

# Laboratorium

## Hydrostatyczne Układy Napędowe

Instrukcja do ćwiczenia nr 5

**Charakterystyka rozdzielacza hydraulicznego.**

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

## Wiadomości wstępne

Rozdzielacze należą do urządzeń sterujących kierunkiem przepływu cieczy w układach hydraulicznych. Biorąc bezpośredni udział w transporcie energii zmagazynowanej w cieczy urządzenia te mają oczywisty wpływ na właściwości całego układu hydraulicznego, na sposób wypełniania przez niego założonych funkcji. Umieszczając zatem w układzie hydraulicznym element sterujący (np. rozdzielacz) należy być świadomym jego właściwości wpływających na pracę całego układu.

Właściwości każdego elementu sterującego można rozpatrywać bez uwzględnienia czasu jako parametru, a więc w stanach ustalonych, kiedy to wielkości opisujące zjawiska zachodzące w danym momencie (np. przepływ cieczy) są niezmiennie w czasie – wówczas mamy do czynienia z charakterystykami statycznymi.

Rozważając charakterystyki statyczne hydraulicznych elementów sterujących można wyróżnić dwie grupy zagadnień: zagadnienia związane z przepływem cieczy oraz zagadnienia związane z układem sił działających na ruchomy element konstrukcyjny sterujący żadaną wielkością.

Drugie z tych zagadnień ma podstawowe znaczenie dla zaworów działających samoczynnie (np. zawory maksymalne, regulatory ciśnienia), gdyż równowaga sił działających na element sterujący (np. grzybek zaworu) określa jego położenie, od którego uzależniona jest wartość pola powierzchni przepływu w szczelinie dławiącej a w konsekwencji parametry przepływu.

Natomiast dla zaworów uruchamianych zewnątrz, jakimi są rozdzielacze, wielkość sił działających na element sterujący (suwak) jest mniej ważna, gdyż położenie suwaka wymuszone jest przez zewnętrzny układ uruchamiający (może to być układ mechaniczny, hydrauliczny, elektryczny itp.). Na plan pierwszy wysuwa się w przypadku tej grupy urządzeń wyznaczanie zależności pomiędzy parametrami określającymi przepływ cieczy.

W przypadku rozdzielacza suwakowego istnieją trzy takie parametry: natężenie przepływu cieczy  $Q$  przez rozdzielacz, różnica ciśnień  $\Delta p$  przed i za rozdzielaczem oraz przemieszczenie  $x$  suwaka, od którego zależy pole powierzchni szczelin przepływowych. Zazwyczaj charakterystyki statyczne rozdzielaczy przedstawia się w formie zależności dwóch z wymienionych powyżej parametrów przy trzecim ustalonym. I tak najważniejszą charakterystyką statyczną jest zależność  $\Delta p = f(Q)$  przy  $x = \text{const}$  (rys.1). Określa ona straty ciśnienia na danej drodze rozdzielacza w funkcji natężenia przepływu. Rozdzielacz stanowi w układzie opór miejscowy jednak o zbyt skomplikowanym charakterze, aby można było obliczyć występujące na nim straty ciśnienia, zazwyczaj stanowiące istotny składnik w bilansie strat w całym obwodzie hydraulicznym. Dlatego charakterystyki tego typu, najczęściej przy maksymalnym przemieszczeniu suwaka, podawane są przez wytwórców w katalogach wyrobów i podstawową zasadą winno być korzystanie z danych katalogowych przy obliczaniu sumarycznych strat ciśnienia w całym układzie hydraulicznym. W rozdzielaczach wielosekcyjnych sumujące się straty na każdej sekcji przybierają znaczne wartości.

Druga z charakterystyk statycznych rozdzielacza to zależność  $\Delta p = f(x)$  przy  $Q = \text{const}$  (rys.2). Wskazuje ona, w jaki sposób zmniejsza się strata ciśnienia w rozdzielaczu w miarę otwierania szczelin przepływowych przy przemieszczaniu suwaka, przy stałej wartości natężenia przepływu, co często ma miejsce podczas zasilania rozdzielacza przez pompę wyporową o stałej wydajności.

Trzecia z charakterystyk określa zależność  $Q = f(x)$  przy stałej różnicy ( $\Delta p = \text{const}$ ) (rys.3). Pozwala ona stwierdzić jak szybko narasta natężenie przepływu w miarę przesuwania suwaka rozdzielacza. Charakter wzrostu natężenia przepływu podczas przesterowywania rozdzielacza ma znaczny wpływ na zjawiska dynamiczne towarzyszące uruchamianiu układu.

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest doświadczalne wyznaczenie charakterystyk statycznych rozdzielacza:  $\Delta p = f(Q)_{x=\text{const}}$ ,  $\Delta p = f(x)_{Q=\text{const}}$   $Q = f(x)_{\Delta p=\text{const}}$

### Schemat układu pomiarowego i sposób przeprowadzenia ćwiczenia

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawia rys.4. Zasilanie badanego rozdzielacza 12 odbywa się za pomocą pompy 1 napędzanej silnikiem elektrycznym 10. Przesterowanie suwaka rozdzielacza odbywa się ręcznie, za pomocą śruby, przy czym istnieje możliwość pomiaru wielkości przemieszczenia suwaka czujnikiem zegarowym 13. Różnica ciśnień przed i za rozdzielaczem mierzona jest manometrami 7 i 8, a natężenie przepływu – przepływomierzem objętościowym 6. Zawór maksymalny 5 umieszczony równolegle w stosunku do pompy służy do zmiany wydatku cieczy dostarczonej do rozdzielacza. Istnieje też możliwość zmiany natężenia przepływu przez badany rozdzielacz poprzez zmianę prędkości obrotowej silnika elektrycznego sprzęgniętego z mikropompą oczywiście przy zamkniętym zaworze przelewowym i pełniącym wtedy rolę zaworu bezpieczeństwa.

Ćwiczenia należy rozpocząć od przeanalizowania budowy wewnętrznej i zasady działania rozdzielacza na jego modelu znajdującym się na stanowisku. Po uruchomieniu stanowiska należy ustawić prędkość obrotową wału pompy przykładowo 1500 obr/min. Natężenie przepływu przez badany rozdzielacz zmieniać poprzez zmianę nastawy zaworu maksymalnego 5. Następnie należy przesterować suwak rozdzielacza ręcznie kontrolując położenie suwaka na czujniku 13. Po przemieszczeniu suwaka o każde 0,1 mm (aż do całkowitej wartości przemieszczenia) należy odczytać różnicę ciśnień przed i za rozdzielaczem na manometrach 7 i 8 oraz zmierzyć natężenie przepływu cieczy mierząc czas napełnienia objętości  $V$  butli pomiarowej. Po wykonaniu całego cyklu pomiarów należy jeszcze zmniejszyć natężenie przepływu cieczy płynące do rozdzielacza 12 poprzez zmianę prędkości obrotowej wału pompy i dla każdej nastawy przeprowadzić cykl pomiarów jak poprzednio, poczynając od środkowego (zerowego) położenia suwaka.

## 2. Opracowanie wyników pomiarów

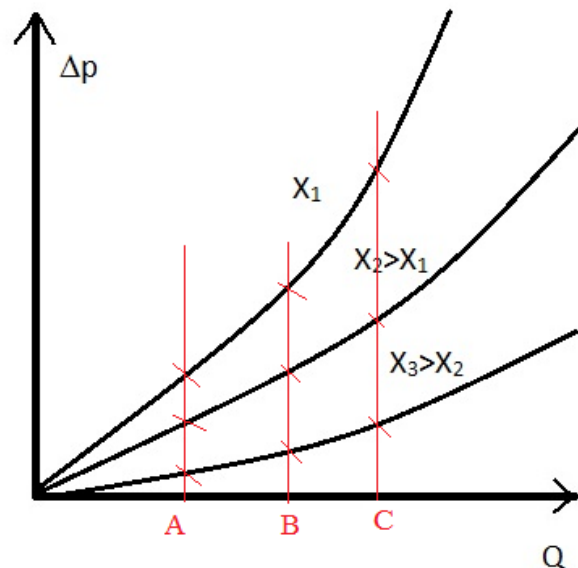
Uzyskane wyniki należy wpisać do tabeli 1. Na ich podstawie należy wykreślić charakterystyki rozdzielacza  $\Delta p = f(Q)$  dla wartości przemieszczeń  $x = a, b, c$  (ustalone w trakcie ćwiczenia) mm. Następnie należy wrysować na tym wykresie proste  $Q = A, B, C$  (ustalone  $z$  w trakcie ćwiczenia). Z punktów przecięć tych prostych z pękiem charakterystyk  $\Delta p = f(Q)$  należy odczytać odpowiadające sobie wartości  $\Delta p$  i  $x$  i wykreślić trzy krzywe  $\Delta p = f(x)$  dla trzech powyżej przyjętych wartości  $Q = \text{const}$ . Na podstawie uzyskanych wyników zaproponować sporządzenie wykresu  $Q = f(x)_{\Delta p = \text{const}}$  i na tej podstawie wyznaczyć istotne parametry którymi są współczynnik wzmocnienia  $W$  i zakres sterowania  $z$ .

$$W = \frac{dQ}{dx} = \frac{\Delta Q}{\Delta x} \quad (1)$$

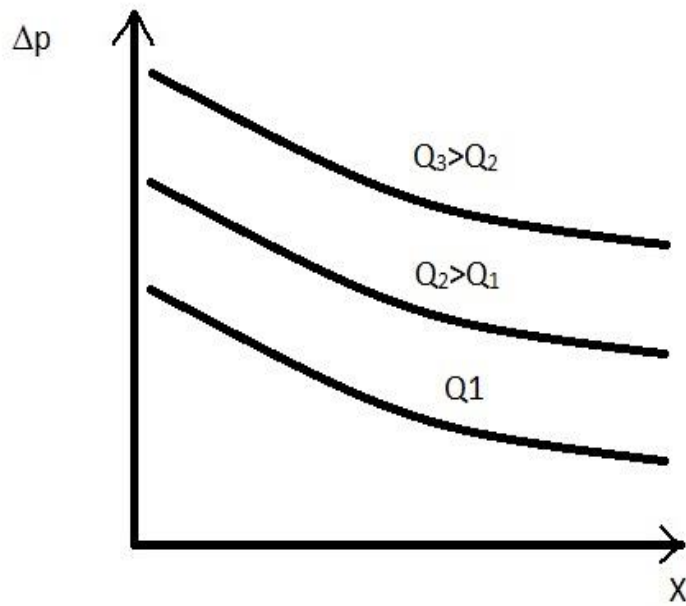
$$z = \frac{\Delta x}{x} \quad (2)$$

gdzie:  $\Delta x$  - zakres sterowania,  
 $x$  - przemieszczenie całkowite suwaka.

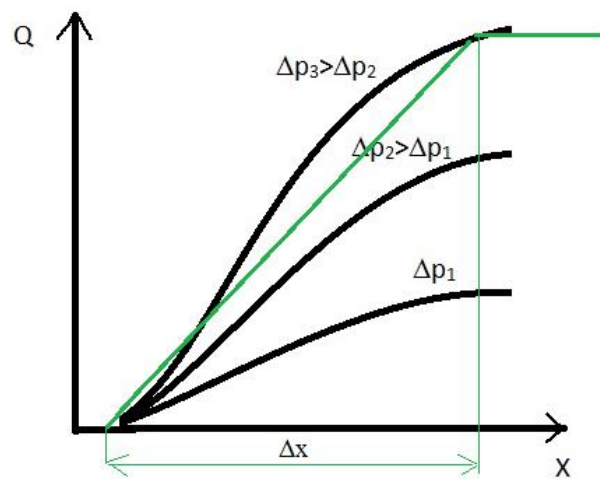
Dla rozdzielacza o określonej geometrii suwaka i tuleji, współczynniki te zależą od wartości ciśnienia w obwodzie odbiornika. Im większa jest wartość tego ciśnienia tym większy jest współczynnik wzmocnienia i mniejszy zakres sterowania, co stwarza warunki sprzyjające powstaniu większych obciążeń dynamicznych.



Rys. 1. Charakterystyki przepływowe rozdzielacza  $\Delta p = f(Q)$  dla różnych wartości przemieszczenia suwaka

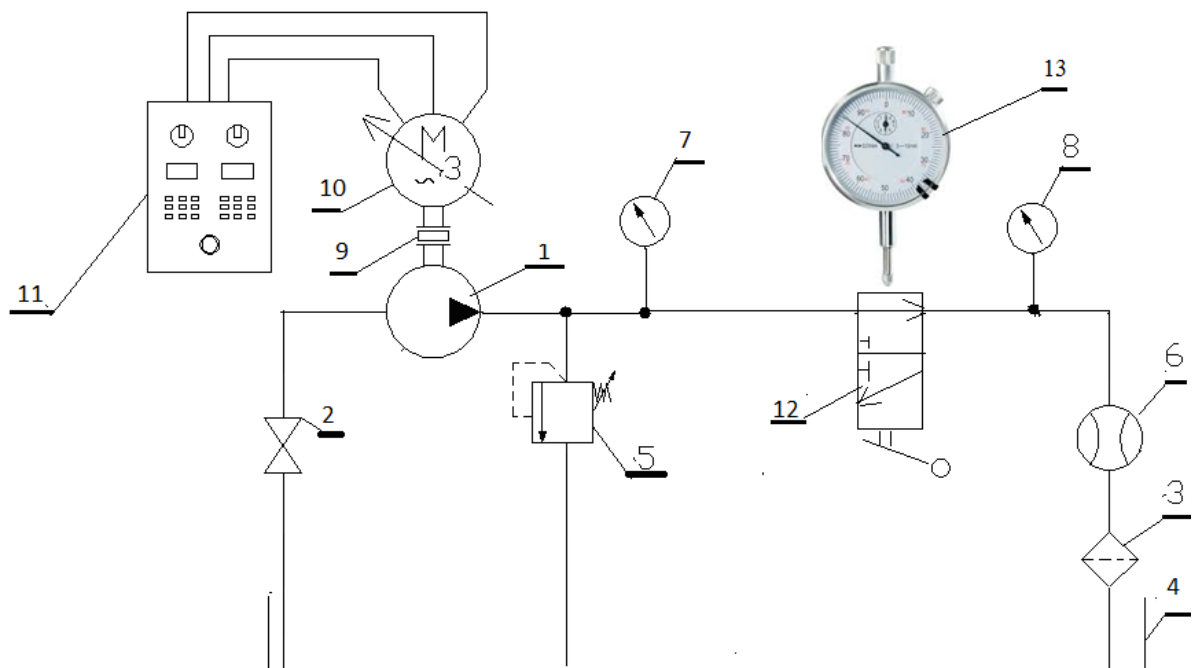


Rys. 2. Wykres zależności  $\Delta p = f(x)$  dla rozdzielacza przy różnych wartościach natężenia przepływu



Rys. 3. Zależność natężenia przepływu od przemieszczenia suwaka przy różnych różnicach ciśnień.

gdzie:  $\Delta x$  - zakres sterowania,  
 $X$  - przemieszczenie całkowite suwaka.

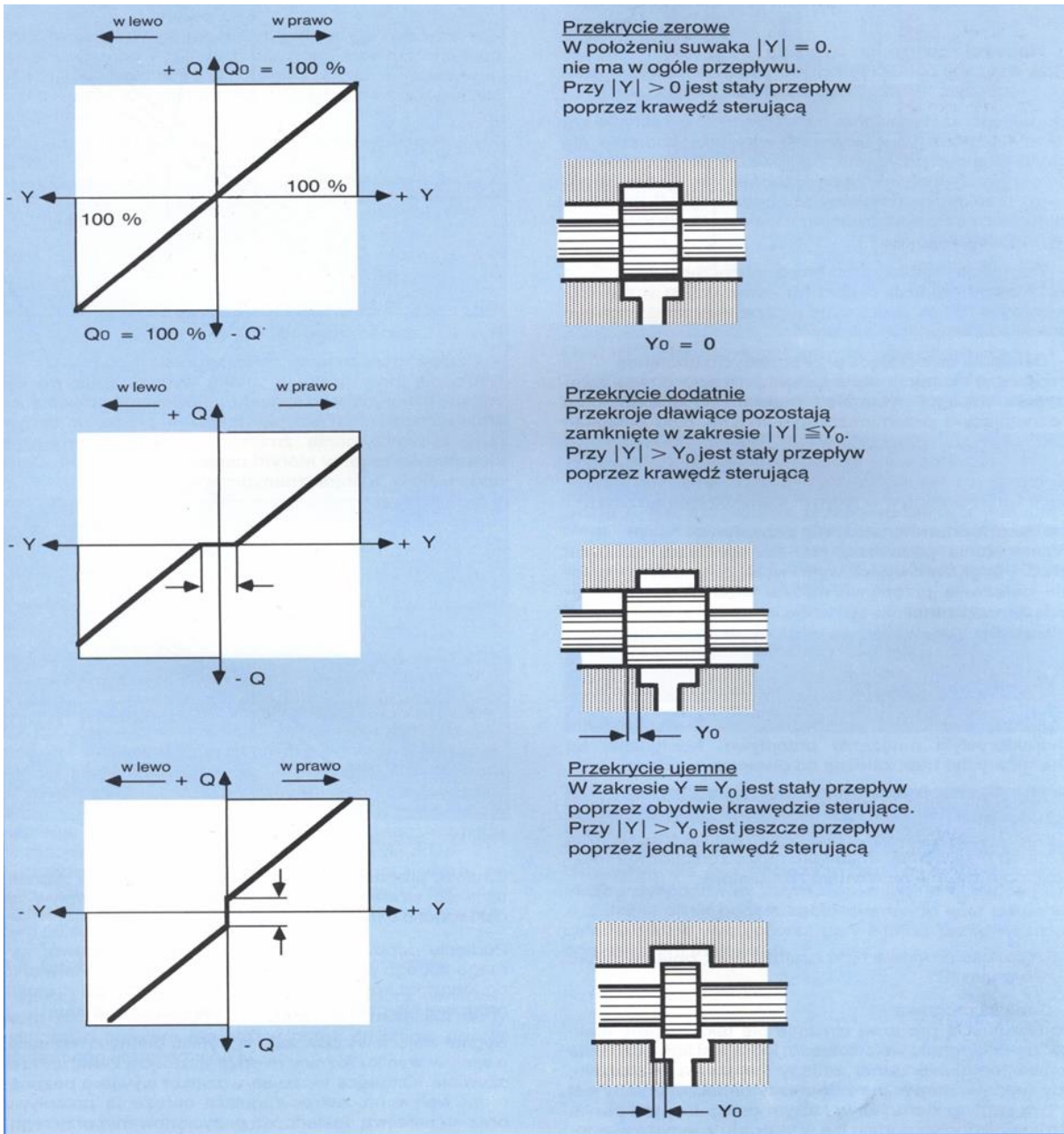


Rys.4. Schemat stanowiska badawczego: 1-pompa, 2-zawór odcinający, (umożliwiający badanie charakterystyk kawitacyjnych) 3 – filtr, 4 – zbiornik, 5 – zawór maksymalny, 6 – przepływomierz, 7,8 – manometry, 9 sprzęgło podatne, 10 – silnik elektryczny, 11 –szafa sterująca. 12 - badany rozdzielacz 3/2, 13 czujnik zegarowy (pomiar przemieszczeń suwak

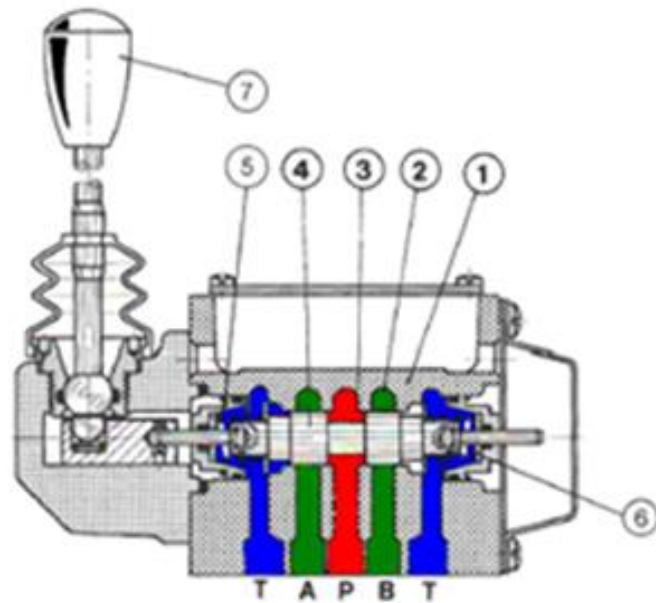
Tabela 1

Lp.	p1	p2	$\Delta p$	t	V	Q
X = a						
X = b						
X = c						

# Przekrycia rozdzielaczy suwakowych



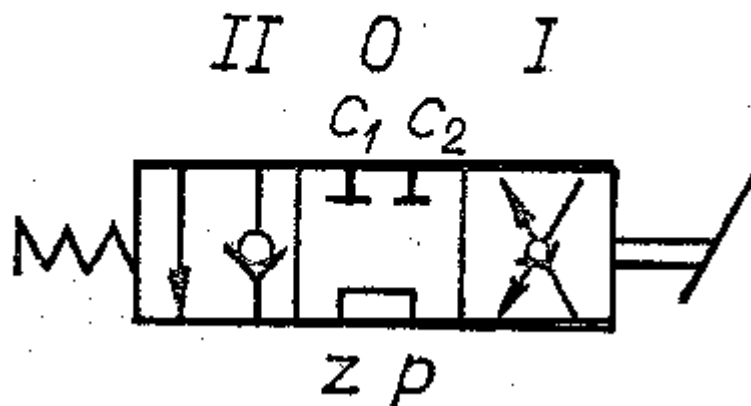
Charakterystyki natężenia przepływu dla różnych przekryć w punkcie zerowym (punkt A)



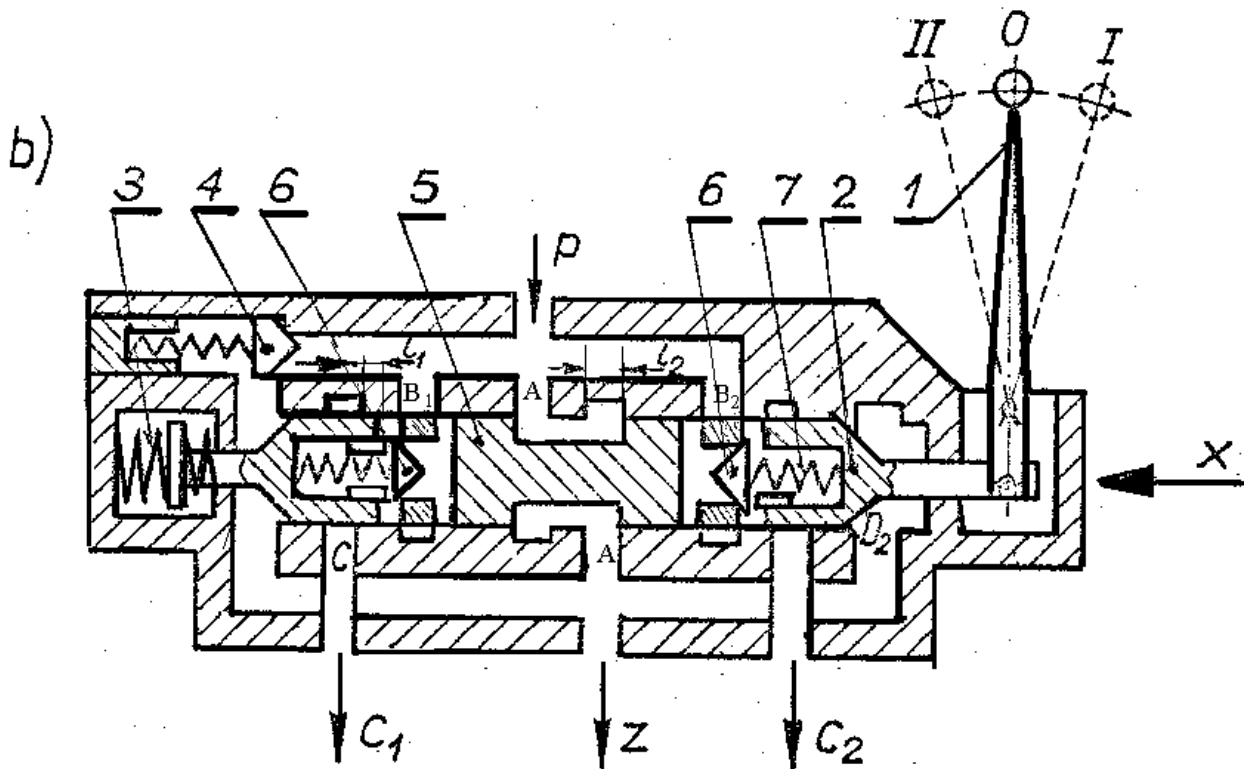
Rys. Schemat rozdzielacza czterodrogowego trójpołożeniowego, sterowanego mechanicznie: 1 - korpus, 2 - kanał pierścieniowy, 3 - krawędź sterująca, 4 - suwak, 5, 6 - sprężyny centrujące, 7 - dźwignia, P - przyłącze do pompy, T - przyłącze do zbiornika, A, B - przyłącza do odbiornika

**Czterodrogowy, trójpozycyjny rozdzielacz suwakowy typu RBS  
(model w laboratorium)**

a)







Rys. 7. Rozdzielacz suwakowy a)- symbol hydrauliczny b) – schemat konstrukcyjny

Cztery drogi hydrauliczne  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $Z$  i  $P$  łączone są w różny sposób dla każdego z trzech położenia dźwigni 1 sterującej suwakiem 5 zgodnie z schematem a. W położeniu 0 obwód pompy  $P$  połączony jest kanałem  $A$  z linią zbiornika  $Z$ . Przy przesterowaniu dźwigni 1, z położenia 0 w jedno z dwu położenia skrajnych np. I, otwierane są kanały  $B_1$  i  $C_1$  oraz zamykany jest kanał  $A$ . Jednocześnie otwiera się kanał  $D_2$  umożliwiając połączenie linii  $C_2$  z linią zbiornika. Kolejność łączenia i zamykania odpowiednich kanałów, określona wzajemnym usytuowaniem ich krawędzi, związana jest z tak zwanym stopniem przekrycia, (omówione wyżej). W układach napędowych ze względu na mniejsze obciążenia dynamiczne najszersze zastosowanie znajdują rozdzielacze o przekryciu ujemnym. Dla rozdzielacza przedstawionego na rysunku 7 ujemny stopień przekrycia określa warunek geometryczny  $l_1 < l_2$ . Oznacza to, że przy przesterowaniu 0 – I nastąpi, jako pierwsze otwarcie kanału  $C_1$  i połączenie go przez zawór zwrotny 6 z linią pompy a następnie zostanie zamknięty kanał  $A$  łączący pompę ze zbiornikiem