

Mikroprocesorowy układ sterowania systemami hamulców dla zespołów trakcyjnych

W artykule przedstawiono ogólny opis nowego, oryginalnego układu sterowania systemami hamulców dla zespołów trakcyjnych, oraz zakres prac badawczych i wdrożeń tego układu. Podano również poziom innowacyjności układu oraz korzyści możliwe do osiągnięcia przy jego zastosowaniu. Artykuł powstał w wyniku realizacji wieloletnich prac własnych Instytutu nad układami hamulca, oraz projektów badawczych nr 9T12C 01018 i nr 4T12C 01530 finansowanych przez Komitet Badań Naukowych.

1. Wstęp

W przewozach osobowych w aglomeracjach miejskich (SKM, Metro), podmiejskich, jak i w przewozach z dużymi prędkościami typu Intercity pomiędzy dużymi aglomeracjami coraz większe znaczenie będą miały różnego typu zespoły trakcyjne, które posiadają wiele rozbudowanych układów hamulcowych o różnorodnej strukturze (układy pneumatyczne, elektryczne, hydrauliczne i mechaniczne hamulca). Ze względów funkcjonalnych i strukturalnych muszą ze sobą automatycznie współdziałać oraz być zarządzane w prosty i bezpieczny sposób przez prowadzącego pojazd. Stosowane dotychczas w Polsce systemy sterowania tylko pneumatycznego lub elektropneumatycznego, uniemożliwiają realizację tak złożonych układów. Te nowe zadania realizuje opracowany w IPS „TABOR” mikroprocesorowy układ sterowania systemami hamulca dla zespołów trakcyjnych. Istotne nowe elementy tego układu podlegają ochronie własności przemysłowej i zostały zgłoszone do opatentowania [1,2,3 i 4].

Opracowany układ może zarządzać i sterować następującymi systemami:

- hamulcem podstawowym pneumatycznym, zgodnym z międzynarodowymi przepisami UIC
- hamulcem elektropneumatycznym typu bezpośredniego
- hamulcem elektrodynamicznym
- hamulcem szynowym magnetycznym
- hamulcem parkingowym
- hamulcem postojowym sprężynowym
- współpracą w/w systemów hamulcowych, a szczególnie hamulca elektrodynamicznego z hamulcami ciernymi, sterowanymi elektropneumatycznie w zakresie wagonów napędnych i tocznych
- hamowaniem podczas utrzymywania prędkości zadanej, lub hamowania pociągu na cel
- hamowaniem nagłym podczas samoczynnego hamowania pociągu (SHP), lub zatrzymywania pociągów na sygnał radiowy (Radio-stop)

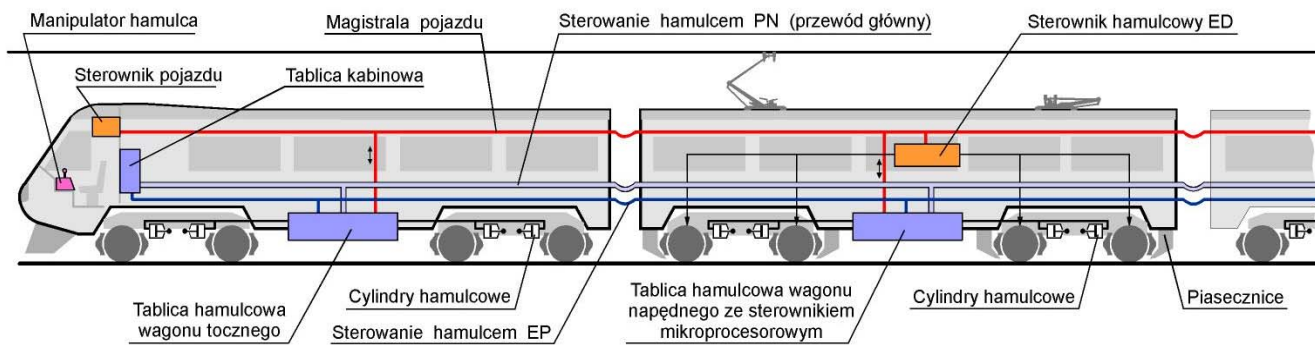
- hamowaniem służbowym podczas zdalnego sterowania ruchem pociągu (KHP, lub automatyczne prowadzenie pociągów)
- hamulcem bezpieczeństwa z możliwością jego „mostkowania” przez maszynistę
- piaskowaniem
- układem przeciwpoślizgowym podczas hamowania i rozruchu (z funkcją automatycznego piaskowania) itp.

2. Ogólny opis układu

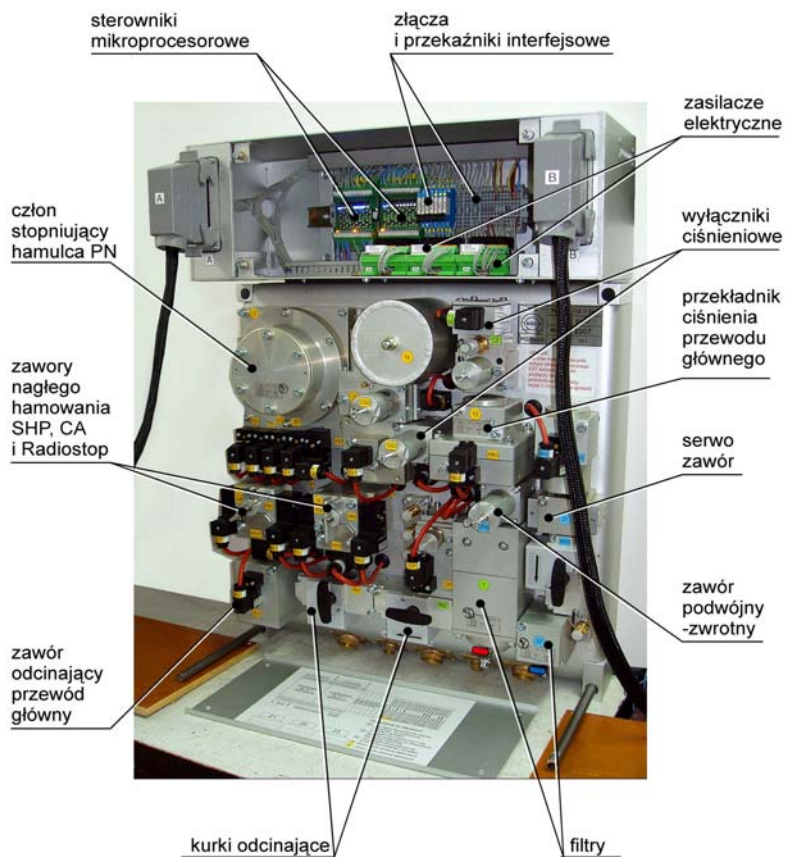
Przykładowy ogólny układ ideowy mikroprocesorowego sterowania hamulcami zespołu trakcyjnego przedstawiono na rys.1, gdzie pokazano dwa pierwsze wagony ezt. Mikroprocesorowy układ sterowania systemami hamulca dla zespołów trakcyjnych składa się z elektrycznych manipulatorów i nastawników hamulca zabudowanych w pulpicie maszynisty, oraz zintegrowanych na tablicach hamulcowych kabinowych (rys.2) i na tablicach hamulcowych wagonowych (rys.3) aparatów pneumatycznych, mechaniczno-pneumatycznych, elektrycznych, elektropneumatycznych, oraz oprogramowanych w IPS „TABOR” sterowników mikroprocesorowych.

Sterowniki mikroprocesorowe układu hamulca są powiązane ze sterownikami pojazdu i napędu ezt poprzez magistralę danych CAN, dzięki czemu możliwe jest sterowanie hamulcem elektrodynamicznym, umożliwiające wykorzystanie w pełni jego możliwości, oraz ograniczenie pracy hamulca ciernego do niezbędnego minimum na poziomie całego ezt. Poprzez magistralę danych CAN przekazywane są również dane diagnostyczne układu hamulca do układu diagnostycznego całego pojazdu, realizowanego przez sterownik pojazdu.

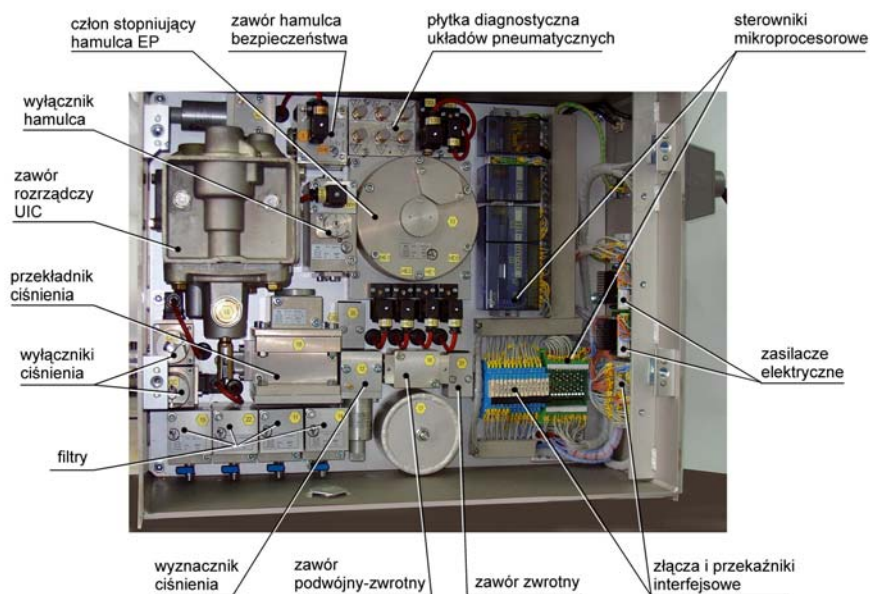
Opracowany układ sterowania zapewnia wymagany poziom bezpieczeństwa i redundancji zastosowanych na ezt systemów hamowania, zgodnie z obowiązującymi normami krajowymi i międzynarodowymi (wymagania Międzynarodowego Związku Kolejowego UIC, oraz europejskich i polskich norm kolejowych).



Rys.1 Ogólny układ ideowy mikroprocesorowego sterowania hamulcami ezt



Rys.2 Kabinowa tablica hamulcowa



Rys.3 Wagonowa tablica hamulcowa

Dzięki zastosowaniu mikroprocesorowego sterowania, układ jest mobilnym systemem i zapewnia możliwość rozszerzeń i modyfikacji o nowe funkcje, które mogą być wymagane w przyszłości. Opracowany układ w swojej względnej prostocie sprzętowej i złożonym, ale mobilnym oprogramowaniu, umożliwia elastyczny dobór współdziałania wielu systemów hamulca i innych pneumatycznych układów zespołów trakcyjnych w zależności od ich indywidualnej charakterystyki i różnych wymagań stawianych takim układom co do zakresu ich stosowania, czy indywidualnych wymagań klienta (przewoźnika). Zastosowany może być w dowolnym zespole trakcyjnym spalinyowym lub elektrycznym, poczynając od niewielkich pojazdów typu autobus szynowy, poprzez zespoły trakcyjne miejskie (metro, SKM), aż po zespoły trakcyjne na duże prędkości jazdy. Podobne układy stosowane są już w Europie. Opracowany system jest pierwszym tego rodzaju w Polsce rodzimym systemem dla układów hamulcowych pojazdów szynowych, wdrożonym już do produkcji i eksploatacji.

3. Prace badawczo – rozwojowe i wdrożeniowe

Przedstawiony układ sterowania hamulcami powstał w ramach prac własnych IPS „TABOR” i projektów badawczych, finansowanych przez:

- Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, projekt nr 9T12C 01018 pt. „Opracowanie i wybór na podstawie badań systemu mikroprocesorowego sterowania wielosystemowymi układami hamulców pojazdów szynowych”
- Ministerstwo Edukacji i Nauki, projekt nr 4T12C 01530 pt. „Mechatroniczny system współdziałania wielu układów hamulca zespołów trakcyjnych”.

Na podstawie uzyskanych wyników prowadzonych prac naukowych, IPS „TABOR” opracował pełną dokumentację produkcyjną systemu i wdrożył ją do produkcji w swoim Zakładzie Prototypów.

W związku z zapotrzebowaniem polskiego przemysłu taboru kolejowego i na jego zamówienie, przedstawiony układ sterowania wieloma systemami hamulców i ich współdziałania został zrealizowany:

- w ezt 15WE produkcji Pesa Bydgoszcz (oznaczenie kolejowe ED59), który jest dopuszczony do ruchu i od roku jest z powodzeniem eksploatowany przez PKP Przewozy Regionalne w Łodzi
- w dwu modernizowanych przez ZNTK Mińsk Mazowiecki ezt 6WEc (oznaczenie kolejowe EW60) dla Kolei Mazowieckich, przekazanych do ruchu w połowie 2007 r.
- w dwu modernizowanych przez ZNTK Mińsk Mazowiecki ezt EN57 dla Kolei Mazowieckich (planowane oddanie do eksploatacji w drugiej połowie 2007 r.)

- w czterech modernizowanych przez ZNTK Mińsk Mazowiecki ezt EN57 dla SKM Gdynia (planowane oddanie do eksploatacji w drugiej połowie 2007 r.).

4. Poziom innowacyjności układu i korzyści możliwe do osiągnięcia

Opracowany mikroprocesorowy układ sterowania nie różni się poziomem technicznym od tego typu układów produkowanych przez wiodące europejskie firmy hamulcowe takie jak Faiveley czy Knorr-Bremse. Jest inteligentnym przemysłowym systemem sterowania i zarządzania hamulcami na poziomie całego pojazdu trakcyjnego, zapewniającym integrację i współpracę wielu układów hamulcowych takiego pojazdu.

Dzięki temu osiąga się następujące korzyści:

- automatyczne i bezpieczne zarządzanie wieloma systemami hamulcowymi pojazdu wielocłonowego
- poprawę poziomu bezpieczeństwa jazdy ze względu na możliwość automatycznego wykorzystania różnych rodzajów hamulców, samoczynnego ich uzupełniania się lub zastępowania i wielopoziomą redundancję sterowania hamulcami, oraz prostego zarządzania złożonym układem hamulca zespołu trakcyjnego jednym manipulatorem przez maszynistę
- uproszczenie sprzętowych układów hamulcowych i równoczesne zapewnienie możliwości elastycznych zmian w układzie, jedynie poprzez zmianę oprogramowania układu, w zależności od zakresu zastosowania czy wymagań przewoźnika
- zmniejszenie kosztów eksploatacji pojazdu poprzez zmniejszenie zużycia kół oraz wstawek hamulcowych lub okładzin ciernych, na skutek przejścia istotnej części energii pojazdu przez hamulce dynamiczne, inteligentnie współpracujące ze wszystkimi hamulcami wagonów w zespole trakcyjnym w możliwie największym zakresie parametrów eksploatacyjnych
- zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska na skutek istotnego ograniczenia zużycia par ciernych tradycyjnego hamulca pojazdów
- oszczędności wynikające z możliwości wprowadzenia hamowania elektrodynamicznego z odzyskiem energii
- umożliwienie sterowania hamulcami wielocłonowego pojazdu w układzie prędkości zadanej i hamowania na cel w całym zakresie zmienności parametrów eksploatacyjnych.

W opracowanym układzie wykorzystano rozwiązania wg zgłoszeń patentowych IPS „TABOR” w zakresie: układu sterowania bezpośrednim hamulcem elektropneumatycznym [1], układu mechanicznego przedkładnika ciśnienia z automatyczną zmianą hamowności w funkcji ładunku [2], układu zaworów podwójnie

zwrotnych [3], oraz kulowych kurków odcinających [4].

5. Zakończenie

Ze względu na wieloletnie opóźnienia rozwojowo-produkcyjne w Polsce w zakresie nowoczesnego taboru szynowego, istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na nowe zespoły trakcyjne, poczynając od niewielkich pojazdów typu autobus szynowy, poprzez zespoły trakcyjne miejskie (metro, SKM), aż po zespoły trakcyjne do ruchu podmiejskiego i dalekobieżnego na średnie i duże prędkości jazdy. We wszystkich tych pojazdach mogą znaleźć zastosowanie opracowane w IPS „TABOR” nowoczesne układy sterowania hamulcami. Przewiduje się również duże zapotrzebowanie na tego typu układy w modernizowanych zespołach trakcyjnych starszego typu (np. już zrealizowane modernizacje EW60 czy EN57).

Na bazie prowadzonych prac badawczo-rozwojowych i na podstawie opracowanej własnej technologii wytwarzania, została uruchomiona w IPS „TABOR” produkcja takich układów.

Układ został zaprezentowany na Międzynarodowych Targach Poznańskich: Innowacje, Technologie, Maszyny (ITM 2007) i uzyskał złoty medal w kategorii „Transfer wyników badań naukowych do praktyki gospodarczej”.

Literatura

- [1] Kaluba M., Maluśkiewicz M.: *“Układ sterowania pneumatycznym hamulcem zespolonym i hamulcem elektropneumatycznym typu bezpośredniego, zwłaszcza dla pojazdów szynowych”*; zgłoszenie patentowe nr P-357913.
- [2] Kaluba M.: *“Układ mechaniczny sterowania zaworkiem napełniającym i luzującym cylinder hamulcowy pojazdu szynowego”*; zgłoszenie patentowe nr P-380009.
- [3] Kaluba M.: *„Zawór podwójnie zwrotny”*; zgłoszenie patentowe nr P-380465.
- [4] Kaluba M.: *„Kulowy kurek odcinający, zwłaszcza do układów pneumatycznych pojazdu”*; zgłoszenie patentowe nr P-380782.