

Waldemar SZULC¹

UKŁADY ZASILAJĄCE SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA DLA POTRZEB TRANSPORTU

W niniejszym artykule zostały przedstawione wymagania stosowania układów zasilających w elektronicznych systemach bezpieczeństwa dla potrzeb transportu. Autor przedstawił również rzeczywiste rozwiązania najczęściej spotykane do zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa w szerokim kontekście z uwzględnieniem zasilania rezerwowego, które są zgodne z aktualnymi normami.

DEVICES SUPPLYING POWER FOR SECURITY SYSTEMS FOR TRANSPORTATION

In this article the author presents the requirements which have to be met by devices used to supply power for the security systems for transportation. The actual solutions most frequently used for electronic systems are presented. The reserve devices which are in agreement with the existing norms are also described.

1. WSTĘP

Każde urządzenie elektroniczne, do których zaliczamy wszystkie elektroniczne systemy bezpieczeństwa wymaga źródeł zasilania. „Mało odpowiedzialne” systemy elektroniczne (w tym i niektóre elektroniczne systemy bezpieczeństwa) mogą posiadać system zasilania o ograniczonych parametrach. Ze względu na szczególny charakter układów zasilających systemy bezpieczeństwa dla potrzeb transportu, muszą być one projektowane nadmiarowo oraz posiadać bardzo dobre parametry eksploatacyjno – niezawodnościowe. Mogą to być pojedyncze systemy zasilający (bez źródeł rezerwowych) w szczególnych przypadkach.. Elektroniczne systemy bezpieczeństwa wyższych klas (od III do IV) wymagają już źródeł zasilania o parametrach technicznych, które gwarantują niezawodną pracę. Są to najczęściej źródła dualne a więc zasilanie podstawowe (~230V AC) i rezerwowe (=12V DC lub =24V DC). Spotykane są również przypadki zasilania napięciem ~24V AC. Wróćmy jednak do genezy urządzeń zasilających. Urządzenie, którego zadaniem jest zamiana energii prądu zmiennego (w tym przemiennego) na prąd stały, nazywane jest zasilaczem napięcia stałego. Warto zastanowić się nad podstawowymi funkcjami jakie realizuje zasilacz. Będą to: transformacja napięcia zmiennego (w tym przemiennego) do

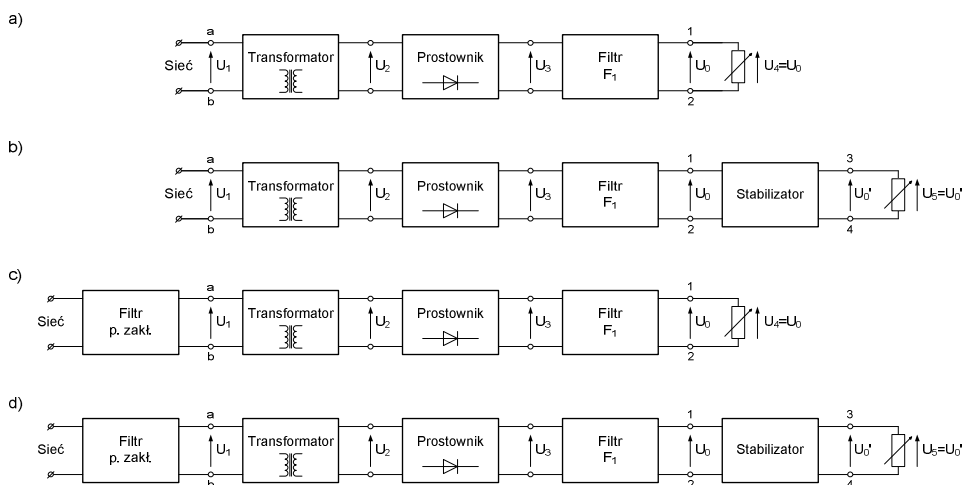
¹Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Wydział Informatyki Stosowanej, Polska, 03-772 Warszawa, ul. Kawęczyńska 36, tel. 22 5900829, e-mail: waldemar.szulc@mac.edu.pl

odpowiedniej wartości, prostowanie za pomocą różnych układów prostowniczych), filtracja (typy zależne od potrzeb) oraz stabilizacja (od parametrycznych układów począwszy po bardzo skomplikowane systemy kończąc). Trzeba jasno nadmienić, że nawet najbardziej złożony system bezpieczeństwa pozbawiony dobrego układu zasilającego nie spełnia swojej podstawowej funkcji jakim jest zapewnianie bezpieczeństwa. Często (z tego powodu) elektroniczny system bezpieczeństwa staje całkowicie niezdatny do dalszej eksploatacji. Dodatkowym wyzwaniem w poprawnej pracy zasilaczy stają się zakłócenia radioelektryczne, które przenikają do elektronicznych systemów bezpieczeństwa różnymi drogami również i poprzez układy zasilające. Tego typu zjawiska są wręcz powszechne tam gdzie istnieje trakcja elektryczna. Dla konstruktorów zasilaczy to bardzo poważne wyzwanie ale również i dla projektantów i wykonawców elektronicznych systemów bezpieczeństwa to zjawiska spędzające sen z powiek. Przyczyną występowania zakłóceń są naturalne zjawiska zachodzące w przyrodzie oraz efekty zamierzonej jak i niepożądanego działania człowieka. Źródła zakłóceń radioelektrycznych są wszechobecne. Występują one we wszystkich bez wyjątku środowiskach i obiektach. Charakter i intensywność zależy od wielu czynników. Bardzo ważne są również badania niezawodnościowo – eksploatacyjne nie tylko elektronicznych systemów bezpieczeństwa, ale również i urządzeń zasilających te systemy. Występują następujące typy zasilaczy (według PN-EN 50131). spotykane w elektronicznych systemach bezpieczeństwa:

- typ **A**: zasilacz podstawowy i zasilacz rezerwowy, który jest kontrolowany i doładowywany przez System Sygnalizacji Włamania i Napadu (np. zasilacz podstawowy – zasilanie z sieci prądem przemiennym o napięciu ~230V, zasilacz rezerwowy – akumulator doładowywany przez SSWiN),
- typ **B**: zasilacz podstawowy i zasilacz rezerwowy, który nie jest doładowywany przez System Sygnalizacji Włamania i Napadu (np. zasilacz podstawowy – zasilanie z sieci prądem przemiennym o napięciu ~230V, zasilacz rezerwowy – akumulator, który nie jest doładowywany),
- typ **C**: zasilacz podstawowy o skończonej pojemności (np. akumulator).

2. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA ZASILACZY O DZIAŁANIU CIĄGŁYM

Na rys. 1 przedstawiono podstawowe układy zasilaczy napięcia stałego, które są zakończone filtrem F_1 wraz z regulatorem obciążenia R_O (rys. 1a) lub nieco bardziej rozbudowane, gdy do punktów (1,2) został dołączony stabilizator napięcia (rys. 1b), na wyjściu którego (3,4) występuje napięcie U_O . W szczególnych przypadkach przed transformatorem stosuje się filtry przeciwzakłóceniami (rys. 1 c,d) najczęściej LC. Stosowanie filtrów tego typu wynika z problemu zakłóceń radioelektrycznych (tzw. kompatybilności elektromagnetycznej). Problematyka zakłóceń radioelektrycznych to bardzo ważne wyzwanie w elektronicznych systemach bezpieczeństwa. Mogą one wyzwać alarmy w sposób niekontrolowany. W procesach eksploatacyjnych elektronicznych systemów bezpieczeństwa to problem często spotykany i wymagający sporej wiedzy. Układy zasilaczy stosowanych w elektronicznych systemach bezpieczeństwa realizowanych dla potrzeb transportowych to zwykle zasilacze o działaniu ciągłym lub impulsowym. Ze względu na niebezpieczeństwo zakłóceń, zasilacze powinny być wyposażone w systemy filtracyjne zarówno po stronie wejściowej jak i wyjściowej. Blokowe układy takich zasilaczy przedstawiają rysunki: 1c i 1d.



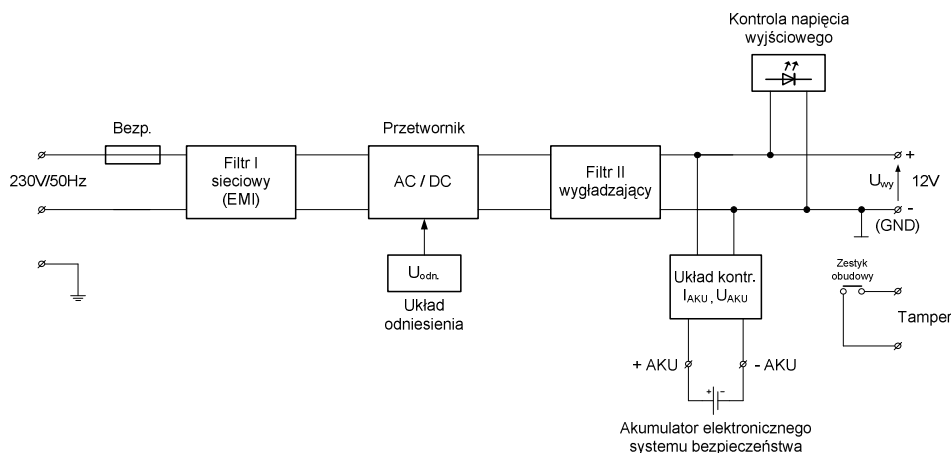
Rys. 1 Układy blokowe zasilaczy o działaniu ciągłym dla elektronicznych systemów bezpieczeństwa dla potrzeb transportu

Należy jednak pamiętać, że ze względów bezpieczeństwa, elektroniczne systemy bezpieczeństwa (Systemy Sygnalizacji Włamania i Napadu, Systemy Kontroli Dostępu, Systemy p. pożarowe, Systemy monitoringu wizyjnego) muszą być wyposażone w dualne źródło zasilania. Oba źródła zasilania: główne i rezerwowe, powinny być kontrolowane systemowo. Wynika to z przepisów normatywnych jak i badań eksploatacyjno-niezawodnościowych. Ocenę stanu zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa umożliwiają procedury diagnostyczne.

3. PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA UKŁADÓW ZASILAJĄCYCH SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA DLA POTRZEB TRANSPORTU

Wiodącym producentem w Polsce zasilaczy dla potrzeb elektronicznych systemów bezpieczeństwa jest Firma PULSAR, która opracowała ponad 150 typów rozwiązań. Na bazie wszystkich rozwiązań, wybrano trzy typy zasilaczy do zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa szczególnie nadających się dla potrzeb transportu. Zasilacze poddano testom eksploatacyjnym i badaniom niezawodnościowo-eksploatacyjnym w Zespole Laboratoriów Bezpieczeństwa w Wyższej Szkole Menedżerskiej na Wydziale Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa. Wyniki potwierdziły przydatność tych urządzeń do zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa dla potrzeb transportu. Na rys. 2 przedstawiono prosty zasilacz impulsowy z wykorzystaniem przetwornika AC/DC wyposażonego w filtr sieciowy wejściowy (EMI) dla eliminacji zakłóceń wejściowych. Zasilacz buforowy przeznaczony jest do „nieprzerwanego” zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa, które wymagają stabilizowanego napięcia; $U = 12V^{(+/- 15\%)}$. Badania laboratoryjne wykazały, że zasilacz dostarcza napięcia: $U = 13,4V$ do $13,8V$ a dla

pracy z buforowym źródłem zasilania (akumulator żelowy): $U = 10,8V$ do $13,8V$ i o wydajności prądowej $I = 7A$

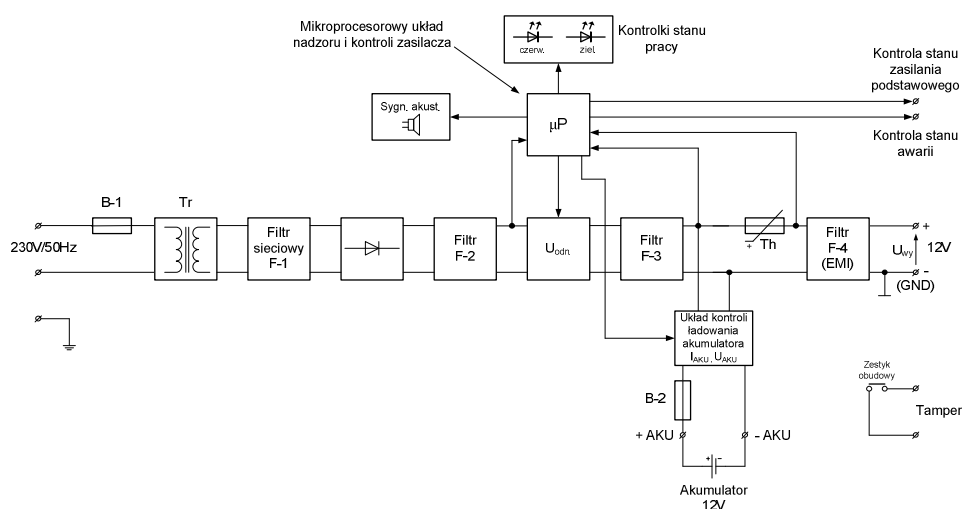


Rys. 2 Układ blokowy prostego zasilacza impulsowego wyposażonym w rezerwowe źródło zasilania

W przypadku zaniku napięcia zasadniczego (sieciowego), następuje natychmiastowe przełączenie na zasilanie rezerwowe (akumulatorowe). Konstrukcja zasilacza oparta jest o moduł zasilacza impulsowego o wysokiej sprawności energetycznej $\eta = 94\%$ z uwzględnieniem korekty współczynnika mocy (PFC). Zasilacz został wyposażony w wiele zabezpieczeń a mianowicie: przeciwzwarciove, przeciążeniowe, termiczne, nadnapięciowe. Układ zasilacza (choć prostego) umożliwia kontrolę automatycznego procesu ładowania i konserwacji źródła rezerwowego, wyposażony został w ochronę źródła rezerwowego przed nadmiernym rozładowaniem oraz odwrotną polaryzację podłączenia. Zasilacz tego typu został wyposażony w optyczną sygnalizację pracy (diody LED) informującą o aktualnym stanie pracy (kontrola napięcia wyjściowego). Wszystkie elektroniczne systemy bezpieczeństwa w tym również i zasilacze muszą być wyposażone w układ antysabotażowy (Tamper)

Kolejnym bardzo ciekawym rozwiązaniem jest zasilacz już o znacznej komplikacji układowej. Jest to zasilacz analogowy z nadzorem mikroprocesorowym. Zasilacz przedstawiony na rys. 3 jest zasilaczem stabilizowanym transformatorowym a więc o galwanicznej izolacji sieci zasilającej (między innymi względy bezpieczeństwa). Jego konstrukcja umożliwiła uzyskanie bardzo wysokiego współczynnika stabilizacji. Napięcie sieci $U_{zasil.} = 230V$, obniżane jest za pomocą transformatora, następnie starannie filtrowane filtrem sieciowym (EMI) dla eliminacji zakłóceń radioelektrycznych (filtr F1). Następnie napięcie wyjściowe po odpowiedniej obróbce jest prostowane poprzez układ prostownikowy i odfiltrowane filtrem dolnoprzepustowym (F2). Kolejny etap to stabilizacja napięcia. Napięcie wyjściowe (DC) korygowane jest w zależności od trybu pracy zasilacza a więc dotyczy fazy ładowania akumulatora i jego konserwacji. Jest również filtrowane i wygładzane filtrem F-3. Termiczna kontrola zasilacza jest realizowana

za pomocą elementu realizującego funkcję $R_{TH} = f(T)$ (termistor Th). Informacja o niebezpiecznych fluktuacjach temperaturowych jest wczytywana do mikroprocesora a ten (po analizie) reguluje pracę zasilacza. Ze względu na możliwość pojawienia się zakłóceń radioelektrycznych, układ zasilacza został wyposażony w kolejny filtr F-4 (EMI). Nad całością poprawnej pracy zasilacza czuwa układ mikroprocesorowy (μP). Układ mikroprocesorowy informuje i kontroluje stan zasilania podstawowego jak również posiada kontrolę stanu awarii.

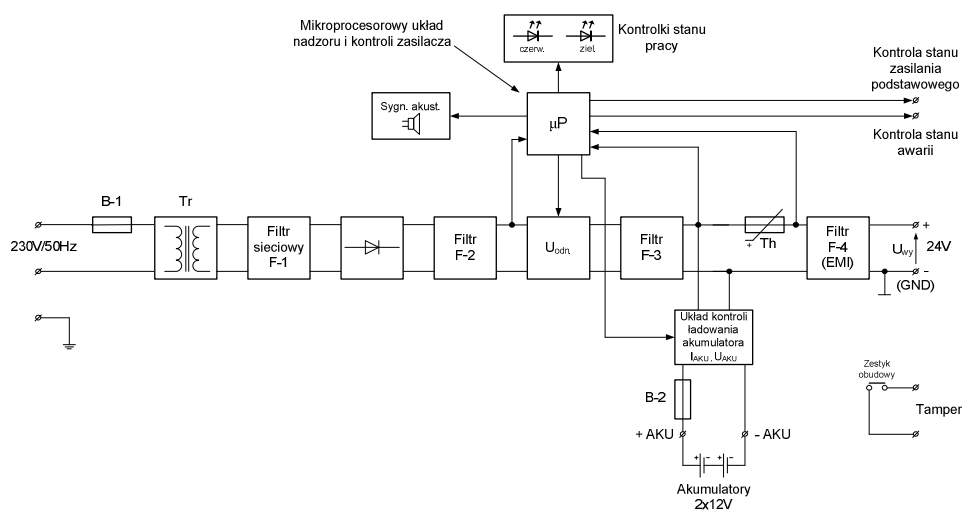


Rys. 3. Układ blokowy zasilacza wyposażonym w rezerwowe źródło $U = 12V(+/- 15\%)$ z mikroprocesorowym nadzorem pracy

Zasilacz buforowy przedstawiony na rys. 3 jest przeznaczony do nieprzerwanego zasilania elektronicznych urządzeń bezpieczeństwa, wymagających stabilizowanego napięcia $U = 12V(+/- 15\%)$. Badany zasilacz dostarcza napięcia $U_{wy} = 11,00 V$ do $13,8V$ (DC) o maksymalnej wydajności prądowej $I_{MAX} = 1,5 A$. Układ zasilacza umożliwia kontrolę automatycznego procesu ładowania i konserwacji źródła rezerwowego, wyposażony został w ochronę źródła rezerwowego przed nadmiernym rozładowaniem oraz odwrotną polaryzację podłączenia. W przypadku zaniku zasilania głównego (zasadniczego), następuje bezprzerwowe przełączenie układu na zasilanie rezerwowe (akumulator żelowy). Podczas pracy zasilacza na rezerwowym źródle (akumulatorze), system kontroluje napięcie akumulatora ($U = 12V$), jeśli chodzi o wartość minimalną tzn. gdy napięcie akumulatora osiągnie $10,0V$ (krytyczna wartość akumulatora). Tak zrealizowana opcja pracy chroni akumulatora przed trwałym uszkodzeniem. W przypadku powrotu głównego napięcia zasilania ($\sim 230V$), zasilacz wraca do pracy bezawaryjnej z opcją doładowania akumulatora i jego konserwacji. Zasilacz dodatkowo wyposażono w opcję sygnalizacji optycznej (diody LED), które sygnalizują stan awarii jak również stan zasilania (AC/DC). Dodatkowo stan awarii jest sygnalizowany w sposób akustyczny.

Wszystkie elektroniczne systemy bezpieczeństwa w tym również i zasilacze tego typu muszą być wyposażone w układ antysabotażowy (Tamper). Zasilacz tego typu posiada także wyjście techniczne: Zasilacze tego typu ze względu na bezpieczeństwo oraz dużą niezawodność idealnie nadają się do zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa (wymienionych powyżej) dla potrzeb transportu.

Do elektronicznych systemów bezpieczeństwa, które stosowane są w stacjonarnych lub ruchomych środkach transportowych zaliczane są systemy p.pożarowe oraz elementy wykonawcze (niektóre) kontroli dostępu. Tego typu elektroniczne systemy bezpieczeństwa zasilane są napięciem stałym $U = 24\text{ V}$. Na rys. 4 przedstawiony został układ zasilacza o napięciu wyjściowym $U_{WY} = 24V^{(+/- 15\%)}$. Zasada tego typu zasilacza jest identyczna jak zasilacza przedstawionego na rys. 3. Ważne jest znaczenie wszystkich czterech filtrów na bezawaryjną pracę zasilacza oraz elektronicznych urządzeń bezpieczeństwa dla potrzeb transportu



Rys. 4 Układ blokowy zasilacza wyposażonym w rezerwowe źródło $U = 24V(+/- 15\%)$ z mikroprocesorowym nadzorem pracy

Zastosowany w zasilaczu liniowy układ stabilizacyjny dostarcza napięcia o mniejszym poziomie szumów i znacznie krótszym czasie odpowiedzi na zakłócenia niż w przypadku stosowania układu impulsowego. Zasilacz dostarcza napięcia $U_{WY} = 22,00V$ do $27,6V$ a dla pracy akumulatorowej $U_{WY(BAT)} = 20,00V$ do $27,6V$ i o maksymalnej wydajności prądowej $I_{MAX} = 2,0A$. W przypadku zaniku zasilania głównego (zasadniczego), następuje bezprzerwowe przełączenie układu na zasilanie rezerwowe (akumulator żelowy). Zasilacz został wyposażony w systemy bezpieczeństwa: przeciwzwarciove, przeciążeniowe, termiczne, nadnapięciowe. Zasilacz przedstawiony na rys. 4 kontroluje automatycznie procesy ładowania i konserwacji akumulatorów (2x12V). Jest również wyposażony w dynamiczny test źródła rezerwowego jak również przed jego nadmiernym rozładowaniem (poniżej 10V/jednostkę). Zasilacz ten (podobnie jak i jego poprzednik) został wyposażony

w optyczną i akustyczną sygnalizację, która informuje o stanie pracy zasilacza (zasilanie i awarie). Zasilacz posiada wyjścia techniczne, które służą do zdalnej kontroli pracy. Zasada pracy powyżej przedstawionego zasilacza jest identyczna jak zasilacza przedstawionego na rys. 3. Jest również wyposażony w system ochrony antysabotażowej (TAMPER). Przedstawiony zasilacz dotyczy zasilania transportowych elektronicznych systemów bezpieczeństwa ze względu na jego zasilanie z ~230V. Urządzenia transportowe ruchome np. wagony pasażerskie wyposażone w system p. pożarowy posiadają nieco inną konstrukcję ze względu na brak napięcia przemiennego ~230V. Wymagane jest wtedy przetwornica DC/DC.

4. WNIOSKI

Problematyka zasilania elektronicznych systemów bezpieczeństwa dla potrzeb transportowych to poważne wyzwanie zważywszy warunki pracy tych urządzeń a więc warunki klimatyczne, środowiskowe, zakłócenia elektromagnetyczne oraz wpływ na urządzenia nadzorujące bezpieczeństwo transportu. W części wstępnej niniejszego artykułu zawarto ogólne informacje dotyczące budowy i zasad działania zasilaczy ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb w transportu. Podano także przykładowe rozwiązania zasilaczy spotykanych w praktycznych rozwiązaniach. Aby nie komplikować (na wstępie) układów zasilających, różne elektroniczne systemy bezpieczeństwa, autor nie opisał zasilaczy, które uwzględniają źródła rezerwowe zasilaczy. Naturalnie chodzi tu o tzw. buforowy system pracy źródeł zasilających. Praca źródeł zasilających w taki sposób wymaga sporej wiedzy dotyczących przepisów normatywnych, wiedzy o prawidłowym ładowaniu akumulatorów jako źródła rezerwowe. Zostały one opisane w p-cie 2 niniejszego opracowania. Problematyka ta wynika m.in. z tzw. bilansu energetycznego, kontroli pracy zasilaczy a więc ich zdatności lub niezdatności. Niezmiernie istotnym problemem jest ciągła kontrola źródeł rezerwowych aby w wyniku wadliwej eksploatacji nie doszło do ich trwałego uszkodzenia. Elektroniczne systemy bezpieczeństwa przeznaczone dla potrzeb transportu powinny charakteryzować się bezawaryjną pracą w procesach eksploatacyjnych. Nie powinny również stanowić zagrożenia dla układów sterowania ruchem kolejowym.

Według PN-EN 50131-1 należy stosować źródła rezerwowe w zasilaczach zasilających elektroniczne systemy bezpieczeństwa przeznaczone dla potrzeb transportowych:

- akumulatory o pojemnościach zapewniających 12h pracy w przypadku klasy zabezpieczenia 1 i 2 dla zasilacza typu A,
- akumulatory o pojemnościach zapewniających 60h pracy w przypadku klasy zabezpieczenia 3 i 4 dla zasilacza typu A,
- akumulatory o pojemnościach zapewniających 24h pracy w przypadku klasy zabezpieczenia 1 i 2 dla zasilacza typu B,
- akumulatory o pojemnościach zapewniających 120h pracy w przypadku klasy zabezpieczenia 3 i 4 dla zasilacza typu B,
- akumulatory o pojemnościach zapewniających 720h pracy w przypadku klasy zabezpieczenia 1, 2, 3 i 4 dla zasilacza typu C.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Dusza J., Gortat G., Leśniewski A.: *Podstawy Miernictwa*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2009.
- [2] Haase L.: *Zakłócenia w aparaturze elektronicznej*, Warszawa, Wyd. Radioelektronik 1995.
- [3] Horowitz P., Hill W.: *Sztuka Elektroniki*, tom 1, Warszawa, WKiŁ 2006.
- [4] Kaźmierowski P., Matysik J.: *Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2005.
- [5] Normy: PN-EN-50131-6, PN-EN 50131-1 Zasilacze, PN-E-08350-4:1997 Systemy pożarowe, Zasilacze, PN-EN 50132-7:2003 Systemy alarmowe. Systemy dozorowe CCTV w zastosowaniach dotyczących zabezpieczenia. Zalecenia dotyczące zastosowań.
- [6] PULSAR Materiały informacyjne (instrukcje obsługi i montażu).
- [7] Szulc W., Rosiński A.: *Badania własne „Zespół Laboratoriów Systemów Bezpieczeństwa”*. Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Wydział Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa, Zakład Bezpieczeństwa Obiektów i Informacji, Warszawa 2010.
- [8] Szulc W., Rosiński A.: *Wybrane zagadnienia z Elektroniki Cyfrowej dla Informatyków (część II cyfrowa)*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza WSM 2010.
- [9] Szulc W., Rosiński A.: *Wybrane zagadnienia z miernictwa i elektroniki dla informatyków (część I – analogowa)*, Warszawa, Oficyna Wydawnicza WSM 2008.