

Zajęcia laboratoryjne

Napęd Hydrauliczny

Instrukcja do ćwiczenia nr 6

Układy hydrauliczne z prostownikiem i regulatorem przepływu

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

Wrocław 2016

SPIS TREŚCI

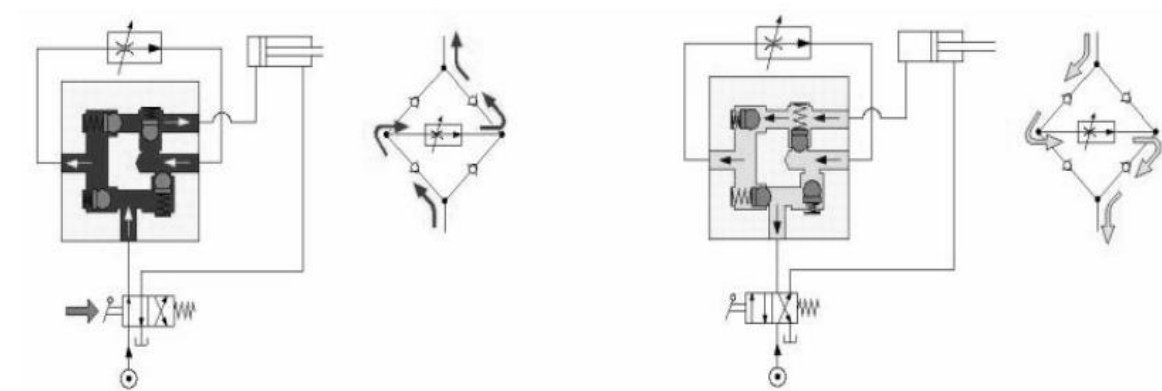
1	Wstęp teoretyczny	3
1.1	Prostownik hydrauliczny	3
1.2	Wykorzystanie prostownika hydraulicznego.....	3
1.3	Regulatory przepływu	5
1.3.1	Regulatory nastawne.....	5
1.3.2	Regulatory nienastawne.....	8
2	Cel ćwiczenia	9
3	Przebieg ćwiczenia	9
4	Literatura	13

1 WSTĘP TEORETYCZNY

1.1 PROSTOWNIK HYDRAULICZNY

Hydrauliczny mostek Graetza, inaczej prostownik hydrauliczny, to układ złożony z czterech zaworów czterech zaworów zwrotnych. Ich odpowiednie podłączenie, umożliwia w każdej sytuacji pracy układu ruch jednokierunkowy przepływ cieczy hydraulicznej przez element, który tego wymaga, np. regulator przepływu czy zawór maksymalny.

Zasada działania układu mostkowego została przedstawiona na Rysunku 1. Jeśli ruch tłoka ma być sterowany regulatorem w obie strony, a chce się uniknąć instalowania dwóch elementów, można się posłużyć układem mostkowym złożonym z czterech zaworów zwrotnych, w którego przekątną włączony jest regulator przepływu. Wówczas, niezależnie od kierunku ruchu tłoka, przepływ przez regulator będzie miał taki sam kierunek. Strumienie cieczy roboczej dawkowane do siłownika podczas wysuwania oraz wsuwania tłoczyska są takie same, ponieważ zawsze przepływają przez ten sam regulator przepływu. Taki układ będzie miał więc regulator raz na odpływie, raz na dopływie.



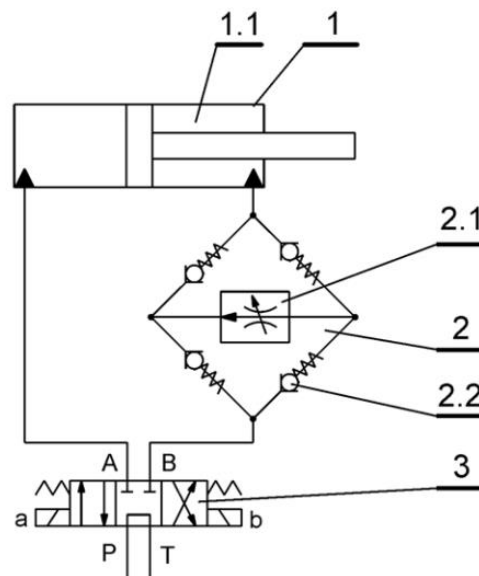
RYSUNEK 1. ZASADA DZIAŁANIA PROSTOWNIKA HYDRAULICZNEGO [1]

1.2 WYKORZYSTANIE PROSTOWNIKA HYDRAULICZNEGO

Bez zastosowania odpowiedniego układu dodatkowego prędkość wsuwu różni się od prędkości wysuwu siłownika w standardowym układzie hydraulicznym. Związane jest to bezpośrednio z różną powierzchnią czynną tłoka na którą działa ciecz hydrauliczna. Napędzanie z prędkością stałą, czyli niezależną od kierunku ruchu jest łatwo wykonalne w przypadku silników hydraulicznych lub siłowników dwutłoczyskowych o jednakowych tłoczyskach – elementy te ze swej natury mają właściwości niezależne od kierunku ruchu o ile zasilanie obu ruchów będzie takie samo. Problem występuje w przypadku siłownika z jednym tłoczyskiem, którego właściwości zależą od kierunku ruchu, nawet przy niezmiennym sposobie zasilania.

W celu rozwiązania tego problemu można zastosować regulator przepływu w hydraulicznym układzie mostkowym (Rysunek 2). W sytuacji gdy zwarta zostanie cewka a tłok siłownika 1 będzie

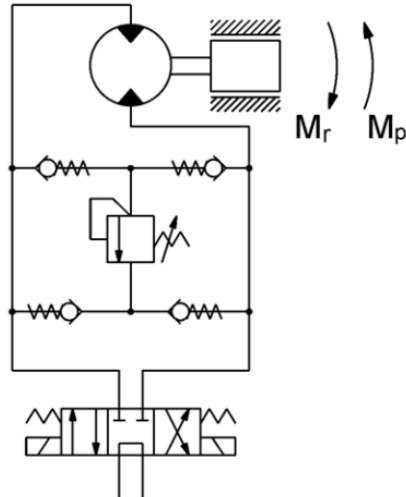
wykonywał wysuw. Prędkość wysuwu będzie zależna od nastawy regulatora 2.1 znajdującego się na odpływie z komory 1.1. Po przesterowaniu rozdzielacza, ciecz popłynie do komory 1.1 przez regulator 2.1, a tłok siłownika 1 będzie wykonywał wsuw. Prędkość ruchu wsuwu będzie zależna od nastawy regulatora przepływu 2.1 znajdującego teraz na dopływie do komory 1.1. Ze względu na stałe połączenie regulatora 2.1 z komorą 1.1, przy stałej nastawie regulatora przepływu, prędkości obu ruchów będą takie same.



RYSUNEK 2. NAPĘDZANIE SIŁOWNIKA Z PRĘDKOŚCIĄ NIEZALEŻNĄ OD KIERUNKU RUCHU TŁOCZYSKA. 1 – SIŁOWNIK 1.1 – KOMORA POŁĄCZONA Z UKŁADEM MOSTKOWYM, 2 – UKŁAD MOSTKOWY, 2.1 – REGULATOR PRZEPIYWU, 2.2 – ZAWÓR ZWROTNY, ROZDZIELACZ. [1]

Dzięki wykorzystaniu odpowiednich układów hydraulicznych, można uniemożliwić dokonywanie niepowołanych czynności, mogących uszkodzić maszynę, dokonać niekontrolowanego ruchu czy też narazić utratę zdrowia osobę obsługującą daną maszynę. Jednym z nich jest zastosowanie układu mostkowego. Regulatory przepływu konstruowane są przeważnie w taki sposób, że ich konstrukcja ogranicza przepływ cieczy w jednym kierunku. Jeśli natomiast wymagany jest ruch w obie strony, a niewskazane jest instalowanie dwóch regulatorów, można wykorzystać układ złożony z czterech zaworów zwrotnych i jednego regulatora przepływu. Wówczas, niezależnie od kierunku ruchu siłownika, przepływ przez regulator będzie miał zawsze ten sam kierunek.

Gdy trzeba zabezpieczyć układ w którym moment obciążenia technologicznego w ruchu roboczym jest równy momentowi obciążenia technologicznego w ruchu powrotnym przed przeciążeniem można wykorzystać prostownik hydrauliczny.



RYSUNEK 3. ZABEZPIECZENIE PRZED PRZECIĄŻENIEM UKŁADU Z WYKORZYSTANIEM PROSTOWNIKA HYDRAULICZNEGO [1]

1.3 REGULATORY PRZEPLYWU

Jednym z rodzajów zaworów sterujących natężeniem przepływu są regulatory przepływu, których zadaniem jest nastawienie i stabilizacja natężenia przepływu cieczy podawanej do odbiornika. Regulatory te pozwalają na stabilizację np. prędkości silnika hydraulicznego niezależnie od zakłóceń wynikających ze zmian ciśnienia. Takie urządzenia wykorzystywane są np. w sieciach, regulujących przepływ wód opadowych, w konstrukcjach takich jak: komory czy przelewy burzowe, zbiorniki retencyjne wód opadowych, sieci kanalizacyjne czy urządzenia oczyszczające wodę. Ze względu na stosowane w nich rozwiązania konstrukcyjne rozróżnia się regulatory o stałym (nienastawne) i zmiennym nastawieniu (nastawne), które z kolei dzieli się na dwudrogowe, trójdrogowe i czterodrogowe, których zadaniem jest utrzymanie stałej wartości natężenia przepływu na wyjściu regulatora niezależnie od zmian ciśnienia w tym wyjściu. Stosuje się je w przypadku, gdy stacja zasilająca dysponuje nadwyżką wydajności w stosunku do potrzeb układu. Zostaje ona wówczas odprowadzana przez zawór przelewowy stacji, co w konsekwencji prowadzi do stabilizacji ciśnienia na wejściu regulatora. Wartość nadwyżki ze względu na minimalizację strat energetycznych wynikających z dławieniowego sterowania prędkością powinna być stosunkowo nieduża (ok. 2-3%).

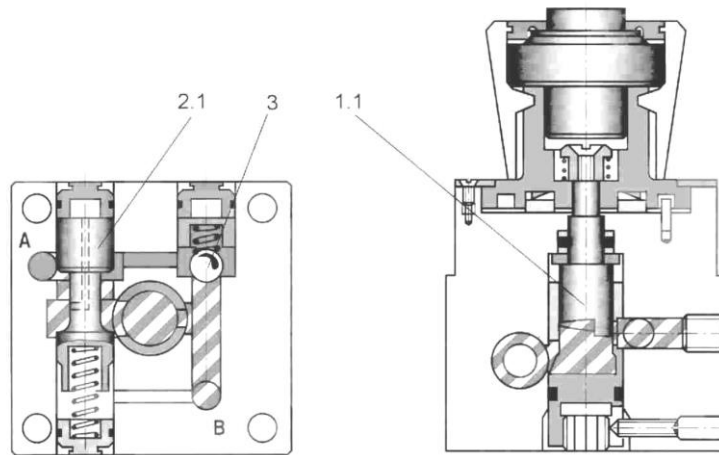
Ze względu na zastosowane rozwiązania konstrukcyjne spotyka się następujące rodzaje regulatorów przepływu:

1. Regulatory nienastawne (ograniczniki przepływu)
2. Regulatory nastawne.

1.3.1 REGULATORY NASTAWNE

Każdy nastawny regulator przepływu składa się z dwóch współpracujących ze sobą zaworów: dławiącego zasadniczego, nastawianego ręcznie lub zdalnie na określoną wartość przepływu, oraz

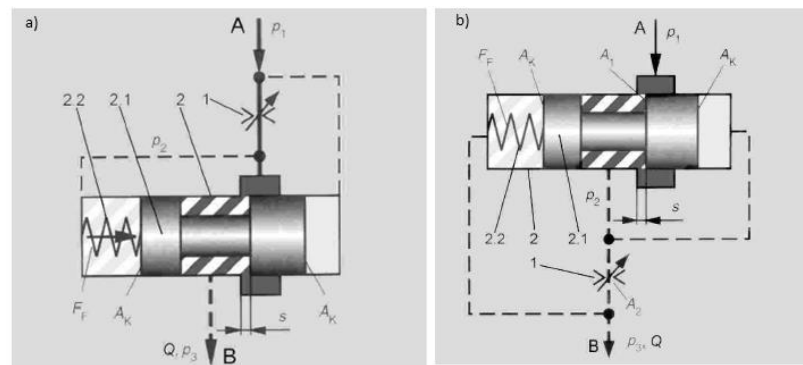
różnicowego- czyli dławiącego pomocniczego, którego zadaniem jest samoczynna korekcja odchylenia natężenia przepływu od zadanej wartości. W zależności od ich wzajemnego usytuowania rozróżnia się regulatory dwudrogowe i trójdrogowe. Schemat budowy dwudrogowego regulatora przepływu przedstawiono na Rysunku 4.



RYSUNEK 4. SCHEMAT DWUDROGOWEGO REGULATORA PRZEPIYU: 1.1-TRZPIEŃ DŁAWIĄCY ZAWORU ZASADNICZEGO, 2.1-SUWAK ZAWORU POMOCNICZEGO, 3-ZAWÓR ZWROTNY, A-PRZYŁĄCZE ZE STACJI ZASILAJĄCEJ, B-PRZYŁĄCZE DO ODBIORNIKA [1]

W regulatorach dwudrogowych zawór zasadniczy połączony jest szeregowo z zaworem pomocniczym. Ponieważ łączny opór połączenia szeregowego nie zależy od kolejności elementów, więc wyróżniamy dwie odmiany regulatorów, biorąc za kryterium kierunek przepływu cieczy:

- Regulatory z zaworem różnicowym na wejściu (Rysunek 4a)
- Regulatory z zaworem różnicowym na wyjściu (Rysunek 4b)

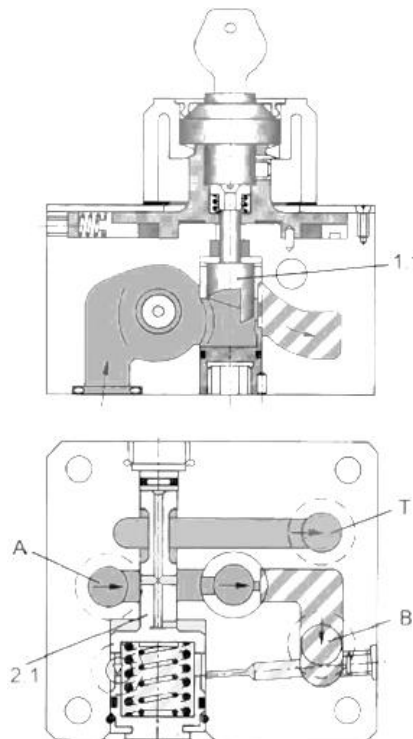


RYSUNEK 5. ZASADA DZIAŁANIA REGULATORA DWUDROGOWY Z ZAWOREM ZASADNICZYM A) UMIESZCZONYM PRZED POMOCNICZYM ; B) UMIESZCZONYM ZA POMOCNICZYM (2.1- SUWAK ZAWORU POMOCNICZEGO, 2.2- SPRĘŻYNA ZAWORU POMOCNICZEGO, A- PRZYŁĄCZE ZE STACJI ZASILAJĄCEJ, B- PRZYŁĄCZE DO ODBIORNIKA) [1]

Przy stałym obciążeniu silnika hydraulicznego szczelina s oraz ciśnienie p_3 są wartościami stałymi. Natężenie przepływu Q do silnika i jego prędkość również pozostają niezmiennie. Kiedy następuje wzrost obciążenia silnika, wzrasta również ciśnienie p_3 , co powoduje zmniejszenie spadku

ciśnienia Δp na regulatorze. Objawia się to chwilowym zmniejszeniem natężenia przepływu do silnika, a co za tym idzie spadkiem jego prędkości. Wzrost ciśnienia p_3 powoduje równocześnie wzrost ciśnienia p_2 oraz ruch suwaka w prawo. Szczelina zostaje zwiększona przez co do silnika dostaje się więcej cieczy w celu kompensacji chwilowego spadku prędkości. Szczelina s zmniejsza się dopiero wówczas, gdy natężenie przepływu do silnika oraz jego prędkość w wyniku spadku obciążenia i zmniejszenia ciśnienia p_3 osiągnie określoną wartość. Powoduje to zmniejszenie dopływu cieczy dla skompensowania chwilowego wzrostu prędkości silnika hydraulicznego.

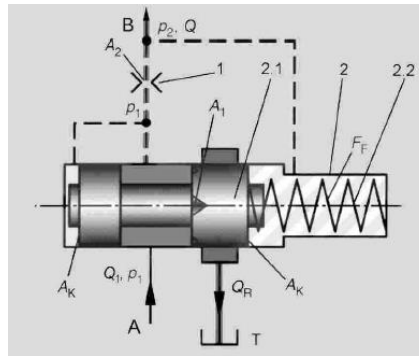
Regulatory trójdrogowe są elementami dostosowanymi wyłącznie do jednokierunkowego przepływu cieczy, dlatego mogą być instalowane tylko na wlocie do silnika hydraulicznego. W przypadku, gdy element pracuje dwukierunkowo, należy je wyposażyć w zawór zwrotny obejściowy w stosunku do zaworu zasadniczego. Schemat trójdrogowego regulatora przepływu zamieszczono na Rysunku 6.



RYSUNEK 6. TRÓJDROGOWY REGULATOR PRZEPŁYWU 1.1-TRZPIEŃ DŁAWIĄCY ZAWORU ZASADNICZEGO, 2.1- SUWAK ZAWORU POMOCNICZEGO A-PRZYŁĄCZE ZE STACJI ZASILAJĄCEJ, B-PRZYŁĄCZE DO ODBIORNIKA, T- PRZYŁĄCZE DO ZBIORNIKA[1]

Rysunek 7 przedstawia zasadę działania regulatora trójdrogowego, gdzie zawór różnicowy (pomocniczy) podłączony jest równoległe do zasadniczego. Pełni on wówczas rolę zaworu przelewowego i odprowadza do zbiornika nadmiar cieczy podawanej przez stację zasilającą. Zawór maksymalny pozostaje zamknięty w trakcie pracy regulatora. Podczas stałego obciążenia silnika hydraulicznego ciśnienie p_2 oraz powierzchnia przekroju przepływowego A_1 nie zmieniają się. Wartości przepływu Q do silnika, Q_R do zbiornika i prędkości silnika również pozostają stałe. Kiedy

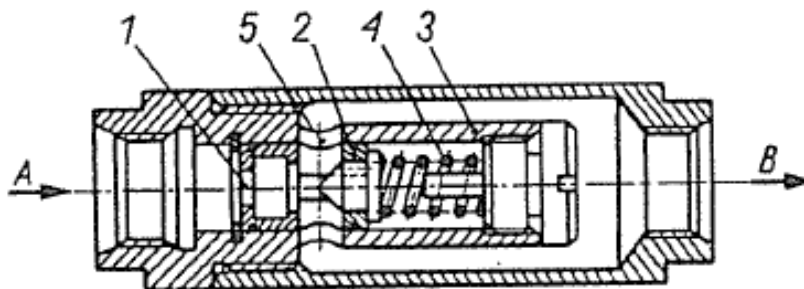
wzrasta ciśnienie p_2 , suwak przesuwają się w lewo co powoduje zmniejszenie powierzchni A_1 . Przez to nadwyżka Q_R odprowadzana do zbiornika maleje a do silnika podawany jest większy przepływ Q , co skutkuje zwiększeniem jego prędkości. Zmniejszone ciśnienie p_2 powoduje przesunięcie suwaka w prawo, zwiększenie powierzchni A_1 i odprowadzenie do zbiornika większego przepływu w celu kompensacji chwilowego wzrostu prędkości silnika.



RYSUNEK 7. DZIAŁANIE REGULATORY TRÓJDROGOWEGO 1-ZAWÓR ZASADNICZY, 2.1-SUWAK ZAWORU POMOCNICZEGO, 2.2- SPRĘŻYNA ZAWORU POMOCNICZEGO, A- PRZYŁĄCZE ZE STACJI ZASILAJĄCEJ, B- PRZYŁĄCZE DO ODBIORNIKA, T- PRZYŁĄCZE DO ZBIORNIKA[1]

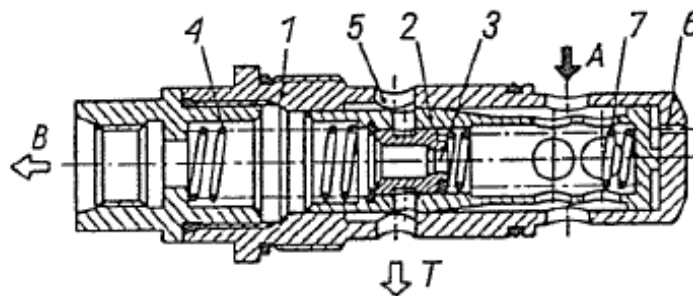
1.3.2 REGULATORY NIENASTAWNE

Nienastawne regulatory w odróżnieniu od nastawnych cechuje stałe pole przekroju otworu dławiącego dławika. Schemat przykładowego regulatora dwudrogowego przedstawiono na Rysunku 8. Jest to element o działaniu jednokierunkowym, czyli ograniczającym przepływ tylko na drodze z A do B- w odwrotnym kierunku ograniczenie nie występuje. Rolę dławika pełni tu ostrokrawędziowa kryza stanowiąca część suwaka przesuwanego się w wewnętrznej tulei korpusu regulatora. W kierunku przepływu na suwak działa siła wynikająca ze spadku ciśnienia na dławiku, oraz przeciwnie do niej skierowana siła sprężyny. W wyniku ich zrównoważenia suwak zajmuje w tulei określone położenie przymykając częściowo okna, przez co natężenie przepływu wraca do poprzedniej wartości. Spadek ten z kolei powoduje ruch suwaka w lewo i odsłonięcie okien. Tego typu regulatory zapewniają gorszą stabilizację przepływu niż odmiany nastawne ze względu na mniejszą czułość zaworu różnicowego spowodowaną kształtem suwaka (duży skok) oraz zmienną siłą krótkiej sprężyny.



RYSUNEK 8. NIENASTAWNY DWUDROGOWY REGULATORY PRZEPŁYWU (DO MONTAŻU PRZEWODOWEGO) 1-KRYZA, 2-SUWAK, 3-TULEJA, 4-SPRĘŻYNA, 5-OTWORY PROMIENIOWE [5]

W regulatorach nienastawnych trójdrogowych (Rysunek 9) rolę dławika pełni dysza znajdująca się w suwaku o kształcie tulei umieszczonym w korpusie. Na suwak z prawej strony działa ciśnienie dopływającego strumienia oraz z lewej strony ciśnienie strumienia dławionego w dyszy i siła sprężyny. W wyniku ich działania suwak zajmuje określoną pozycję przymykając częściowo kanał upuszczający nadmiar cieczy do zbiornika. Wzrost lub spadek natężenia przepływu przez dyszę wywołuje reakcję korygującą położenie suwaka zaworu różnicowego, który dławí odpływ do zbiornika. Otwór odprowadzający ciecz do prawego czoła suwaka pełni również funkcję tłumika drgań. Dysza, umocowana przesuwnie w suwaku, normalnie znajduje się w skrajnym położeniu, dociskana sprężyną, lecz gdy ciśnienie wzrasta powyżej określonej wartości przesuwa się w prawo. Powoduje to odkształcenie sprężyny i powstanie dodatkowego odpływu cieczy do zbiornika.



RYSUNEK 9. NIENASTAWNY TRÓJDROGOWY REGULATOR PRZEPLÝWU (DO ZABUDOWY NABOJOWEJ) 1-KORPUS, 2-SUWAK, 3-DYSZA, 4-SPRĘŻYNA, 5-KANAŁ, 6-OTWÓR, 7-SPRĘŻYNA[5]

2 CEL ĆWICZENIA

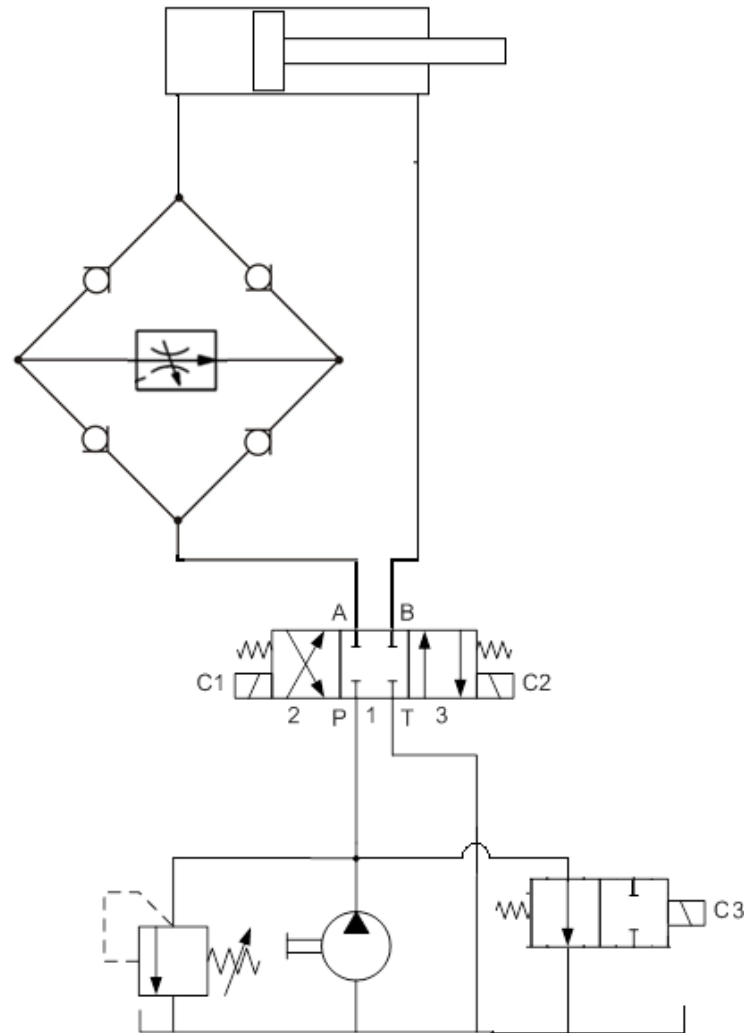
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z możliwością wykorzystania prostownika hydraulicznego i regulatora przepływu w układach hydraulicznych.

3 PRZEBIEG ĆWICZENIA

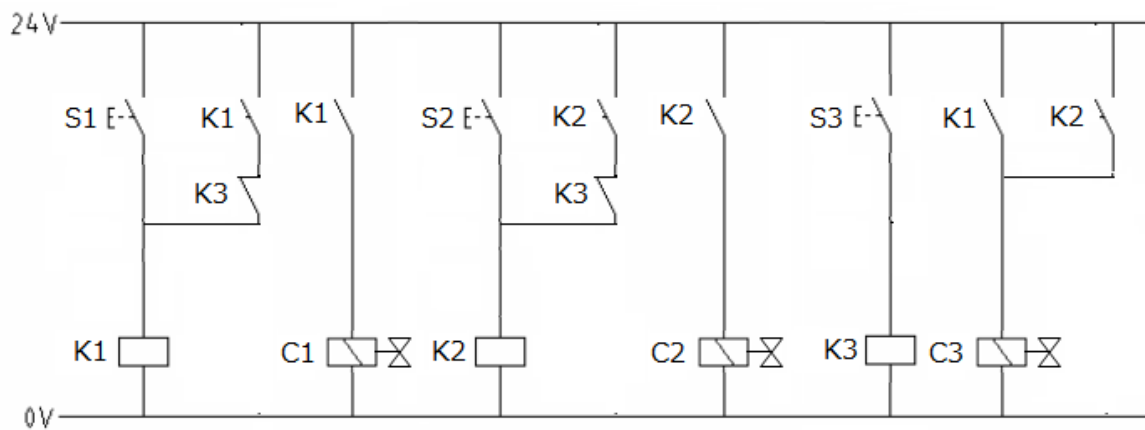
W ramach zajęć budowane będą układy hydrauliczne z prostownikiem hydraulicznym i regulatorem przepływu. Po zmontowaniu każdego z układów należy dokładnie przeanalizować jego pracę wskazując cechy charakterystyczne, wady i zalety .

UKŁAD 1

Pytanie : Co zmienia w pracy siłownika zastosowanie układu mostkowego?

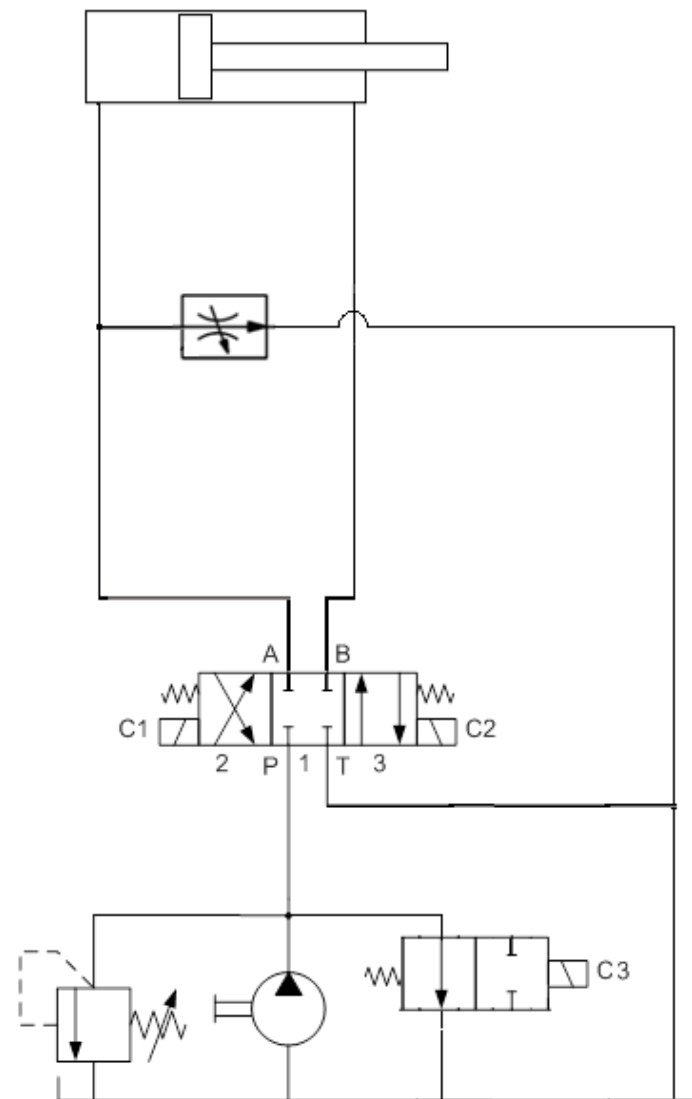


RYSUNEK 10. SCHEMAT UKŁADU 2

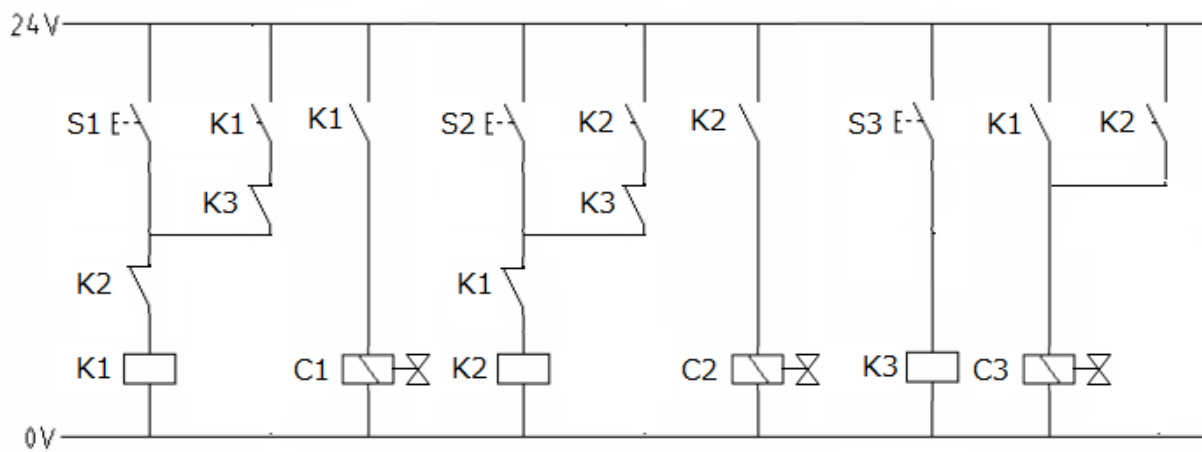


RYSUNEK 11. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 1

UKŁAD 2



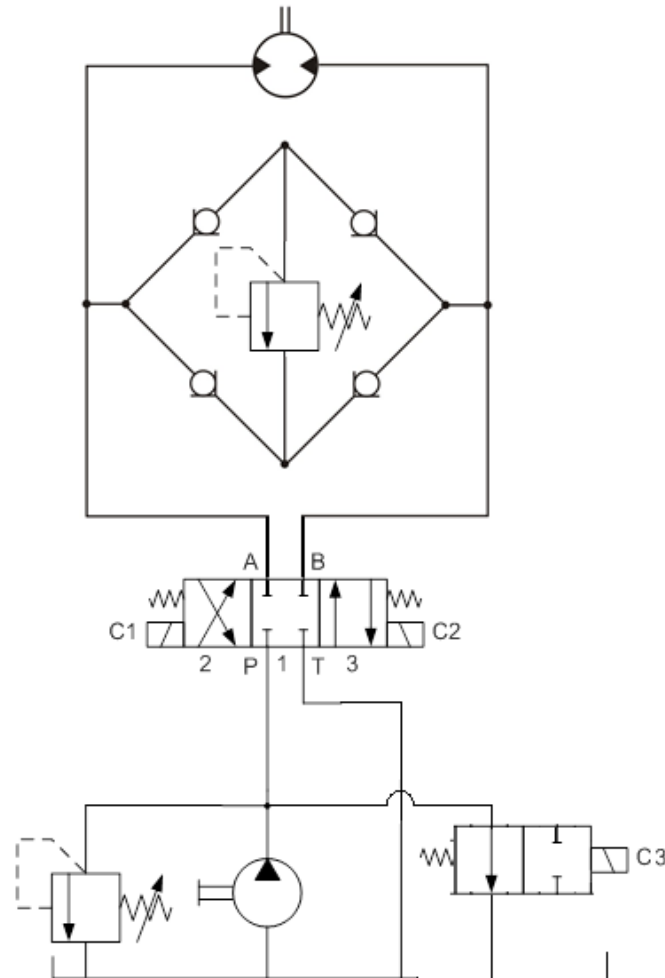
RYSUNEK 12. SCHEMAT UKŁADU 3



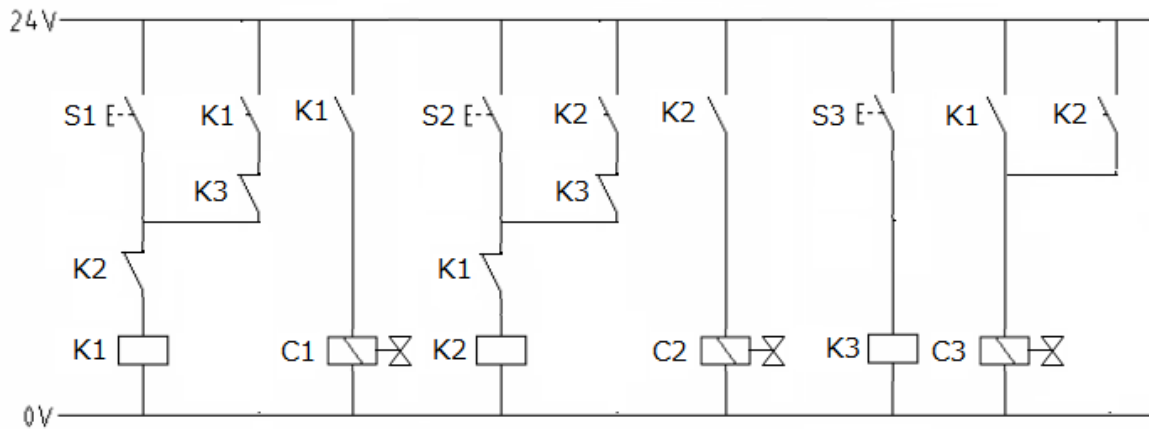
RYSUNEK 13. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 2

UKŁAD 3

Pytanie : Jakie zadanie spełnia zastosowanie układu mostkowego z zaworem maksymalnym w tym układzie?



RYSUNEK 14. SCHEMAT UKŁADU 4



RYSUNEK 15. SCHEMAT ELEKTRYCZNY UKŁADU 3

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.

4 LITERATURA

- [1] Jędrzykiewicz Zenon, Pluta Janusz, Stojek Jerzy: „*Napęd i sterowanie hydrauliczne*”, Kraków 2004;
- [2] Olechowicz Jan, Szydelski Zbigniew: „*Elementy napędu i sterowania hydraulicznego i pneumatycznego*”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986;
- [3] Osiecki Andrzej: „*Hydrostatyczny napęd maszyn*”, Wydawnictwo Naukowo- Techniczne, Warszawa 1998;
- [4] Popis Stanisław: „*Analizowanie działania układów hydraulicznych*”, Instytut Technologii Eksploatacji-Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005.
- [5] Stryczek S., *Napęd hydrostatyczny*, tom I elementy Wydawnictwo Naukowo Techniczne Warszawa 2003