

Mieczysław KORNASZEWSKI

ZASILANIE STACYJNYCH SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Urządzenia stacyjne sterowania ruchem kolejowym ze względu na przeznaczenie muszą mieć zapewnione bezprzerwowe zasilanie. Nawet chwilowy brak napięcia zasilającego może spowodować nieodwracalne skutki związane z zaistnieniem niepożądanych zdarzeń z udziałem pociągów, czy ofiarami w ludziach. Dlatego urządzeniom sterowania ruchem kolejowym zapewnia się trzy niezależne źródła zasilania, w tym jedno zasadnicze i dwa rezerwowe. Szczegółowe wymagania dotyczące zasilania tych urządzeń zostały przedstawione w wytycznych technicznych budowy urządzeń srk 1e-4 (WTB-E10).

WSTĘP

Systemy sterowania ruchem kolejowym (srk) pełnią szczególną funkcję w procesie transportowym. Systemy te są elementem kolejowego systemu transportowego, wpływającym w zdecydowany sposób na bezpieczeństwo i sprawność procesu przemieszczania ludzi i ładunków. Często pracują w trudnych warunkach eksploatacji, co oznacza że muszą mieć zapewnione odpowiednie zasilanie. Zasilaniu urządzeń sterowania ruchem kolejowym stawia się bardzo wysokie wymagania. Krótkotrwały nawet zanik napięcia może być powodem zakłóceń w ruchu i niebezpiecznych sytuacji.

Wymagania dotyczące zasilania urządzeń sterowania ruchem kolejowym przedstawione są w wytycznych technicznych budowy urządzeń srk 1e-4 (WTB-E10).

Do zasilania urządzeń srk potrzebne są w zasadzie dwa napięcia, tj. 24V prądu stałego do zasilania przekaźników lub przetwornic sygnałowych oraz 3x380V prądu przemiennego do zasilania pozostałych odbiorników energii. Napięcie 380V jest transformowane na napięcie niższe 230V. Dopuszczalne wahania napięcia w sieci zasilającej nie mogą przekraczać $\pm 10\%$ wartości napięcia nominalnego.

Napięcie stałe 24V otrzymuje się z baterii akumulatorów stacyjnych połączonych buforowo z odpowiednimi prostownikami. W celu zapewnienia niezawodności zasilania napięciem przemiennym urządzeń sterowania ruchem stosuje się trzy niezależne źródła zasilania, w tym jedno zasadnicze i dwa rezerwowe. Najczęściej źródłem zasadniczym jest rozdzielnia średniego napięcia podstacji trakcyjnej, które jest przeznaczone dla odbiorców nietrakcyjnych [5].



Rys. 1. Linia potrzeb nietrakcyjnych (LPN) zasilana dwoma liniami SN1 i SN2 oraz Transformator LPN (SN/0,4 kV) [5, 9]

Dwie niezależne sieci zasilające tworzą dwie linie elektroenergetyczne niskiego napięcia zasilane z dwóch różnych transformatorów obniżających napięcie średnie na 3 x 380/230V. Transformatory te po stronie pierwotnej muszą być zasilane z różnych linii elektroenergetycznych WN lub SN. Pierwszym źródłem rezerwowym jest podstacja transformatorowa, natomiast jako drugie źródło rezerwo-

we zazwyczaj stosuje się agregat spalinowo-elektryczny (rys. 2). Agregat ten służy do zasilania urządzeń srk w przypadku braku napięcia w pozostałych źródłach. Najkorzystniej jest, gdy ze względu na dość duży czas rozruchu generator prądotwórczy uzupełniony jest zasilaczem UPS, co zapewnia ciągłość dostawy energii bez jakiegokolwiek przerwy [6].

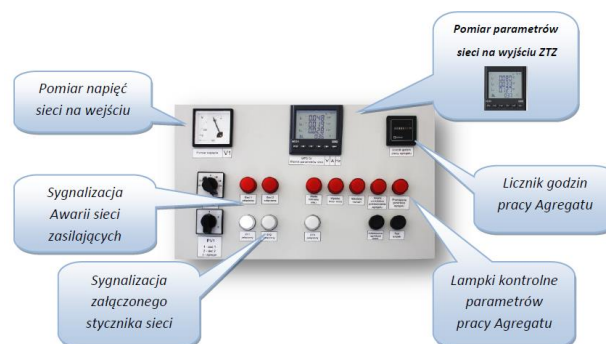


Rys. 2. Przykładowy widok agregatów prądotwórczych [4]

1. ANALIZA TECHNICZNA WYBRANYCH SYSTEMÓW ZASILANIA URZĄDZEŃ STACYJNYCH

Systemy zasilające urządzenia sterowania ruchem kolejowym muszą zapewniać dostawę energii elektrycznej do poszczególnych obwodów srk w taki sposób, aby zasilane energią elektryczną urządzenia mogły funkcjonować nieprzerwanie i niezawodnie. Do podstawowych obwodów srk należą [8]:

- obwody sygnałów zastępczych wraz ze sterowaniem,
- obwody świateł tarcz ostrzegawczych lub ostatnich semaforów wieloodstępowej samoczynnej blokady liniowej,
- obwody świateł czerwonych semaforów wjazdowych i drogowskazowych,
- obwody świateł czerwonych semaforów wyjazdowych z torów, po których odbywają się przebiegi bez zatrzymania.



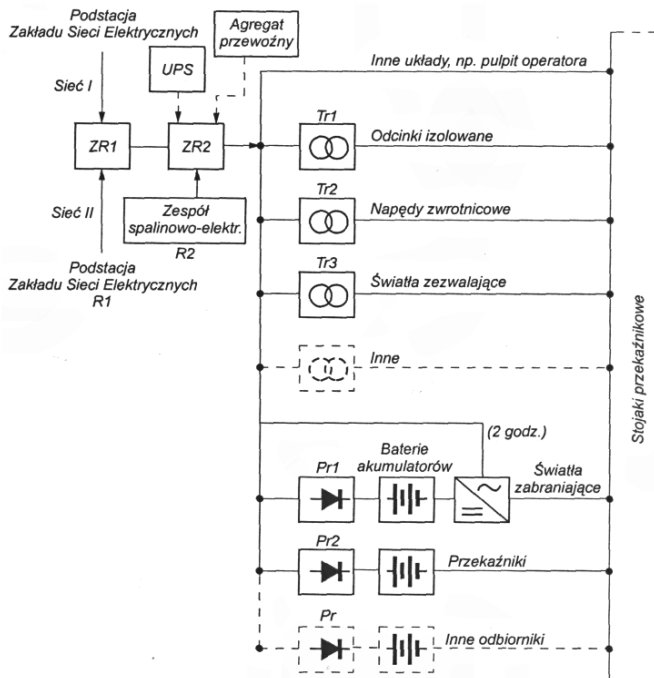
Rys. 3. Przykładowy widok nowoczesnej Zintegrowanej Tablicy Zasilającej systemu SUZ-2M z rozmieszczeniem elementów sterująco-kontrolnych [4]

Układ zasilania obiektów sterowania ruchem kolejowym powinien posiadać m.in. (rys. 3) [8]:

- aparaturę do kontroli i automatycznego przełączania sieci,
- aparaturę do kontroli i automatycznego (ręcznego) przełączania sieci na źródło rezerwowe,
- elementy do rozdziału energii elektrycznej dla poszczególnych obwodów,
- aparaturę do sygnalizacji stanu urządzeń zasilających (w nastawnicowni),
- tablicę bezpieczników nastawczych (w pomieszczeniu nastawnicowni).

1.1. Zasilanie przekąźnikowych urządzeń srk

Na rys. 4 przedstawiono typowy sposób zasilania przekąźnikowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym (typu E1), gdzie zaznaczono sposób dołączenia podstawowego napięcia z sieci I (doprowadzonego z podstacji trakcyjnej), zasilania rezerwowego z sieci II oraz zasilania rezerwowego z agregatu prądotwórczego (zespołu spalinowo-elektrycznego) najczęściej uzupełnionego zasilaczem bezprzerwowym UPS pracującym w trybie on-line [1].



Rys. 4. Schemat blokowy zasilania przekąźnikowych urządzeń srk [1], gdzie: ZR1, ZR2 – układy załączenia rezerwy, R1, R2 – układy rezerwowe, UPS – zasilacz stabilizowany

Do zasilania urządzeń stacyjnych srk przewidziano jako podstawowe źródło zasilania sieć energetyczną trójfazową 3x380/230V oraz jako źródła rezerwowe [3, 5]:

- druga sieć elektroenergetyczna 3x380/230V,
- zespół spalinowo-elektryczny z samoczynnym rozruchem,
- baterie akumulatorów do zasilania odbiorników prądu stałego,
- baterie akumulatorów i przetwornic prądu stałego na prąd przemienny, o napięciu 230V,
- UPS – jako dodatkowe zabezpieczenie urządzeń srk (najczęściej komputerowych) wymagających stabilnego zasilania bezprzerwowego.

Przedstawiony układ zasilania urządzeń srk daje pełną gwarancję, że w przypadku zakłóceń w dostawie energii, urządzenia będą pracowały przy zachowaniu pełnego bezpieczeństwa prowadzenia ruchu pociągów. Przetwornica lub UPS powinny zapewniać

zasilanie urządzeń przez min. 2 godz. przy maksymalnym obciążeniu lub do czasu uruchomienia agregatu prądotwórczego [8].

System zasilania SZUS (rys. 5) polecany jest do zasilania urządzeń, dla których wymagane parametry jakości napięcia zasilania są niższe, tj. urządzeń przekąźnikowych [10].



Rys. 5. Widok szaf wchodzących w skład systemu zasilania typu SZUS (KZA Kraków) [10]

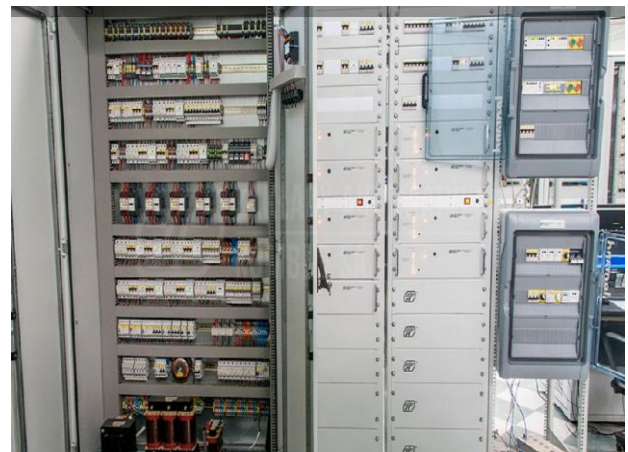
Obecnie do eksploatacji na kolei są wprowadzane nowoczesne systemy zasilania w celu wyeliminowania niektórych niedoskonałości starszych rozwiązań projektowych. W nowych systemach wprowadzono modyfikacje układów elektrycznych wraz z nowymi blokami funkcjonalnymi i podzespołami.

1.2. System zasilacza urządzeń stacyjnych (ZUS) Z.A. KOMBUD

Konstrukcja Systemu Zasilacza Urządzeń Stacyjnych (ZUS) Zakładów Automatyki KOMBUD jest znacznie mniejszych gabarytów od dotychczas eksploatowanych urządzeń zasilających. System zasilania ZUS zbudowany jest z jednej tablicy TSSA spełniającej funkcje trzech tablic: tablicy sieciowej, tablicy sieciowo-agregatowej i tablicy obejściowej [5].

Zasilacz ZUS składa się ze stojaka zawierającego:

- tablicę TSSA i tablicę rozdzielczą TR wraz z transformatorami,
- stojaka przetwornic SP,
- tablicy kontrolnej TK.

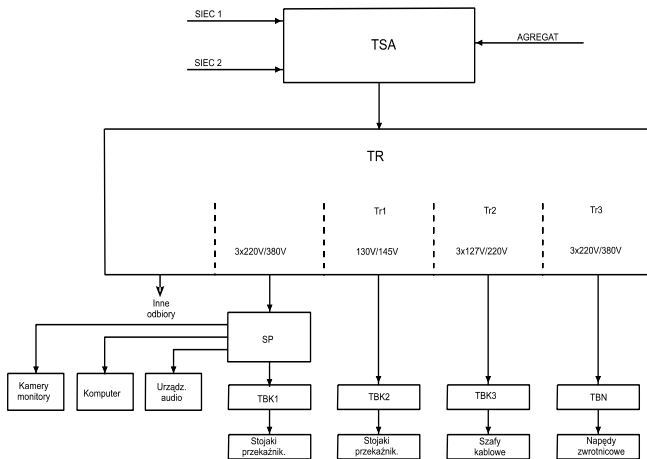


Rys. 6. Widok stojaka z urządzeniami zasilającymi typu ZUS [11]

W zależności od ilości źródeł zasilania przewidziano system ZUS w trzech wariantach:

- jedna sieć i agregat - ZUS-1,
- dwie sieci - ZUS-2,
- dwie sieci i agregat - ZUS-3.

System ZUS zapewnia zasilanie urządzeń srk napięciem o prawidłowych parametrach pobierając energię z: sieci energetycznej podstawowej, sieci energetycznej rezerwowej oraz agregatu stacjonarnego lub przewoźnego. Na rys. 7 zaprezentowany został rozdział energii elektrycznej między poszczególnymi blokami funkcjonalnymi zasilacza urządzeń stacyjnych ZUS [2].



Rys. 7. Schemat blokowy rozdziału energii w urządzeniu ZUS [2], gdzie: TSSA - tablica sieć - sieć - agregat; TR - tablica rozdzielcza; Tr1 - transformator dla obwodu świateł zezwalających; Tr2 - transformator obwodów torowych; Tr3 - transformator dla napędów zwrotnicowych; SP - stojak przetwornic, zasilaczy i baterii akumulatorowych; TBK1, TBK2, TBK3 - tablice bezpieczników kontrolnych; TBN - tablica bezpieczników nastawczych

Stanem zasadniczym pracy urządzeń zasilających dla dwóch sieci i agregatu prądowłórczego (wariant ZUS-3) jest stan, w którym urządzenia srk zasilane są z sieci podstawowej 3x400V. W przypadku zaniku napięcia sieci następuje automatyczne załączenie kontrolowanej sterownikiem GS-98 B sieci rezerwowej. Jeśli w ciągu 2 minut od powrotu napięcia sieci podstawowej nie zdarzy się kolejny jego zanik następuje przełączenie na zasilanie z sieci podstawowej. W przypadku, gdy przy zaniku napięcia w sieci podstawowej brak jest również napięcia w sieci rezerwowej następuje automatycznie załączenie agregatu. Po powrocie którejkolwiek sieci, po dwóch minutach następuje przełączenie zasilacza na powracającą sieć. Sieć podstawowa w zasilaczu ZUS-3 jest traktowana jako priorytetowa. Automatyka zasilacza zawsze dąży do tego, aby urządzenia srk zasilane były z sieci podstawowej. Zasadę priorytetu sieci podstawowej można programowo uchylić. Wtedy przełączenie musi poprzedzić zgoda pracownika, wyrażona poprzez naciśnięcie przycisku start na tablicy kontrolnej [2].

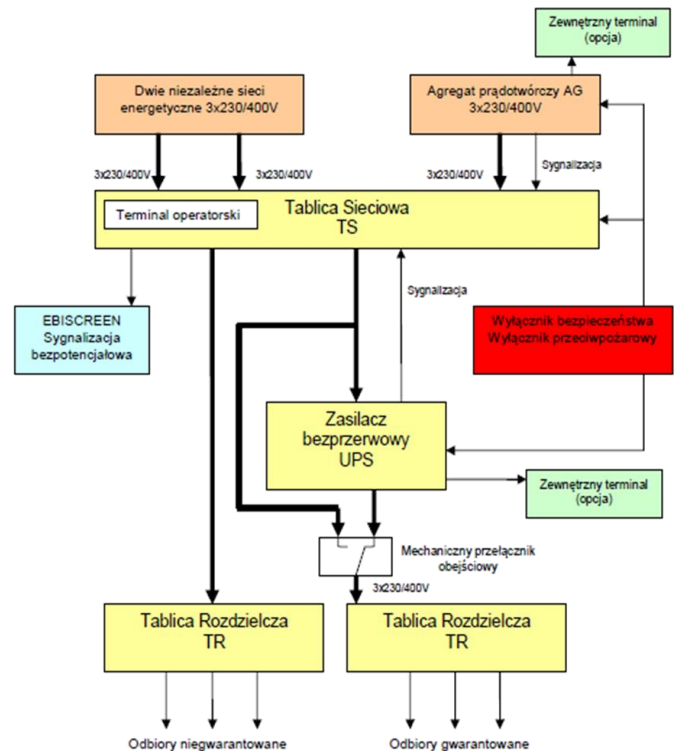
1.3. System zasilania urządzeń stacyjnych srk typu ELZAS

System Zasilania Urządzeń Stacyjnych SRK typu ELZAS (produkcji KZA Kraków) jest przeznaczony do zasilania stacyjnych komputerowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Zapewnia on zasilanie komputera systemowego, sterowników, oraz podstawowych obiektów srk w postaci obwodów kontroli niezajętości torów, sygnalizatorów torowych oraz napędów zwrotnicowych. System ELZAS przewidziany jest do zasilania obiektów z sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym 3x230/400V oraz z zespołu prądowłórczego stacjonarnego lub przewoźnego.



Rys. 8. Widok szafy przyłączeniowej TS oraz stojaka transformatorów STr systemu ELZAS [7]

System typu ELZAS przewidziany jest do zasilania obiektów z sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym 3 x 230/400V oraz z zespołu prądowłórczego stacjonarnego lub przewoźnego. System ELZAS składa się z szafy przyłączeniowej TS (rys. 8) i szafy rozdzielczej TR. W przypadku konieczności zastosowania kolejnych szaf TR przyjmują one oznaczenie TR1, TR2, itd. Podzespoły modułu sieciowego systemu ELZAS zostały w całości rozmieszczone w szafie TS. Moduł sieciowy posiada trzy przyłącza zasilające: dwa dla sieci oraz jeden dla agregatu prądowłórczego [7].



Rys. 9. Ogólny schemat blokowy systemu ELZAS [7]

System zasilania typu ELZAS do wytworzenia napięcia trójfazowego o określonych parametrach wykorzystuje zasilacz bezprzerwowo typu UPS współpracujący z baterią akumulatorów bezobsługowych.

1.4. System Urządzeń Zasilających (SUZ-2M)

W Systemie Urządzeń Zasilających (SUZ-2M) firmy MONAT z Gdańska przeznaczonym do zasilania stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym (o typowej mocy: 10kVA, 20kVA, 30kVA oraz 50kVA) Zintegrowana Tablica Zasilająca ZTZ (rys. 2) stanowi połączenie stosowanych w starszych urządzeniach tablic sieciowej (TSS) i sieciowo-agregatowej (TSA). Jest ona zasilana z głównej sieci zasilającej SIEĆ 1 o najwyższym priorytecie, sieci rezerwowej (o średnim priorytecie), oznaczonej SIEĆ 2 oraz spalinowego agregatu prądotwórczego o najniższym priorytecie. Zastosowanie elektronicznych podnapięciowych przełączników PKF-5a i przełączników PNF-12 pozwala na kontrolę parametrów obu sieci zasilających, jak również kontrolę wirowania faz. Sterownikiem nadrzędnym, który kontroluje proces przełączania sieci, jak również ich parametry i pracę agregatu jest Programowalny Sterownik Logiczny (PLC). Jego oprogramowanie umożliwi właściwe sterowanie zintegrowaną tablicą zasilającą, które zapewnia ciągłość zasilania urządzeń odbiorczych podłączonych do tablicy rozdzielczej.

W przypadku powrotu napięcia w sieci rezerwowej następuje przełączenie na tą sieć i zatrzymanie agregatu, a po powrocie napięcia w sieci podstawowej następuje przełączenie na sieć o priorytecie najwyższym [4].



Rys. 10. Widok wnętrza Zintegrowanej Tablicy Zasilającej ZTZ z elementami automatyki oraz stojaka przetwornic Sp systemu SUZ-2M [4]

PODSUMOWANIE

W miarę postępu technicznego doskonalone są tradycyjne rozwiązania techniczne doprowadzania i zasilania urządzeń sterowania ruchem kolejowym oraz wdrażane są nowe technologie przy zaangażowaniu bardzo dużych środków finansowych.

Istnieje również wiele innych rozwiązań systemów zasilających bezprzerwowo urządzenia nastawcze srk, jak np.: System Zasilania Urządzeń stacyjnych typu SZUS (KZA Kraków), Modułowy Uniwersalny System Zasilania typu MUSZ-1E (KZAiT Poznań), czy wcześniejsza wersja Systemu urządzeń zasilających SUZ-MONAT, które w sposób nowoczesny (z wykorzystaniem nowych technologii komputerowo-informatycznych, sterowników programowalnych PLC) oraz bezpieczny zapewniają dostawę energii elektrycznej do poszczególnych obwodów sterowania ruchem kolejowym. Wszystkie

te systemy pracują zgodnie z przyjętymi wymaganiami, które narzucają, że stosuje się trzy niezależne źródła zasilania, w tym jedno zasadnicze i dwa rezerwowe. Przełączenie zasilania z sieci podstawowej na rezerwową odbywa się zawsze automatycznie za pomocą układu samoczynnego załączenia rezerwy SZR.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015.

BIBLIOGRAFIA

1. Dąbrowa-Bajon M.: *Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki*. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
2. Dyduch J.: *Innowacyjne systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2010.
3. Dyduch J., Kornaszewski M.: *Komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym*. Wydawnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego, Radom 2014.
4. Karta katalogowa wyrobu: *System urządzeń zasilających typu SUZ-2M*, MONAT Sp. z o.o., Gdańsk 2014.
5. Kornaszewski M.: *Systemy zasilania rezerwowego urządzeń sterowania ruchem kolejowym*. Logistyka Nr 6, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, Poznań 2010.
6. Kornaszewski M., Łukasik Z., Sadkowski P., Wojciechowski J.: *Wybrane problemy zasilania urządzeń srk w krajowym transporcie kolejowym*. Logistyka Nr 6, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.
7. Krakowskie Zakłady Automatyki: *System Zasilania Urządzeń Stacyjnych SRK typu ELZAS*, Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Kraków 2005.
8. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: *Wytyczne techniczne budowy urządzeń srk le-4 (WTB-E10)*. Warszawa 2014.
9. <http://www.kolejpedia.pl/infrastruktura/linia-zasilajaca-podstacje.html>
10. http://www.kza.krakow.pl/prod,systemy_zasilania_urzadzen_srk_5.htm
11. <http://www.kombud.com.pl/>

Power supply of station railway traffic control systems

The station railway traffic control devices must be provided with the uninterruptible power supply for the intended use. Even a temporary lack of the power supply can cause irreversible consequences. Their effects can be associated with the occurrence of adverse events involving trains or casualties in people. Therefore, there are three independent power sources intended for the railway traffic control devices including one basic and two reserve sources. The specific requirements for the power supply of these devices are presented in the technical guidelines for the railway traffic control devices construction Ie-4 (WTB-E10).

Autor:

dr hab. inż. **Mieczysław Kornaszewski**, prof. nadzw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Instytut Automatyki i Telematyki, Zakład Systemów Sterowania w Transporcie, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-88; Fax: + 48 48 361-77-42; m.kornaszewski@uthrad.pl