



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 57034

C (45) Patentti myönnetty 12 05 1980
Patent meddelat

(51) Kv.lk.2/Int.Cl.2 H 05 B 5/08

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansökning	2533/72
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	14.09.72
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	14.09.72
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	11.10.73
(44) Nähtävääksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.01.80
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	10.04.72
10.04.72, 10.04.72, 10.04.72, 10.04.72	
Japani-Japan(JP) 47-36371, 47-36372, 47-36373, 47-36374, 47-36366	

(71) Matsushita Electric Industrial Company, Limited, No. 1006, Oaza Kadoma, Kadoma City, Osaka, Japani-Japan(JP)

(72) Keizo Amagami, Kadoma City, Osaka, Hazime Mori, Kadoma City, Osaka, Takao Kobayashi, Kadoma City, Osaka, Mitsuyuki Kiuchi, Kadoma City, Osaka, Yoshio Ogino, Kadoma City, Osaka, Japani-Japan(JP)

(74) Leitzinger Oy

(54) Induktiokuumennuslaite - Induktionupphettningssanordning

Induktiokuumennuslaitteessa sähköisesti johtavaan aineeseen kohdistetaan muuttuva magneettikenttä, jonka synnyttää sähkövirta, jolla on sopivat taajuudet ja joka kulkee tällaisen aineen läheisyydessä. Muuttuva magneettikenttä materiaalissa synnyttää siinä pyörrevirtahäviöitä ja hystereesishäviöitä, jolloin materiaalin lämpötila kasvaa. Vaikkakin tämän tyyppinen induktiokuumennuslaite voi löytää useita käytännön sovellutuksia teollisiin tarkoituksiin, laitetta kuvataan tässä yhteydessä olennaisesti keittiöuuneina tai -liesinä ruoan keittämistä varten induktiokuumennusmenetelmällä.

Keksinnön kohteena on induktiokuumennuslaite, johon kuuluu vaihtovirtalähde, kokoaaltotasasuuntaaja kytkettynä vaihtovirtalähteeseen, invertteriyksikkö, jossa on hilaohjattu tasasuuntaaja ja diodi, jotka on kytketty rinnan kokoaaltotasasuuntaajan kanssa, liipaisupiiri kytkettynä hilaohjatun tasasuuntaajan hilalle, sarjaresonanssiipiiri, jossa on kondensaattori ja induktioelementti, ja joka on kytketty rinnan hilaohjatun tasasuuntaajan kanssa, induktiokuumennuselimet kytkettynä sarjaresonanssiipiiriin sen käyttämäksi, suodatinkondensaattori ja suodatinkela kytkettynä kokoaaltotasasuuntaajan ja invertteriyksikön väliin.

Kun yleisrakenteeltaan tällainen värähtelytyyppinen invertteri on tarkoitus käynnistää, tapahtuu joskus, että hilaohjattua tasasuuntaajaa ei onnistuta liipaisemaan oikealla ajoituksella, jos jännite positiivisen ja negatiivisen kokooma- eli syöttöjohdon välillä on suhteellisen alhaisella tasolla, jolloin invertteriä ei voida käynnistää, vaikka kokoomajohdot ovatkin energisoidussa tilassa. Tämä tapahtuu erityisesti sellaisen tilan aikana, jossa kokoomajohtojen välinen jännite kuluu tasauskondensaattorin varaamiseen, joka yhdistää kokoomajohtoja. Toistuvasti esiintyvät invertterin käynnistymisen epäonnistumiset johtavat hilaohjatun tasasuuntaajan ja mahdollisesti siihen liittyvän diodin vakavaan vahingoittumiseen. Käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri, joka voidaan käynnistää stabiloidussa tilassa siten, että hilaohjattu tasasuuntaaja, joka muodostaa invertteripiirin olennaisen osan, on suojattu vahingoittumiselta edellä tarkastelluista syistä. Tämä päämäärä saavutetaan periaatteessa sellaisella tavalla, että hilaohjatun tasasuuntaajan hilalle ei syötetä takaisin tehoa vaan suhteellisen pieni signaali, jolloin invertteripiirin värähdystaajuus voidaan pitää olennaisesti vakiona, kun invertteripiiri käynnistetään.

Aikaisemmin tunnetussa värähtelytyyppisessä invertterissä on esiintynyt myös sellainen haitta, että on vaikeaa käynnistää invertteri sellaisella hetkellä, jolloin siihen syötetty jännite on 0-tasolla. Eräissä tapauksissa invertteri käynnistyy jopa muutamalla kymmenellä voltilla riippuen invertteripiirin muodostavien osien ja elementtien suoritusominaisuuksista aiheuttaen siihen erilaisia häiriöitä ja epäonnistumisia. Sen vuoksi käsillä olevan keksinnön toinen tärkeä päämäärä on tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri, joka voidaan varmasti käynnistää 0-volttisessa tilassa ja kuumennuslaitteen käynnistyskytkin voidaan sulkea minä hetkenä tahansa. Tämä erityispäämäärä saavutetaan periaatteessa synnyttämällä digitaaliluonteisia pulsseja hilohjatun tasasuuntaajan käyttämistä varten, kun syötetty jännite saavuttaa 0-tason.

Käytettäessä induktiokuumennuslaitetta, jossa on värähtelytyyppinen invertteri, on edelleen havaittu, että hilaohjatun tasasuuntaajan ja siihen liittyvän diodin yli vaikuttava jännite nousee epätavallisen korkeaksi, kun invertteri käynnistetään kuormittamattomana, so. kuumennettavan aineen poisollessa. Tämä aiheuttaa hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin vahingoittumisen. Käsillä olevalla keksinnöllä on

siten edelleen tärkeänä päämääränä tuoda esiin induktiokuumennuslaitte, jossa on parannettu invertteri, joka voidaan käynnistää stabiilisti laitteen ollessa kuormitettu tai kuormittamaton, so. välittämättä siitä, onko kuumennettava aine paikalla vai ei. Käsillä olevan keksinnön tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on annettu invertteripiiri, jossa hilaohjattu tasasuuntaaja ja diodi, jotka muodostavat piirin olennaisen osan, eivät vahingoitu, mikä muutoin seuraisi jännitteen epätavallisesta kasvusta, kun invertteripiiri käynnistetään ilman, että siihen on yhdistetty kuorma. Keksinnön nämä päämäärät toteutetaan käyttämällä vastusta, joka on kytketty sarjaan invertteripiirin induktiokuumennuskelan kanssa, jotta se kuluttaisi siihen vaikuttavan jänniteylimäärän. Tämä vastus oikosuljetaan heti kun invertteripiiri on käynnistetty stabiilissa tilassa. Samalla hetkellä, kun vastus rinnakkaiskytketään, invertteripiiriin aiheutuu epätavallisia värähtelyjä johtuen piirin eri toimintaparametrien äkillisestä muutoksesta, jos vastus sattuu olemaan oikosuljettu, kun syötetty jännite on huippuarvossaan tai lähellä sitä. Tämän tapahtuessa invertteripiirin hilaohjatun tasasuuntaajan ja siihen liittyvän diodin yli muodostuu epätavallisen korkea jännite. Hilaohjattu tasasuuntaaja ja diodi ovat siten väistämättä alttiita vahingoittumiselle, vaikkakin invertteripiiri sinänsä on onnistuttu käynnistämään stabiloidussa tilassa. Jotta estettäisiin tällainen epätavallinen jännitteenkasvu yli hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin, voidaan suositellusti tehdä käsillä olevan keksinnön mukainen järjestely siten, että induktiokuumennuskelaan kytketty vastus oikosuljetaan silloin ja ainoastaan silloin, kun syötetty jännite on 0-tasossa tai hyvin lähellä sitä, jolloin voidaan estää hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin yli vaikuttavan jännitteen nousu epätavallisen korkealle tasolle, vaikkakin epätavallisia värähtelyjä syntyy invertteripiiriin. Tällaisen järjestelyn käyttäminen ei huolehdi ainoastaan invertteripiirin hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin suojelemisesta vaurioilta vaan myös ei-toivotun tehon kulutuksen välttämisestä induktiokuumennuslaitteen toiminnan aikana.

Kun rakenteeltaan aikaisemmanlaatuista invertteripiiriä käytetään erityisesti induktiokuumennustyyppisessä keittolaitteessa, invertteripiiri on alttiina siihen kohdistetun kuorman määrän huomattaville vaihteluille, koska erilaatuisia aineita on käsiteltävä laitteessa ja usein sattuu käynnistyskiä kuormittamattomana. Tämä jälleen aiheuttaa sen, että invertteripiiri ei käynnisty kunnolla ja stabiilisti ja siten väistämättä aiheutuu piirin hilaohjatun tasasuuntaajan

ja diodin vakavia vaurioitumisia. Tämän haitan poistamiseksi on jo aikaisemmin ehdotettu ja otettu käytäntöön menetelmä, jossa invertteripiirin resonanssitaajuutta muutetaan, kun piiriä käynnistetään. Tämän aikaisemman menetelmän suorittamiseksi on välttämättä liitettävä suurempi määrä puolijohde-elementtejä invertteripiiriin ja siten piirin luotettavuus kokonaisuutena pienenee ja piirin valmistuskustannukset kasvavat. Täten käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on annettu invertteripiiri, joka ilman mainittuja lisäkomponentteja voidaan käynnistää tyydyttävän stabiloidussa tilassa olennaisesti riippumatta kuorman määrän vaihteluista, joihin invertteripiiri joutuu alttiiksi. Tämä erityispäämäärä saavutetaan periaatteessa sellaisella tavalla, että invertteripiirin induktanssia lisätään, kun piiriä käynnistetään. Tämä osoittautuu edulliseksi ei ainoastaan siksi, että on mahdollista käynnistää invertteripiiri aina stabiloidussa tilassa, vaan myös siksi, että suojataan piirin hilaohjattu tasasuuntaaja ja diodi tapahtuvilta vakavilta vaurioitumisilta ja vältetään kipinäpurkaus invertteripiirin käynnistyskytkimestä, kuten selvemmin ymmärretään käsillä olevan keksinnön kuvauksen edetessä.

Invertteripiirin toimintaparametrit vaihtelevat huomattavasti riippuen induktiokuumennuslaitteella käsiteltävien aineiden magneettisista permeabiliteeteista ja ominaissähkövastuksista. Tämä heijastuu invertteripiiriin, jossa käytetään hilaohjattua tasasuuntaajaa kuten tyristoria, resonanssitaajuuden muuttumiseen ja siitä seurauksena hilaohjatun tasasuuntaajan estotilassa oloaika lyhenee. Jos tässä tapauksessa tällainen estotilassa oloaika lyhenee ratkaisevasti, niin on olemassa vaara, että virta ei voi kulkea hilaohjatun tasasuuntaajan läpi vastakkaisiin suuntiin sillä seurauksella, että hilaohjattu tasasuuntaaja vahingoittuu. Siinä tapauksessa, että invertteripiirin resonanssitaajuus ei muutu näin kriittisessä määrässä on olemassa vielä vaara, että päästösuunnassa kulkee ylivirta hilaohjatun tasasuuntaajan läpi siten, että rajakohdassa aiheutuu epätavallinen lämpötilan nousu aiheuttaen toisen syyn hilaohjatun tasasuuntaajan vahingoittumiseen. Siten käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri, jossa invertteripiirin osan muodostava hilaohjattu tasasuuntaaja on suojattu vahingoittumiselta tunnistamalla tasasuuntaajan estotilan aika ja elementin läpi päästösuunnassa kulkeva virta. Käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteri-

piiri, joka on suojattu vahingoittumiselta, kun laitteella kuumennetaan ainetta, jonka magneettinen permeabiliteetti ja ominaisvastus eivät sovi invertteripiirin tiettyihin suoritusominaisuuksiin.

Käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä piirre on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri, jossa kokoaaltotasasuuntaaja ja suodatinkondensaattori ovat suojatut vahingoittumiselta, joka muutoin aiheutuisi sysäysvirran kulkemisesta sen läpi.

Käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri, jossa piirin tehohäviö kokonaisuutena on pienennetty minimiin ja jossa jokainen elementti ja siten koko piiri on suojattu vahingoittumista vastaan.

Käsillä olevan keksinnön eräs tärkeä päämäärä on edelleen tuoda esiin induktiokuumennuslaite, jossa on parannettu invertteripiiri jossa käytetään kytkentäelementtiä, kuten hilaohjattua tasasuuntaajaa, teho-kytkimenä ja jossa ohjauskytkin kytkentäelementin laukaisua varten sijaitsee invertteripiirin kuumennuskelan läheisyydessä, jonka avulla ei ainoastaan invertteripiirin luotettavuus parane vaan myös saadaan aikaan kuumennuselementin helpompi käsiteltävyys verrattuna aikaisempaan induktiokuumennuslaitteeseen.

Käsillä olevan keksinnön edellä mainitut päämäärät saavutetaan keksinnön mukaisella induktiokuumennuslaitteella, joka on tunnettu siitä, että laitteeseen kuuluu ensimmäiset elimet hilaohjatun tasasuuntaajan suojaamiseksi invertteripiirin epäonnistuessa virran kääntämisessä kytkentäaloituksessa, toiset elimet hilaohjatun tasasuuntaajan suojaamiseksi kun induktiokuumennuslaitetta herätetään, kolmannet elimet invertteriyksikön suojaamiseksi ylijännitevärähtelyiltä kun invertteriyksikköä herätetään ilman kuumennettavan materiaalin läsnäoloa, neljännet elimet invertteriyksikön suojaamiseksi ylivirralla, joka kulkee päästösuunnassa hilaohjatun tasasuuntaajan läpi ja joka myös suojaa invertteriyksikköä invertteripiirissä epänormaalin värähtelyn aiheuttamaa virran käännön epäonnistumista vastaan, että toisiin elimiin kuuluu kokoaaltotasasuuntaajan positiivisen ja negatiivisen navan välille kytketty piiri tahdistettujen pulssien synnyttämiseksi, jotka pulssit ovat tahdistetut tasasuuntaajayksikön ulostulojännitteen nollassa kohtiin, pikapurkauspiiri kytkettynä tahdistettujen pulssien synnytys-

piiriin, kondensaattori kytkettynä pikapurkauspiirin rinnalle näiden pulssien varaamiseksi, jolloin pikapurkauspiiri purkaa kondensaattoriin varastoituneet varaukset kun induktiokuumennuslaite kytketään pois päältä, minkä lisäksi tahdistettujen pulssien synnytyspiiriin on kytketty kytkinelin, joka tulee johtavaksi kun mainitut varatut pulssit saavuttavat ennalta määrätyn arvon, jolloin induktiokuumennuslaite saadaan herätetyksi tasasuuntaajajännitteen nollakohdassa.

Ensimmäiset, toiset, kolmannet ja neljännet elimet hilaohjatun tasasuuntaajan ja invertteriyksikön suojaamiseksi on muodostettu edullisimmin vaatimuksissa 2-7 esitetyllä tavalla.

Seuraavassa keksinnön eräitä suoritusesimerkkejä selostetaan lähemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

kuvio 1 esittää lohkokaaviona keksinnön mukaisen induktiokuumennuslaitteen sähköistä kokonaisjärjestelyä;

kuvio 2 esittää kytkentäkaaviota invertterin suojalaitteesta kuviossa 1 esitetyn induktiolaitteen invertteripiiriä varten;

kuvio 3 esittää käyriä, jotka osoittavat jännitteen aaltomuotoja kuviossa 2 esitetyn invertteripiirin hilaohjatun tasasuuntaajan navoissa ja virtaa, joka kulkee hilaohjatun tasasuuntaajan rinnalla olevan diodin läpi;

kuvio 4 esittää invertterin suojalaitteen kytkentäkaaviota toisesta suoritusbudosta, joka kuuluu kuviossa 1 esitetyn induktiokuumennuslaitteen invertteripiiriin;

kuvio 5 esittää käyriä, jotka osoittavat kuviossa 4 esitetyn piirin eri osissa esiintyvien jännitteiden aaltomuotoja;

kuvio 6 esittää kytkentäkaaviota toisen suoritusbudon mukaisesta invertterin suojalaitteesta, joka kuuluu kuviossa 1 esitetyn kuumennuslaitteen invertteripiiriin;

kuvio 7 esittää käyrää, joka esittää kuviossa 6 esitetyn suojalaitteen invertteripiirin kuumennuskelan tehollisen induktanssin ja tehollisen vastuksen välistä suhdetta;

- kuvio 8 esittää kytkentäkaaviota invertteripiiristä, jossa on keksinnön seuraavan suoritusmuodon mukainen invertterin suoja-laite;
- kuvio 9 esittää käyriä, jotka vastaavasti osoittavat invertteripiireihin kohdistettujen jännitteiden aaltomuotoja suojalaitteen kanssa ja ilman suojalaitetta, joka muodostaa osan kuvion 8 mukaisesta invertteripiiristä;
- kuvio 10 esittää kytkentäkaaviota invertteripiiristä, jossa on keksinnön seuraavan suoritusmuodon mukainen suojalaite, joka on sovitettu suojaamaan invertteripiiriä siinä tapauksessa, että piiriin kohdistetaan epätavallinen kuorma;
- kuvio 11 esittää käyriä, jotka osoittavat jännitteen ja virran aaltomuotoja, jotka esiintyvät kuviossa 10 esitetyn invertteripiirin eräissä osissa normaalitilassa ja tilassa jossa invertteripiiriin kohdistetaan epätavallinen kuorma;
- kuvio 12 on kaaviollinen kytkentäkaavio esittäen invertteripiiriä, jossa on laite, joka on tehty estämään syöksyvirran syntyminen piirissä;
- kuvio 13 esittää kytkentäkaaviota seuraavan suoritusmuodon mukaisesta invertteripiiristä, jossa on induktiokela erillään värähtelypiiristä, joka muodostaa osan invertteripiiristä;
- kuvio 14 esittää perspektiivikuvana induktiokuumennuslaitetta keittämistä varten, johon laitteeseen on liitetty kuviossa 13 esitetty piirijärjestely; ja
- kuvio 15 esittää samalla tavoin kuin kuvio 14 erästä toista induktiokuumennuslaitteen suoritusmuotoa keittämistä varten, jossa laitteessa on kuvion 13 mukainen piirijärjestely.

Seuraavassa viitataan piirustuksiin ja ensin kuvioon 1. Kuten on esitetty, invertteripiirissä on vaihtovirtalähde 20 ja kokoaaltotasasuuntaajaysikkö 21 yhdistettynä vaihtovirtateholähteeseen 20 käynnistyskytkimen 22 kautta. Tasasuuntaajaysikkö 21 on tyypillisesti siltakytkennässä, jossa on positiivinen ja negatiivinen napa 23 ja 24. Kokoaaltotasasuunnattu ulostulo tasasuuntaajaysiköstä 21 syötetään

positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja negatiiviseen kokoomajohtoon 26, joiden väliin on kytketty värähtelevä, itsevirittyvä invertteriyksikkö, jota yleisesti on merkitty viitenumerolla 27.

Tähän invertteriyksikköön 27 kuuluu suodatinkela 28, joka on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26, ja hilaohjatun tasasuuntaajan 29 ja diodin 30 yhdistelmä, jotka tasasuuntaaja ja diodi ovat kytketyt rinnan positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin toisiinsa nähden vastakkaisissa suunnissa. Tarkemmin sanoen hilaohjatussa tasasuuntaajassa 29 on anodinapa, joka on yhdistetty positiiviseen kokoomajohtoon 25, ja katodinapa, joka on yhdistetty negatiiviseen kokoomajohtoon 26, kun taas diodin 30 anodinapa on yhdistetty liitoskohtaan 31 hilaohjatun tasasuuntaajan 29 anodinavan ja positiivisen kokoomajohdon 25 välillä ja diodin 30 katodinapa on yhdistetty liitoskohtaan 32 hilaohjatun tasasuuntaajan 29 katodinavan ja negatiivisen kokoomajohdon 26 välillä. Tämä hilaohjattu tasasuuntaaja 29 on tyypillisesti tyristori, jolla on ohjaus- eli liipaisuhila.

Invertteriyksikköön 27 kuuluu edelleen sarjaresonanssiipiiri, jossa on kommutointikondensaattori 33 ja kommutointi-induktioelementti 34, jotka on kytketty sarjaan positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin. Kondensaattori 33 ja induktioelementti 34 muodostavat täten silmukoita, jotka kulkevat hilaohjatun tasasuuntaajan 29 ja diodin 30 läpi. Kommutointikondensaattorin 33 toinen elektrodi on yhdistetty induktiokuumennuskelaan 35 ja toinen elektrodi on yhdistetty tasoituskondensaattoriin 36 liitoskohdan kautta, joka on kommutointikondensaattorin 33 ja resonanssikäämin 34 välillä. Induktiokuumennuskela 35 ja tasoituskondensaattori 36 ovat täten kytketyt sarjaan positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja niitä käytetään kommutointikondensaattorista 33. Toiminnan aikana induktiokuumennuskelaan 35 kohdistuu kuorma 37, joka voi olla keittovati tai kattila, kun esitetyn rakenteista invertteripiiriä käytetään induktiokuumennustyyppisessä keittolaitteessa. Kuormaan 37 syntyy muuttuva magneettikenttä johtuen kelan 35 magneettisesta induktiosta siten, että kuorman lämpötila nousee kuormassa syntyneiden pyörrevirta- ja hystereesihäviöiden seurauksena.

Hilaohjatussa tasasuuntaajassa 29 on liipaisuelektrodi eli hila 29a, jonka kautta negatiiviseen kokoomajohtoon 26 kytketty liipaisupulsigeneraattori 38 liipaisee sen.

Käsillä olevan keksinnön mukaisesti invertteripiiri on edelleen varustettu laitteella, joka on sovitettu suojaamaan invertteriyksikköä 27 sellaisen tilan aikana, jossa invertteripiiriä käynnistetään kytkimen 22 ollessa suljettuna, tai sellaisen tilan aikana, jossa epätavallisen suuri jännite tai sysäysvirta syntyy piiriin. Tällaista suojalaitetta on merkitty yleisesti viitenumerolla 39. Silloin kun halutaan, että invertteriyksikkö 27 käynnistetään aina hetkellä, jolloin siihen syötetty jännite saavuttaa 0-arvon, suojalaitteeseen 39 voi kuulua kytkentäpiiri 40, joka on yhdistetty suodatinkelan 28 ja tasasuuntaajayksikön 21 negatiivisen navan 24 väliin, kuten on esitetty. KytKentäpiiriä 40 kutsutaan tästä lähtien 0-jännitteiseksi kytkentäpiiriksi, koska se reagoi tilaan, jossa tasasuuntaajayksiköstä 21 syötetty jännite on 0-tasolla. Kun tällainen 0-jännitteinen kytkentäpiiri 40 yhdistetään käsillä olevan keksinnön mukaiseen invertteripiiriin, kytkentäpiiri voi olla kytketty yhteistoimintaan viivepiirin 41 kanssa, joka on tehty hidastamaan pulssisarjan tuloa liipaisupulssigeneraattorista 38, kunnes jännite pulssigeneraattorin yli saavuttaa ennalta määrätyn tason, ja resonanssitaajuuden tunnistamispiirin 42 kanssa, joka on tehty tunnistamaan hilaohjatun tasasuuntaajan 29 ja diodin 30 läpi tulevan resonoivan virran resonanssitaajuuden, jolloin tällainen taajuus muuttuu riippuen sen kuorman, 37 materiaalista, johon induktiokela 35 saatetaan toiminnan aikana vaikuttamaan. Näiden piirien 41 ja 42 lisäksi ylivirran tunnistava piiri 43 voidaan yhdistää 0-jännitteiseen kytkentäpiiriin 40. Tämä ylivirran tunnistava piiri 43 on tehty havaitsemaan epätavallisen virran syntyminen invertteripiirissä siinä tapauksessa, että invertteripiiri joutuu alumiinista, ruostumattomasta teräksestä tai muusta aineesta olevan kuorman alaiseksi, jotka eivät sovi yhteen invertteripiirin kanssa. Näiden piirien 41, 42 ja 43 yksityiskohtaiset rakenteet ja järjestelyt ilmenevät kuvauksen edetessä.

Kuviossa 2 on esitetty ensimmäinen suositeltu muoto invertterin suojalaitteesta, jolla suojataan invertteriyksikkö vahingoittumiselta sellaisen tilan aikana, jossa invertteripiiri käynnistetään. Viitaten kuvioon 2 invertteripiirissä on suodatinkondensaattori 44, joka on kytketty positiivisen ja negatiivisen kokoomajohtoon 25 ja 26 väliin, ja suodatusinduktioelementti tai suodatinkela 45 joka on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Vastukset 46 ja 47 ovat kytketyt saraan kokoomajohtojen 25 ja 26 väliin syötetyn jännitteen E jakamiseksi osiin halutussa suhteessa. Jännitteen E osa syötetään p-n-p transistorin 48 kantaelektrodiin liitoskohdan 49 kautta, joka on vastusten 46

ja 47 välissä. Tässä transistorissa 48 emittorielektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26 ja kollektorielektrodi on yhdistetty liitoskohtaan 50 vastusten 51 ja 52 välillä. Nämä vastukset 51 ja 52 ovat kytketyt sarjaan negatiivisen kokoomajohdon 26 ja toisen positiivisen kokoomajohdon 53 väliin muodostaen tasavirtajännitteen e negatiivisen kokoomajohdon 26 suhteen. Vastukset 51 ja 52 jakavat täten tämän jännitteen e osiin halutussa suhteessa. Toisen p-n-p transistorin 54 kantaelektrodi on yhdistetty liitoskohtaan liitoskohdan 50 ja vastuksen 52 väliin ja emitterielektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Vastus 55 ja vakiojännitteinen diodi, kuten zener-diodi 56, ovat kytketyt sarjaan positiivisen kokoomajohdon 53 ja negatiivisen kokoomajohdon 26 väliin. Transistorin 54 kollektori on yhdistetty liitoskohtaan 57 vastuksen 55 ja zener-diodin 56 väliin. Zener-diodi 56 muodostaa vakiojännitteen tasavirtalähteestä e kokoomajohtojen 53 ja 26 väliin. Ajoituspiiri on kytketty liitoskohdan 57 ja aikaisemmin mainitun liipaisupulssigeneraattorin 38 väliin. Tämä ajoituspiiri sinänsä on tunnettu alalla ja siihen kuuluu vastus 58, joka on yhdistetty liitoskohdan 57 ja liipaisupulssigeneraattorin 38 väliin, ja kondensaattori 59, joka on kytketty negatiivisen kokoomajohdon 26 ja vastuksen 58 ja pulssigeneraattorin 38 välisissä olevan liitoskohdan 60 väliin, kuten on esitetty. Viitenumeroilla 29 ja 30 merkitään hilaohjattua tasasuuntaajaa ja vastaavasti diodia ja viitenumeroilla 33 ja 34 merkitään vastaavasti kommutointikondensaattoria ja kommutointikämiä, jotka kaikki on mainittu edellä. Liipaisupulssigeneraattori 38 synnyttää täten pulssijonon siten, että se liipaisee hilaohjatun tasasuuntaajan 29 ajoitetusti, kun ennalta määrätyn suuruinen jännite muodostuu ajoituspiirin kondensaattorin 56 yli.

Edellä kuvatun invertteripiirin sähköisessä järjestelyssä jännite E positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 välillä voi riittää p-n-p transistorin 48 kyllästämiseen. Valitsemalla vastus 46 siten, että sen vastus on suhteellisen pieni, on mahdollista aikaansaada transistorille 48 riittävä kantavirta myös silloin, kun jännite E kokoomajohtojen 25 ja 26 välillä on suhteellisen alhaisella tasolla, erityisesti oloissa, joissa invertteriyksikköä käynnistetään. Täten transistori 48 voidaan tehdä johtavaksi myös silloin, kun kokoomajohtojen 25 ja 26 välillä on ainoastaan rajoitettu jännite. Tässä tilassa potentiaalit transistorin 48 kollektorilla ja negatiivisessa kokoomajohdossa 26 ovat olennaisesti yhdenmukaistuneet toistensa kanssa siten, että seuraavan transistorin 54 kantavirta katkeaa. Tämä saa aikaan estotilan transistorin 54 kollektori- ja emitterielektro-

dien välillä siten, että muodostuu tietty vakiojännite zener-diodin 56 yli.

Edellä olevasta kuvauksesta käy ilmi, että liipaisupulssigeneraattoriin 38 ei syötetä invertteriyksiköstä takaisin sähkötehoa vaan signaali, jonka suuruus on riittävän pieni siten, että invertteriyksikössä saatu värähtelytaajuus voidaan pitää riittävän vakiona olennaisesti riippumatta jännitetasoista positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 välillä. Tämä voidaan selvästi havaita kuvion 3 esityksestä, jossa virran I , joka kulkee invertteriyksikön hilaohjatus tasasuuntaajan 29 ja diodin 39 läpi, aaltomuoto on esitetty jännitteen E aaltomuotoa vastaavasti positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 välillä. Täten virta I kulkee hilaohjatus tasasuuntaajan 29 ja diodin 30 läpi A:lla merkittyjen väliden aikana ja B:llä merkittyjen väliden aikana kokoomajohtojen 25 ja 26 välillä on jännite E . Näillä väleillä B vastuksesta 58 ja kondensaattorista 59 muodostuva ajoituspiiri käynnistyy siten, että se käynnistää liipaisupulssigeneraattorin 38, jolloin hilaohjattu tasasuuntaaja 89 tulee liipaistuksi johtavaan tilaan. Vakiojännitteeseen diodiin 56 tarvitaan määrätty jännitetaso jotta se saavuttaisi päästöalueensa.

Kuvio 4 esittää suositeltua muotoa 0-jännitteisestä kytkentäpiiristä, joka on tehty käynnistämään invertteriyksikkö aina hetkellä, jolloin jännite E , joka tulee kokoaaltotasasuuntaajayksiköstä 21, on nolla riippumatta hetkestä, jolloin käynnistyskytkin 22 suljetaan. Kuvioon 4 viitaten 0-jännitteisessä kytkentäpiirissä tasasuuntaaja 61 ja kaksi vastusta 62 ja 63 on kytketty sarjaan positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin, jotka liittyvät diodisiltakytkennällä muodostettuun kokoaaltotasasuuntaajayksikköön 21. Kondensaattorin 64 toinen elektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26 ja toinen elektrodi on yhdistetty liitoskohtaan 65 vastuksien 62 ja 63 välillä. Tämän kondensaattorin 64 tarkoitus on toimia tasavirtateholähteenä 0-jännitteiselle kytkentäpiirille. 0-jännitteen havaitsemiseksi kokoomajohtojen 25 ja 26 välillä vastukset 66 ja 67 ovat kytketyt sarjaan näiden kokoomajohtojen 25 ja 26 väliin ja transistori 68 on kytketty kantaelektrodinsa kautta liitoskohtaan 69, joka on näiden vastusten 66 ja 67 välillä. Tämän transistorin 68 emitterielektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26 ja kollektorielektrodi on kytketty vastuksen 70 kautta johtoon 71, joka on kytketty liitoskohtaan 65 vastusten 62 ja 63 välillä ja siten tasavirtateholähteeseen tai kondensaattoriin 64, kuten on esitetty. Tämä piiri, joka muodostuu

vastuksista 66 ja 67, transistorista 68 ja vastuksesta 69, muodostaa täten pulssigeneraattorin, joka synnyttää transistorin 68 kollektorielektrodilla pulssijonon, joka on synkronissa jännitteen kanssa tasasuuntaajayksiköstä 21.

Transistorin 68 kollektori- ja emitterielektrodien yli on kytketty vastus 72 ja kondensaattori 73. Tarkemmin sanoen vastus 72 on yhdistetty johdon 75 kautta liitoskohtaan 75, joka on vastuksen 70 ja transistorin 68 kollektorielektrodin välillä, kun taas kondensaattori 73 on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Tämä kondensaattori 73 on tehty käyttämään transistoria 76, jonka kantaelektrodi on kytketty liitoskohtaan 77 vastuksen 72 ja kondensaattorin 73 välillä. Tämän transistorin 76 kollektorielektrodi on kytketty johtoon 74 ja emitterielektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Tasasuuntaaja 78 on asetettu johdossa 74 olevien liitoskohtien väliin, jotka on kytketty vastukseen 14 ja transistorin 76 kollektorielektrodiin, kun taas kondensaattori 79 on yhdistetty johdon 74 ja negatiivisen kokoomajohdon 26 väliin. Piiri, joka muodostuu vastuksesta 72, kondensaattorista 73, transistorista 76, tasasuuntaajasta 78 ja kondensaattorista 79, on siten nopea purkauspiiri, jossa kondensaattori 79 purkautuu, kun invertteripiirin käynnistyskytkin 22 avataan ja invertteriyksikkö, jota yleisesti merkitään lohkomuodossa viitenumerolla 27, kytketään pois tehollähteestä 20.

KytKentäelementti 80 on kytketty tasasuuntaajan 78 ja negatiivisen kokoomajohdon 26 väliin, so. rinnan kondensaattorin 79 kanssa. Tämä kytKentäelementti 8 on sellainen, että se tulee johtavaksi, kun kondensaattoriin 79 kerääntynyt pulssijono saavuttaa ennalta määrätyn jännitteen. Esimerkki kytKentäelementistä, joka sopii tähän erityistarkoitukseen, on ohjelmoitava unijunktiotransistori (PUT). Johdon 71 ja negatiivisen johdon 26 väliin on kytketty sarja vastuksia 81, 82 ja 83. KytKentäelementissä 80 on hila 80a, joka on kytketty liitoskohtaan 84, joka on vastuksien 81 ja 82 välillä. Liitoskohta 85, vastuksien 82 ja 83 välillä, on kytketty transistorin 86 kantaelektrodiin, jonka transistorin emitterielektrodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26.

Vastukset 81, 82 ja 83 ovat kytketyt johdon 71 kautta kondensaattoriin 64, joka toimii tasavirtatehollähteenä, ja jakavat siten syötetyn tasavirtajännitteen sopiviin osiin keräten täten potentiaalin kytKentäelementin 80 hilalle 80a. Vastukset 87 ja 88 ovat kytketyt sar-

jaan johtoon 71 ja sen mukaisesti tasavirtateholähteeseen 64. Transistorin 86 kollektorielektrodi on yhdistetty liitoskohtaan 89 näiden vastuksien 87 ja 88 väliin.

Hilaohjatun tasasuuntaajan 90, kuten tyristorin, anodinapa on yhdistetty tasauskondensaattorin 91 kautta positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja katodinapa on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Hilaohjatun tasasuuntaajan 90 hila on yhdistetty vastuksiin 87 ja 88 johdossa 71. Täten konstruoitua ja järjestettyä 0-jännitteistä kytkentäpiiriä voidaan käyttää sellaisenaan, mutta on suositeltavaa, että tällainen piiri varustetaan pidätyspiirillä, joka on tehty säilyttämään kytkentäelementin 80 aktivoitu tila heti kun elementti aktivoidaan. Tähän erityiseen tarkoitukseen sopiva pidätyspiiri käsittää vastuksen 92 ja tasasuuntaajan 93, jotka on kytketty sarjaan johdon 74 ja vastuksien 87 ja 88 välissä olevan liitoskohdan 89 väliin. Tarkemmin sanoen tasasuuntaajan 93 anodinapa on kytketty vastuksen 92 kautta liitoskohtaan 69 ja sen katodinapa on kytketty johtoon 74 liitoskohdassa, joka on kytkentäelementin 80 anodinavan ja liitoskohdan välissä, johon on kytketty pikapurkauspiirin kondensaattori 79.

Seuraavassa selitetään samalla viitaten kuvioihin 4 ja 5 invertteripiirin toimintaa, jossa on edellä kuvattu 0-jännitteinen kytkentäpiiri.

Kun käynnistyskytkin 22 suljetaan hetkellä t_1 , jona hetkenä kokoaalto-tasasuuntaajayksiköstä 21 tuleva tasavirtajännite on suurempi kuin 0, kuten nähdään kuvion 5 kohdassa (a), muodostuu tasavirtajännite kondensaattorin 64 yli toimien teholähteenä 0-jännitteiselle kytkentäpiirille. Kantavirta syötetään transistoriin 68 vastuksen 66 kautta, joka siten tehdään johtavaksi. Tässä tilassa potentiaali transistorin 68 kollektorielektrodilla on 0. Samanaikaisesti jännite kokoomajohdossa 25 jaetaan vastuksien 81, 82 ja 83 avulla osiin ja näin ennalta määrätty syötetyn jännitteen osa syötetään kytkentäelementin 80 hilalle. Samalla kun tämä tapahtuu, transistori 86 tulee myös johtavaksi siten, että vastus 88 rinnakkaiskytkkee hilaohjatun tasasuuntaajan 90 hilan ja katodin. Tällöin invertteriyksikkö 27 pysyy levossa, kun sisääntulosignaalia ei ole hilaohjatun tasasuuntaajan 90 hilalla.

Kun nyt kokoaaltotasasuuntaajayksiköstä 21 tuleva jännite E putoaa lähelle nollaa, niin kantavirta transistorissa 68 katkeaa siten, että transistori 68 tulee estotilaan. Pulssijono, jolla on kuvion 5 kohdassa

(b) esitetty aaltomuoto, esiintyy siten transistorin 68 kollektorilla. Näin aikaansaatu pulssien pulssileveydellä on ennalta odotettu arvo, vaikkakin se vaihtelee riippuen tietyistä parametreista, kuten transistorin 68 piensignaalisien yhteisemitterivirran vahvistuksesta (h_{fe}) ja kanta-emitteri-jännitteestä (V_{BE}) ja/tai syötetyn jännitteen E taajuudesta. Tämä pulssijono syötetään pikapurkauspiiriin, johon kuuluu transistori 76. Koska tässä tapauksessa tähän pirkapurkauspiiriin syötettyjen pulssien pulssileveys on tavallisesti niin pieni, että pulssit häviävät ennen kuin jännite purkauspiirin kondensaattorin 73 yli nousee ja koska tämä kondensaattori 73 purkautuu johtavan transistorin 68 kautta, jännite kondensaattorin 73 yli on riittämätön saavuttamaan kanta-emitteri-jännitetason, joka tarvitaan transistorin 76 johtavaksi tekemiseen. Transistori 76 pysyy niin muodoin estotilassa. Toisaalta jännite, joka on transistorin 68 kollektorilla, kerääntyy kondensaattoriin 79. Kondensaattoriin 79 näin varastoitunutta jännitettä estetään purkautumasta siitä tasasuuntaajan 78 estovaikutuksen, johdosta, mistä seuraa, että potentiaali transistorin 76 kollektorilla saa porrastetun neliöaaltomuodon, kuten on osoitettu kuvion 5 kohdassa (d). Kun syötetty jännite E saavuttaa 0-tason hetkellä t_2 , niin potentiaali transistorin 76 kollektorilla nousee yli kytkentäelementin 80 hilajännitteen, joka elementti tulee siten johtavaksi. Tässä tilassa päästösuuntainen jännitteenalennus kytkentäelementin 80 yli on noin 0,6 volttia siten, että kondensaattori 79 säilyttää potentiaalinsa.

Kun kytkentäelementti 80 täten tulee johtavaksi, jännite vastuksien 82 ja 83 välissä, jonka päästösuuntainen jännitteenalennus kytkentäelementin 80 yli saa aikaan, ja tämän seurauksena potentiaali transistorin 86 kantaelektrodilla lähenee nyt maapontetiaalia siten, että transistori 86 tulee estotilaan.

Kun transistori 86 on täten saatettu estotilaan, hilavirta virtaa vastuksien 87 ja 88 läpi hilaohjattuun tasasuuntaajaan 90 joka siten tulee johtavaksi, jolloin se varaa kondensaattorin 91 ja herättää invertteriyksikön 27. Koska siten syötetty jännite E on 0 hetkellä, jolloin hilaohjattu tasasuuntaaja 90 tulee johtavaksi, kondensaattori 91 varautuu nopeudella, jolla syötetty jännite nousee, jolloin aaltovirta ei kulje kondensaattorin 91 läpi ja sen vuoksi voidaan olla käyttämättä virtausta rajoittavaa vastusta, joka muutoin tarvittaisiin kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 suojaamista varten.

Transistori 86 tehdään esijohtavaksi, kun käynnistyskytkin 22 suljetaan, kuten on kuvattu edellä. Jotta tällöin aikaansaataisiin riittävä transistorin 86 kantavirta, on välttämätöntä, että vastukset 81 ja 82 valitaan siten, että niillä on rajoitetut vastusarvot. Jos näitä vastusarvoja pienennetään, niin kytkentäelementti 80 ei kykene säilyttämään aktivoitua tilaansa johtuen sen erityisominaisuuksista sillä seurauksella, että elementti 80 tulee toistuvasti johtavaksi ja estotilaan. Tämä vältetään käyttämällä pidätyspiiriä, johon kuuluu vastus 92 ja tasasuuntaaja 93. Kun täten transistori 86 saatetaan estotilaan, niin transistorin 86 kollektorielektrodille tulee jännite, jolla on kuvion 5 kohdassa (e) osoitettu aaltomuoto siten, että virta kulkee pidätyspiirin vastuksen 92 tasasuuntaajan 93 läpi aiheuttaen kytkentäelementin 80 anodivirran suurenemisen. Kytkentäelementti 80 pystyy niin muodoin säilyttämään varmasti johtavan tilansa. Tässä käytetyn tasasuuntaajan 93 on tarkoitus estää pulssijännitteen takaisinvirtaus vastuksen 92 kautta transistorin 86 anodille hetkien t_1 ja t_2 välisenä aikana.

Kun käynnistyskytkin 21 avataan hetkellä t_3 , niin transistori 68 tulee estotilaan, jolloin potentiaali liitoskohdassa 77 vastuksen 72 ja kondensaattorin 73 välillä kasvaa. Transistori 76 tulee siten johtavaksi saaden kondensaattorin 79 purkautumaan ja samanaikaisesti kytkentäelementti 80 laukeaa. Tällä tavalla alkutila säilyy siten, että invertteripiiri voidaan käynnistää stabiilisti vaikka käynnistyskytkin 22 suljetaan välittömästi sen jälkeen kun se on avattu.

Siinä tapauksessa, että käynnistyskytkin 22 suljetaan välittömästi sen jälkeen kun se on avattu invertteripiirissä, jossa ei ole pikapurkauspiiriä, niin transistori 86 pysyy estotilassa, koska kondensaattorin 79 purkautuminen ei ole täydellinen. Näissä oloissa hilaohjattu tasasuuntaaja 90 tehdään johtavaksi samanaikaisesti kun käynnistyskytkin 22 suljetaan, mistä johtuen on mahdotonta käynnistää invertteriyksikkö 27 hetkenä, jolloin syöttöjännite on 0-tasolla.

Hetkien t_1 ja t_2 välinen aika on viiveaika. Tätä viiveaikaa voidaan säätää muuttamalla kytkentäelementin 80 hilajännitettä. Tässä tapauksessa on ilmeistä, että invertteripiiri, jossa on edellä kuvattu 0-jännitteinen kytkentäpiiri, voidaan kytkeä päälle vaikkakin tällainen viiveaika pienennetään jopa nollaan.

Edellä olevasta kuvauksesta on ymmärrettävää, että kuviossa 4 esitetty 0-jännitteinen kytkentäpiiri on tehty muodostamaan pulssi hetkellä, jona syötetty jännite on 0-tasolla, ja hilaohjattua tasasuuntaajaa, joka muodostaa osan kytkentäpiiristä, käytetään näin muodostuneella digitaalisignaalilla, minkä avulla invertteri käynnistetään stabiilisti ja luotettavasti 0-tasoisessa tilassa riippumatta siitä minä ajan hetkenä käynnistyskytkin suljetaan. Pikapurkausjärjestelyn käyttäminen 0-jännitteisessä kytkentäpiirissä on hyödyllinen estämään invertteriyksikön vikatoiminnan, kun käynnistyskytkin suljetaan välittömästi sen jälkeen kun se on avattu. Pidätyspiiri on yhdistetty kytkentäelementin kanssa 0-jännitteiseen kytkentäpiiriin, minkä avulla kytkentäelementin johtava tila säilytetään stabiilisti heti kun elementti on tehty johtavaksi.

Kuvio 6 esittää erästä toista suoritusmuotoa invertterin suojalaitteesta, joka kuuluu keksinnön mukaisen induktiokuumennuslaitteen invertteripiiriin. Tämä suojalaite on erityisesti tehty pitämään invertteriyksikköä ei-toimivana siinä tapauksessa, että invertteripiiriin kohdistuu sellainen aineen kuorma, joka ei sovi piirin suodatusominaisuuksiin, minkä avulla invertteripiiriä voidaan suojata varmasti tällaisessa tapauksessa.

Kuviossa 6 esitetty invertteripiiri on itsessään samanlainen kuin kuviossa 2 esitetty piiri, joten siihen kuuluu kokoaaltotasasuuntaajayksikkö 21, invertteriyksikkö 27, johon kuuluu suodatinkela 28 ja liipaisupulssigeneraattori 38, ja suodatinkondensaattori 44, jotka kaikki on aikaisemmin kuvattu yksityiskohtaisesti. Induktiokuumennuskela 35, joka muodostaa invertteriyksikön 27 osan, muodostaa indusoidun magneettikentän kuorman 37 lämpötilan kohottamiseksi. Tasauskondensaattori 36, joka on kytketty sarjaan tähän induktiokuumennuskelaan 35, välittää vaihtovirtatehon kelaan 35 ja kun invertteriyksikkö 27 on kuormittamattomassa tilassa, induktiokuumennuskelassa 35 ja tasauskondensaattorissa 36 on resonanssikohdat, jotka ovat tajuudeltaan alempana kuin invertteriyksikön värähtelytaajuus. Kelan 35 ja tasauksuskondensaattorin 36 tällaiset resonanssikohdat approksimoivat invertteriyksikön värähdystaajuutta, jolloin induktiokuumennuskelan 35 läpi kulkeva virta saa melkein siniaaltomuodon.

Kuviossa 6 esitetyssä järjestelyssä käytetään säädettävää induktioelementtiä 94, joka on sarjaan kytketty induktiokuumennuskelan 35 kanssa silmukkaan, johon kuuluu kommutointikondensaattori 33 ja ta-

sauskondensaattori 36. Tämä säädettävä induktioelementti 94 on yhdistetty invertteripiirin käynnistyskytkimeen 22. Säädettävä induktioelementti 94 toimii yhdessä kytkimen 22 kanssa sellaisella tavalla, että saadaan aikaan suurempi induktanssi säädettävän induktioelementin 94 avulla hetkenä, jona kytkin 22 suljetaan tai avataan. Tätä tarkoitusta varten säädettävä induktioelementti 94 voi olla kytketty käynnistyskytkimeen 22 sopivan välityksen 95, kuten esimerkiksi mekaanisen vivun avulla.

Kuten aikaisemmin on tarkasteltu, invertteripiiri on alttiina huomattaville kuormitusvaihteluille ja siten sillä on taipumus käynnistyä epästabiilisti erityisesti, kun invertteripiiriä käytetään induktiokuumennustyyppisessä keittolaitteessa. Kun kuumennettava aine asetetaan kuumennuskelan 35 päälle, niin kelan 35 tehollinen induktanssi pienenee ja vastaavasti sen tehollinen vastus kasvaa. Koska kuumennuskelan 35 ja suodatuskondensaattorin 35 teholliset induktanssit lähenevät invertteripiirin värähtelytaajuutta vastaavia arvoja, tulee erittäin vaikeaksi käynnistää invertteripiiri stabiloidussa tilassa. Kuvion 7 käyrät esittävät niitä alueita, joilla invertteripiiri voidaan käynnistää ja ei voida käynnistää riippuen invertteripiirin induktiokuumennuskelan tehollisen induktanssin (mikrohenreissä) ja tehollisen vastuksen (ohmeissa) välisestä suhteesta. Näillä alueilla on rajakäyrä, joka yhdistää pisteet P ja Q kuten on osoitettu täysvii-valla ja tämän rajakäyrän yläpuolella oleva pinta-ala vastaa aluetta, jossa invertteripiiri voidaan käynnistää. Kun siten kuumennettava aine asetetaan lähemmäksi induktiokuumennuskelaa, niin kelan tehollisen induktanssin ja vastuksen välinen suhde muuttuu pisteestä P pisteeseen Q. Siten jos kuumennettava aine sijaitsee induktiokuumennuskelan suhteen siten, että molempien parametrien välinen suhde on rajakäyrän alapuolisella alueella, kuten kohdassa R, niin invertteripiiriä ei voida käynnistää vaikka käynnistyskytkin onkin suljettu. Tämän ongelman poistamiseksi tässä yhteydessä ehdotetaan, että induktiokuumennuskelan tehollista induktanssia lisätään, kun invertteripiiriä käynnistetään. Säädettävän induktioelementin 94 (kuvio 6) järjestely sopii tähän tarkoitukseen, koska elementti 94 toimii siten, että se muodostaa suuremman induktanssin, minkä avulla saavutetaan suurempi impedanssi resonanssiin, johon kuuluu tasoituskondensaattori 36 ja säädettävä induktioelementti 94. Toisin sanoen lisäämällä induktiokuumennuskelan 35 tehollista induktanssia siirtyy piste R alueelta, jossa invertteripiiriä ei voida käynnistää, uuteen kohtaan R', joka nyt sijaitsee alueella, jossa invertteripiiri voidaan kunnolla käynnistää.

Kun invertteripiiri on käynnistynyt ohjataan välitystä 95 siten, että se pienentää elementin 94 induktanssia, jolloin tehollisen induktanssin ja vastuksen välinen suhde palaa kohtaan R. Invertteripiiri voidaan käynnistää stabiilisti ja luotettavasti tällä tavoin riippumatta induktioelementin kuorman tyypistä ja kuorman mukanaolosta tai poissaolosta.

Käyttämällä invertteripiirissä säädettävää induktioelementtiä kuten edellä on kuvattu, saavutetaan lisäksi se etu, että voidaan olennaisesti poistaa häviö, joka johtuu Joule-lämmöstä induktiokuumennuskelassa, joka on kytketty sarjaan säädettävän induktioelementin kanssa. Säädettävä induktiokela konstruoidaan muodoltaan yksinkertaiseksi kontaktittomaksi kelaksi käyttämällä ferriittisydäntä. Koska lisäksi säädettävä induktioelementti voidaan sijoittaa invertteriyksiköstä riippumattomasti ilman, että yksikön suorituskyky siitä muuttuu, elementti voidaan helposti yhdistää käynnistyskytkimen kanssa ja haluttaessa se voidaan asettaa hyvin lähelle kuumentamiseen tarkoitettua induktiokuumennuskelaa. Kun säädettävä induktioelementti valitaan siten, että sillä on suhteellisen suuri induktanssi, niin silmukan, joka muodostuu induktiokuumennuskelasta, tasauskondensaattorista ja säädettävästä induktioelementistä, impedanssi kertaantuu ja siten invertteriyksikön ulostulo pienenee. Säädettävä induktioelementti voi täten toimia siten, että se ohjaa invertteriyksikön tehoa. Kun järjestely tehdään siten, että säädettävän induktioelementin induktanssi lisääntyy kun käynnistyskytkin avataan, kuten edellä on mainittu, invertterin ulostulo ja siten käynnistyskytkimen läpi kulkeva virta pienenee huomattavasti siten, että voidaan estää purkauskipinän syntyminen kytkimessä.

Edellä olevasta kuvauksesta on ymmärrettävää, että kuviossa 6 esitetty piirijärjestely takaa edullisesti invertteripiirin stabiloidun käynnistämisen ja invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan suojaamisen invertteripiirin kuormitetussa ja kuormittamattomassa tilassa ja estää kipinäpurkauksen käynnistyskytkimessä.

Kuvio 8 esittää erästä suoritusmuotoa suojalaitteesta, joka on tehty suojaamaan hilaohjattua tasasuuntaajaa ja diodia, jotka muodostavat invertteriyksikön osan, epätavalliselta jännitteen nousulta näiden elementtien yli, kun invertteripiiri käynnistetään kuormittamattomana.

Kun invertteripiiri käynnistetään kuorman ollessa kohdistettuna siihen, niin tietyn tasoinen lepojännite saavutetaan välittömästi invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin yli. Tämä jännite on tasoittunut, mutta sillä on huomattavan suuri sivuaaltovärähtely siten, että pohja-arvoja ilmenee jännitteen aaltomuodossa vastaten syötetyn tehon jaksoja. Todellisuudessa jännite katkotaan korkealla taajuudella hilasignaalien mukaisesti. Jos invertteripiiri käynnistetään kuormittamattomana, syntyy jännite, joka on suurin piirtein kaksinkertainen verrattuna lepojännitteeseen, joka on saavutettu kuormitetussa tilassa, aiheuttaen siten invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin vahingoittumisen. Kuviossa 8 esitetyn piirijärjestelyn tarkoitus on vaimentaa tällainen epätavallisen korkea jännite samalla sallien invertteripiirin käynnistämisen stabiilisti ei ainoastaan kuormitettuna vaan myös kuormittamattomana.

Viitaten kuvioon 8 osat ja elementit, joilla on vastineensa kuvioden 1 ja 2 piirijärjestelyssä, ovat merkityt samoilla viitenumeroilla ja merkeillä. Edellä mainitun tarkoituksen toteuttamiseksi tässä esitettyssä invertteripiirissä on vastus 96, joka on kytketty sarjaan kuumentamiseen tarkoitettun induktiokelan 35 kanssa ja silmukkaan, johon kuuluvat kondensaattorit 33 ja 36. Kuten jäljempänä kuvataan, kuviossa 8 esitettyyn invertteripiiriin on tehty järjestely siten, että tämä lisävastus 96 rinnakkaiskytketään heti kun invertteripiiri on käynnistetty. Viitaten kuvion 3 käyrään (a) jos sattuu, että vastus 96 (kuvio 8) on oikosuljettu hetkellä, jolloin syötetty jännite on saavuttanut huippuarvon, niin invertteripiirin parametrit muuttuvat äkillisesti aiheuttaen siihen epätavallisia värähtelyjä. Tästä seurauksena syntyy epätavallinen jännitenousu invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin yli samoin kuin kuormittamattoman invertteripiirin tapauksessa. Jos kuitenkin vastus 96 (kuvio 8) oikosuljetaan, kun syötetty jännite on 0-tasolla tai sen läheisyydessä, niin epätavallisen korkean jännitteen syntyminen voidaan estää vaikkakin epätavallisia värähtelyjä tapahtuu invertteriyksikössä, kuten selvästi nähdään kuvion 9 käyrässä (b). Tämä saadaan aikaan sellaisella tavalla, että tasavirtateho, jolla on suhteellisen korkea sivuaaltovärähtelyprosentti, syötetään värähtelytyyppiseen invertteriyksikköön ja että vastus, joka on kytketty sarjaan induktiokuumennuselementin kanssa, oikosuljetaan samalla hetkellä, kun syötetty jännite on 0-tasolla tai sen läheisyydessä.

Jälleen palaten kuvioon 8, tämän luonteiseen järjestelyyn kuuluu sen olennaisena osana kaksisuuntainen triodityristori 97, joka on kytketty sarjaan induktiokuumennuskelan 35 kanssa ja vastuksen 96 rinnalle. Tässä kaksisuuntaisessa triodityristorissa 97 on hila 97a. Toisaalta muuntajan 98 primäärikäämi 98a on kytketty kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 sisääntulonapoihin sellaisella tavalla, että se energisoituu, kun käynnistyskytkin 22 suljetaan, ja muuntajan toisio-käämi 98b on kytketty tasasuuntaajaan 99. Tasasuuntaajan 99 toinen ulostulonapa on kytketty invertteripiirin positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja toinen ulostulonapa on kytketty tasasuuntaajaan 10 vastukseen 101. Tässä tasasuuntaajassa 100 on anodi, joka on kytketty tasasuuntaajayksikköön 99, ja katodi, joka on kytketty vastukseen 101 siten, että estetään tasavirran takaisinkulku sen läpi. Kondensaattori 102 on kytketty invertteripiirin positiivisen kokoomajohdon 25 ja liitoskohdan 103 väliin, joka on tasasuuntaajan 100 ja vastuksen 101 välillä. Rajoittava tasasuuntaaja 100 havaitsee 0-tasaisen tasavirtajännitteen joka ilmenee tasasuuntaajayksikön 99 ja kondensaattorin 102 välillä. Vastus 101 on kytketty kaksisuuntaisen triodityristorin 97 hilalle 97a. Tasasuuntaajayksikön 99 ulostulonapojen väliin on kytketty sarjaan vastukset 104 ja 105, jolloin vastus 104 on kytketty tasasuuntaajayksikön 99 ja tasasuuntaajan 100 väliin ja vastus 105 on kytketty invertteripiiriin positiiviseen kokoomajohtoon 25. Transistorin 106 kantaelektrodi on kytketty liitoskohtaan 107 näiden vastuksien 104 ja 105 välillä. Tämän transistorin 106 emitterielektrodi on yhdistetty positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja siten kondensaattorin 102 negatiiviseen elektrodiin, kun taas sen kollektorielektrodi on kytketty liitoskohtaan 108 vastuksen 101 ja kaksisuuntaisen triodityristorin 97 hilan 97a välillä. Piirijärjestely muuntajasta 98 kaksisuuntaiseen triodityristoriin 97 toimii siten vastuksen 96 oikosulkemiseksi kokoaaltotasasuuntaajasta 21 syötetyn tasavirtajännitteen 0-tasovaikutuksesta.

Kun käynnistyskytkin 22 suljetaan, niin värähtelytyyppinen invertteriyksikkö 27 käynnistyy välittömästi. Tässä tilassa estetään jännitteen E nouseminen invertteripiirin positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 välillä askelmaisesti epätavallisen korkealle tasolle käyttämällä vastusta 96, joka on kytketty sarjaan induktiokuumennuskelan 35 kanssa. Invertteriyksikkö 27 voidaan saattaa toimintaan tällä tavoin täysin stabiloidussa tilassa. Tässä tilassa muuntajasta 98 ja tasasuuntaajayksiköstä 99 muodostuu kokoaaltotasasuunnattu, suhteellisen alhainen jännite ja vaikuttaa liitoskohtaan 107 vas-

tusten 104 ja 105 välillä ja siten yli vastuksen 105. Sen vuoksi seurausena on, että transistori 106 tulee estotilaan kun syötetty jännite saavuttaa 0-tason. Siten jos käynnistyskytkin 22 suljetaan samalla hetkellä, kun syötetty jännite nousee huippuarvoonsa, kuten on osoitettu kuviossa 9, niin kantavirta kulkee vastuksen 104 läpi vastukseen 106, joka niin muodoin tulee johtavaksi. Tämä aiheuttaa sen, että kaksisuuntainen triodityristorin 97 hila oikosulkeutuu sen katodiin, jolloin tyristori 97 pysyy estotilassa. Kun syötetty jännite saavuttaa 0-tason, niin transistorin 106 kantavirta tulee myös nolllaksi ja siten transistori 106 tulee estotilaan. Tässä tilassa kondensaattorin 102 ja vastuksen 101 yliolevan jännitteen määrittämä virta kulkee kaksisuuntaisen triodityristorin 97 hilalle 97a, joka niinmuodoin tulee johtavaksi siten, että se saa tyristorin 97 oikosulkemaan vastuksen 96. Jännite, joka syntyy värähtelytyyppisen invertteriyksikön 27 hilaohjattuun tasasuuntaajaan 29 ja diodiin 30 on olennaisesti muuttumaton samalla hetkellä, kun vastus 96 oikosuljetaan, kuten nähdään kuvion 9 käyrästä (b). Invertteriyksikkö 27 käynnistetään tällä tavoin tyydyttävästi stabiloidussa tilassa ilman että epätavallinen jännite kohdistuu hilaohjattuun tasasuuntaajaan 29 ja diodiin 30. Kuviossa 9 esitetyt käyrät ovat todellisuudessa suuritaajuisten katkottujen jännitteiden vaihtoja.

Heti kun kaksisuuntainen triodityristori 96 on tehty johtavaksi edellä kuvatulla tavalla, sitä ei voida siirtää estotilaan ja se pysyy johtavana riippumatta siihen kytketyn 0-jännitteen tunnistavan järjestelyn ulostulosignaalista.

Kun käynnistyskytkin 22 avataan, kaksisuuntainen triodityristori 97 saa alkutilansa tai estotilansa seisontajakson aikana, siten, että vastus 96 on valmis olemaan tehollinen, kun käynnistyskytkin 22 suljetaan toisen kerran.

Edellä olevasta kuvauksesta on ymmärrettävä, että johtuen kuumennusinduktioelementtiin kytketyn lisävastuksen käyttämisestä invertteripiiri, jonka rakenne on esitetty kuviossa 8, voidaan käynnistää tyydyttävän stabiloidussa tilassa olennaisesti riippumatta hetkestä, jona piirin käynnistyskytkin suljetaan. Kun tämä vastus oikosuljetaan heti kun invertteripiiri on käynnistetty, hukatehoa voidaan välttää siten, että tulee taloudelliseksi käyttää induktiokuumennuslaitetta, jossa käytetään kuvattua invertteripiiriä.

Voidaan havaita, että värähtelytyyppisen invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin jännitearvot voidaan valita pelkästään ottamalla huomioon niihin kohdistettu lepojännite ja tästä syystä tähän tarkoitukseen voi sopia suhteellisen halpa hilohjattu tasasuuntaaja ja diodi.

Seuraavassa viitataan kuvioon 10, joka esittää piirijärjestelyä, johon kuuluu resonanssitaajuuden tunnistuspiiri 42, joka on tehty suojaamaan invertteripiiriä tunnistamalla invertteriyksikön hilaohjatun tasasuuntaajan ja diodin läpi kulkevan virran epätavalliset resonanssitaajuudet, ja ylivirran tunnistamispiiri 43, joka reagoi epätavalliseen virtaan, joka muodostuu invertteripiiriin siinä tapauksessa, että invertteripiiriin kohdistuu ei-hyväksyttävä kuorma, kuten on mainittu kuviossa 1 esitetyn piirijärjestelyn yhteydessä.

Kuviossa 10 esitetyssä piirijärjestelyssä tasasuuntaaja 109 ja kondensaattori 110 ovat kytketyt sarjaan invertteripiirin positiivisen ja negatiivisen kokoomajohtoon 25 ja 26 väliin tasavirtajännitteen synnyttämistä varten, jota on tarkoitus käyttää teholähteenä invertteriyksikön ohjauspiiriä varten. Vastukset 111 ja 112 ovat kytketyt sarjaan kondensaattorin 110 yli jotta ne jakaisivat jännitteen sen elektrodien välillä osiin halutussa suhteessa. Tasasuuntaajan 109 anodi on kytketty positiiviseen kokoomajohtoon 25 ja sen katodi on kytketty kondensaattoriin 110 ja vastukseen 111. Tyristori 114 on kytketty vastuksen 112 yli negatiiviseen kokoomajohtoon ja johto 114 on kytketty vastusten 111 ja 112 väliseen liitoskohtaan. Täten vastusten 111 ja 112 jakaman jännitteen osa tulee tyristorin 113 anodin ja katodin väliin, anodin ja katodin ollessa kytketty johtoon 114 ja negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Johto 114 on kytketty tasasuuntaajaan 115, jonka katodi on suunnattu tyristorin 113 anodiin. Kokoomajohtojen 25 ja 26 väliin on kytketty tyristori 116, jonka anodi on kytketty positiiviseen kokoomajohtoon 25 suodatinkondensaattorin 117 kautta ja katodi on kytketty negatiiviseen kokoomajohtoon 26. Tässä tyristorissa 116 on hila 116a, joka on kytketty sarjaan vastuksien 118 ja 119 kanssa, jotka puolestaan ovat kytketyt positiiviseen kokoomajohtoon 25. Tasasuuntaaja 115 on kytketty anodillaan vastusten 118 ja 119 väliseen liitoskohtaan. Kun tyristori 113 tulee johtavaksi, niin tyristorin 116 hila ja katodi oikosuljetaan vastuksen 119 ja tasasuuntaajan 115 kautta siten, että tyristori 113 tulee tai on valmis tulemaan estotilaan. Jotta tämä tyristori 113 voitaisiin tehdä johtavaksi, kondensaattorin 117 tulisi olla valittu siten, että sillä

on suhteellisen pieni kapasitanssi, jolloin kondensaattorin yli tulee suhteellisen suuri jännite, jossa on sivuaaltovärähtelykomponentti. Kun kokoaaltotasasuuntaajayksiköstä 21 syötetty jännite saavuttaa 0-tason jaksolla, joka vastaa jännitteen puolialtoa, niin kondensaattoriin 117 varastoituneet varaukset kulkevat tyristorin 113 katodille positiivisen kokoomajohdon 25, tasasuuntaajan 109 ja vastusten 111 ja 112 kautta tässä järjestyksessä. Tyristori 113 tulee tällöin estotilaan.

Ajoituspiiri 120, jossa käytetään esimerkiksi monostabiilia multivibraattoria, on kytketty positiivisen kokoomajohdon 25 ja tyristorin 113 hilaan 113a väliin johdon 121 kautta. Kun ajoituspiirin 120 ulostulonavassa on signaali, se liipaisee tyristorin 113 johtavaksi ja siten tyristori 116 tulee estotilaan pitäen invertteriyksikön 27 ei-toimivana.

Tyristorin 116 katodin ja kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 negatiivisen ulostulonavan väliin on kytketty vastus 122, joka on kytketty tasasuuntaajan 123 kautta tyristorin 113 hilaan 113a ja johtimeen 121, joka tulee ajoituspiiristä 120. Kun invertteriyksikössä 27 syntyy epätavallinen virta, aiheutuu suurempi jännitehäviö vastuksen 122 yli ja siten virta kulkee tasasuuntaajan 123 läpi tyristorin 113 hilalle 113a. Tyristori 113 tulee siten johtavaksi, jolloin invertteriyksikkö 27 tulee ei-toimivaksi. Vastus 122 ja tasasuuntaaja 123 muodostavat täten piirin, joka tunnistaa epätavallisen virran invertteriyksikössä.

Heti kun tyristori 113 on tehty johtavaksi, kuten edellä on tarkasteltu, siihen muodostuu tasavirtajännite siten, että tyristori 113 pysyy johtavana ja täten muistaa epätavallisen tilan. Tätä tyristoria 113 ei voida saattaa estotilaan ellei käynnistyskytkintä 22 avata ja siten käyttäjä tietää että invertterillä oleva kuorma on laadultaan ei-hyväksyttävä. Käyttäjä aukaisee sen jälkeen käynnistyskytkimen ja poistaa kuorman kuumennuslaitteesta. Invertteripiiri voidaan täten suojata vahingoilta, jotka muutoin olisivat seurauksena ei-hyväksyttävän kuorman asettamisesta invertteripiiriin.

Värähtelytyyppiseen invertteriyksikköön 27 kuuluu välttämättä hilaohjattu tasasuuntaaja 29, joka on kytketty kondensaattorin 117 rinnalle suodatinkelan 28 kautta, ja diodi 30, joka on kytketty hilaohjatun tasasuuntaajan 29 rinnalle liitoskohtien 31 ja 32 kautta kuten

aikaisemmin on tarkasteltu. Näiden liitoskohtien 31 ja 32 väliin on kytketty sarjaan kuumennusinduktiokela 35, jolle kuorma 37 asetetaan, ja kommutointikondensaattori 36. Tämä induktiokuumennuskela 35 ja kondensaattori 36 muodostavat siten silmukan, joka kulkee hilaohjatun tasasuuntaajan kautta, ja silmukan, joka kulkee diodin 30 läpi. Ajoituspiiri 120 on kytketty liitoskohdan 32 ja suodatinkelan 28 väliseen liitoskohtaan johdon 124 kautta.

Hilaohjatun tasasuuntaajan 29 hila 29a on kytketty liipaisupulssigeneraattoriin, jota yleisesti on merkitty viitenumerolla 38 kuten edellä on mainittu.

Kun käynnistyskytkin 22 suljetaan, niin liipaisupulssigeneraattori 38 liipaisee hilaohjatun tasasuuntaajan 29 määrätyllä tavalla ajoitettuna. Hilaohjattu tasasuuntaaja 29 muuttuu johtavaksi siten, että induktiokuumennuskela 35 ja kommutointikondensaattori 36 synnyttävät värähtelevän virran. Virta kondensaattorista 117 kulkee silloin liitoskohtaan 32 jokaisen jakson toisen puoliskon aikana ja diodin 30 kautta liitoskohdasta 32 liitoskohtaan 31, so. vastakkaiseen suuntaan, virran jokaisen jakson toisen puoliskon aikana, kuten on esitetty aaltomuodolla C_1 kuvion 11 käyrässä A_1 . Kun värähtelevän virran C_1 yksi jakso päättyy, niin hilaohjattu tasasuuntaaja 29 tulee estotilaan siten, että jännite E syntyy liitoskohtien 31 ja 32 välille, so. positiivisen kokoomajohdon 25 ja johdon 124 väliin, joka yhdistää hilaohjatun tasasuuntaajan 29 katodin ja ajoituspiirin 120. Tämä jännite on osoitettu aaltomuodolla E katkoviivoin kuvion 11 käyrässä A_1 . Sen jälkeen liipaisupulssigeneraattori 38 laukaisee hilaohjatun tasasuuntaajan 29 ennalta määrätyn aikajakson kuluttua siten, että aaltomuodot C_1 ja E toistuvat. Kuviossa 11 värähtelevän virran C_1 yhden jakson kestoajan oletetaan olevan T_1 , jossa virran kulkuajan diodin 30 läpi (kuvio 10) oletetaan olevan T_0 , kun taas ajan, jona jännite E vaikuttaa liitoskohtien 31 ja 32 välillä, oletetaan olevan T_2 . Aikajakson T_0 aikana hilaohjattu tasasuuntaaja 29 on estotilassa johtuen invertteripiirin ominaisuuksista sinänsä. Suuritaajuuksisen virran kulkiessa tällöin induktiokuumennuskelan 35 läpi muodostuu muuttuva magneettikenttä aineeseen 37, joka on asetettu kelan 35 viereen, seurauksella, että materiaalin lämpötila nousee.

Edellä mainitun luonteisen invertteripiirin toimintaa kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisemmin viitaten kuvioon 11, jossa käyrät A_1 , A_2 ja A_3 koskevat toimintaa, jossa invertteripiiriin kohdistuu kuorma,

jota piirillä voidaan käyttää, ja käyrät B_1 , B_2 ja B_3 toimintaa, jossa piiriin kohdistuu ei-hyväksyttävä kuorma. Käyrissä A_2 ja B_2 osoitetut signaalit ovat niitä, jotka ajoituspiirin 120 osan muodostava monostabiili multivibraattori synnyttää. Käyrät C_1 ja C_2 kuvaavat signaaleja, jotka esiintyvät johdossa 121, joka yhdistää ajoituspiirin 120 tyristorin 113 hilaan ja tasasuuntaajaan 123 (kuvio 10), so. signaaleja, jotka välittyvät ajoituspiiristä niinä aikaväleinä, joiden aikana jännite E on olemassa samalla kun saadaan signaalijännite ajoituspiirin monostabiilista multivibraattorista. Tämä multivibraattori toimii reagoiden jännitteen E 0-tasoon ja muodostaa siten ulostulosignaaleja, joiden kesto aika on osoitettu merkillä T_s käyrissä B_1 ja B_2 .

Sellaisen toiminnan aikana, jona invertteripiiriin kohdistuu piirin ominaisuuksien kannalta hyväksyttävä kuorma, aikaväli T_s on lyhyempi kuin virran C_1 jaksojen kesto aika T_1 siten, että ajoituspiiri 120 ei välitä mitään ulostulosignaalia johtoon 121 kuten nähdään kuvion 11 käyrässä A_3 . Jos kuitenkin invertteripiiriin kohdistetaan ei-hyväksyttävä kuorma, kuorman magneettinen permeabiliteetti muuttaa induktiokuumennuskelan 35 induktanssia siten, että värähtelyjaksojen kestoajat lyhenevät. Tästä seurauksena aikajaksot T_0 , joiden aikana hilaohjattu tasasuuntaaja 29 pidetään estotilassa, lyhenevät kuten nähdään käyrästä B_1 , jolloin on olemassa mahdollisuus, että virran kääntyminen vaarantuu. Näissä oloissa signaalien aikavälit T_s monostabiilista multivibraattorista ajoituspiirissä 120 tulevat lyhyemmiksi kuin värähtelevän virran C_1 jaksojen kestoajat T_1 , josta aiheutuu signaalien syntyminen ajoituspiirin 120 ulostulossa, kuten nähdään käyrässä B_3 . Näin muodostetut pulssit johdetaan tyristorin 113 hilalle 113a, joka siten liipaisee. Vastus 119 ja tasasuuntaaja 115 oikosulkevat sen vuoksi tyristorin 116 hilan 116a ja katodin, jolloin invertteriyksikkö 127 kytkeytyy pois toiminnasta. Invertteripiirin, joka täten laukeaa ei-hyväksyttävän kuorman läsnäollessa, hilaohjattu tasasuuntaaja 29 ja siihen liittyvä diodi 30 voidaan suojata tapahtuvalta vahingolta.

Vaikkakin ajoituspiiriä 120 on tähän mennessä kuvattu sellaisena, että se on konstruoitu reagoimaan värähtelevän virran C_1 jaksojen lyhentyneisiin aikaväleihin, tämä on tehty ainoastaan esimerkkinä. Sen vuoksi tulisi huomata, että ajoituspiiri voidaan konstruoida sellaisella tavalla, että se reagoi ulostulosignaalin värähtelevän virran jaksojen epätavallisen pitkiin väleihin.

Vastuksen 122 ja tasasuuntaajan 123 asettaminen kahden tyristorin 113 ja 116 väliin estää edullisesti hilaohjatun tasasuuntaajan 29 vahingoittumasta ylivirran vaikutuksesta, joka kulkee päästösuunnassa, joka vahingoittuminen muutoin voisi tapahtua.

Suojalaitte hilaohjattua tasasuuntaajaa ja siihen liittyvää diodia varten kaikissa kuvioihin 2 - 11 viitaten kuvatuissa piirijärjestelyjen invertteriyksiköissä 27 on sellainen, että se reagoi syötetyn jännitteen 0-tasoon. Kuvio 12 esittää seuraavassa toista edullista suojalaitteen suoritusmuotoa, joka on konstruoitu ja järjestetty toimimaan muunnellulla tavalla.

Kuvioon 12 viitaten suojalaitte invertteriyksikköä 27 varten on tehty vaihtovirtalähteen 20 ja kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 väliin. Suodatinkondensaattori 44 on kytketty vastaavasti positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin, jotka on kytketty tasasuuntaajayksikön 21 ja invertteriyksikön 27 välille.

Tässä yhteydessä käytetyn suojalaitteen tarkoitus on suojata koko aaltosuuntaajayksikköä 21, invertteriyksikköä 27 ja kondensaattoria 44 siinä tapauksessa, että invertteriyksikköön 27 muodostuu yllilämpöä induktiokuumennuslaitteen toiminnan aikana. Tällaiseen suojalaitteeseen kuuluu suojakytkin 125, joka on kytketty sarjaan vaihtovirtalähteen 20 kanssa, ja relekytkimet 126 ja 127, jotka on myös kytketty sarjaan teholähteen 20 napojen välille. Pääkytkin 128 on kytketty rinnan näiden relekytkimien 126 ja 127 kanssa. Tässä pääkytkimessä on yhdessä toimivat koskettimet 128a ja 128b, joista koskettimet 128a ovat kytketyt relekoskettimien 126 rinnalle ja koskettimet 128b on kytketty relekoskettimien 127 rinnalle. Vastus 129 on asetettu pääkytkimen 128 relekytkimien 127 ja kytkimen 128a väliin. Yllilämpöön reagoiva kytkin 130, relekela 131 ja normaalisti suljetut relekytkimet 132 ovat kytketyt sarjaan relekytkimien 127 ja 126 väliin ja rinnan vastuksen 129 kanssa. Viitenumerolla 44 on merkitty suodatinkondensaattoria, joka on välttämättä kytketty positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin.

Kun edellä kuvatussa piirijärjestelyssä pääkytkin 128 suljetaan, niin suodatinkondensaattori 44 alkaa varautua teholähteestä 20 suojakytkimen 125, vastuksen 129 ja kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 kautta. Aika, jonka kondensaattori 44 tarvitsee varautuakseen varauskykyynsä asti, on suuruusluokkaa 1×10^{-3} sekuntia. Tässä tilassa konden-

saattori 44 varautuu myös suojakytkimen 125, relekoskettimien 126 ja tasasuuntaajan 21 kautta ja samanaikaisesti muodostuu piiri yllälämmölle herkästä kytkimestä 130, relekelasta 131, tavallisesti suljetuista koskettimista 132, vastuksesta 129, pääkytkimen 128 koskettimista 128b ja teholähteestä 120 siten, että relekela 131 energisoituu vaihtovirtateholähteestä 20 ja siten relekoskettimet 126 ja 127 sulkeutuvat. Nämä koskettimet 126 ja 127 pysyvät kiinni niin kauan, kuin näin muodostunut suljettu piiri säilyy. Suodatinkondensaattori 44 varautuu siten vaihtovirtateholähteestä 20 relekoskettimien 126 ja 127 ja kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 kautta. Aika, joka tarvitaan kondensaattorin 44 varaamiseen tällä tavoin, on suuruusluokkaa 7×10^{-3} sekuntia.

Kun lämpötila nousee epätavallisen paljon invertteriyksikössä 27, niin yllälämmölle herkkä kytkin 130 aukeaa siten, että relekela 131 de-energisoituu aiheuttaen siten relekoskettimien 126 ja 127 aukeamisen. Koko piirijärjestely mukaanlukien invertteriyksikkö 27 pidetään täten levossa ellei pääkytkintä 128 suljeta toista kertaa. Yllälämmölle herkkä kytkin 130 voi olla pienelle virralle tarkoitettu, jolloin saadaan taloudellinen valmistus.

Edellä olevasta kuvauksesta on ymmärrettävä, että kondensaattori 44 voi varautua vastuksen 129 kautta välittömästi ennen kuin rinnan vastuksen kanssa kytketty relekela 131 käynnistetään siten, että koko piiriin ei synny mitään aaltovirtaa ja siten suodatinkondensaattori ja kokoaaltotasasuuntaaja voidaan suojata varmasti.

Viitaten seuraavassa kuvioon 13 siinä on esitetty vielä eräs suoritustumuoto invertteripiirijärjestelystä, joka on nyt sovitettu estämään syöksyvirran kulun läpi invertteriyksikön suodatinkondensaattorin jotta invertteriyksikkö voitaisiin käynnistää, kun syötetty jännite on 0-tasossa tai sen lähellä, ja jotta saataisiin aikaan induktiokuumennuslaitteen mahdollisimman helppo käsittely ja jotta olisi mahdollista käyttää johtoja, joilla on suhteellisen pieni kapasiteetti, tuotannon taloudellisuutta varten.

Tässä yhteydessä esitetty piirijärjestely muodostuu suurelta osalta värähtelytyyppisestä invertteriyksiköstä 133 ja induktiokuumennuksen säätöyksiköstä 134. Samoin kuin tähän mennessä kuvatut piirijärjestelyt invertteriyksikköön 133 kuuluu kokoaaltotasasuuntaajayksikkö 21, joka on kytketty vaihtovirtateholähteeseen 20 käynnistyskytkimien

22 ja 22' kautta tasavirtajännitteen syöttämiseksi positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 yli. Tasoituskondensaattori 44 on kytketty näiden kokoomajohtojen 25 ja 26 väliin. Hilaohjattu tasasuuntaaja 29, jossa on hila 29a, ja diodi 30 ovat kytketyt rinnan kokoomajohtojen 25 ja 26 väliin vastakkaisiin suuntiin kuten aikaisemmin on selitetty. Hilaohjatun tasasuuntaajan 29 katodi ja diodin 30 anodi ovat kytketyt sarjaan suodatinkelan 28 ja toisen hilaohjatun tasasuuntaajan 135 kanssa negatiivisen kokoomajohdon 26 kautta. Tämän hilaohjatun tasasuuntaajan 135 anodi on kytketty hilaohjattuun tasasuuntaajaan 29, diodiin 30 ja suodatinkondensaattoriin 44 ja sen katodi on kytketty kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 negatiiviseen ulostulonapaan kuten on esitetty. Hilaohjatun tasasuuntaajan 135 hila 135a on kytketty aikaisemmin kuvattuun 0-jännitteiseen kytkentäpiiriin, jota yleisesti on merkitty viitenumerolla 40. Invertteriyksikköön 133 kuuluu edelleen kommutointikondensaattori 33 ja kommutointikela 34, jotka on kytketty sarjaan positiivisen ja negatiivisen kokoomajohdon 25 ja 26 väliin.

Induktiokuumennuksen säätölaitteeseen 134 kuuluu toisaalta induktiokuumennuskela 35 ja ulostulotehon säätöä varten säädettävä induktioelementti 136, joka on kytketty sarjaan positiiviseen kokoomajohtoon 25 induktiokuumennuskelan 35 kautta ja tasoituskondensaattorin 36 kautta liitoskohtaan 137, joka on kommutointikelan 34 ja kondensaattorin 33 välillä.

0-jännitteinen kytkentäpiiri 40 toimii liipaisupulssigeneraattorina hilaohjatun tasasuuntaajan 135 laukaisua varten sen hilan 135a kautta. Tämä liipaisupulssigeneraattori 40 on kytketty sarjaan johdon 138 kautta ylilämmölle herkän kytkimen 139 kanssa ja induktiokuumennuksen säätökytkimen 140 kanssa, jotka vuorostaan ovat kytketyt sarjaan kokoaaltotasasuuntaajayksikön 21 kanssa johdon 141 ja positiivisen kokoomajohdon 25 kautta. Tässä tapauksessa on tärkeää, että ylilämmölle herkkä kytkin 140 sijaitsee induktiokuumennuskelan 135 läheisyydessä siten, että se suojaa kelaa ylikuumenemiselta toiminnan aikana. Induktiokuumennuksen säätökytkin 139 on asetettu myös induktiosäätöyksikköön 134. Kytkimet 139 ja 140 ovat kytketyt myös sarjaan jännitteenalennusvastuksen 142 kautta liitoskohtaan säädettävän induktioelementin 136 ja tasoituskondensaattorin 36 välillä. Viitenumerolla 143 on merkitty hehkulamppu, joka voi olla suositellusti asetettu induktiokuumennuksen säätöyksikköön 134 osoittamaan induktiokuumennuslaitteen käynnistettyä tilaa. Kun käytössä suljetaan samanaikaisesti

ti tehokytkimet 22 ja 22' ja induktiokuumennuksen säätökytkin 140, niin liipaisupulssigeneraattori eli 0-jännitteinen kytkentäpiiri 40 käynnistetään johtojen 25 ja 141 ja kytkimien 139 ja 140 kautta. Hilaohjattu tasasuuntaaja 135 kytkeytyy siten johtavaksi sisääntulosignaalin esiintyessä sen hilalla 135a, minkä avulla invertteriyksikkö 133 kokonaisuudessaan käynnistetään. Samalla kun tämä tapahtuu, kokoaaltotasasuuntaajayksiköstä 21 syötetty jännite nousee 0-tason läheisyydestä ja suhteellisen pieni syöksyvirta virtaa suodatinkondensaattorin läpi. Tässä tilassa hilaohjatun tasasuuntaajan 29 anodin ja katodin väliin ilmestyy epätavallisen suuri jännite, kuten aikaisemmin on esitetty. Tällaisen suurentuneen jännitteen syntyminen voidaan välttää edellä olevalla piirijärjestelyllä, koska invertteriyksikköön 133 syötetään jännite, joka on lähellä 0-tasoa, kuten edellä on mainittu.

Jos induktiokuumennuksen säätökytkin 140 on järjestetty siten, että sitä voidaan kauko-ohjata, induktiokuumennuslaitteen konstruktio kokonaisuudessaan yksinkertaistuu huomattavasti ja laitteen valmistuskustannukset pienenevät huomattavassa määrin. Tällaisen kauko-ohjatun kytkimen, kuten säätökytkin 140, käyttäminen osaltaan edelleen edistää käsittelyvaiheiden helppoutta käyttäjän osalta.

Kuvioissa 14 ja 15 on esitetty esimerkkejä induktiokuumennuslaitteesta, jossa käytetään edellä kuvattua piirijärjestelyä.

Kuviossa 14 esitetty induktiokuumennuslaite on vaunutyypinen, jossa on alusta 144, päällyslevy 145, jossa on osoitin 146 ja säätötaulu 147. Invertteriyksikkö 133 (kuvio 13) on asetettu alustaan 144 ja induktiokuumennuskela 35 (kuvio 13) sijaitsee päällyslevyn 145 alapuolella. Säätötaulu 147 on varustettu käynnistyskytkimellä 22', induktiokuumennuksen säätökytkimellä tai nupilla 140' ja merkkivalolla 143 muodostaen osan kuviossa 13 esitetystä piirijärjestelystä. Viite-numerolla 148 on merkitty poljin, joka on kytketty yhteisvaikutukseen käynnistyskytkimen 22 kanssa.

Esitetyn rakenteisessa induktiokuumennuslaitteessa induktiokuumennuksen säätökytkin 140 toimii itseasaissa tehokytkimenä laitetta varten ja sitä täten käytetään paljon useammin kuin varsinaista tehokytkintä 22. Tästä syystä on suositeltavinta laitteen halpaa säätöä silmäläpitäen, että induktiokuumennuksen säätökytkin 140' sijaitsee säätötaulussa 147, joka sijaitsee ylälevyn 145 vieressä.

Kuviossa 14 esitetyn induktiokuumennuslaitteen tämä erityisetu ymmärretään selvemmin, jos sitä tarkastellaan verrattuna aikaisempaan laitteeseen, jossa ei käytetä mitään induktiokuumennuksen säätökytkintä 140 eikä hilaohjattua tasasuuntaajaa 135 (kuvio 13) vastaavaa laitetta invertteriyksikössä. Tällaisessa aikaisemmassa induktiokuumennuslaitteessa tehokytkintä (joka vastaa säätöpoljinta 148) käytetään suoraan käynnistämään laite ja kun halutaan, että tehokytkin sijaitsee lähellä ylälevyä, kuten säätötaulussa, joka on liitetty ylälevyyn kytkimen käsittelyn helpottamiseksi, niin tehoa syöttävät sähköjohdot on vedettävä ainakin kahteen kertaan ylemmän säätötaulun ja alemman invertteriyksikön välillä ja johdot on muodostettava sähkölangoista, joiden kapasiteetti on suhteellisen suuri. Tämä heijastuu selvästi suurempina valmistuskustannuksina ja laitteen suorituskyvyn pienempänä luotettavuutena. Sitävastoin kuviossa 14 esitetty laite on edullinen siinä mielessä, että käytetään yhtä lankaa, jolla on suhteellisen pieni kapasiteetti, muodostamaan kytkentä liipaisupulssigeneraattorin 40 ja induktiokuumennuksen säätökytkimen välille johdon 138 kautta (kuvio 13). Kuviossa 14 esitetyn laitteen induktiokuumennuksen säätökytkin 140' voi olla lisäksi kapasiteetiltaan suhteellisen pieni mikäli se on sovitettu kytkimen 140 kauko-ohjaukseen kuviossa 13 esitettyssä piirijärjestelyssä.

Kuvio 15 esittää esimerkin uunityyppisestä induktiokuumennuslaitteesta, johon on liitetty kuviossa 14 esitetty piirijärjestely ja jossa vaunutyypissä laitteessa saavutetut edut säilyvät. Esitettyyn induktiokuumennuslaitteeseen kuuluu uuniyksikkö 149, päällyslevy 150, jossa on osoittimia 15, ja säätöpöytä 152, joka on asennettu päällyslevyn 150 yläpuolelle. Invertteriyksikkö on asetettu uuniyksikön 149 pohjalle ja useita induktiokuumennuskeloja (ei esitetty) sijaitsee päällyslevyssä 150 olevien osoittimien 15 alapuolella. Säätötaulussa 152 on päätehokytkin 22', induktiokuumennuksen säätökytkimet 140' ja ulostulon säätönupit 153, jotka on yhdistetty vastaavasti säätökytkimiin 140'. Viitenumerolla 153 on merkitty tehopoljin, joka on kytketty yhteen päätehokytkimen 22' kanssa. Induktiokuumennuslaitteessa, jossa täten käytetään useita induktiokuumennuskeloja, johdottaminen ylemmän säätötaulun 152 ja alemman invertteriyksikön välillä voidaan tehdä sellaiseksi, että se on valmistustalouden ja kuumennuslaitteen suorituskyvyn luotettavuuden kannalta edullisempi kuin aikaisemmin kuvatussa vaunutyypissä induktiokuumennuslaitteessa.

On ilmeistä, että kuviossa 13 esitettyä järjestelyä ei voida liittää

ainoastaan kuviossa 14 ja 15 esitettyyn induktiokuumennuslaitteeseen vaan myös muun tyyppisiin laitteisiin, joissa induktiokuumenuskelat liittyvät esimerkiksi yhteen tai keskitettyyn invertteriyksikköön ja ovat siitä erillään.

Patenttivaatimukset

1. Induktiokuumennuslaite, johon kuuluu vaihtovirtalähde (20), koko-aaltotasasuuntaaja (21) kytkettynä vaihtovirtalähteeseen, invertteriyksikkö, jossa on hilaohjattu tasasuuntaaja (29) ja diodi (30), jotka on kytketty rinnan kokoaaltotasasuuntaajan (21) kanssa, liipaisupiiri (38) kytkettynä hilaohjatun tasasuuntaajan (29) hilalle, sarjaresonanssipiiri, jossa on kondensaattori (33) ja induktioelementti (34), ja joka on kytketty rinnan hilaohjatun tasasuuntaajan (29) kanssa, induktiokuumennuselimet (35) kytkettynä sarjaresonanssipiiriin sen käyttämäksi, suodatinkondensaattori (44 tai 91) ja suodatin-kela (28) kytkettynä kokoaaltotasasuuntaajan ja invertteriyksikön väliin, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen kuuluu ensimmäiset elimet hilaohjatun tasasuuntaajan suojaamiseksi invertteripiirin epäonnistuksessa virran kääntämisessä kytkentäaloituksessa, toiset elimet hilaohjatun tasasuuntaajan suojaamiseksi kun induktiokuumennuslaitetta herätetään, kolmannet elimet invertteriyksikön suojaamiseksi ylijännitevärähtelyiltä kun invertteriyksikköä herätetään ilman kuumentavan materiaalin läsnäoloa, neljännet elimet invertteriyksikön suojaamiseksi ylivirralla, joka kulkee päästösuunnassa hilaohjatun tasasuuntaajan läpi ja joka myös suojaa invertteriyksikköä invertteripiirissä epänormaalin värähtelyn aiheuttamaa virran käännön epäonnistumista vastaan, että toisiin elimiin kuuluu kokoaaltotasasuuntaajan positiivisen ja negatiivisen navan välille kytketty piiri (66, 67, 68, 70) tahdistettujen pulssien synnyttämiseksi, jotka pulssit ovat tahdistetut tasasuuntaajayksikön ulostulojännitteen nollakohtiin, pikapurkauspiiri (72, 73, 76) kytkettynä tahdistettujen pulssien synnytyspiiriin, kondensaattori (79) kytkettynä pikapurkauspiirin rinnalle näiden pulssien varaamiseksi, jolloin pikapurkauspiiri (72, 73, 76) purkaa kondensaattoriin (79) varastoituneet varaukset kun induktiokuumennuslaite kytketään pois päältä, minkä lisäksi tahdistettujen pulssien synnytyspiiriin (66, 67, 68, 70) on kytketty kytkinelin (80), joka tulee johtavaksi kun mainitut varatut pulssit saavuttavat ennalta määrätyn arvon, jolloin induktiokuumennuslaite saadaan herätetyksi tasasuuntaajajännitteen nollakohdassa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n n e t t u siitä, että ensimmäisiin elimiin kuuluu tasavirtalähde (e), zenerdiodi (56), jännittelle herkät elimet (46, 47, 48), jotka reagoivat suhteellisen pieneen jännitteeseen, joka syntyy kun virta kytketään induktiokuumennuslaitteeseen, jolloin mainittu tasavirtalähde on kytketty zener-

diodin rinnalle synnyttämään ensimmäisen pulssijonon, jolla on määrätty toistumisnopeus, ja että ensimmäiseen pulssijonoon reagoiva liipaisupiiri (38) synnyttää toisen pulssijonon hilaohjatun tasasuuntaajan (29) liipaisemiseksi, jolloin invertteriyksikkö on saatettu toisella pulssijonolla vakiovärähdystilaan hetkellä, jolloin kuumennuslaite kytketään päälle.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n - n e t t u siitä, että toisiin elimiin kuuluu lisäksi mainittuihin kytkinelimiin kytketyt elimet (92, 93) kytkinelimen pitämiseksi johtavana sen jälkeen kun se on saatettu johtavaan tilaan.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n - n e t t u siitä, että kolmansiin elimiin kuuluu induktiokuumennuslaitteen kanssa sarjaan kytketty vastus (96) ja oikosulkuelin (97-106) kytkettynä vastuksen (96) rinnalle vastuksen ohittamiseksi, jolloin oikosulkuelimeen kuuluu vaihtovirtalähteen nollajännitteelle herkkä tuntoelin vastuksen ohituksen aiheuttamiseksi kun tuntoelin toimii nollajännitteen vaikutuksesta.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n - n e t t u siitä, että neljänteen elimeen kuuluu invertteriyksikön kanssa sarjaan kytketty kytkinelin (113, 116), ajoitinelin (120) kytkettynä invertteriyksikön kanssa rinnan tahdistettuna invertteriyksikön yli vaikuttavaan nollajännitteeseen, jolloin mainitut pulssit ovat leveydeltään kapeampia kuin invertteriyksikön värähdysjakson kesto normaalitilassa, ja että ajoitinelin (120) myös synnyttää invertteriyksikön epätavallisesta värähdystaajuudesta riippuvaisen ulostulosuureen virran katkaisemiseksi induktiokuumennuslaitteelta avaamalla mainittu kytkinelin (113, 116), jolloin invertteriyksikön hilaohjattu tasasuuntaaja (29) on suojattu tuhoutumiselta virran käännön epäonnistuessa.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n - n e t t u siitä, että kytkinelimeen kuuluu ensimmäinen hilaohjattu tasasuuntaaja (116), jonka anodi ja hila ovat kytketyt rinnan invertteriyksikön kanssa, ja toinen hilaohjattu tasasuuntaaja (113), jonka anodi ja katodi on kytketty vastaavassa järjestyksessä ensimmäisen hilaohjatun tasasuuntaajan hilalle ja katodille ja jonka hila on kytketty ajoitinelimien (120) ulostuloon.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen induktiokuumennuslaite, t u n -
n e t t u siitä, että neljänteen elimeen kuuluu lisäksi ylivirran
tuntoelin (122) kytkettynä mainitun toisen hilaohjatun tasasuuntaa-
jan (113) katodin ja hilan väliin kytkinelimen (113, 116) avaamiseksi
invertteripiirissä kulkevan ylivirran vaikutuksesta.

Patentkrav

1. Induktionsuppvärmningsaggregat med en växelströmkälla (20), en helvågsl riktare (21) avsluten till växelströmkällan, en inverterenhet med portreglerad riktare (29) och diod (30), som är parallellkopplade med helvågsl riktare (21), en avtryckningskrets kopplad på den portreglerade riktarens (29) galler, en serieresonanskrets med en kondensator (33) och ett induktionselement (34), vilken serieresonanskrets är parallellkopplad med den portreglerade riktare (29), induktionsuppvärmningselement (35) avslutna till serieresonanskretsen så, att nämnda elementen drives av serieresonanskretsen, en filterkondensator (44 eller 91) och en filterspole (28) kopplade mellan helvågsl riktare och inverterenheten, k ä n n e t e c k n a d därav, att aggregaten omfattar första organ för skyddande av den portreglerade riktare vid mislyckande av inverterkretsen i invertering av strömmen vid kopplingsstart, andra organ för skyddande av den portreglerade riktare vid aktivering av induktionsuppvärmningsaggregaten, tredje organ för skyddande av inverterenheten mot överspänningsvibration vid aktivering av inverterenheten utan närvaro av ett för uppvärmning avsett material, fjärde organ för skyddande av inverterenheten mot överströmmen, som löper i utsläppsriktning genom den portreglerade riktare och som även skydder inverterenheten i inverterkretsen mot mislyckande av ströminvertering, som förorsakas av onormal vibration, att de andra organen uppvisar en mellan helvågsl riktarens positiva och negativa terminal kopplad krets (66, 67, 68, 70) för alstring av synkroniserade pulser, vilka pulser är synkroniserade till nollpunkter i riktarens utloppsspänning, en snabburladdningskrets (72, 73, 76) kopplad till alstringskretsen av synkroniserade pulser, en kondensator (79) kopplad parallell med snabburladdningskretsen för laddning av dessa pulser, varvid snabburladdningskretsen (72, 73, 76) urladdar i kondensator (79) upplagrade laddningar vid avkoppling av induktionsuppvärmningsaggregaten, varjämte till alstringskretsen (66, 67, 68, 70) av synkroniserade pulser är kopplad ett kopplingsorgan (80), som blir ledande då de nämnda laddade pulserna uppnår ett förut bestämt värde, varvid induktionsuppvärmningsaggregaten kan aktiveras vid nollpunkten av riktarspänningen.

2. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att de första organen uppvisar en likströmkälla

(e), zener-diod (56), för spänning känsliga organ (46, 47, 48), som reagerar för relativt liten spänning, som alstras vid koppling av strömmen till induktionsuppvärmningsaggregaten, varvid den nämnda likströmkällan är kopplad parallellt med zenerdioden för alstring av en första pulsråd, som har en bestämd sekvenshastighet, och att den för den första pulsråden reagerande avtryckningskretsen (38) alstrar en andra pulsråd för avtryckning av den portreglerade likriktaren (29), varvid inverterenheten har bringats på den andra pulsråden i konstant vibrationstillstånd på den stund då uppvärmningsaggregaten påkopplas.

3. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a d därav, att de andra organen ytterligare uppvisar till de nämnda kopplingsorganen kopplade organ (92, 93) för att bibehålla kopplingsorganet ledande efter det bringats i ledande tillstånd.

4. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a d därav, att de tredje organen uppvisar ett med induktionsuppvärmningsaggregaten i serie kopplat motstånd (96) och ett kortslutningsorgan (97-106) kopplat parallellt med motståndet (96) för shuntning av motståndet, varvid kortslutningsorganet uppvisar en för växelströmkällans nollspänning känslig sensor för åstadkommande av shuntning av motståndet då sensor verkar under inverkan av nollspänningen.

5. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a d därav, att det fjärde organet uppvisar ett med inverterenheten i serie kopplat kopplingsorgan (113, 116), ett tidorgan (120) kopplat parallellt med inverterenheten synkroniserat med den över inverterenheten verkande nollspänningen, varvid de nämnda pulserna har smalare bredd än inverterenhetens svängningsperiod i normaltillstånd, och att tidorganet (120) också alstrar en utgångsstorhet, som beror av inverterenhetens ovanliga vibrationsfrekvens för avbrytning av strömmen från induktionsuppvärmningsaggregaten genom öppning av det nämnda kopplingsorganet (113, 116), varvid inverterenhetens portreglerade likriktaren (29) är skyddad mot söndring vid mislyckande av ströminvertering.

6. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 5, k ä n n e - t e c k n a d därav, att kopplingsorganet uppvisar en första portreglerad likriktare (116), vars anod och galler är parallellkopplade

med inverterenheten, och en andra portreglerad likriktare (113), vars anod och katod är kopplade i motsvarande ordning på den första portreglerade likriktarens galler och katod och vars galler är kopplat till tidorganets (120) utlopp.

7. Induktionsuppvärmningsaggregat enligt patentkravet 5, k ä n - n e t e c k n a därav, att det fjärde organet ytterligare uppvisar sensor (122) för överström kopplad mellan den nämnda andra portreglerade likriktarens (113) katod och galler för öppning av kopplingsorganet (113, 116) under inverkan av i inverterkretsen löpande överström.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Iso-Britannia-Storbritannien(GB) 1 019 901 (H 02 M 7/78). USA(US) 2 626 378 (321-11), 2 631 239 (331-22), 3 413 538 (321-2), 3 514 688 (H 02 M 3/32).

Fig. 1

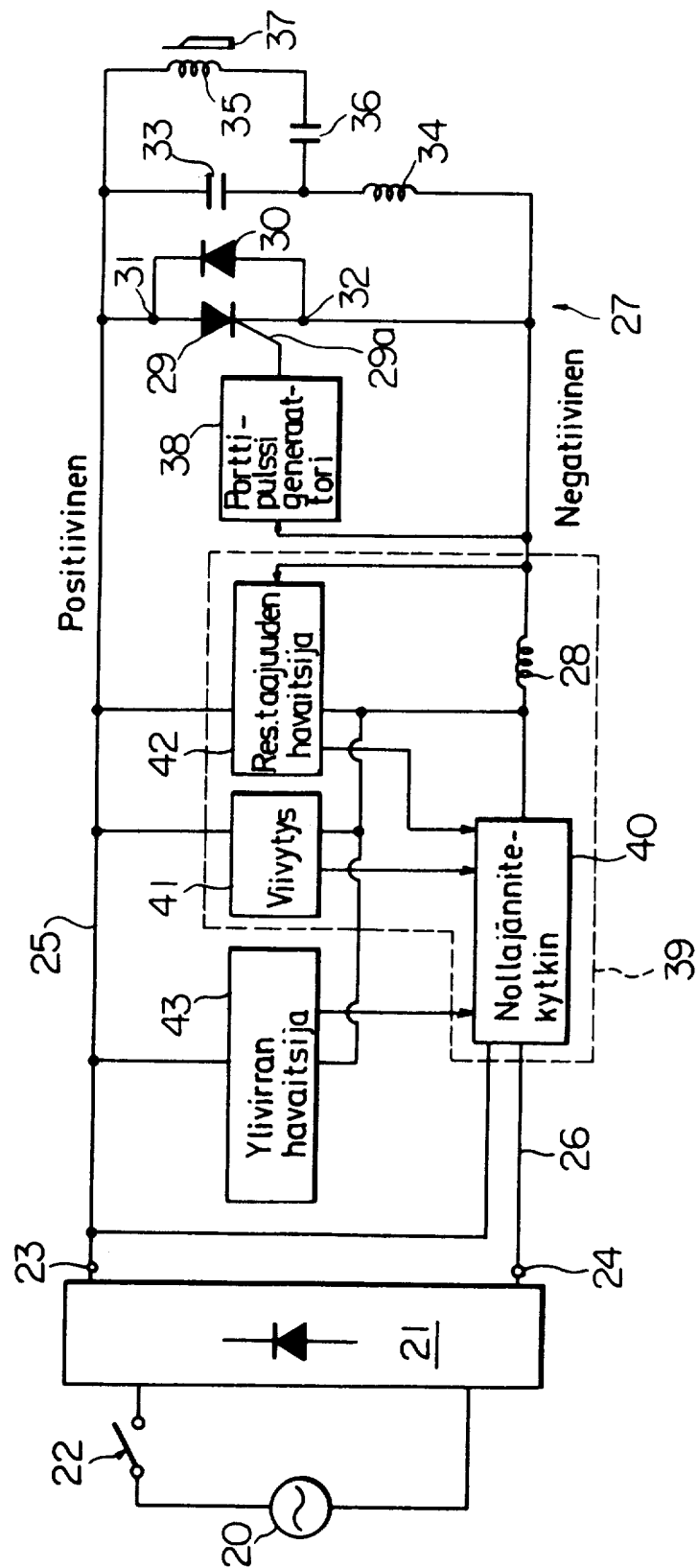


Fig. 3

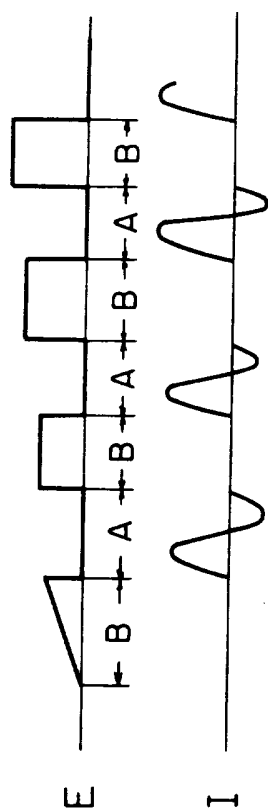


Fig. 4

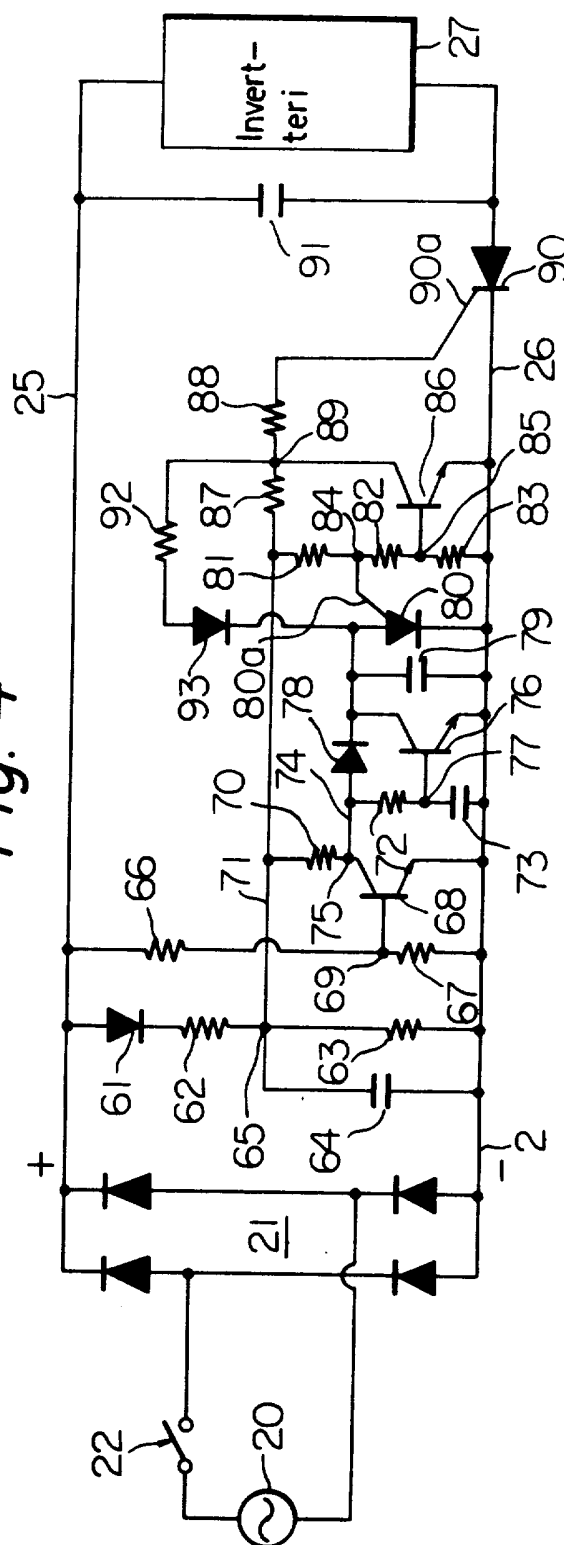


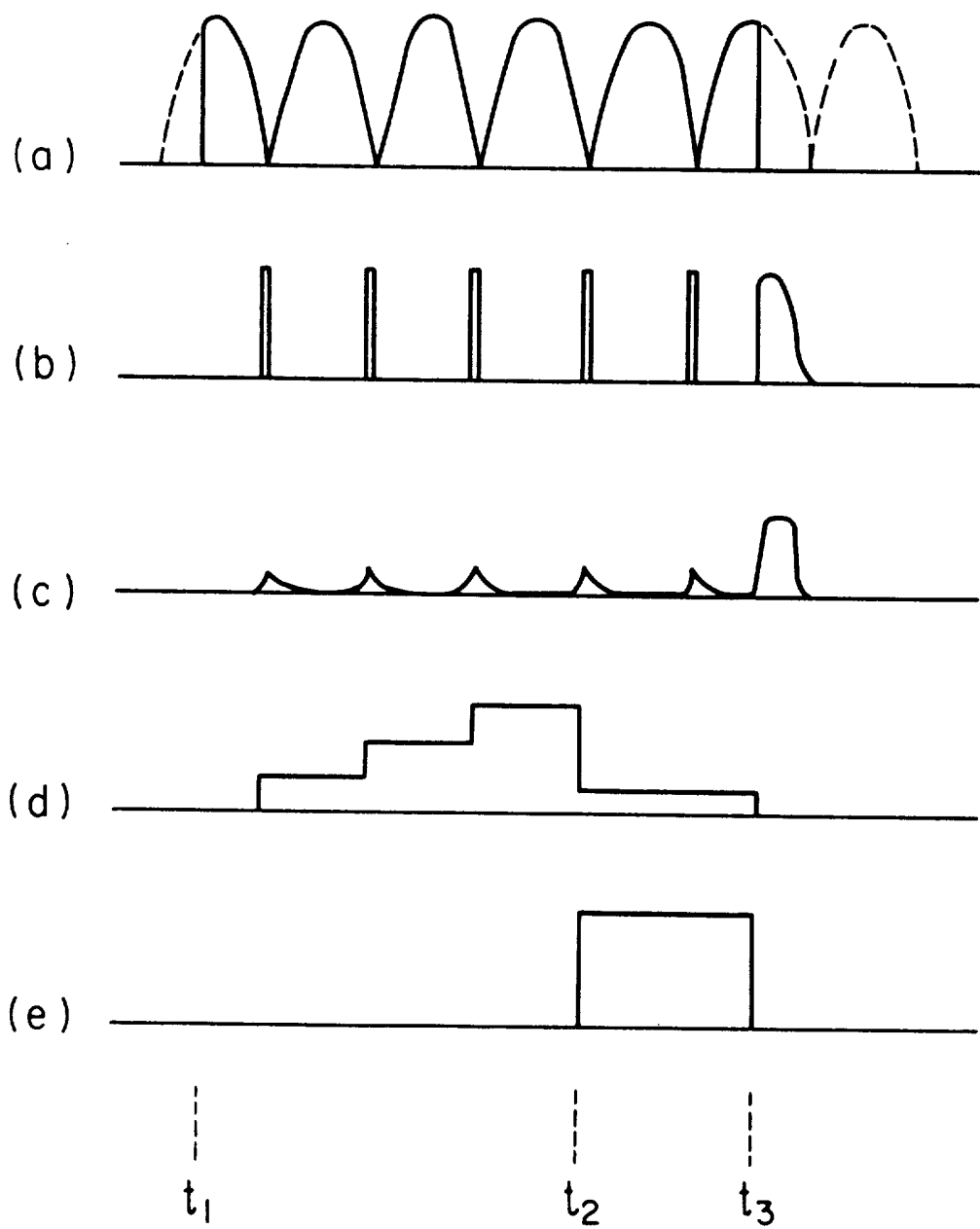
Fig. 5

Fig. 6

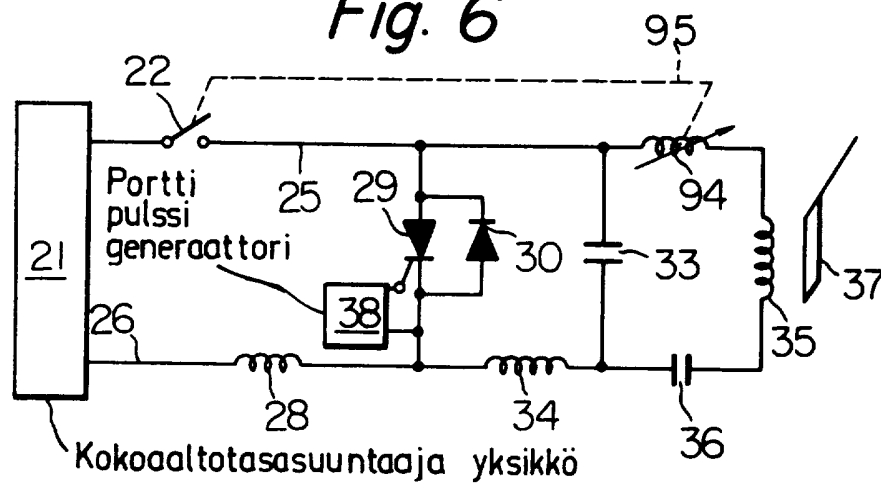


Fig. 7

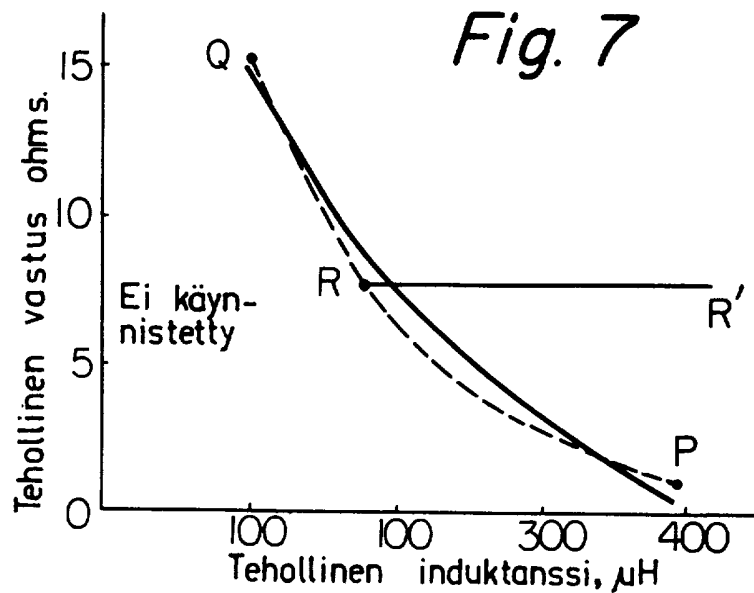


Fig. 8

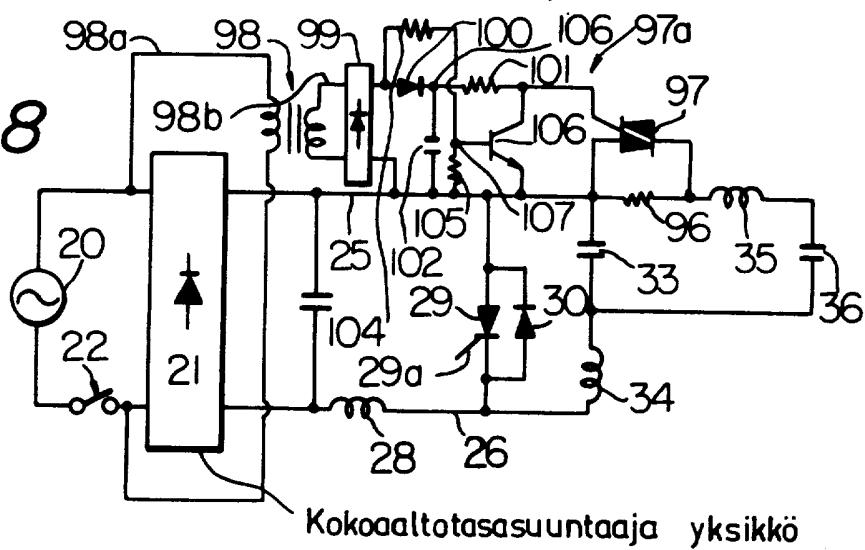


Fig. 9

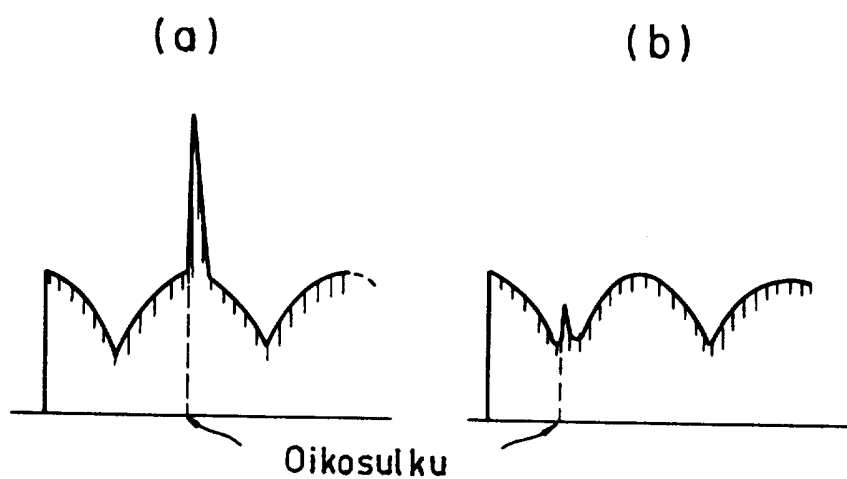


Fig. 10

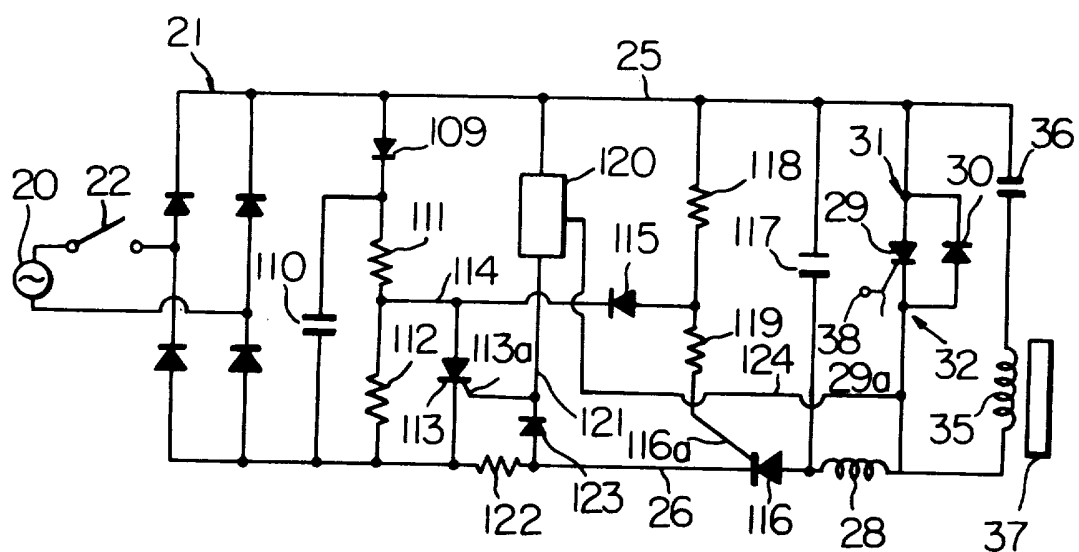


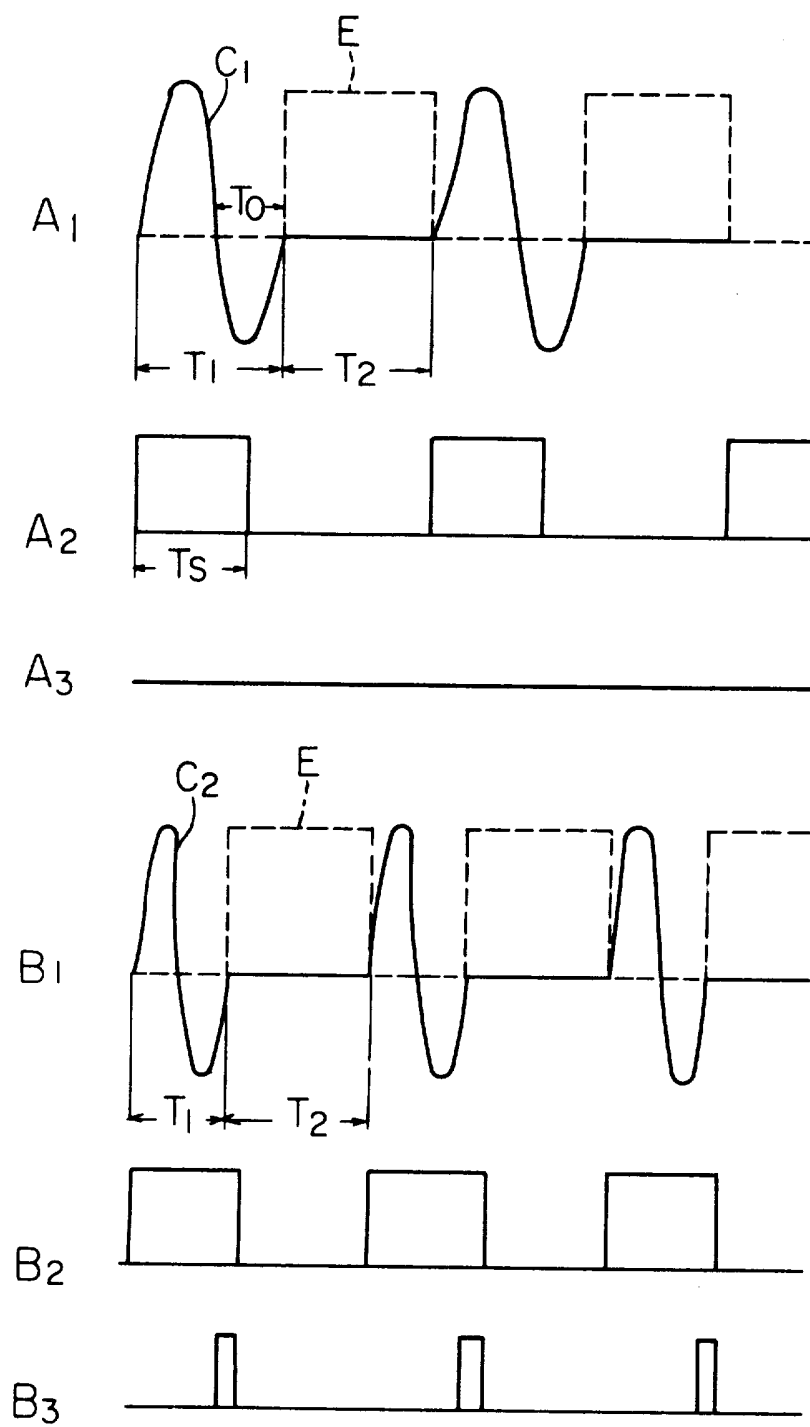
Fig. 11

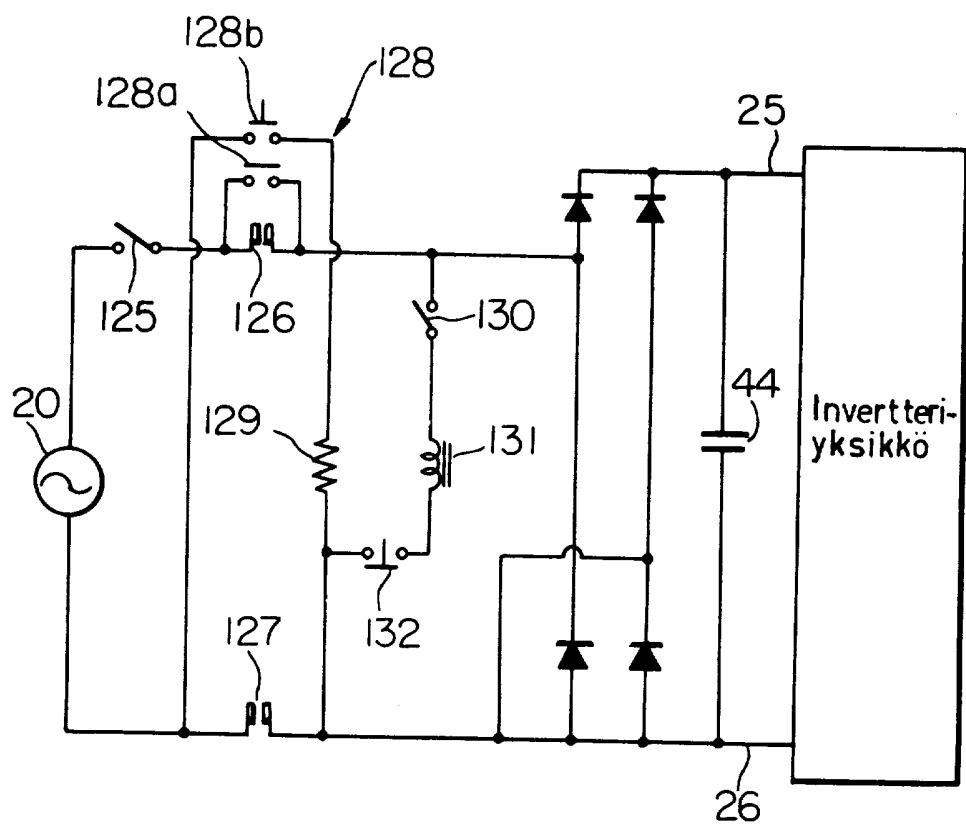
Fig. 12

Fig. 13

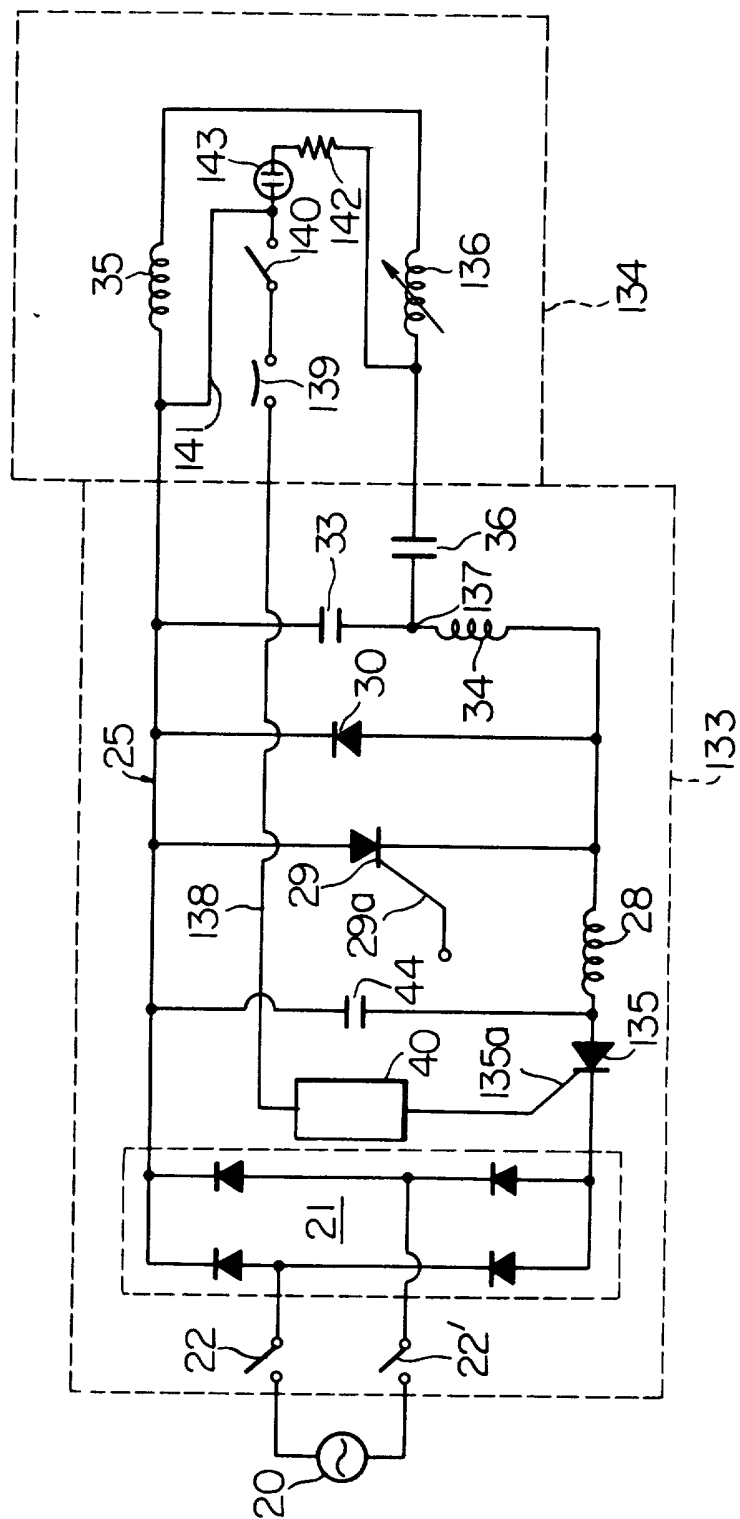
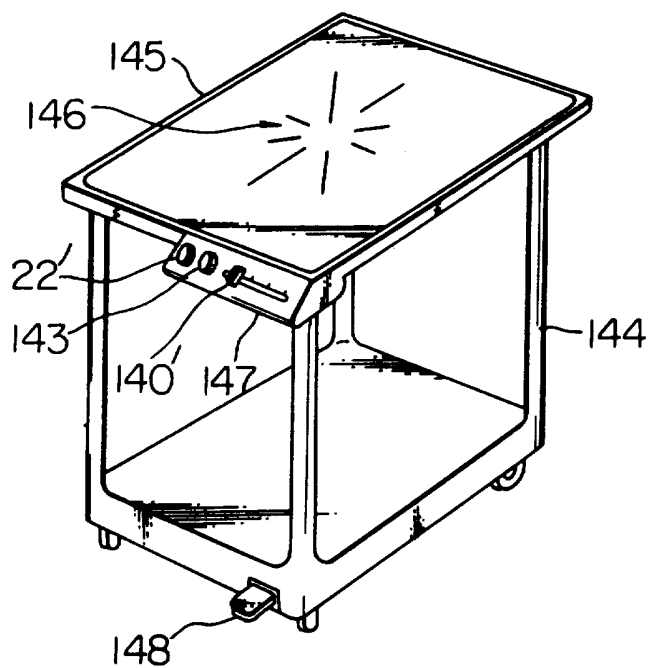


Fig. 14*Fig. 15*