

VAASAN YLIOPISTO

TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

SÄHKÖTEKNIikka

Maarit Vesapuisto

**MATEMAATTISTEN MERKINTÖJEN KIRJOITUSOHJE
TEKNIIKAN ALALLE**

Sivumäärä: 20

Vaasassa 28.08.2006

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	3
1.1.	Matemaattiset kaavat tieteellisessä kirjoituksessa	3
2.	STANDARDIEN MUKAISET MATEMAATTISET MERKINNÄT	4
2.1.	Yleistä muuttujista, funktioista ja operaattoreista	4
2.2.	Funktiot	5
2.3.	Eksponentti ja logaritmifunktiot	6
2.4.	Trigonometriset ja hyperbelifunktiot ja niiden käänteisfunktiot	7
2.5.	Kompleksiluvut	7
2.6.	Matriisit	8
2.7.	Koordinaattijärjestelmät	9
2.8.	Skalaarit, vektorit ja tensorit	10
2.9.	Ajasta riippuvien suureiden merkintätavat	12
3.	SI-JÄRJESTELMÄ	13
3.1.	Suureiden yksiköiden merkinnät	14
	LÄHDELUETTELO	15
	LIITTEET	16
	Liite 1 SI-järjestelmän perussuureita, yms.	16
	Liite 2 Johdannaisuuureita	19

1. JOHDANTO

Tämä matemaattisten merkintöjen käyttö- ja kirjoitusohje on laadittu Vaasan yliopistos-
sa diplomi-insinööriopintoja suorittavia opiskelijoita varten. Käytännössä on havaittu,
että suurin osa opiskelijoista ei tiedä, kuinka matemaattiset merkinnät tulee tehdä kan-
sainvälisten standardien (ja Vaasan yliopiston teknisen tiedekunnan opinnäytetöiden
kirjoitusohjeiden <URL: <http://www.uwasa.fi/midcom-admin/ais/midcom-serveattach-ment-2174/kirjoitusohjeet> >) mukaisesti teknistieteellisellä alalla.

Tämä ohje ei ole kattava, vaan tällä ohjeella pyritään antamaan käytettävistä merkin-
nöistä ja suureista mahdollisimman edustavat esimerkit. Jokaisella tieteen ja tekniikan
alalla on käytössä suuri joukko johdannaissuureita, joista kukin löytyy omista standar-
deistaan. Koska tämä ohje on laadittu sähkötekniikan oppiaineessa, liitteistä löytyy säh-
kötekniikan alalla yleisimmin esiintyvien suureiden kirjaintunnuksia ja yksiköitä.

1.1. Matemaattiset kaavat tieteellisessä kirjoituksessa

Matemaattisessa esityksessä on käytettävä standardoituja merkkejä, sikäli kuin niitä on
olemassa tai niiden puuttuessa muita vakiintuneita merkkejä ja vasta viimekädessä oma-
tekoisia merkkejä. Tekstissä on mainittava myös suureen symbolin nimi, esim. sähköva-
raus Q , kun se esiintyy ensimmäisen kerran ja symbolin nimi on syytä toistaa harkinnan
mukaan myöhemminkin. Työn alussa esitetään erillinen symboliluettelo.

Tieteellisessä kirjoituksessa mahdollisesti esiintyvät matemaattiset kaavat tulee nume-
roida systemaattisesti ja niiden tulee niveltyä osaksi tekstiä normaalein oikeinkirjoituk-
sen säännöin, pilkutuksen mukaan lukien. Kukin kaava kirjoitetaan omalle rivilleen ja ero-
tetaan muusta tekstistä yhdellä tyhjällä rivillä ennen ja jälkeen. Kaavan juokseva nume-
ro kirjoitetaan sulkuihin oikeaan laitaan ja itse kaavan alku tulee "tabuloida" siten, että
kaikkien kaavojen kaavaosa alkaa samasta kohdasta.

2. STANDARDIEN MUKAISET MATEMAATTISET MERKINNÄT

Tässä kappaleessa esitetään standardissa SFS-ISO 31-11:1999¹ esitettyä yleistä tietoa matemaattisista merkinnöistä, niiden tarkoituksesta, sanallisista vastineista ja sovelluksista, jotka on tarkoitettu käytettäväksi pääasiassa fysikaalisten tieteiden ja tekniikan alalla. Standardissa SFS-ISO 31-0:1999² esitetyt asiat vaikuttavat viittausten kautta edellä mainitun standardin sisältöön.

Standardissa SFS-ISO 31-11:1999 on esitelty matemaattiset merkinnät jaoteltuina seuraaviin ryhmiin (suluissa standardissa käytetty ryhmänumero): matemaattinen logiikka (3), joukot (4), sekalaiset merkit ja tunnukset (5), operaatiot (6), funktiot (7), eksponentti- ja logaritmifunktiot (8), trigonometriset ja hyperbelifunktiot ja niiden käänteisfunktiot (9), kompleksiluvut (10), matriisit (11), koordinaattijärjestelmät (12), vektorit ja tensorit (13) ja erikoisfunktiot (14).

Tässä ohjeessa esitetään matemaattisia merkintöjä koskevat yleisohjeet sekä käsitellään lähemmin sellaisia merkintöjä, joissa kokemuksen mukaan opiskelijoilla löytyy eniten poikkeavuutta standardien mukaisista merkinnöistä.

2.1. Yleistä muuttujista, funktioista ja operaattoreista

Suureiden tunnukset (matemaattisena käsitteenä suure on muuttuja) ovat yleensä latinaisten tai kreikkalaisten aakkosten yksittäisiä kirjaimia, joskus varustettuna alaindeksillä tai muilla lisämerkeillä. Nämä tunnukset, kuten x , R jne., painetaan kursiiivilla (vinnolla kirjasinlajilla) riippumatta muun tekstin kirjasinlajista. Symbolin jälkeen kirjoitetaan piste vain silloin, kun symboli on lauseen lopussa. Samoin indeksit, kuten i lausek-

¹ SFS-ISO 31-11:1999 "Suureet ja yksiköt. Osa 11: Matemaattiset merkinnät fysikaalisissa tieteissä ja tekniikassa" sisältää kansainvälisen standardin ISO 31-11:1992 "Quantities and units –Part 11: Mathematical signs and symbols for use in physical sciences and technology" englanninkielisen tekstin sekä ko. tekstin suomenkielisen käännöksen.

² SFS-ISO 31-0:1999 "Suureet ja yksiköt. Osa 0: Yleiset periaatteet" sisältää kansainvälisen standardin ISO 31-0:1992 "Quantities and units –Part 0: General principles" englanninkielisen tekstin sekä ko. tekstin suomenkielisen käännöksen.

keessa $\sum_i x_i$, merkitään kursiivilla. Tietyissä yhteydessä vakioiksi katsottavat parametrit, kuten a ja b jne., merkitään myös kursiivilla, samoin erikseen määrittelemättömät funktiot, kuten f ja g .

Suureen tunnusta edustava alaindeksi kirjoitetaan kursiivilla ja muut alaindeksit antiikvalla (pystykirjaimin).

Eksplisiittisesti määritellyt funktiot merkitään antiikvakirjaimin, kuten $\sin$, $\exp$, $\ln$ ja Γ . Lukuarvoltaan muuttumattomat matemaattiset vakiot merkitään myös antiikvalla, kuten $e = 2,718\ 28\dots$; $\pi = 3,14\dots$ ja $i^2 = -1$. Erikseen määritellyt operaattorit merkitään samoin antiikvalla, kuten esim. div , δ - ja d -kirjaimet merkinnöissä δx ja df/dx .

Funktion argumentti merkitään sulkeisiin funktion merkin jälkeen ilman väliä ensimmäiseen sulkeeseen, esimerkiksi $f(x)$, $\cos(\alpha + \varphi)$. Jos funktion merkissä on kaksi tai useampia kirjaimia eikä argumentissa ole laskutoimitusten merkkejä ($+$; $-$; $\times$; $\cdot$ tai $/$), voidaan argumenttia ympäröivät sulkeet jättää pois. Tällöin tulee funktion merkin ja argumentin välissä olla pieni väli (esim. $\sin n\pi$).

Sulkeet on merkittävä aina, kun on sekaannuksen vaara. On siis kirjoitettava esimerkiksi $\cos(x) + y$ tai $(\cos x) + y$ eikä $\cos x + y$, joka voidaan tulkita merkitsevän $\cos(x + y)$.

Jos lauseke tai yhtälö on jaettava kahdelle riville, rivinvaihto on sijoitettava mieluiten heti merkkien $=$; $+$; $-$; $\pm$; $\mp$; $\times$; $\cdot$ tai $/$ jälkeen. Merkki toimii tavuviivan tavoin rivin lopussa, ja lukija tietää, että seuraavalla rivillä tai jopa seuraavalla sivulla on jatkoa. Rivin vaihdon yhteydessä lausekkeiden välinen '='-merkki tulee rivin alkuun.

2.2. Funktiot

Lause ”funktion $f(x)$ raja-arvo, kun muuttuja x lähestyy arvoa a ” merkitään joko $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ tai $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$. Yhtälö $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$ (tai $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = b$) voidaan kirjoit-

taa myös: $f(x) \rightarrow b$, kun $x \rightarrow a$. Raja-arvoa ”oikealta” ($x > a$) ja ”vasemmalta” ($x < a$) voidaan merkitä $\lim_{x \rightarrow a+} f(x)$ ja $\lim_{x \rightarrow a-} f(x)$.

Muuttujan x (äärellinen) lisäys merkitään: Δx .

Yhden muuttujan funktion f derivaatta merkitään: $\frac{df}{dx}$, df/dx tai f' . Myös merkintää Df

käytetään. Jos riippumaton muuttuja on aika t , käytetään derivaatan $\frac{df}{dt}$ merkintänä

myös $\dot{f}$.

HUOM! d- ja D-operaattorit **on korjattava** antiikvateksteiksi, jos käytettävä kirjoitusohjelma antaa ne kursiiveina.

Funktion f määrätty integraali pisteestä a pisteeseen b merkitään joko $\int_a^b f(x) dx$

tai $\int_a^b f(x) dx$. Moninkertaisia määrättyjä integraaleja merkitään esimerkiksi:

$\int_{y=c}^d \int_{x=a}^b f(x, y) dx dy$. Erikoismerkintöjä $\int_C \int_S \int_V \oint$ käytetään integroitaessa käyrää C

pitkin, pinnan S ja kolmiulotteisen tilan V yli sekä umpinaista käyrää pitkin tai umpinaisen pinnan yli.

2.3. Eksponentti ja logaritmifunktiot

HUOM! Luonnollisen logaritmijärjestelmän kantaluvun symboli e **on korjattava** antiikvatekstiksi, jos käytettävä kirjoitusohjelma antaa sen kursiivina.

Lause x :n eksponenttifunktio kantalukuna e merkitään joko e^x tai $\exp x$.

Lause 'x:n logaritmi kantalukuna a' merkitään $\log_a x$. Ellei kantalukua ole tarpeen ilmaista, käytetään merkintää $\log x$. Kuitenkin: Merkintää $\log x$ **ei tule käyttää** merkintöjen $\ln x$, $\lg x$, tai $\log_e x$, $\log_{10} x$ tai $\log_2 x$ sijasta.

2.4. Trigonometriset ja hyperbelifunktiot ja niiden käänteisfunktiot

HUOM! Ympyrän kehän ja halkaisijan suhteen eli piin symboli π **on korjattava** antiikvatekstiksi, jos käytettävä kirjoitusohjelma antaa sen kurstiivina.

Potensseja $(\sin x)^n$, $(\cos x)^n$ jne. merkitään yleensä $\sin^n x$, $\cos^n x$ jne.

2.5. Kompleksiluvut

HUOM! Imaginaariyksikön symboli i tai j **on korjattava** antiikvatekstiksi, jos käytettävä kirjoitusohjelma antaa sen kurstiivina.

Sähkötekniikassa käytetään yleisesti merkkiä j, koska tällöin imaginaariyksikön symbolia ei sekoiteta virran suuresymboliin i.

Standardin SFS-ISO 31-11:1999 mukainen kompleksisuureiden merkintätapa on esitetty taulukon 1 merkintäjärjestelmässä 1. Kompleksiluvun konjugaattia eli liittolukua Z^* kuvataan joskus myös merkinnällä $\bar{Z}$. Huomattavaa on, että kun kyseessä on itse kompleksiluku, se kirjoitetaan kurstiivilla (eli Z) ja kun kyseessä on kompleksiluvun itseisarvo, **on ehdottomasti käytettävä** merkintää $|Z|$.

Sähkötekniikassa käytetään yleisesti suureita, joiden käsittelyssä tarvitaan sekä reaalisia että kompleksisia vektoreita (vektoreita käsitellään tämän ohjeen kappaleessa 2.8.). Tämän vuoksi standardissa IEC 27-1:1995³ on esitetty edellisen merkintätavan lisäksi

³ IEC 27-1:1995 "Letter symbols to be used in electrical technology. Part 1: General."

vaihtoehtoinen merkintätapa (ks. taulukko 1 merkintäjärjestelmä 2), jossa suureen kompleksisuutta korostetaan suuresymbolin alleiviivauksella (eli $\underline{Z}$). Tällöin kompleksisuureen itseisarvo merkitään 'puhtaana' skalaarisuureena Z . Merkintäjärjestelmää 2 käytetään sähköalaa koskevissa IEC –standardeissa⁴.

Taulukko 1. Kompleksilukujen merkintäjärjestelmiä.

	Merkintäjärjestelmä 1	Merkintäjärjestelmä 2
Kompleksiluvun Z reaaliosa	$\operatorname{Re} Z = R$	$\operatorname{Re} \underline{Z} = R$
Kompleksiluvun Z imaginaariosa	$\operatorname{Im} Z = X$	$\operatorname{Im} \underline{Z} = X$
Kompleksiluku Z	$Z = \operatorname{Re} Z + j \operatorname{Im} Z = R + jX$	$\underline{Z} = \operatorname{Re} \underline{Z} + j \operatorname{Im} \underline{Z} = R + jX$
	$Z = Z e^{j\varphi} = Z \exp j\varphi$	$\underline{Z} = Z e^{j\varphi} = Z \exp j\varphi$
	$Z = Z \angle \varphi$	$\underline{Z} = Z \angle \varphi$
Kompleksiluvun Z konjugaatti	$Z^* = \operatorname{Re} Z - j \operatorname{Im} Z = R - jX$	$\underline{Z}^* = R - jX$

2.6. Matriisit

Matriisin symboli painetaan vahvennetulla kursiivilla. Esimerkiksi matriisi $\mathbf{A}$, joka on

$$\text{tyyppiä } m \times n \text{ ja jonka alkiot ovat } A_{ij}: \mathbf{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mn} \end{pmatrix} \text{ tai } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{m1} & \cdots & A_{mn} \end{bmatrix}.$$

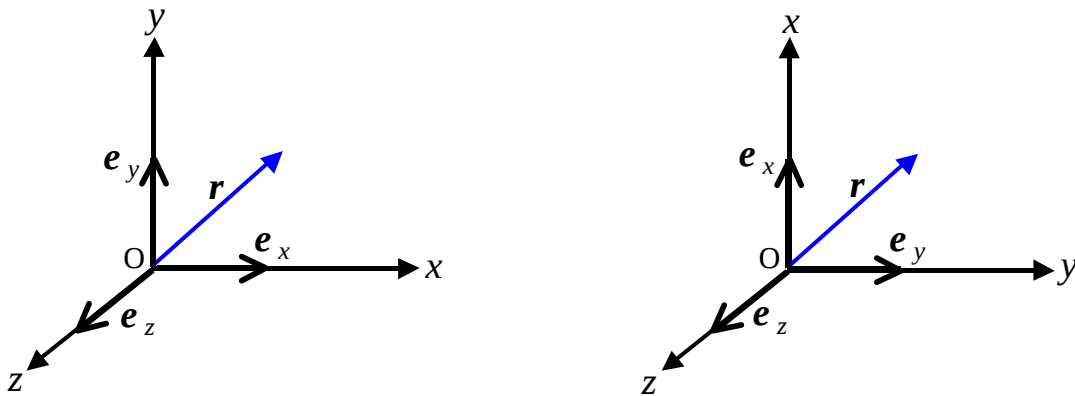
Yksikkömatriisia merkitään joko symbolilla $\mathbf{E}$ tai $\mathbf{I}$.

$$\text{Neliömatriisin determinantti merkitään (huom. pystyviivat): } \det \mathbf{A} = \begin{vmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ A_{n1} & \cdots & A_{nn} \end{vmatrix}.$$

⁴Katso IEC 60050-101 International Electrotechnical Vocabulary. Part 101: Mathematics (1998).

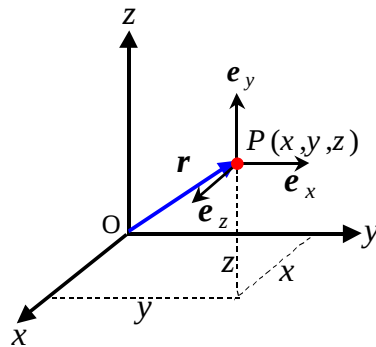
2.7. Koordinaattijärjestelmät

Yleisesti käytetään oikeakätistä ortonormaalista järjestelmää. Jos poikkeuksellisesti käytetään vasenkätistä järjestelmää, tämä on ilmaistava selvästi merkkivirheiden välttämiseksi. Kuvan 1 vasemmanpuoleinen koordinaatisto esittää oikeankätistä ja oikeanpuoleinen koordinaatisto vasenkätistä järjestelmää.

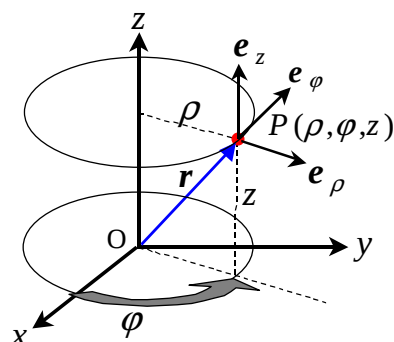


Kuva 1. Oikeakätinen ja vasenkätinen suorakulmainen koordinaatisto.

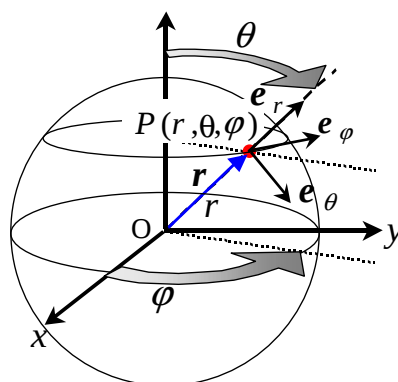
Yleisimmin käytössä olevat ortonormaalit koordinaattijärjestelmät ovat suorakulmainen koordinaatisto (engl. cartesian coordinates) (kuva 2), sylinterikoordinaatisto (engl. cylindrical coordinates) (kuva 3) ja pallokoordinaatisto (engl. spherical coordinates) (kuva 4).



Kuva 2. Oikeakätinen suorakulmainen (karteesinen) koordinaatisto.



Kuva 3. Oikeakätinen sylinterikoordinaatisto.



Kuva 4. Oikeakätinen pallokoordinaatisto.

Paikkavektoreissa ja niiden differentiaaleissa $\mathbf{r}$ yksikkövektorit (symboli $\mathbf{e}$) merkitään vahvennetulla kursiivilla (alaindeksit kursiivilla) ja komponentit kursiivilla eli

- karteesinen koordinaatisto: $\mathbf{r} = x\mathbf{e}_x + y\mathbf{e}_y + z\mathbf{e}_z$ ja $d\mathbf{r} = dx\mathbf{e}_x + dy\mathbf{e}_y + dz\mathbf{e}_z$,
- sylinterikoordinaatisto: $\mathbf{r} = \rho\mathbf{e}_\rho + z\mathbf{e}_z$ ja $d\mathbf{r} = d\rho\mathbf{e}_\rho + \rho d\varphi\mathbf{e}_\varphi + dz\mathbf{e}_z$ ja
- pallokoordinaatisto: $\mathbf{r} = r\mathbf{e}_r$ ja $d\mathbf{r} = dr\mathbf{e}_r + r d\theta\mathbf{e}_\theta + r \sin\theta d\varphi\mathbf{e}_\varphi$.

2.8. Skalaarit, vektorit ja tensorit

Skalaareilla, vektoreilla ja tensoreilla kuvataan tiettyjä fysikaalisia suureita. Ne ovat sellaisinaan riippumattomia koordinaattijärjestelmän valinnasta, mutta vektorin ja tensorin

komponentit riippuvat tuosta valinnasta. Skalaari on nollannen kertaluvun tensori ja vektori ensimmäisen kertaluvun tensori.

Itse vektorisuure merkitään joko vahvennetulla kursiivilla tai kursiivilla merkityn suureen päälle lisätyllä nuolella, eli $\mathbf{a}$ tai $\vec{a}$. Ensiksi mainittu tapa on käyttökelpoisempi painetussa tekstissä ja jälkimmäinen ”käsinkirjoitetussa”. Jos tekstissä on vektoreiden lisäksi matriiseja, on sekaantumisen vaaran välttämiseksi hyvä käyttää vektoreista jälkimmäistä muotoa.

Vektorin pituus merkitään joko a tai $|\mathbf{a}|$. Myös merkintää $\|\mathbf{a}\|$ käytetään.

Vektorin $\mathbf{a}$ suuntainen yksikkövektori merkitään: $\mathbf{e}_a$.

Suorakulmaisia (karteesisen koordinaatiston) koordinaatteja merkitään x, y ja z tai x_1, x_2 ja x_3 . Jälkimmäisessä tapauksessa käytetään indeksejä i, j, k, l , jotka saavat arvoja 1, 2 ja 3. Tällöin suorakulmaisten koordinaattiakselin suuntaiset yksikkövektorit merkitään vastaavasti joko $\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y$ ja $\mathbf{e}_z$ tai $\mathbf{i}, \mathbf{j}$ ja $\mathbf{k}$ tai $\mathbf{e}_i$. Vektorin $\mathbf{a}$ suorakulmaisia (skalaari)komponentit merkitään a_x, a_y ja a_z tai a_i .

Vektoreiden $\mathbf{a}$ ja $\mathbf{b}$ skalaari- eli pistetulossa on pistetulon merkki oltava näkyvissä, eli $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$; samoin vektori- eli ristitulossa, eli $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$.

Nablaoperaattori merkitään joko ∇ tai $\vec{\nabla}$. Skalaarikentän V gradientti merkitään joko ∇V tai $\text{grad } V$. Vektorikentän $\mathbf{a}$ divergenssi eli lähteisyys merkitään $\nabla \cdot \mathbf{a}$ tai $\text{div } \mathbf{a}$. Vektorikentän $\mathbf{a}$ roottori eli pyörteisyys merkitään joko $\nabla \times \mathbf{a}$ tai $\text{rot } \mathbf{a}$ tai $\text{curl } \mathbf{a}$.

Toisen kertaluvun tensoria merkitään lihavoidulla kursivoidulla sans serif -kirjasinlajilla eli $\mathbf{T}$ tai kursivoidun tunnuksen yläpuolella olevalla kaksoisnuolella $\overleftrightarrow{T}$.

2.9. Ajasta riippuvien suureiden merkintätavat

Standardissa SFS 2372:1983⁵ on esitetty ajasta riippuvien suureiden yhteydessä käytettävien käsitteiden nimiä, suositeltavia tunnuksia ja määritelmiä. Kyseinen SFS standardi on kumottu 26.01.2004, mutta sen uudistettu esikuvastandardi IEC 27-1:1995⁶ on voimassa. Taulukossa 2 on esitetty kolme merkintätapaa ajasta riippuville suureille. Merkintätapa 1 on suositeltava. Merkintätapoja 2 ja 3 suositellaan käytettäväksi silloin, kun on käytettävissä vain isoja (merkintätapa 2) tai pieniä kirjaimia (merkintätapa 3).

Esimerkkejä ajan mukaan muuttuvien suureiden merkintätapojen käytöstä löytyy mm. standardin IEC 27-1 (1995: 96 - 104) liitteestä C.

Taulukko 2. Ajan mukaan muuttuvien suureiden merkintätavat.

	Merkintätapa 1		Merkintätapa 2		Merkintätapa 3	
Hetkellisarvo	x		X		x	
Tehollisarvo (rms)	X		$\tilde{X}$	X_{rms}	$\tilde{x}$	x_{rms}
Huippuarvo	$\hat{x}, \hat{X}$	$x_{\text{m}}, X_{\text{m}}$	$\hat{X}$	X_{m}	$\hat{x}$	x_{m}
Keskiarvo	$\bar{x}, \bar{X}$	$x_{\text{av}}, X_{\text{av}}$	$\bar{X}$	X_{av}	$\bar{x}$	x_{av}

⁵ SFS 2372:1983 ”Ajasta riippuvat sähkötekniikan suureet, käsitteet ja kirjaintunnukset”.

⁶ IEC 27-1:1995 ”Letter symbols to be used in electrical technology. Part 1: General”

3. SI-JÄRJESTELMÄ

Suomessa on lainsäädännöllisesti (Vakauslaki N:o 219/1965 ja Mittayksikköasetus N:o 371/1992) määritelty käytettäväksi SI-järjestelmää (SI = *Système International d'Unités*). SI-järjestelmässä on määritelty seitsemän metrijärjestelmään perustuvaa perusyksikköä, jotka on esitetty liitteen 1 taulukossa 1.

SI-järjestelmän perussuureiden perusteella on standardissa SFS-ISO 1000+A1:1999⁷ määritelty johdannaissuureet. Lisäksi useille johdannaisyksiköille on annettu myös erityisnimet. Tämän lisäksi ko. standardissa on määritelty etuliitteet, joita käytetään muodostettaessa SI-yksiköiden kerrannaisten nimiä ja tunnuksia (liite 1, taulukko 4) sekä esitetty tiettyjä SI-järjestelmään kuulumattomia yksiköitä, jotka Kansainvälinen paino- ja mittakomitea CIPM (*Comité International des Poids et Mesures*) on hyväksynyt käytettäväksi, koska niillä on huomattava käytännön merkitys (liite 1, taulukot 2 ja 3).

Koska tämä kirjoitusohje on laadittu sähkötekniikan oppiaineessa, on sähkötekniikan opiskelijoita varten liitteessä 2 taulukoissa 1 - 3 on esitetty joitakin sähkötekniikan alaan liittyviä standardoituja johdannaissuureita tunnuksineen ja yksiköineen. Ko. taulukoissa esiintyvät suure- ja yksikkönimien suomennokset perustuvat standardeihin SFS-ISO 1000+A1:1999 ja SFS-IEC 60050-121+A1:2002⁸. Suureiden tunnukset perustuvat em. suomalaisiin standardeihin, joita on täydennetty tiedoilla, jotka löytyvät standardista IEC 27-1:1995 sekä standardin ISO 31:1992 osista 2⁹, 3¹⁰ ja 5¹¹.

⁷ SFS-ISO 1000 + A1:1999 "SI-yksiköt sekä suositukset niiden kerrannaisten ja eräiden muiden yksiköiden käytöstä" sisältää kansainvälisen standardin ISO 1000 (1992) + A1 (1998) "SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units and its Amendment A1" englanninkielisen tekstin sekä ko. tekstin suomenkielisen käännöksen.

⁸ SFS-IEC 60050-121+A1:2002 "Sähkötekniillinen sanasto. Osa 121: Sähkömagnetismi." sisältää kansainvälisen standardin IEC 60050-101 (1998) + A1 (2002) "International Electrotechnical Vocabulary. Part 101: Mathematics and its Amendment A1" ranskan- ja englanninkieliset tekstit sekä ko. suureiden suomen-, saksan ja ruotsinkielisen käännökset.

⁹ ISO 31-2:1992 "Quantities and units. Part 2: Periodic and related phenomena."

¹⁰ ISO 31-3:1992 "Quantities and units. Part 3: Mechanics."

¹¹ ISO 31-5:1992 "Quantities and units. Part 5: Electricity and magnetism."

3.1. Suureiden yksiköiden merkinnät

Kun yksikölle on olemassa kansainvälinen tunnus, on käytettävä sitä eikä mitään muuta. Tunnus painetaan antiikvalla riippumatta muussa tekstissä käytetystä kirjasinlajista (esim. voltti V, ohmi Ω). Yksikön tunnuksen ei saa liittää mitään lisämerkkiä antamaan tietoja suureen erityisluonteesta tai kyseessä olevasta mittauksesta. Suurelausekkeessa yksikön tunnus kirjoitetaan lukuarvon jälkeen ja erotetaan lukuarvosta väliskeellä. Ainoat poikkeukset tästä säännöstä ovat tasokulman yksiköt, aste, minuutti ja sekunti, joiden tunnuksia ei eroteta lukuarvosta väliskeellä. Etuliitteiden merkinnät

Etuliitteiden tunnukset kirjoitetaan pystykirjaimin (antiikvalla), eikä etuliitteen tunnusta ja yksikön tunnusta eroteta väliskeellä. Etuliitteiden yhdistelmiä ei pidä käyttää.

LÄHDELUETTELO

IEC 27-1 (1995). *Letter symbols to be used in electrical technology. Part 1: General.* 111 s.

IEC 60050-101 (1998). *International Electrotechnical Vocabulary. Part 101: Mathematics.* 107 s.

ISO 31-2 (1992). *Quantities and units. Part 2: Periodic and related phenomena.* 7 s.

ISO 31-3 (1992). *Quantities and units. Part 3: Mechanics.* 18 s.

ISO 31-5 (1992). *Quantities and units. Part 5: Electricity and magnetism.* 28 s.

Mittayksikköasetus N:o 371/1992.

SFS 2372 (1983). *Ajasta riippuvat sähkötekniikan suureet, käsitteet ja kirjaintunnukset.* 6 s.

SFS-ISO 1000 + A1 (1999). *SI-yksiköt sekä suositukset niiden kerrannaisten ja eräiden muiden yksiköiden käytöstä.* 43 s.

SFS-ISO 31-0 + A1 (1999). *Suureet ja yksiköt. Osa 0: Yleiset periaatteet.* 37 s.

SFS-ISO 31-11 (1999). *Suureet ja yksiköt. Osa 11: Matemaattiset merkinnät fysikaalisissa tieteissä ja tekniikassa.* 63 s.

Teknillisen tiedekunnan opinnäytetöiden kirjoitusohjeet. Vaasan yliopiston teknillinen tiedekunta. [online] [siteerattu 18.8.2006], Saatavana World Wide Webistä: < URL:<http://www.uwasa.fi/midcom-admin/ais/midcom-serveattachment-2174/> kirjoitusohjeet>.

Vakauslaki N:o 219/1965.

LIITTEET

Liite 1: SI-järjestelmän perussuureet yksiköineen (taulukko 1), SI-yksiköiden kanssa käytettävät yksiköt (taulukko 2), johdannaisyksiköt, joilla on erityisnimi (taulukko 3) ja etuliitteet (taulukko 4).

Taulukko 1. SI-järjestelmän perussuureet ja yksiköt tunnuksineen¹².

Perussuure		SI-perusyksikkö	
Nimi	Tunnus	Nimi	Tunnus
pituus	$l, (L)^1$	metri	m
massa	m	kilogramma	kg
aika	t	sekunti	s
sähkövirta	I	ampeeri	A
(termodynaaminen) lämpötila	T	kelvin	K
ainemäärä	$n, (\nu)^1$	mooli	mol
valo voima	I	kandela	cd

¹ suluissa olevaa symbolia (reserve symbol) voidaan käyttää, jos samassa yhteydessä käytetään ensimmäistä symbolia (chief symbol), jossakin muussa yhteydessä (IEC 27-1 1992:33)

Taulukko 2. SI-yksiköiden kanssa käytettävät yksiköt

Suure	Yksikkö		
	Nimi	Tunnus	Määritelmä
aika	minuutti	min	1 min = 60 s
	tunti	h	1 h = 60 min
	vuorokausi	d	1 d = 24 h
tasokulma	aste	°	1° = ($\pi/180$) rad
	minuutti	'	1' = (1/60)°
	sekunti	"	1" = (1/60)'
tilavuus	litra	l, L	1 l = 1 dm ³
massa	tonni	t	1 t = 10 ³ kg

¹² SFS-ISO 1000 + A1 (1999) , SFS 3655 *Suureet ja yksiköt: Suurenimet, tunnukset ja yksiköt* (1982).

Taulukko 3. SI-järjestelmän johdannaisyksiköt, joilla on erityisnimi.

Johdannaissuure	SI-johdannaisyksikkö		
	Erityisnimi	Tunnus	Yksikön esitys SI-järjestelmän perus- ja johdannaisyksiköiden avulla
tasokulma	radiaani	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
avaruuskulma	steradiaani	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
taajuus	hertsi	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
voima	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
paine, jännitys	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$
energia, työ, lämpömäärä	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}$
teho, säteilyvirta	watti	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
sähkövaraus, -määrä	coulombi	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A}\cdot\text{s}$
sähköpotentiaali, potentiaaliero, jännite, sähkömotorinen voima	voltti	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
kapasitanssi	faradi	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
resistanssi	ohmi	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
konduktanssi	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
magneettivuo	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V}\cdot\text{s}$
magneettivuon tiheys	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb}/\text{m}^2$
induktanssi	henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$
celciuslämpötila	celsiusaste	$^{\circ}\text{C}$	$1 \text{ }^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$ (lämpötilaerolle)
valovirta	lumen	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd}\cdot\text{sr}$
valaistusvoimakkuus	luksi	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$

Taulukko 4. SI-etuliitteet

Kerroin	Etuliite	
	Nimi	Tunnus
10^{24}	jotta	Y
10^{21}	tsetta	Z
10^{18}	eksa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hehto	h
10^1	deka	da
10^{-1}	desi	d
10^{-2}	sentti	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	piko	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	tsepto	z
10^{-24}	jokto	y

Liite 2: Jaksollisiin ilmiöihin liittyviä johdannaissuureita (taulukko 1), mekaniikkaan liittyviä johdannaissuureita (taulukko 2) ja sähköön ja magnetismiin liittyviä johdannaissuureita (taulukko 3).

Taulukko 1. Jaksollisiin ilmiöihin liittyviä johdannaissuureita.

ISO 31 nro	IEC 27-1 nro	Suureen nimi	Tunnus	Yksikkö
2-1	23	jaksonaika	T	s
2-2	24	aikavakio (eksponent. muuttuvan suureen)	$\tau, (T)^1$	s
2-3.1	18	taajuus	$f, (\nu)^1$	Hz
2-4	21	kulmataajuus	ω	rad/s

¹ suluissa olevaa symbolia (reserve symbol) voidaan käyttää, jos samassa yhteydessä käytetään ensimmäistä symbolia (chief symbol), jossakin muussa yhteydessä (IEC 27-1 1992:33)

Taulukko 2. Mekaniikkaan liittyviä johdannaissuureita.

ISO 31 nro	IEC 27-1 nro	Suureen nimi	Tunnus	Yksikkö
3-22.6	40	työ	$W, (A)^1$	J
3-26.1	41	energia	$E, (W)^1$	J
3-27	43	teho	P	W
3-28	44	hyötysuhde	η	1

¹ suluissa olevaa symbolia (reserve symbol) voidaan käyttää, jos samassa yhteydessä käytetään ensimmäistä symbolia (chief symbol), jossakin muussa yhteydessä (IEC 27-1 1992:33)

Taulukko 3. Sähköön ja magnetismiin liittyviä johdannaisuureita.

ISO 31 nro	IEC 27-1 nro	Suureen nimi	Tunnus	Yksikkö
5-2	52	(sähkö)varaus	Q	C
5-6.1	56	(sähkö)potentiaali	$V, (\varphi)^1$	V
5-6.2	57	jännite, potentiaaliero	$U, (V)^1$	V
5-6.3	58	lähdejännite, sähkömotorinen voima	E	V
5-9	61	kapasitanssi	C	F
5-22.1	76	induktanssi	L	H
5-22.2	77	keskinäisinduktanssi	M, L_{mn}	H
5-33	87	resistanssi, vastus	R	Ω
5-34	89	konduktanssi, johtokyky	G	S
5-43	103	vaihe-ero, vaihesiirtymä	$\varphi, (\vartheta)^{1,2}$	rad
5-44.1	93	(kompleksinen) impedanssi	Z	Ω
5-44.4	94	reaktanssi	X	Ω
5-45.1	97	(kompleksinen) admittanssi	Y	S
5-45.4	98	suskeptanssi	B	S
5-49	99	pätöteho	P	W
5-50.1	100	näennäisteho	$S, (P_s)^1$	W, (VA) ³
5-50.2	101	loisteho	$Q, (P_q)^1$	W, (var) ³
5-51	101a	tehokerroin	λ	1

¹ suluissa olevaa symbolia (reserve symbol) voidaan käyttää, jos samassa yhteydessä käytetään ensimmäistä symbolia (chief symbol), jossakin muussa yhteydessä (IEC 27-1 1992:33)

² ei esiinny ISO 31 –standardissa, mutta IEC -standardissa kyllä

³ ensimmäiset yksikkötunnukset ISO-standardin mukaisesti, IEC:n mukaan suositellaan sähkötekniikan alueella käytettäväksi suluissa olevia yksikkötunnuksia.