



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTJULKAISU
PATENTSKRIFT



(10) FI 117145 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

30.06.2006

(51) Kv.lk. - Int.kl.

G01R 19/25 (2006.01)

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20041521

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

26.11.2004

(24) Alkupäivä - Löpdag

26.11.2004

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

27.05.2006

(73) Haltija - Innehavare

1 •Vacon Oyj, Runsorintie 7, 65380 Vaasa, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Komulainen, Risto, Harjutie 5 A, 01820 Klaukkala, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Vesti, Jorma, Iiveksentie 9, 65350 Vaasa, SUOMI - FINLAND, (FI)

3 •Strandberg, Stefan, Mattusmäkivägen 16, 66600 Vörrå, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Heinänen Oy Patenttitoimisto
Annankatu 31-33 C, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Mittausmenetelmä ja -järjestely
Mättningsförfarande och -arrangemang

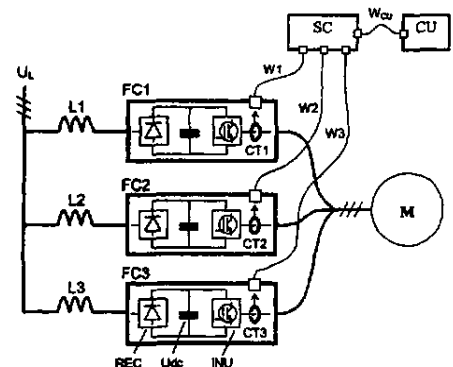
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 128492 A1, FR 2830138 A1, JP 61010984 A1, JP 59050773 A1, US 5877950 A1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä ja järjestelmä rinnankytkettyjen tehomuuttajayksiköiden (FC1 - FC3) muodostaman tehomuuttajalaitteiston suureen, kuten virran, mittaamiseksi, jossa menetelmässä mitataan kunkin tehomuuttajayksikön osasuure, kuten osavirta, osasuureet lähetetään ohjausyksikölle (CU) digitaalisesti sarjalikennemuodossa, ja osasuureet summataan summasuureeksi, jossa menetelmässä: osasuuretiedot lähetetään ohjausyksikölle vähiten merkittävä bitti (LSB) ensimmäisenä, summaus aloitetaan heti kun osasuureiden LSB:t on saatu vastaanotetuiksi, summan LSB lähetetään eteenpäin heti kun osasuureiden LSB:t on saatu summatuiksi, tämän jälkeen muut bitit summataan saapumisjärjestyksessä, viimeisenä eniten merkittävä bitti (MSB), ja niiden summaustiedot lähetetään saapumisjärjestyksessä eteenpäin heti kun osasuureiden vastaavat bitit on saatu summatuiksi.

Förfarande och system för mätning av en storhet, såsom ström, i ett av parallellkopplade effektomvandlarenheter (FC1-FC3) bildat effektomvandlaraggregat, i vilket förfarande, varje effektomvandlarenhets delstorhet, såsom delströmmen, mäts, delstorheterna sänds digitalt till styrenheten (CU) i seriell form, och delstorheterna summeras till en summa storhet, i vilket förfarande: delstorhetsdata sänds till styrenheten med den minst signifikanta biten först (LSB), summeringen börjar genast när delstorheternas LSB mottagits, summans LSB sänds vidare genast när delstorheternas LSB summerats, häfterfter summeras de övriga bitarna i den ordning de kommer in, med den mest signifikanta biten sist (MSB), och deras summeringsdata sänds vidare i den ordning de kommer in genast när delstorheternas motsvarande bitar har summerats.



MITTAUSMENETELMÄ JA JÄRJESTELY

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestelmä rinnankytkettyjen tehomuuttajayksiköiden muodostaman tehomuuttajalaitteiston mittamien tai laskemien suureiden, kuten virran, jännitteen, tehon tai momentin, käsittelyä, esimerkiksi summa- tai keskiarvosuureen muodostamiseksi. Yksinkertaisuuden vuoksi puhutaan seuraavassa keksinnön selostuksessa pelkästään virrasta, mutta samaa menetelmää ja järjestelmää voi soveltaa yhtä hyvin muidenkin suureiden käsittelyyn.

Keksintö liittyy esimerkiksi järjestelyyn, jossa suuritehoinen taajuusmuuttajalaitteisto koostuu useasta rinnankytketystä pienempitehoisesta taajuusmuuttaja- tai invertteriyksiköstä. Tällaisessa järjestelyssä mitataan kunkin taajuusmuuttajan osavirta, jotka sitten summataan esimerkiksi taajuusmuuttajalaitteiston kuorman, kuten vaihtovirtamoottorin, säätämiseksi.

Vaihtosähkömoottoria ohjaavien taajuusmuuttajayksiköiden rinnankytkentä edellyttää, että teho-osien mitaamat osakuormavirrat täytyy summata, jotta ohjausyksikössä toimiva moottorin säätö saisi oikean tiedon moottorin virrasta. Tunnetun tekniikan mukaisella ratkaisulla tästä aiheutuu tiedonsiirron viiveongelman, koska tiedot osavirroista vastaanotetaan ensin summausyksikössä, lasketaan yhteen ja vasta summavirtatieto lähetetään ohjausyksikölle. Rinnankytkennässä tiedonsiirto siis hidastuu ainakin summauksen ja uudelleenlähetyksen verran, mikä samalla hidastaa myös moottorisäädön nopeutta.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa tunnetun tekniikan epäkohdat ja saada aikaan ratkaisu rinnankytkettyjen tehomuuttajayksiköiden virran mittauksen viiveen pienentämiseksi.

Tässä keksinnössä virtatiedot teho-osien ja ohjausyksikön välillä siirretään jotain digitaalista sarjaliikennemenetelmää käyttäen seuraavasti:

- virtatiedot skaalataan siten, että ne ovat virran suunnasta riippumatta aina samanmerkkiset, ja
- virtatiedot lähetetään "käänteisessä järjestyksessä" eli vähiten merkitsevä bitti LSB ensimmäisenä.

Vastaanottopäässä virtatietojen summaus ja summavirran eteenpäinlähetyksen aloitetaan bitti kerrallaan heti kun osavirtojen LSB:t on saatu vastaanotetuksi siten, että:

- heti kun osavirtojen LSB:t on saatu summatuksi lähetetään summavirran LSB eteenpäin ohjausyksikölle

- muut bitit ja niiden summaustiedot käsitellään samalla tavalla tulojärjestyksessä, viimeisenä eniten merkitsevä bitti (MSB).

Näin summauksen vaatima tiedonsiirron viive voidaan minimoida, ja se on keksinnön mukaisessa ratkaisussa minimissään ainoastaan sen pituinen, kuin bittien summalasku kestää, käytännössä muutaman kellojakson. Huomattakoon että menetelmän mukainen nopea käänteisessä järjestyksessä tapahtuva dynaaminen summaus edellyttää kaikkien osavirtojen olevan saman-merkkisiä, mikä saavutetaan esimerkiksi lisäämällä kaikkiin osavirtoihin 50% niiden mitta-

10 Keksinnön mukaisella ratkaisulla saavutetaan mm. seuraavat edut:

- yhteisen ohjausyksikön vastaanottaman virtatiedon kannalta tehomuuttaja näkyy aina samanlaisena riippumatta siitä, onko tehoyksiköitä kytketty rinnan vai ei,
- sama sarjaliikenteen nopeus, joka riittää yksittäisen tehoyksikön tapauksessa,
- 15 riittää myös silloin kun tehoyksiköitä on kytketty rinnakkain joten kalliita erikoisratkaisuja ei tarvita.

Yksityiskohtaisesti keksinnön mukaiselle ratkaisulle tunnusomaiset piirteet on esitetty oheisissa patenttivaatimuksissa.

20 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

Kuvio 1 esittää useasta taajuusmuuttajayksiköstä koostuvaa taajuusmuuttajalaitteistoa ja siihen liitettyä moottoria,

Kuvio 2 esittää ulostulovaihevirran skaalausta, ja

25 Kuvio 3 esittää keksinnön mukaista virran summausta ja summatiedon eteenpäinlähetystä.

Kuvio 1 esittää kolmivaiheista jänniteohjattua suurtehoista taajuusmuuttajalaitteistoa ja sen kuormana olevaa kolmivaiheista moottoria M, joka voi olla esimerkiksi oikosulkumoottori. Taajuusmuuttajalaitteistolla syötetään taajuudeltaan vaihtelevaa kolmivaiheista vaihtojännitettä moottoriin M sen pyörimisnopeuden säätämiseksi. Taajuusmuuttajalaitteistossa on kolme rinnankytkettyä taajuusmuuttajayksikköä FC1 – FC3, joissa kussakin on verkkosilta REC, tasajännitevälipiiri Udc ja kuormasilta INU. Taajuusmuuttaja-yksiköt on liitetty yhteiseen kolmivaiheiseen vaihtosähköverkkoon UL kuristinyksiköiden L1 – L3 kautta. Sen lisäksi laitteistossa on yhteinen digitaalinen ohjausyksikkö CU taajuusmuuttajan kuormasillan tehopuolijohde-kytkimien, esim. IGBT:t, ohjaamiseksi ja mm. moottorin M säätämiseksi, ja summausyksikkö SC, joka toimii välityksikkönä usean taajuusmuuttajayksikön ja yhteisen ohjausyksikön välillä.

Summausyksikköön on kytketty ohjauskaapelit W1 – W3 (sarjaliikenneväylä) kustakin taajuusmuuttajayksiköstä, ja sen ja ohjausyksikön välillä on ohjauskaapeli W_{CU} . Kussakin taajuusmuuttajayksikössä on ulostulevien vaihevirtojen mittaussyksiköt CT1 – CT3, joista saatava virtamittaustieto ohjataan digitaalimuodossa summausyksikölle SC ja edelleen ohjausyksikölle CU osavirroista summattuna virtamittaustietona.

Tämän keksinnön mukaisesti virtasummauksen vaatima ylimääräinen viive voidaan minimoida seuraavasti:

- 1) Taajuusmuuttajayksiköt FC1 – FC3 lähettävät virtatietonsa summausyksikölle SC kuvion 2 mukaisesti siten, että:
 - virtatiedot skaalataan siten, että ne ovat aina samanmerkkiset, esimerkiksi summaamalla niihin 50% mittausalueesta, jolloin tiedot ovat aina positiivisia, ja
 - virtatieto lähetetään "käänteisessä järjestyksessä" siten, että vähiten merkitsevä bitti LSB lähetetään ensimmäisenä ja eniten merkitsevä bitti MSB sekä sanoman tarkistussumma CRC viimeisinä.
- 2) Summausyksikkö SC hoitaa summauksen ja summavirran edelleenlähetyksen CU:lle kuviossa 3 esitetyllä tavalla seuraavasti:
 - kun SC on saanut osavirtojen LSB:t summatuksi se lähettää summavirran LSB:n heti eteenpäin
 - vastaavasti SC käsittelee muutkin virtatiedon bitit niiden saapumisjärjestyksessä, joten summauksen vaatima tiedonsiirron viive on minimissään vain sen mittainen kuin samanarvoisten bittien summalasku kestää
 - myös sarjaliikennesanoman loppuun kuuluva tarkistussumma CRC käsitellään samalla periaatteella; kun FC-kohtaisten sanomien CRC:t on saatu tarkistetuksi lähetetään summasanoman CRC lopuksi eteenpäin.
- 3) Osavirtojen skaalaustermi, esimerkiksi 50% mittausalueesta, voidaan vähentää summavirrasta joko summausyksikössä tai ohjausyksikössä.

Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön eri sovellutusmuodot eivät rajoitu yksinomaan edellä esitettyyn esimerkkiin, vaan ne voivat vaihdella jäljempänä esitettävien patenttivaatimusten puitteissa. Samasta käänteisestä summauksesta voi olla hyötyä muidenkin signaalien käsittelyssä. Esimerkiksi samaa menetelmää voidaan käyttää, jos lasketaan yksiköiden tehojen tai momenttien summaa, jännitteiden keskiarvoa tms.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä rinnankytkettyjen tehomuuttajayksiköiden (FC1 – FC3) muodostaman tehomuuttajalaitteiston suureen, kuten virran, mittaamiseksi,
5 si,

jossa menetelmässä mitataan kunkin tehomuuttajayksikön osasuure, kuten osavirta,

osasuureet lähetetään ohjausyksikölle (CU) digitaalisesti sarjaliikennemuodossa, ja

10 osasuureet summataan summasuureeksi,

tunnettu siitä, että menetelmässä:

osasuuretiedot lähetetään ohjausyksikölle vähiten merkitsevä bitti (LSB) ensimmäisenä,

15 summaus aloitetaan heti kun osasuureiden LSB:t on saatu vastaanotetuiksi,

summan LSB lähetetään eteenpäin heti kun osasuureiden LSB:t on saatu summatuiksi,

tämän jälkeen muut bitit summataan saapumisjärjestyksessä, viimeisenä eniten merkitsevä bitti (MSB), ja

20 niiden summaustiedot lähetetään saapumisjärjestyksessä eteenpäin heti kun osasuureiden vastaavat bitit on saatu summatuiksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,

tunnettu siitä, että muuttajayksiköt lähettävät summattavat tietonsa siten, että tiedot on skaalattu samanmerkkisiksi esimerkiksi lisäämällä niihin 50% mittaus-
25 alueesta, jolloin tieto on aina positiivinen.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,

tunnettu siitä, että kun muuttajayksiköiden sanomien tarkistussummat, CRC:t, on saatu tarkistetuksi lähetetään summasanomien CRC lopuksi eteenpäin.

4. Järjestelmä rinnankytkettyjen tehomuuttajayksiköiden (FC1 – FC3) muodostaman tehomuuttajalaitteiston virran mittaamiseksi,
30

jossa järjestelmässä on muuttajayksikkökohtaiset mittaus- tai las-
kentaelimet, joilla muodostetaan kunkin tehomuuttajayksikön osasuure,

yhteyselimet, joilla osasuureet lähetetään ohjausyksikölle (CU) digi-
taalisesti sarjaliikennemuodossa, ja

35 summauselimet (SC), joilla osasuureet summataan summasuureeksi,

tunnettu siitä, että järjestelmässä:

osasuuretiedot lähetetään ohjausyksikölle vähiten merkitsevä bitti (LSB) ensimmäisenä,

summaus aloitetaan heti kun osasuureiden LSB:t on saatu vastaanotetuiksi,

5 summasuureen LSB lähetetään eteenpäin heti kun osasuureiden LSB:t on saatu summatuiksi,

tämän jälkeen muut bitit summataan saapumisjärjestyksessä, viimeisenä eniten merkitsevä bitti (MSB), ja

10 niiden summaustiedot lähetetään saapumisjärjestyksessä eteenpäin heti kun osasuureiden vastaavat bitit on saatu summatuiksi.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että siinä on skaalausvälineet, jolloin muuttajayksiköt lähettävät summattavat tietonsa siten, että ne on skaalattu samanmerkkisiksi esimerkiksi lisäämällä niihin 50% mittausalueesta, jolloin tieto on aina positiivinen.

15 6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että tehomuuttajalaitteisto on taajuusmuuttajalaitteisto, jossa on taajuusmuuttajayksiköitä.

20 7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että tehomuuttajalaitteisto on invertterilaitteisto, jossa on invertteriyksiköitä.



PATENTKRAV

1. Förfarande för mätning av en storhet, såsom ström, i ett av parallellkopplade effektomvandlarenheter (FC1–FC3) bildat effektomvandlar-
5 aggregat, i vilket förfarande,
varje effektomvandlarenhets delstorhet, såsom delströmmen, mäts,
delstorheterna sänds digitalt till styrenheten (CU) i seriell form, och
delstorheterna summeras till en summastorhet,
kännetecknat av, att i förfarandet:
10 delstorhetsdata sänds till styrenheten med den minst signifikanta biten först (LSB),
summeringen börjar genast när delstorheternas LSB mottagits,
summans LSB sänds vidare genast när delstorheternas LSB summerats,
härefter summeras de övriga bitarna i den ordning de kommer in, med den
15 mest signifikanta biten sist (MSB), och
deras summeringsdata sänds vidare i den ordning de kommer in genast när
delstorheternas motsvarande bitar har summerats.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av**, att omvandlarenheterna
20 sänder data som skall summeras skalerade så att alla värden har samma
förtecken exempelvis genom att 50 % av mätområdet läggs till dem, varvid
värdena alltid är positiva.
3. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat av**, att när kontrollsummorna,
25 CRC, för de av omvandlarenheterna sända meddelandena kontrollerats sänds
CRC för summameddelandet slutligen vidare.
4. System för mätning av strömmen i ett av parallellkopplade
effektomvandlarenheter (FC1–FC3) bildat effektomvandlaraggregat, där varje
30 omvandlarenhet omfattar
mät- och beräkningsorgan som bildar effektomvandlarenhetens delstorhet,
kommunikationsorgan som sänder delstorheterna till styrenheten (CU) digitalt i
seriell form, och
summeringsorgan (SC) som summerar delstorheterna till en summastorhet,
35 **kännetecknat av**, att i systemet:

delstorhetsdata sänds till styrenheten med den minst signifikanta biten först (LSB),

summeringen börjar genast när delstorheternas LSB mottagits,

5 summerats, summastorhetens LSB sänds vidare genast när delstorheternas LSB

härefter summeras de övriga bitarna i den ordning de kommer in, med den mest signifikanta biten sist (MSB), och

deras summeringsdata sänds vidare i den ordning de kommer in genast när delstorheternas motsvarande bitar har summerats.

10

5. System enligt patentkrav 4, **kännetecknat av**, att det omfattar skaleringsorgan, varvid omvandlarenheterna sänder data som skall summeras skalerade så att alla värden har samma förtecken exempelvis genom att 50 % av mätområdet läggs till dem, varvid värdena alltid är positiva.

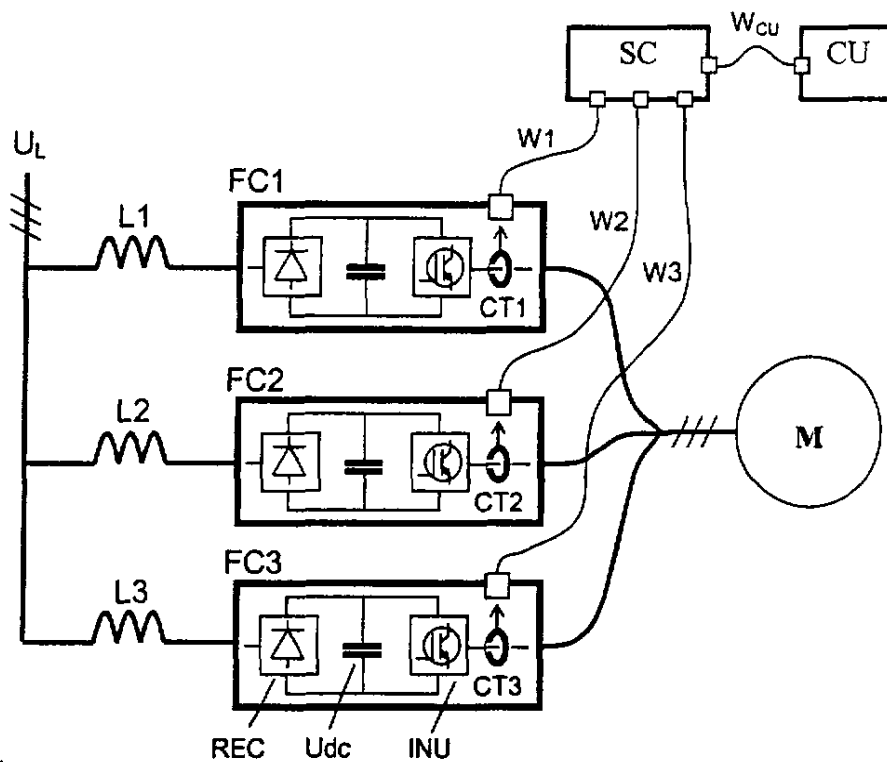
15

6. System enligt patentkrav 4, **kännetecknat av**, att effektomvandlaraggregatet är ett frekvensomriktaraggregat innefattande frekvensomriktarenheter.

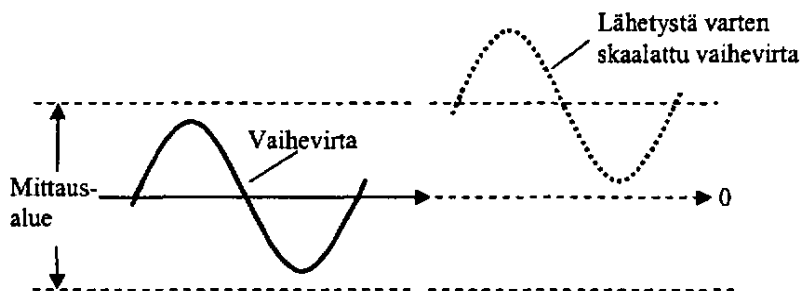
20

7. System enligt patentkrav 4, **kännetecknat av**, att effektomvandlaraggregatet är ett inverteraggregat innefattande inverterenheter.

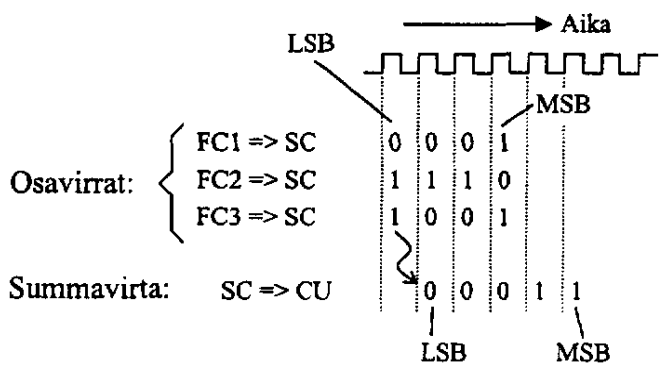




Kuvio 1



Kuvio 2



Kuvio 3