

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG
ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

210 006 B

(21) A bejelentés száma: P 92 00733
(22) A bejelentés napja: 1990. 09. 06.
(30) Elsőbbségi adatok:
2120/89 1989. 09. 11. AT
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/AT 90/00088
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 91/03861

(51) Int. Cl.⁶

H 02 M 1/12

(40) A közzététel napja: 1992. 09. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1995. 01. 30. SZKV 95/01

(72) Feltalálók:

Kufner, Herwig, Bécs (AT)
Prokisch, Günther, Bécs (AT)

(73) Szabadalmas:

ELIN Energieanwendung GmbH., Bécs (AT)

(74) Képviselő:

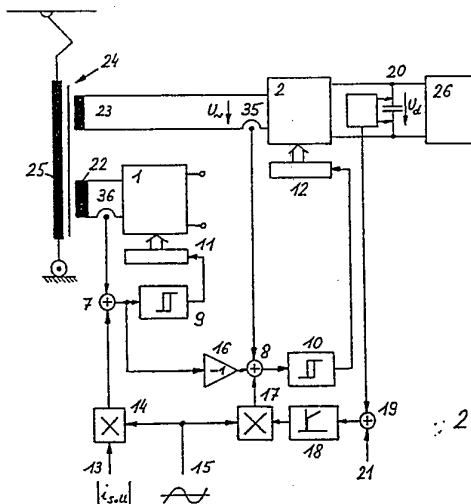
DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,
Budapest

(54) Kapcsolási elrendezés vezérelt áramirányító, előnyösen 4-negyedes áramirányító által a tápláló hálózatra visszaható hatások, illetve zavaráramok kompenzálására

(57) KIVONAT

A találmány tárgya kapcsolási elrendezés vezérelt áramirányító, előnyösen 4-negyedes áramirányító által a tápláló hálózatra visszaható hatások, illetve zavaráramok kompenzálására, ahol a bemeneti oldal felől az áramirányítóval (1) párhuzamosan vezérelt és visszatáplálásra képes kiegészítő áramirányító (2) van kapcsolva és mindkét áramirányító (1, 2) bemenetén

egy-egy árammérő eszköz (35, 36) van elrendezve, amelyek közül legalább az egyik áramszabályozóval (9, 10) van összekötve, a kiegészítő áramirányítóra (2) pedig az egyenfeszültségű oldalon párhuzamos kondenzátor (20) van csatlakoztatva, ahol a találmány szerint a kiegészítő áramirányító (2) az áramirányító (1) félvezető elemeire jellemző kapcsolási frekvenciá-



nak legalább ötszörös kapcsolási frekvenciájú félvezető elemekkel van kialakítva, az egyes árammérő eszközök (35, 36) egy-egy összegzővel (7, 8) vannak összekötve, amely összegzők (7, 8) egy-egy áramszabályozóra (9, 10) vannak csatlakoztatva, amelyeknek kimenete az áramirányítók (1, 2) félvezető elemeit vezérlő egy-egy vezérlőegységgel (11, 12), előnyösen gyűjtásszögvezérlő egységgel van összekötve, ahol továbbá az áramirányítóhoz (1) társított összegzőre (7) – áramalapértéket (13) az áramirányítókra (1, 2) kapcsolt váltakozófeszültséggel szinkronizált referencia szinuszzel (15) összekapcsoló – szorzóegység (14) kimenete van csatlakoztatva, az áramirányítóhoz (1) társított áramszabályozónak (9) az alapérték és tényleges érték

különbségre jellemző különbségi jelet fogadó bemenete invertáló elemmel (16) van összekötve, amelynek kimenete a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított összegzőre (8) van csatlakoztatva, a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított összegző (8) továbbá feszültségszabályozó (18) kimenetére kapcsolt, a referencia szinuszelet (15) a feszültségszabályozó (18) kimeneti jelével összekapcsoló szorzóegység (17) kimenetével van összekötve, a feszültségszabályozó (18) bemenete pedig a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított párhuzamos kondenzátoron (20) eső feszültség, valamint ezen feszültség alapértéke (21) közötti különbséget képező összegző (19) kimenetével van összekapcsolva.

A találmány tárgya kapcsolási elrendezés vezérelt áramirányító, előnyösen 4-negyedes áramirányító által a tápláló hálózatra visszaható hatások, illetve zavaráramok kompenzálására, ahol a bemeneti oldal felől az áramirányítóval párhuzamosan vezérelt és visszatáplálásra képes kiegészítő áramirányító van kapcsolva, és mindkét áramirányító bemenetén egy-egy árammérő eszköz van elrendezve, amelyek közül legalább az egyik áramszabályozóval van összekötve, a kiegészítő áramirányítóra pedig az egyenfeszültségű oldalon párhuzamos kondenzátor van csatlakoztatva.

Az áramirányítók üzemelése a tápláló hálózatot általában nem kívánt fáziseltolás és torzítás okozta meddő teljesítménnyel terheli. Eltekintve az összes áramköri elem – egészen a generátorig terjedően – járulékos áramterhelésétől más, ugyanazon hálózatra kapcsolt fogyasztók is, különösen az áram felharmonikusai által, illetve az általuk előidézett feszültségtorzítások miatt, nem kívánt módon befolyásolhatók. Ilyen eset például vasúti hálózatoknál a jelzőberendezéseknek a sínvisszavezetési áram nagyobb frekvenciájú összetevői által történő zavarása. A hosszabb útszakaszon keresztül az erősáramú vezetékekkel párhuzamosan vezetett távközlési vezetékeknek is az erősáramú vezetékekben jelenlévő magasabbrendű felharmonikusok a vezetékek elkerülhetetlen csatlakozása miatt a távközlési átvitelt zavaróan befolyásolják. Az erősáramú vezetéken keresztül táplált áramirányító üzemelése során a kommutációs folyamatok következtében nagy felharmonikus tartalmú rezgések lépnek fel. Az áramirányítókon keresztül táplált vasúti járműmotorok üzemelése során a vasúti hálózatra visszaható zavaró hatások jelentősek.

Általánosan ismert, hogy egyrészt „hálózatbarát” áramirányító kapcsolásokat alkalmaznak és másrészt az ennek ellenére elkerülhetetlen zavaráramokat kezelésük helyszínén szívóáramkörökkel rövidre zárják. Ezen intézkedések viszont nem mindig kielégítőek, illetve nem mindig alkalmazhatók.

Az AT PS 373 448 lajstromszámú szabadalmi leírás

áramirányítóknál fellépő zavaráramok csökkentésére szívóáramkörrel ellátott kapcsolási elrendezést ismert. Ezen kapcsolási elrendezés áramirányítót tápláló, váltakozó feszültségre kapcsolt, soros RLC-kapcsolás fojtójával és ellenállásával párhuzamosan egy további soros fojtó-ellenállás kapcsolással van ellátva. Az így kialakított, viszonylag nagy veszteséggel jellemezhető szívóáramkörben alkalmazott soros RL-kapcsolás úgy van kialakítva, hogy a távközlési berendezést zavaró felharmonikusokat kiszűri.

Az AT PS 371 955 lajstromszámú szabadalmi leírás impulzus áramirányítóhoz való hálózati szűrőelrendezést ismert, amely az áramirányító és egy elékapcsolt transzformátor között induktivitással és párhuzamos kondenzátorral van ellátva. Az LC-szűrő rezonancia frekvenciája a váltakozóáramú alapfrekvencia és az áramirányító impulzus frekvenciája között van megválasztva.

A DE OS 3 832 922 lajstromszámú közrebocsátási irat olyan energiaátalakító (például áramirányító, egyenirányító vagy frekvencia átalakító) kapcsolási elrendezést ismert, amelynél a nem kívánt felharmonikusokat kiszűrik. A kapcsolási elrendezés első energiaátalakítóval, az energiaátalakító kimeneti jelét érzékelő egységgel, a kiszűrendő magasabbrendű felharmonikus összetevők kiválasztására szolgáló, szűrővel ellátott egységgel, valamint a kiválasztott felharmonikus összetevő eliminálására szolgáló második energiaátalakítóval van ellátva. A kapcsolási elrendezés bonyolult felépítésű, a felharmonikusok kiszűrésére szűrőt alkalmaz, amelynek segítségével a felharmonikusoknak csupán előre meghatározott részét szűri ki. A nagyszámú áramköri elem alkalmazása a berendezés megbízhatóságát, zavarérzékenységét hátrányosan befolyásolja.

A Peng, F. Z., Akagi, H., Nabae, A., A study of active power filters using quad-series voltage-source PWM converters for harmonic compensation (PESC' 87 record, 1987., Blacksburg, 204–212. old.) című cikk ak-

tív szűrővel foglalkozik, a hálózati felharmonikus áramok törlésére bonyolult számítási megoldásokat javasol, az aktív szűrő (active power filter) vezérlése meglehetősen nagy ráfordítást, bonyolult kapcsolási elrendezést igényel, így tehát az eszerint felépített kapcsolási elrendezésre viszonylag nagy zavarérzékenység jellemző.

A találmány feladata abban van, hogy a váltakozó áramú tápláló hálózat felharmonikustartalmú terhelését és az ezzel összefüggő rezonancia jelenségeket erősen lecsökkentsék, illetve teljes mértékben kiküszöböljék és ennek megvalósítására megbízható működésű, egyszerű felépítésű kapcsolási elrendezést hozunk létre, amely a vezérelt áramirányító által a tápláló hálózaton előidézett zavaráramok kompenzálására alkalmas.

A feladat megoldására vezérelt áramirányító, előnyösen 4-negyedes áramirányító által a tápláló hálózatra visszaható hatások, illetve zavaráramok kompenzálására olyan kapcsolási elrendezést hoztunk létre, amelynél a bemeneti oldal felől az áramirányítóval párhuzamosan vezérelt és visszatáplálásra képes kiegészítő áramirányító van kapcsolva, és mindkét áramirányító bemenetén egy-egy árammérő eszköz van elrendezve, amelyek közül legalább az egyik áramszabályozóval van összekötve, a kiegészítő áramirányítóra pedig az egyenfeszültségű oldalon párhuzamos kondenzátor van csatlakoztatva, ahol a találmány szerint a kiegészítő áramirányító az áramirányító félvezető elemeire jellemző kapcsolási frekvenciának legalább öt-szörös kapcsolási frekvenciájú félvezető elemekkel van kialakítva, az egyes árammérő eszközök egy-egy összegzővel vannak összekötve, amely összegzők egy-egy áramszabályozóra vannak csatlakoztatva, amelyeknek kimenete az áramirányítók félvezető elemeit vezérlő egy-egy vezérlőegységgel, előnyösen gyűjtásszögvezérlő egységgel van összekötve, ahol továbbá az áramirányítóhoz társított összegzőre – áramalapértéket az áramirányítókra kapcsolt váltakozófeszültséggel szinkronizált referencia szinuszzel összekapcsoló – szorozóegység kimenete van csatlakoztatva, az áramirányítóhoz társított áramszabályozónak az alapérték és tényleges érték különbségre jellemző különbségi jelet fogadó bemenete invertáló elemmel van összekötve, amelynek kimenete a kiegészítő áramirányítóhoz társított összegzőre van csatlakoztatva, a kiegészítő áramirányítóhoz társított összegző továbbá feszültség szabályozó kimenetére kapcsolt, a referencia szinuszelet a feszültség szabályozó kimenetével van összekötve, a feszültség szabályozó bemenete pedig a kiegészítő áramirányítóhoz társított párhuzamos kondenzátoron eső feszültség, valamint ezen feszültség alapértéke közötti különbséget képező összegző kimenetével van összekapcsolva.

A találmány szerinti kapcsolási elrendezés az előre meghatározott frekvenciákra beállított szívkörökkel szemben a zavaráramok nemcsak meghatározott frekvenciájú összetevőit képes törölni, hanem a kiegészítő áramirányító maximális kapcsolási frekvenciája által meghatározott határokon belül tetszőleges zavarára-

mok kompenzálására alkalmas. Ezenkívül a találmány révén lehetővé válik, hogy járulékos meddő (watt nélküli) áramfelvétel, illetve -leadás révén a teljes berendezés hálózati tulajdonságait alapvetően javítsuk, például a szinuszalakhoz való közelítést, valamint fázistolást biztosítsunk.

Célszerű, ha a két áramirányító bemenete transzformátor egy-egy szekunder tekercsére van csatlakoztatva, amely transzformátor primer tekercse például vasúti hálózat felső vezetékének feszültségére van csatlakoztatva.

Az áramszabályozóhoz társított feszültség szabályozó révén a kiegészítő áramirányító kimenete, illetve a kiegészítő áramirányító után kapcsolt váltóirányító esetén a közbenső áramkör a hálózathoz származó hatásos teljesítménnyel tetszőlegesen terhelhető. Energia-áramlás a kiegészítő áramirányítóban mindkét irányban lehetséges.

A találmány szerinti kapcsolási elrendezés vasúti hajtásként való alkalmazása esetén az áramirányító-transzformátor jelentős helymegtakarítást tesz lehetővé. Ez az itt rendelkezésre álló, meglehetősen kis hely miatt különösen fontos.

Előnyös, ha a kiegészítő áramirányító után vagy egyenáramú fogyasztó vagy váltóirányító van kapcsolva, amely után fogyasztó van kapcsolva. A kiegészítő áramirányítón keresztül egyidejűleg járulékos berendezések tápellátása is megvalósítható és így további járulékos áramirányítókra nincs szükség. Ez különösen akkor előnyös, ha a találmány szerinti kapcsolási elrendezést vasúti hajtáshoz alkalmazzuk.

A találmány szerinti kapcsolási elrendezést előnyös kiviteli példa kapcsán a mellékelt rajzra való hivatkozással az alábbiakban részletesebben is ismertetjük, ahol a rajzon az

1. ábra a találmány szerinti kapcsolási elrendezés teljesítményrészének alapfelépítését, a
2. ábra a találmány szerinti kapcsolási elrendezést mutatja vasúti hajtásként való alkalmazása esetén vezérlő és szabályozó résszel együtt.

Az 1. ábrán bemutatott egyfázisú kapcsolási elrendezés esetén 1 áramirányító, például 4-negyedes 1 áramirányító, váltakozóáramú 27 hálózatra van kapcsolva. Ezzel párhuzamosan kiegészítő 2 áramirányító van elrendezve, amelyet kompenzációs áramirányító is nevezhetünk. A kiegészítő 2 áramirányító gyorsan kapcsoló (gyorsműködésű), hídkapcsolásban elrendezett négy 3, 4, 5, 6 tranzisztorral van ellátva, ahol minden egyes 3, 4, 5, 6 tranzisztorhoz antiparallel 28, 29, 30, 31 dióda van társítva. A kiegészítő 2 áramirányító egyenfeszültségű oldalára egyrészt tároló 20 kondenzátor és másrészt vagy egyenáramú fogyasztó vagy 26 váltóirányító van csatlakoztatva. Az 1. ábrán kettős nyílal jelöltük az egyes áramokat, amelyek közül az egyik az 1 áramirányító 32 hasznos árama, a második az 1 áramirányító által előidézett 33 zavaráram és a harmadik a 34 fogyasztói hasznos áram.

A fentiekben ismertetett kapcsolási elrendezés esetén a kiegészítő 2 áramirányítót oly módon üzemeltetjük, hogy a kiegészítő 2 áramirányító árama, illetve

kompenzációs árama előnyösen meghatározott sáv szélességben történő szabályozás szerint egy áramalapértéket követ, amely a 27 hálózatra a kívánt hatást fejt ki, és pedig a 33 zavaráramokat megszünteti. Ennek során a tároló 20 kondenzátor és az 1 áramirányító, illetve a 27 hálózat között meddő teljesítménycsere jön létre. Az alapáram kiszámítása során egyben a hasznos teljesítményhányadot is figyelembe vehetjük és a tároló 20 kondenzátorra egyenáramú fogyasztó vagy generátor csatlakoztatható.

A 2. ábrán bemutatott, szintén egyfázisú kapcsolási elrendezés esetén 24 transzformátor 25 primer tekercse vasúti hálózat felső vezetőkes feszültségére van csatlakoztatva, amely néhány kV-ot tesz ki. A 24 transzformátor két 22, 23 szekunder tekercssel van ellátva, amelyekre egy-egy 1, 2 áramirányító van csatlakoztatva. Az 1 áramirányító a főáramirányító, amelyen keresztül a vasúti motorok tápellátása megvalósul, míg a 2 áramirányító kiegészítő áramirányító, illetve kompenzációs áramirányító, amely gyors működésű félvezető elemekből van felépítve, amelyeknek kapcsolási sebessége hozzávetőlegesen öt-tízszerese az 1 áramirányítóhoz tartozó félvezető elemek kapcsolási sebességének. A 24 transzformátor két 22, 23 szekunder tekercse természetesen az 1, 2 áramirányító feszültség-szintjéhez van illesztve. Mivel mindkét 1, 2 áramirányító 4-negyedes irányító és feltranszformáló üzemben működik, fontos peremfeltétel, hogy az összes előforduló hálózati feszültség amplitúdó esetén $U_d > \hat{U}_-$, ahol U_d a közbenső áramkörü feszültség, $\hat{U}_-$ pedig a bemeneti váltakozó feszültség csúcserőrtéke.

Mindkét 1, 2 áramirányító a váltakozó feszültségű oldalon elrendezett, tényleges áramérték érzékelésére való 35, 36 árammérő eszközzel van ellátva. Az érzékelt tényleges értékeket 7, 8 összegzőbe vezetjük, ahol a 7 összegzőbe ezenkívül 14 szorozógységben 15 referencia szinuszzel összekapcsolt 13 áramalapérték kerül. Ezen két jel különbségére jellemző különbségi jel egyrészt 9 áramszabályozóba és másrészt 16 invertáló elemen keresztül alapértékként a 8 összegzőbe jut. A 8 összegzőbe kerül továbbá 17 szorozógység kimeneti jele, amely 17 szorozógység a 15 referencia szinuszelet a kiegészítő 2 áramirányító számára közbenső áramkörü 18 feszültség-szabályozóként működő PI-szabályozó kimeneti jelével összekapcsolja. A 18 feszültség-szabályozó bemenetére közbenső áramkörü feszültség 21 alapértéke és a kiegészítő 2 áramirányító egyenfeszültség oldalán lévő 20 kondenzátoron mért tényleges feszültségérték közötti különbségre jellemző különbségi jel kerül. A kiegészítő 2 áramirányító után például váltakozóáramú mozdonyban lévő segédüzemek tápellátására szolgáló 26 váltóirányító van kapcsolva.

A két 9, 10 áramszabályozó kimenetei a két 1, 2 áramirányító félvezető elemeinek vezérlésére szolgáló egy-egy 11, 12 vezérlőegységgel vannak összekötve.

A fentiekben leírt kapcsolási elrendezés így tehát aktív zavaráramkompenzációt biztosít villamos váltakozóáramú mozdonyoknál és egyben hasznosítja a kiegészítő 2 áramirányítót a segédüzemek tápellátására.

Az alábbiakban részletesebben ismertetjük a 2. ábrán bemutatott kapcsolási elrendezés működését:

Az 1 áramirányító vezérlése oly módon történik, hogy az ábrán nem szereplő és a kapcsolási elrendezéshez hozzárendelt vezérlő elektronikában hálózati 13 áramalapértéket számítunk ki, amelyet előnyösen fáziseltolásmentesen a felső vezetőkes feszültségével szinkronizáljuk. A kétállású szabályozóként kialakított 9 áramszabályozó arról gondoskodik, hogy az áram tényleges értéke az alapértéket tartalmazó sávon belül legyen. A pillanatnyi eltérések képezik a nem kívánt zavaráramokat, amelyek az alapreprezgen felül a felső vezetőkesben, illetve a sínekben áramlanak. Az 1 áramirányító áramszabályozási köréből nyert, alapérték és tényleges érték különbségre jellemző különbségi jelet invertáljuk és alapértékként a kiegészítő 2 áramirányító 10 áramszabályozójába vezetjük és egyben meghatározott sáv szélességben történő áramszabályozással feldolgozzuk. A közbenső áramkörü 18 feszültség-szabályozó kimeneti feszültségét a felső vezetőkes feszültségével szinkronizált, szintén az 1 áramirányító vezérlő elektronikájából származó 15 referencia szinuszzel a 17 szorozógységben összekapcsoljuk, a 17 szorozógység kimeneti jelét pedig a 8 összegzőbe juttatjuk.

Az 1 áramirányító és a kiegészítő 2 áramirányító váltóirányítóként is működhetne. Ebben az esetben a bemeneti feszültség természetesen egyenfeszültség lenne.

A találmány szerinti kapcsolási elrendezés háromfázisú, illetve általánosan többfázisú hálózatokhoz is alkalmazható.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Kapcsolási elrendezés vezérelt áramirányító, előnyösen 4-negyedes áramirányító által a tápláló hálózatra visszaható hatások, illetve zavaráramok kompenzálására, ahol a bemeneti oldal felől az áramirányítóval párhuzamosan vezérelt és visszatáplálásra képes kiegészítő áramirányító van kapcsolva, és mindkét áramirányító bemenetén egy-egy árammérő eszköz van elrendezve, amelyek közül legalább az egyik áramszabályozóval van összekötve, a kiegészítő áramirányítóra pedig az egyenfeszültségű oldalon párhuzamos kondenzátor van csatlakoztatva, *azzal jellemezve*, hogy a kiegészítő áramirányító (2) az áramirányító (1) félvezető elemeire jellemző kapcsolási frekvenciának legalább ötszörös kapcsolási frekvenciájú félvezető elemekkel van kialakítva, az egyes árammérő eszközök (35, 36) egy-egy összegzővel (7, 8) vannak összekötve, amely összegzők (7, 8) egy-egy áramszabályozóra (9, 10) vannak csatlakoztatva, amelyeknek kimenete az áramirányítók (1, 2) félvezető elemeit vezérlő egy-egy vezérlőegységgel (11, 12), előnyösen gyújtásszögvezérlő egységgel van összekötve, ahol továbbá az áramirányítóhoz (1) társított összegzőre (7) – áramalapértéket (13) az áramirányítókra (1, 2) kapcsolt váltakozófeszültséggel szinkronizált referencia szinuszzel (15) összekapcsoló – szorozógység (14) kimenete van csatlakoztatva, az áramirányítóhoz (1) társított áramszabá-

lyozónak (9) az alapérték és tényleges érték különbség-re jellemző különbségi jelet fogadó bemenete invertáló elemmel (16) van összekötve, amelynek kimenete a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított összegzőre (8) van csatlakoztatva, a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított összegző (8) továbbá feszültségszabályozó (18) kimenetére kapcsolt, a referencia szinuszjelet (15) a feszültségszabályozó (18) kimeneti jelével összekapcsoló szorzóegység (17) kimenetével van összekötve, a feszültségszabályozó (18) bemenete pedig a kiegészítő áramirányítóhoz (2) társított párhuzamos kondenzátoron (20) eső feszültség, valamint ezen feszültség alap-

értéke (21) közötti különbséget képező összegző (19) kimenetével van összekapcsolva.

5 2. Az 1. igénypont szerinti kapcsolási elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy a két áramirányító (1, 2) bemenete transzformátor (24) egy-egy szekunder tekercsére (22, 23) van csatlakoztatva, amely transzformátor (24) primer tekercse (25) például vasúti hálózat felső vezetékeinek feszültségére van csatlakoztatva.

10 3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti kapcsolási elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy a kiegészítő áramirányító (2) után vagy egyenáramú fogyasztó vagy váltóirányító (26) van kapcsolva, amely után fogyasztó van kapcsolva.

