

# Zajęcia laboratoryjne

## *Napęd Hydrauliczny*

### **Instrukcja do ćwiczenia nr 5**

#### **Zastosowanie zaworu zwrotnego sterowanego w układach hydraulicznych maszyn roboczych**

Opracowanie: P. Jędraszczyk, Z. Kudźma, P. Osiński, J. Rutański, M. Stosiak

Wrocław 2016

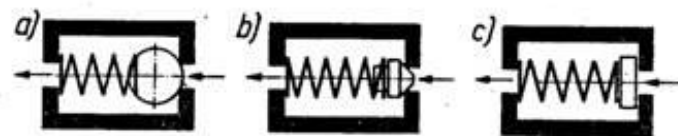
## SPIS TREŚCI

1	Wstęp teoretyczny.....	3
1.1	Budowa i zasada działania zaworów zwrotnych sterowanych.....	4
1.2	Zastosowanie zaworów zwrotnych sterowanych .....	5
2	Cel ćwiczenia .....	8
3	Przebieg ćwiczenia.....	8
4	Wytyczne do sprawozdania .....	15
5	Literatura.....	15

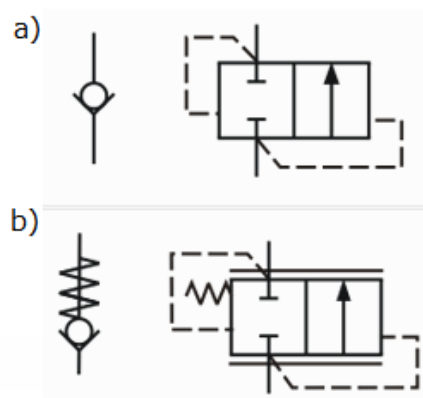
# 1 WSTĘP TEORETYCZNY

Zawory zwrotne to elementy układów hydraulicznych, które umożliwiają przepływ czynnika roboczego tylko w jednym kierunku oraz odcinają przepływ w kierunku przeciwnym. W zależności od znaku różnicy ciśnień po obu stronach zaworu, przechodzi on od stanu zamknięcia do stanu otwarcia. Stan otwarcia realizowany jest po przekroczeniu progowej różnicy ciśnień, nazywanej ciśnieniem otwarcia zaworu.

Wyróżniamy różne typy zaworów zwrotnych jednokierunkowych w zależności od rodzaju zastosowanego elementu odcinającego: kulkowy, stożkowy i talerzowy (Rysunek 1). Ponadto ze względu na obciążenie wyróżnić można zawory zwrotne obciążone sprężyną (Rys. 2b), w których otwarcie następuje, gdy ciśnienie wejściowe jest wyższe od sumy ciśnienia wyjściowego i ciśnienia wynikającego z siły sprężyny oraz nieobciążone (Rysunek 2a) otwierające się wówczas, gdy ciśnienie wejściowe jest wyższe niż ciśnienie wyjściowe.

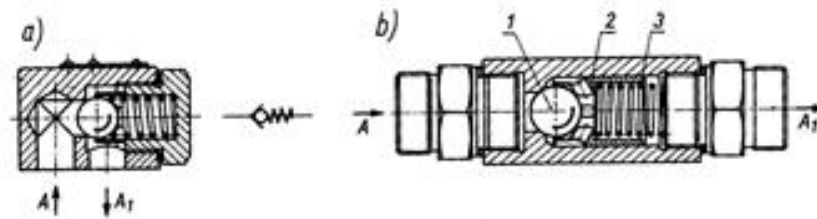


RYSUNEK 1. RODZAJE ZAWORÓW ZWROTNYCH W ZALEŻNOŚCI OD ELEMENTU ZAMYKAJĄCEGO: A) KULKOWY, B) STOŻKOWY (GRZYBKOWY), C) TALERZOWY (PŁYTKOWY) [1]

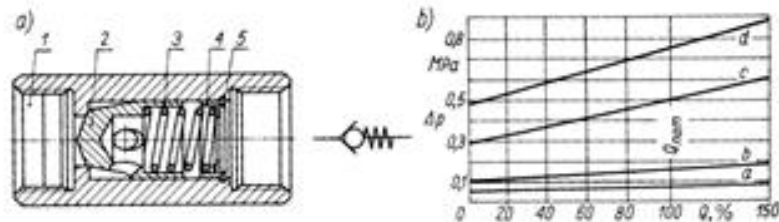


RYSUNEK 2. ZAWÓR ZWROTNY: A) NIEOBCIĄŻONY, B) OBCIĄŻONY SPRĘŻYNĄ [5]

Na rysunku 2 przedstawiono dwie odmiany konstrukcyjne zaworu zwrotnego kulkowego, natomiast na rysunku 3 konstrukcję zaworu zwrotnego stożkowego wraz z charakterystyką.



RYSUNEK 3. ZAWÓR ZWROTNY KULKOWY DO MONTAŻU: A) PŁYTTOWEGO, B) PRZEWODOWEGO: 1 - KULKA, 2 - TULEJA, 3 - SPRĘŻYNA [1]

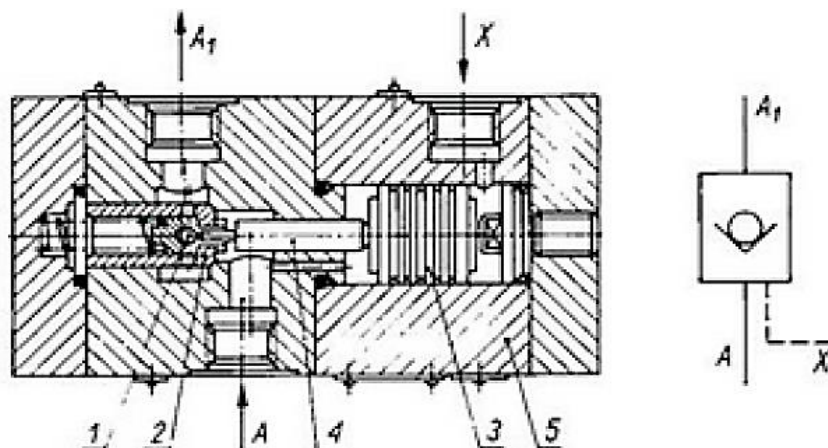


RYSUNEK 4. ZAWÓR ZWROTNY STOŻKOWY A) KONSTRUKCJA: 1V- KADŁUB, 2 - GRZYBEK, 3 - SPRĘŻYNA, 4 - TULEJA, 5 - PIERŚCIEŃ OSADCZY, B) CHARAKTERYSTYKI PRZEPYWOWE [1]

## 1.1 BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA ZAWORÓW ZWROTNYCH STEROWANYCH

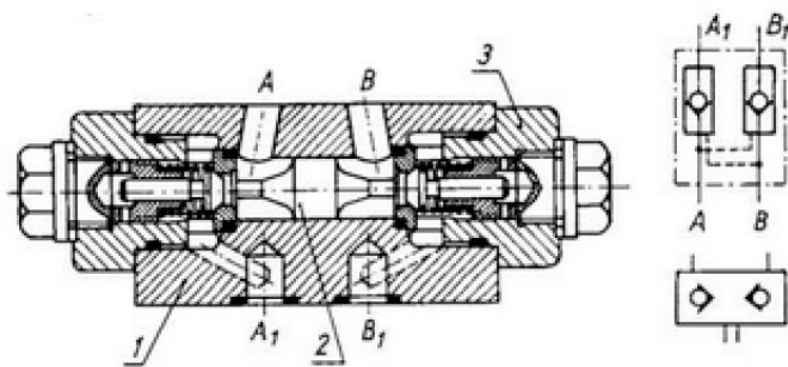
Odmianą zaworów zwrotnych są zawory zwrotne sterowane, zwane inaczej zamkami hydraulicznymi, których cechą charakterystyczną jest możliwość przepływu cieczy w obu kierunkach. W tym celu wymagane jest dodatkowe urządzenie, za którego pomocą możliwe jest odsunięcie grzybka i otwarcie drogi przepływu w kierunku przeciwnym do normalnego. W zaworach zwrotnych sterowanych możliwy jest zawsze przepływ cieczy w jednym kierunku przez zawór, natomiast przepływ w kierunku przeciwnym jest możliwy tylko przy odpowiednim hydraulicznym sygnale sterującym.

Na Rysunku 2 przedstawiono schemat konstrukcji zaworu zwrotnego sterowanego. Zawór zwrotny jest zaworem dwustopniowym, którego pierwszy stopień stanowi kulka (1) współpracująca z tłoczkiem (2), a drugi tłoczek (2) z gniazdem w korpusie zaworowym. W sytuacji, gdy czynnik roboczy przepływa w kierunku od A do A<sub>1</sub>, to zawór otwiera się samoczynnie przy ciśnieniu 0,2 MPa. Kiedy przyłączem X zostanie doprowadzona ciecz sterująca pod ciśnieniem  $p_{st}$  tłoczek (3) wraz z popychaczem (4) otwierają drogę przepływu od A<sub>1</sub> do A. Wartość ciśnienia  $p_{st}$  zależna jest od siły odkształcanej sprężyny oraz oporów ruchu wszystkich ruchomych elementów, jednak nie może ona przekroczyć wartości ciśnienia nominalnego. W chwili doprowadzenia sygnału X najpierw odsunięta zostaje kulka (1), a następnie tłoczek (2).



RYSUNEK 5. SCHEMAT BUDOWY ZAWORU ZWROTNEGO STEROWANEGO [1]

Zawory zwrotne sterowane ciśnieniem, stosuje się w zaworach podwójnych tzw. bliźniaczych. Na Rysunku 3 przedstawiono zawór zwrotny w układzie symetrycznym (bliźniaczym), w którego skład wchodzi dwa zawory zwrotne (3) oraz umieszczony pomiędzy nimi tłoczek sterujący (2). Zawory w układzie bliźniaczym otwierane są na zmianę jednym tłokiem. Jeśli czynnik roboczy przepływa w kierunku od  $A$  do  $A_1$ , wówczas ciśnienie panujące na tej drodze spowoduje przesunięcie tłoczka w prawo, co spowoduje otwarcie drogi  $B_1B$ . Ciśnienie otwarcia zaworu jest równe aktualnemu obciążeniu odbiornika.



RYSUNEK 6. ZAWÓR STEROWANY PODWÓJNY [1]

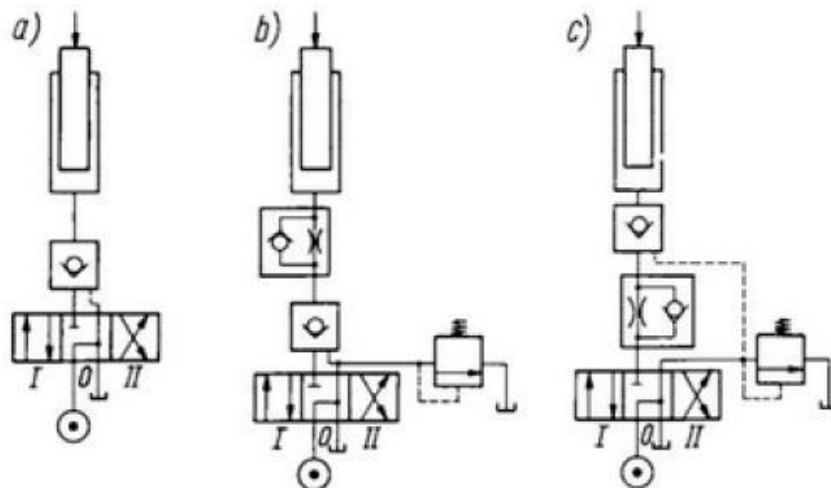
## 1.2 ZASTOSOWANIE ZAWORÓW ZWROTNYCH STEROWANYCH

Do zalet zaworów zwrotnych można zaliczyć wysoką szybkość reakcji, niezawodność, pełnienie funkcji zabezpieczających (w tym także roli stopu awaryjnego), niewielkie wymiary, prostą konstrukcję i zwartą budowę, stosunkowo niską cenę oraz wysoką trwałość. Dzięki licznym zaletom zawory zwrotne sterowane znajdują wiele zastosowań. Zawory zwrotne sterowane ciśnieniem otwarcia stosowane są najczęściej jako zawory

bezpieczeństwa, dodatkowe zawory przelewowe lub zawory zalewowe. Umożliwiają one między innymi:

- wyeliminowanie samoczynnych ruchów siłownika powodowanych obciążeniem w sytuacji, gdy zależy nam na zatrzymaniu siłownika i utrzymaniu jego konkretnej pozycji,
- zabezpieczenie siłownika przed niekontrolowanym ruchem wywołanym jego obciążeniem w sytuacji, gdy awarii ulegnie hydrauliczny układ zasilający.

Na Rysunku 4 przedstawiono przykładowe układy napędowe z siłownikiem nurnikowym, w których zastosowano zawór zwrotny sterowany. W położeniu neutralnym rozdzielacza źródło zasilania oraz przewód sterujący zaworu zwrotnego są zwarte ze zbiornikiem.

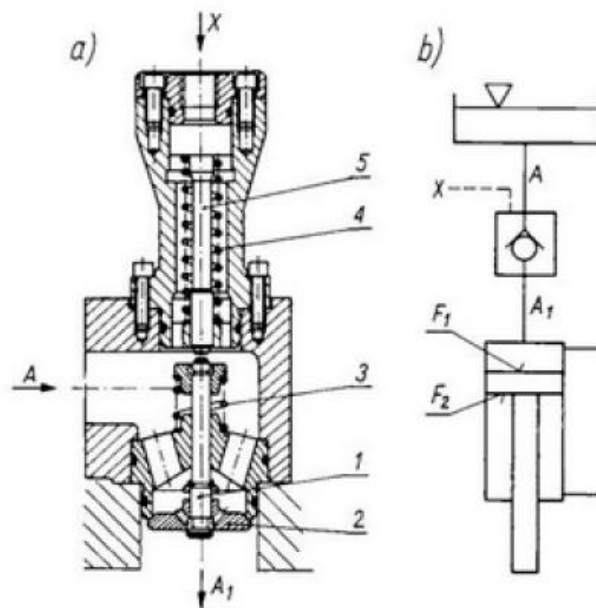


RYSUNEK 7. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA ZAWORÓW ZWROTNYCH STEROWANYCH CIŚNIENIEM OTWARCIA: A) ZAWORU BEZPIECZEŃSTWA ZASILACZA, B) I C) DODATKOWEGO ZAWORU PRZELEWOWEGO [1]

Za pomocą zaworu zwrotnego ustalone jest położenie obciążonego nurnika. Przerasterowanie rozdzielacza do pozycji II spowoduje zasilenie przewodu sterującego zaworu zwrotnego, otwarcie zaworu, a w rezultacie opuszczanie obciążonego nurnika. W tym samym czasie, w celu zabezpieczenia układu przed przeciążeniem, zasilacz będzie rozładowywany przez zawór bezpieczeństwa. Konsekwencją są bardzo duże straty mocy, które można zredukować instalując w gałęzi sterowania zaworu zwrotnego dodatkowo zawór maksymalnego nastawionego na ciśnienie niezbędne do otwarcie drogi cylinder – zbiornik. W przypadku uszkodzenia przewodu między pompą a zaworem zwrotnym – w położeniach 0 i I – zawór zwrotny ulegnie samoczynnemu zamknięciu, co zapobiega

niekontrolowanemu opadaniu nurnika. W położeniu II zahamowanie opadania tłoka możliwe jest jedynie poprzez przesterowanie rozdzielacza do położenia neutralnego. W przypadku zamontowania zaworu zwrotnego bezpośrednio na cylindrze siłownika (Rysunek 4c) układ jest zabezpieczony przed skutkami pęknięcia przewodu w dowolnym miejscu linii zasilania.

Zawory zwrotne sterowane mogą być wykorzystane do szybkiego napełniania i opróżniania przestrzeni roboczej cylindra tłoka maszyn do obróbki plastycznej. Konstrukcja zaworu zalewowego (napełniającego) dwustopniowego została przedstawiona na Rysunku 8.



RYSUNEK 8. ZAWÓR ZALEWOWY: A) KONSTRUKCJA, B) SCHEMAT HYDRAULICZNY  
BEZPOŚREDNIEGO NAPEŁNIANIA I OPRÓŻNIANIA SIŁOWNIKA [1]

Cechą charakterystyczną tego typu zaworów jest duża średnica nominalna przelotu, która zapewnia dużą prędkość napełniania cylindra. Za pomocą sprężyny (3) grzybki (1 i 2) zaworów są dociskane do swoich gniazd. W przypadku ruchu siłownika w dół, zawór otwiera się samoczynnie wskutek powstającego podciśnienia, co umożliwia bezpośrednie napełnienie cylindra ze zbiornika drogą  $AA_1$ . W końcowej fazie skoku dostawczego następuje zahamowanie tłoka, a zasilanie cylindra przerzucone jest na pompę. Wzrastające w przestrzeni o powierzchni  $F_1$  ciśnienie powoduje zamknięcie zaworu. W celu przesterowania cylindra na ruch powrotny należy doprowadzić ciśnienie na tłoczek (5) – przeciwko sile sprężyny, która utrzymywała go w skrajnym położeniu. W wyniku tego najpierw otwarciu ulega zawór stopnia pierwszego a następnie drugiego, co pozwala na wpływ cieczy do zbiornika drogą  $AA_1$ .

## 2 CEL ĆWICZENIA

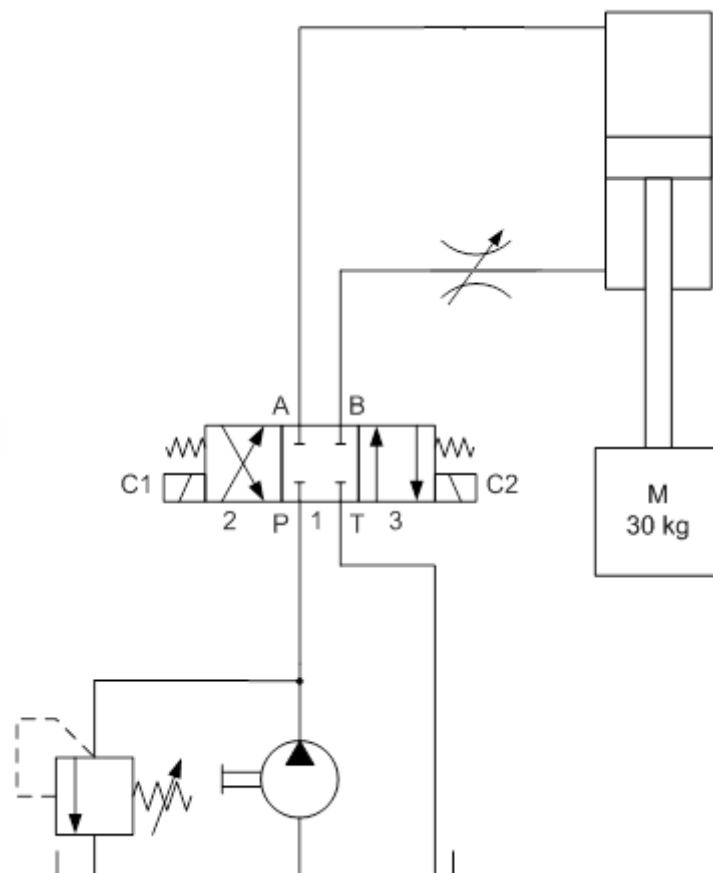
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z możliwością wykorzystania zaworu zwrotnego sterowanego w układach hydraulicznych.

## 3 PRZEBIEG ĆWICZENIA

W ramach zajęć budowane będą układy hydrauliczne z zaworem zwrotnym sterowanym. Ponadto do każdego z układów zbudowany zostanie elektryczny obwód sterowania pracą rozdzielacza. Po zmontowaniu każdego z układów należy dokładnie przeanalizować jego pracę wskazując cechy charakterystyczne, wady i zalety .

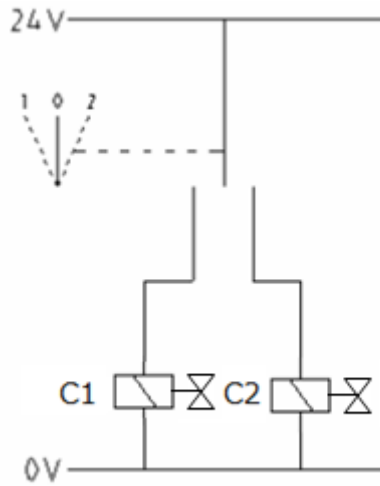
### UKŁAD 1

**Pytanie :** Co stanie się w przypadku, gdy w pozycji 2 rozdzielacza (zwarła cewka C1) wyłączony zostanie silnik napędzający pompę?



RYSUNEK 9. SCHEMAT UKŁADU 1

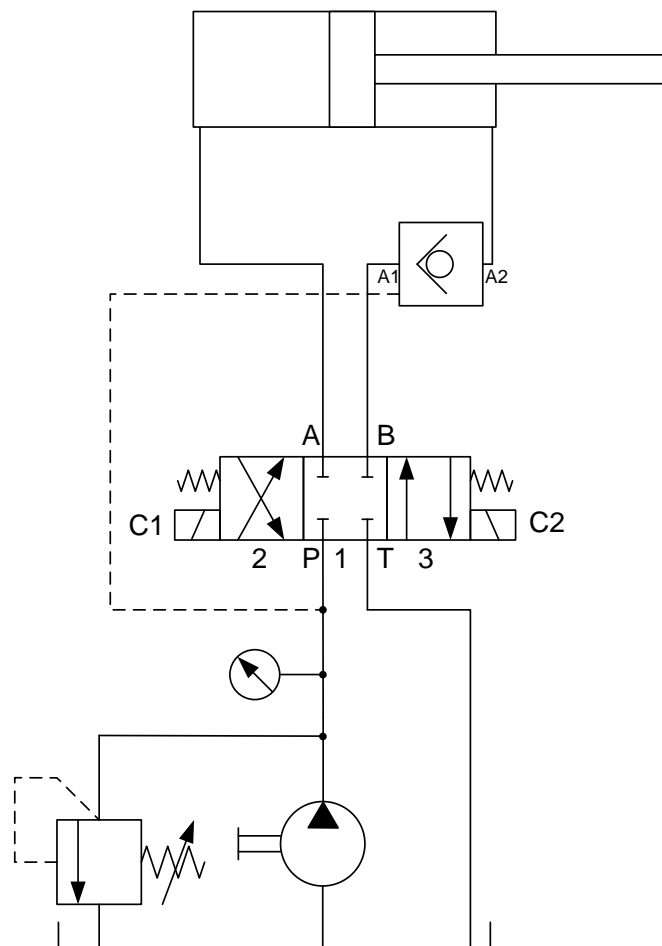




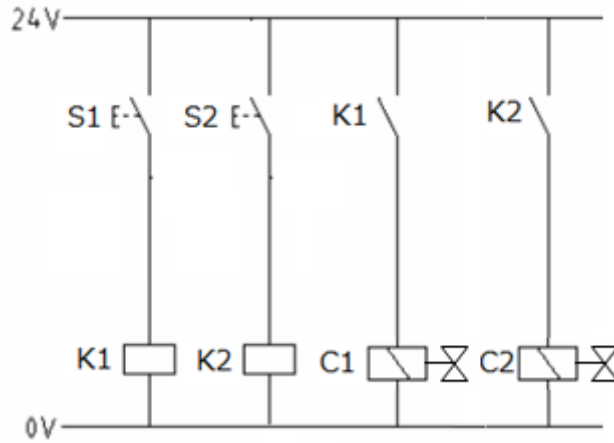
RYSUNEK 10. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 1

## UKŁAD 2

**Pytanie :** Jak pracuje siłownik gdy rozdzielacz jest w pozycji 3?



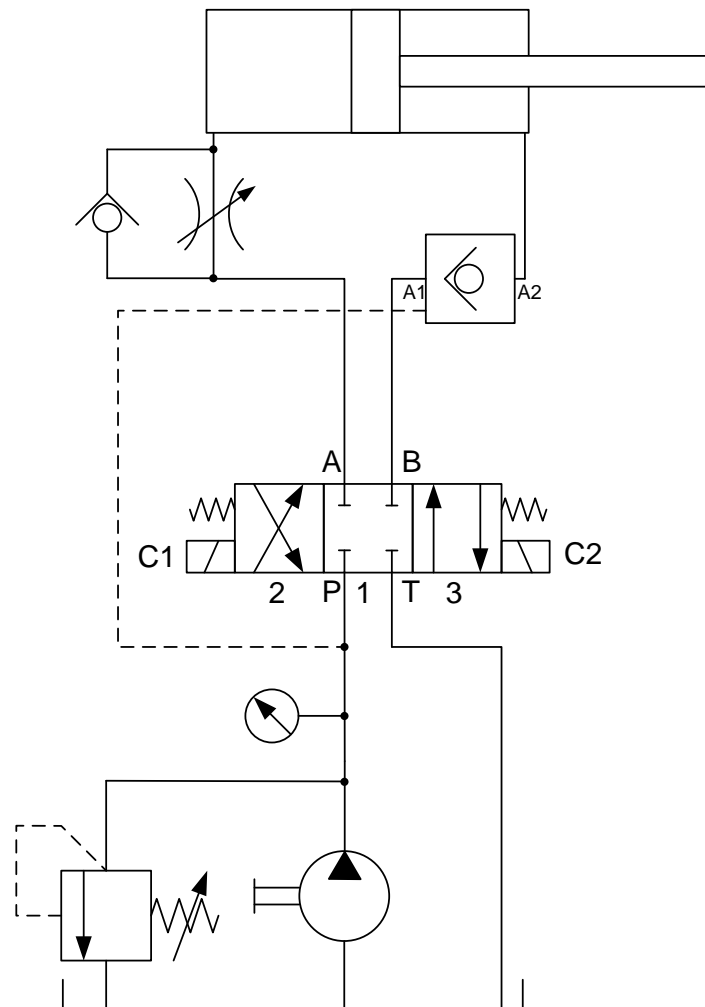
RYSUNEK 11. SCHEMAT UKŁADU 2



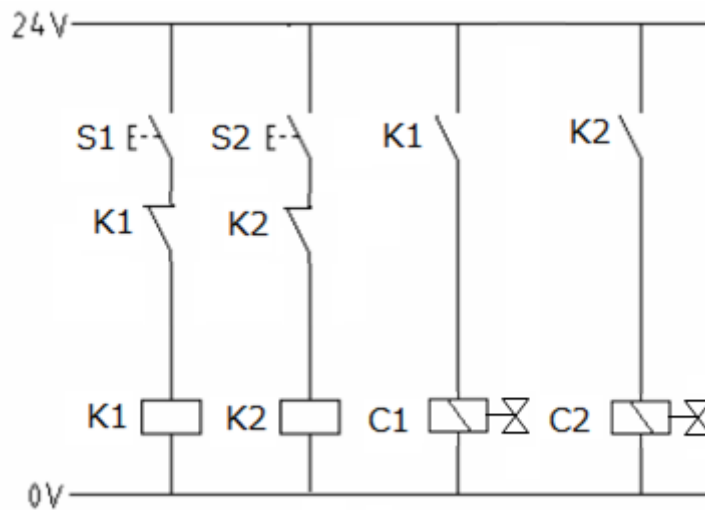
RYСУNEK 12. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 2

### UKŁAD 3

**Pytanie :** W jaki sposób w układzie wyeliminowano ruch drgający wysuwowy siłownika?



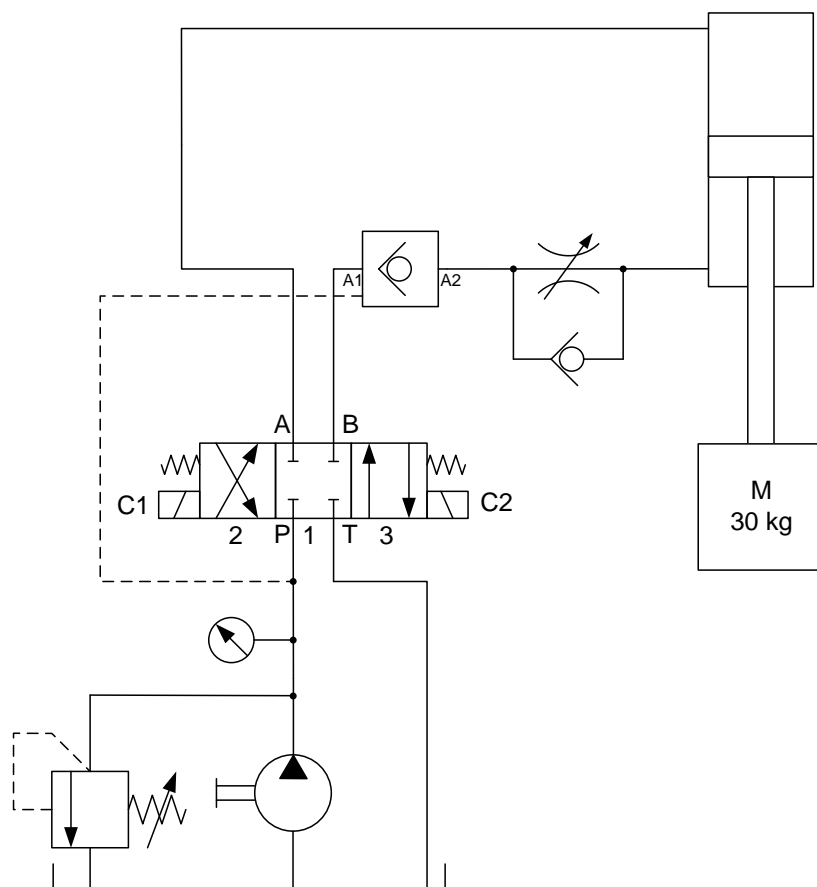
RYСУNEK 13. SCHEMAT UKŁADU 3



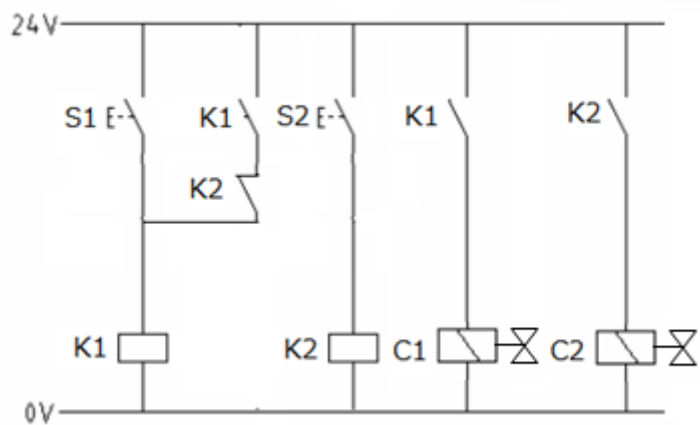
RYSUNEK 14. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 3

#### UKŁAD 4

**Pytanie :** Co stanie się w przypadku, gdy w pozycji 2 rozdzielacza (zwarta cewka C1) wyłączony zostanie silnik napędzający pompę? (porównaj z Układem 1)

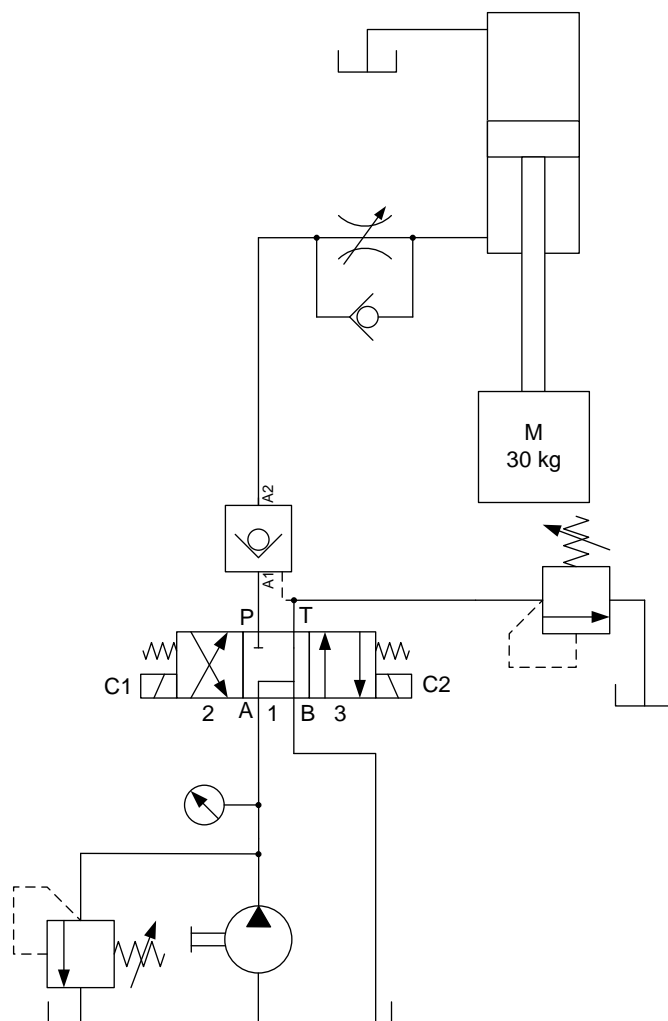


RYSUNEK 15. SCHEMAT UKŁADU 4

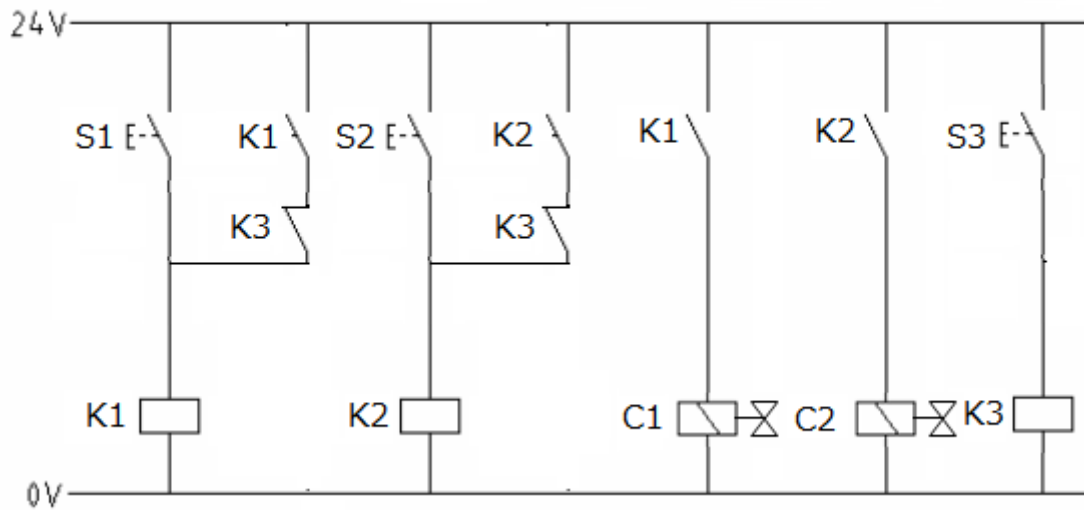


RYSUNEK 16. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 4

## UKŁAD 5

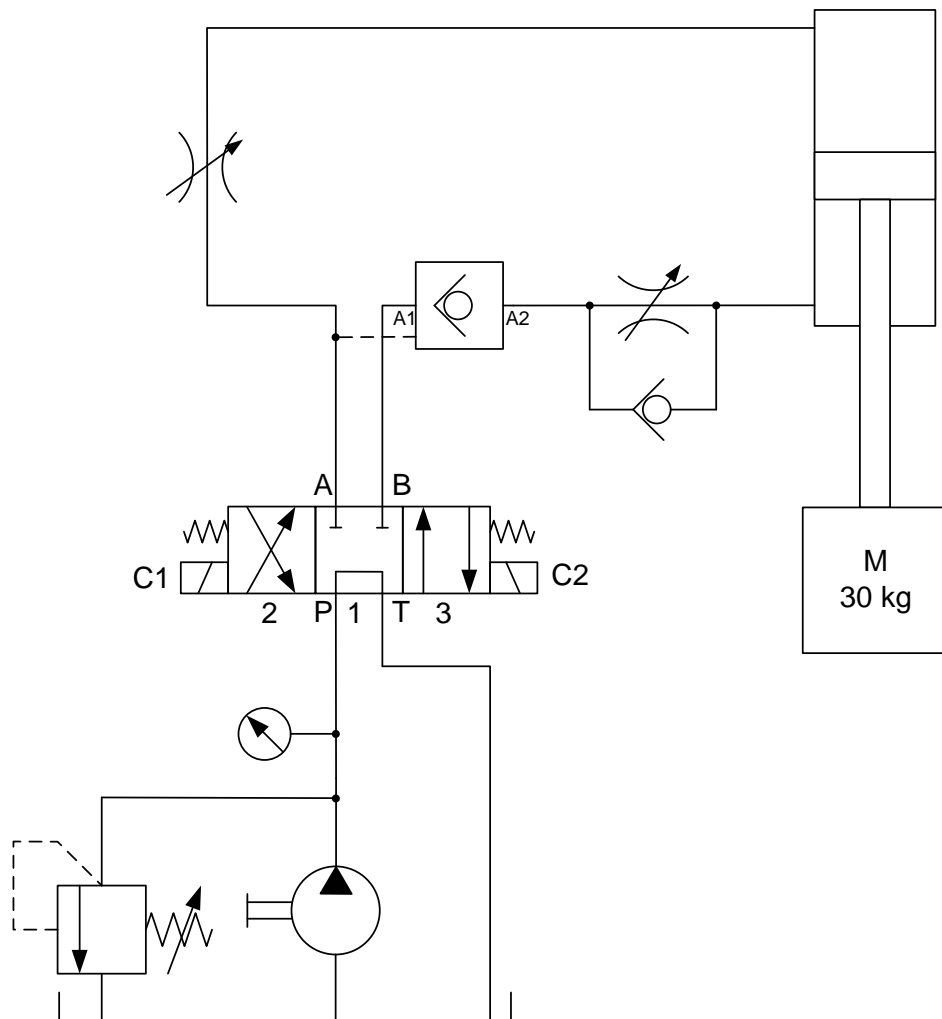


RYSUNEK 17. SCHEMAT UKŁADU 5 [1]

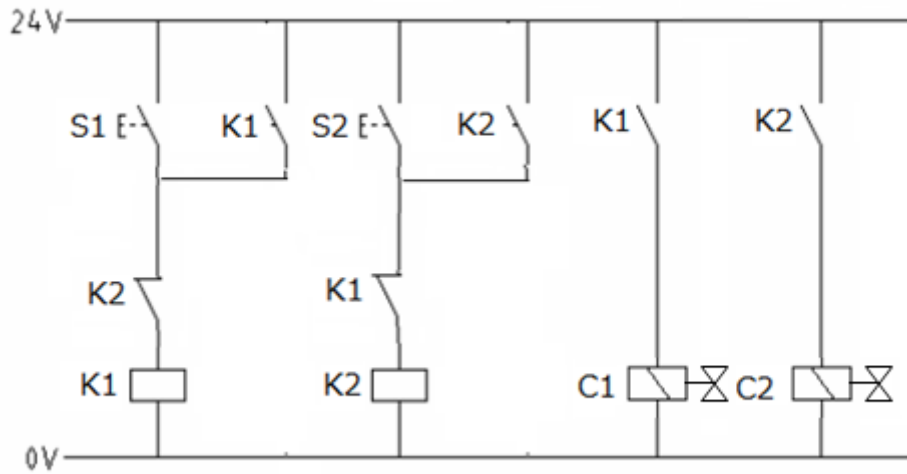


RYSUNEK 18. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 5

**UKŁAD 6**



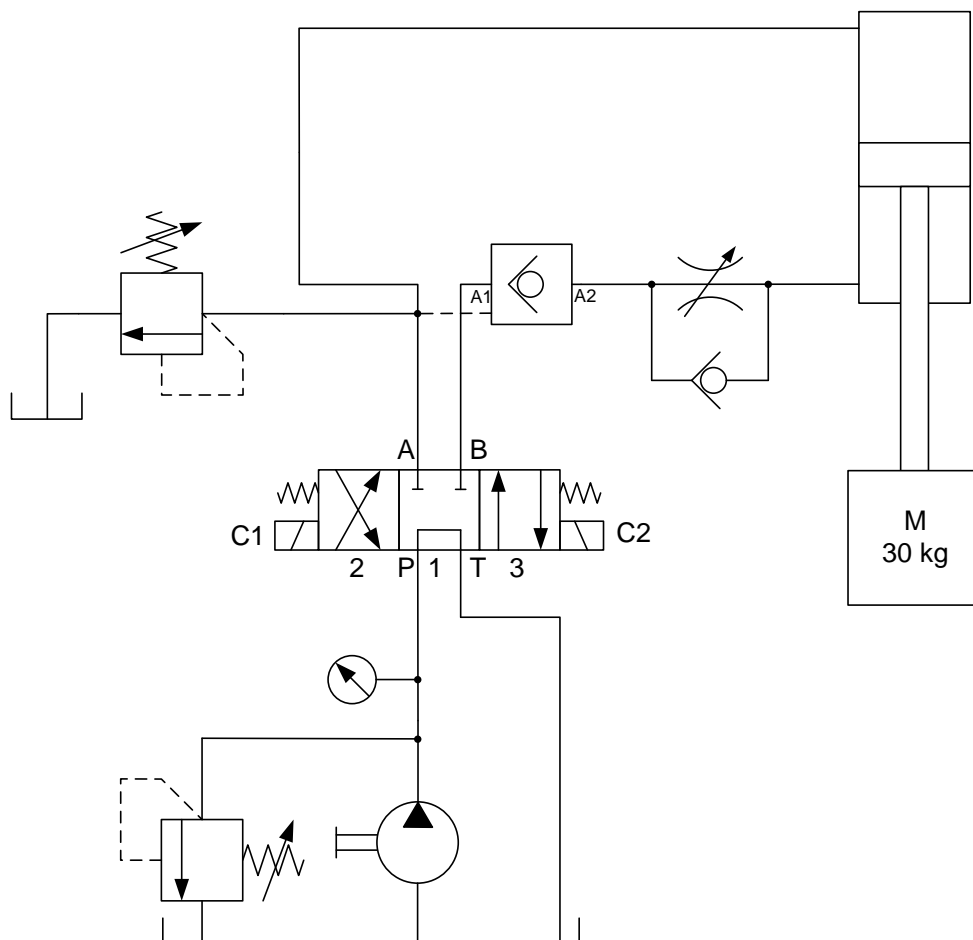
RYSUNEK 19. SCHEMAT UKŁADU 6 [2]



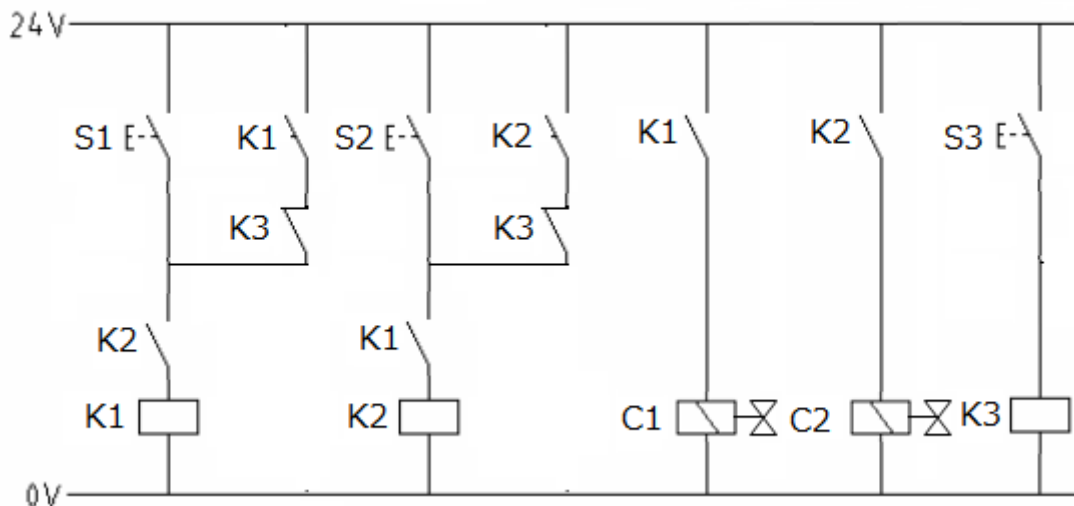
RYSUNEK 20. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 6

### UKŁAD 7

**Pytanie:** W jaki sposób realizowane jest podtrzymanie ciśnienia sterowania w układach 6 i 7?



RYSUNEK 21. SCHEMAT UKŁADU 7 [2]



RYSUNEK 22. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 7

## 4 WYTYCZNE DO SPRAWOZDANIA

W sprawozdaniu należy zamieścić odpowiedzi na wszystkie pytania pojawiające się w instrukcji, schematy hydrauliczne poszczególnych układów oraz schematy sterowania elektrycznego cewek. Ponadto należy szczegółowo opisać zasadę działania każdego z układów oraz wnioski wynikające z pracy poszczególnych obwodów hydraulicznych.

## 5 LITERATURA

- [1] Stryczek S., *Napęd hydrostatyczny*, tom I elementy Wydawnictwo Naukowo Techniczne Warszawa 2003
- [2] Stryczek S., *Napęd hydrostatyczny*, tom II układy Wydawnictwo Naukowo Techniczne Warszawa 2003
- [3] Osiecki A., *Hydrostatyczny napęd maszyn*, WNT, Warszawa, 1998
- [4] Szydelski Z., *Pojazdy samochodowe. Napęd i sterowanie hydrauliczne*, Wydawnictwo Komunikacji i łączności
- [5] <http://www.hip.agh.edu.pl/page/index.php?id=hyd&hyd=hsymbole&view=12>