

Układy nastawcze zwrotnicowe z miniaturowymi przekaźnikami zabezpieczeniowymi

Marek BARTCZAK¹

Streszczenie

Urządzenia przekaźnikowe sterowania ruchem kolejowym są wykonywane z przekaźników, wytwarzanych przez głównych producentów tych urządzeń. Ponieważ te przekaźniki są trudno dostępne na rynku, producenci urządzeń sterowania ruchem kolejowym stosują często łatwo dostępne miniaturowe przekaźniki zabezpieczeniowe typu SF4 i H-464, zgodne z dokumentami normalizacyjnymi UIC736.

W artykule przedstawiono przekaźniki zabezpieczeniowe typu H-464 oraz opracowane z ich wykorzystaniem trójfazowe układy nastawiania zwrotnic współpracujące z przetwornikiem zwrotnicowym, stosowane w mechanicznych urządzeniach scentralizowanych z elektrycznym nastawianiem zwrotnic.

Słowa kluczowe: sterowanie ruchem kolejowym, nastawianie zwrotnic, przekaźnik zabezpieczeniowy

1. Wstęp

Obecnie, układy do elektrycznego nastawiania zwrotnic w urządzeniach mechanicznych scentralizowanych, eksploatowanych na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., są wykonywane głównie z przekaźników typu JRF. Przekaźniki te są małogabarytowymi przekaźnikami elektromagnetycznymi, przeznaczonymi do stosowania w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Przekaźniki typu JRF mają pewne zalety, do których zalicza się niewielki pobór mocy, małe wymiary i małą masę. Jednakże przekaźniki typu JRF są wytwarzane tylko przez producenta urządzeń sterowania ruchem kolejowym i wyłącznie na zamówienie, co znacznie wydłuża czas wykonania układów nastawczych. Z tego względu, niektórzy producenci urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk) podejmują prace nad układami nastawczymi zwrotnicowymi z wykorzystaniem przekaźników zabezpieczeniowych łatwo dostępnych na rynku i charakteryzujących się podobnymi parametrami technicznymi, jak przekaźniki typu JRF. Należą do nich między innymi przekaźniki typu SF4 (prod. NAIS Matsushita) i H-464 (prod. Hengstler GmbH), będące przekaźnikami zabezpieczeniowymi (ang. *safety relay*).

Celem artykułu jest przedstawienie opracowanych przez autora układów nastawczych zwrotnicowych

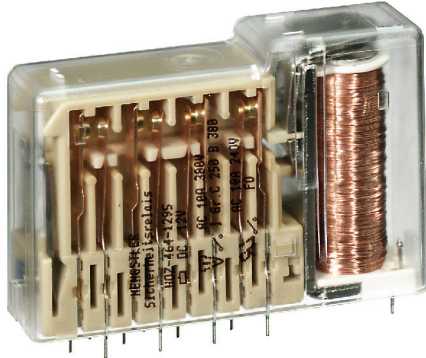
zbudowanych z przekaźników typu H-464, które są łatwo dostępne na rynku i spełniają wymagania stawiane kolejowym przekaźnikom zabezpieczeniowym. Opracowane układy są przeznaczone do nastawiania zwrotnic w urządzeniach mechanicznych scentralizowanych. Układy te różnią się między sobą przekaźnikami nastawczymi. W jednym z nich jako przekaźniki nastawcze zastosowano przekaźniki bistabilne jednozwojeniowe, w drugim zaś przekaźniki bistabilne dwuzwojeniowe.

2. Charakterystyka ogólna przekaźnika typu H-464

Przekaźniki typu H-464 [5] są miniaturowymi przekaźnikami zabezpieczeniowymi, odznaczającymi się dużą niezawodnością działania i małym zużyciem mocy podczas pracy. Przekaźniki te są wykonywane jako monostabilne i bistabilne (z podtrzymaniem magnetycznym kotwicy). Mogą one mieć 8 lub 10 zestyków wykonanych jako zwierne (czynne) i rozwiernie (bierne). Wersja ośmiozestykowa jest wyposażona w zestyki w następujących układach: 5F+3B, 6F+2B, 3F+5F, 4F+4B, 2F+6B, a dziesięciozestykowa ma zestyki o kombinacjach: 5F+5B, 6F+4B, 7F+ 3B

¹ Dr inż.: Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki; e-mail: m.bartczak@uthrad.pl.

i 8F+2B. Widok ogólny monostabilnego przekaźnika H-464 w wersji ośmiozestykowej jest przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1. Widok ogólny przekaźnika typu H-464 w wersji ośmiozestykowej [fot. Hengstler GmbH]

Styczki zestyków są wykonane ze stopu srebra i tlenku kadmu (AgCdO) lub srebra z tlenkiem cyny (AgSnO_2), a ich powierzchnia jest pokryta cienką warstwą złota. Odstęp pomiędzy rozwartymi styczkami jest większy niż 3 mm. Dla porównania, w przekaźniku JRF maksymalna przerwa pomiędzy styczką i kołkiem stykowym wynosi $2 \times 1,5$ mm [1].

Przekaźniki typu H-464 są produkowane na napięcie prądu stałego 6, 12, 24, 48, 60, 110 i 220 V. Maksymalna obciążalność prądowa zestyku przy włączaniu wynosi 10 A, a jego minimalne temperaturowe ciągłe obciążenie jest równe 5,1 A. Typowe wartości czasów działania przekaźnika typu H-464 wynoszą:

1. przy wzbudzeniu:
 - zestyk bierny – 22 ms,
 - zestyk czynny – 29 ms,
2. przy odwzbudzeniu:
 - zestyk czynny – 5 ms,
 - zestyk bierny – 7 ms.

Trwałość mechaniczna przekaźnika (bez obciążenia) jest większa od 10^7 zadziałań, a trwałość łączeniowa zestyków przy obciążeniu znamionowym, wynoszącym 2 A prądu stałego i 10 A prądu przemiennego przy napięciu 230 V jest większa od 10^5 zadziałań. Przekaźniki typu H-464 są osłonięte obudową wykonaną z przezroczystego tworzywa. Mogą być montowane na płycie drukowanej lub w gniazdach wtykowych, uniemożliwiających zamianę danego przekaźnika przy jego wymianie. Przekaźniki typu H-464 w wersji wtykowej są zabezpieczone przed wysuwaniem się z gniazda, podobnie jak przekaźniki typu JRF. Przekaźniki typu H-464 są przeznaczone do pracy w temperaturach otoczenia od -25°C do $+80^\circ\text{C}$. Zakresy temperatur pracy przekaźników typu H-464 i JRF są zbliżone. Dla przekaźników typu JRF zakres temperatur pracy wynosi od -40°C do $+70^\circ\text{C}$ [4].

Wymiary (długość \times wysokość \times szerokość) przekaźników typu H-464 w wersji ośmio- oraz dziesięciozestykowej wynoszą odpowiednio: $77,4 \times 48,6 \times 20,5$ mm i $87,4 \times 48,6 \times 20,5$ mm, natomiast ich masa wynosi 120 i 130 g. W celu porównania, wymiary przekaźnika typu JRF wtykowego, mającego obudowę z przezroczystego polistyrenu, są następujące: długość 114 mm, wysokość 80 mm i szerokość 40 mm, a jego masa jest równa 0,5 kg [1].

Przekaźniki typu H-464 są wykonane zgodnie z wytycznymi podanymi w UIC 736e [5]. Ponadto są one zgodne ze standardami IEC 61810-1 i UL 508.

3. Zasady działania przekaźników typu H-464

Zasada działania przekaźnika monostabilnego typu H-464 jest taka sama jak zasada działania przekaźników neutralnych (obojętnych) prądu stałego typu JRF. Przekaźnik monostabilny wzbudza się niezależnie od polaryzacji napięcia doprowadzonego do uzwojenia. Po wyłączeniu prądu w uzwojeniu, przekaźnik ten zwalnia swoją kotwicę.

Przekaźnik bistabilny typu H-464, podobnie jak przekaźniki z podtrzymaniem magnetycznym typu JRK i JRF, ma nawinięte na rdzeniu dwa uzwojenia, z których jedno służy do wzbudzania przekaźnika, drugie zaś jest przeznaczone do zwalniania jego kotwicy. Przekaźnik wzbudza się po doprowadzeniu napięcia do uzwojenia wzbudzającego. Po odłączeniu napięcia, kotwica przekaźnika pozostaje w położeniu przyciągniętym do rdzenia wskutek dużej pozostałości magnetycznej obwodu magnetycznego (rdzenia). Odwzbudzenie przekaźnika następuje w wyniku zasilenia uzwojenia odwzbudzającego, co prowadzi do neutralizacji pola magnetycznego powstałego przy wzbudzaniu przekaźnika.

W celu zapewnienia poprawnego działania przekaźnika bistabilnego typu H-464, napięcia zasilające jego uzwojenia nie mogą być podawane w sposób ciągły, przez określony czas w granicach 100÷1000 ms. Poza tym, oprócz włączenia zasilania jednego uzwojenia, należy odłączyć zasilanie drugiego uzwojenia.

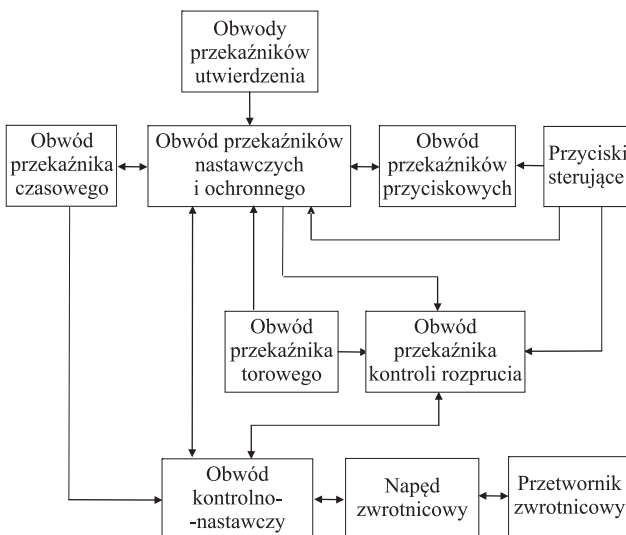
4. Trójfazowy układ nastawczy zwrotnicowy z przekaźnikami typu H-464

W opracowanych układach nastawczych zwrotnicowych z przekaźnikami typu H-464 można wyodrębnić następujące obwody:

- obwód przekaźników przyciskowych,
- obwód sterujący,

- obwód kontroli czasu przestawiania,
 - obwód kontrolny,
 - obwód nastawczy,
 - obwód kontroli rozprucia zwrotnicy
- oraz przyciski sterujące: zwrotnicowy, bocznikowania izolacji i kasowania sygnalizacji rozprucia zwrotnicy.

Przykładowo, na rysunku 2 przedstawiono schemat blokowy trójfazowego układu nastawczego zwrotnicowego z przekaźnikami typu H-464, współpracującego z przetwornikiem zwrotnicowym, znajdującym się w terenie, za napędem końcowym. Na tym rysunku jest pokazany również obieg sygnałów niezbędnych do prawidłowego działania układu.



Rys. 2. Schemat blokowy trójfazowego układu nastawczego zwrotnicowego z przekaźnikami typu H-464 [opracowanie własne]

Obwód przekaźników przyciskowych P+ i P-, w zależności od wersji układu, składa się z dwóch przekaźników monostabilnych typu H-464 lub przekaźników typu MY4 na napięcie 24 V, z czterema zestykami przełącznymi. Do każdego kierunku nastawiania zwrotnicy jest przyporządkowany jeden przekaźnik przyciskowy. Wzbudzenie przekaźnika przyciskowego następuje przez obsłużenie przycisku zwrotnicowego, a jego odwzbudzenie po przyciągnięciu kotwicy przez przekaźnik nastawczy. Włączone równolegle diody prostownicze powodują wydłużenie czasu odwzbudzenia tych przekaźników, zapewniając w ten sposób wymagany czas przepływu prądu w uzwojeniach przekaźników nastawczych.

Obwód sterujący zawiera dwa przekaźniki nastawcze N+ i N- oraz przekaźnik ochronny Or, podobnie jak obwód sterujący dotychczas stosowanego układu, opisanego w [2, 3]. Obwody te różnią się jednak między sobą, gdyż jako przekaźniki nastawcze, mogą być stosowane przekaźniki bistabilne jednowzwojeniowe

lub dwuwzwojeniowe, na napięcie – odpowiednio – 12 i 24 V. Działanie przekaźników bistabilnych jednowzwojeniowych zależy od określonej biegunowości napięcia zasilającego. Potrzebną liczbę zestyków tych przekaźników można zwiększyć przez zastosowanie powtarzaczy. W stanie zasadniczym obwód sterujący jest przerwany. Jeden z przekaźników nastawczych jest zawsze wzbudzony, w zależności od położenia, do którego była ostatnio przestawiana zwrotnica, przekaźnik ochronny zaś, niezależnie od położenia zwrotnicy, znajduje się w stanie odwzbudzonego.

Odwzbudzenie przekaźnika nastawczego następuje w wyniku podania napięcia zasilającego przez zestyk czynny przekaźnika przyciskowego pod warunkiem, że zwrotnica nie jest utwierdzona w przebiegu oraz nie jest zajęta przez tabor. Po przejściu przekaźnika nastawczego w stan odwzbudzonego zostaje przerwany obwód kontrolny i wzbudzony przekaźnik ochronny. Przekaźnik nastawczy wzbudza się po zamknięciu obwodu cewki wzbudzającej zestykiem czynnym przekaźnika kontroli czasu przestawiania.

Przekaźnik ochronny, w przeciwieństwie do analogicznego przekaźnika występującego w układzie przedstawionym w [2, 3], jest przekaźnikiem jednowzwojeniowym. Jest on połączony szeregowo z przekaźnikami nastawczymi, a także spełnia funkcję zabezpieczającą, polegającą na wykluczeniu możliwości przestawienia zwrotnicy z pominięciem zależności na skutek pojawienia się obcego napięcia w obwodzie sterującym. W razie pojawienia się obcego napięcia, przekaźnik ochronny nie wzbudzi się pomimo wzbudzenia przekaźnika przyciskowego oraz zwolnienia przekaźnika nastawczego i nie zamknie swoim zestykiem obwodu zasilania przekaźnika kontroli czasu przestawiania, co z kolei uniemożliwi przestawienie zwrotnicy także w przypadku, gdy jest ona utwierdzona w przebiegu lub gdy jest zajęta przez tabor.

Innym zadaniem przekaźnika ochronnego jest przełączenie, na czas przestawiania zwrotnicy, obwodu kontrolnego na obwód nastawczy. W trakcie przestawiania zwrotnicy przekaźnik jest zasilany z układu prostownika dołączonego do uzwojenia wtórnego transformatora, którego uzwojenie pierwotne jest włączone w obwód nastawczy. Obwody wzbudzenia i podtrzymania przekaźnika ochronnego są oddzielone za pomocą diod prostowniczych, w celu zapewnienia prawidłowego działania przekaźnika.

Obwód kontroli czasu przestawiania jest oparty na układzie czasowym 555, realizującym funkcję monowibratora. Przekaźnik czasowy PT, w porównaniu do analogicznego przekaźnika w układzie opisanym w [2], jest w stanie zasadniczym odwzbudzony. Kontrola wzbudzenia przekaźnika czasowego jest realizowana w obwodzie wzbudzenia przekaźników nastawczych oraz w obwodzie nastawczym, kontrola odwzbudzenia zaś, w obwodzie kontroli położenia

zwrotnicy. Czas podtrzymania przełącznika czasowego w stanie wzbudzonej zależy od wartości rezystancji rezystora i pojemności kondensatora, dołączonych do układu 555. Wartości te są dobrane w taki sposób, aby maksymalny czas przestawiania zwrotnic sprzężonych wynosił około 14 s. W przypadku zastosowania przedstawionego układu do nastawiania zwrotnic pojedynczych o maksymalnym czasie przestawiania około 7 s, wystarczy wykonać odpowiednio połączenie, w celu dołączenia do rezystora układu RC, rezystora bocznikującego.

Obwód kontrolny zawiera przełączniki kontroli położenia zasadniczego Kn^+ i przełożonego Kn^- i nie różni się od obwodu kontrolnego w układzie opisanym w [2]. Składa się on z dwóch części: zmiennoprądowej i stałoprądowej. Część zmiennoprądowa jest zasilana napięciem przemiennym o wartości około 115 V, uzyskiwanym z uzwojenia wtórnego transformatora. Po wyprostowaniu w przetworniku zwrotnicowym, napięcie to jest wykorzystywane do zasilania części stałoprądowej; wartość napięcia stałego wynosi około 30 V.

Obwód kontrolny jest zamknięty, gdy zwrotnica znajduje się w położeniu krańcowym (zasadniczym lub przełożonym). W obwodzie tym jest kontrolowany stan wszystkich przewodów połączeniowych, stan uzwojeń silnika, położenie zestyków napędu oraz stany przełączników nastawczych, ochronnych i przełącznika kontroli rozprucia zwrotnicy. Prawidłowy stan elementów tego obwodu warunkuje wzbudzenie właściwego przełącznika kontroli położenia zwrotnicy.

Jako przełączniki kontroli położenia zwrotnicy można zastosować także spolaryzowane przełączniki monostabilne typu SF4 firmy NAIS Matsushita, które spełniają wymagania dokumentu UIC736i [6]. Zasada działania tych przełączników jest taka sama, jak zasada działania przełączników spolaryzowanych prądu stałego typu JRK, stosowanych w urządzeniach E i PB. Przełącznik spolaryzowany wzbudza się po doprowadzeniu do jego uzwojenia napięcia o określonej polaryzacji. Po wyłączeniu prądu w uzwojeniu, przełącznik ten zwalnia swoją kotwicę. Podanie na cewkę napięcia o polaryzacji przeciwnej nie powoduje wzbudzenia przełącznika.

Obwód nastawczy jest taki sam, jak w układzie przedstawionym w [2, 3]. Zamknięcie tego obwodu jest realizowane zestykami wzbudzonego przełącznika nastawczego. Po przestawieniu zwrotnicy, obwód nastawczy jest przerywany zestykami napędu. Przełączenie obwodu z nastawczego na kontrolny realizują zestyki odwzbudzonego przełącznika ochronnego.

Obwód kontroli rozprucia rejestruje fakt rozprucia zwrotnicy przez tabor. W stanie zasadniczym przełącznik kontroli rozprucia Kr jest wzbudzony. Zestyk czynny tego przełącznika jest włączony w obwód kontrolny. Odwzbudzenie przełącznika kontroli roz-

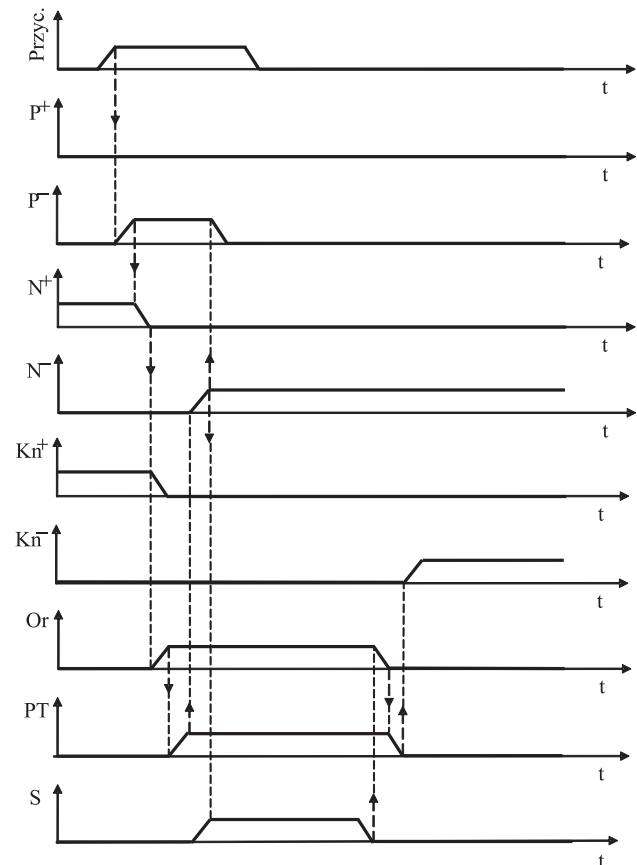
prucia jest uwarunkowane stanem biernym obu przełączników kontroli położenia zwrotnicy i jednocześnie przełącznika torowego odcinka zwrotnicowego. Odwzbudzony przełącznik kontroli rozprucia włącza swoim zestykiem sygnalizację rozprucia zwrotnicy.

Przy nastawianiu zwrotnicy z położenia zasadniczego w przełożone, kolejność działania przełączników jest następująca:

$P^+ \uparrow, N^+ \downarrow, Kn^+ \downarrow, Or \uparrow, PT \uparrow, N^- \uparrow$, przestawianie zwrotnicy, $P^- \downarrow, Or \downarrow, PT \downarrow, Kn^- \uparrow$,

gdzie \uparrow oznacza wzbudzenie, a \downarrow odwzbudzenie danego przełącznika.

Harmonogram pracy przełączników przy przestawianiu zwrotnicy w położenie przełożone jest przedstawiony na rysunku 3.



Rys. 3. Harmonogram pracy przełączników układu przy przestawianiu zwrotnicy w położenie przełożone, S – silnik napędu [opracowanie własne]

5. Zakończenie

Opracowane układy nastawcze zwrotnicowe z przełącznikami typu H-464 można włączyć w miejsce dotychczas stosowanych układów trójfazowych o oznaczeniu fabrycznym N86 i N86F, współpracujących

z przetwornikami zwrotnicowymi. Mogą one współpracować z uniwersalnymi zamkami elektromagnetycznymi typu UZE-1 i UZE-2, stosowanymi w urządzeniach mechanicznych scentralizowanych. Można je przystosować także do współpracy z napędami jednofazowymi i klasycznymi napędami trójfazowymi w wersji cztero- i sześcioprzewodowej, co umożliwia ich stosowanie w różnych systemach elektrycznych sterowania ruchem kolejowym, eksploatowanych na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S. A.

Układy te charakteryzują się cechą *fail-safe* – małym zużyciem mocy, małymi wymiarami oraz niewielką masą. Zamiast przekaźnika ochronnego dwuuzwojeniowego zastosowano w nich przekaźnik ochronny jednouzwojeniowy. Oprócz podstawowych obwodów elektrycznych, zawierają one dodatkowo obwód przekaźników przyciskowych. Impuls zasilający przekaźniki bistabilne nie jest generowany za pomocą mikrokontrolera. W celu wydłużenia trwałości

styczek zestyków przekaźnika ochronnego, włączenie prądu nastawczego może być realizowane przez traki.

Literatura

1. Miksza E., Olendrzyński W., Zubkow A.: *Zblokowany system sterowania ruchem kolejowym na stacjach typu IZH 111*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1979, s. 19–22.
2. Mościcki Z.: *Trójfazowy zwrotnicowy układ nastawczy*, Automatyka Kolejowa 8/1987, s. 169–172.
3. Mościcki Z.: *Elektryczna centralizacja zwrotnic w urządzeniach mechanicznych*, Automatyka Kolejowa 3/1990, s. 39–41.
4. Przekazniki JRF i ERF, Karta katalogowa firmy ABB Signal.
5. Safety Relay H-464, Technical Data, HENGSTLER Relay catalogue.
6. SF4 Relay, Karta katalogowa firmy NAIS Matsushita.