



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 01H 47/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 886063
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 30.12.88
(24) Alkupäivä - Löpdag 30.12.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 01.07.90
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. -
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 31.08.90

(71) Hakija - Sökande

1. ABB Strömberg Kojetet Oy, PL 622, 65101 Vaasa, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Solanti, Petri, Kreetantie 7 C, 33950 Pirkkala, (FI)
2. Tenhunen, Hannu, Helakuja 4, 33720 Tampere, (FI)
3. Kiiskinen, Esko, Läntinen Pitkätie 7, 65380 Vaasa, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Seppo Laine Ky

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

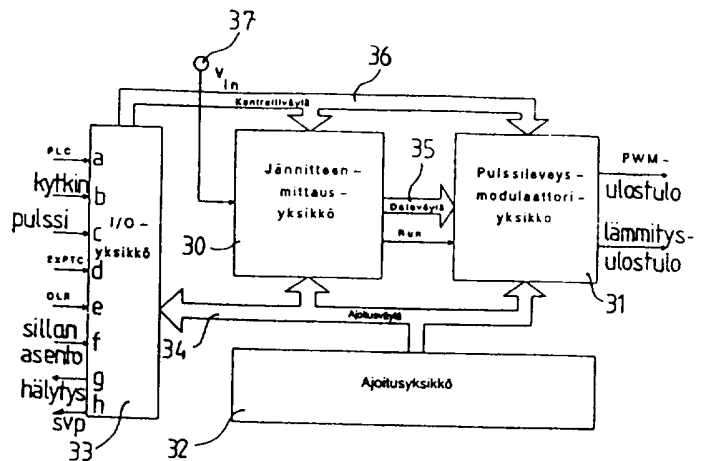
Digitaalisesti ohjattu kontaktori ja menetelmä kontaktorin säätämiseksi
Digitalt styrd kontaktor och förfarande för reglering av kontaktor

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee kontaktoria (2) laitoksien ja kuormituksien yhdistämiseksi ja erottamiseksi toisistaan sekä menetelmää kontaktorin säätämiseksi. Kontaktori (2) käsittää kontaktorirungon (8), kontaktorirunkoon (8) kiinnitetyn, ainakin kaksiosaisen magneettipiirin (5), magneettipiiriin (5) yhdistetyn kelan (3), jolla magneettipiiri (5) on suljettavissa yhtenäiseksi, runkoon (8) sovitetut kelaliittimet (4), joista kelaan (3) on syötettävissä sähkövirtaa, runkoon (8) sovitetut kuormakoskettimet (7), joihin laitokset tai kuormitukset ovat kytkettävissä, ja magneettipiiriin (5) yhdistetyn kytkentäsillan (6), jolla kuormakoskettimet (7) ovat halutulla tavalla yhdistettävissä. Keksinnön mukaan rungon (8) sisään tai erilliseen, runkoon (8) kiinnitettävään koteloon, on sovitettu kelan digitaalinen ohjauslaite (1), joka saa käyttäjännitteensä kelaliittimistä (4) ja joka käsittää ohjausjännitteen mittaussyksikön (30), jolla kelaliittimien (4) välinen jännite on mitattavissa, modulaattoriyksikön (31), jolla jännitteenmittausyksiköllä (30) mitattujen arvojen perusteella kelan (3) virta on

moduloitavissa, I/O-yksikön, joka ohjaa ja valvoo ohjauslaitteen toimintaa ja kommunikoi ulkoisen ympäristön kanssa, ja ajoitusyksikön (32), jolla muodostetaan ohjausjännitteen mittaussyksikön (30), modulaattoriyksikön (31) ja I/O-yksikön (33) tarvitsemat ajoitukset.



Uppfinningen avser en kontaktor (2) för att förena och skilja åt anläggningar och belastningar samt ett förfarande för reglering av en kontaktor. Kontaktorn omfattar en kontaktorstomme (8), en vid kontaktorstommen (8) fästad, åtminstone tudelad magnetkrets (5), en med magnetkretsen (5) förenad spole (3) med vilken magnetkretsen (5) kan slutas till en enhetlig krets, vid stommen (8) anordnade spolanslutningsdon (4) för matning av elström till spolen (3), belastningskontakter (7) anordnade vid stommen (8) för anslutning till anläggningarna eller belastningarna, och en kopplingsbro (6) förenad med magnetkretsen (5) för förening av belastningskretsarna (7) på önskat sätt. Enligt uppfinningen är en digital styranordning anordnad inne i stommen (8) eller i en separat dosa som fästs vid stommen (8), vilken får sin bruksspänning från spolanslutningsdonen (4) och som omfattar en mätenhet (30) för styrspänningen för mätning av spänningen mellan spolanslutningsdonen (4), en modulatorenhet (31) för modulering av spolens (3) ström utgående från mätvärdena från spänningsmätenheten (30), en I/O-enhet, som styr och kontrollerar styranordningens funktion och kommunicerar med den yttre omgivningen och en tidsinställningsenhet (32) för bildning av de tidsinställningar som behövs hos styrspänningens mätenhet (30), hos modulatorenheten (31) och hos I/O-enheten (33).

Digitaalisesti ohjattu kontaktori ja menetelmä kontaktorin säätämiseksi

Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 mukainen 'älykäs' kontaktori laitoksien ja kuormitusten yhdistämiseksi ja erottamiseksi toisistaan.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä kontaktorin säätämiseksi.

Nykyisissä kontaktoreissa kelapiiri on mitoitettu toimimaan hyvin suppealla jännitealueella ja tasa- ja vaihtovirtakäytössä tarvitaan erikokoiset kelat. Yhtä kontaktorimallia varten tarvitaan yli sata erilaista kelavaihtoehtoa.

Lisäksi suurempien kontaktorien tasavirtakelojen yhteydessä käytetään apukoskettimia ja ulkoista sarjavastusta alentamaan kelan läpi kulkevaa virtaa pitovaiheessa ja vähentämään siten kelan lämpenemistä.

Säätämättömän kontaktorin magneettipinnat joutuvat tarpeettoman suurelle rasitukselle, koska vetojakson aikana kelan teho on vakio, joten kosketinsillan loppunopeus ennen magneettipiirin sulkeutumista kasvaa varsin suureksi. Koska vetovaiheessa tarvittava teho on suurempi kuin magneettipiirin suljettuna pitämiseen tarvittava teho, joudutaan kela- virta ylimitoittamaan tarvittavaan pitovirtaan nähden kontaktorimallista riippuen jopa monikymmenkertaiseksi. Ylimi- toituksen seurauksena sekä sähkönkulutus että kelan lämpö- kuormitus kasvavat.

Edellä mainittujen ongelmien poistamiseksi on olemassa analogiatekniikkaan perustuvia erillisiä säätöyksiköitä, joilla kelapiirin virtaa säädetään. Olemassa olevien säätölaitteiden jännitealue on huomattavasti suppeampi kuin tässä esi-

tellyn laitteen, koska analogiatekniikalla ei ole ollut mahdollista saavuttaa riittävän suurta säätöaluetta. Lisäksi ne ovat kalliita ja suurikokoisia ja toteutustekniikka rajoittaa niiden toimintojen lisäämistä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa olemassa olevan tekniikan haitat ja saada aikaan aivan uudentyyppinen kontaktori ja menetelmä kontaktorin säätämiseksi.

Ohjauspiirillä tarkoitetaan tässä dokumentissä laitetta, joka on pakattu yhdeksi monoliitti- tai hybridipiiriksi tai yhdelle piirikortille ja joka suorittaa tarvittavat ohjaus- ja säätötoimenpiteet kontaktorin kelavirtapiirissä.

Keksintö perustuu digitaalitekniikalla toteutettuun, kontaktorin kelavirtapiiriin kytkettyyn pulssileveysmodulaatioon perustuvaan säätöyksikköön, jonka yhteyteen rakennetulla teho-osalla säädetään kelan virtaa. Modulointiohje muodostetaan ohjausjännitettä mittaamalla saadun jännitetiedon avulla.

Kelajännite tasasuunnataan ja suodatetaan kevyesti ennen modulointia, joten laitetta voi käyttää sekä tasa- että vaihtovirtaohjauksissa tasavirralla suunnitellulla magneetti-
piirillä, jossa ei tarvita erillisiä oikosulkurenkaita magneettikentän tasaamiseksi.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle kontaktorille tunnusomaiset piirteet on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle tunnusomaiset piirteet on esitetty patenttivaatimuksen 8 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia teknisiä ja taloudellisia etuja nykyiseen tekniikkaan verrattuna.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla kontaktoria pystytään säätämään tarkasti aina olosuhteiden mukaan. Magneettipintoja ei rasiteta liian suurella kiinnivetovoimalla ja pitotehon rajoittamisen ansiosta lämpökuormat pienenevät. Digitaalisen toteutuksen ansiosta ohjauspiiriin on helppo integroida lisätoimintoja, joita on selostettu edempänä.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan oheisten piirustusten mukaisten sovellusesimerkkien avulla.

Kuvio 1 esittää osittain halkileikattuna sivukuvantona yhtä keksinnön mukaista kontaktoria.

Kuvio 2 esittää graafisesti kontaktorikelan vaatimaa tehoa ajan funktiona kontaktorin sulkeutumisen eri vaiheissa.

Kuvio 3 esittää lohkokaaviona yhtä keksinnön mukaista vaihtoehtoa ohjauspiirin toimintatasolle.

Kuvio 4 esittää lohkokaaviona yhtä keksinnön mukaista jännitteenmittausyksikköä.

Kuvio 5 esittää lohkokaaviona yhtä keksinnön mukaista puls-sileveysmodulaattoriyksikköä ja teho-osaa.

Kuvio 6 esittää graafisesti kontaktorikelan vetovoiman sovittusta kosketin- ja vastajousikuormiin voiman ja magneettipiirin avausvälin funktiona.

Digitaalinen säätö- ja ohjauspiiri 1 kytketään kuvion 1 mukaisesti kontaktorin 2 kelapiirin 3 ja ohjaavan verkon 4 väliin. Ohjauspiirin pääasiallinen tehtävä on säätää kontaktorin 2 kelan 3 läpi kulkeva virta kontaktorin sulkeutumisen eri vaiheissa (kuvio 2) sellaiseksi, ettei kela 3 kuumene turhaan, mutta magneettipiiri 5 pysyy silti kiinni vaikeisakin ympäristöolosuhteissa esim. voimakkaassa värinäissä.

Magneettiin 5 sulkeutuessa silta 6 sulkeutuu ja kontaktori 2 kytkee navat 7 oikosulkuun. Sillan 6 asentoa valvotaan anturilla 9. Ohjaavan verkon 4 jännite saa vaihdella vapaasti väleillä 24-120V tai 120-450V ja se voi olla tasatai vaihtovirtaa. Ohjauspiiri 1 saa virran säätöön tarvitsemansa informaation ohjaavan verkon 4 jännitteestä ja ohjauspiiriin 1 langoitetusta kontaktoritiedosta. Käyttömahdollisuuksien monipuolistamiseksi piirissä on erityinen (ei-esitytety) I/O-yksikkö, jonka kautta ohjauspiirin kommunikointi ulkomaailman kanssa tapahtuu. I/O-yksikköä kuvataan myöhemmin tarkemmin.

Ohjauspiirin 1 suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota kontaktorien käyttöolosuhteisiin. Se joutuu toimimaan hyvin vaihtelevissa lämpötiloissa, voimakkaassa värinässä ja voimakkaissa magneettikentissä. Magneettisten ja sähköisten häiriöiden eliminoimiseksi ohjauspiiri on varustettu useilla valvonta- ja nollausrakenteilla, joilla mahdollinen virheetoiminta-aika pyritään minimoimaan. Häiriöalttiuden takia ohjauspiirissä ei ole käytetty mikrokontrolleria vaan pelkkää hajalogiikkaa, joka on jaettu itsenäisiksi toimintalohkoiksi, jotka nollataan määrävällein ajoitusyksiköltä saatavalla nollauspulssilla. Lohkorakenteella ja pakkonollauksella ohjauspiirin toipumisaika saadaan huomattavasti lyhyemmäksi kuin mikrokontrolleritoteutuksella ja parhaassa tapauksessa virhetoiminta rajoittuu vain yhteen lohkoon, jolloin se ei välttämättä vaikuta kokonaisuuden toimintaan.

Käynnistystilanteessa tarvitaan kuvion 2 mukaisesti kolmea eri virtatasoa:

Vetovaiheen alkuosassa a kelalle 3 syötetään niin paljon tehoa, että koskettimet sulkeutuvat, mutta magneettiin ei vielä täysin sulkeudu. Tässä vaiheessa tarvitaan tehoa vain palautusjousikuorman voittamiseen.

Vetovaiheen toisessa osassa b kelan 3 energia kasvatetaan niin suureksi, että magneettiipiiri 5 sulkeutuu kaikissa mahdollisissa ympäristöolosuhteissa.

Kolmas jakso, pitovaihe c, kestää seuraavaan ohjauksen katkaisuun saakka. Pitovaiheessa kelan 3 virtaa rajoitetaan sellaiseksi, että magneettiipiiri pysyy suljettuna, mutta kela ei lämpene.

Veto- ja vastavoimien erotuksen minimointi kuvan 2 mukaisesti käynnistysvaiheessa vähentää kosketinsillan kiihtyvyyttä ja siten vähentää käynnistyksen aiheuttamaa mekaanista rasitusta. Nykyisellä tekniikalla vetovoimakäyrää yritetään sovittaa vastavoimakäyrään (Kuvio 6) erilaisilla vipurakenteilla. Keksinnön mukaisella ratkaisulla vetovoimakäyrän sovitusta tehdään elektronisesti, jolloin mekaanisia vaimennusrakenteita ei tarvita.

Ohjauspiirin 1 toiminnassa on huomioitu eräitä vikatilanteita, joiden selvittäminen tavallisella kontaktorilla vaatii lisäkomponenttien käyttöä. Eräs käytetyimmistä on pikajälleenkytkentä lyhyen sähkökatkoksen jälkeen. Ohjauspiiri 1 muistaa tilansa noin yhden sekunnin ajan kelajännitteen katkeamisesta. Jos kontaktori 2 oli vetänyt kelajännitteen katketessa, piiri 1 aloittaa käynnistyssekvenssin, mikäli jännite palautuu muistiajan kuluessa. Pitemmän katkoksen jälkeen ohjauspiiri lukkiutuu auki-tilaan ja kaikki ohjaussignaalit on katkaistava hetkeksi ennen seuraavaa kiinniohjausta. Pikajälleenkytkentä voidaan kytkeä pois käytöstä, jolloin kelajännitteen hetkellinenkin katkeaminen aiheuttaa ohjauspiirin nollautumisen, eikä kontaktori vedä ennen seuraavaa kiinniohjauskäskyä. Pikajälleenkytkennän toteuttamiseen ei tarvita ulkoisia RC-piirejä, kuten nykyisissä järjestelmissä.

Koskettimien hitsautumisen ehkäisemiseksi ohjauspiiriin 1 on rakennettu ohjauskäskyjen viivästys, joka estää seuraavan

kiinni-ohjauksen niin pitkäksi aikaa, että kosketinsilta ehtii yläasentoon edellisen auki-ohjauksen jälkeen. Viive on erilainen eri kokoisilla kontaktoreilla, mutta se on tyypillisesti alle 200 ms. Seuraava ohjaukaskäsky hyväksytään, mutta käynnistyssekvenssi aloitetaan vasta kun viivästysaika on kulunut. Tämä piirre koskee myös pikajälleenkytkentää. Nykyisin viivästys toteutetaan apukontaktoreilla.

Kontaktoreja koskevan standardin mukaan kontaktorin pitää alijännitetilanteessa aueta 20-75% nimellisjännitteestä vaihtovirtaohjauksella ja 10-75% nimellisjännitteestä tasavirralla. Alijännitevalvonta on rakennettu jännitteenmittausyksikköön 30, joka antaa modulaattoriyksikölle runsignaalin jos kelajännite on sallituissa rajoissa. Alijänniteraja asettuu käynnistysvaiheessa mitatun kelajännitteen perusteella standardin edellyttämälle välille.

Ylijännitetilanteessa ohjaus katkaistaan, kun jännite kasvaa 15% yli ohjauspiirin jännitealueen ylärajan (138 V jännitealueella 24 - 120 V ja 517 V jännitealueella 120 - 450 V). Ylijännitevalvontaa varten jännitteenmittausyksikköön on rakennettu kaksi erillistä järjestelmää, joista toinen havaitsee nopeat jännitemuutokset ja toinen mittaa jännitteen keskiarvon muuttumista pitemmällä aikavälillä. Sekä ali- että ylijännitekatkaisu nollaa ohjauspiirin, eikä jännitteiden palautuminen sallitulle alueelle aiheuta kontaktorin vetämistä ilman uutta ohjaukaskäskyä.

Ohjausjärjestelmän älykkyyden sisältävä ASIC-piiri on jaettu kuvion 3 mukaisesti neljään toiminnalliseen lohkoon. Kaikki lohkojen välinen informaation siirto on asynkronista häiriöiden eliminoimiseksi. Rajapinnat ja lohkojen ulkopuolelle annettavat signaalit on määritelty tarkemmin myöhemmin.

Ohjauspiirin toimintalohkot ovat:

- jännitteenmittausyksikkö 30
- modulaattori 31
- ajoitusyksikkö 32
- I/O-yksikkö 33

Kuvion 4 mukaisesti käyttöjännitteen mittaus tehdään jännitteenjakopiirin 46 jälkeen kytketyllä Sigma-Delta-modulaatioon perustuvalla A/D-muuntimella 40, jonka perään on kytketty keskiarvottava digitaalinen alipäästösuodatin 41. Vaihtoehtona keskiarvosuodattimelle on integroiva suodatin, joka antaisi tarkemman tehollisarvotiedon, mutta se vaatii huomattavasti enemmän piipinta-alaa ja keskiarvo on riittävän tarkka approksimaatio ympäristöolosuhteet huomioiden. Riittävällä ylinäytteityksellä A/D-muuntimen 40 (ei-esitetty) S/D-modulaattori suodattaa mitattavasta signaalista suur- ja keskitaajuiset häiriöt ja mittaustuloksena saadaan 7-bit-tinen binääriluku, joka digitaalisen alipäästösuodattimen 41 jälkeen ilmoittaa mitatun jännitteen keskiarvon. Jänniteinformaatio annetaan koodauslogiikalle sopivin väliajoin uuden modulointiohjeen asettamiseksi. Yli- ja alijännitevalvonta tapahtuu tapahtuu detektorissa 42 suodatuksen jälkeen, jolloin mahdolliset häiriöpiikit syöttävässä verkossa eivät aiheuta ylijännitekatkaisua. A/D-muunnoksen ja suodatuksen hitauden vuoksi järjestelmässä on erillinen analoginen ylijännitevalvonta, joka on toteutettu jännitereferenssillä 47 ja komparaattorilla 43. Häiriöpiikkien eliminoimiseksi komparaattorin ulostulo on kytketty viivelinjaan 44, jolla esitetään nopeiden transienttien aiheuttama ylijännitelaukaisu (n. 1-2 ms). Viivelinja asettaa ylijännitesignaalin detektoriyksikölle vasta, kun komparaattorin ulostulo on ollut keskeytymättä ylhäällä viiveen määräämän ajan (n. 1 - 2 ms). Detektoriyksikkö katkaisee run-signaalin, kun se saa viivelinjalta ylijännitesignaalin 45 huolimatta siitä, että kes-

kiarvomittaus osoittaisi jännitteen olevan sallituissa rajoissa. Ylijänniteraja on asetettu ohjauspiirinpiirin maksimihuippujännitteen mukaiseksi $U_{\text{eff,max}} * 1.42$, jotta katkaisu ei tapahtuisi hyväksyttävällä jännitealueella.

Kun ohjauspiiri kytketään kelajännitteeseen, jännitteenmittausyksikkö mittaa ensin n. 20 ms ajan kelapiirin jännitettä mittaussisääntulon 37 kautta kunnollisen jännitekeskiarvon laskemiseksi, jonka jälkeen se asettaa alijänniterajan ja antaa modulaattorille 31 Run-signaalin. Jos kelajännite (kontaktorin ohjauspiirin jännite) on alhaisempi kuin kiinteästi asetettu alaraja tai korkeampi kuin ylijännitekatkaisuraja, Run-signaalia ei anneta.

Kuvion 5 mukaisesti modulaattoriyksikkö sisältää kaksi pääosaa: takaisinkytkennättömän digitaalisen pulssileveysmodulaattorin (non-feedback digital pulse width modulator NFBDPWM) 50 ja ROM-muistin 51, johon on tallennettu modulointiohje eri kontaktorityypeille ja eri jännitteille, sekä muistin osoitekoodauslogiikka. Muistina voidaan käyttää myös PROM, EPROM, EEPROM, Flash tai muuta muistiteknologiaa hyödyntävää rakennetta ulkoisena tai sisäänrakennettuna lohkona.

Pulssileveysmodulaattoriyksikkö 31 on itsenäinen sisäisesti synkronoitu yksikkö, jonka ainoat ohjaustiedot ovat jännitteenmittausyksiköltä 30 saatava jänniteinformaatio ja Run-signaali, jonka perusteella modulaattoriyksikkö asettaa toimintatilansa. Pulssileveysmodulaattori 50 moduloi tehokytken ohjainyksikölle 52 menevää signaalia muistiin 51 ennalta laskettujen pulssisuhdetietojen perusteella. Tällä rakenteella saadaan poistettua analogisille pulssileveysmodulaattoreille tyypillinen epästabiilisuus ja takaisinkytkennän aiheuttamat ohjausvirheet. Modulaattori 50 nolaa itse itsensä jokaisen pulssin jälkeen ja lukee lukkopiirililtään uuden modulointiohjeen. Lukkopiiri on rakenteeltaan kaksio-

sainen, mikä mahdollistaa sen asynkronisen asettamisen ja lukemisen. Modulaattoriyksikkö 31 pystyy ohjaamaan pulssisuhdetta 0,4 prosentin tarkkuudella alueella 0,4..98,4 %. Jokaisen pulssin väliin jää pieni katkos, jonka aikana luetetaan uusi modulointiohje ja nollataan modulaattori, joten täyttä 100% modulointia ei voida käyttää. Vastaaviin analogisiin ratkaisuihin verrattuna NFBDPWM tarjoaa huomattavan laajan pulssisuhdealueen.

Muistiin 51 ohjelmoidaan testien perusteella lasketut pito-tehojen pulssisuhteet, joita haetaan jännite- ja kontaktoritiedosta koodattavalla osoitteella ja asetetaan modulaattorin lukopiiriin. Eri jännitealueiden kelat mitoitetaan sellaisiksi, ettei niille tarvita erillisiä muistilohkoja. Käynnistysvaiheen tehot saadaan lisäämällä muistin sisältämään arvoon kontaktorityypin perusteella valittu vakioarvo. Muisti voidaan organisoida esim. kahdeksaan riviin, joita osoitetaan 3-bittisellä kontaktoritiedolla 56 ja 128 sarakkeeseen, joita osoitetaan 7-bittisellä jännitetiedolla 57. Jokainen muistialkio sisältää 8-bittisen modulointiohjeen.

Säätöjärjestelmän toimielimenä on tehofetillä toteutettu hakkuriregulaattori, jonka induktanssina käytetään kontaktorin kelaa. Fettiä ohjataan edellä kuvatulla takaisinkytkennättömällä pulssileveysmodulaattorilla (NFBDPWM) 50 jännitteenmittausyksiköltä 30 saatavan jännitetiedon perusteella valitun kontaktorikohtaisen modulointiohjeen mukaisesti. Hakkurin taajuus on yli 20 kHz, joten se ei aiheuta äänitajuisia värähtelyjä kontaktorin 3 magneettiin 5.

Fetin ohjainpiiri 52 ei sisälly modulaattoriyksikköön 31, koska sitä ei voida integroida ohjauslogiikan kanssa samalle piipalalle erilaisten käyttöjännitealueiden takia. Fetin rinnalle on kytketty SA-piiri 54, jonka tehtävänä on suodattaa fetin 53 yli muodostuvat kytkentäpiikit ja pienentää fe-

tin kytkentähäviöitä. Kelan 3 rinnalle kytketty suojadiodi 55 vaimentaa kelan omia jännitepiikkejä. Isotehoisia fettejä käytettäessä ongelmaksi muodostuu niiden suurehko hilakapasitanssi, joka hidastaa fetin toimintaa. CMOS-piirien virranantokyky on melko heikko ja ohjauslogiikan 5 V käyttöjännite ei riitä ohjaamaan fettiä 53, jonka normaali hilajännite on yleensä yli 10 V. Kunnollisen ohjaustason saavuttamiseksi ja ohjauslogiikan suojaamiseksi teho-osan ja ohjauspiirin väliin rakennetaan ohjain/erotinlohko.

Kuviossa 3 on esitetty ajoitusyksikkö 32, josta saadaan kaikki ohjauspiirin 1 tarvitsemat ajoitukset. Ajoitusyksikön 32 kellogeneraattorina toimii vapaasti värähtelevä 5 MHz rengasoskillaattori, jonka taajuutta käytetään modulaattorin perustaajuutena. Muut ajoitussignaalit saadaan jakamalla perustaajuutta ja muodostamalla siitä erilaisia sekvenssejä. Eri taajuuksia tarvitaan mm. jännitteenmittausyksikölle 30 ja I/O-yksikölle 33. Ajoitusyksikkö 32 generoi myös käynnistysvaiheessa tarvittavat nollaussignaalit eri lohkoille oikeassa järjestyksessä. Yksikköön on sisällytetty myös passiivinen ajastin ohjauksikäskyjen viivästystä varten ja lyhyt käynnistysviive kellogeneraattorin käynnistämistä varten.

I/O-yksikkö 33 ohjaa säätöyksikön 31 (pulssileveysmodulaattori oheislohkoineen kuvio 5) toimintaa ja toimii koko järjestelmän kommunikaatorajapintana ulospäin. I/O-yksikön digitaalisen toteutuksen ansiosta siihen on mahdollista integroida sellaisia toimintoja, jotka nykyisellä tekniikalla on mahdollista toteuttaa ainoastaan erillisilaitteilla.

I/O-yksikköön 33 on keskitetty kaikki kontaktorin ohjaukseen, kommunikointiin, säätöihin ja sisäiseen diagnostiikkaan liittyvät toiminnot. Yksikkö sisältää mm. kolme erilaista logiikkaohjausliitäntää, liitännän sarjaväyläohjausta varten, säädettävän ajastimen, jolla voidaan asettaa veto- ja päästöhidastus, käynnistyslogiikan, joka antaa muille yksi-

köille käynnistysvaiheessa annettavat käskyt oikeassa järjestyksessä ja virheilmoituslogiikan, joka kokoaa kaikki ohjauspiirin sisällä tapahtuneet ilmoitettavat tapahtumat (toimintavirhe, lämpörelelaukaisu, yms) ja ilmoittaa niistä merkkiledillä ja optisesti erotetulla avokollektoriulostulolla. I/O-yksikön kaikki viestinvälitys muille piirin yksiköille tapahtuu erillistä kontrolliväylää 36 pitkin. Väli-tettävien viestien määrää on minimoitu suunnittelemalla yksiköt mahdollisimman itsenäisiksi sisäistä diagnostiikkaa myöten. Ainoat ulkoiset liitännät, jotka eivät kulje I/O-yksikön kautta ovat jännitteenmittausyksikön mittaussäätulo ja pulssileveys-modulaattorin ulostulot (2 kpl). I/O-yksikön liitäntöjä kuvataan jatkossa viitenumeroilla 33a - 33h.

Logiikkatasoiselle (5..24 V DC/AC) ohjaukselle on tarkoitettu optoerotettu (4 kV erityys) liitäntä 33a. Kontaktori vetää ulkoisen signaalin nousevalla reunalla ja päästää laskevalla reunalla. Jos ohjaussignaali on ylhäällä silloin, kun kela-piirin virta kytketään, kontaktori ei vedä ennen kuin ohjaussignaali käy alhaalla. Automaattinen pikajälleenkytkentä lyhyen sähkökatkoksen jälkeen muistaa kontaktorin tilan ennen katkosta ja toimii ohjaussignaalin ollessa ylhäällä.

Sulkukosketinliitäntä 33b on toiminnaltaan vastaava kuin PLC-liitäntä 33a, mutta toimii jänniteohjauksen sijasta sulkukoskettimilla. Tätä liitäntää voidaan ohjata releellä, kytkimellä tai avokollektoriulostuloisella logiikalla. Sulkukosketinohjaus on rinnakkainen muiden ohjausten kanssa joten jos jokin ohjauksista on päällä, kontaktori vetää.

Pulssiohjausliitäntä 33c on tarkoitettu moottoriohjauksiin ym. kohteisiin, joissa käynnistyskytkimenä käytetään painonappia. Kontaktori vetää lyhyellä pulssilla, jonka jälkeen se säilyttää tilansa seuraavaan ohjausjännitekatkokseen tai reset-pulssiin, joka annetaan katkaisemalla PTC-ohjaus hetkeksi.

I/O-yksikössä on kaksi resistanssimittauspiiriä 33d, joihin voidaan liittää moottorin käämien ja laakerien lämpötilavalvonnassa käytettävät PTC-vastukset. Kun ulkoinen resistanssi kasvaa yli asetetun rajan, ohjauspiiri nollautuu, eikä käynnisty uudelleen ennen kuin resistanssi on laskenut alle raja-arvon ja kaikki ohjaukset on hetkeksi katkaistu. Lämpökatkaisusta ilmoitetaan I/O-yksikön kautta tietyllä merkkisignaalin. Virheilmoitus säilyy muistissa seuraavaan kelaajännitekatkokseen saakka.

I/O-yksikössä on erillinen suora liitäntä elektronista lämpöreleitä varten 33e. Liitäntä toimii sulkukosketinperiaatteella ja se estää kontaktoria vetämästä niin kauan kuin lämpöreleeseen koskettimet ovat auki. Liitännän avulla voidaan lämpöreleeseen informaatio saada suoraan kontaktorille ja lämpöreleeseen laukeamisesta voidaan ilmoittaa kontaktorin virheilmoitusliitännän kautta ohjausautomaattikalle. Lämpöreleliitäntä on kytkettävissä pois käytöstä.

Ohjauspiirin I/O-yksikkö sisältää liitännän 33f optisille lukuhaarukoille, joilla valvotaan kosketinsillan sijaintia ja asentoa. Vaihtoehtoisesti antureina voidaan käyttää esim. magneettisia antureita tai mikrokytkimiä. Asennonvalvonnalla voidaan varmistaa koskettimien kunnollinen sulkeutuminen ja päästövaiheessa havaita koskettimien mahdollinen hitsautuminen.

Lähdettäessä normaalitilasta, jossa silta on ylhäällä, piiri suorittaa käynnistyssekvenssin. Jos kosketinsilta ei ole ala-asennossa sekvenssin päättyessä, piiri katkaisee ohjauksen, odottaa sillan palautumista takaisin yläasentoon ja toistaa saman vielä kahdesti. Jos kolmaskaan yritys ei onnistu, I/O-yksikkö asettaa vikalipun ja antaa hälytyssignaalin. Vikalippu estää ohjauspiiriä toimimasta ennen kuin ohjausjännite on katkaistu. Jos silta ei käynnistystä aloitettaessa ole kunnolla yläasennossa, vikalippu asetetaan välittömästi, eikä käynnistyssekvenssiä aloiteta.

I/O-yksikön sisään on rakennettu ajastin, jolla voidaan viivästä vetoa kiinni-ohjauksen jälkeen. Vetohidastusaika on asetettavissa arvoihin 0,1..18 s tai 1..180 s ($\pm 20\%$). Päästöhidastukselle on oma erikseen asetettavissa oleva ajastin, jonka aika-alue on 0,1..18 s. Päästöhidastus toimii vain ulkoisten ohjausten kanssa.

Oy

Ohjauspiiri 1 sisältää toiminnan, jolla kosteissa tiloissa olevien moottorien käämejä voidaan lämmittää veden kondensoitumisen estämiseksi. Ohjauspiiri jatkaa modulointia auki-ohjauksen jälkeen, mutta modulaattorin ulostulo ohjataan erilliseen lähtöliitännään, johon liitetään erillinen tehofetti ohjainpiireineen. Syötettävä lämmitysteho lasketaan etukäteen, koodataan kontaktorityypin mukaan ja tallennetaan modulaattorin muistiin.

Sisäinen diagnostiikka valvoo kaikkien ohjauspiirin sisäisten lohkojen toimintaa ja pyrkii korjaamaan yksittäiset virhetoiminnot. Diagnostiikka valvoo myös tehokomponenttien kuntoa ja tehokytkimen vioittumisen varalle ohjauspiiri sisältää elektronisen sulakkeen, joka vikatilanteessa katkaisee kelavirtapiirin.

Patenttivaatimukset:

1. Kontaktori (2) laitoksien ja kuormituksien yhdistämiseksi ja erottamiseksi toisistaan, joka kontaktori (2) käsittää

- kontaktorirungon (8),
- kontaktorirunkoon (8) kiinnitetyn, ainakin kaksiosaisen magneettiipiirin (5),
- magneettiipiiriin (5) yhdistetyn kelan (3), jolla magneettiipiiri (5) on suljettavissa yhtenäiseksi,
- runkoon (8) sovitetut kelaliittimet (4), joista kelaan (3) on syötettävissä sähkövirtaa,
- runkoon (8) sovitetut kuormakoskettimet (7), joihin laitokset tai kuormitukset ovat kytkettävissä, ja
- magneettiipiiriin (5) yhdistetyn kytkentäsillan (6), jolla kuormakoskettimet (7) ovat halutulla tavalla yhdistettävissä,

t u n n e t t u siitä, että

- rungon (8) sisään tai erilliseen, runkoon (8) kiinnitettävään koteloon, on sovitettu kelan digitaalinen ohjauslaite (1), joka saa käyttöjännitteensä kelaliittimistä (4) ja joka käsittää
 - ohjausjännitteen mittausyksikön (30), jolla kelaliittimien (4) välinen jännite on mitattavissa,
 - modulaattoriyksikön (31), jolla jännitteenmittausyksiköllä (30) mitattujen ar-

vojen perusteella kelan (3) virta on moduloitavissa,

- I/O-yksikön, joka ohjaa ja valvoo ohjauslaitteen toimintaa ja kommunikoi ulkoisen ympäristön kanssa, ja

- ajoitusyksikön (32), jolla muodostetaan ohjausjännitteen mittausyksikön (30), modulaattoriyksikön (31) ja I/O-yksikön (33) tarvitsemat ajoitukset.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kontaktori (2), tunnettu siitä, että jännitteenmittausyksikkö (30) käsittää signaalitiellä jännitteenjakajan (46), A/D-muuntimen (40) sekä alipäästösuodattimen (41).

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kontaktori (2), tunnettu siitä, että jännitteen mittausyksikkö (30) käsittää jännitteenjakopiirin (46), signaalitiellä tämän jälkeen kytketyn Sigma-Delta-modulaatioon perustuvan A/D-muuntimen (40) sekä signaalitiellä tämän jälkeen kytketyn digitaalisen alipäästösuodattimen (41).

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen kontaktori (2), tunnettu siitä, että modulaattoriyksikkö (31) käsittää takaisinkytkennättömän digitaalisen pulssileveysmodulaattorin (50) ja muistin (51), johon on tallennettu moduloitiohje eri kontaktorityypeille ja eri jännitteille.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kontaktori (2), tunnettu siitä, että I/O-yksikkö (33) käsittää liitännät logiikkatasoista ohjausta varten (33a), sulkukosketinohjausta varten (33b), pulssiohjausta varten (33c), resistanssimittausliitännät (33d) lämpötilan mittausta varten, liitännän (33e) elektronista lämpörelettä varten, liitännän

kosketinsillan (6) asennonvalvontaa varten, muistirekisterin, johon tallennetaan tieto, kuinka monta kertaa kontaktori on vetänyt, hälytysulostulon (33g), joka ilmoittaa kontaktorin (2) virhetoiminnoista sekä liitännän (33h) ulkopuoliselle sarjaväyläprotokollayksikölle.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kontaktori (2), t u n n e t t u siitä, että modulaattoriyksikkö (31) käsittää erillisen ulostulon, johon liitetyn tehoasteen kautta voidaan syöttää lämmitysvirtaa kuormana olevan moottorin käämille kondenssiveden muodostumisen estämiseksi silloin, kun moottoria syöttävä kontaktori on auki-tilassa.

7. Jokin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kontaktori (2), t u n n e t t u siitä, että ohjauslaitteeseen (1) on integroitu kosketinsillan (6) asennonvalvontalogiikka, joka saa informaationsa kontaktorirunkoon (8) sovitetuilta antureilta (9).

8. Menetelmä sellaisen kontaktorin (2) säätämiseksi, joka käsittää kontaktorirungon (8), kontaktorirunkoon (8) kiinnitetyn, vähintään kaksiosaisen magneettipiirin (5), magneettipiiriin (5) yhdistetyn kelan (3) magneettipiirin yhdistämistä varten, runkoon (8) sovitetut kelaliittimet (4), runkoon (8) sovitetut kuormakoskettimet (7) laitoksien ja kuormien kytkemistä varten, ja magneettipiiriin (5) yhdistetyn kytkentäsillan (6), kuormakosketinten (7) yhdistämistä varten, jossa menetelmässä

- kelajännitettä mitataan ja

- kelaan (3) syötettävää virtaa säädetään moduloimalla syötettävää virtaa,

t u n n e t t u siitä, että

- jännitettä mitataan analogia-digitaalimuuntimella ja suodatin- ja ilmaisinyksiköillä (kuva 4) ja

- kelan (3) virtaa säädetään takaisinkytkennättömällä digitaalisella pulssileveysmodulaattorilla (50), jota puolestaan ohjataan muistiin (51) tallennetuilla tiedoilla siten, että kutakin jännitearvoa ja kontaktorityyppiä vastaa ennalta määrätty pulssileveystieto.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kelan yhteyteen on liitetty digitaalinen IC-teknologiaan perustuva säätöjärjestelmä, joka suorittaa patenttivaatimuksen 8 mukaisen säätöfunktion ja joka sen lisäksi

- suodattaa digitaalisella suodattimella mittaus-signaalista häiriöt pois,

- valvoo omaa toimintaansa sisäisen diagnostiikan avulla mm. laskemalla kontaktorin toimintakerrat ja valvomalla teho-osan kuntoa sekä

- sisältää I/O-yksikön, joka keskittää kaiken ulkoisen kommunikoinnin ja ohjaa mittaus- ja säätöyksiköiden toimintaa.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ohjauslaitteen toimintaa ohjaa ja valvoo laitteeseen integroitu I/O-yksikkö (33), joka käsittelee ulkoiset ohjaussignaalit, hoitaa keskitetysti virheilmoitukset, muodostaa sisäiset käynnistysviiveet ja synkronoi ohjauslaitteen muiden yksiköiden toimintaa kontrolliväylän (36) kautta.

11. Jonkin edellisen memetelmävaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ohjauspiiri (1) valvoo kosketinsillan (6) asentoa antureiden avulla.

12. Jonkin edellisen menetelmävaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kontaktoreilla syötetään erillisestä tehonsäätöulostulosta pientä lämmitysvirtaa moottorin käämille silloin, kun moottori ei ole toiminnassa kondenssiveden muodostumisen ehkäisemiseksi sähkömoottoreissa, jotka toimivat kosteissa tiloissa.

Patentkrav:

1. Kontaktor (2) för att förena och skilja åt anläggningar och belastningar, omfattande

- en kontaktorstomme (8),
- en vid kontaktorstommen (8) fästad, åtminstone tudelad magnetkrets (5),
- en med magnetkretsen (5) förenad spole (3) med vilken magnetkretsen (5) kan slutas till en enhetlig krets,
- vid stommen (8) anordnade spolanslutningsdon (4) för matning av elström till spolen (3),
- belastningskontakter (7) anordnade vid stommen (8), till vilka kontakter anläggningarna eller belastningarna kan kopplas, och
- en kopplingsbro (6) förenad med magnetkretsen (5) för förening av belastningskontakterna (7) på önskat sätt,

k ä n n e t e c k n a d av att

- en digital styranordning (1) för spolen är anordnad inne i stommen (8) eller i en separat dosa som fästs vid stommen (8), varvid styranordningen får sin bruksspänning från spolanslutningsdonen (4) och omfattar
 - en mätenhet (30) för styrspänningen för mätning av spänningen mellan spolanslutningsdonen (4),
 - en modulatorenhet (31) för modulering av spolens (3) ström utgående från mätvärdena från spänningsmätenheten (30),

- en I/O-enhet, som styr och kontrollerar styranordningens funktion och kommunicerar med den yttre omgivningen och

- en tidsinställningsenhet (32) för bildning av de tidsinställningar som behövs hos styrspänningens mätenhet (30), hos modulatorenheten (31) och hos I/O-enheten (33).

2. Kontaktor (2) enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a d av att spänningsmätenheten (30) omfattar i signalvägen en strömfördelare (46), en A/D-konverter (40) samt ett lågpasfilter (41).

3. Kontaktor (2) enligt krav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d av att spänningsmätenheten (30) omfattar en spänningsdelarkrets (46), en på Sigma-Delta-modulering baserad A/D-konverter (40), som är kopplad efter kretsen (46) i signalvägen, samt ett digitalt lågpasfilter (41) kopplat efter denna i signalvägen.

4. Kontaktor (2) enligt krav 1, 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a d av att modulatorenheten (31) omfattar en digital pulsbreddsmodulator (50) utan återkoppling och ett minne (51), i vilket moduleringsdirektiv för olika kontaktortyper och olika spänningar är lagrade.

5. Kontaktor (2) enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a d av att I/O-enheten (33) omfattar anslutningar för styrning på logiknivå (33a), för avbrottskontaktstyrning (33b), för pulsstyrning (33c), resistansmätanslutningar (33d) för mätning av temperaturen, en anslutning (33e) för ett elektroniskt värmerelä, en anslutning för ställningskontroll av kontaktbron (6), ett minnesregister, där data lagras över hur många gånger kontaktorn har slagit till, en alarmutgång (33g), som indikerar felfunktioner hos kontaktorn (2) samt en anslutning (33h) för en extern serieledsprotokollenhet.

6. Kontaktor (2) enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a d av att modulatorenheten (31) omfattar en separat utgång med ett anslutet effektsteg för matning av värmeström till spolen hos en belastande motor för att förhindra bildning av kondensvatten när kontaktor, som matar motorn, är i frånläge.

7. Kontaktor (2) enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a d av att styranordningen (1) är integrerad med kontaktbrons (6) ställningskontrollogik (1), som får sin information från givare (9), som är anordnade i kontaktorstommen (8).

8. Förfarande för reglering av en kontaktor (2), som omfattar en kontaktorstomme (8), en vid kontaktorstommen (8) fästad, åtminstone tudelad magnetkrets (5), en med magnetkretsen (5) förenad spole (3) med vilken magnetkretsen (5) kan slutas till en enhetlig krets, vid stommen (8) anordnade spolanslutningsdon (4), belastningskontakter (7) anordnade vid stommen (8) för koppling till anläggningarna eller belastningarna, och en kopplingsbro (6) förenad med magnetkretsen (5) för förening av belastningskontakterna (7), enligt vilket förfarande

- spolspänningen mäts och

- strömmen som matas till spolen (3) regleras genom modulering av den matade strömmen,

k ä n n e t e c k n a t av att

- spänningen mäts med en analog-digitalkonverter och med filter- och detektorenheter (fig. 4) och

- spolens (3) ström regleras med en digital pulsbreddsmodulator (50) utan återkoppling, vilken i sin tur styrs utgående från data som lagrats i ett minne (51), så att mot varje spänningsvärde och kontaktortyp svarar på förhand bestämda pulsbreddsdata.

9. Förfarande enligt krav 8, k ä n n e t e c k n a t av att ett styrsystem, som är baserat på digital IC-teknik, är anslutet i samband med spolen, vilket system utför styrfunktionen enligt krav 8 och som därtill

- filtrerar bort störningar i mätsignalen med ett digitalfilter,
- styr sin egen verksamhet medelst inre diagnostik bl.a. genom att räkna ut hur många gånger kontaktorn fungerat och genom att kontrollera skicket hos effektdelen samt
- innehåller en I/O-enhet, som samlar all extern kommunikation och styr verksamheten hos mät- och styrenheterna.

10. Förfarande enligt krav 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a t av att styranordningens funktion styrs och kontrolleras av en i anordningen integrerad I/O-enhet (33), som behandlar externa styrsignaler, sköter centraliserat felanmälningar, bildar inre intialiseringsfördröjningar och synkroniserar styranordningen med den andra enheternas verksamhet via en kontrollad (36).

11. Förfarande enligt något av de föregående förfarandekraven, k ä n n e t e c k n a t av att styrkretsen (1) kontrollerar ställningen hos kontaktbron (6) medelt givare.

12. Förfarande enligt något av de föregående förfarandekraven, k ä n n e t e c k n a t av att en liten uppvärmningsström matas med kontaktorerna från en separat effektregleringsutgång till spolen i en motor när motorn inte funktionerar för att förhindra bildning av kondensvatten i elmotorer som fungerar i fuktiga utrymmen.

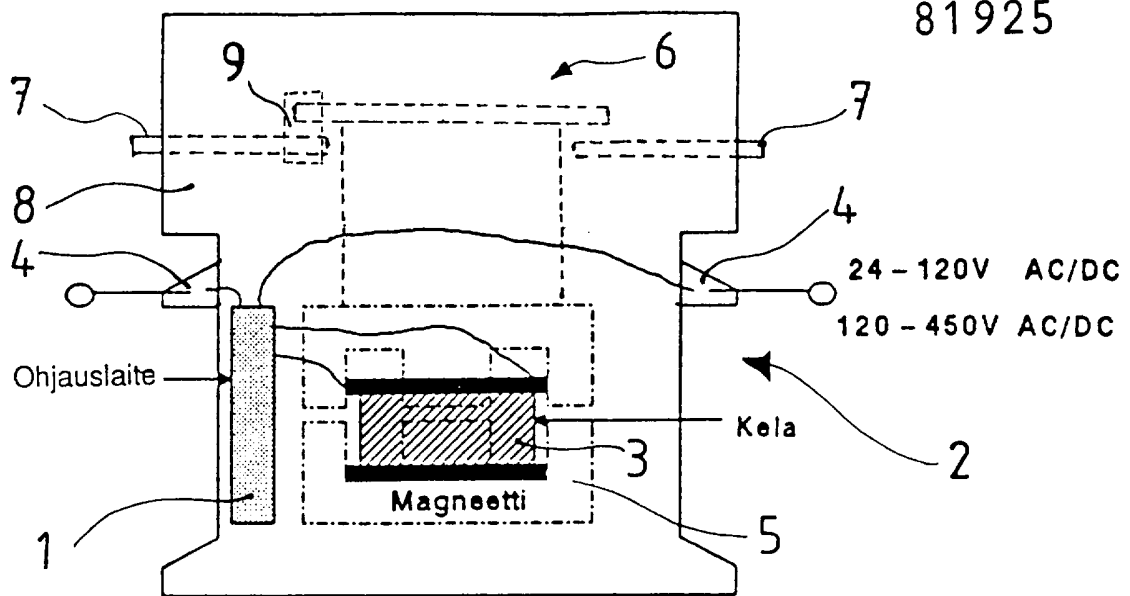


Fig.1

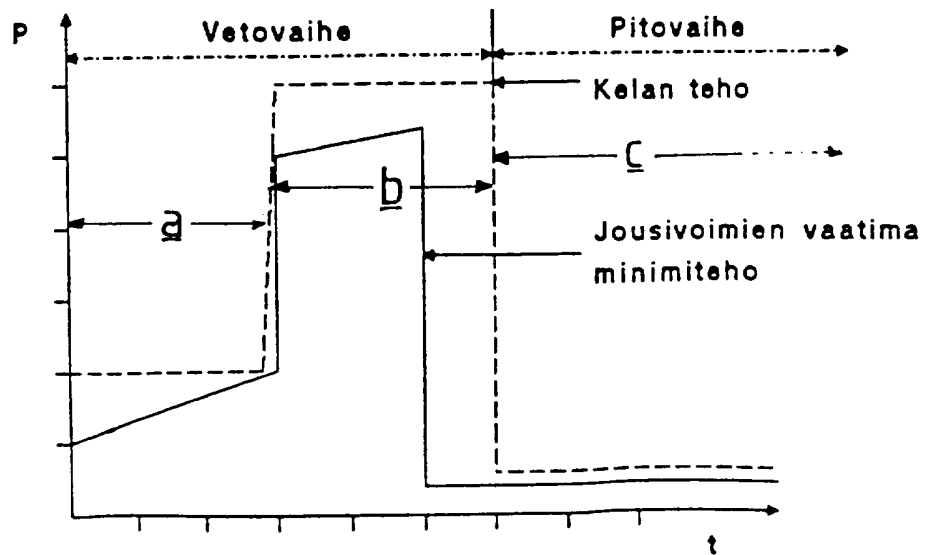
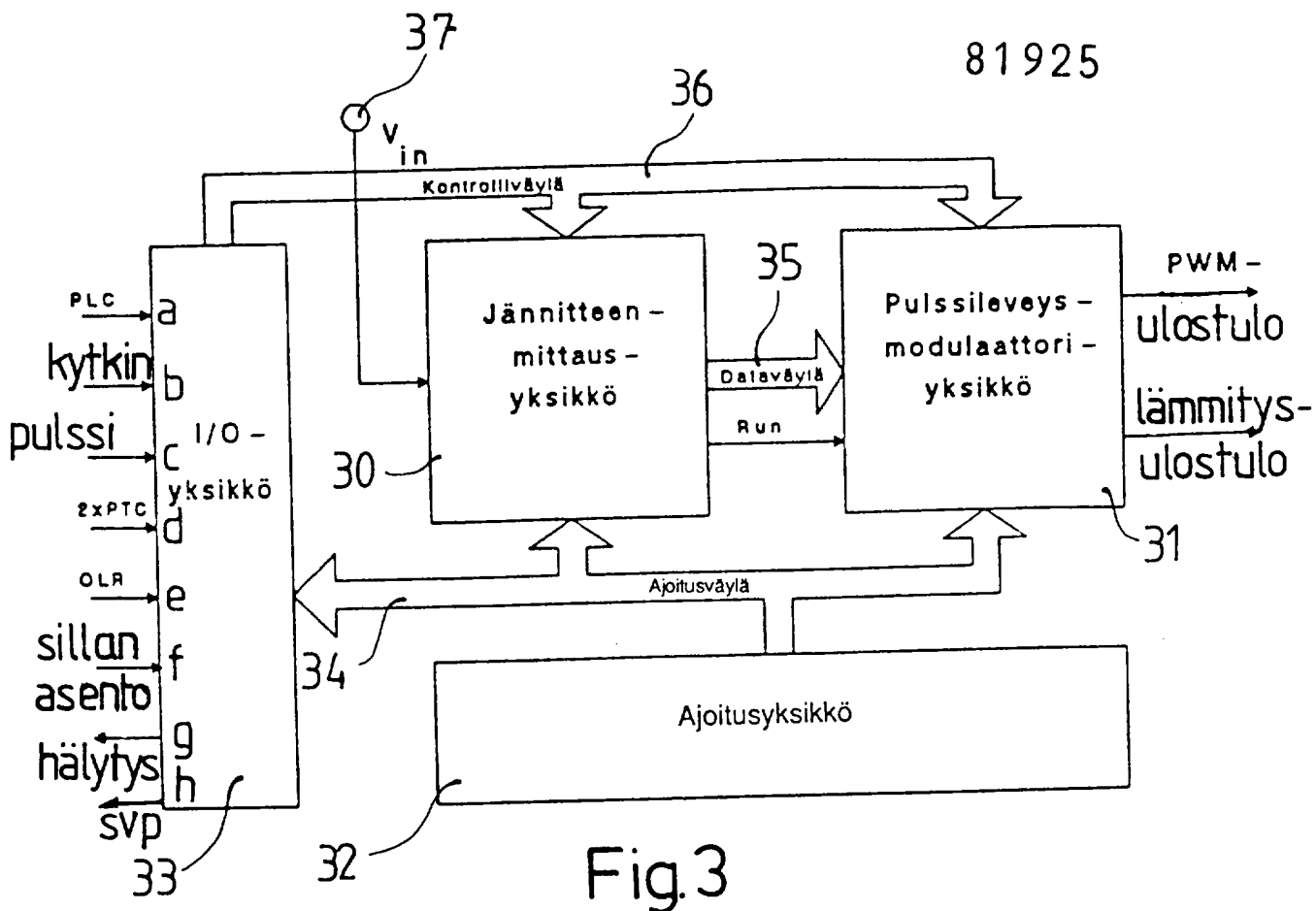


Fig. 2



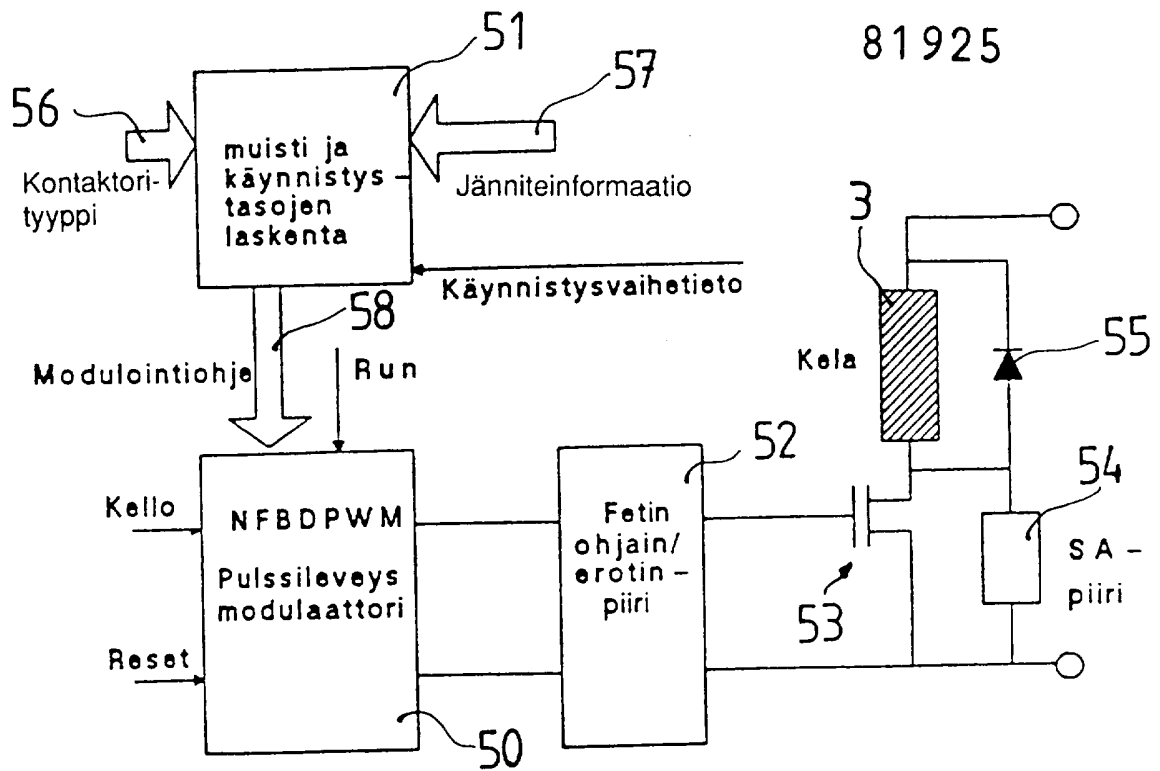


Fig.5

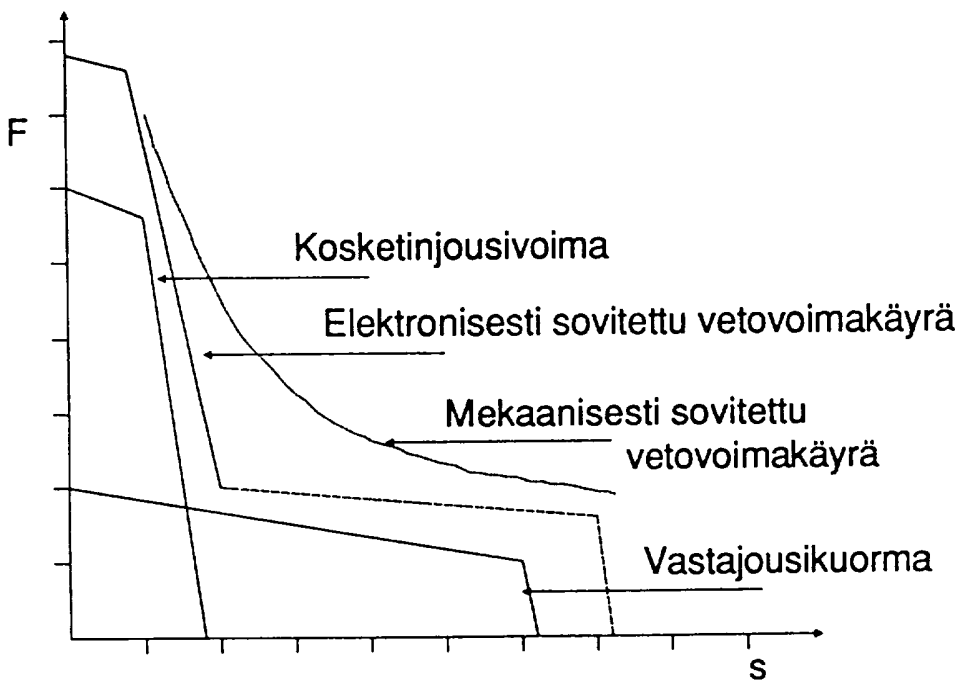


Fig.6