FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

VASÚTI SZÜNETMENTES ÁRAMELLÁTÓ RENDSZEREK TÁPLÁLÁSA

FEEDING OF UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY SYSTEMS USED BY RAILWAYS

NOVÁK Mátyás

MÁV Zrt. Távközlő- Erősáramú-, és Biztosítóberendezési Központ, Erősáramú Osztály
1063, Magyarország, Budapest, Kmety György utca 3.; Telefon: +36-30-9553447,
novakm@mav.hu, matti@xtigmatic.hu, novak.matyas@aut.bme.hu

Abstract

Operation of a railway system is based on special conditions, on which the power outage has a great effect. On the railway lines of the Hungarian State Railways the power factor corrected solutions with higher and higher efficiency has gone into monopol state. Using rack-prepared UPS systems, the repairing times during a malfunction-state has shortened. Thanks to these the reliability of these UPS systems has improved.

Keywords: UPS, railway, battery, reliability.

Összefoglalás

A vasút egy különleges üzem, melyre jelentős kihatással van az energiaellátás hiánya. A MÁV Zrt. vonalain egyeduralkodóvá váltak a villamos szempontból hálózatbarát, nagy hatásfokú szünetmentes megoldások. Egy szünetmentes egység meghibásodása esetén a fiókos kialakításoknak köszönhetően jelentősen javultak a javítási idők, aminek köszönhetően megbízhatósági/rendelkezési szempontból javultak a berendezések mutatói. Az energia-ellátó egységek hatásfokainak növekedésével egyre jelentősebb üzemeltetési költségek takaríthatók meg.

Kulcsszavak: szünetmentes elektromos energiaellátó rendszerek, vasút, akkumulátor, megbízhatóság.

1. Bevezetés

A vasúti biztosítóberendezések olyan fix programú automatikák, amelyek a vonatközlekedés lebonyolításának gépesítésével együtt a közlekedés biztonságát is megvalósítják, ezért az energiaellátásukkal szemben követelmény a közel megszakításmentes táplálás [1]. A MÁV szünetmentes rendszereinél az 1990-es évek közepéig, a '60-as, '70-es évek szekrényes megoldásait alkalmazták. Azóta ezeket a korszerűtlen berendezéseket felváltották a nagyobb hatásfokú, jobb megbízhatósági mutatókkal rendelkező UPS rendszerek.

2. Vasúti szünetmentes rendszerek kiviteli formái

A vasúti szünetmentes energiaellátás **alapüzemben** az áramszolgáltatói hálózatról valósul meg. Az áramszolgáltatói hálózat kimaradása esetén a hálózati felület automatikus átkapcsolást hajt végre a 25kV-os felsővezetéki oszloptranzformátorról (25/0,231kV)

megvalósuló energiavételezésre. A fenti betáplálási módok meglétének hiánya esetén hordozható, vagy helyhez kötött (automatikus indítású) dízel aggregát biztosítja a **tartaléktáplálást**. Itt figyelembe kell venni, hogy a dízel üzemre való áttérés kb. 30 s. Egyen- és váltakozófeszültségű fogyasztók számára rendelkezésre áll az ún. **szükségüzem**, amelyet egy 48V feszültségű akkumulátortelepből, az akkumulátortelepről táplált merev tengelykapcsolatú egyenáramú motor ↔ 3 fázisú generátorból, vagy félvezetős váltóirányítókából áll (korlátozott ideig minden egyen- és váltakozófeszültségű fogyasztó táplálását lehetővé teszi). A vasútüzemi fogyasztók megszakításmentes táplálásához szükséges feszültségszinteket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. A fogyasztók táplálásához szükséges, megszakításmentes feszültségszintek

Táplálási mód	Feszültségszintek [V]	Felhasználás
DC, Egyenfeszültségek	24	térközök, sorompók táplálása, 13kHz-es sínáramkör
	48	jelfogók állomáson/nyíltvonalon, régi akkumulátorcsoport kapocsfeszültsége, valamint szükségüzemi motor- generátor
	60	jelfogók állomáson
AC, Különböző frekvenciájú és feszültségű váltakozó feszültségek	3x400/230V – 50Hz	univerzális felhasználású
	230V – 50Hz	univerzális felhasználású (fényjelzők)
	230/500V – 75Hz	vonali táplálások, sínáramkör (térköz), állomási fogadóvágányok
	100V – 400Hz	szigeteltsínekkel, vonatérzékelés váltókörzetben

2.1. A 336V-os közbensőköri egyenfeszültség alkalmazása

Az 1990-es évek közepéig a MÁV szünetmentes „áramellátó” egységeiben a 48V-os közbensőköri egyenfeszültségű kialakítás volt az elterjedt. Az első 336V-os –emelt– közbensőköri egyenfeszültségű akkumulátortelepet alkalmazó szünetmentes energiaellátó rendszert Hort-Csány vasútállomáson helyezték üzembe, 1996-ban [2]. Jelentős előnye az emelt névleges feszültségű megoldásnak, hogy azonos teljesítményű áramellátó rendszert feltételezve a 48V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszerben kb. hétszer nagyobb kimenő áramú akkumulátortöltőkre van szükség a 336V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszerhez képest ($I_n = 1/7 \approx 0,15$, viszonylagos egységekben). A nagyobb áramok hatására nagyobb veszteségekkel kell számolni, amelyből következik, hogy nagyobb hűtőfelületek/hűtőbordák szükségesek → nagyobb súly, bonyolultabb szerelés. A 336V-os névleges feszültségszint megválasztását a következő megfontolások tették indokolttá:

- ebben a feszültségtartományban kapható **kondenzátorok legnagyobb feszültsége** 450V;
- a nagysebességű **félvezető elemek** (FET-ek, IGBT-k) **ára** 600V felett jelentősen nő, továbbá IGBT-k esetén kétszeres biztonsággal választjuk meg az IGBT feszültségét: $U_{DC} \sim 300V \rightarrow U_{IGBT} = 600V$;
- **egyenfeszültségű kismegszakítókra** a gyártók, 440V-ig garantálják az esetleg kialakuló zárlati áramok megszakítását.

A **telepített** vasúti szünetmentes energiaellátó berendezésekben alkalmazott akkumulátorok minden esetben **savas ólomakkumulátorok**, míg a gördülőállománynál

szünetmentes célra használt akkumulátorok lúgosak. Ennek oka, hogy a lúgos típusok szélesebb hőmérséklet tartományban alkalmazhatók ($\sim -20^{\circ}\text{C} \rightarrow +45^{\circ}\text{C}$) [3]. A szakirodalom kiemelten kezeli az akkumulátorok előírt hőmérsékleti tartományon belül tartását, hiszen 10°C hőmérséklet növekedés felezi az akkumulátor élettartamát. Az akkumulátor hőmérsékletének növekedését előídezhetheti a környezeti hőmérséklet emelkedése (klimatizált helyiségek biztosításának fontossága!), továbbá az akkumulátorba folyó túlzottan nagy töltőáram értéke, amely az akkumulátorban nem megengedhető mértékű veszteséget, és így túlmelegedést okoz. A redundancia miatt a MÁV-nál alkalmazott szünetmentes megoldásoknál kettő darab 336V-os névleges feszültségű akkumulátorcsoportot alkalmaznak párhuzamosan, melyekről az inverterek folyamatosan működnek. Ez a [4] „A” mellékletében vázolt on-line melegtartálékolt ($\rightarrow$ az inverter állandóan működik) szünetmentes rendszernek felel meg [5].

2.2. Az alkalmazott elektronikus energiaátalakítói csoportok

Az 1. táblázat tartalmával összhangban bemutatjuk az általánosan telepített/alkalmazott szünetmentes energiaellátó rendszer felépítését az 1. ábrán.

1. ábra. A 336V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszer

2.2.1. Akkumulátortöltők

Két akkumulátorcsoportot töltenek, a fogyasztóktól független feladatokat is el kell tudjanak látni, melyek: hőmérsékletkompenzáció, mélykisütés elleni védelem, akkumulátorok feszültség hullámosságának csökkentése, az akkumulátor töltőáramának korlátozása, valamint a szinuszos áramfelvétel $\lambda \approx 1$ mellett. Az RST fázisokra 3db akkumulátortöltő kapcsolódik fázisonként, így a három fázis bármelyikének kimaradása esetén (sánta üzem) még mindig ellátja feladatát a töltőegység.

2.2.2. 50Hz-es inverterek és váltóinverterek

Több inverter párhuzamos kapcsolása lehetséges, így egy meghibásodása esetén a többi képes átvenni a terhelést. Az inverterek meghibásodása esetén átkapcsolási lehetőség van az áramszolgáltatói hálózatra az erősáramú áthidalással (Erősáramú Bypass). Az 50Hz-es inverterek egy különleges csoportját alkotják a váltóinverterek, melyeket úgy kell méretezni, hogy a nagyobb mértékű – de rövidebb ideig tartó $\sim 1...2\text{s}$ – igénybevételeket is elviseljék. Követő szabályozású modulációs (sliding slope) eljárást alkalmaznak.

2.2.3. 75 és 400Hz-es inverterek

Vonali táplálásoknál 75Hz-es (nem lehet a vontatási áram egész számú többszöröse!) 500/230V-os feszültségről valósul meg a térközszekrények táplálása, míg állomáson a váltóköri körzetekben 400Hz-es frekvenciájú inverterrel valósul meg a vonatérzékelés. Ezek az inverterek redundáns köröket alkotnak oly módon, hogy egy inverter a háttérben dolgozik a kettő közül. Az inverterek természetes légűtésűek az esetleges hibalehetőségek csökkentése végett. Mindegyik modulációs eljárásaként a követő szabályozást használja.

2.2.4. DC/DC átalakítók (24V, 48V, 60V)

Ezek az átalakítók párhuzamos üzemben működnek, az áramot „megosztják” egymás között. Érdekesképpén elmondható, hogy a Távközlő szakszolgálat számára telepített energia-átalakítókban megengedett a ventilátoros légűtés a Biztosítóberendezési szakszolgálattal ellentétben.

3. Következtetések

Megbízhatósági és rendelkezésre állási szempontból fontos tudnunk egy-egy berendezésre meghatározott MTBF (a meghibásodások között eltelt idők középértéke) és MTTR (az átlagos javítási idők) értékeit. A vasútnál alkalmazott egyes energia-átalakítókra vonatkozóan az $MTBF > 250000$ üzemóra, valamint a gyártók az MTTR értékre 5...10 perceknek adnak meg (ami elég illuzórikus - a valóságnak az egy óra átlagos javítási idő felel meg a legjobban). A korszerű szünetmentes kialakításoknál a fiókos, moduláris rendszerek esetében jelentősen csökkenthető az átlagos javítási idő. Jóllehet, az MTBF a leginkább használt fogalom egy berendezés megbízhatóságának jellemzésére, de a korrekt megítéléshez ez önmagában nem egyenlő. A rendelkezésre állás (RÁ) jobban kezelhető fogalom, mert az átlagos javítási időket is figyelembe veszi. A három jellemző közötti összefüggést a [6] irodalom szemléletesen ábrázolja, oly módon, hogy a RÁ számértékében szereplő 9-esek számához rendel hozzá rendelkezésre állási értékeket $\rightarrow R\ddot{A} = MTBF / (MTTR + MTBF)$. Valamilyen szünetmentes áramellátó rendszerre kiszámított RÁ, különösen a sok 9-es tartományban (pl.: 99,999%) nem jellemzi elegendően a rendszert. Ebben az esetben a telepítési módok szerinti osztályokat jelölnék meg (USA – Tier I,II,III,IV) [7]. A vasútnál alkalmazott rendszerek a Tier III-as osztályba sorolhatók (a +1 generátor és UPS 100%-os tartalékot ad; a tápláló hálózat felől kettős betáplálás; a váltakozó áramú táphálózat tartalékai a tartalékolt generátorok; két elosztó rendszer áll rendelkezésre; szervizeléskor, ill. a tartalékolt oldal kiesésekor a tartalék elosztó rendszer használható, a hűtést az UPS-ek vagy a hálózat táplálják $\rightarrow$ tartalékolt rendszer).

Irodalom

- [1] Gelányi Gyula: *A vasúti biztosítóberendezések áramellátási rendszerei*, Magyar Elektronika 1993. VI./2.
- [2] Bankó Sándor, Elek László, Kabai István: *A vasúti biztosítóberendezések korszerű, szünetmentes energiaellátása*, Magyar Elektronika 1998/12.
- [3] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Az energiatárolás általános kérdései*, Elektrotechnika 2013/11, 14-17 oldal.
- [4] MSZ EN 62040-3, *Szünetmentes elektromos energiaellátó rendszerek (UPS)*, 3. rész: A működési és vizsgálati követelmények előírásának módszere, 65. oldal.
- [5] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek I. rész*, Meghatározások, Elektrotechnika, 2012/04, 10-12 oldal.
- [6] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek II. rész*, Meghatározások, Elektrotechnika 2012/07-08, 12-14 oldal.
- [7] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek III. rész*, Telepítési problémák, Elektrotechnika 2012/07-08, 11-13 oldal.