

Tomasz **MACHOCZEK**
Tomasz **CZAPLA**

UKŁAD HAMULCOWY GĄSIENICOWEGO POJAZDU AUTONOMICZNEGO

Streszczenie. W artykule zaprezentowano propozycję modyfikacji pneumatycznego układu hamulcowego pojazdu gąsienicowego, w którym wykorzystano proporcjonalne zawory sterujące ciśnieniem czynnika roboczego. Komunikacja pomiędzy głównym sterownikiem, a zaworami proporcjonalnymi realizowana jest poprzez wykorzystanie sieci CAN. Możliwe są trzy tryby pracy układu: autonomiczny, ze zdalnym sterowaniem oraz manualny. Modernizacja układu hamulcowego była częścią projektu mającego na celu zbudowanie demonstratora technologii uniwersalnej autonomicznej platformy gąsienicowej do zadań logistycznych i bojowych. Pojazdem bazowym we wspomnianym projekcie było podwozie haubicy samobieżnej 2S1 Goździk.

Słowa kluczowe: pojazd gąsienicowy, układ hamulcowy, modernizacja układu hamulcowego.

1. WSTĘP

Pojazd gąsienicowy, którego układ hamulcowy jest zaprezentowany w niniejszym artykule, jest modyfikacją podwozia haubicy samobieżnej 2S1. W celu demonstracji możliwości wynikających z zastosowania hybrydowego układu napędowego, pojazd wyposażono w układ umożliwiający jazdę w trybie autonomicznym. Pojazd gąsienicowy wyposażony jest w napęd hybrydowy spalinowo-elektryczny.

Podstawowe dane techniczne:

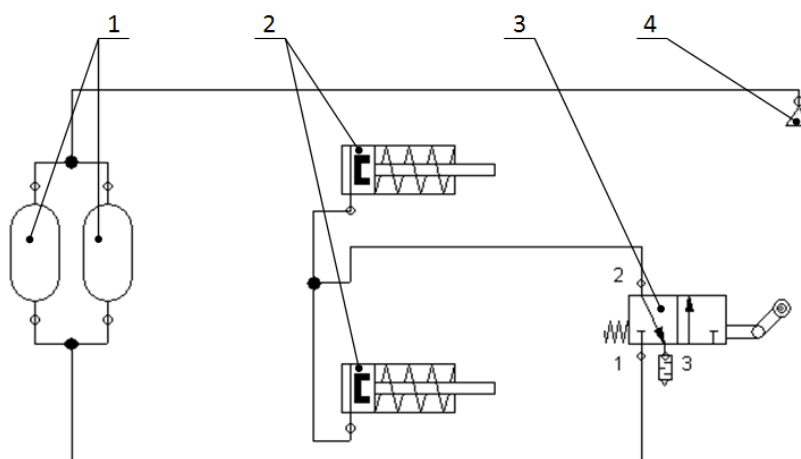
- masa całkowita 15 000 kg,
- prędkość maksymalna: ponad 70 km/h.

Połączenie układu sterowania z układem napędowym, zespołem czujników trakcyjnych oraz układem hamulcowym, oparte na sieci CAN umożliwiło realizację bezzałogowego trybu jazdy ciężkiego pojazdu gąsienicowego.

2. CHARAKTERYSTYKA UKŁADU HAMULCOWEGO POJAZDU AUTONOMICZNEGO

2.1. Informacje ogólne

Zadaniem każdego układu hamulcowego jest zmniejszenie prędkości, zatrzymanie lub utrzymanie pojazdu w stanie spoczynku. Układ hamulcowy jest zespołem elementów tworzących mechanizm hamujący, podukład uruchamiający hamulce oraz podukład regulacji poślizgu. Mechanizm hamujący jest częścią układu, która bezpośrednio generuje siły tarcia przeciwdziałające ruchowi lub zapewnia unieruchomienie pojazdu.

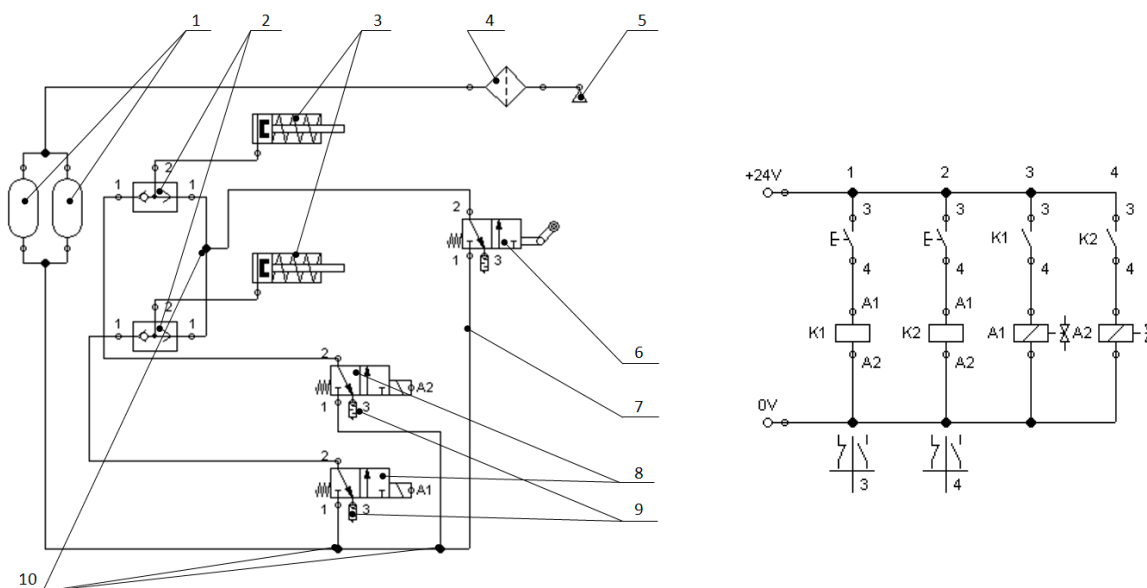


Rys.1. Schemat autonomicznego układu przed modernizacją

Schemat układu hamulcowego przed modyfikacją przedstawiono na rys.1. Sprężone przez kompresor (4) powietrze magazynowane jest w akumulatorach gazowych (1), połączonych z zaworem proporcjonalnym ciśnienia (3) sprzęgniętym z pedałem hamulca. Na tłoki siłowników membranowych (2) podawane jest ciśnienie, którego wielkość zależy od wychylenia pedału hamulca. Siłowniki membranowe odpowiedzialne są za zaciskanie taśm na bębnach hamulców umieszczonych w sąsiedztwie przekładni bocznych.

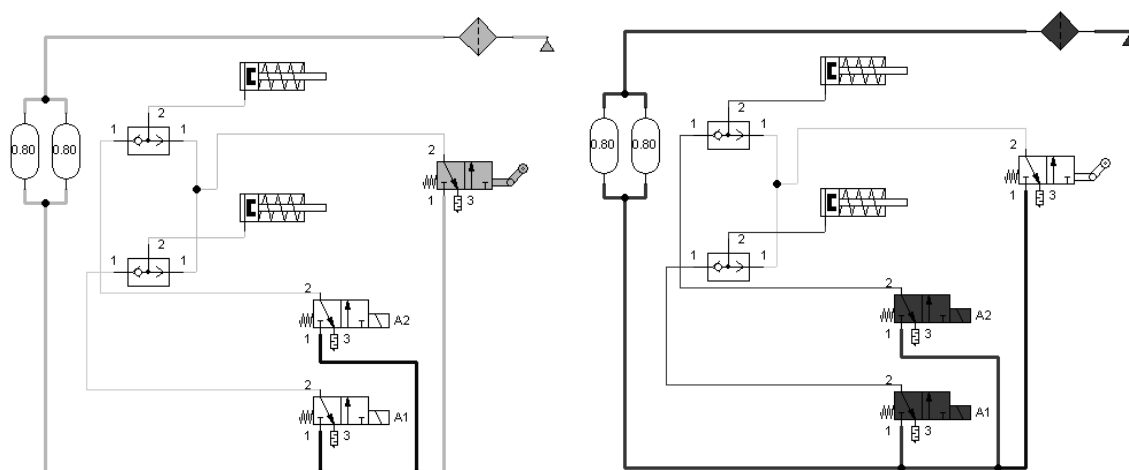
2.2. Modernizacja

Modernizacja dotychczas stosowanego układu hamulcowego pojazdu gąsienicowego ma na celu umożliwienie autonomicznego sterowania siłą hamowania. Sprowadza się ona do umieszczenia w pierwotnie istniejącym układzie pneumatycznym, zaworów proporcjonalnych ciśnienia. Zawory te mają za zadanie sterowanie siłą elementów wykonawczych, tj. siłowników membranowych poprzez odpowiednie ustalenie wartości natężenia prądu. Schemat proponowanej modyfikacji przedstawia rys.2.



Rys. 2. Schemat autonomicznego układu hamulcowego z elektrycznym schematem zasilania zaworów proporcjonalnych ciśnienia

Struktura tego układu opiera się na dwóch zasadniczych elementach. Pierwszym z nich jest zawór proporcjonalny ciśnienia (8), którego zadaniem jest ustalanie wartości ciśnienia działającego na tłok siłownika. Drugi element to pneumatyczna jednostka logiczna (2), pozwalająca na oddzielenie gałęzi sterowania manualnego od gałęzi sterowania autonomicznego. Dodatkowo na wyjściu z jednostki zasilającej (kompresora) wstawiono element przygotowania powietrza – filtr (4).



Rys.3. Schematy gałęzi sterowania manualnego (z lewej strony) oraz autonomicznego (z prawej strony)

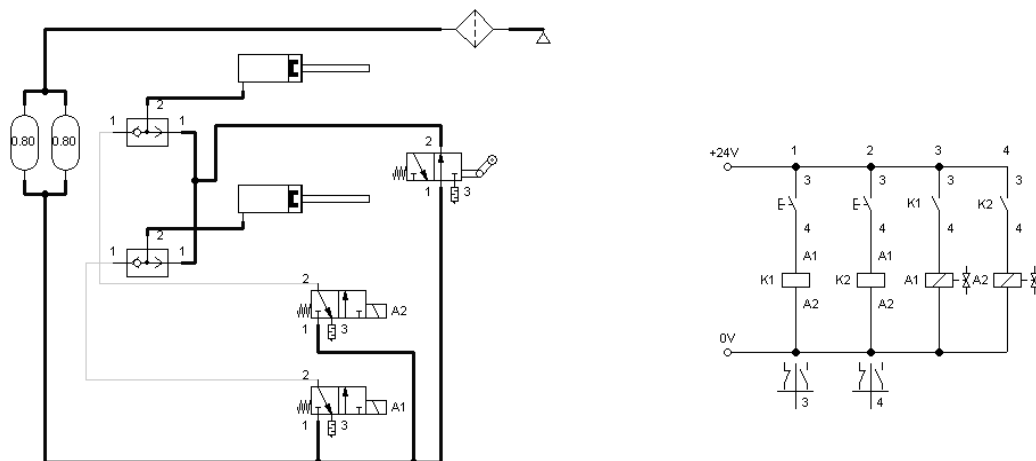
2.3. Zasada działania

Sterowanie prezentowanym układem hamulcowym może odbywać się w sposób tradycyjny (ręczna obsługa przez kierowcę) lub autonomicznie (w oparciu o czujniki, tj. radar – lidar, dalmierze laserowe itp. oraz odpowiedni algorytm sterowania). Ciśnienie generowane w kompresorze (0,6 – 0,79 MPa) podawane jest na akumulatory gazowe o pojemności 43 litrów i równocześnie na wejście serwowalora (6) oraz wejścia zaworów proporcjonalnych ciśnienia (8). W zależności od trybu pracy, sterowanie siłą hamowania odbywa się za pośrednictwem zaworu (6) lub (8). Wykluczony jest wariant równoczesnej pracy w dwóch trybach. Warunkuje to pneumatyczny element logiczny – funkcja OR (funkcja „LUB”).

2.4. Tryby pracy

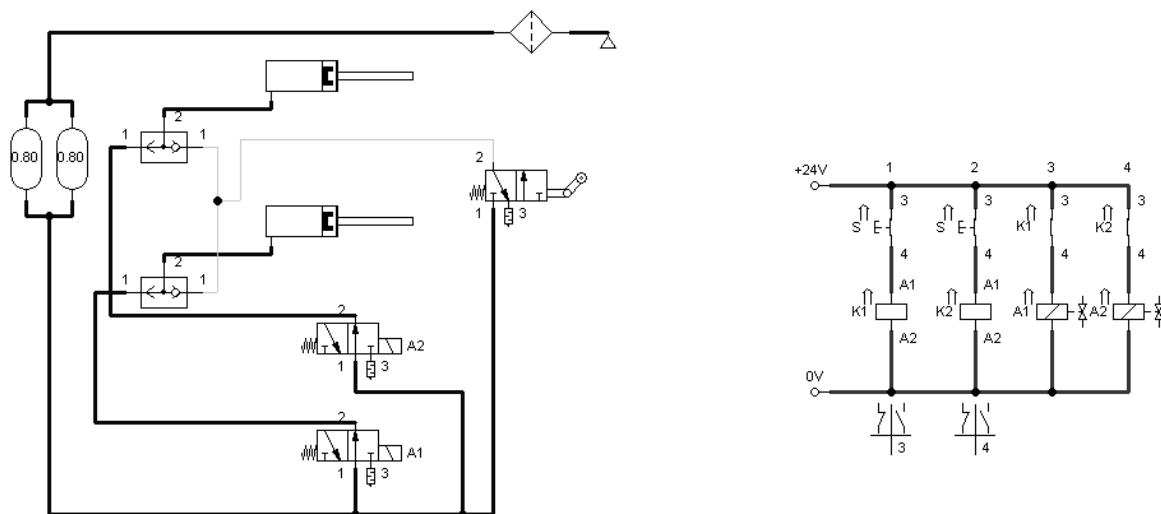
W proponowanym rozwiązaniu konstrukcyjnym układu hamulcowego wyróżnić można dwa podstawowe tryby pracy - tryb pracy manualnej i tryb pracy autonomicznej.

W trybie pracy manualnej operator (kierowca), naciskając na pedał hamulca powoduje przesterowanie serwowalora dozującego ciśnienie medium roboczego (powietrza) równocześnie na poszczególne siłowniki membranowe. Wskutek tego następuje zaciskanie się pasów na bębnach hamulcowych, a tym samym generowana zostaje siła hamująca pojazd.



Rys. 4. Schemat trybu pracy manualnej

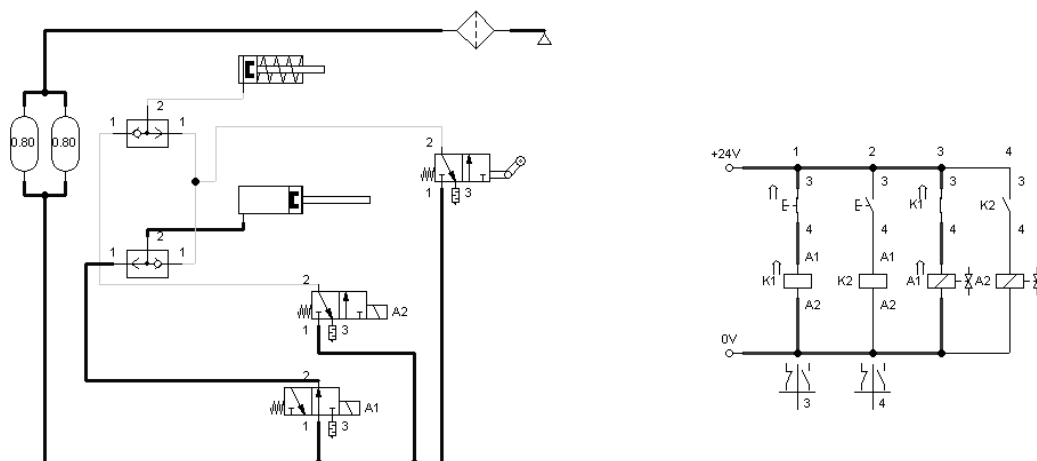
W trybie pracy autonomicznej przesterowanie dwóch zaworów proporcjonalnych ciśnienia powoduje podobny efekt do tego, który występował w trybie manualnym, z tą jednak różnicą, że biorą w nim udział zawory proporcjonalne ciśnienia, które przesterowywane są według wprowadzonego algorytmu sterowania. Czas reakcji hamowania w tym trybie pracy może być skrócony dzięki temu, że jest on niezależny od czasu reakcji operatora. Decyzja o podjęciu hamowania zależy od odczytu z poszczególnych czujników i czasu przetworzenia sygnałów, przez nie generowanych.



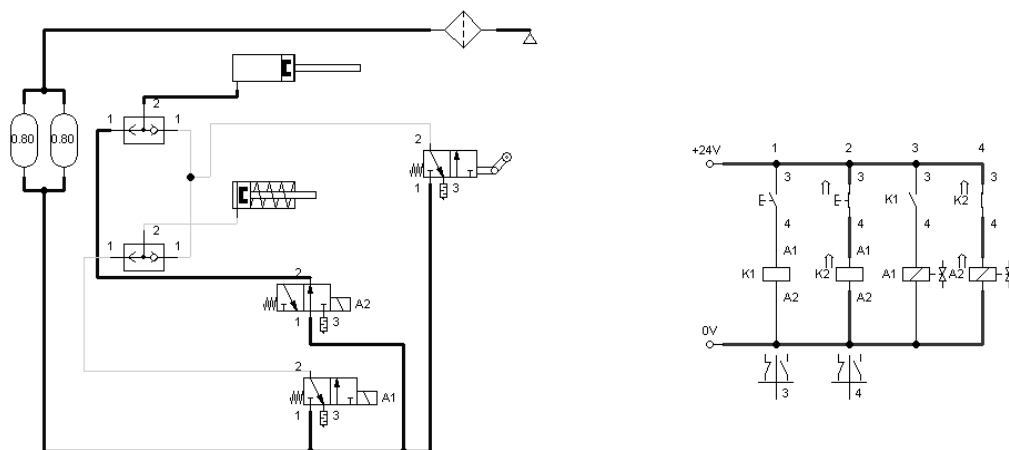
Rys. 5. Schemat trybu pracy autonomicznej

W wyniku tego, że do układu hamulcowego, który był dotychczas stosowany w pojeździe 2S1, wstawiono dwa zawory proporcjonalne ciśnienia (wprowadzając tryb niezależnego sterowania każdym siłownikiem), istnieje możliwość hamowania indywidualnie każdą z gąsienic podczas skrętu.

Na schematach (rys.6. i rys.7.) umieszczonych poniżej zaprezentowano możliwości takiego sterowania.

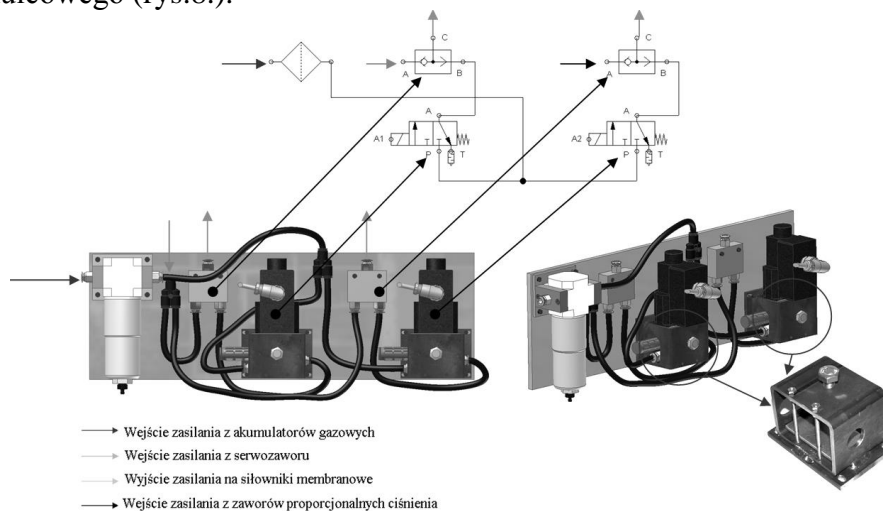


Rys. 6. Schemat trybu pracy autonomicznej – hamowanie lewej gąsienicy pojazdu



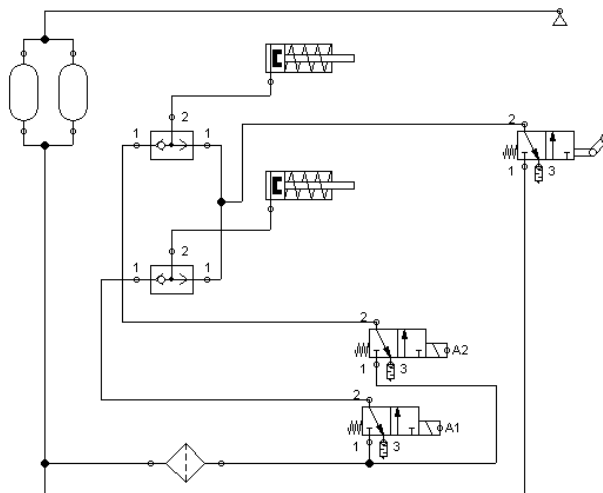
Rys. 7. Schemat trybu pracy autonomicznej – hamowanie prawej gąsienicy pojazdu

Z uwagi na wrażliwość zaworów proporcjonalnych na zanieczyszczenia, zaproponowano umieszczenie filtra powietrza na wejściu zasilania zmodyfikowanej gałęzi układu hamulcowego (rys.8.).



Rys. 8. Schemat połączenia zaproponowanych elementów pneumatycznych układu hamulcowego

Dzięki temu tak skonfigurowana i złożona postać jednostek sterowanych autonomicznie (zaworów proporcjonalnych ciśnienia) zamocowanych na płycie przedstawionej na powyższym rysunku może stanowić formę modułu, który zabudowany zgodnie z prezentowanym schematem (rys. 9) znajdzie zastosowanie w pojazdach autonomicznych.



Rys. 9. Docelowy schemat pneumatyczny układu hamulcowego

3. LITERATURA

- [1] Jura J. Rawicki N.: Mobilny blok hydrauliczny sterowany magistralą CAN, XVIII Konferencja Naukowa „Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych”, Zakopane 2005.
- [2] Markowski M.: Układy hydrauliczne Bosch Rexroth sterowane magistralą CAN, II Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Ustroń, 20 – 21.09.2007.
- [3] Kawka W., Ślemp W.: Informator sprzętu inżynierskiego wojsk własnych. AON, Warszawa 1999.

BRAKE SYSTEM OF THE AUTONOMOUS TRACKED VEHICLE

Abstract. The paper presents modification option of pneumatic brake system of tracked vehicle which contains proportional pressure control valves. Communication between main control unit and proportional valves is performed by using CAN bus. There are three operation modes possible: autonomous, radio controlled and manual. Brake system modification was one of parts of the project with a goal of building universal autonomous tracked platform for logistic and combat tasks. Basic vehicle for above mentioned project was a 2S1 Gvozdika chassis.

Key words: tracked vehicles, braking system, modernization of braking system.