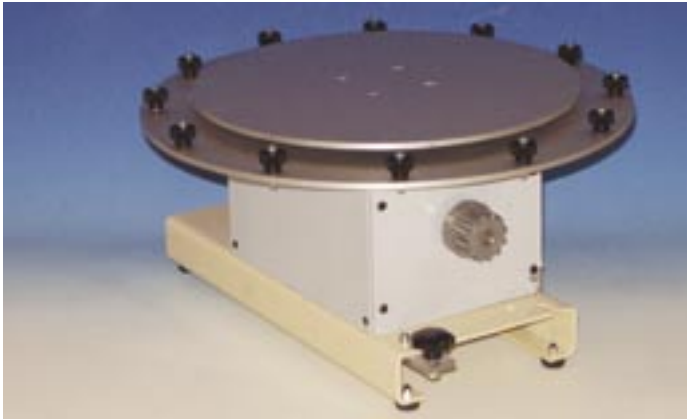
Jarrumomentti 0-10 Nm, voidaan säätää potentiometrillä.  
 Liitäntä 230 V, 50 Hz  
 Teho max 25 W





### T16010036 Kontaktorimoduuli

Kolme ylivirtasuojalla varustettua kontaktoria. Liitäntä pääjännitteeseen tapahtuu suojatun ulostulon kautta.



### T11010042 Syöttöpöytä, pyörivä

Syöttöpöytä kiinnitetään moottoriin kumityynyllä. Syöttöpöytään kiinnitetään eri materiaaleja tunnistavia antureita. Pyörimissuhde 30:1 on sopiva eri ohjauksiin taajuusmuuttajalla sekä suuntaajalla.



### T11010041 Suuntaajamoduuli

Virta max 12 A  
Ankkurijännite 0 – 180 V DC  
Kenttäjännite 200 V DC ja virta 1 A. Kiihtyvyys 0,2 – 5 s.  
Takaisinkytkentä ankkurivirtaan tai tachoon.  
Syöttöjännite 230 V AC, 50 Hz



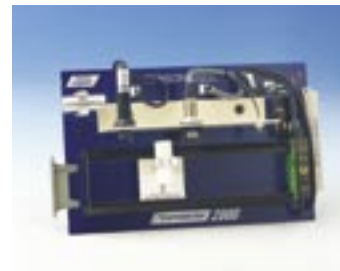
### T11010023 Kolmivaihepääte

Pääteessä on 5-napainen CEE 16 A pistoke, sulakkeet, verkkokytkin, erotusmuuntaja ja kosketussuojatut 4 mm liittimet. Vaiheiden suojaus 1,25 A.



### T16010001 PLC-Moduuli

(Perusyksikkö 2000)  
Moduuli sisältää PLC-järjestelmän keskusyksikön sekä liittimet valinnaisen moduulikortin liittämiseen.



### T16010038 Anturimoduuli

Moduuli liitetään perusyksikköön. Anturit voidaan kytkeä syöttöpöytään.



### T16010037 Hylsymoduuli

Hylsymoduulissa on 4 mm liittimiä ulkopuolisten laitteiden liittämistä varten.

### T16010035 Ohjausmoduuli

Painokytkin, sulkeutuva	2 kpl
Painokytkin, avautuva	2 kpl
Lamppu	2 kpl
24 V DC	
24 V AC	

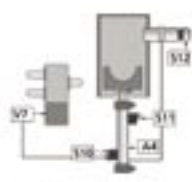
### T11010046 Ohjauskaappi, kaapeloitu riviliittimeen



## Työkirja

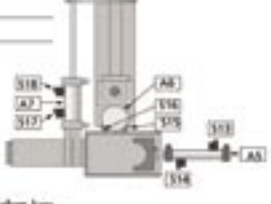
7.10 Väärin kuva esittää kappaleen muodon toteutusta mitatussa. Mikä ovat kolmen anturin tehtävät?

S10 \_\_\_\_\_  
 S11 \_\_\_\_\_  
 S12 \_\_\_\_\_



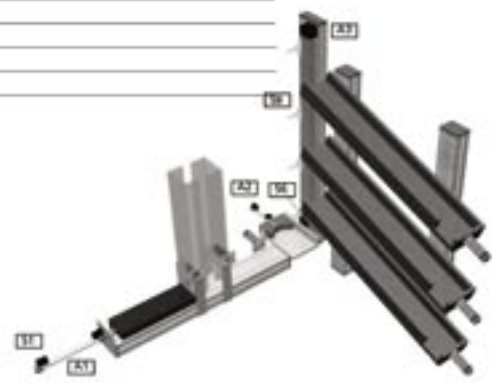
7.11 Työolosuhteissa on kolme sylinteriä A5, A6 ja A7. A6 syyttää porausyksikköä alaspäin työssä aikana. Mikä ovat sylinterien A5 ja A7 tehtävät?

A5 \_\_\_\_\_  
 A7 \_\_\_\_\_



7.12 Alla oleva kuva esittää käsintyöautomaattia, johon kuuluu mukautus, lajittelu ja varustointi. Mikä ovat sylinterien A1, A2 ja A3 sekä anturien S1, S6 ja S8 tehtävät?

A1 \_\_\_\_\_  
 A2 \_\_\_\_\_  
 A3 \_\_\_\_\_  
 S1 \_\_\_\_\_  
 S6 \_\_\_\_\_  
 S8 \_\_\_\_\_



### Tehtävät

Etsi eri komponentista tietoja valmistajan datalehdistä.

0.1 Mikä liittoliipointeja on venttiilipalautus? Merkitse kuvaan.

0.2 Kuinka aktivoidaan eri venttiilien automaattit? Merkitse kuvaan.



0.3 Kuinka liirtoelin varustetaan?

0.4 Ilmoita sähkökytkennän rakennusmuoto ikkupäätös varustettu. Mitä sylinteriä ja tekijä datalehdellä. Rakennusmuoto ikkupäätös = \_\_\_\_\_

0.5 Kuinka monta liittintä on eri anturissa?

0.6 Kuinka komponentit liitetään automaattiyksikköön perustajajärjestelmään?




AUTOBYGG harjoituskirja muodostaa yhdessä oppikirjan ja harjoitusvihkon kanssa pohjan automaatioyksiköiden opetukselle. Oppilaan taidot ja valmiudet kehittyvät kattamaan seuraavat eri vaiheet:

- Tehtävän toimintakaavio
- Mekaaninen asennus
- Mekaanisten liikkeiden testaus
- Ilmajohdojen veto – kiinteät ja liikkuvat johdot
- Sähköjohdojen veto – kiinteät ja liikkuvat johdot
- Ohjelmointi
- Anturien signaalien kokeilu
- Käsinajo työpaineella
- Automaattiajo työpaineella
- Laitteiston virittäminen

AUTOBYGG:in laboratoriotyöt alkavat kolmella perustyöllä, jotka käsittelevät sylinterivoimaa, vaimennusta ja nopeutta sekä tyhjää.

Perustöiden jälkeen on luonnollista jatkaa vaativampien yksiköiden parissa. Laboratoriotöiden edetessä niistä annettavat ohjeet vähenevät, ja oppilas saa työskennellä itsenäisemmin, jolloin opitaan ratkaisemaan erilaisia ongelmia.



AUTOBYGG



AUTOLIFT



AUTODRILL



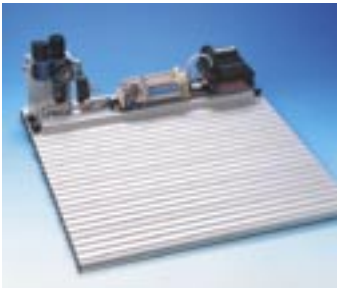
AUTOPORTAL



## T14010001 AUTOBYGG, Automaation rakennussarja

Autobygg antaa vahvan perustan pneumatiikkaan sekä säätötekniikkaan. Pakettiin kuuluu alumiininen pohjalevy, profiileja, pneu-

maattisia ja sähköisiä komponentteja sekä muita komponentteja erilaisten PLC:llä ohjattavien automaatioyksiköiden tekemiseen.



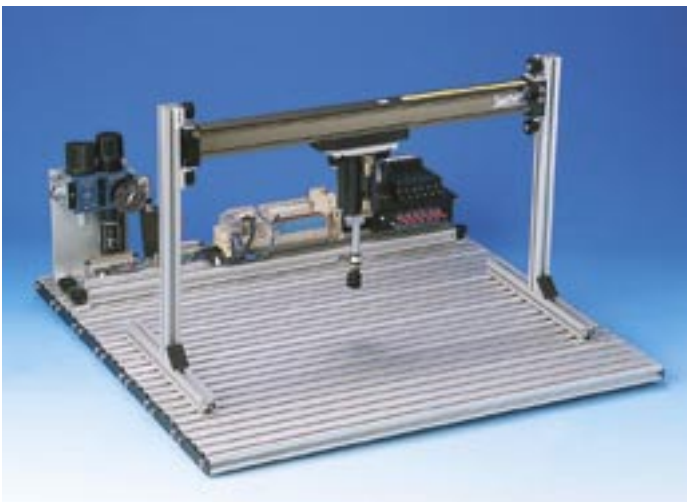
Pohjalevy 600 mm x 560 mm, ilman-  
käsitely-yksikkö, venttiilipaketti,  
kytkentärima.



Profiilijärjestelmä sisältää 31 osaa.



Sarjaan kuuluu pneumaattisia ja sähköisiä komponentteja mm. paineensäätäjä, kaksitoimisia sylintereitä, vääntömoottori, sukkulasylinteri, antureita yhteensä 30 kpl.



Automaatioyksiköt rakennetaan profiilijärjestelmästä ja tavallisista pneumaattisista ja sähköpneumaattisista komponenteista. Kyse voi olla esim. lyhyistä liikkeistä – osien noutamisesta ja jättämisestä.

### Lisävarusteet:

T18500001 Perusyksikkö 2000

T16010001 Ohjelmoitava logiikkamoduuli

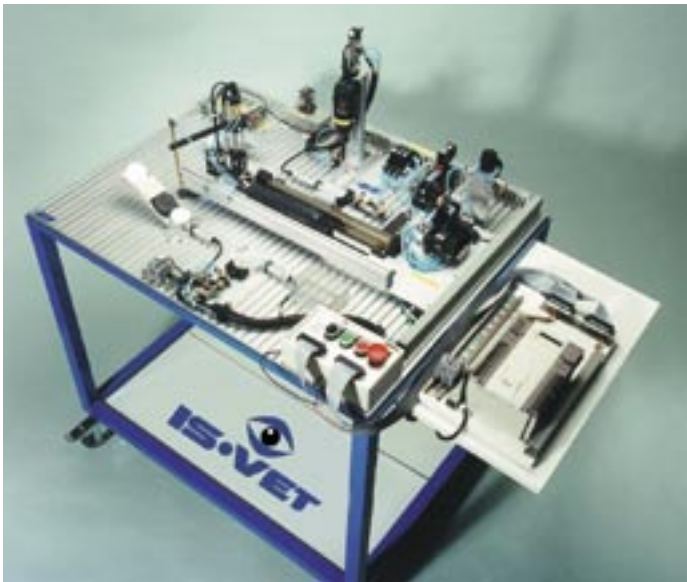


## Autoportal

AUTOPORTAL on Micro-FMS:ään kuuluva siirrettävä osajärjestelmä, jota voi käyttää erillisenä järjestelmänä tai muiden osajärjestelmien kanssa yhdessä. AUTOPORTAL:illa tutkitaan teollista automaatiotekniikkaa käyttämällä apuna PLC-ohjattua pneumatiikkaa. Portaalin kolme akselia koostuvat kahdesta liikesylinteristä (X- ja Y-suunnat), jotka voi toisistaan riippumatta asettaa haluamiinsa asentoihin, sekä kaksitoimisesta, imukupilla varustetusta sylinteristä (Z-akseli). Sillä voi siirtää eri muotoisia ja erilaista materiaalia olevia esineitä, tunnistaa niitä erilaisilla antureilla ja lajitella niitä eri paikkoihin.

AUTOPORTAL samoin kuin muutkin osajärjestelmät on asennettu 750 mm x 900 mm suuruiselle alumiinialustalle. Portaalin eri osat voi sijoittaa siinä oleviin uriin halutulla tavalla. AUTOPORTAL ja muut osajärjestelmät on varustettu ohjausyksiköllä, jonka avulla laitetta voi ohjata käsin tai kytkeä sen koneohjaukseen.

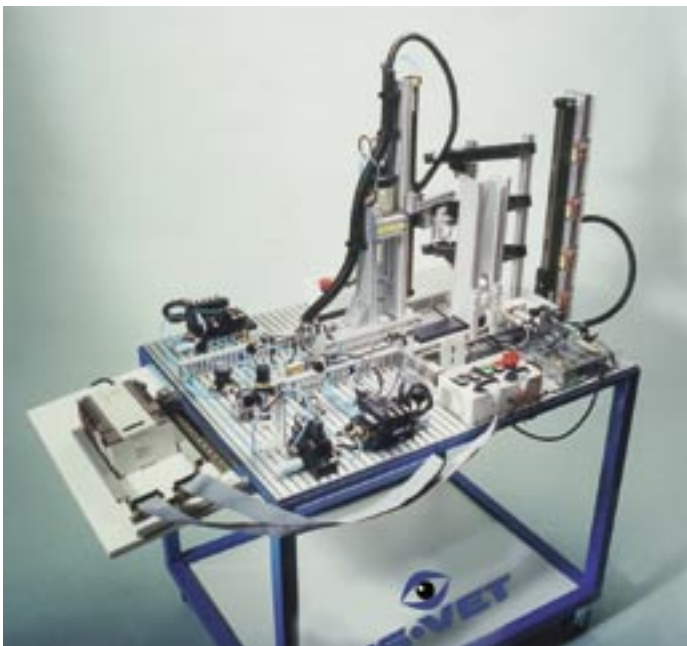
AUTOPORTAL sopii erinomaisesti ohjaustekniikan perusteiden opetukseen ja yhdistettynä muihin osajärjestelmiin myös kehittyneemmän ohjaustekniikan opetukseen.



## Autodrill

AUTODRILL on liikkuva Micro-FMS:n osajärjestelmä, johon kuuluu käsittely-yksikkö, porausyksikkö ja lajitteluyksikkö. AUTOPORTALin tapaan AUTODRILL on asennettu monipuoliseksi käytettävälle alumiinialustalle. Nämä kaksi osajärjestelmää voidaan yksinkertaisesti liittää yhteen pneumaattisella kuljettimella. Silloin ne muodostavat työpaikan, jota usean oppilaan ryhmä voi käyttää yhteistyössä. Näitä kahta osajärjestelmää voi käyttää yhteiskäytössä myös kehittyneen PLC:n kursseissa.

AUTODRILLin käsittely-yksikkö noutaa materiaalia raaka-ainevärsästä ja jättää sen porausyksikköön työstettäväksi. Kahdella asemalla tehtävän lopputarkastuksen ja lajittelun jälkeen tuotteet siirtyvät eteenpäin valmistevärsästä tai hylkyasemalle. AUTODRILLin ohjausyksiköstä järjestelmää voidaan ohjata joko käsin tai ohjausjärjestelmällä.



## Autolift

AUTOLIFT on kolmas liikkuva osajärjestelmä ja Micro-FMS:n rakenneosia. Sen eri asemat, kuten pneumaattinen käsittely-yksikkö, lajitteluyksikkö/hissi ja varasto muodostavat pienemmän automaatiojärjestelmän. Se voidaan vapaasti seisovana kytkeä kahden ohjausyksikön kautta ohjausjärjestelmään, jolloin sitä voidaan käyttää kursseissa Kehittynyt PLC sekä Automaatioyksiköt. Se on erittäin käyttökelpoinen kehittyneen pneumatiikan ja PLC-ohjelmoinnin opetuksessa. Siinä pannaan myös suuri paino sovelletulle anturitekniikalle, josta esimerkkinä käytetään sähköisiä, mekaanisia ja optisia antureita. AUTOLIFT yhdessä muiden osajärjestelmien kanssa muodostavat täydellisen ratkaisun FMS-tyyppisen automaatiotekniikan opettamiseen sekä ongelmanratkaisun opiskeluun projektitöiden avulla.

## Robottitekniikka, CNC-tekniikka ja Laatutekniikka

Robottitekniikan, CNC-tekniikan ja Laatutekniikan opetuspaketteja voi käyttää yhdessä ja erikseen. Kaikkiin niihin kuuluu erilaisia pedagogisesti koottuja ja viimeisimpään teollisuudessa käytettävään tekniikkaan liittyviä laitteita, ohjelmia ja oppimateriaaleja. CNC-koneet voidaan ladata roboteilla takaa tai sivusta. Tarkastukset voidaan tehdä visuaalisesti tai mekaanisilla SPS-ohjelmiin liitetyillä mittausasemilla. Pakettien monipuoliset ominaisuudet mahdollistavat niiden helpon rinnakkaiskäytön.





## Jo-Jo tehdas

Jo-Jo tehdas muodostuu viidestä moduulista ja muodostaa samalla joustavan kokonaisuuden automaation opiskeluun. Tehdas sisältää viisi itsenäistä moduulia, jotka yhteenliitettynä muodostavat pienimuotoisen tuotantolaitoksen.

Yksiköt voidaan liittää yksikkökohtaisesti PLC :n tai ne voidaan liittää kenttäväylään esim. Melsec NET, Profibusin avulla. Moduulit voidaan sijoittaa niitä varten suunniteltuihin alumiinirunkoisiin vaunuihin. Operointipaneeli, jännitelähde ja PLC on sijoitettu vaunuissa moduulilevyn alle ja ne voidaan vetää tarvittaessa helposti esille. Jännitteen syöttö ja säätöjärjestelmä kytketään moduuliin kahdella D-liittimellä.

Moduulit voidaan kytkeä yhteen eri kokonaisuuksina: A-B-C-D-E, A-C, A-D. Jokaisella moduulilla on oma ilmansuodatus ja säädin.

### Laitteet

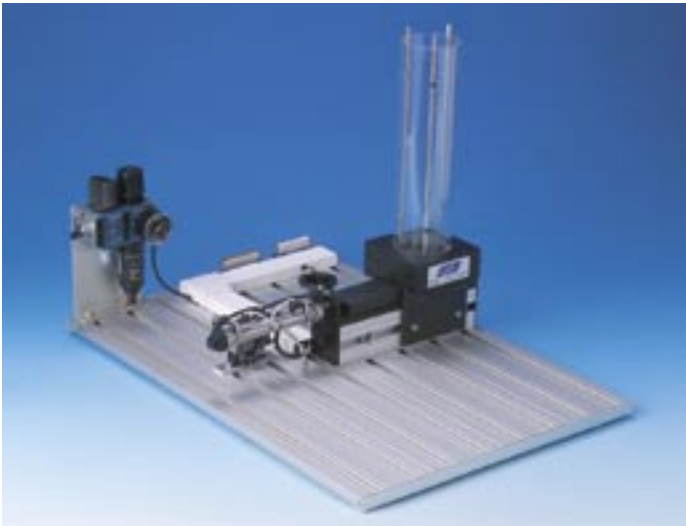
T14010005	Makasiinimoduuli
T14010006	Laaduntarkastusmoduuli
T14010007	Porausmoduuli
T14010008	Lajittelumoduuli
T14010009	Asennusmoduuli
T14010010	Ohjauspaneeli
T14010011	Vaunu
T14010012	I/O moduuli

### PLC ohjaus

T16010009	PLC-levy, Melsec A1S sis asennus
T16010013	Peruslevy A1S-35 B-E, 5 moduulipaikkaa
T16010014	Keskusyksikkö A1S-CPU, 256 I/O
T18500010	Jännitelähde A1S-61PN
T16010015	Tulomoduuli A1S-X81, 32 tuloa 37-nap
T16010016	Lähtömoduuli A1S-63ADA, 16 ulos-rele
T16010017	Profibus DP A1S-J71PB92D, mastermoduuli
T16010008	PLC-järj. Melsec FX2N-48 MR-ES

### Kenttäväylä Profibus DP

T16010035	Alusta, profibus
T16010033	Profibus DP moduuli, orja
T16010036	Profibus DP moduuli, liitin
T16010037	Profibus PB/MPI D-liitin
T16010030	Profibus kaapeli FDPL2/FIP
T16010034	GSD-väylät (levyke)
T16010032	ProfiMap A1S-J71PB92D sis. kaapelin



### T14010005 Makasiinimoduuli

Moduulissa on läpinäkyvästä putkesta tehty varasto. Se täytetään käsin erivärisillä ja eri materiaalia olevilla kiekkoilla. Optinen anturi valvoo varaston täyttöastetta. Kappaleet siirretään pneumaattisella sylinterillä seuraavaan moduuliin. Yksiköllä voidaan harjoitella mm. ohjelmointia, sylinterin voiman ja nopeuden asettamista.

#### Tekniset tiedot:

Vaaditut I/O: 5 tuloa, 1 lähtö

Varustus: 1 suodatin, 1 regulaattori, 3 anturia, 1 sylinteri, 1 venttiili, 2 D-liitintä (37 pin.)

Mitat: 590 mm x 400 mm x 1180 mm

Paino: 30 kg



### T14010006 Laaduntarkastusmoduuli

Moduuli ottaa vastaan kappaleen makasiinimoduulista ja siirtää sen tarkastusasemalle, jossa mitataan kappaleen paksuus sekä tutkitaan onko se metallia. Metalliset ja liian paksut kappaleet siirretään syrjään.

Yksiköllä voidaan harjoitella mm. sukkulasylinterin käyttöä, PLC ohjelmointia.

#### Tekniset tiedot:

Vaaditut I/O: 12 tuloa, 6 lähtöä, 1 analogia tulo

Varustus: 1 suodatin, 1 regulaattori, 10 anturia, 3 sylinteriä, 3 venttiiliä, 2 D-liitintä (37 pin.)

Mitat: 590 mm x 400 mm x 1000 mm

Paino: 40 kg



### T14010007 Porausmoduuli

Moduulissa hihnakuljetin siirtää kappaleen yksikön keskikohtaan, joka jälkeen se siirretään porausyksikköön reiän tekoa varten. Kun kappaleeseen on porattu reikä se siirretään takaisin hihnakuljettimeen ja edelleen seuraavaan moduuliin.

Yksiköllä voidaan tehdä harjoitteita samanaikaisesti elektronisilla ja pneumaattisilla komponenteilla.

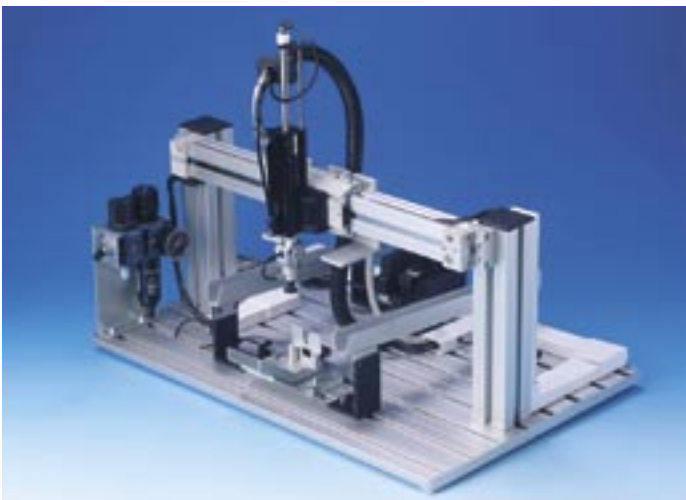
#### Tekniset tiedot:

Vaaditut I/O: 13 tuloa, 11 lähtöä

Varustus: 1 suodatin, 1 regulaattori, 11 anturia, 3 sylinteriä, 4 venttiiliä, 1 ejektori, 1 imukuppi, 1 kuljetin, 1 sähköpora, 2 D-liitintä (37 pin.)

Mitat: 590 mm x 400 mm x 1180 mm

Paino: 35 kg



### T14010008 Lajittelumoduuli

Moduulissa on kaksi optista anturia, joilla tunnistetaan tulevat kappaleet. Värin perusteella kappaleet siirretään sitten eri kouruissa eteenpäin.

#### Tekniset tiedot:

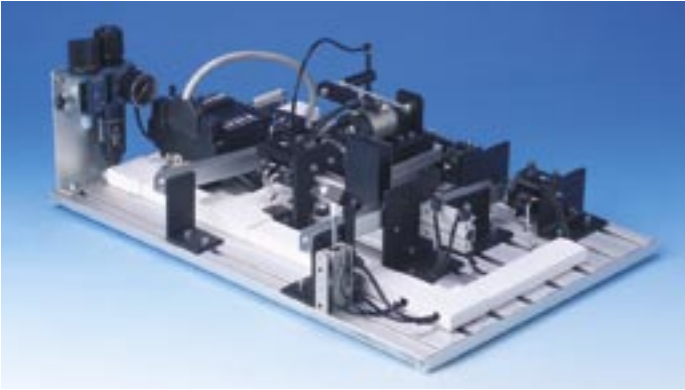
Vaaditut I/O: 9 tuloa, 5 lähtöä

Varustus: 1 suodatin, 1 regulaattori, 7 anturia, 2 sylinteriä, 3 venttiiliä, 2 D-liitintä (37 pin.)

Mitat: 590 mm x 400 mm x 1250 mm

Paino: 33 kg





### T1401009 Asennusmoduuli

Moduuli vastaanottaa värin perusteella erotellut ja poratut jojon puolikkaat. Toiseen puolikkaaseen painetaan metallinen akseli, jonka jälkeen puolikkaat liitetään yhteen. Yksiköllä voidaan harjoitella mm. voimaa.

Tekniset tiedot:

Vaaditut I/O: 16 tuloa, 12 lähtöä

Varustus: 1 suodatin, 1 regulaattori, 14 anturia, 6 sylinteriä, 7 venttiiliä, 2 D-liitintä (37 pin.)

Mitat: 590 mm x 400 mm x 1050 mm

Paino: 33 kg



### T14010010 Ohjauspaneeli

Ohjauspaneeli on alumiinista valmistettu yksikkö, joka voidaan työntää vaunun sisään. Siinä on seuraavat toiminnot: POWER ON, POWER OFF, EMERGENCY STOP, START ja RESET. Valo POWER ON painikkeessa ilmoittaa, että yksikkö on päällä.

Mitat: 290 mm x 95 mm x 55 mm

Paino: 1 kg



### T14010011 Vaunu

Valmistettu 50 mm x 50 mm alumiiniprofiilista, kääntyvät, lukittavat 100 mm pyörät.

Mitat: 550 mm x 400 mm x 790 mm

Paino: 15 kg

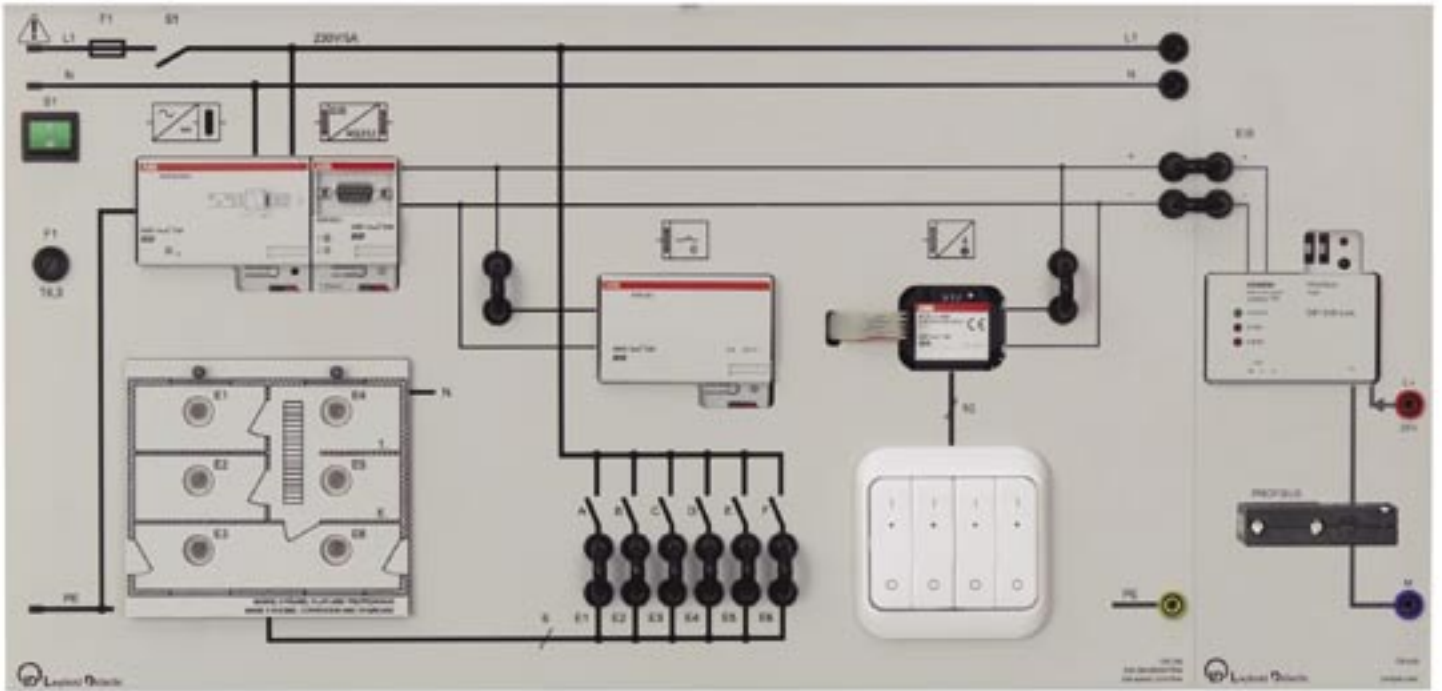


### T14010012 I/O moduuli

Alumiinialusta PLC:tä varten, voidaan sijoittaa esim. vaunuun.

Varustus: 24 V DC 2 A, 37-pin D-liitin.

Mitat: 500 mm x 295 mm.



EIB-perusjärjestelmä

Profibus/EIB-yhteys

## Älykkäät EIB-ohjausjärjestelmät

European Installation Bus (INSTABUS EIB) -väylän käyttämän kiinteistöjärjestelmäteknikan ansiosta kiinteistön eri toiminnot voivat vaihtaa tietoja keskenään. Uusi EIB-perusjärjestelmä tarjoaa täydellisen kokonaisuuden EIB:n perusominaisuuksien tutkimiseen. Syöttöjännite, tietokoneportti, anturit ja toimilaitteet sekä erilaiset ohjelmoitavat kiinteistötoiminnot on yhdistetty pöytäyksikköön, jonka avulla opiskelijat voivat tutustua EIB:hen.

- ohjelmointiin käytetään ETS2®-ohjelman demoversiota, joka soveltuu jopa 20 solmua käsittäviin projekteihin
- syöttöjännitteelle on integroitu kuristin
- tiedonsiirtoliitäntä
- neljä LED:eillä varustettua kosketusanturia
- kuusi binäärilähtöä ohjelmoitavilla ajastintoiminnoilla
- CD-levy, joka sisältää tuotetietokannan ja sovellusvihjeitä
- kuusi valoa ja viisi huoneiden pohjapiirustusta erilaisiin valaistussovelluksiin.

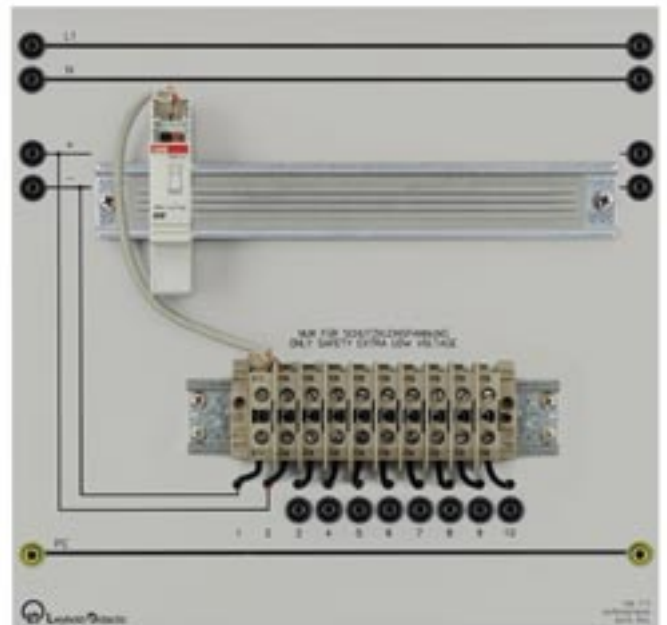
## EIB ja PROFIBUS – kaksi järjestelmää yhdessä

Nykyaikaiset järjestelmät edellyttävät liittymä järjestelmän eri osien tiedonvaihtoa varten. Uuden Profibus/EIB-yhteyden avulla Profibus-komponentteja voidaan käyttää ja arvioida EIB:n kautta ja päinvastoin. AS-i-komponenttien liittäminen järjestelmään on niin ikään helppoa.

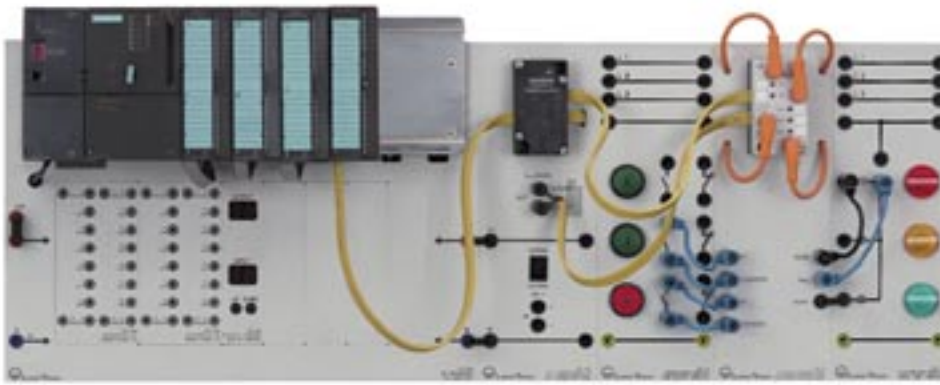
## Yksinkertaisista ohjelmoitavista logiikoista monimutkaisiin verkkojärjestelmiin

Automaatiotekniikan monimuotoinen maailma avautuu helposti, kun apuna käytetään käytännönläheistä väylä- ja automaatiotekniikkaan keskittyvää COM3LAB-multimediakurssia (T16100104). Kurssi tarjoaa perustiedot ohjelmoitavista logiikoista (PLC) useiden esimerkkien ja harjoitusten avulla. Näiden tietojen pohjalta tutustutaan ohjauslaitteiden verkottamiseen sisältäen anturit ja toimilaitteet Profibus-järjestelmän avulla.

Väylään voidaan luonnollisesti yhdistää myös muita komponentteja EIB-kiinteistötekniikkasarjasta TPS 4.4. Oheisessa kuvassa perusjärjestelmä on koottu pöytäyksikön sijasta koerunkoon. Järjestelmään on saatavilla myös datakiskoja, jotka liitetään väylän solmuihin liitinosalla. Näin järjestelmään voidaan liittää eri valmistajien EIB REG -komponentteja.



EIB:n datakisko



AS-i-yhteydellä varustettu PLC-perusjärjestelmä



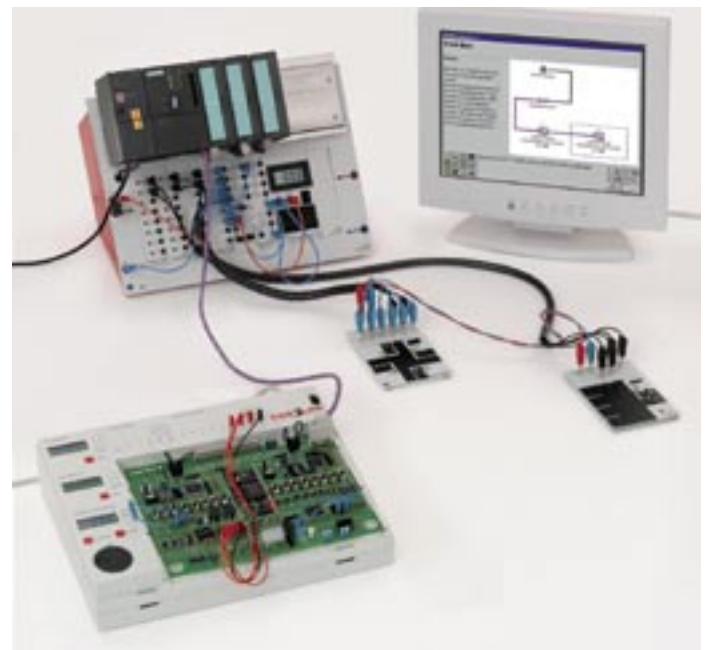
Kurssin antamat tiedot muodostavat perustan käytännön työelämän laitteiden käytölle. Didaktisesti laadituilla komponenteilla voidaan simuloida todennukaisesti hyvinkin monimutkaisia mekatronisia järjestelmiä. Apuna käytetään mm. Profibus-järjestelmää (kuvassa moottori taajuusmuuttajalla), Actuator/Sensor Interface (AS-i) -liitäntää sekä EIB-järjestelmään perustuvaa kiinteistötekniikkaa.

PROFI-CASSY on monissa ammattisovelluksissa käytetty älykäs liitäntätapa. Digitaaliset ja analogiset tulo- ja lähtöliitännät yhdessä Profibus-DP- ja USB-liitäntöjen kanssa tarjoavat monia erilaisia sovellusmahdollisuuksia:

Automaatiotekniikka: Yhdessä CBS 9 -ohjelmamallien kanssa PROFIL-CASSYsta voidaan muokata yleiskäyttöinen järjestelmäsimulaattori, joka liitetään PLC:hen joko Profibusin kautta tai suoraan nauhakaapelilla tai tietokoneeseen USB-portin kautta. Digitaal- ja tietokonetekniikka sekä COM3LAB Sääteotekniikka CASSY-LABin tai Winfactin avulla.

**Laitteet:**

- |               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| T18500100     | COM3LAB perusyksikkö          |
| T16100104     | Automaatio- ja väylätekniikka |
| L07308282     | Simatic S7-315-2DP            |
| L00730410     | AS-i yhteysmoduuli            |
| L00073004     | Painokytkin, 3 kpl            |
| L00730412     | AS-i kytkentämoduuli 2E/2A    |
| L00073017     | Merkkilamppu, 3 kpl           |
| L00524016     | Profi-Cassy                   |
| L00073246     | Moottori, taajuusmuuttajalla  |
| L00072609     | Kehikko T130, kaksi tasoa     |
| L00072675     | Kolmivaihejännitelähde        |
| L00729740     | EIB perusjärjestelmä          |
| L00730433     | DP/EIB-yhteys                 |
| L00729773     | EIB datakiskot                |
| LHSO92C414E81 | Väyläpistoke                  |
| LHSO92C414F2C | Profibus kaapeli, 5 m         |



Multimediaa hyväksi käyttävä oppimisympäristö: COM3LAB automaatiotekniikan opiskelussa



Moottoritaajuusmuuttajalla



CE

### 19020 Metrix MX1, analoginen yleismittari

Mittausalueet:

DC-jännite 150 mV – 1500 V  
 AC-jännite 5 V – 1500 V  
 DC-virta 50  $\mu$ A – 10 A  
 AC-virta 500  $\mu$ A – 10 A  
 Resistanssi 20 k $\Omega$  – 2 M $\Omega$   
 Dioditestausta -6 – 66 dB  
 Suojaus Cat III / 600 V  
 Kumisuojaus ja mittajohtimet  
 Paristo 1,5 V AA  
 Mitat 155 x 98 x 40 mm  
 Paino 420 g



CE

### 19022 Yleismittari, Analoginen yleismittari

Mittausalueet:

DC-jännite 0,3; 3, 12, 30, 120, 300, 600 V  
 AC-jännite 12, 120, 300, 600 V  
 DC-virta 0,06, 3, 30, 300 mA, 12 A  
 AC-virta 12 A  
 Resistanssi 2 k $\Omega$ , 200 k $\Omega$ , 2 M $\Omega$   
 Lämpötila -30°C – +200°C  
 Desibeli -10 – +23, 43, 51, 57 dB  
 Mitat 142 x 94 x 37 mm  
 Paino 240 g



CE

### 19029 Yleismittari, Digitaalinen yleismittari

Mittausalueet:

DC-jännite 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000 V  
 AC-jännite 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 750 V  
 DC-virta 200  $\mu$ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 10 A  
 AC-virta 200  $\mu$ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 10 A  
 Resistanssi 200  $\Omega$ , 2 k $\Omega$ , 20 k $\Omega$ , 200 k $\Omega$ , 2 M $\Omega$ , 20 M $\Omega$   
 Kapasitanssi 2 nF, 20 nF, 200 nF, 2  $\mu$ F, 20  $\mu$ F  
 hFe, log. - ja paristotestausta  
 Summeri  
 Data Hold  
 Kumisuojaus  
 Paristo 9 V  
 Mitat 153 x 74 x 45 mm  
 Paino 355 g



CE

### 19032 Finest 703, digitaalinen TRMS yleismittari

4000 lukeman taustavalaistusta näyttö.

Mittausalueet:

DC-jännite 0 – 1000 V  
 AC-jännite 15 mV – 1000 V  
 DC-virta 0 A – 10 A  
 AC-virta 20  $\mu$ A – 10 A  
 Resistanssi 0  $\Omega$  – 2 M $\Omega$   
 Kapasitanssi 40 nF – 100  $\mu$ F  
 Taajuus 0,5 Hz – 10 MHz  
 Lämpötila -40 ° – 1300 °C  
 Jatkuvuus ja dioditestausta  
 Näytön pito  
 Kumisuojaus ja mittajohtimet  
 Paristo 9 V  
 Mitat 172x92x40,5 mm  
 Paino 386 g  
 Ylijännitesuoja CAT III / 1000 V

## NI90 -sarja

NI90 -sarja on täydellinen yleismittarisarja, perusmittareista huippumalleihin joissa on mm. taustavalaistu näyttö, suhteellinen, True RMS, lämpötilan, kapasitanssin ja taajuuden mittaus. Vahva mittarisarja tarjoaa ratkaisun kaikkiin sovelluksiin. Mittarit täyttävät EN61010-1 standardin ylijännitevaatimukset Cat II / 1000 V, CAT III / 600 V.

### T18010013 NI 9711

#### Mittausalueet:

DC-jännite 0,1 mV – 1000 V,  
tarkkuus 0,25% + 1d  
AC-jännite 0,1 mV – 750 V,  
tarkkuus 1,3% + 5d  
DC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 1,5% + 2d  
AC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 2% + 5d  
Resistanssi 0,1 Ω – 30 MΩ  
Taajuus 1 Hz – 30 MHz  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
RPM mittaus  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
Mittauslukeman pito  
Automaattinen virrankatkaisu (voidaan kytkeä pois päältä)  
Ylikuormitussuoja  
Suojakotelo ja suojatut mittajohtimet  
Suojausluokka IP60  
Paristo 2x1,5 V LR03



### T18010014 NI 9811

True RMS mittaukset.

#### Mittausalueet:

DC-jännite 0,1 mV – 1000 V,  
tarkkuus 0,25% + 1d  
AC-jännite 0,1 mV – 750 V,  
tarkkuus 1,3% + 5d  
DC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 0,7% + 2d  
AC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 2% + 5d  
Resistanssi 0,1 Ω – 40 MΩ  
Kapasitanssi 1 pF – 40 mF  
Taajuus 1 Hz – 40 MHz  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
RPM mittaus  
Huippu min/max  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
Min/Max ja mittauslukeman pito  
Automaattinen virrankatkaisu (voidaan kytkeä pois päältä)  
Ylikuormitussuoja  
Suojakotelo ja suojatut mittajohtimet  
Suojausluokka IP60  
Paristo 1x9 V



### T18010015 NI 9911

True RMS mittaukset.

#### Mittausalueet:

DC-jännite 0,1 mV – 1000 V,  
tarkkuus 0,25% + 1d  
AC-jännite 0,1 mV – 750 V,  
tarkkuus 1,3% + 5d  
DC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 0,7% + 2d  
AC-virta 10 µA – 10 A,  
tarkkuus 2% + 5d  
Resistanssi 0,1 Ω – 40 MΩ  
Kapasitanssi 1 pF – 40 mF  
Taajuus 1 Hz – 40 MHz  
Lämpötila -20°C - 800°C,  
K-tyypin anturi  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
RPM mittaus  
Huippu min/max  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
Min/Max ja mittauslukeman pito  
Suhteellinen mittaus  
Automaattinen virrankatkaisu (voidaan kytkeä pois päältä)  
Ylikuormitussuoja  
Taustavalaistu näyttö  
Suojakotelo ja suojatut mittajohtimet  
Suojausluokka IP60  
Paristo 1x9 V



### T18010011 NI 63

Kompakti, todella helppokäyttöinen yleismittari, jossa on riittävät toiminnot moniin sovelluksiin.

#### Mittausalueet:

DC-jännite 0,1 mV – 600 V,  
tarkkuus 0,5% + 2d  
AC-jännite 1 mV – 600 V,  
tarkkuus 1,5% + 5d  
DC-virta 0,1 µA – 3 mA,  
tarkkuus 1,0% + 2d  
Resistanssi 0,1 Ω – 30 MΩ  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
Mittauslukeman pito  
Automaattinen virrankatkaisu  
Ylikuormitussuoja  
Suojakotelo ja suojatut mittajohtimet  
Ylijänniteluokka CATIII/600 V  
Suojausluokka IP60  
Paristo 2x1,5 V LR03



### T18010012 NI 80

Ergonomisesti muotoiltu, suurella näytöllä varustettu yleismittari mm. huollon tarpeisiin.

#### Mittausalueet:

DC-jännite 0,1 mV – 1000 V,  
tarkkuus 0,5% + 2d  
AC-jännite 1 mV – 750 V,  
tarkkuus 1,5% + 5d  
DC-virta 0,1 µA – 10 A,  
tarkkuus 1,7% + 2d  
AC-virta 0,1 µA – 10 A,  
tarkkuus 2,2% + 4d  
Resistanssi 0,1 Ω – 30 MΩ  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
Mittauslukeman pito  
Automaattinen virrankatkaisu  
Ylikuormitussuoja  
Suojakotelo ja suojatut mittajohtimet  
Ylijänniteluokka CATII/1000 V, CATIII/600 V  
Suojausluokka IP60  
Paristo 2x1,5 V LR03



### T18010016 NI 305R

Erinomainen tarkkuus yhdistettynä monipuolisiin toimintoihin tekevät mittarista ammattilaisen työkalun.

True RMS mittaukset.

#### Mittausalueet:

DC-jännite 1 µV – 1000 V,  
tarkkuus 0,06% + 2d  
AC-jännite 10 µV – 750 V,  
tarkkuus 0,7% + 5d  
DC-virta 1 µA – 10 A,  
tarkkuus 0,2% + 4d  
AC-virta 1 µA – 10 A,  
tarkkuus 0,8% + 8d  
Resistanssi 0,01 Ω – 40 MΩ  
Kapasitanssi 1 pF – 10 mF  
Taajuus 0,01 Hz – 4 MHz  
Lämpötila -200°C - 1200°C, K-tyypin anturi  
Jatkuvuus- ja diodimittaus  
Käsi- ja automaattialuevalinta  
40000 lukeman näyttö  
Min/Max ja mittauslukeman pito  
Suhteellinen mittaus  
Automaattinen virrankatkaisu aseteltavissa  
RS-232 liityntä  
Ylikuormitussuoja  
Taustavalaistu näyttö  
Suojakotelo, suojatut mittajohtimet ja ohjelmisto  
Ylijänniteluokka CATII/1000 V, CATIII/600 V  
Suojausluokka IP64  
Paristo 1x9 V



Pihtimittarisarja AC/DC- virtojen 10  $\mu$ A – 1000 A sekä jännitteen ja resistanssin mittaamiseen. Yleismittarin rajoitettua virranmittausta voidaan laajentaa käyttämällä adapteria NI31 tai NI39T. Vuotovirtapihtimittari NI333 mittaa luotettavasti 10  $\mu$ A resoluutiolla maavuotoa tai vaiheen ja nollan välistä virtaa. Vianetsintä helpottuu ja täten NI333 on jokaisen sähköasentajan tai teknikon työväline.

## T18100011 NI 30

### Mittausalueet:

AC-virta 10 mA – 300 A, tarkkuus 1,0%+3d  
DC-virta 10 mA – 300 A, tarkkuus 2,0%+2d  
AC-jännite 100  $\mu$ V – 600 V, tarkkuus 1,5%+5d  
DC-jännite 100  $\mu$ V – 600 V, tarkkuus 0,5%+2d  
Resistanssi 0,1  $\Omega$  – 40 M $\Omega$ , tarkkuus 0,9%+3d  
Jatkuvuustesti  
Max ja mittaoslukeman pito  
Automaattinen alueenvalinta  
Automaattinen virrankatkaisu  
Leuan aukeama 25 mm  
Suojaus CAT II / 600 V, CAT III / 300 V  
Kestää 1 m pudotuksen  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot  
Paristo 2x1,5 V AAA  
Paino 205 g  
Mitat 192x66x27 mm



## T18100012 NI 33II

### Mittausalueet:

AC-virta 0,1 A – 600 A, tarkkuus 1,5%+5d  
AC-jännite 1 V – 600 V, tarkkuus 1,2%+3d  
Resistanssi 0,1  $\Omega$  – 2 k $\Omega$ , tarkkuus 1,5%+2d  
Jatkuvuustesti  
Mittaoslukeman pito  
Käsi- tai automaattialueenvalinta  
Automaattinen virrankatkaisu  
Leuan aukeama 42 mm  
Suojaus CAT II / 1000 V, CAT III / 600 V  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot  
Paristo 1x9 V  
Paino 360 g  
Mitat 200x76x41 mm



## T18100013 NI 33RII

True RMS pihtimittari  
Tekniset tiedot kuten T18100012 NI 33II paitsi mittaosalueen valinta automaattinen.

## T18100014 NI 36RII

True RMS pihtimittari

### Mittausalueet:

AC-virta 0,1 A – 600 A, tarkkuus 1,9%+5d  
DC-virta 0,1 A – 600 A, tarkkuus 1,5%+7d  
AC-jännite 100 mV – 600 V, tarkkuus 1,5%+5d  
DC-jännite 100  $\mu$ V – 600 V, tarkkuus 0,7%+2d  
Resistanssi 0,1  $\Omega$  – 40 M $\Omega$ , tarkkuus 0,9%+3d  
Jatkuvuustesti  
Max ja mittaoslukeman pito  
Automaattinen alueenvalinta  
Automaattinen virrankatkaisu  
Leuan aukeama 45 mm  
Suojaus CAT II / 1000 V, CAT III / 600 V  
Kestää 1 m pudotuksen  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot  
Paristo 1x9 V  
Paino 360 g  
Mitat 208x82x41 mm



## T18100015 NI 39MR

True RMS pihtimittari

### Mittausalueet:

AC-virta 0,1 A – 1000 A, tarkkuus 1,5%+5d  
DC-virta 0,1 A – 1000 A, tarkkuus 1,0%+3d  
AC-jännite 0,1 V – 600 V, tarkkuus 1,2%+5d  
DC-jännite 0,1 V – 1000 V, tarkkuus 0,7%+2d  
Resistanssi 0,1  $\Omega$  – 40 k $\Omega$ , tarkkuus 1,0%+2d  
Taajuus 1 Hz – 10 kHz, tarkkuus 0,5%+3d  
Jatkuvuustesti  
Automaattinen alueenvalinta  
Huipun pito  
Automaattinen virrankatkaisu  
Leuan aukeama 53 mm  
Suojaus CAT II / 1000 V, CAT III / 600 V  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot  
Paristo 1x9 V  
Paino 420 g  
Mitat 265x100x42 mm



## T18100016 NI 1715 pihtiyleismittari

### Mittausalueet:

AC-virta 0,1 A – 300 A, tarkkuus 1,9%+0,5 A  
AC-jännite 1 mV – 600 V, tarkkuus 1,7%+5d  
DC-jännite 100  $\mu$ V – 600 V, tarkkuus 0,7%+2d  
Resistanssi 0,1  $\Omega$  – 30 M $\Omega$ , tarkkuus 1,0%+2d  
Ulostulosignaali 1 mV/0,1 A  
Jatkuvuustesti  
Mittaoslukeman pito  
Käsi- tai automaattialueenvalinta  
Automaattinen virrankatkaisu  
Leuan aukeama 30 mm  
Suojaus CAT II / 600 V  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot  
Paristo 2x1,5 V AAA  
Paino 270 g  
Mitat 225x72x36 mm



## T18100017 NI 31 Adapteri

### Mittausalueet:

AC-virta 0,1 A – 400 A, tarkkuus 1,9%+0,5 A  
Ulostulosignaali 1 mV/1 A  
Suojaus CAT II / 600 V  
Kestää 1 m pudotuksen  
Leuan aukeama 30 mm  
Paino 250 g  
Mitat 148x72x36 mm



## T18100018 NI 39T Adapteri

### Mittausalueet:

AC-virta 1 A – 1000 A, tarkkuus 1,9%+2 A  
DC-virta 100 A – 1000 A, tarkkuus 1,9%+7A  
Ulostulosignaali 10 mV/A 100 A, 1 mV/A 1000 A  
Suojaus CAT III / 1000 V  
Leuan aukeama 53 mm  
Paristo 1x9 V  
Paino 420 g  
Mitat 232x90x32 mm

## T18100019 NI 333 Vuotovirtapihtimittari

AC-jännite max. 400 V  
AC-virta max. 60 A  
Resistanssi max. 400  $\Omega$   
Jatkuvuustesti  
Min/max ja mittaoslukeman pito  
Automaattinen alueenvalinta  
Automaattinen virrankatkaisu  
Suhteellinen mittaus  
Max. johtimen  $\varnothing$  30 mm  
Suojaus CAT II / 600 V, CAT III 30C  
Varusteet: käyttöohje, kantolaukku, mittajohdot





**T18550001 EasyVolt jännitekoestim**

Ideaalinen testeri jännitteen, läpimenon ja vaiheen tunnistuksella. EasyVolt on luotettava ja turvallinen jännitekoestim jännitealueella 12 - 690 V AC/DC. Johtavuuden ilmaisu optisella ja akustisella signaalilla 400 kohm saakka. Koestimessa on ainutlaatuinen valaisintoiminto, joka lisää turvallisuutta huonossa valaistuksessa.

- Automaattinen alueenvalinta
- Kotelointiluokka IP65
- Ylijännitesuoja CAT III / 690 V
- Paristo 2x1,5 V LR03
- Mitat 240x56x24 mm
- Paino 180 g

**T18550002 EasyVolt Plus**

Kuten edellä, mutta LEDien lisäksi varustettu myös LCD näytöllä.



**T18550003 VoltBeeper jännitekoestim**

Turvallinen ja helppo laite AC jännitteiden testaukseen, kaapeleiden virnailmaisuun, sulakkeiden tarkastukseen ja vaiheen ilmaisuun.

- Jännitealue 50 – 600 V AC
- Jännitteen ja vaiheen ilmaisu vilkkuvalolla (LED) ja äänellä.
- On/off kytkin

- Kotelointiluokka IP40
- Ylijännitesuoja CAT III 600 V
- Paristo 2x1,5 V LR03
- Mitat Ø 25x140 mm
- Paino n. 50 g



**T18550004 Volt Stick jännitekoestim**

Jännitealue 230 – 1000 V AC  
Jännitteen ja vaiheen ilmaisu valolla

- Kotelointiluokka IP64
- Ylijännitesuoja CAT III 1000 V
- Paristo 2x1,5 V LR03
- Mitat Ø 22x138 mm
- Paino n. 50 g



**T18550005 EasyAmp testeri**

Jännitteen, virran, resistanssin ja jatkuvuuden nopeaan ja turvalliseen mittaamiseen.

**Mittausalueet:**

- AC-virta 200 A, tarkkuus 3%+3d, res. 0,1 A
- AC-jännite 600 V, tarkkuus 1,5%+3d, res. 1 V
- DC-jännite 600 V, tarkkuus 1%+2d, res. 1 V
- Resistanssi 2000 Ω, tarkkuus 1%+2d, res. 1 Ω

Jatkuvuusmittaus  
31/2 numeron LCD näyttö  
Näytön pito

- Automaattinen virrankatkaisu
- Johtimen koko max. 12,7 mm
- Kotelointiluokka IP40
- Ylijännitesuoja CAT III / 600 V
- Paristo 1x9 V
- Mitat 188x67x41 mm
- Paino 265 g





**T18010032 Metrix MX 21,**  
digitaalinen yleismittari

**Mittausalueet:**

DC-jännite 20 mV – 600 V, tarkkuus 1%+4d  
 AC-jännite 200 mV – 600 V, tarkkuus 1,5%+8d  
 AC-virta 200 A virtapihdillä  
 Resistanssi 200 Ω – 20 MΩ, tarkkuus 1%+4d  
 Jatkuvuus ja dioditestausta  
 MEM-toiminto  
 Kumisuojaus, mittajohtimet  
 Ylijänniteluokka CAT III/600 V  
 Paristo 9 V  
 Mitat 170x80x31 mm  
 Paino 300 g



**T18010033 Metrix MX 22,** digitaalinen yleismittari

**Mittausalueet:**

DC-jännite 40 mV – 600 V, tarkkuus 0,3%+2d  
 AC-jännite 40 mV – 600 V, tarkkuus 1,0%+4d  
 DC-virta 400 μA – 10 A, tarkkuus 1%+3d  
 AC-virta 400 μA – 10 A, 1,2%+5d  
 Resistanssi 400 Ω – 40 MΩ, tarkkuus 0,5%+4d  
 Taajuus 4 kHz – 40 MHz  
 Jatkuvuus ja dioditestausta  
 MIN/MAX/MEM-toiminnot  
 Kumisuojaus, mittajohtimet  
 Ylijänniteluokka CAT III/600 V  
 Paristo 9 V  
 Mitat 170x80x31 mm  
 Paino 300 g



**T18010034 Metrix MX 23,**  
digitaalinen yleismittari

**Mittausalueet:**

DC-jännite 0,5 V – 1000 V, tarkkuus 0,3%+2d  
 AC-jännite 5 V - 750 V, tarkkuus 1,5%+3d  
 Resistanssi 500 Ω – 50 MΩ, tarkkuus 0,3%+3d  
 Kapasitanssi 50 nF – 50 mF, tarkkuus 1%+2d  
 Taajuus 5 Hz – 500 kHz  
 Jatkuvuus ja dioditestausta  
 MIN/MAX/AutoMEM-toiminnot  
 Kumisuojaus, mittajohtimet  
 Ylijänniteluokka CAT III/600 V  
 Paristo 9 V  
 Mitat 170x80x31 mm  
 Paino 300 g



**T18010035 Metrix MX 24 B,** digitaalinen yleismittari  
Taustavalaistunut näyttö

**Mittausalueet:**

DC-jännite 0,5 V – 1000 V, tarkkuus 0,3%+2d  
 AC-jännite 5 V - 750 V, tarkkuus 1,5%+3d  
 DC-virta 500 mA/10 A, tarkkuus 0,3%+2d/1%+5d  
 AC-virta 500 mA/10 A, tarkkuus 1,5%+2d/2, 5%+5d  
 Resistanssi 500 Ω – 50 MΩ, tarkkuus 0,3%+3d  
 Kapasitanssi 50 nF – 50 mF, tarkkuus 1%+2d  
 Taajuus 5 Hz – 500 kHz  
 Jatkuvuus ja dioditestausta  
 MIN/MAX/AutoMEM-toiminnot  
 Kumisuojaus, mittajohtimet  
 Ylijänniteluokka CAT III/600 V  
 Paristo 9 V  
 Mitat 170x80x31 mm  
 Paino 300 g





**T18010031 Metrix MX 2**, analoginen yleismittari

**Mittausalueet:**

- DC-jännite 150 mV – 1500 V
- AC-jännite 5 V – 1500 V
- DC-virta 50  $\mu$ A – 10 A
- AC-virta 10 A – 200 A, virtapihdillä
- Resistanssi 20 k $\Omega$  – 2 M $\Omega$
- Dioditestausta
- dB -6 – 66 dB
- Suojaus CAT III/600 V
- Kumisuojaus, mittajohtimet ja pihtimittari MN09
- Paristo 1,5 V AA



**T18010036 Metrix MX 53C**, digitaalinen TRMS yleismittari 50000 lukeman näyttö.

**Mittausalueet:**

- DC-jännite 0,5 V – 1000 V, tarkkuus 0,1%+2d
- AC-jännite 0,5 V – 750 V, tarkkuus 1%+3d
- DC-virta 5 mA – 10 A, tarkkuus 0,2%+2d
- AC-virta 5 mA – 10 A, tarkkuus 1%+3d
- Resistanssi 0,5 k $\Omega$  – 50 M $\Omega$ , tarkkuus 0,1%
- Kapasitanssi 50 nF – 50 mF
- Jatkuvuus ja dioditestausta
- Mittajohtimet
- Ylijänniteluokka CAT III/600 V
- Suojausluokka IP67
- Paristo 9 V
- Mitat 189x82x40 mm
- Paino 400 g

**T18010037 Metrix MX 54C**, digitaalinen TRMS yleismittari Taustavalaistu 50000 lukeman näyttö.

**Mittausalueet:**

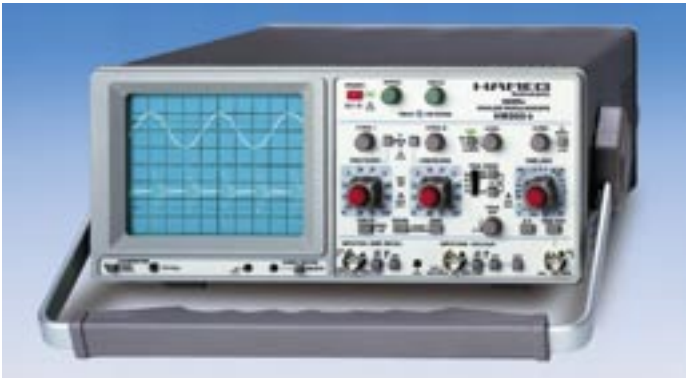
- DC-jännite 0,5 V – 1000 V, tarkkuus 0,05%+2d
- AC-jännite 0,5 V – 750 V, tarkkuus 0,3%+30d
- DC-virta 500  $\mu$ A – 10 A, tarkkuus 0,05%+2d
- AC-virta 500  $\mu$ A – 10 A, tarkkuus 0,6%+30d
- Resistanssi 0,5 k $\Omega$  – 50 M $\Omega$ , tarkkuus 0,07%
- Kapasitanssi 50 nF – 50 mF
- Taajuus, dB, lämpötila, verkkojännitteen seuranta
- Jatkuvuus ja dioditestausta
- Mittajohtimet
- Ylijänniteluokka CAT III/600 V
- Suojausluokka IP67
- Paristo 9 V
- Mitat 189x82x40 mm
- Paino 400 g



**T18010038 MX 54C kit**

**Sarja sisältö:**

- SX-DMM mittausten käsittelyohjelma
- SX-ASYC2C kalibrointiohjelma
- Mittalaitteympäristö
- Kantolaukku



### T18250001 Oskilloskooppi 35 MHz

- 35 MHz, kaksi kanavaa, 1 mV...20 V/div, 0,2 s ... 10 ns/div
- liipaisu: DC-100 MHz, auto peak-to-peak, video
- liipaisun pidätys, vuoroliipaisu
- komponenttitesteri, 1 kHz/1 MHz kalibraattori



### T18250002 Oskilloskooppi 50 MHz

- 50 MHz ana/digitaaliskooppi, kaksi kanavaa, 1 mV...20 V/div
- näytteistys 2 GS/s, 100 MS/s, 100 MHz taajuus- ja aikalaskuri neljän numeron erottelulla
- 7 automaattista mittausta, sisäänrakennettu kalibroitavalikko
- 9 esivalittua asetusta, autoset, kursorimittaukset, RS-232, PC-ohjelma



### T18250003 Oskilloskooppi 20 MHz ja 1 MHz funktiogeneraattori yhdessä

- 20 MHz, kaksi kanavaa
- herkkyys 10 mV/div
- videosignaaliin tahdistus
- Z-akselin tulo
- Vuoroliipaisu
- 1-kanavainen lähtö
- mallissa 1 MHz funktiogeneraattori sisäänrakennettuna



### T18250004 Digitaalioskilloskooppi 100 MHz

- 100 MHz digitaaliskooppi, kaksi kanavaa, 2 mV...5 V/div, 2 ns...5 s/div
- näytteistys 25 GS/s, 100 MS/s
- muisti 125 k/kanava
- 15 automaattista mittausta, erittäin monipuoliset liipaisu-toiminnot
- vakiona RS-232, kirjoitinliitäntä, VGA-lähtö, optiona GPIB



### 24023 BNC / Banaaniadapteri

Adapterin avulla oskilloskooppimittauksissa voidaan käyttää 4 mm mittajohtimia.



### T18500020 Säädettävä teholähde 0-30 V / 0-3 A

- 0-30 V/0-3 A, vakio virta- ja vakiojännite toiminnot, kevyt ja kompakti
- 0,01% regulointisärö
- ulkoinen 0-10 V jänniteohjausmahdollisuus
- tehokas suojaus
- mitat: 128 mm x 145 mm x 285 mm, 5 kg



### T18500021 Säädettävä teholähde 2 x 0-30 V

- neljä erotettua lähtöä: 2 x 0-30 V / 0-3 A, 1 x 3-6 V / 1 A, 1 x 8-15 V / 1 A
- sarja-, rinnan- ja trackingkytkennät
- vakiojännite- ja virtakäyttö, tehokkaat suojaukset, jäähdytyksen säätö
- mitat: 255 mm x 145 mm x 315 mm, 11 kg



### T18150001 Funktiogeneraattori 3 MHz

- digitaaliset painikkeet
- 0,3 Hz-3 MHz, sini-, kolmio- ja kanttiaalto
- TTL- ja CMOS-lähdöt, tasonsäätö n. 1 mV-10 Vpp
- taajuuden ulkoinen ohjaus (VCF)
- signaalin napaisuuden kääntö
- tasajännitelisän säätö, 2 x 20 dB vaimennusportaatt ja -säätö



### T18150002 Funktiogeneraattori 3 MHz

- Kuten T18150001, erona:
- kuuden numeron taajuusnäyttö, ulkoinen taajuus 150 MHz asti, erottelu 10 nHz...0,1 Hz
- LIN/LOG taajuuspyyhkäisy



### T18100010 Spektrianalysaattori 1050 MHz

- jatkuva taajuusmittausalue 150 kHz-1050 MHz
- amplitudialue -100 dBm - +13 dBm (7 dBμV - 120 dBμV)
- taajuuserottelu 10 kHz, RBW (3 dB) 9 kHz, 120 kHz, 400 kHz; VBW 4 kHz
- dynamiikka 75 dB
- vakiona RS-232 liitäntä ja PC-ohjelma

EMC-mittausmahdollisuus yhdessä HM6050-2 kanssa.



### T18550021 PHA 3300 Power Harmonics Analyser

PHA 3300 analysaattorilla voit helposti tarkastaa ja tutkia yksi- tai kolmivaihesähköllä toimivia järjestelmiä Eurooppalaisen standardin EN 50160 mukaisesti. Testiraportti voidaan tulostaa nopeasti Windows-pohjaisella ohjelmalla. Laitetta voidaan käyttää sekä reaaliaikaisiin mittauksiin että muistimittauksiin.

- tarkka energian mittaus
- harmoniset yliaallot, DC...63
- 2 Mb EEPROM muisti
- Ni-Cd akut, toiminta-aika 5 h
- LCD grafiikkanäyttö 160x116 pikseliä LED taustavalolla
- monipuolinen tietokoneohjelma mittausten analysointiin
- 3 täysin erotettua kanavaa, 10 –550 Vrms
- 0,02 V – 1 V/20 A – 1000 A
- RS 232 sarjaportti, optoeristetty

Ylijänniteluokka CAT III / 600 V

Suojausluokka IP 54

Varustus: mittajohdot, virtapihdit 1000 A/1 V 3 kpl, tietokoneohjelma ja kantolaukku

Mitat 265x110x185 mm

Paino 2,1 kg



### T18550031 Metrel MI 2170 kone- ja sähkölaitetesteri

Kone- ja sähkölaitetesteri on erinomainen ratkaisu sähkökoneiden, -laitteiden ja ohjauslaitteiden mittauksiin. Testerillä voidaan suorittaa kaikki EN 60204 mukaiset testit.

Jännitetesti 2500 V AC/ 250 VA/ 100 mA  
1000 V AC/ 500 VA/ 500 mA

50 mittauksen muisti

RS 232 sarjaportti tiedonsiirtoon PC:lle

Ylijänniteluokka CAT III/ 300 V

Suojausluokka IP 54

Varustus: mittajohdot, kantolaukku, mittaohjelma

Mitat 345x160x335 mm

Paino 9,5 kg



23007	Sähköjohdin	25 cm	punainen
23007B	Sähköjohdin	25 cm	musta
23007C	Sähköjohdin	25 cm	keltainen
23008	Sähköjohdin	50 cm	punainen
23008B	Sähköjohdin	50 cm	musta
23008C	Sähköjohdin	50 cm	keltainen
23009	Sähköjohdin	100 cm	punainen
23009B	Sähköjohdin	100 cm	musta
23009C	Sähköjohdin	100 cm	keltainen
23006	Sähköjohdin	200 cm	punainen
23006B	Sähköjohdin	200 cm	musta
23006C	Sähköjohdin	200 cm	keltainen

• 4 mm pistokkeilla



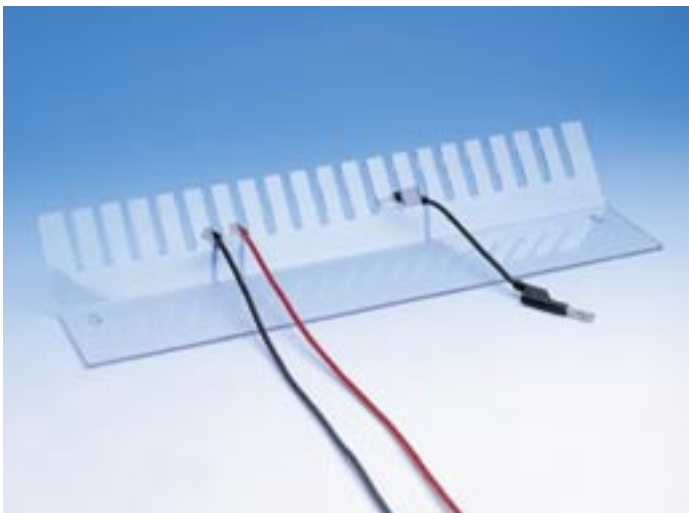
Täysin eristetyt 4 mm, 1 mm<sup>2</sup> mittajohdot. Max 16 A, 1000 VDC.

IEC 1010, Cat III 1000 V

23020	Sähköjohdin	25 cm	musta
23020B	Sähköjohdin	25 cm	punainen
23020C	Sähköjohdin	25 cm	keltainen
23020D	Sähköjohdin	25 cm	vihreä
23020E	Sähköjohdin	25 cm	sininen
23021	Sähköjohdin	50 cm	musta
23021B	Sähköjohdin	50 cm	punainen
23021C	Sähköjohdin	50 cm	keltainen
23021D	Sähköjohdin	50 cm	vihreä
23021E	Sähköjohdin	50 cm	sininen
23022	Sähköjohdin	100 cm	musta
23022B	Sähköjohdin	100 cm	punainen
23022C	Sähköjohdin	100 cm	keltainen
23022D	Sähköjohdin	100 cm	vihreä
23022E	Sähköjohdin	100 cm	sininen
23024	Sähköjohdin	200 cm	musta
23024B	Sähköjohdin	200 cm	punainen



23015 Jatkojohto 8 m  
23015B Jatkojohto, kytkimellä



**12024 Sähköjohtoteline** 100 johtimelle  
Mitat: 420 mm x 120 mm seinään kiinnitettävä.



**77041 Johtotarjotin**

Koko: 450 mm x 390 mm, seinään ripustettava malli.

Tarjotimessa on merkitty paikat 25 cm, 50 cm, 75 cm ja 100 cm johdoille. Ryhmänumerointi 1 – 10 (valvonta).

Tarjotin on kätevä kiinnittää myös siirtovaunujen 77020 ja 77017 pätyyn, josta johtojen jakelu ja palautus on helppoa.

Tarjotin sopii myös vaunujen hahloihin.



# IS·VET Kalusteet

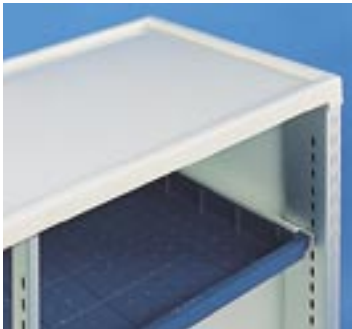


**IS-VET -kalustejärjestelmän avulla arvokkaiden opetusvälineiden valvonta on helppoa. Jokaiselle opetusvälineelle on oma paikkansa. Näin järjestys säilyy ja hävikki pienenee. Siirtovaunulla välineet siirtyvät varastosta opetustilaan nopeasti ja helposti.**



## Optimaalinen hyllyväli

Optimaalinen hyllyväli: maksimikapasiteetti. Voit valita kaappien tarjottimien värin tilattaessa. Väreillä voidaan ilmaista esim. luokka-aste oppilaskohtaisiin kuvaamataidon tai tekstiilityön tarvikeshyllyihin. Kaapissa, siirtovaunussa ja työpöydän alla on hahlot oppilastarviketarjottimille.



Siirtovaunujen kansi on kaukalomainen. Näin se ehkäisee tavaroiden putoamisen vaunua liikuteltaessa.



**75120 Siirtovaunu**  
Mitat: 100 x 45 x 85 cm. Vakiona 10 tarjontia.

## IS-VET -kalustejärjestelmän avulla väli- neet mahtuvat pieneen tilaan muodos- taen selkeitä kokonaisuuksia

Pientarvikekaapit ovat metallirunkoisia. Eri korkuisia kaappeja saadaan laittamalla vakioittaisia yksiköitä päällekkäin. Lokerohylly on pientarvikekaappien 75222 ja 75202 vakiohylly.



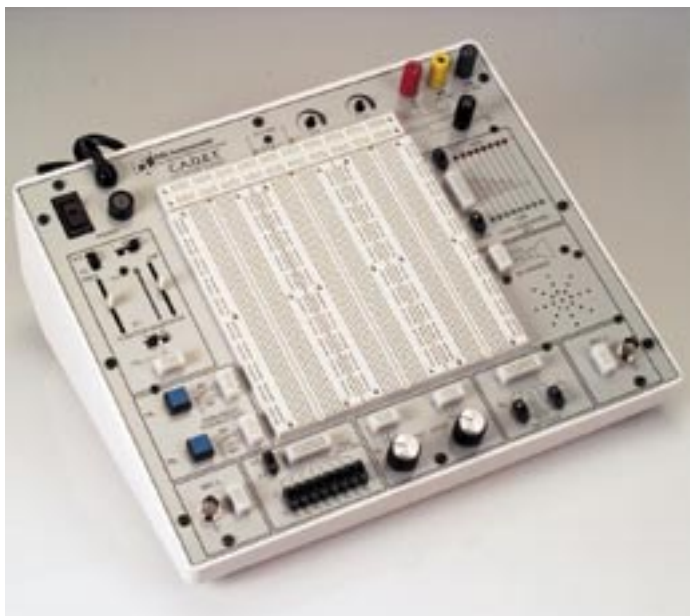
### 75222 Pientarvikekaappi

Koko: 100 x 45 x 113 cm.

Metallirunkoinen kaappi. Vakiona 20 kpl lokerohyllyä. Hyllyjen väri valittavissa tilattaessa, vakioitoitus valkoinen. Lokeroiden kokoa voidaan muuttaa suuremmaksi poistamalla osa välilevyistä.



**77026 Turvapaneeli**, 500 x 222 x 65 mm

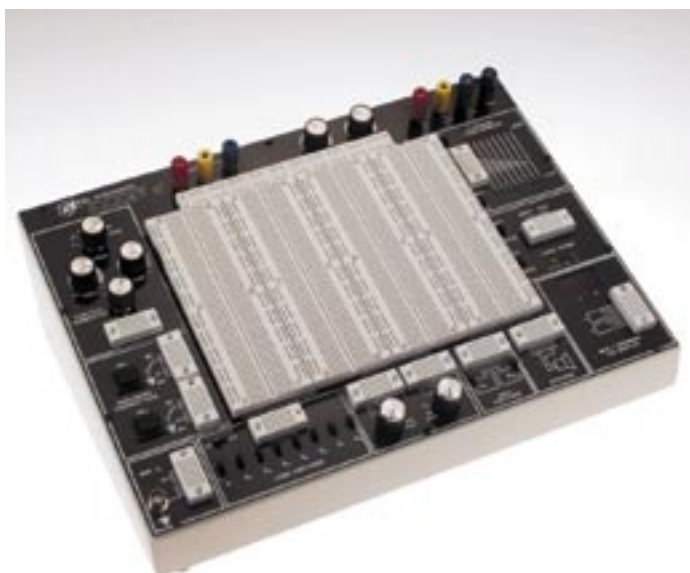


## Korkealaatuiset elektronikan opetusvälineet saatavissa tänään!

### C.A.D.E.T.

- Irrotettava kytkentäalusta, jolla on elinikäinen takuu
- Monen aaltomuodon funktiogeneraattori
- Säädetty AC/DC tehollähde
- 8 valittavaa logiikkakytkintä
- 8 puskuroitua High ja Low logiikkailmaisinta
- 8 SPDT logiikkakytkintä
- 1 k $\Omega$  ja 10 k $\Omega$  potentiometriä
- 2 värähtelemättömällä painonapeilla ohjattavaa pulssiantopiiriä
- 2 BNC-liitintä ja 8  $\Omega$  kaiutin
- Saatavissa myös kantolaukussa
- 3 vuoden takuu

Kurssimateriaalia saatavissa



### C.A.D.E.T. II

- Suuri irrotettava kytkentäalusta, jolla on elinikäinen takuu
- Kaksi avoin-kollektori pulssilähtöä
- Sisäänrakennettu monen aaltomuodon funktiogeneraattori
- Neliosainen tehollähde: kolme tasajännitettä ja yksi vaihtojännite
- Laajennettavissa muilla elektronikan opetuslaitteilla
- Sisäänrakennettu logiikkamittauspää, jossa on pulssinkaappaus
- BCD/7 segmentti dekodori/näyttö
- 8 kanavainen logiikkailmaisin
- 3 vuoden takuu

Kurssimateriaalia saatavissa



### C.A.D.E.T. MasterLab

- Irrotettava kytkentäalusta, jolla on elinikäinen takuu
- 1 MHz monen aaltomuodon funktiogeneraattori
- Nelilähtöinen tehollähde
- Logiikkatestauspää, jossa on pulssikaappaus
- Suorakaidepulssigeneraattori
- BCD/7 segmentti dekodori/näyttö
- 8 kanavainen logiikkaindikaattori
- Nelialueinen digitaalinen tasajännitemittari
- Kaksi avoin-kollektorilähtöistä pulssipiiriä
- 8 valittavaa logiikkakytkintä
- Irrotettava 25-napainen tietokone-liitäntä
- Käytönopastusmateriaali
- 3 vuoden takuu

Kurssimateriaalia saatavissa



# C.A.D.E.T. -sarja, ominaisuudet

## C.A.D.E.T.

### Tehonsyöttö:

3-napainen verkkoliitäntä (115/230 V, 50 - 60 Hz tai 230 V, 50 Hz - määritteile tilauksen yhteydessä). Valaistu verkkokytkin.

### Teholähteet:

Kiinteä 5 VDC @ 1.0 A, hurina < 5 mV  
Säädettävä: ±1.3V ... 15 V @ 0.5 A, hurina < 5 mV

### Funktiogeneraattori:

Taajuusalue: 0.1 Hz ... 1 MHz kuutena alueena  
Lähtöjännite: 0 ... ±10 V (20 V<sub>p-p</sub>)  
Lähtöimpedanssi: 600 Ω (paitsi TTL)  
Lähtövirta 10 mA max, oikosulkusuojattu  
Aaltomuodot: sini, suorakaide, kolmio, TTL  
Sinaalto: Särö < 3% (10 Hz ... 100 kHz)  
TTL pulssilähtö: Nousu- ja laskuajat < 25 ns ohjaa 10 TTL-piiriä  
Suorakaideaalto: Nousu- ja laskuajat < 1.5 μs

### Logiikkaindikaattorit:

8 punaista (High) ja vihreätä (Low) puskuroitua LED: iä, 1.4 V (nimellinen) kynnysjännite, tulot suojattu ±20 V jännitteeseen asti.

### Värähtelemättömät painonapit (Pulssinantopiiri):

Kaksi painonapella ohjattavaa avoin-kollektori-piiriä ja yksi normaali lähtö. Kukin lähtö voi niellä virtaa 250 mA asti.

### Potentiometrit:

Yksi 1 kΩ ja yksi 10 kΩ, kaikki liitännät kytkemättömiä.

### Kytkimet:

Kaksi SPDT liukukytkintä, kaikki liitännät kytkemättömiä.

### BNC-liittimet:

Kaksi BNC-liittintä, keskijohdin kytkemätön, suojaus maadoitettu.

### Logiikkakytkimet:

8 erillistä SPDT logiikkakytkintä, kaikkien 8 kytkimen toiset päät on liitetty yhteen ja ne voidaan edelleen kytkeä joko +5 V jännitteeseen tai maahan. Kaikkien 8 kytkimen toiset päät ovat kytkemättömiä.

**Kaiutin:** 0.25 W, 8 Ω

### Kytkeäalustan koko:

Yhteensä 2520 erillistä liitospistettä. Kaksi väyläkiskoa, jotka on liitetty sisäisesti toinen tehonsyöttöön ja toinen maahan. Jokaista jännitettä, eli +5 V, +15 V ja -15 V sekä maata varten on viisikymmentä liitäntäpistettä.

**Kotelo:** Iskunkestävä muovikotelo

**Mitat:** 16.5 cm x 41 cm x 29 cm

**Paino:** 3.2 kg

**T12010020** C.A.D.E.T.

**T12010021** C.A.D.E.T. kantolaukussa

**T12010022** Opiskelijan kytkentälevy

## C.A.D.E.T. II

### Tehonsyöttö:

3-napainen verkkoliitäntä (115/230 V, 50 - 60 Hz tai 230 V, 50 Hz - määritteile tilauksen yhteydessä). Valaistu verkkokytkin.

### Teholähteet:

Kiinteä +5 VDC @ 1.0 A, hurina < 5 mV  
Säädettävä tasajännitelähde O/P: +1.3 V ... +15 V @ 0.5 A, hurina < 5 mV  
Säädettävä tasajännitelähde O/P: -1.3 V ... -15 V @ 0.5 A, hurina < 5 mV  
Kiinteä vaihtojännitelähde O/P: 12.6 VAC keskiulosotto @ 100 mA

### Funktiogeneraattori:

Katso C.A.D.E.T.

### Logiikkaindikaattorit:

8 punaista (High) indikaattoria ja 8 vihreätä (Low) indikaattoria.

### Logiikkamittapää:

Sisäänrakennettu TTL/CMOS-yhteensopiva logiikkamittapää. Kaappaa yksittäisiä pulsseja ja pulssijonoja. Tuloimpedanssi 300 kΩ, ylikuormitus suojaus + 50 VDC asti, pienin havaittava pulssinpituus 100 ns. TTL-kynnys Low 0.8 V ja High 2.25 V, CMOS-kynnys Low 30%VCC ja High 70%VCC. Muisti, johon muutos tallentuu ja LED jää palamaan, kunnes muisti nollataan.

### Värähtelemättömät painonapit (Pulssinantopiiri):

Katso C.A.D.E.T.

**Potentiometrit:** Katso C.A.D.E.T.

**Kytkimet:** Katso C.A.D.E.T.

**Logiikkakytkimet:** Katso C.A.D.E.T.

**BNC-liitin:** Katso C.A.D.E.T.

**Kaiutin:** 0.25 W, 8 Ω

### BCD/7 segmenttinäyttö:

2 BNC/7-segmentti näyttöpiiriä, joihin kuuluu dekoderi/ohjauspiirit.

### Kytkeäalustan koko:

Yhteensä 3360 erillistä liitospistettä tarraohjaisella kytkeäalustalla. Kaksi QT-59B väyläkiskoa. Jännitteitä +5 V, säädettävää ±15 V, ja maata varten on tarpeen mukaan käytettävissä aina viisikymmentä liitäntäpistettä.

**Kotelo:** Tukeva teräskotelo

**Mitat:** 11.4 cm x 38.1 cm x 27.3 cm

**Paino:** 4.5 kg

**T12010025** C.A.D.E.T. II

**T12010026** Opiskelijan kytkentälevy

## C.A.D.E.T. MasterLab

### Tehonsyöttö:

3-napainen verkkoliitäntä 110 V 50 - 60 Hz vakiona. Valaistu verkkokytkin.

### Teholähteet:

Kiinteä tasajännitelähde 5 VDC @ 1.0 A, ripple < 5 mV  
+V: Säädettävä tasajännitelähde O/P: +1.3 V ... +15 V (150 mA @ 1.3 V, 500 mA @ +15 V max), hurina < 5 mV  
-V: Säädettävä tasajännitelähde O/P: -1.3 V ... -15 V (150 mA @ 1.3 V, 500 mA @ -15 V max), hurina < 5 mV  
Kiinteä vaihtojännitelähde 12.6 VAC, keskiulosotto @ 100 mA

### Funktiogeneraattori:

Taajuusalue: 0.1 Hz ... 1 MHz seitsemänä alueena  
Lähtöjännite: 0 ... ±10 V (20 V<sub>p-p</sub>), oikosulkusuojattu  
Aaltomuodot: sini, suorakaide, kolmio, TTL  
Sinaalto: Särö < 3% (10 Hz ... 100 kHz)  
TTL pulssilähtö: Nousu- ja laskuajat < 25 ns ohjaa 10 TTL-piiriä  
Suorakaideaalto: Nousu- ja laskuajat < 0.5 μs  
Kytkentäpisteet: Sini, Suorakaide, Kolmioaalto: 10 TTL: 10

**Logiikkaindikaattorit:** Katso C.A.D.E.T. II

**Logiikkamittapää:** Katso C.A.D.E.T. II

### Värähtelemättömät painonapit (Pulssinantopiiri):

Katso C.A.D.E.T.

### Potentiometrit:

Katso C.A.D.E.T.  
Liitäntäpisteet: 20 kpl liukua kohti, 10 kpl muita kontak- teja kohti.

### Pulssigeneraattori:

Nimellinen suorakaideaalto generaattori kuusi taa- juusalueella 1 Hz ... 1 MHz. Kaksi kytkimellä valittavaa lähtöaluetta, yksi (TTL) 5 Vp-p ja yksi säädettävään jännitelähteeseen liitetty lähtö (CMOS), jonka antamaa jännitettä voi vaihdella 0V ... 15 Vp-p välillä. Kymmen- nen liitäntäpistettä ulkopuolisiin piireihin liittämistä varten.

### Digitaalinen volttimittari:

Valintakytkimellä varustettu nelialueinen digitaalinen tasajännitemittari. Alueet: ±000.0 ... 199.9 mV, ±0.200 ... 1.999 V, ±2.00 ... 19.99 V ja ±20.0 ... 199.9 V. Tulo on ylijännitesuojattu ±300 V asti. Nestekidenäyttö.

### BNC-liitin:

Yksi BNC-liitin, jonka kuori on liitetty maahan.  
Liitäntäpisteet: 1 x 0.6 mm liitin tuloa varten  
1 x 0.6 mm liitin -tuloa varten

### SPDT-kytkimet:

Kaksi SPDT liukukytkintä, kaikki liitännät kytkemättömiä ja käytettävissä.  
Liitäntäpisteet, 10 kpl liukua kohti, 5 kpl muita kontak- teja kohti

### Logiikkakytkimet:

8 logiikkakytkimellä voi valita loogisen Low tai loogisen High tilan, Low-tila on maapotentiaali. High-tila on kytkettävissä joko +5 V kiinteään jännitelähteeseen tai säädettävään +1.3 ... +15 V jännitelähteeseen. Liitän- nät : 5 kpl per kytkin.

**Kaiutin:** 0.25 W, 8 Ω, kytkemätön

Liitännät 1 x 0.6 mm liitin +tuloa varten  
1 x 0.6 mm liitin -tuloa varten

**BCD/7 segmenttinäyttö:** Katso C.A.D.E.T. II

**Kytkeäalustan koko:** Katso C.A.D.E.T. II

### Tietokoneiliitäntä:

Irrrotettava passiivinen 25-napainen D-liitin ja kytkentä- alustan liitin. D-liittimen kukin nasta on kytketty yhden IF 16 liittimen kahteen liitäntäpisteeseen. Lisäksi käy- tettävissä on 6 ja 8 liitäntäpisteen ryhmiä.

**Kotelo:** Tukeva teräskotelo

**Mitat:** 11.4 cm x 38.1 cm x 27.3 cm

**Paino:** 4.5 kg

**T12010030** C.A.D.E.T. Masterlab

**T12010031** Opiskelijan kytkentälevy



Laboratoriovälinepakkauksia on saatavissa! Katso sivu 30.

C.A.D.E.T. Nyt saatavilla kanto- laukussa. Kestävään laukkuun mahtuvat myös kirjat, mittarit ja johtosarja.

Kaikkia tuotteita on saatavissa 110 voltin ja 220 voltin käyttäjännitteelle!



	sivu		sivu
AC-servomoottori	75	Elektroniikkasarja	28
AC-servovahvistin	75	EM1 Harjoitussarja	39
Alusta jännitteensyötöllä	62	Epätahtimoottori jalustalla, 3-vaihe	78
Analoginen kombimoduuli A1S-63ADA	62	ETERM6 ohjelma, yhden käyttäjän lisenssi	17
Anturimoduuli	79	Funktiogeneraattorit	97
Anturisarja, säätö- ja mittaustekniikka	71	Generaattorijarru	73
Aputoimintolevy HK1	53	GX developer-ohjelma	60
Aputoimintolevy HK2	36	Harjoituslevy 1 – vastukset	6
Asennusmoduuli	87	Harjoituslevy 2 – kondensaattorit	6
Asentomoduuili SR3	74	Harjoituslevy 3 – diodit	6
Askelmoottori	74	Harjoituslevy 4 – jänniteensäädin	7
Askelmoottorimoduuli SM1	74	Harjoituslevy 5 – transistori	7
Autobygg	82	Harjoituslevy 6 – talohälytin	12
Autobygg Junior	60	Harjoituslevy AE1 – tehovahvistin	20
Autobygg lisävälinesarja	60	Harjoituslevy AE2 – kytkentäalusta	20
Autodrill	83	Harjoituslevy AE3 – differenssivahvistin	20
Autolift	83	Harjoituslevy AE4 – etuvahvistin	20
Automoduuli-vakionopeussäädin	70	Harjoituslevy AE5 – tehovahvistin	20
Autoportal	83	Harjoituslevy AE6 – IR vastaanotin	21
BS2000 rakennussarja	7	Harjoituslevy AE7 – IR lähetin	21
CADET	102	Harjoituslevy AE8 – Wienin oskillaattori	21
Com3Lab	30	Harjoituslevy DB1	16
DA komponenttisarja	15	Harjoituslevy DB2	16
DA1	13	Harjoituslevy DB3, sis. alustan	16
DA2	14	Harjoituslevy IK1 – jänniteensäätö	52
DA3	14	Harjoituslevy IK2 – transistori	52
DA4	14	Harjoituslevy IK3 – operaatiovahvistin	52
DA5	14	Harjoituslevy IK4 – tasasuunnin	52
DA6	15	Harjoituslevy IK5 – AD/DA -muunnin	53
DC-moottori IK -levyille	53	Harjoituslevy IK6	53
DC-servomoottori ilman vaihdetta	73	Harjoituslevy IK7	53
DC-servomoottori vaihteella	74	Harjoituslevy MP1	34
Digitaaliyksikkö EK10A	12	Harjoituslevy MP10	35
EasyAmp testeri	93	Harjoituslevy MP11	36
EG komponenttisarja	9	Harjoituslevy MP12	36
EG1 RC	8	Harjoituslevy MP13	36
EG2 Ajastin	8	Harjoituslevy MP14	36
EG3 Diodit	9	Harjoituslevy MP2	34
EG4 Tasasuuntaus	9	Harjoituslevy MP3	34
EG5 Anturi	9	Harjoituslevy MP4	34
EG6 Himmennin	9	Harjoituslevy MP5	34
EG7	15	Harjoituslevy MP6	35
EG7 Kytkentäalusta	9	Harjoituslevy MP7	35
EG8 Vianetsintä	9	Harjoituslevy MP8	35
EGM Peruslevy	8	Harjoituslevy MP9	35
EIB ja Profibus	88	Harjoituslevy OE1 – vastaanotin	23
ELB1	37	Harjoituslevy OE2 – lähetin	23
ELB2	37	HK3 aputoimintolevy	60
ELB3	37	Hydrauliikan opetusvaunu DS3-G	67
ELB4	37	Hylsmoduuli	79
ELB5	37	I/O moduuli	87
		Jakokeskus	46

Johtotarjotin .....	99	PF6 analogiayksikkö .....	62
Jo-Jo tehdas .....	85	PF7 digitaalisyksikkö .....	62
JUN-AIR 6 .....	65	PID-Future -ohjelmisto (8 käyt.) .....	62
Juotosharjoitusarja YM2 .....	27	Pihtimittarit .....	92
Jännitekoestimet .....	93	Pinta-asennusperusyksikkö .....	46
Jännitelähde A1S-61PN .....	62	PLC-Moduuli ( Perusyksikkö 2000) .....	79
Kaapeli MAC-10 CAB .....	57	Pneumatiikka MLS 761-410 .....	65
Keskusyksikkö A1S-CPU, 256 I/O .....	62	Porausmoduuli .....	86
Kirjaluettelo .....	2	Potentiometri .....	74
Kolmivaiheinen epätahtimoottori .....	43	Rakennussarja YM1 .....	27
Kolmivaiheinen tehokuorma .....	42	S24 digitaalitekniikan kytkentäpöytä .....	2
Kolmivaihekuorma .....	42	Servoalusta .....	73
Kolmivaihemuuntaja .....	42	Servosäädin SR1 .....	74
Kolmivaihepääte .....	42	Sigma WIN ohjelma .....	75
Kolmivaihesimulaattori .....	42	Signaalimuunnin SC09 .....	57
Komponenttisarja DB5 .....	16	Signaaliyksikkö AS100, anal/digit .....	62
Komponenttisarja DG1 .....	12	Simulointimoduuli .....	56
Komponenttisarja IK -levyille .....	53	Spektrianalysointimoduuli .....	97
Komponenttisarja, pehmytjuottaminen .....	25	Suuntaajamoduuli .....	79
Komponenttisarja, sähkömekaniikka .....	39	Sylinterimoduuli .....	56
Kontaktorimoduuli .....	79	Syöttöpöytä, pyörivä .....	79
Kuulien lajitteluprosessi .....	57	Sähköjohtimet .....	99
KytKentäpalat .....	43	Sähköjohtoteline .....	99
KytKentäpöytä EK10B .....	12	Sähköpneumatiikka MLS 761-420 .....	65
Laaduntarkastusmoduuli .....	86	Säiliömoduuli-pinnankorkeus .....	70
Labsoft .....	29	Säädinmoduuli, PID-säädin .....	70
Lajittelumoduuli .....	86	Taajuusmuuttajamoduuli .....	78
Liikennemoduuli .....	56	Tachogeneraattori .....	78
Liitrimamoduuli .....	56	Tasavirtamoottori .....	78
Lineaarilaite .....	75	Teholähteet .....	97
Logiikkamoduuli .....	57	Testauslaitteet .....	98
Lähtömoduuli A1S-63ADA, 16 ulos-rele .....	62	Tina Pro .....	28
Magneettipulverijarru .....	78	Tulomoduuli A1S-X81, 32-tuloa D-liitin .....	62
MAK 124 Mekatroniikkasarja .....	66	Unitrain .....	29
Makasiinimoduuli .....	86	Uppoasennusperusyksikkö .....	46
MC68 prosessorikortti .....	17	Vauhtipyörä .....	73
Mekaniikkasarja, sähkömekaniikka .....	39	Vaunu .....	87
ML4 laboratorioskortti .....	17	Wiscon-ohjelma .....	71
Moottori hydraulijarrulla .....	46	Välinsarjat 1 – 7 LAN .....	49
Nopeusmoduuli SR2 .....	74	Yleismittarit .....	90, 94
Ohjauspaneeli .....	87		
Ohjelmointiyksikkö FX-10P .....	57		
Ohjelmoitava logiikkamoduuli .....	56		
Optel käytännön kokeiden välinsarja .....	49		
Oskilloskoopit .....	7, 96		
Peruslevy A1S-35 B-E, 5 moduulipaikkaa .....	62		
Perusvälineet MLS 761-400 .....	64		
Perusyksikkö 2000 .....	3		
PF1 säädinmoduuli .....	62, 70		
PF2 Uuni .....	71		
PF3 Kierrosluvunsäädin .....	71		
PF4 Signaalimuunnin .....	71		



Tuotantokuja 2  
74120 Iisalmi  
Puh. (017) 832 31  
Fax (017) 8323 570  
myynti@isvet.fi  
www.isvet.fi

Helsingintie 44 B  
04430 Järvenpää  
Puh. (09) 5655 4310  
Fax (09) 5655 4350  
myynti@isvet.fi  
www.isvet.fi