



H U 0 0 0 2 2 4 3 0 4 B 1

(19) **HU****MAGYAR KÖZTÁRSASÁG**
Magyar Szabadalmi Hivatal(11) Lajstromszám: **224 304**(13) **B1**

SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: **P 02 03671**(22) A bejelentés napja: **2000. 12. 26.**(40) A közzététel napja: **2003. 02. 28.**(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi Közlöny és Védjegyértesítőben: **2005. 07. 28.**(51) Int. Cl.⁷: **H 04 B 10/10**

(86) A nemzetközi (PCT) bejelentési szám:

PCT/US 00/35198(87) A nemzetközi közzétételi szám: **WO 0152450**

(30) Elsőbbségi adatok:

09/482,782**2000. 01. 13.****US**

(72) Feltalálók:

Willebrand, Heinz, Longmont, Colorado (US);**Achour, Maha, San Diego, Kalifornia (US)**

(73) Jogosult:

Lightpointe Communications, Inc., San Diego, Kalifornia (US)

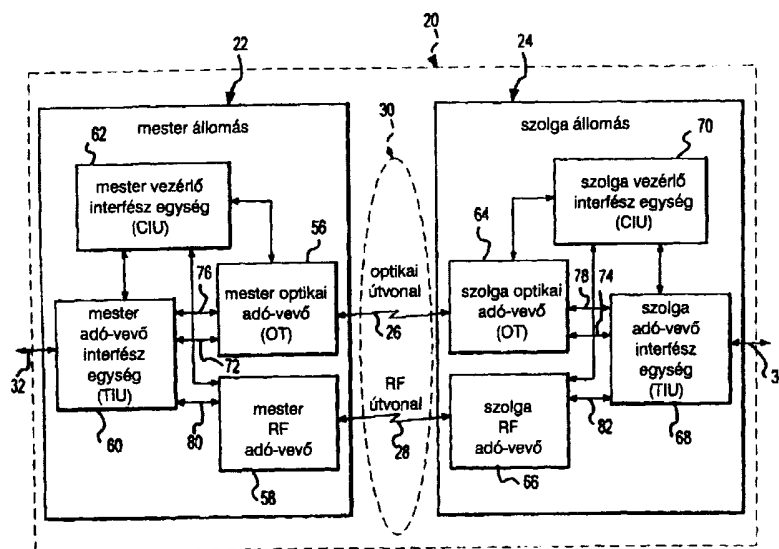
(74) Képviselő:

dr. Köteles Zoltán, S. B. G. & K. Szabadalmi Ügyvivői Iroda, Budapest(54) **Hibrid vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás kommunikációs kapcsolat**

(57) Kivonat

A találmány tárgya földi optikai és rádiófrekvenciás (RF) adatátviteli rendszerek. Közelebbről, a találmány tárgya új és tökéletesebb eljárás és berendezés adatátvitelhez egy olyan kommunikációs kapcsolaton keresztül, amely szabadtéri optikai átviteli úttal és egy párhuzamos vezeték nélküli RF átviteli úttal rendelkezik. Kedvező szabadtéri légköri viszonyok uralkodásakor az adat a nagyobb kapacitású optikai átviteli úton

kerül továbbításra, és amikor a szabadtéri légköri viszonyok olyan mértékben lerontják az optikai átviteli út hatékonyságát, hogy az adatátvitel eredményesebben valósítható meg az RF útvonalon, akkor az adat az RF átviteli úton kerül továbbításra. A vezérlőinformációt és az állapotinformációt mindkét esetben a megbízhatóbb RF útvonalon továbbítják.



3. ábra

HU 224 304 B1

A találmány tárgya földi optikai és rádiófrekvenciás (RF) adatátviteli rendszerek. Közelebbről, a találmány tárgya új és tökéletesebb eljárás és berendezés adatátvitelhez egy olyan kommunikációs kapcsolaton keresztül, amely szabadtéri optikai átviteli úttal és egy párhuzamos vezeték nélküli RF átviteli úttal rendelkezik. Kedvező szabadtéri légköri viszonyok uralkodásakor az adat a nagyobb kapacitású optikai átviteli úton kerül továbbításra, és amikor a szabadtéri légköri viszonyok olyan mértékben lerontják az optikai átviteli út hatékonyságát, hogy az adatátvitel eredményesebben valósítható meg az RF útvonalon, akkor az adat az RF átviteli úton kerül továbbításra. A vezérlőinformációt és az állapotinformációt mindkét esetben a megbízhatóbb RF útvonalon továbbítjuk.

Az átviteltechnikai iparban nemcsak nagy sebességű adatátvitelre van szükség, de az átvitelnek megbízhatónak is kell lennie. A földi adatátviteli kapcsolatok esetében a leginkább vezetékes, rádiófrekvenciás (RF), száloptikai és szabadtéri optikai átviteli útvonalakat alkalmaznak. A felsorolt adatátviteli kapcsolatok a sebesség és megbízhatóság tekintetében különböznek. Jellemzően, az optikai rendszerek nagyobb adatátviteli sebességet, vagy sáv szélességet biztosítanak, míg a vezetékes, az RF és a száloptikás kapcsolatok megbízhatóbbak.

Bár a száloptikai kapcsolatok nagy adatátviteli sebességre képesek és megbízhatóak, de hátrányuk, hogy a kommunikációs pontok között fizikailag ki kell építeni az adatátviteli útvonalat vagy közvetítőközeget, a száloptikai vezetékeket. A vezetékes kapcsolathoz szintén szükség van arra, hogy fizikailag kiépítsük az adatátviteli útvonalként alkalmazott vezetékeket vagy kábeleket. Sok esetben azonban nem praktikus, nem gazdaságos, vagy egyszerűen lehetetlen kábelkapcsolatot létesíteni a kommunikációs pontok között. Ilyenkor vezeték nélküli, RF és/vagy szabadtéri optikai kapcsolatot kell alkalmaznunk.

A szabadtéri optikai kapcsolatoknál egy optikai adó és egy optikai vevő között fény- vagy lézersugarat továbbítanak a légkörön keresztül. A szabadtéri optikai kommunikációs rendszerekhez a kommunikációs pontok között a rálátásnak akadálytalannak kell lennie, mivel a fény- vagy lézersugár egyenes vonalban terjed a kommunikációs pontok között. Az optikai sugár gyakran a füst, a por, a köd, a hó és bármely más, a kommunikációs pontok között a légkörben jelen lévő részecskék miatt. Ezek a részecskék vagy anyagok olyan mértékben törnek meg vagy blokkolják a fénysugarat, hogy annak vétele nem megbízható a vevőpontnál. A légköri viszonyok olykor annyira csökkentik a kommunikációs pontok között terjedő fénysugár minőségét, hogy a szabadtéri optikai adattovábbítás teljesen lehetetlenné válik, vagy az átviteli sebesség egy elfogadhatatlan szint alá esik.

A vezeték nélküli RF kommunikációs kapcsolatok esetében kommunikációs adatot tartalmazó RF jelet közvetítenek a kommunikációs pontok között. Bár az RF sugárzással jellemzően lassabb adatátviteli sebesség valósítható meg, az RF jel továbbítása rendszerint

megbízhatóbb. Az RF jelek sugárzását nem befolyásolják a légköri viszonyok, mint a szabadtéri optikai átvitel esetében. Noha néhány RF rendszerhez, mint például a mikrohullámú rendszerekhez, akadálymentes látóvonalat kell biztosítani az átviteli út vonalában, a levegőben lévő részecskék vagy anyagok lényegében nem okoznak RF-jel-romlást. Ily módon, az RF adatátvitel megbízhatóbban működik olyan esetekben, ahol a szabadtéri optikai átvitelhez nem megfelelőek a feltételek, így, bár valamivel kisebb átviteli sebesség mellett, de biztosabb, pontosabb és hatékonyabb adatátvitel valósítható meg.

A DE 44 33 896 C számú szabadalmi leírás adatátviteli eljárást ismertet, amely során egy kommunikációs rendszer kommunikációs kapcsolatban áll vezeték nélküli kommunikációs terminállal. Kétirányú infravörösátviteli út van ezenkívül biztosítva a kétirányú rádióátviteli úthoz. Az infravörösátvitel minőségét folytonosan ellenőrzi, és az ellenőrzés eredményétől függ, hogy a rádió- vagy az infravörös-összeköttetés van használva, ha az infravörös-összeköttetést használják, akkor legalább a rádióadókat deaktiválják. A rádióadók deaktiválása csökkenti a rádióadásokat a rendszerben, amely a rádiójelekből származó a felhasználókra ható negatív potenciál hatását és az összteljesítmény-fogyasztást csökkenti.

A jelen találmány alapját ezen szempontok képezik.

Találmányunk hibrid vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás (RF) kommunikációs kapcsolat vagy rendszer. A kapcsolat ellentétes végeinél az optikai adó-vevők az elsődleges adatátvitelhez biztosítanak optikai útvonalat, és az RF adó-vevők elsősorban az optikai és RF adó-vevők között, a vezérlő- és állapotinformáció számára biztosítanak átviteli útvonalat. Amikor olyan légköri viszonyok uralkodnak, amelyek az optikai adatátvitelt jelentős mértékben megnehezítik vagy lehetetlenné teszik, akkor az adatátvitelt automatikusan az RF útvonalra irányítjuk. Bár a teljes adatátviteli sebesség esetleg csökken, amikor az adatot az RF útvonalon keresztül továbbítjuk, de biztosítjuk a kommunikációs kapcsolat fenntartását minden körülmények között, ahelyett, hogy felfüggesztenénk az adatátvitelt olyankor, amikor a légköri viszonyok kedvezőtlenül hatnak az optikai adatátvitelre.

Az RF adó-vevők közötti RF útvonallal gondoskodunk arról, hogy a vezérlő- és az állapotinformáció megbízható módon kerüljön továbbításra, függetlenül attól, hogy az adatot optikai vagy RF útvonalon továbbítjuk. Ily módon, lehetővé válik, hogy a vezérlő- és állapotinformációt olyankor is továbbítani tudjuk az optikai adó-vevők és az általuk végzett optikai jel továbbításnak tökéletesebb vezérléséhez, amikor az optikai kapcsolat működése nem optimális a szabadterben uralkodó rossz légköri viszonyok miatt.

Ennek megfelelően, egy tökéletesebb adatátviteli eljárást biztosítunk egy olyan kommunikációs kapcsolatban, ahol a kapcsolat két végén lévő két állomás között földi szabadtéri kapcsolat van. Az eljárás során egy szabadtéri optikai útvonalon, optikai jelben továbbítjuk az adatot a két állomás között, és amikor nem optikai

jelben, nem optikai útvonalon visszük át az adatot, akkor a két állomás közötti szabadtéri RF útvonalon, rádiófrekvenciás (RF) jelben továbbítjuk azt. Az optikai kapcsolatot alkalmazzuk az adattovábbításhoz minden esetben, amikor az optikai útvonal használata előnyösebb, és az RF útvonalat alkalmazzuk olyankor, amikor az optikai útvonalban uralkodó légköri viszonyok rontják vagy lehetetlenné teszik az optikai jelek átvitelét. Az optikai útvonal hibáját vagy romlását jelzi, ha a továbbításra került optikai jel vétele gyenge, vagy ha egy olyan optikai jelet veszünk, amely oly mértékben leromlott, hogy nehéz megbízható módon felismerni az optikai jelben lévő információt. A vezérlő- és állapotinformációt az optikai jel gyengülésének vagy romlásának jelzésére az optikai adó-vevők közötti RF útvonalon továbbítjuk. Miközben az RF kapcsolaton keresztül továbbítjuk az adatot, célszerű, ha folyamatosan megkíséreljük a kommunikációs pontok között az optikai jelek átvitelét, hogy eldönthessük, mikor válik újra alkalmassá az optikai útvonal az adatoknak optikai jelekben való megbízható továbbításához. Előnyösen, a két állomás váltakozva hozza létre, és továbbítja a másik állomás számára a vezérlő- és állapotinformációt. A vezérlő- és állapotinformáció olyan információt tartalmaz, amely jelzi, hogy az egyik állomásnak milyen mértékben kell megváltoztatnia az optikai átviteli teljesítményét a másik állomás fogadási teljesítményének megfelelően, így a két állomás teljesítményszintjének ingadozása nélkül, hatékony optikai átvitelt valósíthatunk meg.

Céljaink megvalósításához egy hibrid vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás (RF) kommunikációs kapcsolatot teremtünk első és második állomások közötti adatátvitelhez, ahol az első és a második állomások megfelelő első és második bemeneti/kimeneti (I/O) jel útvonalakon keresztül fogadják és továbbítják az adatot. A hibrid kommunikációs kapcsolat egyrészt szabadtéri optikai kapcsolatból áll, amely az első állomásnál tartalmaz egy első optikai adó-vevőt, és a második állomásnál egy második optikai adó-vevőt az adatot tartalmazó optikai jelnek a két állomás között való továbbításához és fogadásához. A hibrid kommunikációs kapcsolat másrészt az optikai kapcsolattal párhuzamos szabadtéri RF kapcsolatból áll, amely az első állomásnál tartalmaz egy első RF adó-vevőt, és a második állomásnál egy második RF adó-vevőt az optikai és RF adó-vevők működésének vezérléséhez szolgáló vezérlő- és állapotinformációt tartalmazó RF jelnek a két állomás között való továbbításához és fogadásához. A vezérlő- és állapotinformáció vezérli az optikai adó-vevők funkcionalitását, anélkül, hogy csökkenne az optikai adó-vevők kapacitása vagy sávszélessége az optikai jelben lévő adat továbbítását és fogadását illetően. Ezenfelül, amikor a légköri viszonyok miatt nem működik vagy leromlik az optikai útvonal, akkor az adatátvitelt az RF adó-vevőkkel az RF útvonalra irányítjuk. Bár az RF útvonal adatátviteli képessége kevesebb, mint az optikai útvonalé, de az adattovábbítás folytatódhat olyan körülmények között is, amikor egyébként az optikai útvonal megszakadása vagy leromlása miatt akadályoztatva lenne.

A hibrid kommunikációs kapcsolat az optikai és RF útvonalakon továbbítandó adatot egy bemeneti/kimeneti (I/O) jel útvonalról fogadja, és a hibrid kapcsolat az optikai és RF útvonalokról kapott adatot az I/O jel útvonalra továbbítja. A kommunikációs kapcsolat végénél lévő állomásokon egy kapcsoló az adatot az optikai kapcsolat és az I/O útvonal között irányítja aktív üzemmódban, készenléti üzemmódban pedig az RF kapcsolat és az I/O jel útvonal között. A vezérlő- és állapotinformáció részeként egy átviteli állapot jelet generálunk, amely jelzi, hogy az optikai kapcsolattal végzett adatátvitel elég hatékony-e. Az átviteli állapot jelre reagálva a kapcsoló vagy aktív üzemmódra, vagy készenléti üzemmódra kapcsol. Amikor azt érzékeljük, hogy az optikai útvonalon nem érkezik optikai jel, akkor a kapcsoló szintén átvált az aktív üzemmódról a készenléti üzemmódra.

Találmányunkat az előnyös megvalósítások példái-val, a csatolt ábrák alapján ismertetjük részletesen.

Az 1. ábra egy hibrid vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás (RF) kommunikációs kapcsolat blokkvázlata a találmány szerinti megoldásban.

A 2. ábra az 1. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban alkalmazott vezérlő-csomag adatszerkezetét mutatja.

A 3. ábra az 1. ábra szerinti hibrid kommunikációs kapcsolat részletesebb blokkvázlata.

A 4. ábra a 3. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban alkalmazott mester optikai adó-vevő és szolga optikai adó-vevő részletes blokkvázlata.

Az 5. ábra a 3. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban alkalmazott mester adó-vevő interfészegység (TIU) részletes blokkvázlata.

A 6. ábra a 3. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban alkalmazott szolga adó-vevő interfészegység (TIU) részletes blokkvázlata.

A 7. ábra a mester- és szolgálomásokkal végrehajtott teljesítményszabályozás folyamatábrája a 3. ábrán mutatott optikai adó-vevő optikai átviteli teljesítményszintjének szabályozásához és a 2. ábrán mutatott vezérlőcsomagban lévő vezérlő- és állapotinformáció összeállításához.

A 8. ábra a 3. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban, az 5. ábrán mutatott mester adó-vevő interfészegységgel végrehajtott adatátvitelnek az optikai útvonalról az RF útvonalra való kapcsolásának folyamatábrája.

A 9. ábra a 3. ábrán mutatott hibrid kommunikációs kapcsolatban, a 6. ábrán mutatott szolga adó-vevő interfészegységgel végrehajtott adatátvitelnek az optikai útvonalról az RF útvonalra való kapcsolásának folyamatábrája.

Az 1. ábrán egy 20 hibrid vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás (RF) kommunikációs kapcsolatot (to-

vábbiakban hibrid kapcsolat) mutatunk. A 20 hibrid kapcsolat a szabadtéri optikai kommunikációs technológiát (célszerűen másodpercenként több gigabitnyi átviteli sebességet biztosító lézerrendszer) nagy sebességű RF (célszerűen mikrohullámú) technológiával ötvözi, így a 20 hibrid kapcsolat két kommunikációs végpontjánál lévő 22 és 24 állomások között vezeték nélküli földi hibrid lézer/mikrohullámú kommunikációs kapcsolatot alakítunk ki az adatátvitelhez. A 20 hibrid kapcsolatban ennek a két vezeték nélküli (optikai és RF) kommunikációs technológiának az ötvözése növeli a nagy távolságú (például 1–2 mérföldnél nagyobb távolságú) ponttól pontig terjedő vezeték nélküli kommunikáció lehetőségét és megbízhatóságát.

A 20 hibrid kapcsolat célszerűen általában tartalmaz egy 22 mester hibrid kommunikációs állomást (továbbiakban mesterállomás) és egy 24 szolgaállomás kommunikációs állomást (továbbiakban szolgaállomás). A 26 optikai útvonalon egy optikai jelet, például lézersugarat vetítünk, a 28 RF útvonalon pedig egy RF jelet, például egy mikrohullámú jelet sugárzunk. Mind a 26 optikai útvonalon vetített optikai jelet, mind a 28 RF útvonalon sugárzott RF jelet 30 szabadtéri régió-
keresztül továbbítjuk a 22 mesterállomás és a 24 szolgaállomás között. Így megvalósítjuk az optikai és az RF jelben lévő adatok átvitelét a két, 22, 24 állomás között. A 22 mesterállomást és a 24 szolgaállomást megfelelő 32 és 34 bemeneti/kimeneti (I/O) jelútvonalak kötik össze más kommunikációs állomásokkal vagy eszközökkel (az ábrán ezeket nem mutatjuk), így a 20 hibrid kapcsolat csatlakoztatható egy nagyobb kommunikációs hálózathoz vagy rendszerhez. Az optikai és RF jelekben továbbított adatot az egyik, 22 vagy 24 állomáson a 32 és 34 I/O jel útvonalakról kapjuk, és a 20 hibrid kapcsolaton keresztül továbbítva, a másik 22 vagy 24 állomáson a 34 és 32 I/O jel útvonalakon továbbítjuk. A 32 és 34 I/O jel útvonalak lehetnek bármilyen forrás- vagy adatjel-továbbító útvonalak a kommunikációs hálózatban vagy rendszerben. Például az I/O jel útvonal lehet száloptikai vagy vezeték nélküli csatorna, amely összekapcsolja a 22 mesterállomást és a 24 szolgaállomást az azonos helyen lévő más, vezeték nélküli állomásokkal, így a 20 hibrid kapcsolat az ilyen 20 hibrid kapcsolatok sorozatában egy ismétlődő lesz a kommunikációs hálózatban vagy rendszerben. Egy másik változatban, a 32 és 34 I/O jel útvonalak egy földi telepítésű, egymástól távol lévő kommunikációs állomások között létesített száloptikai vagy vezetékes kommunikációs kapcsolat részét képezhetik. A 20 hibrid kapcsolaton keresztül továbbított adat tartalmazhat bármilyen felhasználói adatot vagy információt.

Aktív üzemmódban a 26 optikai útvonal a fő- vagy előnyben részesített kommunikációs útvonal a 22 mesterállomás és a 24 szolgaállomás közötti adattovábbításhoz. A 28 RF útvonal a 22 és 24 állomások működésének vezérléséhez használt vezérlő- és állapotinformáció továbbításának fő vagy előnyben részesített útvonala. Ugyanakkor, készenléti üzemmódban a 28 RF útvonal megbízható útvonalként szolgál a biztonsági adatátvitelhez. A készenléti üzemmódban a 28 RF út-

vonalon visszük az adatokat, mivel a 26 optikai útvonalon az optikai jelátvitel a 22 és 24 állomások között a 30 szabadtéri régióban sikertelenné vagy megbízhatatlanná válik a rossz légköri viszonyok vagy egyéb körülmények miatt, például az eső, a köd, a pára, a hó vagy por fénytörése, vagy a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részét alkotó berendezés esetleges mechanikai vagy működési meghibásodása miatt. A 28 RF útvonal tehát mind aktív, mind készenléti üzemmódban cseréli a vezérlő- és állapotinformációt a 22 mester- és a 24 szolgálállomások között, és ezenfelül, készenléti üzemmódban továbbítja az adatot.

A 22 mesterállomás mind aktív, mind készenléti üzemmódban folyamatosan ellenőrzi a 24 szolgálállomástól a 26 optikai útvonalon keresztül kapott jel optikai teljesítményszintjét, és viszont. A fogadott optikai teljesítményszint információ alapján a 22 és 24 állomások kiszámítják azt a mennyiséget, amellyel a másik 22 vagy 24 állomásnak igazítania kell a továbbított optikai teljesítményszintjét ahhoz, hogy a 26 optikai útvonalon végzett optikai információcsere optimális legyen. Célszerűen, a 22 mester és 24 szolgálállomások azonos optikai teljesítményszinten továbbítják az adatot. A vezérlő- és állapotinformáció részeként, a 22 mester- és a 24 szolgálállomások megosztják az információt a fogadott optikai teljesítményszintre, a továbbított optikai teljesítményszintre és a kiszámított teljesítményigazításra vonatkozóan, azért, hogy megerősítsék a szükséges módosításokat, és hogy azonos szinten tartsák a továbbított optikai teljesítményt. Azt az állapotot, amikor mind a 22 mester, mind a 24 szolgálállomás azonos teljesítmény szinten továbbítja az optikai jeleket, „szimmetriának” nevezzük.

A 22 mester- és a 24 szolgálállomások átvitt teljesítményszintjének szimmetriája lehetővé teszi, hogy a 22 vagy 24 állomások azonnal észleljék, ha a 26 optikai útvonal olyan mértékben leromlik, hogy az már megbízhatatlan vagy nem hatékony. Amikor a 22 vagy 24 állomások valamelyike azt érzékeli, hogy a fogadott optikai teljesítményszint egy minimum küszöbérték alatti, és a saját átvitt optikai teljesítményszintje maximumon van (amely a szimmetria miatt azt jelenti, hogy a másik állomás átvitt optikai teljesítményszintje szintén maximumon van), akkor a 30 földi szabadtéri régióban fokozódtak a kedvezőtlen körülmények. A 26 optikai útvonal már nem tekinthető megbízhatónak vagy hatékonynak az adatátvitelt illetően, már nem képes nagyobb adatátviteli sebességre, mint a 28 RF útvonalon sugárzott RF jelek átviteli sebessége. Ezt az állapotot a 26 optikai útvonal „zavarának” nevezzük. Optikai zavar esetében a 20 hibrid kapcsolat készenléti üzemmódra kapcsol, amelyben az adat a 28 RF útvonalon keresztül kerül továbbításra. A készenléti üzemmód alatt a 26 optikai útvonalon is folyamatosan továbbítjuk az optikai jeleket, és a 22 mester-, valamint a 24 szolgálállomás folyamatosan ellenőrzi a készenléti üzemmódban a 26 optikai útvonalon érkező optikai jelek fogadott optikai teljesítményszintjét, annak ellenére, hogy az adat a 28 RF útvonalon, RF jelekben kerül továbbításra. Azáltal, hogy a készenléti üzemmódban fo-

lyamatosan figyelemmel kísérjük a 26 optikai útvonalban az optikai jeleket, a 30 szabadtéri régióban uralkodó kedvezőtlen hatások megszűnésekor a 20 hibrid kapcsolat vissza tud kapcsolni aktív üzemmódra, így újra lehetővé válik a megbízható optikai adatátvitel a 26 optikai útvonalon. Az optikai zavarra vonatkozó információ, amely a 28 RF útvonalon a vezérlő- és állapotinformációban kerül átvitelre, folyamatosan megosztja a 22 és 24 állomás, így a 22 és 24 állomások úgy tudják elvégezni az átkapcsolást az aktív és a készenléti üzemmód között, hogy nem vesz el adat.

A 22 mester- és 24 szolgálloállomások a vezérlő- és állapotinformációt 36 vezérléscsomag oda-vissza továbbításával osztják meg, amelynek adatszerkezetére a 2. ábrán mutatunk példát. A 36 vezérléscsomag 38 fejléccmezőből és 40 tartalommezőből áll. Az adott 38 fejléccmező az alkalmazott sajátos kommunikációs protokolltól függ. Példánkban a 36 vezérléscsomag a jól ismert Asynchronous Transfer Mode (aszinkron átvitel/ATM) kapcsolási protokollhoz alkalmazott csomag. Így a 38 fejléccmező tartalma az ATM-protokollszabványnak megfelelően van beállítva. A 26 optikai útvonalban és a 28 RF útvonalban az optikai és RF hálózati adatjelek feldolgozása független az adatátvitelhez használt protokolltól. Azonban, a vezérlő- és állapotinformációnak a 36 vezérléscsomagba való tokozása függ a 20 hibrid kapcsolatban alkalmazott kommunikációs protokolltól. Egy másik jól ismert protokoll a szabványos Internet Protocol (IP) kapcsolási protokoll.

Az ATM-protokoll alkalmas minőségi szolgáltatásra és késleltetésoptimalizálásra hang-, adat-, video- és képátviteli rendszerek esetében. Ily módon jelenleg egységesítő technológiának tekintjük. Az ATM-protokoll változtatható méretű, amely lehetővé teszi egy szabványos ötvenhárom bájtos cella LAN-tól LAN-ig (local area network/helyi hálózat) átvitelét WAN-on (wide area network/kiterjedt hálózat) keresztül. Az ATM-protokoll használható nyilvános és magán-WAN-okban is. Az ötvenhárom bájtos cella egy öt-bájtos fejlécből (a 38 fejléccmező) és egy negyvennyolc bájtos hasznos teher-információból (a 40 tartalommező) áll. A 38 fejléccmező általában tartalmazza a rendeltetési helyet, a hasznos teher típusát, az elsőbbséget és tartalmaz egy hibaelenőrző mezőt. A vezérlő- és állapotinformációt egy ATM-csomagba (a 36 vezérléscsomagba) tesszük, ahol a hasznos teher típusa mezőt 001-re vagy más egyéni azonosítóra állítjuk, amely a 36 vezérléscsomagra utal. A negyvennyolc bájtos hasznos terhet (a 40 tartalommezőt) más vezérlő- és állapotinformációknak a 22 mester- és a 24 szolgálloállomások (1. ábra) között való továbbításához használjuk.

Elméletileg a 36 vezérléscsomag a 22 mester- és a 24 szolgálloállomások közötti továbbításának sebessége attól függ, hogy milyen gyorsan változik a 26 optikai útvonal (1. ábra) minősége. De mivel a 36 vezérléscsomag kisméretű (ötvenhárom bájt), annak az átviteléhez csak jelentéktelen mértékben foglalunk sávzsélességet a 28 RF útvonalon. Ily módon a 36 vezérléscsomag állandó sebességgel vagy meghatározott időközönként továbbítható oda-vissza.

A 40 tartalommező célszerűen tartalmaz egy 42 vezérléscsomag-azonosító (ID) mezőt, egy 44 konfliktusfeloldó mezőt, egy 46 optikai zavar mezőt, egy 48 teljesítményszabályozás mezőt, egy 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőt, egy 52 összes fogadott teljesítmény mezőt és egy 54 összes továbbított teljesítmény mezőt. A 42 vezérléscsomag ID mező azonosítja azt az ATM-csomagot, amelybe beillesztettük.

A 44 konfliktusfeloldó mező előnyösen egyetlen bit, amely lehetővé teszi a 22 mester- és a 24 szolgálloállomások számára a konfliktusfeloldást, amikor két 36 vezérléscsomag van jelen. Normális működés közben csak egy 36 vezérléscsomag kerül továbbításra a 22 mester- és a 24 szolgálloállomás között. Inicializáláskor azonban célszerűen mind a 22 mesterállomás, mind a 24 szolgálloállomás létrehoz egy 36 vezérléscsomagot, így a két 36 vezérléscsomag rövid ideig tartó jelenlétét fel kell oldani. Aktív vagy készenléti üzemmódban, normális működés közben, a 22 mester- és a 24 szolgálloállomás egyetlen 36 vezérléscsomagot továbbít oda-vissza a 4.4 konfliktusfeloldó mezőt „operatív” állapotra vagy jelzésre állítva (pl.: a 1). Azonban inicializálás üzemmódban a 22 mester- és a 24 szolgálloállomások mindegyike létrehoz egy 36 vezérléscsomagot, amikor is a 44 konfliktusfeloldó mező „kezdés” állapotra vagy jelzésre van állítva (pl.: a 0), de a 22 mesterállomás ezt követően a 36 vezérléscsomagjában megváltoztatja a 44 konfliktusfeloldó mező beállítását kezdés állapotról operatív állapotra, mielőtt a 36 vezérléscsomagot elirányítaná a 24 szolgálloállomáshoz, ahogy azt a későbbiekben a 3. ábrával kapcsolatban ismertetjük. A 22 mester- és a 24 szolgálloállomás érvényteleníti minden olyan 36 fogadott vezérléscsomagot, amelyben a 44 konfliktusfeloldó mező kezdés állapotra van állítva. Így a 22 mesterállomás érvényteleníti az inicializálás során kapott első 36 vezérléscsomagot. Ugyanakkor, a 24 szolgálloállomás fogadja a 22 mesterállomástól az első 36 vezérléscsomagot, mivel a 22 mesterállomás által elsőként létrehozott 36 vezérléscsomag 44 konfliktusfeloldó mezője operatív állapotra van állítva. Ily módon a továbbiakban csak egyetlen 36 vezérléscsomag kerül oda-vissza továbbításra a 20 hibrid kapcsolatban (1. ábra). A 22 mester- és a 24 szolgálloállomások újragenerálják a 36 vezérléscsomagot abban az esetben, ha nem kapják meg a másik állomástól a 36 vezérléscsomagot egy meghatározott időtartamon belül. Ezt az időtartamot a felhasználó állapíthatja meg.

A 46 optikai zavar mező előnyösen egyetlen bit, amely a 26 optikai útvonal (1. ábra) átviteli állapotát mutatja, azaz jelzi, hogy a 26 optikai útvonal kifogástalanul működik-e vagy zavar van a működésében. Amikor a 22 mester- vagy 24 szolgálloállomás rendelkezésre áll a 36 vezérléscsomag, és nem érzékel megfelelő jelet a 26 optikai útvonalban, és az adattovábbítást maximális optikai teljesítményszinten végzi, akkor a 22 mester vagy 24 szolgálloállomás a 46 optikai zavar mezőt „hibás” állapotra vagy jelzésre állítja. Másrészt, amikor a 22 mester vagy 24 szolgálloállomás rendelkezésre áll a 36 vezérléscsomag, és egy megfelelő jelet érzékel a 26 optikai útvonalban, akkor a 22 mester vagy

24 szolgálomlás a 46 optikai zavar mezőt „rendben” állapotra vagy jelzésre állítja. Amikor aktív üzemmódban a 46 optikai zavar mező hibás állapotra van állítva, akkor a 20 hibrid kapcsolat (1. ábra) az aktív üzemmódról átkapcsol készenléti üzemmódra, amikor is az adat a 28 RF útvonalon (1. ábra) kerül továbbításra. Amikor készenléti üzemmódban az érkező vezércsomag 46 optikai zavar mezője rendben állapotot jelez, akkor a 20 hibrid kapcsolat a készenléti üzemmódról átkapcsol aktív üzemmódra.

A 48 teljesítményszabályozás mező előnyösen két bit, amelyet a 36 vezércsomagot küldő állomás állít be, jelölve, hogy a továbbított optikai teljesítményszintet a fogadóállomásnál vagy nem kell megváltoztatni, vagy csökkenteni kell, vagy növelni kell. Az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mező előnyösen több bitből áll, amellyel a küldő állomás jelzi, hogy a fogadóállomásnak milyen mértékben kell megváltoztatnia a továbbított optikai teljesítményszintjét. Így, amikor a fogadóállomás olyan 36 vezércsomagot kap, ahol a 48 teljesítményszabályozás mező azt jelzi, hogy a teljesítményszintet növelni vagy csökkenteni kell, akkor a fogadóállomás az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mező tartalmának megfelelően aktualizálja a továbbított optikai teljesítmény szintjét.

Az 52 összes fogadott teljesítmény mező előnyösen több bitből áll, amelyek jelzik a 26 optikai útvonalon (1. ábra) kapott jel optikai teljesítményszintjét. A 36 vezércsomag fogadásakor a fogadóállomás célszerűen összehasonlítja az 52 összes fogadott teljesítmény mező tartalmát a helyi továbbított optikai teljesítmény szintjével és/vagy a helyi fogadott optikai teljesítmény szintjével, hogy további bizonyosságot nyerjen arról, hogy milyen mértékben kell módosítania a továbbított optikai teljesítmény szintjét.

Az 54 összes továbbított teljesítmény mező előnyösen több bitből áll, amelyek jelzik azt az optikai teljesítményszintet, amellyel a 36 vezércsomagot küldő állomás továbbítja a 26 optikai útvonalon (1. ábra) a jelet. Az 54 összes továbbított teljesítmény mező ismeretében, a fogadóállomás össze tudja hasonlítani azt az optikai teljesítményszintet, amellyel a jelet továbbítja a 26 optikai útvonalon, azzal az optikai teljesítményszinttel, amellyel a küldő állomás továbbítja a jelet a 26 optikai útvonalon, és össze tudja szinkronizálni a teljesítményszinteket, vagy megszilárdítja a működés szimmetriáját a teljesítményszintet illetően.

A 3. ábrán a 20 hibrid kapcsolatot mutatjuk részletebben. A 22 mesterállomás általában tartalmaz egy 56 mester optikai adó-vevőt (OT), egy 58 mester RF adó-vevőt, egy 60 mester adó-vevő interfészegységet (TIU) és egy 62 mester vezérlő interfészegységet (CIU). Hasonló módon, a 24 szolgálomlás általában tartalmaz egy 64 szolgál OT-t, egy 66 szolgál RF adó-vevőt, egy 68 szolgál TIU-t és egy 70 szolgál CIU-t.

Az 56 mester és a 64 szolgál OT-k a 30 földi szabadtéri régióban kialakított 26 optikai útvonalon vetített vagy irányított optikai sugarak segítségével kommunikálnak egymással. Így az 56 mester OT és a 64 szolgál OT, valamint a 26 optikai útvonal a 20 hibrid kapcsolat

optikai kapcsolati részét alkotja. Hasonlóképpen, az 58 mester RF adó-vevő és a 66 szolgál RF adó-vevő a 30 földi szabadtéri régióban kialakított 28 RF útvonalon sugárzott RF jelek segítségével kommunikálnak egymással. Így az 58 mester és a 66 szolgál adó-vevők a 28 RF útvonallal együtt alkotja általában a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részét. Az RF kapcsolati rész a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részével párhuzamosan kommunikál. Mind az RF, mind az optikai kapcsolati rész csatlakozik a 22 mesterállomás 60 mester TIU-jához és 62 mester CIU-jához, valamint a 24 szolgálomlás 68 szolgál TIU-jához és 70 szolgál CIU-jához.

Az 56 mester és a 64 szolgál OT-k feldolgozzák és felerősítik a 26 optikai útvonalon továbbított és vett optikai sugarakat. Ugyanakkor, az 56 mester és a 64 szolgál OT-k elemzik a másik állomásról érkező 36 vezércsomag 40 tartalommezőinek (2. ábra) vezérlő- és állapotinformációját. A 36 vezércsomag fogadásakor, a működési teljesítmény szimmetriájának megtartása érdekében, az 56 mester OT összehasonlítja az optikai átviteli teljesítményét az 54 összes továbbított teljesítmény mezőben lévő összes továbbított teljesítmény információval, amelyet a 64 szolgál OT helyezett el a 36 vezércsomagban, és viszont. Az 56 mester és a 64 szolgál OT a másik állomás által megállapított, és a 36 vezércsomag 52 összes fogadott teljesítmény mezőjében lévő fogadott optikai teljesítmény információ alapján beállítják azt az optikai teljesítményszintet, amellyel továbbítják az optikai sugarat a 26 optikai útvonalon. A 36 vezércsomagot az 56 mester és a 64 szolgál OT-k folytonosan frissítik. Az 56 mester és a 64 szolgál OT frissíti a 36 vezércsomag 40 tartalommezőit azokkal az új vezérlőadatokkal, amelyeket a fogadott optikai sugár optikai teljesítményszintjének és a továbbított optikai teljesítményszintjük megállapításából nyer, és a frissített 36 vezércsomagot bocsátja a megfelelő 60, 68 mester, illetve szolgál TIU rendelkezésére a másik állomáshoz való elküldésre.

A 60 mester és a 68 szolgál TIU-k az adatot a megfelelő 56 és 64 mester, illetve szolgál OT-ikhez irányítják a megfelelő 72 és 74 optikai adat- I/O buszon keresztül, amikor a 26 optikai útvonalban nem tapasztalható jelromlást okozó légköri körülmény, és kifogástalanul működik, azaz aktív üzemmódban. A 60 és 68 mester, illetve szolgál TIU-k is fogadják a 36 vezércsomagot a megfelelő 56 és 64 mester, illetve szolgál OT-jüktől a 76 és 78 vezérlőbuszokon keresztül, külön-külön. A 60 és 68 mester, illetve szolgál TIU-k a megfelelő 80 és 82 RF adat I/O buszon keresztül egy adatfolyamban irányítják a 36 vezércsomagot a megfelelő 58 és 66 mester, illetve szolgál RF adó-vevőkhöz a fogadóállomáshoz való továbbküldéshez. A 60 és 68 mester, illetve szolgál TIU-k kiemelik a 36 vezércsomagot az 58 és 66 RF adó-vevőktől érkező adatfolyamból.

A 60 mester és a 68 szolgál TIU varratmentesen kapcsol a megfelelő 58, illetve 66 RF adó-vevőre az adattovábbításhoz, amikor a 36 vezércsomagban lévő vezérlő- és állapotinformáció a 26 optikai útvonal zava-

rát jelzi, vagy amikor a 26 optikai útvonalon adathiány tapasztalható. Vagylagosan, a 60 mester és a 68 szolga TIU az adatot irányíthatja a megfelelő 56 mester és a 64 szolga OT-hez vagy a megfelelő 58 mester és 66 szolga RF adó-vevőhöz egyidejűleg, így biztosítva a nagy sebességű adatátvitelt az aktív üzemmódban. Ebben az esetben, amikor a 26 optikai útvonalban zavar keletkezik, a 60 mester és a 68 szolga TIU az adatot a megfelelő 58 mester és 66 szolga RF adó-vevőkön keresztül irányítja, így az adatátvitel készenléti üzemmódban is megvalósítható.

A 36 vezércsomagokat, akár az 56 mester OT-től akár a 64 szolga OT-től erednek, a 60 mester TIU-hoz irányítjuk feldolgozásra. Azokat a 36 vezércsomagokat, amelyeket a 68 szolga TIU fogad a 66 szolga RF adó-vevőn keresztül, a csatlakozó 64 szolga OT-hez irányítjuk, minden további feldolgozás nélkül. Így a 60 mester TIU dolgozza fel a 20 hibrid kapcsolat két végén generált 36 vezércsomagokat. A 60 mester TIU az aktívról készenléti üzemmódban kapcsoláshoz leolvassa a 46 optikai zavarhoz. Ha akár a 22 mester, akár a 24 szolgálomások optikai zavarra figyelmeztet, a 60 mester TIU megkezd az aktívról készenléti üzemmódban való kapcsolás folyamatát. Szintén a 60 mester TIU dolgozza fel a 44 konfliktusfeloldó mező tartalmát ahhoz, hogy egyetlen 36 vezércsomagot tartsunk folytonos használatban.

A 68 szolga TIU érzékeli az aktivitás hiányát a 74 optikai adat- I/O busza vonalán, és arra következtet, hogy a 60 mester TIU már megkezdte az aktívról a készenléti üzemmódba kapcsolást. Ebben az esetben a 68 szolga TIU az adatot a 28 RF útvonalra irányítja.

A 20 hibrid kapcsolat független a 20 hibrid kapcsolatba épített 58 és 66 RF adó-vevők specifikációjától. Így módon, a 20 hibrid kapcsolat elég rugalmas ahhoz, hogy többféle szokványos RF rendszer eszközt fogadjon be. Például katonai felhasználás esetében alkalmazhatunk katonai rádiós rendszert, amely az FCC által kijelölt frekvenciát használja. Ezenfelül, az RF engedéllyel rendelkező rádiószolgáltatások alkalmazhatnak olyan RF adó-vevőket, amelyek az engedélyezett RF hullámhosszon belül működnek.

Amikor az 58 mester RF adó-vevő fogadja az adat- és/vagy 36 vezércsomagot a 60 mester TIU-tól, akkor az 58 mester RF adó-vevő RF jelként sugározza azt. A 66 szolga RF adó-vevő a vételi oldalon érzékeli az RF jelet, és feldolgozza azt, és visszaállítja digitális jellé (azaz, adat- és 36 vezércsomaggá), mielőtt elküldené a 68 szolga TIU-hoz. Hasonló folyamat játszódik le az ellentétes irányban továbbított adat- és vezércsomagok esetében.

Miközben a 26 optikai útvonalon két irányban folynak az adatok, a 28 RF útvonal megbízható útvonalként szolgál a 36 vezércsomagokban elhelyezett vezérlő- és állapotinformációk továbbításához. Zord körülmények között a vezeték nélküli RF kapcsolatok sokkal megbízhatóbbak, mint az optikai kapcsolatok. Következésképpen, célszerű, ha a vezérlő- és állapotinformációt mindig a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részén továbbítjuk, bár a 26 optikai útvonal is alkal-

mazható a vezérlő- és állapotinformációk továbbítására olyankor, amikor jó minőségű optikai jeleket lehet továbbítani a 30 szabadtéri régióban, vagy amikor a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részében hiba keletkezik egy berendezésben vagy a működésben.

A 4. ábrán a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részét mutatjuk részletesebben, amely tartalmazza az 56 mester OT-t és a 64 szolga OT-t. Az 56 mester és a 64 szolga OT-k lehetnek teljesen optikai eszközök vagy tartalmazhatnak szokványos optikai elektronikus átalakítót. Az utóbbit hibajavító kódok, és esetleg tulajdoni fejléc beillesztéséhez alkalmazzuk. Az optikai kapcsolati rész célszerűen adaptív teljesítményszabályozó technikát alkalmaz a 26 optikai útvonalon belüli optimális információcseréhez.

Az 56 mester OT és a 64 szolga OT általában hasonló szerkezetű és működésű. Az 56 mester és a 64 szolga OT külön-külön tartalmaz egy 88, illetve 90 optikai vevőnyílást, egy 92, illetve 94 optikai előerősítőt, egy 96, illetve 98 csatornaértékelő egységet, egy 100 és 102 vezércsomag-generátort, egy 104, illetve 106 továbbított teljesítmény frissítése egységet és egy 108, illetve 110 optikai adót. Az ezekhez az alkotórészekhez vezető vezérvonalak (az ábrán nem mutatjuk) lehetővé teszik, hogy a 62 mester és a 70 szolga CIU-k (3. ábra) megfelelő vezérlőjeleket továbbítsanak az egyes alkotóelemekhez. A 30 földi szabadtéri régióban a 26 optikai útvonalon általában a 108 optikai adótól 112 mestertől szolgáló sugarat továbbítunk, amelyet a 90 optikai vevőnyílás vesz, és a 110 optikai adótól 114 szolgától mesterhez sugarat továbbítunk, amelyet a 88 optikai vevőnyílás vesz.

Mint említettük, az 56 mester OT és a 64 szolga OT általában hasonló, ezért csak az 56 mester OT alkotóelemeit és működését ismertetjük, mivel az érvényes a 64 szolga OT megfelelő alkotóelemei esetében is. A 88 optikai vevőnyílás veszi a 114 szolgától mesterhez sugarat, és a 92 optikai előerősítőhöz továbbítja azt. A 92 optikai előerősítő szükség szerint felerősíti a 114 szolgától mesterhez sugarat a jelerősségtől vagy teljesítménytől függően, hogy az adatot tartalmazó kommunikációs jel jól felismerhető és érzékelhető legyen. A 92 optikai előerősítőt csak helyileg állítjuk be az 56 mester OT-n belül, a vett optikai teljesítmény optikai teljesítményszintjének megfelelően. A felerősített sugarat 116 adatkiviteli útvonalon továbbítjuk a 60 mester TIU-hoz (vagy 116 adatkiviteli útvonalon a 68 szolga TIU-hoz). A 92 optikai előerősítő a 96 csatornaértékelő egységhez van csatlakoztatva a 114 szolgától mesterhez sugár teljesítményszintjét, vagy a felerősített sugár létrehozásához szükséges erősítés mennyiségét jelző jel biztosításához. Ebből az információból a 96 csatornaértékelő egység meghatározza a 114 szolgától mesterhez sugár minőségét, és ezt az információt elküldi a 100 vezércsomag-generátornak és a 104 továbbított teljesítmény frissítése egységnek. A 96 csatornaértékelő egység egy szokványos digitális jelfeldolgozó (DSP) algoritmust hajt végre egy szokványos, felhasználó által programozható kapuelrendezésben (FPGA), vagy egy, az 56 mester OT-t vezérlő

szokványos mikroprocesszorral (az ábrán nem mutatjuk) együtt működően.

A 104 továbbított teljesítmény frissítése egység a 96 csatornaértékelő egységtől veszi a sugárminőségjelet, és a 118 vezérlőadat-bemeneti útvonalról a 36 vezércsomagot (2. ábra). A 96 csatornaértékelő egységtől kapott sugárminőségjel és a 36 vezércsomag 48 teljesítményszabályozás mezőjében, valamint az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőjében lévő információ alapján a 104 továbbított teljesítmény frissítése egység, ha szükséges, meghatározza azt a teljesítménymennyiséget, amellyel a 108 optikai adónak módosítania kell a 120 adatbeviteli útvonalon érkező optikai jelet a kimenő 112 mestertől szolgáló sugár létrehozásához. Ily módon, amikor a 104 továbbított teljesítmény frissítése egység (4. ábra) olyan 36 vezércsomagot vesz, amelynek a 48 teljesítményszabályozás mezője azt jelzi, hogy a továbbított optikai teljesítményszintet növelni vagy csökkenteni kell, és a 96 csatornaértékelő egységtől vett sugárminőségjel hasonló értékelést ad, akkor a 104 továbbított teljesítmény frissítése egység egy jelet továbbít a 108 optikai adónak, amellyel utasítja, hogy a továbbított optikai teljesítményszintet az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mező által jelzett mennyiségnek megfelelően állítsa be. Ha 108 optikai adó esetleg nem teszi lehetővé a folyamatos teljesítményszabályozást, akkor a teljesítményszabályozást elvégezhetjük kis lépésekben. A 104 továbbított teljesítmény frissítése egység egy szokványos digitális jelfeldolgozó (DSP) algoritmust hajt végre egy szokványos, felhasználó által programozható kapuelrendezésben (FPGA), vagy egy, az 56 mester OT-t vezérlő szokványos mikroprocesszorral (az ábrán nem mutatjuk) együttműködően.

A 108 optikai adó veszi a 120 adatbeviteli útvonalon érkező optikai jelet a 60 mester TIU-tól (vagy a 120 adatbeviteli útvonalon a 68 szolgál TIU-tól). A 116 adatbeviteli útvonal és a 120 adatbeviteli útvonal képezi általában a 60 mester TIU-hoz csatlakozó 72 optikai adat- I/O buszt (vagy a 68 szolgál TIU-hoz csatlakozó 74 optikai adat- I/O buszt).

A 100 vezércsomag-generátor fogadja a 96 csatornaértékelő egységtől a sugárminőségjelet, valamint a 104 továbbított teljesítmény frissítése egységtől a teljesítményszabályozási adatot, és létrehozza a 36 vezércsomagot (2. ábra). A létrehozott 36 vezércsomagot a 100 vezércsomag-generátor a 122 vezérlőadat-kiviteli útvonalra továbbítja. A 118 vezérlőadat-bemeneti útvonal és a 122 vezérlőadat-kimeneti útvonal alkotja rendszerint a 76 vezérlőbuszt (vagy a 78 vezérlőbuszt). A 100 vezércsomag-generátor egy szokványos digitális jelfeldolgozó (DSP) algoritmust hajt végre egy szokványos, felhasználó által programozható kapuelrendezésben (FPGA), vagy egy, az 56 mester OT-t vezérlő szokványos mikroprocesszorral (az ábrán nem mutatjuk) együttműködően.

Zord időjárási körülmények között, például akár az 56 mester OT, akár a 64 szolgál OT észlelheti a 26 optikai útvonalon az optikai jel romlását, miközben a legnagyobb optikai átviteli teljesítménnyel továbbítja a jele-

ket. Ebben az esetben, ha az 56 mester OT érzékeli az optikai sugár gyengülését, akkor az 56 mester OT a 36 csomagban a 46 optikai zavar mezőt (2. ábra) „hibás” állapot jelzésre állítja, és a 36 vezércsomagot a 76 vezérlőbuszon keresztül a 60 mester TIU-hoz (3. ábra) irányítja. Más esetben, ha a 64 szolgál OT érzékeli az optikai sugár gyengülését, akkor a 64 szolgál OT állítja a 46 optikai zavar mezőt „hibás” állapot jelzésre, és a 36 vezércsomagot a 68 szolgál TIU-n keresztül (3. ábra) a 66 szolgál RF-adó-vevőhöz és a 60 mester TIU-hoz irányítja. A 60 mester TIU a mester- vagy a szolgálállomástól érkező 36 vezércsomagot feldolgozva, az adatátvitelt a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részére kapcsolja, így módon az optikai kapcsolatot zavarának vagy gyengülésének észlelésekor készenléti üzemmódot hoz létre. A 64 szolgál OT ekkor felfüggeszti a 26 optikai útvonalról érkező adatok fogadását, így a 68 szolgál TIU a 74 optikai adat- I/O buszán aktivitáshiányt észlel, és az adatot a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részéhez továbbítja, így szintén készenléti üzemmódot hoz létre.

Ami a 22 mesterállomáson létrehozott 36 vezércsomagot illeti (3. ábra), az 58 mester RF adó-vevő a 66 szolgál RF adó-vevőhöz küldi azt, amely a 36 vezércsomagot a 68 szolgál TIU-hoz továbbítja. A 68 szolgál TIU, amely már valószínűleg elvégezte a készenléti üzemmódra kapcsolást, a 64 szolgál OT-hez irányítja a 36 vezércsomagot feldolgozásra.

Amikor az adat a 28 RF útvonalon folyik, a 20 hibrid kapcsolat folytatja a vezérlő- és állapotinformáció közvetítését a 36 vezércsomagban a mester és a szolgálállomás között. A 36 vezércsomag folyamatos közvetítése teszi lehetővé, hogy a 20 hibrid kapcsolat visszakapcsoljon az aktív üzemmódra, amikor a 26 optikai útvonalban javulás tapasztalható, megszűnik a zavar. Az 56 mester és a 64 szolgál OT figyel a 26 optikai útvonal teljesítményét, azzal, hogy miközben az adat a 28 RF útvonalon kerül továbbításra, kísérletet tesznek egy olyan szinkronizálóbitfolyam-cserére, amelynek a frekvenciája hasonló az optikai adatátvitel frekvenciájához. A szinkronizáló bitfolyamot az 56 mester és a 64 szolgál OT hozza létre, és nem kerülnek továbbításra a 60 mester és a 68 szolgál TIU-hoz. A szinkronizáló bitfolyamot az inicializálás alatt is használjuk, az 56 mester és a 64 szolgál OT-nek az összehangolásához, mielőtt a kettő közötti adatátvitel elkezdődne.

Célszerű, ha az 56 mester OT és az 58 RF adó-vevő (3. ábra) hasonlóan vagy szimmetrikusan közvetítenek teljesítményt a 64 szolgál OT és a 66 szolgál RF adó-vevőknek, és viszont. Ezenfelül, az aktív és a készenléti üzemmód közötti váltás varratmentesen megy végbe, adatvesztés nélkül.

Normális időjárási és működési viszonyok mellett a 60 mester és a 68 szolgál TIU az adat oda-vissza irányítását az 56 mester és a 64 szolgál OT között végzi külön-külön. Inicializálás alatt azonban, az 56 mester és a 64 szolgál OT a maximális optikai teljesítménnyel továbbítja a szinkronizáló bitfolyamot. Azután, a 22 és 24 állomásnál fogadott optikai teljesítménymennyiségtől függően, az 56 mester és a 64 szolgál OT beállítja

a megfelelő 108, illetve 110 optikai adója esetében (4. ábra) a továbbított teljesítmény szintjét, hogy elkerüljük a megfelelő fogadó 94, 92 optikai előerősítő telítődését. Az 56 mester és a 64 szolga OT ugyanazt az optikai teljesítményszintet alkalmazva működik a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részének szimmetrikus teljesítményvezérlésének köszönhetően, ahogy azt az előzőekben elmondtuk.

A 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részét optimalizálva az inicializáláskor, mind az 56 mester, mind a 64 szolga OT felépíti a vezércsomagot, és elküldi a megfelelő 60 mester, illetve 68 szolga TIU-nak, a megfelelő 76 és 78 vezérlőbuszon keresztül. Amíg a 36 vezércsomag vételére várnak, az 56 mester és a 64 szolga OT a fogadott optikai teljesítményszintet használva figyelemmel kíséri a 26 optikai útvonalat. Az 56 mester és a 64 szolga OT a 36 vezércsomag fogadását, feldolgozását és tartalmának frissítését követően szabályozzák a továbbított teljesítmény szintjét, ahogy azt az előzőekben ismertettük.

A 28 RF útvonal megbízható útvonalat biztosít az 56 mester és a 64 szolga OT szinkronizálásához úgy, hogy amíg az egyik beállítja a teljesítményét, addig a másik vár a sorára. Az 56 mester és a 64 szolga OT csak akkor szabályozza a továbbított teljesítményét, amikor a vezércsomag a birtokában van. Így a vezércsomag szerepe, hogy szinkronizálja a mester- és a szolgálomások között a teljesítményszint-szabályozást, és hogy lehetővé tegye, hogy az 56 mester, illetve a 64 szolga OT a másik vételi szintjének megfelelően szinkronba állítsa a továbbítási teljesítményének szintjét.

Egy, a 108 és 110 optikai adók továbbított optikai teljesítményének frissítésére szolgáló másik eljárásban az 56 mester vagy 64 szolga OT a továbbítási teljesítményét csak a 88 és 90 optikai vevőktől (4. ábra) fogadott optikai teljesítmény alapján frissíti. Azonban, lehet, hogy amíg az 56 mester vagy a 64 szolga OT közül az egyik a fogadott optikai teljesítmény alapján végzi a továbbított teljesítmény szabályozását, addig a másik elmentéses irányú továbbított teljesítményszabályozást végez. Ilyenkor a 20 hibrid kapcsolat oszcillálhat, mivel az 56 mester és a 64 szolga OT oda-vissza folytatja a továbbított energiaszintek szabályozását. Ebben az esetben csökken a 20 hibrid kapcsolat hatékonysága, tehát ez a megoldás nem célszerű.

Az inicializáláskor, ahogy az előzőekben elmondtuk, az 56 mester és a 64 szolga OT létrehoz egy-egy 36 vezércsomagot, és mindegyik OT „kezdés” állapot jelzésre állítja a 44 konfliktusfeloldó mezőt. Mindkét OT a másik állomáshoz küldi a 36 vezércsomagot útvonal-kijelölésre. Működés közben, az inicializálást követő aktív vagy készenléti üzemmódban, az 56 mester és a 64 szolga OT biztosítja, hogy a vezércsomag „operatív” állapot jelzésű 44 konfliktusfeloldó mezővel rendelkezzen. Az 56 mester és a 64 szolga OT érvényteleníti azokat a vezércsomagokat, amelyek 44 konfliktusfeloldó mezője „kezdés” állapotra van állítva, így, az 56 mester OT érvényteleníti a 64 szolga OT-től kapott első 36 vezércsomagot. Ugyanakkor, a

64 szolga OT fogadja és feldolgozza az 56 mester OT-től érkező első 36 vezércsomagot, mivel a 22 mesterállomás a 44 konfliktusfeloldó mezőt „operatív” állapot jelzésre változtatta ebben a csomagban. Továbbá, mind az 56 mester, mind a 64 szolga OT újra generálja a 36 vezércsomagot, ha a másik állomástól nem kapja meg a 36 vezércsomagot egy meghatározott időkereten belül.

A 20 hibrid kapcsolatot az aktív és a készenléti üzemmód közötti kapcsoláshoz vezérelhetjük kívülről alkalmazott vezérlőjelekkel, hasonlóan az előzőekben ismertetett, belülről végzett, az optikai útvonalban terjedő optikai sugár minőségének meghatározásával végzett vezérléshez. A 62 mester és a 70 szolga CIU-k tartalmazhatnak számítógépeket, modemeket vagy más hálózatvezérlő és -figyelő eszközöket, amelyek kívülről adnak vezérlőjeleket az üzemmódok közötti kapcsoláshoz. Így a 20 hibrid kapcsolatot helyi vagy távoli rendszervezérlővel ellenőrizhetjük és vezérelhetjük. Amikor a 20 hibrid kapcsolatot külső vezérlésre tervezzük, akkor a 62 mester és a 70 szolga CIU utasítja a 60 mester és a 68 szolga TIU-t, az 56 mester és a 64 szolga OT-t, valamint az 58 mester és a 66 szolga RF adó-vevőt a 20 hibrid kapcsolat ellenőrzésére és vezérlésére. Továbbá, a 60 mester TIU fenntartja a legfrissebb 36 vezércsomag egy másolatát, amely hozzáférhető a 62 mester CIU által. Így a 62 mester és a 70 szolga CIU külön-külön utasítja a 60 mester és a 68 szolga TIU-t az aktív és a készenléti üzemmód közötti kapcsolásra. A 62 mester és/vagy a 70 szolga CIU utasítást adhat a készenléti vagy aktív üzemmódra váltásra rendszerkarbantartás, készülékfeljavítás vagy más, az optikai útvonal adatátviteli teljesítményével kapcsolatos ok esetében. Amikor a 20 hibrid kapcsolatot belülről vezéreljük, az aktívról a készenléti üzemmódra kapcsolás automatikusan történik, ha az optikai sugár a zord időjárási körülmények vagy az 56 mester, illetve 64 szolga OT meghibásodása miatt gyengül. Az aktív üzemmódra való visszakapcsolás ugyanúgy automatikus, ha a 30 szabadtéri régióban a légköri viszonyok helyreállnak, és az optikai jelek újra megbízhatóan és hatékonyan továbbíthatók a 26 optikai útvonalon. Ily módon a 62 mester és a 70 szolga CIU egy távoli vezérlő interfészegység szerepét tölti be, amely utasításokkal látja el a 60 mester és a 68 szolga TIU-t, az 56 mester és a 64 szolga OT-t, valamint az 58 mester és a 66 szolga RF adó-vevőt. A 62 mester CIU és a 70 szolga CIU alkalmazásával az adatátviteli útvonal mindkét végén független vezérlést valósíthatunk meg, amely a 20 hibrid kapcsolat moduláris kialakítása esetében igen hasznos, és a 22 és 24 állomások egymástól függetlenül működtethetők.

A 20 hibrid kapcsolat kialakítása különböző módon történhet. A 62 mester és a 70 szolga TIU-t használhatjuk távoli vezérlőegység-interfészként az 56 mester és 64 szolga OT kialakításához, karbantartásához és vezérléséhez. A 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részének vagy a 60 mester TIU és/vagy a 68 szolga TIU hiányában a felhasználó állítja be a 108 és 110 optikai adók, valamint a 92 és 94 optikai előerősítők esetében

az optikai erősítő- és előerősítő szinteket, az 56 mester és a 64 szolga OT közötti távolságtól függően.

Egy másik megvalósításban, a 28 RF útvonal a 26 optikai útvonalon továbbított adattól függetlenül továbbítja az adatot. Azaz, a 26 optikai útvonalat és a 28 RF útvonalat egyidejűleg teljes mértékben használjuk az adatátvitelhez. Ebben az esetben, a 20 hibrid kapcsolatot kialakíthatjuk a 60 mester vagy a 68 szolga TIU nélkül. Ilyenkor az 56 mester és a 64 szolga OT az 58 mester és a 66 szolga RF adó-vevőktől függetlenül működik. Ily módon, sem az 56 mester, sem a 64 szolga OT nem generál 36 vezércsomagokat.

Az 5. ábrán a 60 mester TIU-t mutatjuk részletesebben. A 60 mester TIU rendszerint tartalmaz egy 124 kapcsolót, egy 125 multiplexert, egy 126 demultiplexert, egy 127 mikroprocesszort és egy 128 puffert. A 62 mester CIU általában vezérlővonalakkal (az ábrán nem mutatjuk) csatlakozik a 127 mikroprocesszorhoz, így a 62 mester CIU távolról tudja vezérelni a 60 mester TIU-t. A 32 I/O jel útvonal az adat küldéséhez és fogadásához a 128 pufferen keresztül csatlakozik a 124 kapcsolóhoz. Normális aktív üzemmód mellett, a 124 kapcsoló az adatot a 72 optikai adat- I/O buszon keresztül irányítja az 56 mester OT-hez. A 124 kapcsoló a 125 multiplexerhez és a 126 demultiplexerhez van csatlakoztatva. Készenléti üzemmódban a 124 kapcsoló az adatot a 125 multiplexeren és a 129 kimenő RF útvonalon keresztül küldi az 58 mester RF adó-vevőhöz, és az 58 mester adó-vevőtől érkező adatot a 124 kapcsoló a 130 bemenő RF útvonalon és a 126 demultiplexeren keresztül fogadja. A 124 kapcsoló így a 20 hibrid kapcsolat RF kapcsolati részén keresztül irányítja az adatot. A 129 kimenő RF útvonal és a 130 bemenő RF útvonal képezi a 80 RF adat- I/O buszt a 60 mester TIU és az 58 mester RF adó-vevő között.

A 125 multiplexer rendszerint multiplexeli a vezércsomagot és az adatot, és a 126 demultiplexer rendszerint demultiplexeli a vezércsomagot és az adatot, amikor készenléti üzemmódban vagyunk. Aktív üzemmódban azonban általában nincs kiegészítő adat, amelyre vonatkozóan a vezércsomagot multiplexeljük vagy demultiplexeljük, mivel az adatot az 56 mester OT-n keresztül küldjük az aktív üzemmódban. Tehát, a megfelelő 58 mester vagy 66 szolga RF adó-vevőtől a 60 mester vagy a 68 szolga TIU-hoz érkező információ mindig tartalmazza a másik állomás 36 vezércsomagját. Amikor az adatot a 28 RF útvonalon (1. ábra) továbbítjuk, akkor a 60 mester és a 68 szolga TIU kiemeli a 36 vezércsomagot a bejövő RF adatfolyamból, mielőtt az adatot a 32 vagy 34 I/O útvonalra irányítaná. A 60 mester TIU feldolgozza a 36 vezércsomagot, és az 56 mester OT-hez irányítja, míg a 68 szolga TIU a vezércsomagot feldolgozás nélkül, a 64 szolga TIU-hoz irányítja.

A 76 vezérlőbusz a 127 mikroprocesszorhoz, a 125 multiplexerhez és a 126 demultiplexerhez van csatlakoztatva, így a vezércsomag ezek között és az 56 mester OT között közlekedhet. Az 56 mester OT-től fogadott vezércsomagot a 127 mikroprocesszorhoz és a 125 multiplexerhez továbbítjuk. A 125 multiplexer

5 multiplexeli a vezércsomagot a 124 kapcsolótól fogadott adattal együtt, ha szükséges, és a vezércsomagot az 58 mester RF adó-vevőhöz küldi a 24 szolgálomáshoz való továbbításra. A 24 szolgálomástól az 58 mester RF adó-vevőn keresztül fogadott vezércsomagot, ha szükséges, a 126 demultiplexerrel demultiplexeljük az adatra vonatkozóan, és a 76 vezérlőbuszon keresztül a 127 mikroprocesszorhoz és az 56 mester OT-hez továbbítjuk. A 127 mikroprocesszor feldolgozza a vezércsomagot, akár az 56 mester OT-től, akár a 24 szolgálomástól érkezik, annak meghatározásához, hogy a 20 hibrid kapcsolatot aktív vagy készenléti üzemmódra kell-e állítani. A 127 mikroprocesszor a 124 kapcsolóhoz van csatlakoztatva, hogy egy vezérlőjelet küldhessünk a 124 kapcsolónak, amely a 36 vezércsomag tartalmától függően utasítja a 124 kapcsolót az aktív, illetve készenléti üzemmód közötti kapcsolásra.

10 Az előzőekben ismertetett inicializáláskor, az 56 mester OT-től kapott, „kezdés” állapot jelzésre állított 44 konfliktusmezővel rendelkező 36 vezércsomag fogadásakor a 127 mikroprocesszor a 44 konfliktusfeldolgozó mező információját „operatív” állapot jelzésre változtatja. Minden más 36 vezércsomag esetében a 127 mikroprocesszor változatlanul hagyja a 44 konfliktusmezőt.

25 Amikor aktív üzemmódban a 127 mikroprocesszor egy olyan vezércsomagot kap, amelynek a 46 optikai zavar mezője „hibás” állapot jelzésre van állítva, akkor a 127 mikroprocesszor átkapcsolja a kapcsolót aktív üzemmódról készenléti üzemmódra. Amikor készenléti üzemmódban a 127 mikroprocesszor egy olyan vezércsomagot kap, amelynek a 46 optikai zavar mezője „rendben” állapot jelzésre van állítva, akkor a 127 mikroprocesszor a kapcsolót átállítja készenléti üzemmódról aktív üzemmódra. Továbbá, a 22 mesterállomás aktívól készenléti üzemmódra kapcsol akkor is, ha a 46 optikai zavar mező ugyan nem jelez „hibás” állapotot, de a 124 mesterkapcsoló nem észlel jelet a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részében.

Aktív üzemmódban a 124 kapcsolót a 127 mikroprocesszor vezérli az adatoknak a 32 I/O útvonalról és a 128 puffertől a 72 optikai adat- I/O buszhoz való továbbításához.

45 A 6. ábrán a 68 szolga TIU-t mutatjuk részletesebben. A 68 szolga TIU rendszerint tartalmaz egy 131 kapcsolót, egy 132 multiplexert, egy 133 demultiplexert és egy 134 puffert, amelyek az 5. ábrán mutatott 124 kapcsolóhoz, 125 multiplexerhez, 126 demultiplexerhez és 128 pufferhez hasonlóan működnek. A 68 szolga TIU működése hasonló a 60 mester TIU működéséhez (5. ábra), azzal a különbséggel, hogy bár a 68 szolga TIU tartalmazhat egy mikroprocesszort (az ábrán nem mutatjuk), az nem dolgozza fel a 36 vezércsomagot, mint ahogy a 60 mester TIU (5. ábra) teszi. Így annak eldöntését, hogy a 20 hibrid kapcsolatot aktív vagy készenléti üzemmódra kapcsoljuk-e, teljes egészében a 60 mester TIU-ban végezzük. Viszont, a 68 szolga TIU attól függően, hogy az adatot éppen a 74 optikai adat- I/O buszon keresztül kapjuk-e, kapcsol

az üzemmódok között. A 70 szolga CIU-t rendszerint vezérvonalak kapcsolják a 68 szolga TIU alkotóelemeihez, azoknak a távvezérléséhez.

A 131 kapcsoló a 74 optikai adat- I/O buszhoz, a 134 pufferhez, a 132 multiplexerhez és a 133 demultiplexerhez van csatlakoztatva. Aktív üzemmódban a 131 kapcsoló az adatot a 74 optikai adat- I/O buszon és a 64 szolga OT-n keresztül küldi és fogadja. Készenléti üzemmódban a 131 kapcsoló az adatot a 34 I/O útvonalról és a 134 puffertől a 132 multiplexerhez és a 135 kimenő RF útvonalra, a 136 bejövő RF útvonalról és a 133 demultiplexertől pedig a 134 pufferhez és a 34 I/O útvonalra irányítja. A 135 kimenő RF útvonal és a 136 bemenő RF útvonal alkotja általában a 82 RF adat I/O buszt a 68 szolga TIU és a 66 szolga RF adó-vevő (3. ábra) között. A 131 kapcsoló kapcsol aktívról készenléti üzemmódra, amikor azt érzékeljük, hogy nincs adat a 74 optikai adat- I/O buszon, mivel a 74 optikai adat- I/O buszon tapasztalható adathiány azt jelzi, hogy a 60 mester TIU (3. ábra) készenléti üzemmódba helyezte a 20 hibrid kapcsolatot (1. ábra). Ily módon, a 131 kapcsoló és a 68 szolga TIU végzi a jel irányítását ahhoz, hogy az adat a megfelelő optikai vagy RF útvonalon kerüljön továbbításra.

A 78 vezérlőbusz a 132 multiplexerhez és a 133 demultiplexerhez van csatlakoztatva, így a vezércsomag ezek között az alkotóelemek között és a 64 szolga OT között közlekedhet. A 64 szolga OT-től fogadott vezércsomagot a 132 multiplexerhez továbbítjuk. A 132 multiplexer multiplexeli a 36 vezércsomagot a 131 kapcsolótól kapott adattal együtt, ha szükséges, és a vezércsomagot a 66 szolga RF adó-vevőhöz küldi a 22 mesterállomáshoz (1. ábra) való továbbításra. A 22 mesterállomástól, a 66 szolga RF adó-vevőn keresztül fogadott vezércsomagot, ha szükséges, a 133 demultiplexerrel demultiplexeljük az adattól, és a 78 vezérlőbuszon keresztül a 64 szolga OT-hez továbbítjuk. Az előnyös megvalósításban a vezércsomagot nem dolgozzuk fel a 68 szolga TIU-ban, egész egyszerűen továbbítjuk a 82 RF adat- I/O busz és a 78 vezérlőbusz között, mivel az aktív és a készenléti üzemmódra kapcsolás automatikusan történik, amikor a 131 kapcsoló szokványos áramköre a 74 optikai adat- I/O buszon adathiányt észlel.

A 60 mester TIU feldolgozza az 56 mester OT, az 58 mester RF adó-vevő és a 62 mester CIU (3. ábra) között továbbított vezércsomagban lévő vezérlő- és állapotinformációt. A 60 mester TIU tartalmaz egy 128 puffert a 32 I/O jel útvonalról fogadott adat dinamikus tárolásához és sebességének átalakításához, amikor a működési módot a 26 optikai útvonalról a 28 RF útvonalra kapcsoljuk. A 128 puffer addig használjuk adattárolásra, amíg a kommunikációs hálózatnak vagy rendszernek (az ábrán nem mutatjuk) a 32 és 34 I/O útvonalhoz kapcsolódó többi egysége nem kap utasítást az adatátviteli sebességének csökkentésére, hogy az megfeleljen a 28 RF útvonalon történő kisebb adatátviteli sebességnek. A tárolt adatot újra átvihetjük, ha csekély adatvesztéssel tapasztalunk az aktívról készenléti üzemmódba kapcsolás során az adatátviteli

sebesség késleltetése miatt a kommunikációs hálózat vagy rendszer végpontjai között. A 128 puffer méretét úgy választjuk meg, hogy támogassa az összes nagy sebességű interfészprotokollt, és az adatsebességet, amellyel a 128 pufferből kiemeljük a biteket, úgy konfiguráljuk, hogy támogassa ezeket az interfészeket.

A 7. ábrán az 56 mester és a 64 szolga OT 100 és 102 vezércsomag-generátora által végrehajtott általános adaptív teljesítményszabályozás folyamatát mutatjuk a fogadott optikai teljesítményszint megállapításához, a továbbított optikai teljesítményszint beállításához és a 36 vezércsomag összeállításához. Az adaptív teljesítményszabályozás mind aktív, mind készenléti üzemmódban működik. Aktív üzemmódban az adaptív teljesítményszabályozás során a fogadott 36 vezércsomagban lévő információ alapján beállítjuk a továbbított optikai teljesítményszintet és a 26 optikai útvonal teljesítményszintjét. Továbbá, az adaptív teljesítményszabályozás során frissítjük a 36 vezércsomag 40 tartalommezőjét, mielőtt a 36 vezércsomagot elküldenénk a 30 földi szabadtéri régióon keresztül. Készenléti üzemmódban az adaptív teljesítményszabályozás során maximális átviteli teljesítményt tartunk fenn, és nem frissítjük a vezércsomagot, amíg a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati része tökéletesen működik. A készenléti üzemmódban a 46 optikai zavar mező mindig „hibás” állapotot jelez, amíg a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati része nem válik alkalmassá adatátvitelre. Ekkor a 46 optikai zavar mező „rendben” állapot jelzésűre változik, lehetővé téve az aktív üzemmódra való visszaállást.

Az adaptív teljesítményszabályozás folyamata a 142 lépéssel indul. A 144 lépésben megállapítjuk, hogy a 36 vezércsomag megérkezett-e. Ha nem, akkor várunk, amíg a 36 vezércsomag megérkezik. Ha a 144 lépésben azt állapítjuk meg, hogy a vezércsomag megérkezett, akkor a 146 lépésben kiemeljük a különböző tartalommezőket (2. ábra). A 148 lépésben a 44 konfliktusfeloldó mezőt megvizsgálva megállapítjuk, hogy a 36 vezércsomag az inicializálás idején lett-e generálva, amikor is a 44 konfliktusfeloldó mező „kezdés” állapot jelzésre (például 0) van állítva. Ha igen, akkor a vezércsomagot érvénytelenítjük, és a folyamat visszatér a 144 lépéshez, hogy megvárjuk a következő vezércsomag érkezését. Ha azt állapítjuk meg, hogy a vezércsomag nem inicializálás idején lett generálva, akkor a 150 lépésben kikeressük a helyi paramétereket (például a 96 vagy 98 csatornaértékelő egység sugárminőségjelén alapuló helyi összes fogadott teljesítményt és a 104 vagy 106 továbbított teljesítmény frissítése egy-egy beállításán alapuló helyi összes továbbított teljesítményt), amelyeket a vezércsomag frissítéséhez alkalmazunk.

A 152 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 46 optikai zavar mező a 20 hibrid kapcsolat optikai részének megfelelő működését jelzi-e, azaz „rendben” állapotot mutat-e. Ha igen, akkor a 154 lépésben helyileg megvizsgáljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati részében nincs-e zavar, ami előfordulhat, amikor a 20 hibrid kapcsolat optikai kapcsolati része gyorsabban

rosszabbodik, mint amennyi idő alatt a 36 vezércsomag elér az egyik állomástól a másikig. Ha nem, akkor a 20 hibrid kapcsolat aktív üzemmódban üzemel, és a 156 lépésben meghatározzuk, hogy a továbbított optikai teljesítményszintet a 48 teljesítménymezőnek megfelelően növelni vagy csökkenteni kell, vagy nem kell változtatni. Ha nem, akkor a 158 lépésben frissítjük a vezércsomagot. Ha a továbbított optikai teljesítményszintet módosítani kell, akkor a 160 lépésben az 50 teljesítményszabályozás mértéke mezőben jelzett érték alapján módosítjuk a 108 vagy 110 optikai adó továbbított optikai teljesítményszintjét, és a vezércsomag ez után kerül frissítésre a 158 lépésben. A vezércsomag frissítésének elvégzése után, az adaptív teljesítményszabályozás folyamata a 161 lépésben befejeződik.

Amikor a 158 lépésben frissítjük a 36 vezércsomagot, a 44 konfliktusfeloldó mezőt változatlanul hagyjuk. Attól függően, hogy a helyi összes fogadott teljesítmény egy minimumküszöb alatt van-e és a helyi összes továbbított teljesítmény már a maximumra van-e állítva, a 46 optikai zavar mezőt „hibás” állapot jelzésre állítjuk. Más esetben a 46 optikai zavar mezőt „rendben” állapot jelzésre állítjuk. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „változatlan” állapot jelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a minimumküszöb és egy maximumküszöb között van. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „növelés” állapotjelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a minimumküszöb alatt van, és a helyi összes továbbított teljesítmény még nincs maximumra állítva. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „csökkenés” állapot jelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a maximumküszöb fölött van. Ha a 48 teljesítményszabályozás mezőt beállítottuk a „növelés” vagy „csökkenés” állapot jelzésére, akkor beállítjuk az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőt arra a mennyiségre, amellyel a másik, 22 vagy 24 állomás optikai teljesítményszintjét módosítani kell, a helyi összes fogadott teljesítményértéktől és a helyi összes továbbított teljesítményértéktől függően. Az 52 összes fogadott teljesítmény mezőbe és az 54 összes továbbított teljesítmény mezőbe bevisszük a helyi összes fogadott teljesítmény- és a helyi összes továbbított teljesítményértékeket.

Ha a 154 lépésben végzett vizsgálat során azt tapasztaljuk, hogy az optikai kapcsolati rész helyileg hibás, akkor a vezércsomagot a 162 lépésben frissítjük. Amikor a vezércsomagot a 162 lépésben frissítjük, akkor a 44 konfliktusfeloldó mezőt nem változtatjuk meg. A 46 optikai zavar mezőt a „hibás” állapot jelzésére állítjuk. A 48 teljesítményszabályozás mezőt és az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőt célszerűen nullára állítjuk, mivel az optikai zavart csak akkor jelezzük, amikor nem lehet tovább növelni a továbbított optikai teljesítményszintet, és mivel nemkívánatos, hogy a továbbított optikai teljesítményszintet csökkentsük, amikor optikai zavar jelzést kapunk. Az 52 összes fogadott teljesítmény mezőbe és az 54 összes továbbított teljesítmény mezőbe bevisszük a helyi összes fogadott teljesítmény- és a helyi összes továbbított teljesítményértékeket.

Ha a 152 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 46 optikai zavar mező az optikai kapcsolati rész zavarát jelzi, akkor a 127 mikroprocesszor megkezdi az aktív üzemmódról a készenléti üzemmódba kapcsolást, és a 164 lépésben megvizsgáljuk, hogy az optikai kapcsolati rész zavara helyileg is jelezve van-e. Ha igen, akkor az optikai kapcsolati rész még mindig működésképtelen, a hibrid kapcsolat továbbra is készenléti üzemmódban van, és a 166 lépésben ennek megfelelően frissítjük a vezércsomagot. A 44 konfliktusfeloldó mezőt nem változtatjuk. A 46 optikai zavar mezőben megtartjuk a „hibás” állapot jelzést. A 48 teljesítményszabályozás mezőt és az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőt célszerűen nullára állítjuk. Az 52 összes fogadott teljesítmény mezőbe és az 54 összes továbbított teljesítmény mezőbe bevisszük a helyi összes fogadott teljesítmény- és a helyi összes továbbított teljesítményértékeket. A vezércsomagnak a 166 lépésben végzett frissítését követően a folyamat a 161 lépésben befejeződik.

Ha a 164 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a helyi optikai kapcsolati rész megfelelően működik, akkor a 26 optikai útvonal feltételezhetően helyreállt, és a vezércsomagot ennek megfelelően frissítjük a 168 lépésben. Amikor a 168 lépésben frissítjük a vezércsomagot, a 44 konfliktusfeloldó mezőt nem változtatjuk. Attól függően, hogy a helyi összes fogadott teljesítmény egy minimumküszöb alatt van-e, és a helyi összes továbbított teljesítmény már a maximumra van-e állítva, a 46 optikai zavar mezőt „hibás” állapot jelzésre állítjuk. Más esetben a 46 optikai zavar mezőt „rendben” állapot jelzésre állítjuk. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „változatlan” állapot jelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a minimumküszöb és egy maximumküszöb között van. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „növelés” állapot jelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a minimumküszöb alatt van, és a helyi összes továbbított teljesítmény még nincs maximumra állítva. A 48 teljesítményszabályozás mezőt „csökkenés” állapot jelzésre állítjuk, ha a helyi összes fogadott teljesítmény a maximumküszöb fölött van. Ha a 48 teljesítményszabályozás mezőt beállítottuk a „növelés” vagy „csökkenés” állapot jelzésére, akkor beállítjuk az 50 teljesítményszabályozás mennyisége mezőt arra a mennyiségre, amellyel a másik, 22 vagy 24 állomás optikai teljesítményszintjét módosítani kell, a helyi összes fogadott teljesítményértéktől és a helyi összes továbbított teljesítményértéktől függően. Az 52 összes fogadott teljesítmény mezőbe és az 54 összes továbbított teljesítmény mezőbe bevisszük a helyi összes fogadott teljesítmény- és a helyi összes továbbított teljesítményértékeket. A vezércsomagnak a 168 lépésben végzett frissítését követően a folyamat a 161 lépésben befejeződik.

A 8. ábrán a 60 mester TIU-val végrehajtott, a 127 mikroprocesszorral vezérelt aktív és készenléti üzemmódok közötti kapcsolás folyamatát mutatjuk. A folyamat a 170 lépésben kezdődik. A 171 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 44 konfliktusfeloldó mező a 36 vezércsomagban inicializálás jelzésre van-e állítva.

Ha igen, akkor a 172 lépésben a 44 konfliktusfeloldó mező jelzését megváltoztatjuk „operatív” állapot jelzésre. Ez történik a 20 hibrid kapcsolat inicializálásakor generált 36 vezércsomag esetében. A 173 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 46 optikai zavar mező „rendben” állapot jelzésre van-e állítva. Ha igen, akkor a 174 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat jelenleg készenléti üzemmódban üzemel-e. Ha igen, akkor a 176 lépésben utasítást adunk a készenléti üzemmódról aktív üzemmódra kapcsolásra. Ezt követően a folyamat a 178 lépésben véget ér. Ha a 174 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat jelenleg aktív üzemmódban üzemel, akkor nincs szükség az üzemmód átkapcsolására, és a folyamat a 178 lépésben befejeződik.

Ha a 173 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a vezércsomag 46 optikai zavar mezője „hibás” állapot jelzésre van állítva, akkor a 180 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat jelenleg aktív üzemmódban van-e. Ha igen, akkor a 182 lépésben utasítást adunk az aktív üzemmódról készenléti üzemmódra kapcsolásra, és ezt követően a folyamat a 178 lépésben véget ér. Ha a 180 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat jelenleg készenléti üzemmódban üzemel, akkor nincs szükség az üzemmód átkapcsolására, és a folyamat a 178 lépésben befejeződik.

A 9. ábrán az aktív és a készenléti üzemmódok közötti kapcsolás folyamatát mutatjuk, amelyet 68 szolga TIU hajt végre, amikor a 131 kapcsoló automatikusan érzékeli a 74 optikai adat- I/O buszban az adathiányt. A folyamat a 184 lépésben kezdődik. A 186 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 74 optikai adat- I/O buszban van-e adat. Ha igen, akkor a 188 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat éppen készenléti üzemmódban van-e. Ha igen, akkor a 131 kapcsoló a készenléti üzemmódról átkapcsol aktív üzemmódra a 190 lépésben, mivel az optikai adat jelenléte az I/O buszon azt jelzi, hogy az optikai útvonal üzemképes. Ezt követően a folyamat a 192 lépésben véget ér. Ha a 188 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat éppen aktív üzemmódban van, akkor nincs szükség az üzemmód átkapcsolásra, és a folyamat befejeződik a 192 lépésben.

Ha a 186 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 74 optikai adat- I/O buszon nincs adat, akkor a 194 lépésben megvizsgáljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat éppen aktív üzemmódban van-e. Ha igen, akkor a 131 kapcsoló a 196 lépésben átkapcsol aktív üzemmódról készenléti üzemmódra, mert az optikai adat- I/O buszon az optikai adat hiánya azt jelzi, hogy az optikai útvonalon az adatátvitelben zavar van. Ezt követően a folyamat a 192 lépésben befejeződik. Ha a 194 lépésben azt tapasztaljuk, hogy a 20 hibrid kapcsolat éppen készenléti üzemmódban van, akkor nincs szükség az üzemmód átkapcsolására, és a folyamat a 192 lépésben véget ér.

A 20 hibrid kapcsolat előnye, hogy az optikai kapcsolati részben megvalósítható nagy sebességű adatátvitel mellett megbízható útvonalat biztosítunk a vezérlő- és állapotinformáció, valamint a biztonsági adat számára a hibrid kapcsolat RF kapcsolati részén ke-

resztül. A 20 hibrid kapcsolat adatátviteli sebessége vagy sávszélessége csökken, amikor az optikai kapcsolati részből átkapcsolunk az RF kapcsolati részre, és bár kisebb sebességgel, de a teljes adatátvitel folytatható. Az RF kapcsolati rész megbízhatósága és hozzáférhetősége teszi lehetővé, hogy a 22 és 24 állomások között a vezérlő- és állapotinformáció cseréje mindig megbízható módon menjen végbe, így biztosítható a 22 mester- és a 24 szolgálóállomás szinkronizálása és teljesítmény szimmetriája olyankor is, amikor a kedvezőtlen időjárási körülmények nem teszik lehetővé az optikai kapcsolati rész optimális használatát. Ha az optikai kapcsolati részben zavar keletkezik, az optikai kapcsolati részre vonatkozó vezérlő- és állapotinformáció megosztható a 22 mester- és a 24 szolgálóállomás között.

Találmányunkat az előnyös megvalósítás példáival ismertettük, amelyek nem korlátozzák a találmánynak az igénypontokban megfogalmazott oltalmi körét.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Adatátviteli eljárás földi szabadtéri régióban kiterjesztett kommunikációs kapcsolat két végén lévő állomás között, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során a következő lépéseket tesszük:

egy szabadtéri optikai útvonalon egy optikai jelben továbbítjuk az adatot a két állomás között;

az adatot tartalmazó optikai jel továbbításával egyidejűleg, egy szabadtéri rádiófrekvenciás (RF) útvonalon egy RF jelben vezérlő- és állapotinformációt továbbítunk a két állomás között; és

az adatot, a vezérlő- és állapotinformációt a szabadtéri RF útvonalon egy RF jelben továbbítjuk a két állomás között, amikor az adatot nem az optikai útvonalon továbbítjuk.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során a vezérlő- és állapotinformációt tartalmazó RF jelet folyamatosan továbbítjuk az állomások között.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során a vezérlő- és állapotinformáció alapján kiválasztjuk vagy az optikai útvonalat vagy az RF útvonalat az adatátvitelhez; és

az adatátvitelt a kiválasztott útvonalon végezzük.

4. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során érzékeljük az optikai útvonalról érkező optikai jel egy jellemzőjét;

az optikai jel érzékelt jellemzője alapján kiválasztjuk vagy az optikai útvonalat, vagy az RF útvonalat az adatátvitelhez; és

az adatátvitelt a kiválasztott útvonalon végezzük.

5. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai útvonalon továbbított optikai jel vételi hibáját érzékeljük jellemzőként az útvonal kiválasztásához; és

az optikai jel vételi hibájának érzékelésekor az adatot az RF útvonalon továbbítjuk.

6. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai útvonalon továbbított optikai jel teljesítményszintjét érzékeljük jellemzőként az útvonal kiválasztásához; és

az adatot az RF útvonalon továbbítjuk, amikor az optikai útvonalon továbbított optikai jel teljesítményszintje egy meghatározott küszöbérték alá esik.

7. A 6. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a teljesítményszint-érzékelés során az optikai útvonalon továbbított optikai jel fogadott teljesítményszintjét és továbbított teljesítmény szintjét érzékeljük kombinált jellemzőként az útvonal kiválasztásához; és

az adatot az RF útvonalon továbbítjuk, amikor az optikai jel fogadott teljesítményszintje a meghatározott küszöbérték alá esik, és az optikai jel továbbított teljesítményszintje egy maximum-küszöbérték körül van.

8. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai útvonalon továbbított jel átvivőképességét érzékeljük jellemzőként az útvonal kiválasztásához; és

az adatot az RF útvonalon továbbítjuk, amikor az optikai útvonalon továbbított optikai jel átvivőképessége az RF útvonalon továbbított RF jel átvivőképessége alatt van.

9. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai útvonalon egy szinkronizáló optikai jelet továbbítunk, miközben az adatot az RF útvonalon közvetítjük.

10. A 9. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a fogadott szinkronizálójel egy jellemzőjének információját felvesszük a vezérlő- és állapotinformációba; és

a vezérlő- és állapotinformációba foglalt szinkronizálójel-jellemző alapján átkapcsoljuk az adatátvitelt az RF útvonalról az optikai útvonalra.

11. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során felvesszük az érzékelt jellemző információját a vezérlő- és állapotinformációba; és

a vezérlő- és állapotinformációba foglalt érzékelt jellemző információ alapján az adatátvitelt az egyik útvonalról átkapcsoljuk a másik útvonalra.

12. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során szabályozzuk az optikai teljesítményszintet, amellyel a két állomás továbbítja az optikai útvonalon az optikai jelet, hogy a fogadott optikai teljesítményszintet egy vevő műveleti ablakon belül egy meghatározott maximumszint és egy meghatározott minimumszint között tartjuk.

13. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai teljesítményszintet, amellyel a két állomás továbbítja az optikai útvonalon az optikai jelet, megközelítőleg azonos szintre állítjuk.

14. A 13. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során a két állomás között közvetített vezérlő- és állapotinformációban optikai teljesítményszint szinkronizáló információt továbbítunk, és

az optikai teljesítményszint szinkronizáló információ alapján a két állomástól továbbított optikai jel optikai teljesítményszintjét azonosra állítjuk.

15. A 14. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az egyik, az optikai jelet a másik állomáshoz továbbító állomáson hozzuk létre; és a vezérlő- és állapotinformációba módosítóinformációt veszünk fel, amely jelzi, hogy a másik állomásnak milyen mértékben kell módosítania azt az optikai teljesítményszintet, amellyel az optikai jelet az egyik állomáshoz továbbítja.

16. A 15. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során a vezérlő- és állapotinformációba foglalt módosítóinformációnak megfelelően módosítjuk a másik állomáson az optikai jel továbbításához alkalmazott optikai teljesítményszintet.

17. A 15. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az optikai teljesítményszintet, amellyel az egyik állomás továbbítja az optikai jelet, az egyik állomáson generált módosítóinformációban jelzett mértéknek megfelelően módosítjuk.

18. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az eljárás során az állomásokhoz szolgáltatott külső vezérlőtényező alapján választjuk ki az adatátvitelhez az optikai útvonalat vagy az RF útvonalat; és az adatot a kiválasztott útvonalon továbbítjuk.

19. Hibrid, vezeték nélküli optikai és rádiófrekvenciás (RF) kommunikációs kapcsolat egy első és egy második állomás közötti adatátvitelhez, az első és a második állomás az adatot megfelelő első és második bemeneti/kimeneti (I/O) jel útvonalakon fogadja és továbbítja, a kommunikációs kapcsolat tartalmaz:

egy szabadtéri optikai kapcsolati részt, amely tartalmaz egy első optikai adó-vevőt az első állomáson és egy második optikai adó-vevőt a második állomáson egy optikai jelnek a továbbításához és fogadásához az állomások között; és

egy szabadtéri RF kapcsolati részt az optikai kapcsolati résszel párhuzamosan, amely tartalmaz egy első RF adó-vevőt az első állomáson és egy második RF adó-vevőt a második állomáson egy RF jelnek a továbbításához és fogadásához az állomások között; *azzal jellemezve*, hogy

az RF jel vezérlő- és állapotinformációt közvetít az optikai és az RF adó-vevő működésének vezérléséhez az optikai jelben történő adattovábbítással egyidejűleg, és az RF jelben kerül továbbításra az adat, valamint a vezérlő- és állapotinformáció, amikor az optikai jel nem alkalmas adatátvitelre.

20. A 19. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz:

az optikai kapcsolati részhez, az RF kapcsolati részhez és az első I/O jel útvonalhoz csatlakozóan egy első kapcsolót az első állomáson, az első kapcsoló az adatot az első optikai adó-vevő és az első I/O jel útvonal között irányítja aktív üzemmódban, és az adatot első RF adó-vevő és az első I/O jel útvonal között irányítja készenléti üzemmódban;

az optikai kapcsolati részhez, az RF kapcsolati részhez és a második I/O jel útvonalhoz csatlakozóan egy második kapcsolót a második állomáson, a második kapcsoló az adatot a második optikai adó-vevő és a második I/O jel útvonal között irányítja aktív üzemmódban,

és az adatot a második RF adó-vevő és a második I/O jel útvonal között irányítja készenléti üzemmódban; és az első kapcsoló a vezérlő- és állapotinformációra reagálva kapcsol az aktív és a készenléti üzemmód között.

21. A 20. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy az optikai kapcsolati rész első vagy második optikai adó-vevője egy átviteli állapot jelet generál, amely jelzi, hogy az optikai kapcsolati részben történő adatátvitel hatékony-e.

22. A 21. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy az átviteli állapot jelet a vezérlő- és állapotinformáció tartalmazza; és

az első kapcsoló az átviteli állapot jelre reagálva kapcsol az aktív és a készenléti üzemmód között.

23. A 20. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy az első vagy a második kapcsoló aktívról készenléti üzemmódra kapcsol, amikor az optikai kapcsolati részben történő továbbításban adathiány van.

24. A 20. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy a vezérlő- és állapotinformáció tartalmaz egy vezérlőcsomagot, amely az RF kapcsolati részen keresztül kerül oda-vissza továbbításra az első és a második állomás között, és amely teljesítményszabályozásra vonatkozó információt tartalmaz;

a teljesítményszabályozási információt az első vagy második optikai adó-vevő közül a küldő által van generálva;

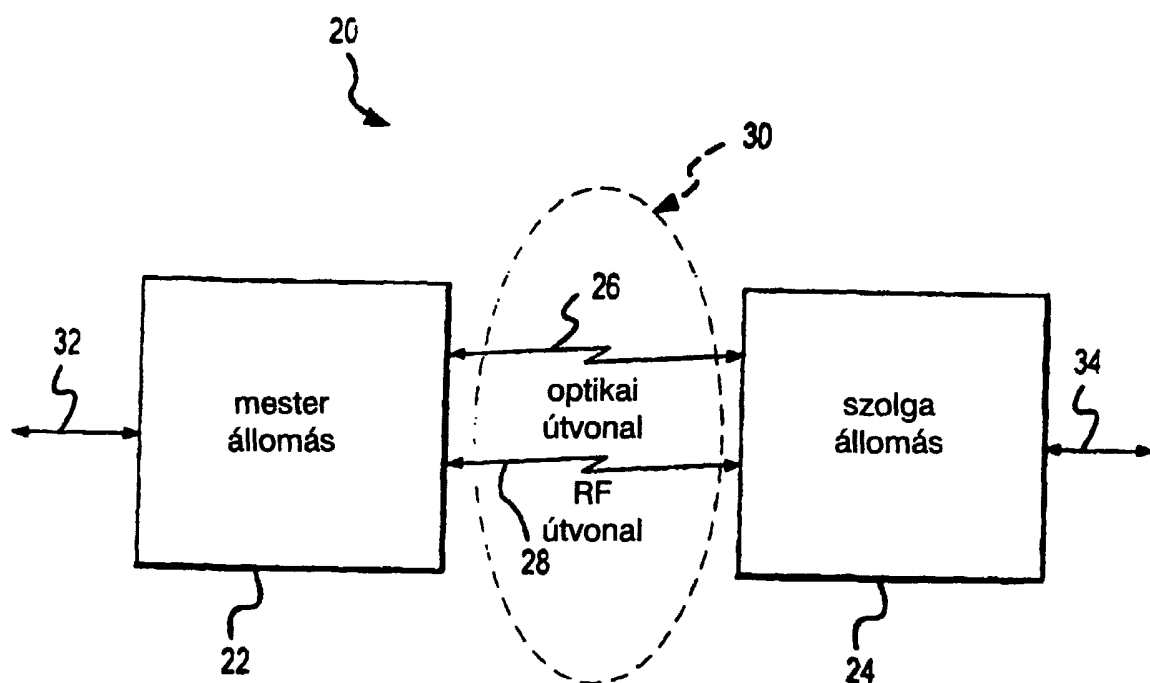
5 a teljesítményszabályozási információ tartalmazza, hogy az első vagy a második adó-vevő közül a fogadónak milyen mértékben kell változtatnia az optikai átviteli teljesítményét az optikai jeleknek a küldő optikai adó-vevőhöz való továbbításához.

10 25. A 24. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy a fogadó optikai adó-vevő a vezérlőcsomagba foglalt teljesítményszabályozási információra reagálva módosítja az optikai jel továbbításához alkalmazott optikai teljesítmény szintjét.

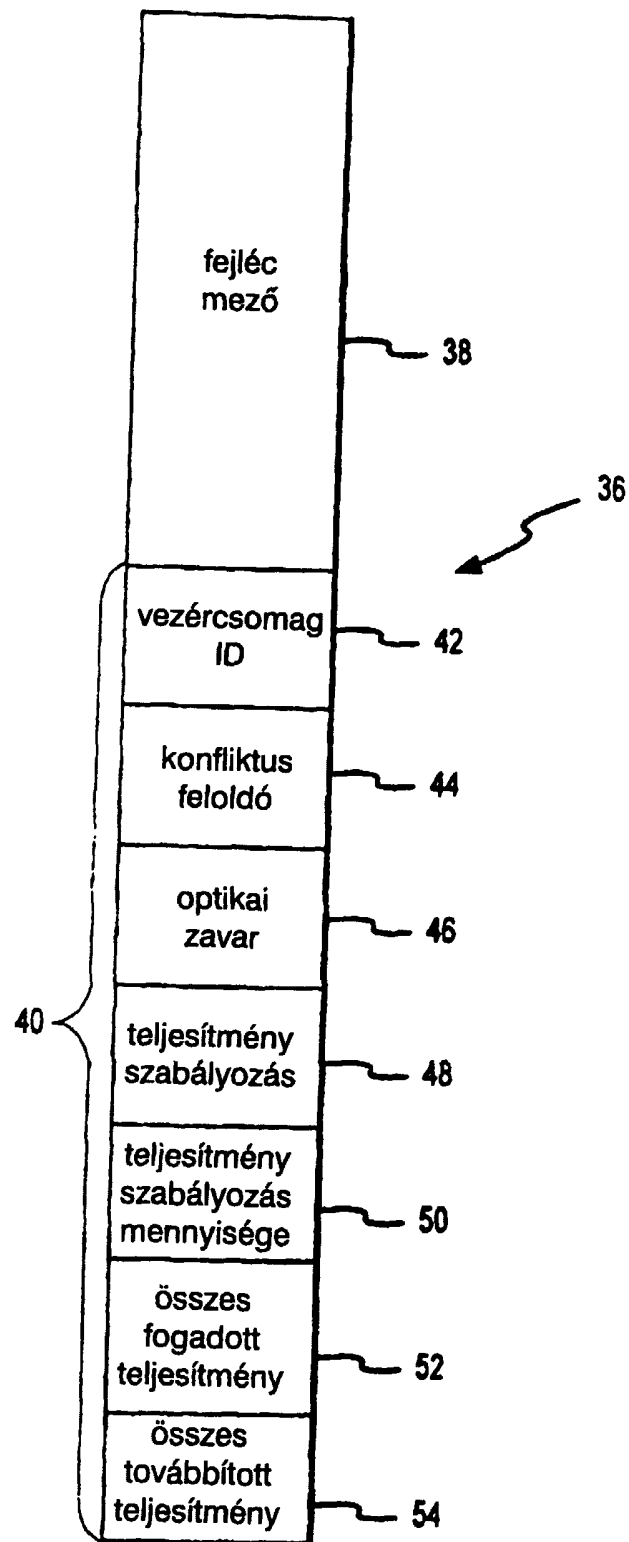
15 26. A 25. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy a küldő optikai adó-vevő az optikai jel továbbításához alkalmazott optikai átviteli teljesítményszintjét a küldő optikai adó-vevő által generált teljesítményszabályozási információban jelzett mértéknek megfelelően módosítja.

20 27. A 20. igénypont szerinti kommunikációs kapcsolat, *azzal jellemezve*, hogy az első és a második kapcsoló aktív üzemmódban működik, amikor az optikai kapcsolati rész továbbítja az adatot; és

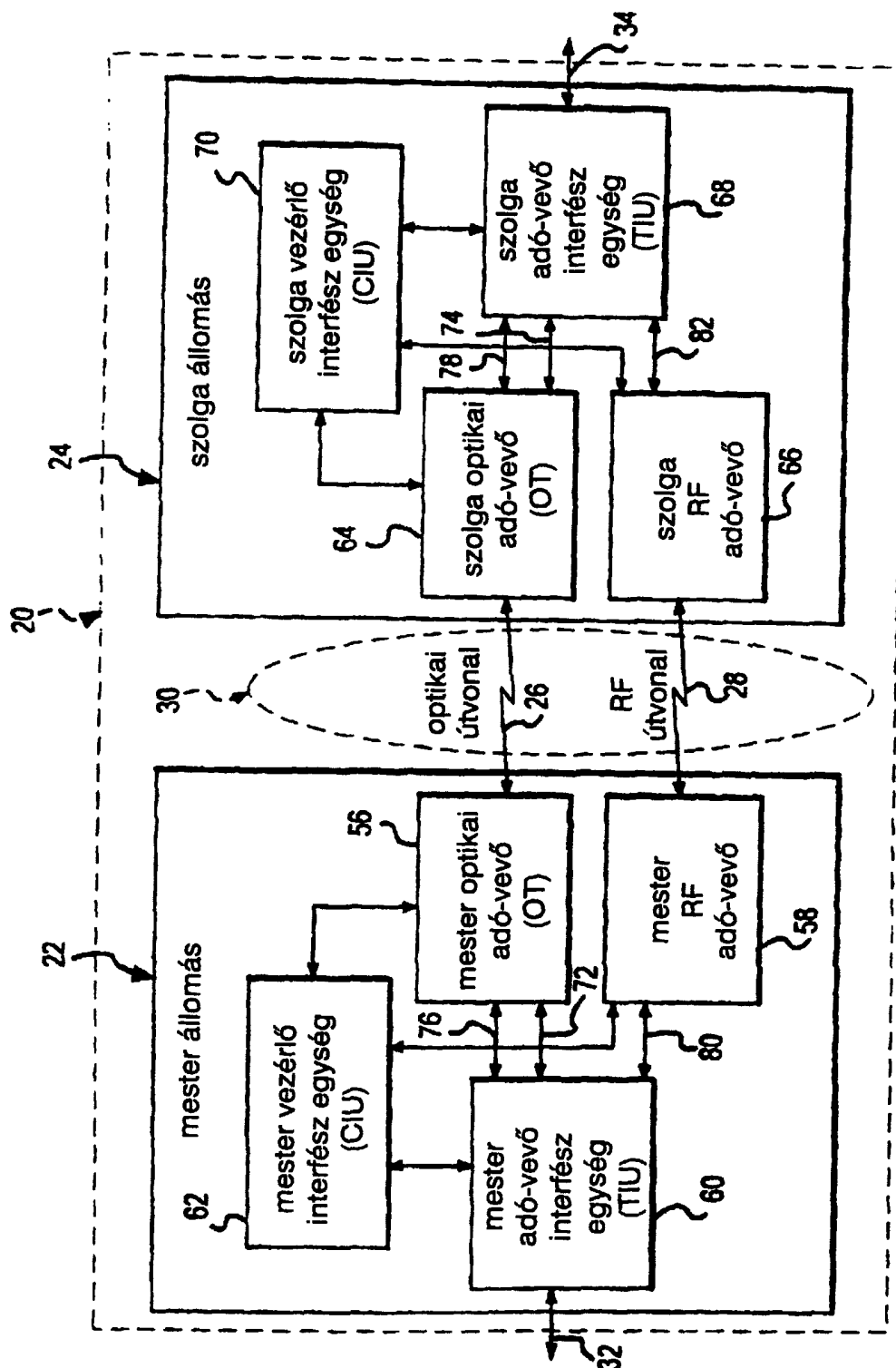
25 az első és a második kapcsoló készenléti üzemmódban működik, amikor az optikai kapcsolati rész nem alkalmas adatátvitelre.



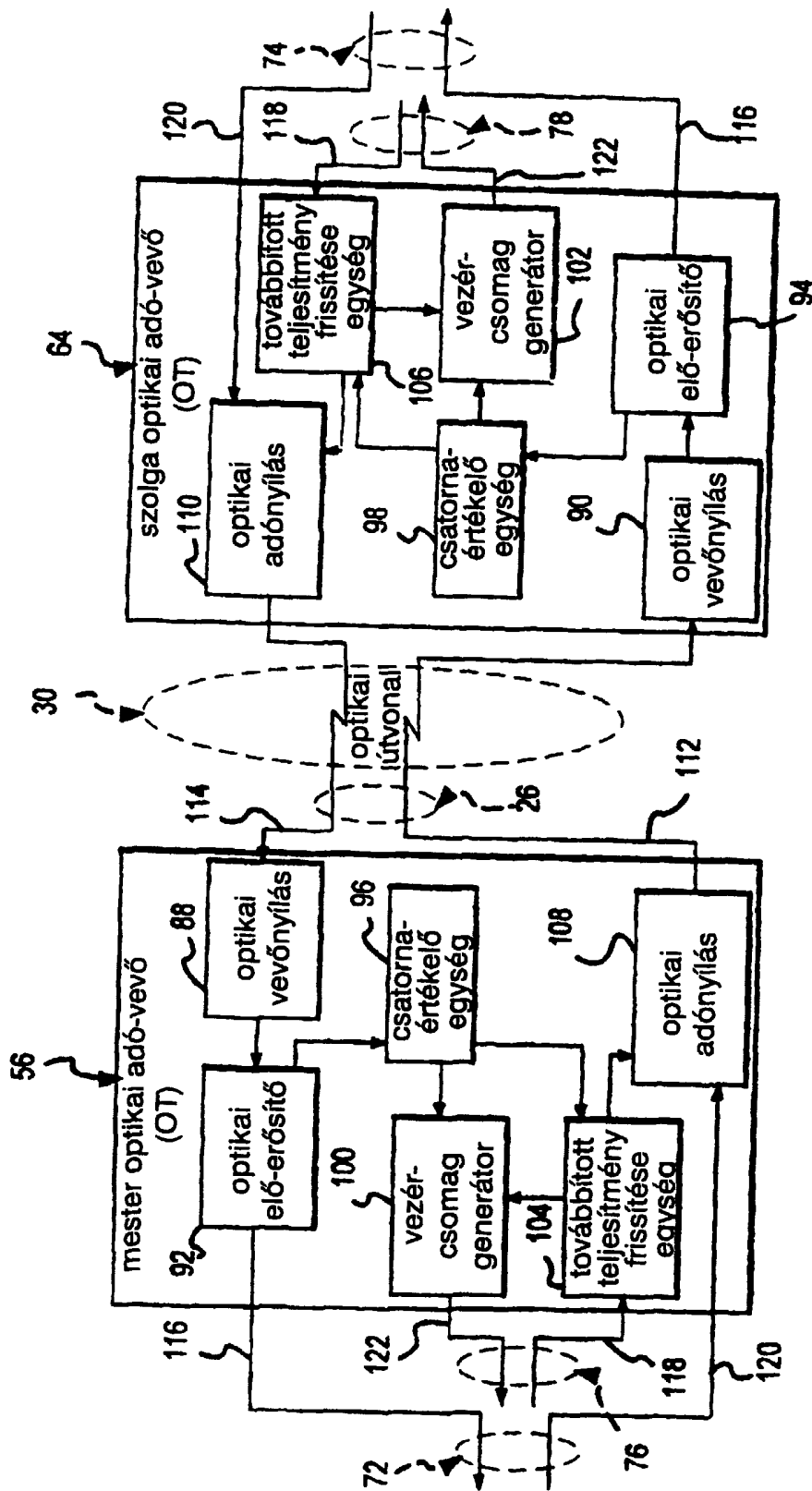
1. ábra



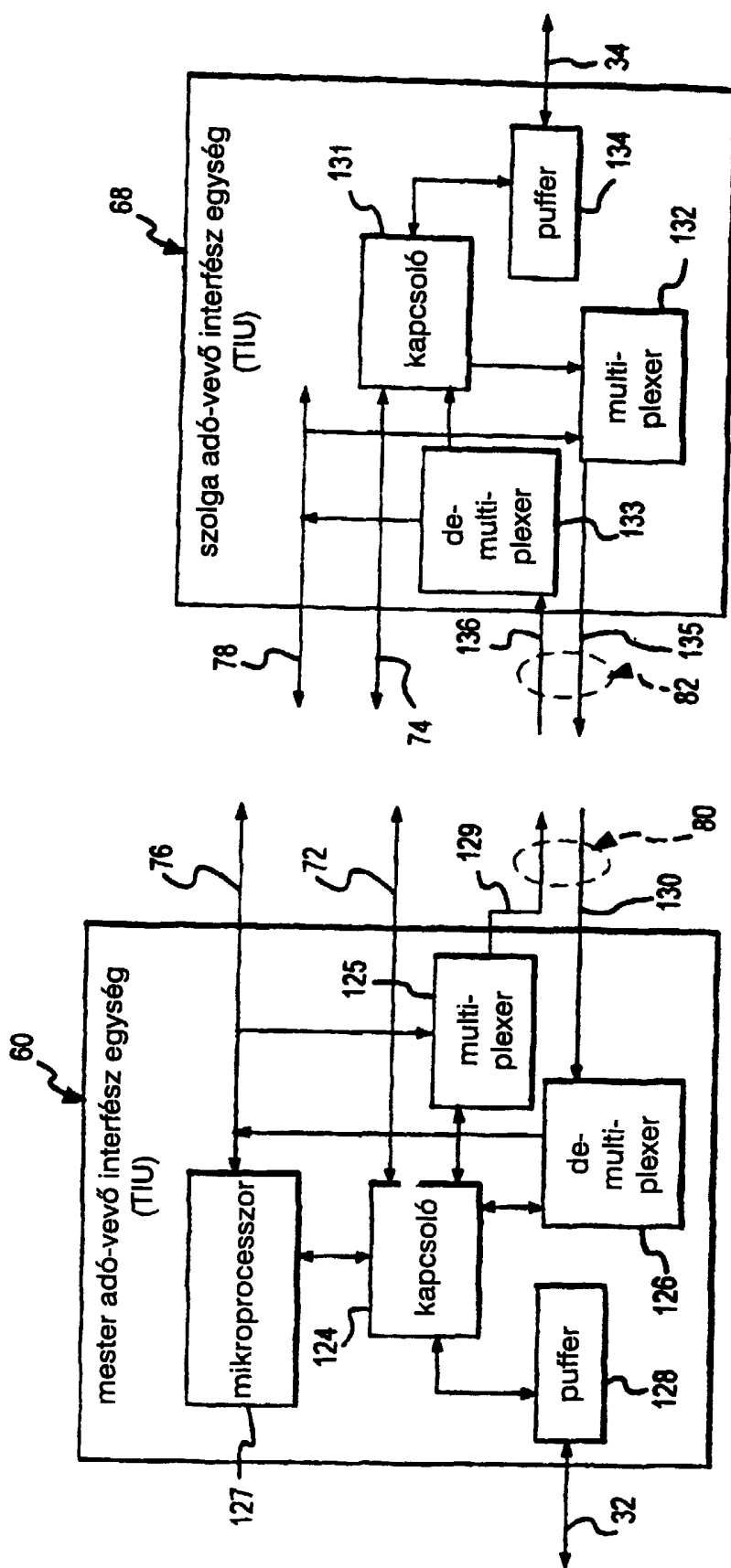
2. ábra



3. ábra

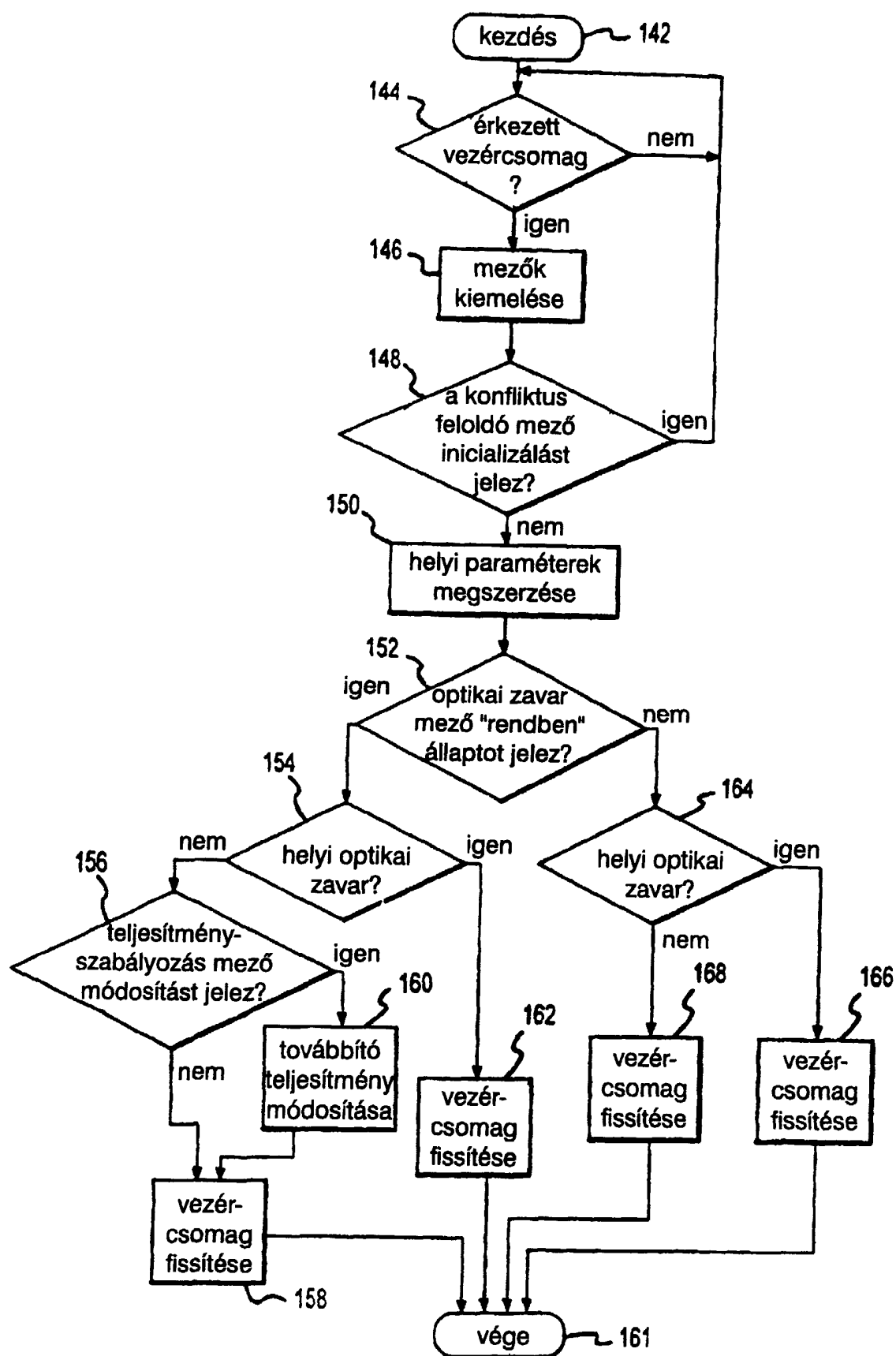


4. ábra

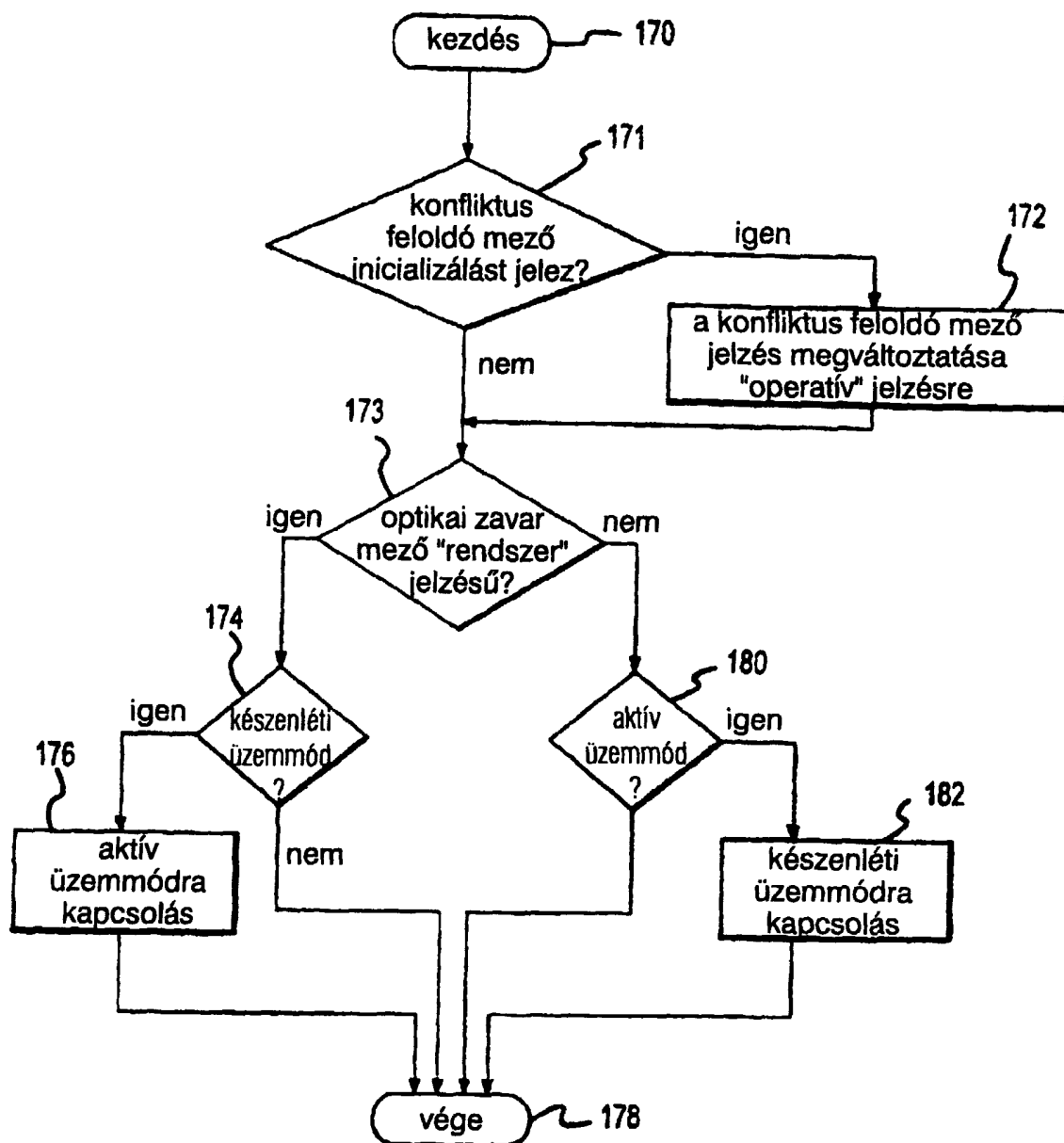


6. ábra

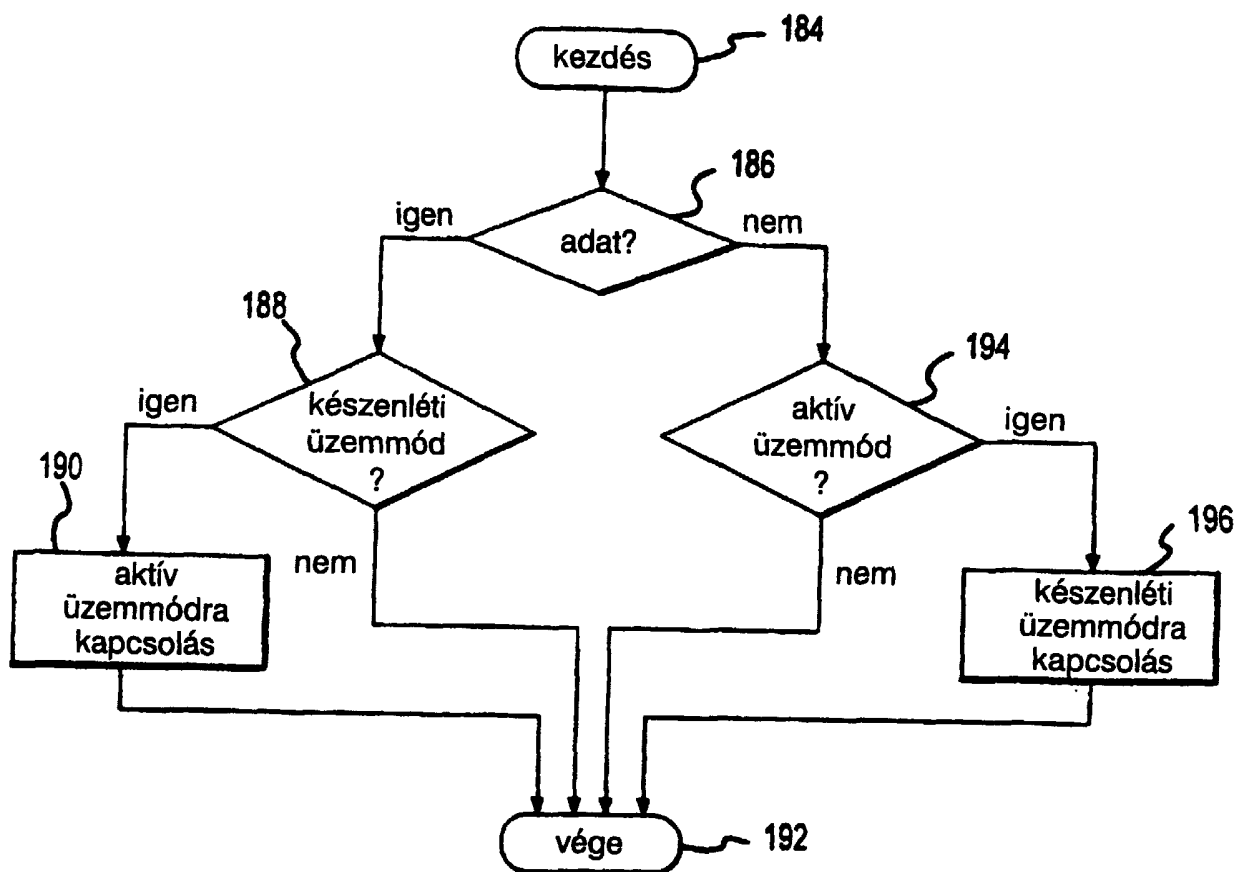
5. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra