



Laboratorium Napędów i Sterowania Pneumatycznego i Hydraulicznego jednym z filarów Katedry Automatyki



SPIS TREŚCI

Wprowadzenie

Pneumatyka

1. Cechy napędów pneumatycznych
2. Schemat blokowy
3. Zastosowanie układów pneumatycznych
4. Sprężone powietrze
5. Sprężarki
6. Przygotowanie sprężonego powietrza
7. Czy powietrze kosztuje?
8. Kaskada pneumatyczna
9. Bramki logiczne
10. Złożone układy pneumatyczne

Cyklogram

Symbole graficzne



Hydraulika

15. Rodzaje napędów hydraulicznych
16. Przekazywanie energii
17. Układ hydrostatyczny
18. Ocena jakości oleju
19. Ocena lepkości oleju
20. Ocena zawartości wody, liczby kwasowej i zasadowej
21. Zanieczyszczenia nierozpuszczalne
22. Charakterystyka statyczna zaworu
23. Silnik hydrauliczny - pompa hydrauliczna
24. Siłownik hydrauliczny
25. Praca równoległa siłowników

Sterowanie

27. Sterowanie – PLC
28. Sterowanie – panel operatorski

Bibliografia



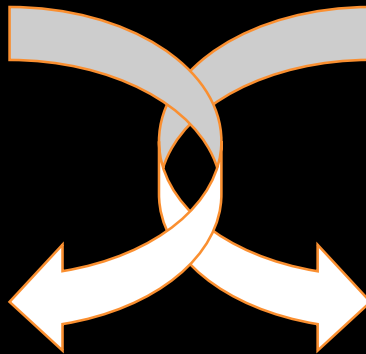


Cechą wspólną układów hydraulicznych i pneumatycznych jest łatwe sterowanie.

Ważne różnice widoczne w pracy tych układów związane są z wielkościami przenoszonych sił i realizowanymi prędkościami ruchu.

Zobacz:

Jak zbudowany jest napęd obrotowy pneumatyczny, dwustronnego działania?



Posłuchaj:

Jak działa napęd hydrauliczny ?.





PNEUMATYKA

nauka, będąca działem inżynierii mechanicznej, zajmująca się konstruowaniem i praktycznym wykorzystaniem urządzeń, w których przekazywanie energii i sterowanie realizowane jest za pomocą sprężonego powietrza (bądź innego gazu o podobnych właściwościach) jako czynnika roboczego.

Pneumatyka to techniczne zastosowanie powietrza pod ciśnieniem, przy czym przeważnie wykorzystuje się nadciśnienie, niekiedy także podciśnienie.

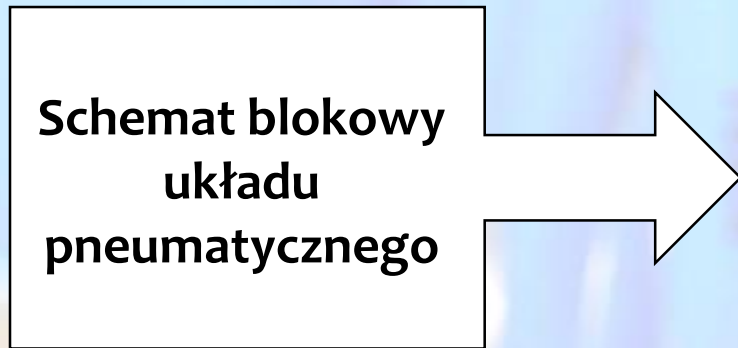


CECHY NAPĘDÓW PNEUMATYCZNYCH

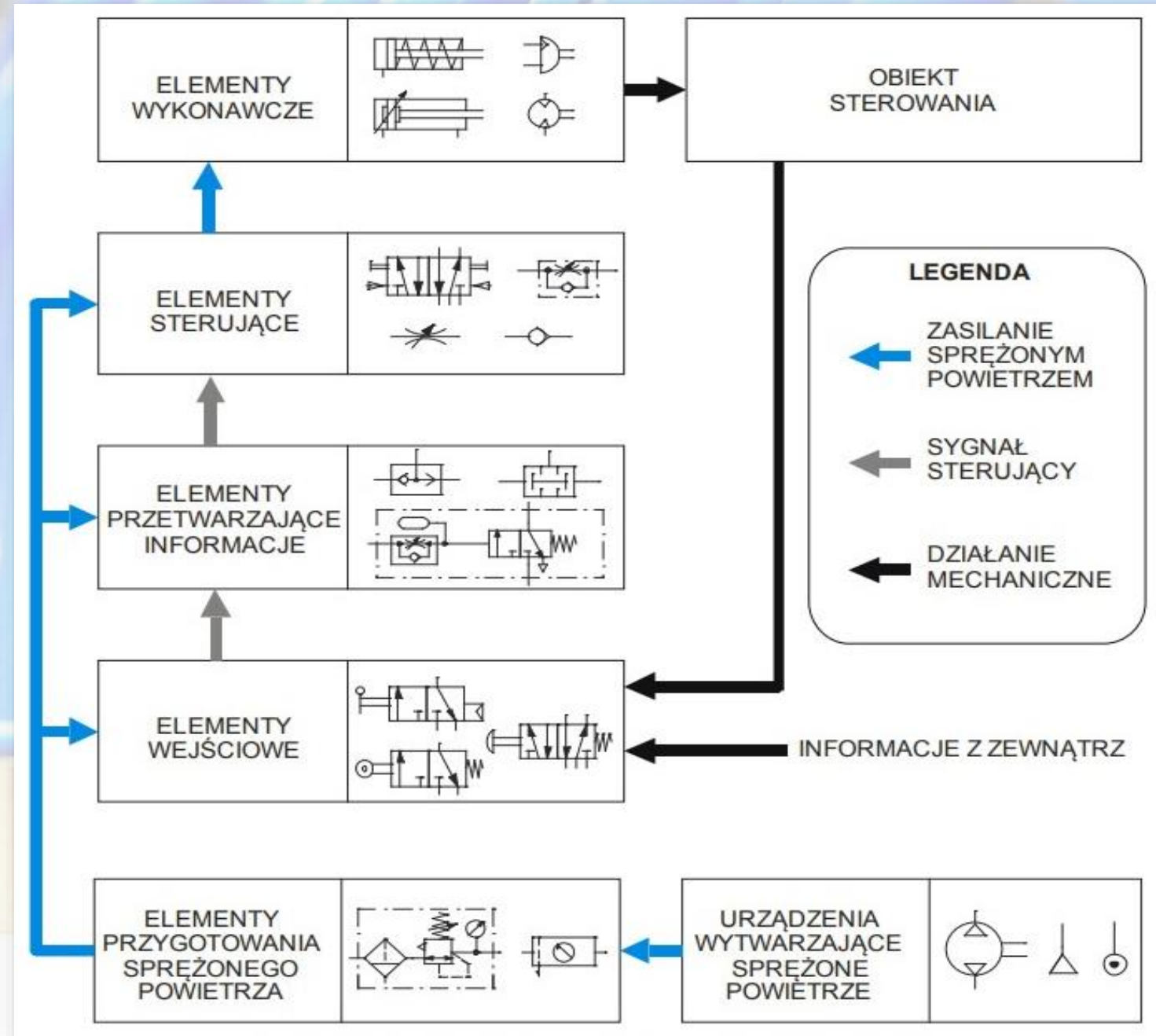
1. Duże zakresy ciśnień roboczych (od kilku bar do kilkuset bar) – duże prędkości przepływu.
2. Ogólną dostępność powietrza.
3. Stosunkowo proste instalacje wytwarzające nadciśnienie lub podciśnienie.
4. Dużą szybkość działania.
5. Małe przenoszone siły.
6. Duża niezawodność konstrukcji, czystość napędu.
7. Łatwość uzyskania ruchu prostoliniowego.
8. Proste konstrukcje elementów sterująco - pomiarowych.



SCHEMAT BLOKOWY



Pneumatyczne układy sterowania składają się z 3 części: przygotowującej powietrze, sterującej oraz części wykonawczej.

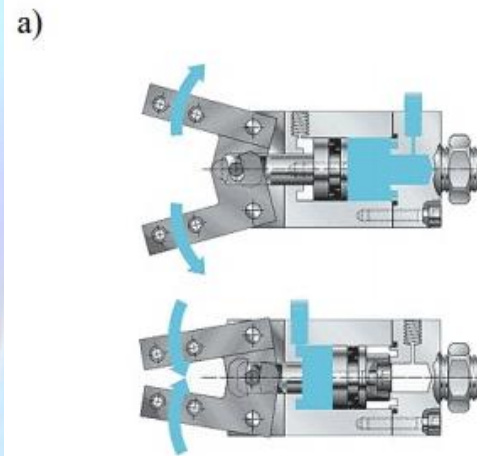




ZASTOSOWANIE UKŁADÓW PNEUMATYCZNYCH

- Napędy urządzeń hamulcowych w motoryzacji i kolejnictwie.
- Napędy narzędzi ręcznych.
- Napędu urządzeń transportowych (podnośników, podajników, obrotnic itp.).
- Napędy automatycznego zamykania i otwierania okien, drzwi, zasuw itp.
- Napędy zaworów regulacyjnych w przemyśle chemicznym, przetwórczym.
- Napędy uchwytów obróbkowych i montażowych w maszynach technologicznych.
- Napędy transportu pneumatycznego materiałów sypkich.

Zastosowanie napędu i sterowania pneumatycznego w przemyśle



a) napędy prostych urządzeń mechanicznych



b) złożone układy mechatroniczne



c) uchwytów pneumatyczne



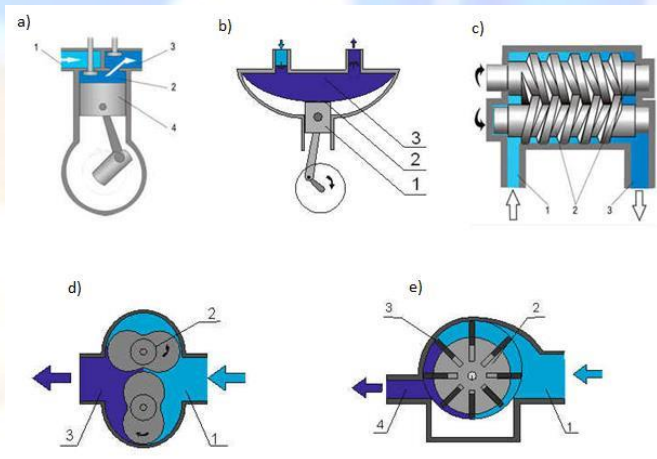
d) maszyny pneumatyczne



SPRĘŻONE POWIETRZE

- Wytwarzanie.
- Przygotowanie (uzdatnianie).
- Magazynowanie.
- Dystrybucja.

Wytwarzanie sprężonego powietrza służą sprężarki.



- Systemy bezolejowe - stosowane w aplikacjach, które nie tolerują nawet najmniejszej zawartości oleju w sprężonym powietrzu.
- Systemy olejowe - stosowane w mniej wymagających aplikacjach.



Uzdatnianie odbywa się za pomocą chłodnic, osuszaczy, separatorów wody i filtrów.

Magazynowanie w zbiornikach ciśnieniowych.

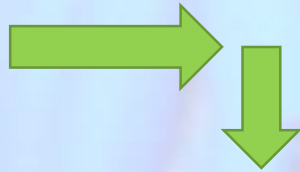




SPRĘŻARKI

Ze względu na budowę sprężarki dzielimy na:

- wyporowe,
- przepływowe,
- chemiczne.



- *tłokowe,*
- *śrubowe,*
- *membranowe,*
- *spiralne,*
- *łopatkowe,*
- *z wirującymi tłokami.*



Badamy: energochłonność, objętość gromadzonego powietrza, ciśnienie, wydatek.
Poznajemy: budowę i funkcje.



PRZYGOTOWANIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

- Oczyszczanie.
- Redukcja ciśnienia.
- Wprowadzanie mgły olejowej.





CZY POWIETRZE KOSZTUJE?



+

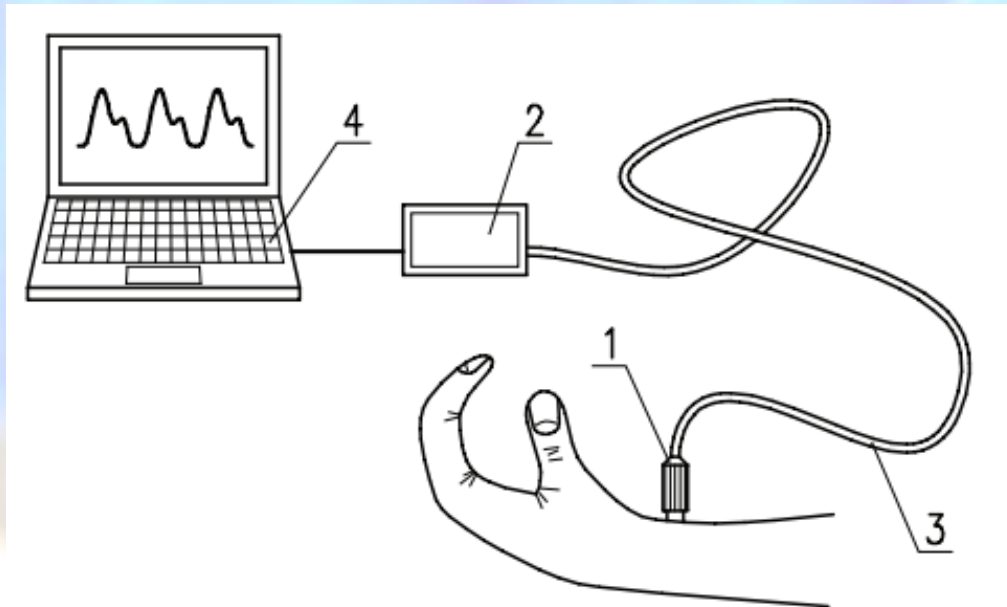


+



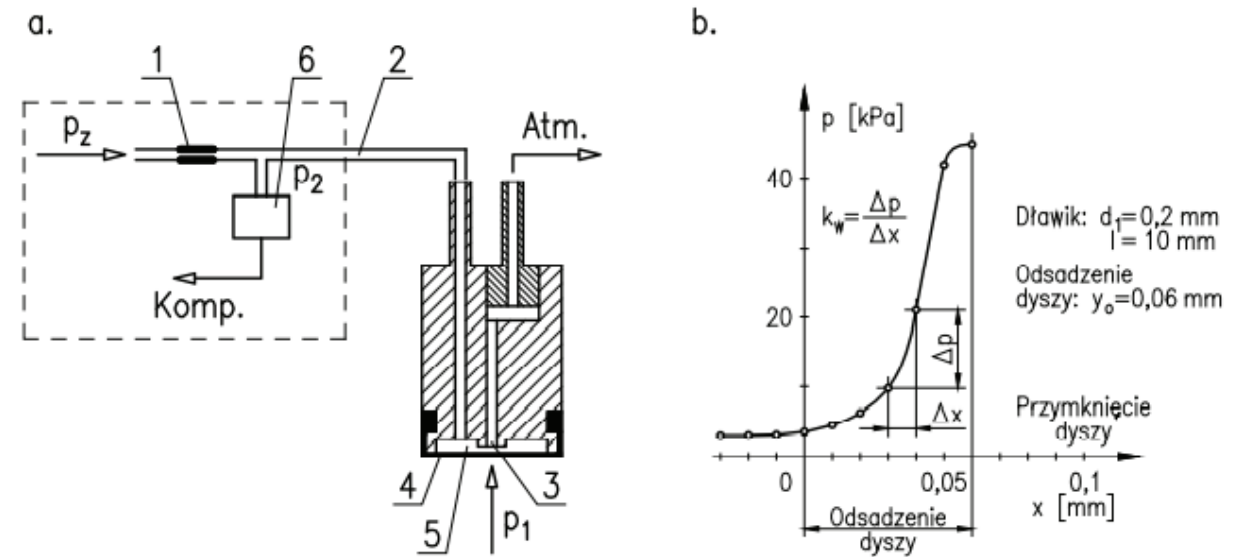


KASKADA PNEUMATYCZNA

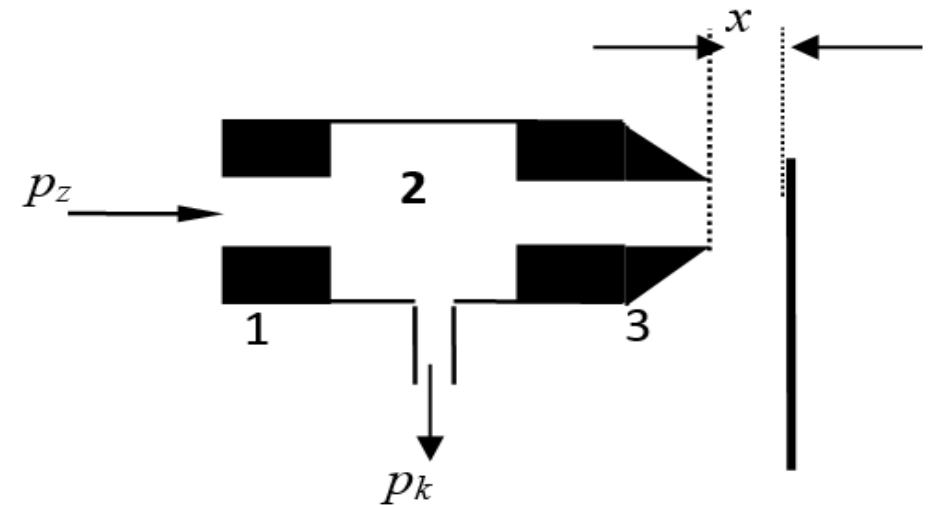


Rysunek 1 Przyrząd do pomiaru i rejestracji fali tętna krwi

Rysunek 3 Schemat kaskady pneumatycznej (1 - dławik stały, 2 – komora kaskadowa, 3 – przesłona, p_z – ciśnienie zasilające, p_k – ciśnienie kaskadowe, x – odległość dysza - przesłona).

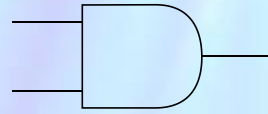


Rysunek 2 Wzmacniacz typu dysza-przysłona: a) schemat konstrukcyjny, b) charakterystyka statyczna



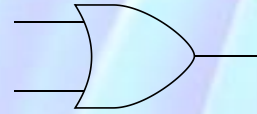


BRAMKI LOGICZNE



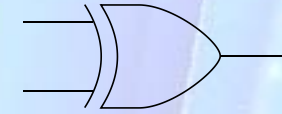
AND

A	B	Wyjście
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



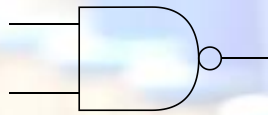
OR

A	B	Wyjście
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



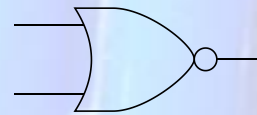
XOR

A	B	Wyjście
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



NAND

A	B	Wyjście
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



NOR

A	B	Wyjście
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



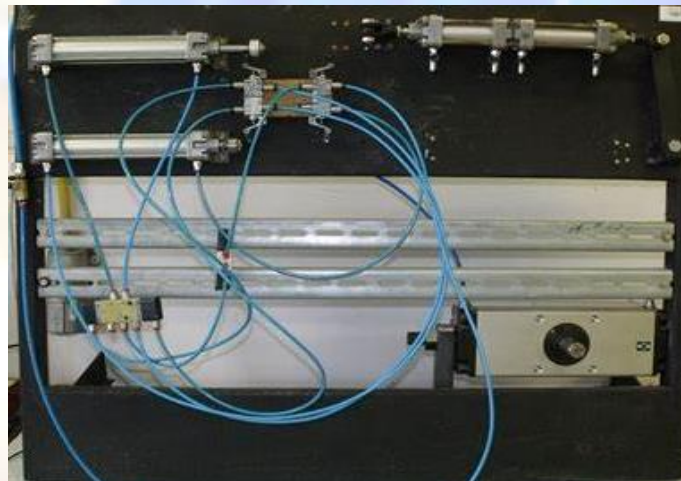
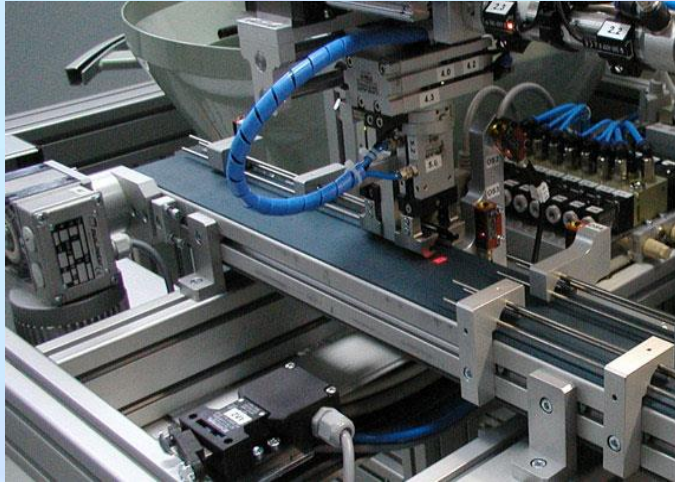
XNOR

A	B	Wyjście
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1





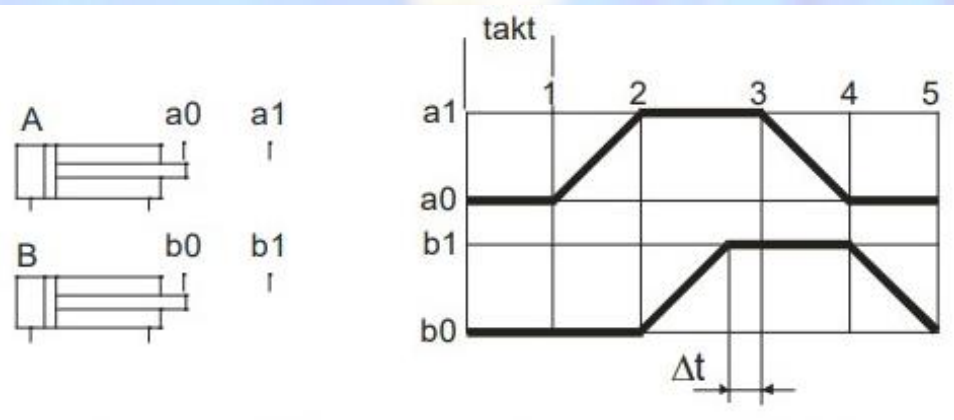
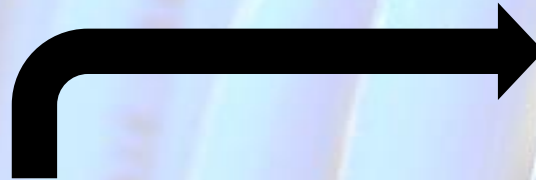
ZŁOŻONE UKŁADY PNEUMATYCZNE





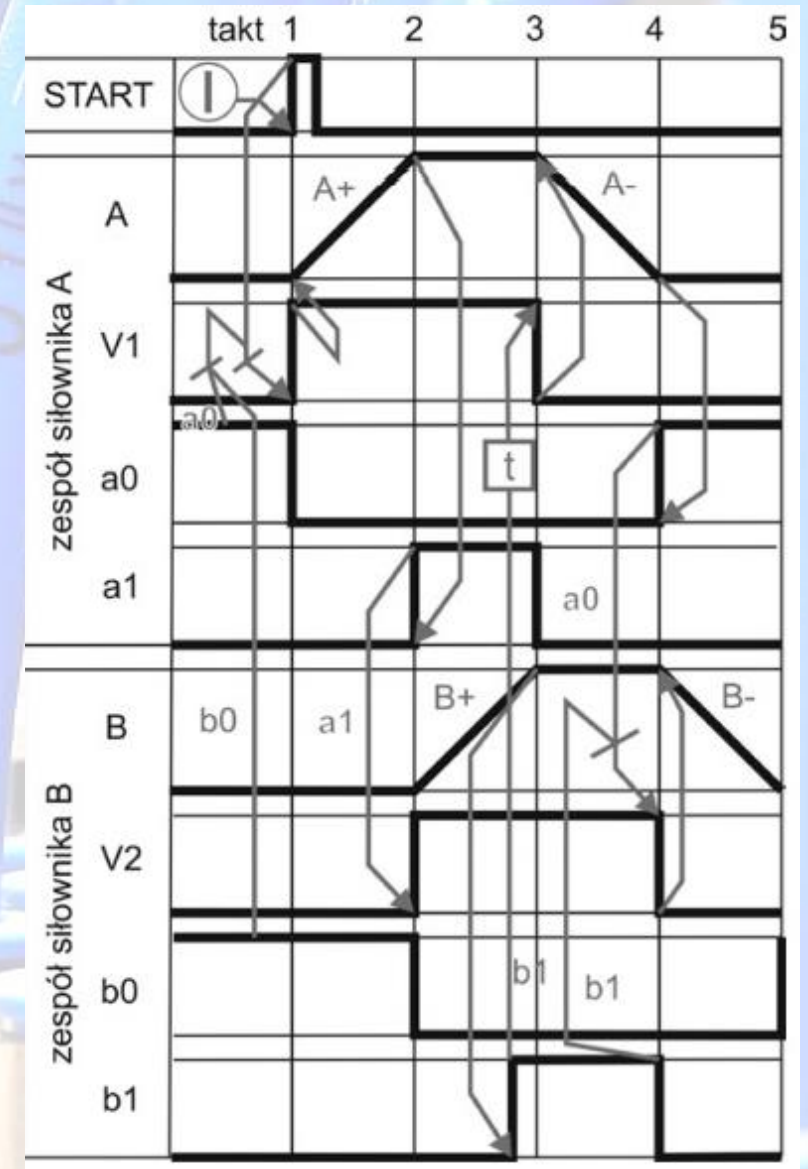
CYKLOGRAM

jego zadaniem jest przedstawienie kolejnych etapów ruchu elementów wykonawczych i zmian sygnałów sterujących podczas pracy układu pneumatycznego.



Cyklogram dla dwóch siłowników

FUNCTIONAL DIAGRAM





SYMBOLE GRAFICZNE

symbole graficzne
elementów
przygotowania
sprężonego

Symbol graficzny	Zastosowanie i objaśnienie symbolu
	Sprężarka
	Osuszacz
	Filtr ze spustem kondensatu
	Zawór redukcyjny
	Źródło ciśnienia
	Manometr
	Smarownica
	Zespół przygotowania sprężonego powietrza – symbol szczegółowy
	Zespół przygotowania sprężonego powietrza – symbol uproszczony

rozdzielacze

Symbol graficzny	Zastosowanie i objaśnienie symbolu
	Zawór dwudrogowy dwupołożeniowy 2/2 normalnie zamknięty
	Zawór dwudrogowy dwupołożeniowy 2/2 normalnie otwarty
	Zawór trójdrogowy dwupołożeniowy 3/2 normalnie zamknięty
	Zawór trójdrogowy dwupołożeniowy 3/2 normalnie otwarty
	Zawór czterodrogowy dwupołożeniowy 4/2

Numer	PN-ISO 1219-2:1998 - wersja polska
Tytuł	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Symbole graficzne i schematy układów -- Schematy układów
Data publikacji	21-10-1998
Data wycofania	19-09-2014
Liczba stron	20
Sektor	SMC, Sektor Maszyn i Inżynierii
Organ Techniczny	KT 208, Napędów i Sterowań Pneumatycznych
Wprowadza	ISO 1219-2:1995 [IDT]
ICS	01.080.30, 23.100.01



HYDRAULIKA

nauka o praktycznych zastosowaniach cieczy a w szczególności wykorzystywaniu ich ruchu (przepływu). Jest powiązana z mechaniką płynów, która stanowi jej teoretyczną podbudowę.

Zajmuje się głównie opracowywaniem i wykorzystaniem układów hydraulicznych. Układ hydrauliczny to zespół wzajemnie połączonych części, których zadaniem jest przekazywanie energii lub sterowanie za pośrednictwem cieczy hydraulicznej pod ciśnieniem, w układzie zamkniętym. Działanie układu hydraulicznego opiera się na wymuszonym i sterowanym przepływie cieczy hydraulicznej, która wykonuje pracę. Ruch cieczy jest tu wymuszony przez pompę, natomiast energia jest odbierana przez siłowniki hydrauliczne lub silniki hydrauliczne.

Ze względu na sposób przekazywania energii rozróżnia się dwie grupy napędów hydraulicznych:

1. Napędy hydrokinetyczne, wykorzystujące energię kinetyczną cieczy roboczej.
2. Napędy hydrostatyczne, wykorzystujące energię ciśnienia cieczy roboczej.



RODZAJE NAPĘDÓW HYDRAULICZNYCH

Napędy hydrokinetyczne to zespoły zawierające sprzęgła i przekładnie.



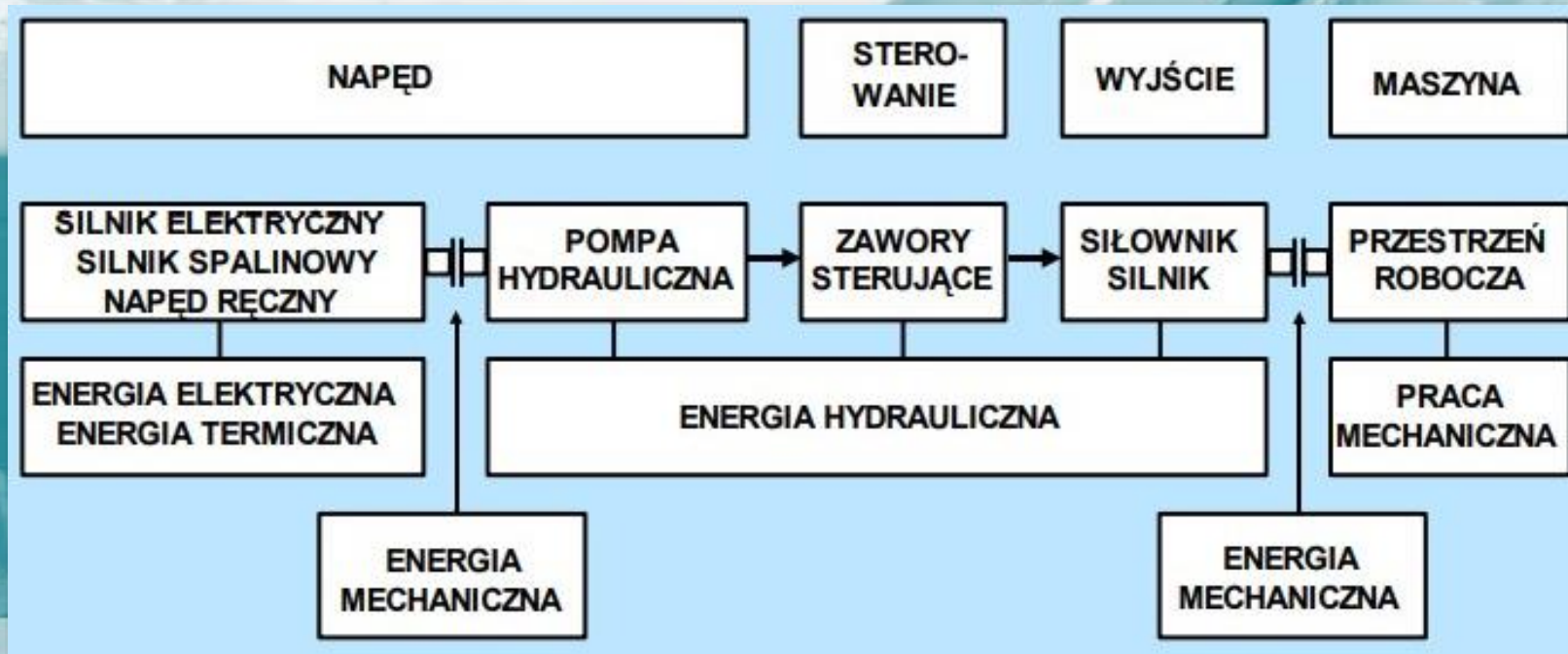
Napędy hydrostatyczne praktycznie we wszystkich typach współczesnych maszyn i mechanizmów. Zawierają bardzo zróżnicowane elementy sterujące, które umożliwiają kształtowanie charakterystyk statycznych i dynamicznych zgodnie z wymaganiami maszyn, dla których są przeznaczone.





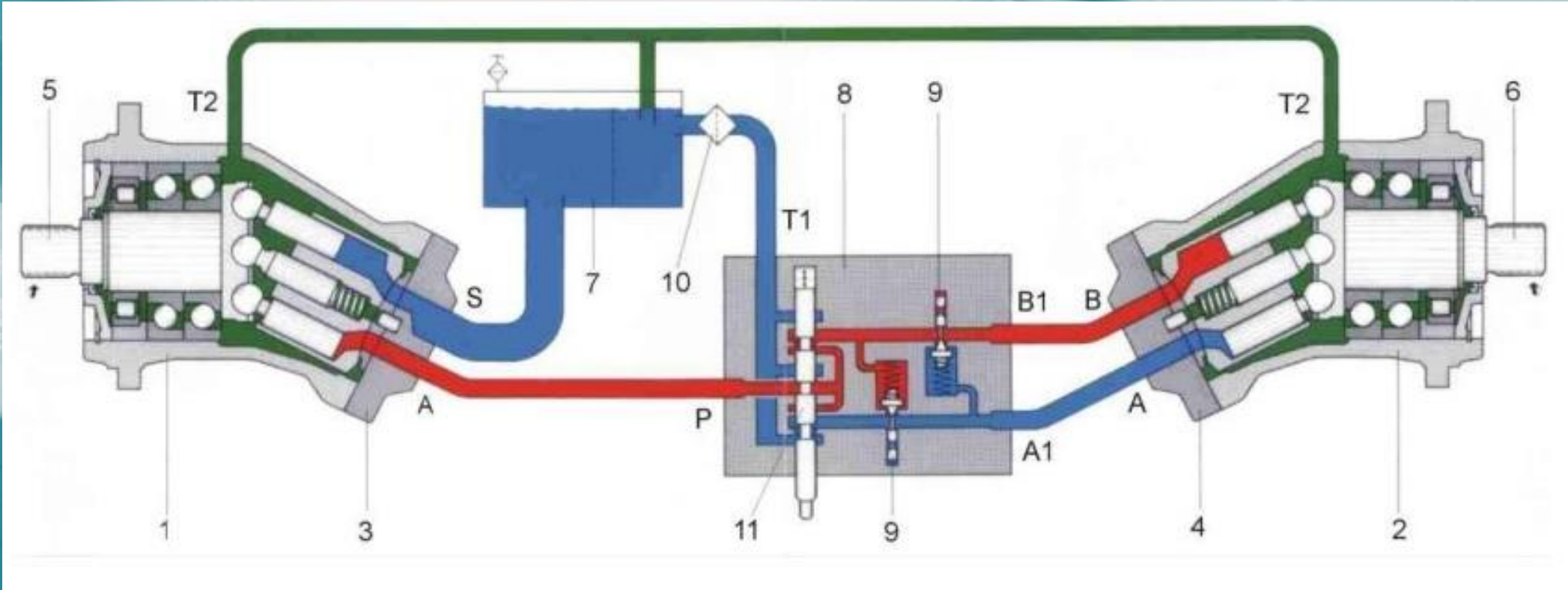
PRZEKAZYWANIE ENERGII

1. Dostarczanie energii mechanicznej do układu przez silnik elektryczny, cieplny lub za pomocą napędu ręcznego.
2. Zamiana tej energii na energię ciśnienia lub przepływu (energiją hydrauliczną).
3. Przekazywanie energii hydraulicznej za pomocą przewodów i elementów sterujących.
4. Zamiana energii hydraulicznej na mechaniczną.
5. Przekazanie energii mechanicznej do elementów maszyny roboczej.





UKŁAD HYDROSTATYCZNY



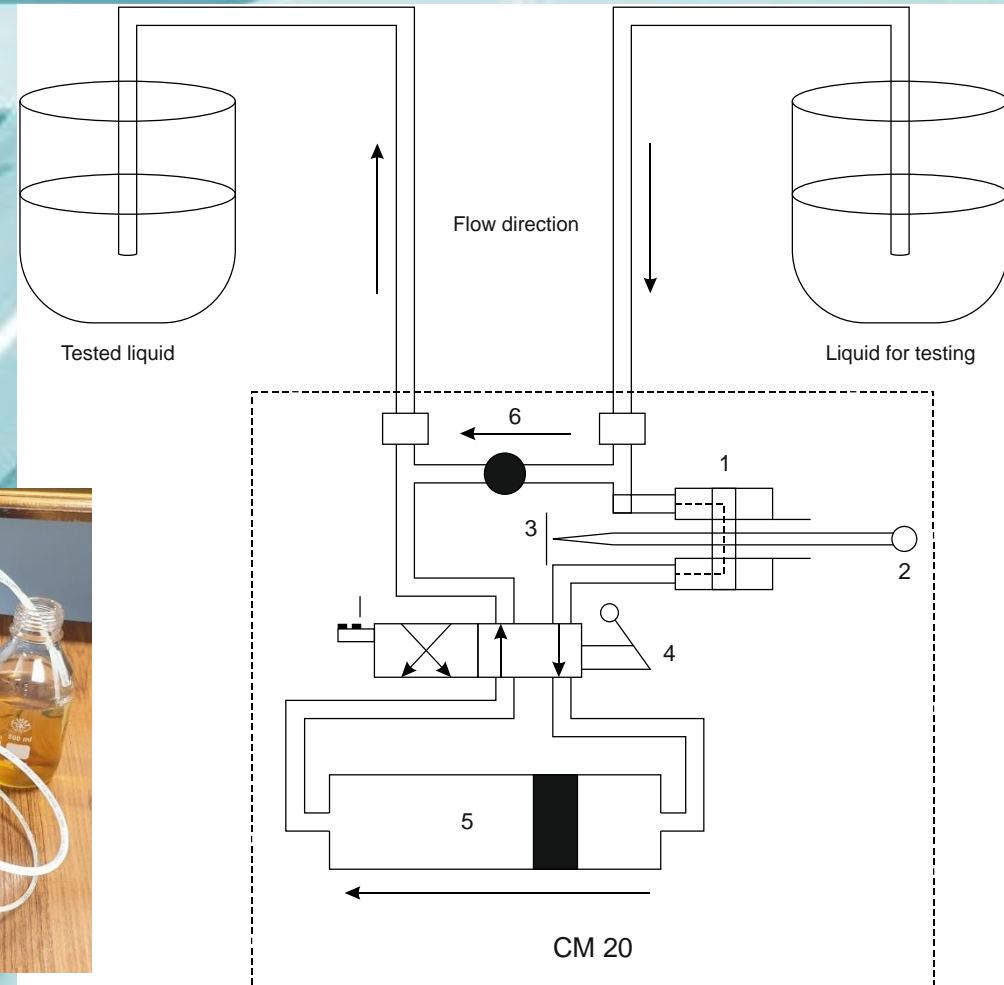
Schemat układu z pompą i silnikiem hydraulicznym

1 – pompa 2 – silnik hydrauliczny, 3 – płyta przyłączeniowa pompy, 4 – płyta przyłączeniowa silnika, 5 – wałek napędowy pompy, 6 - wałek odbiorczy silnika, 7 – zbiornik, 8 – blok elementów sterujących, 9 – zawory, 10 – filtr sphywowy, 11 – rozdzielacz;

A-P – przewód tłoczny pompy, B1-B – przewód tłoczny silnika, A-A1 – przewód sphywowy silnika, T1 – przewód sphywowy układu, T2 – przewody odprowadzenia przecieków, S – przewód ssawny pompy



OCENA JAKOŚCI OLEJU

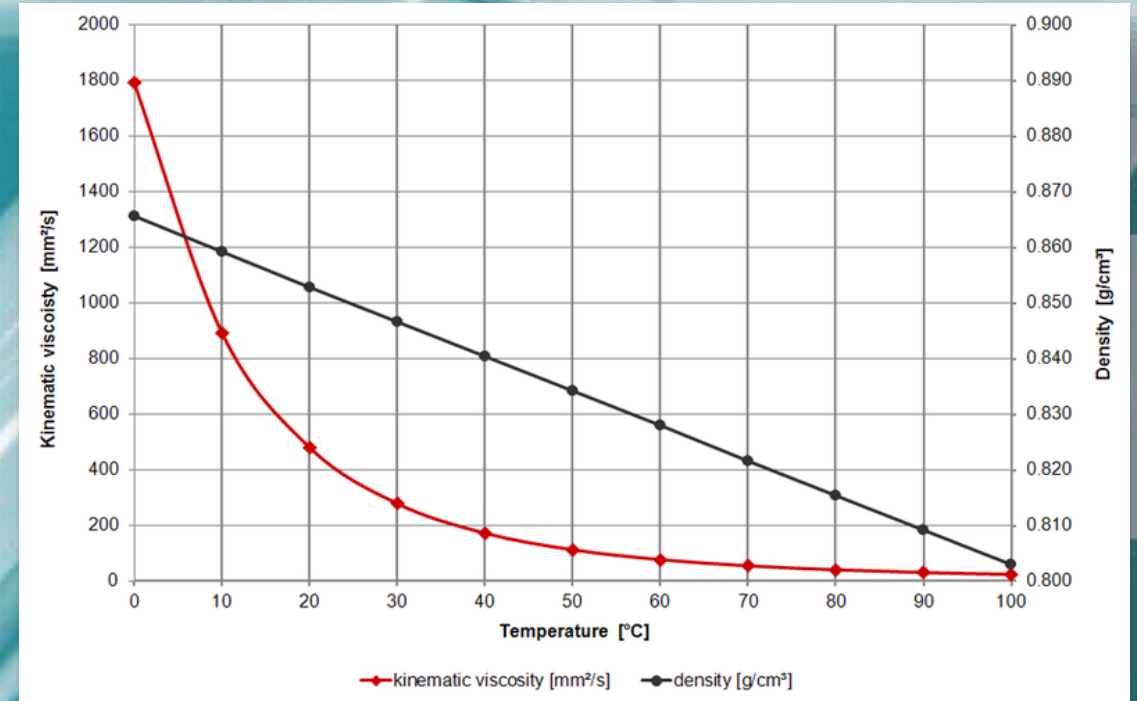


Ocena zgodnie z normą:
ISO 4406:2021 Hydraulic fluid power — Fluids — Method
for coding the level of contamination by solid particles

Schemat układu pomiarowego
1 – komora pomiarowa, 2 – laserowe źródło światła,
3 – skaner optyczny, 4 – zawór przełączający (hydrauliczny),
5 – pompa dozująca, 6 – przetwornik przepływu



OCENA LEPKOŚCI OLEJU

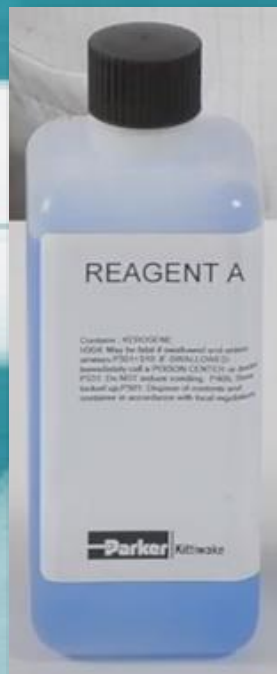


Olej przekładniowy SAE 75W-140 - lepkość kinematyczna i gęstość w stosunku do temperatury





OCENA ZAWARTOŚCI WODY, LICZBY KWASOWEJ I ZASADOWEJ

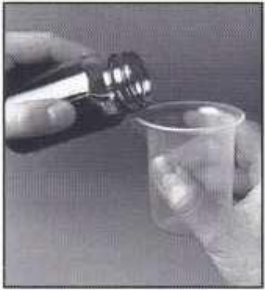


Pomiar gęstości



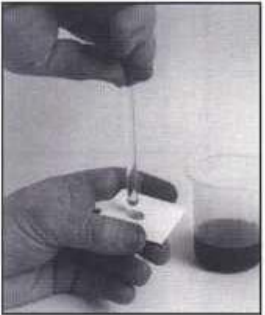
ZANIECZYSZCZENIA NIEROZPUSZCZALNE

1



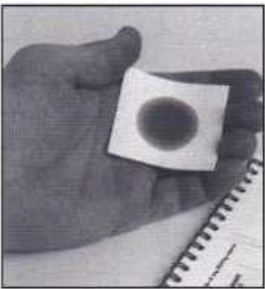
Pobranie próbki oleju

2



Naniesienie kropli

3



Przygotowanie do analizy

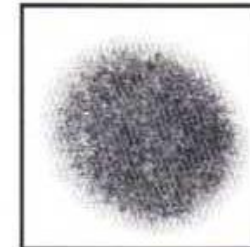
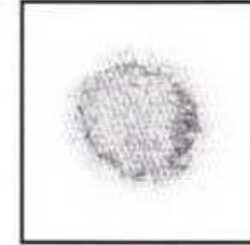
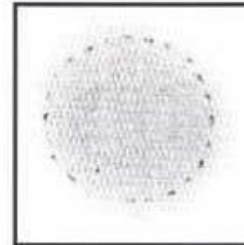
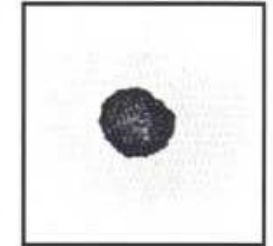
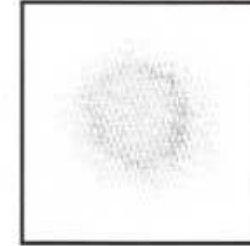
Substancje nierozpuszczalne [%]
Light (<0-1) Medium (1-2) Heavy (>2)

Dyspersja TBN

Por (<1)

Moderate (1-2)

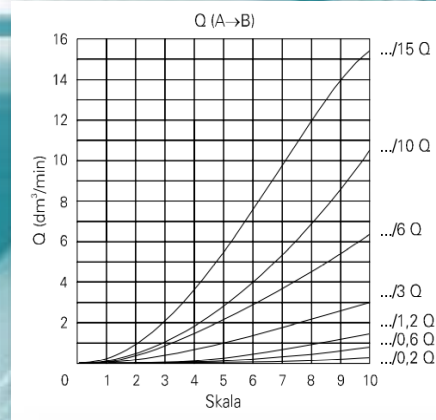
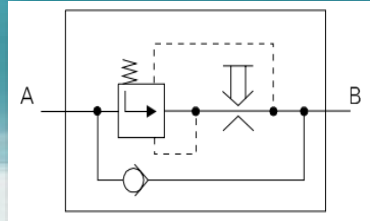
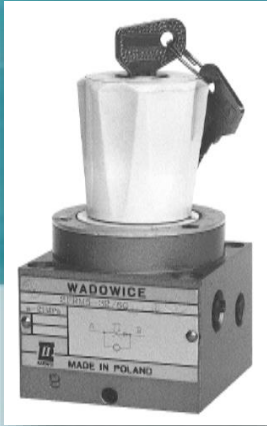
Good (>5)



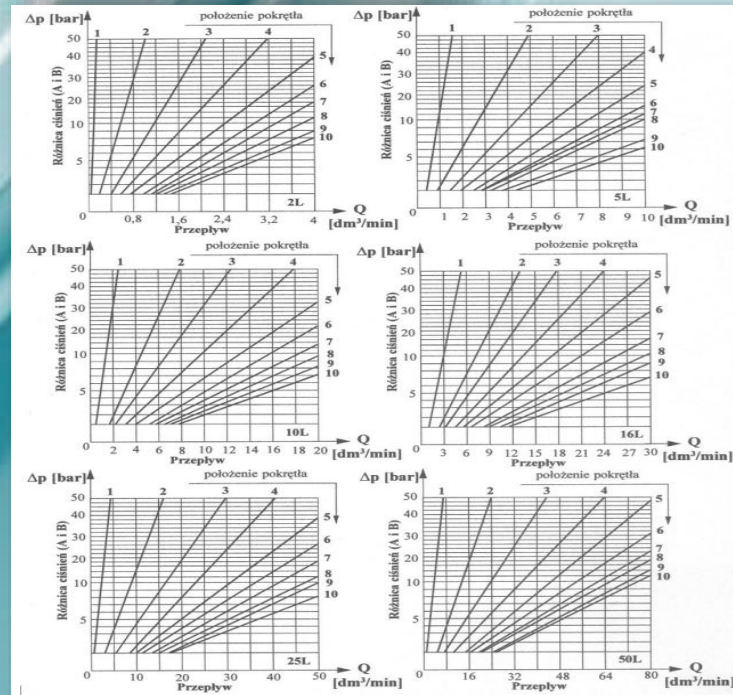
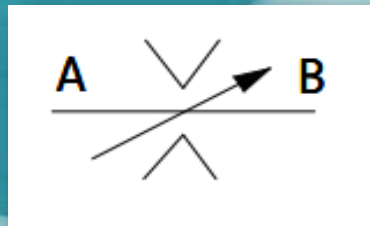
Substancje nierozpuszczalne i dyspersja. Ocena odcienia i sposobu zabarwienia plamki, np. bardzo ciemna plamka – wskazuje na dużą liczbę zanieczyszczeń stałych (nierozpuszczalnych); Ciemny tylko środek plamki – słaba dyspersja.



CHARAKTERYSTYKA STATYCZNA ZAWORU



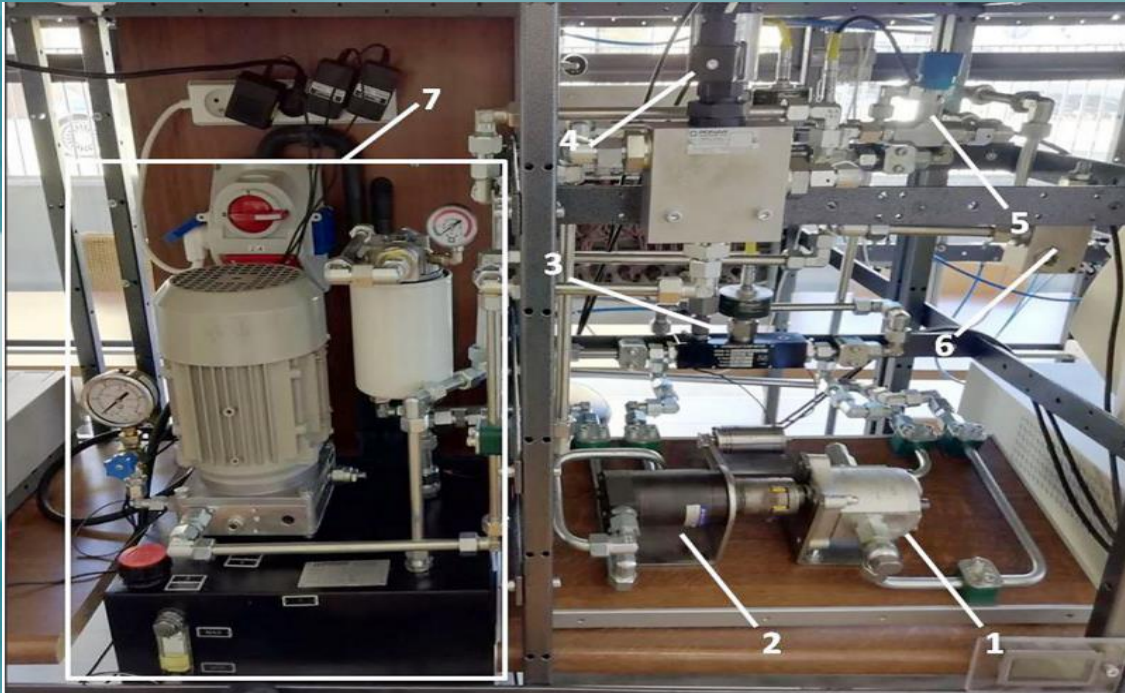
2-drogowy regulator przepływu typ 2FRM5



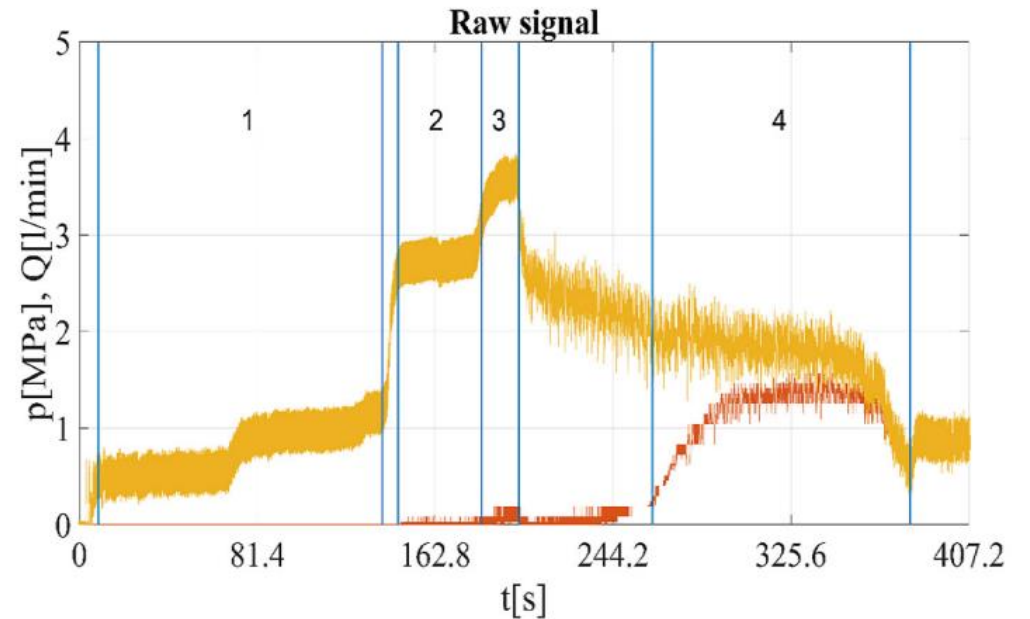
Zawór dławiący typ UDDB10



SILNIK HYDRAULICZNY - POMPA HYDRAULICZNA



- 1 – pompa, 2 – silnik, 3 – przepływomierz,
- 4 – proporcjonalny regulator przepływu,
- 5 – dławik regulowany, 6 – zawór przelewowy,
- 7 – zasilacz hydrauliczny



Sygnal pracy pompy hydraulicznej: ciśnienie – żółty, przepływ – czerwony. Stan pracy pompy: 1 – jałowy, 2 – dopasowanie falowe, 3 – przeciążenie, 4 – quasi kawitacja



SIŁOWNIK HYDRAULICZNY

Dane wejściowe do określania wielkości siłownika napędowego to:

- siła użyteczna (obciążenie) – F_u ;
- zakres ruchu (skok) – s ;
- charakter obciążenia (obciążenie na całej długości skoku, na początku skoku bądź na końcu).

Siłę pchającą lub ciągnącą siłownika dwustronnego działania obliczamy z następującego wzoru:

$$F = p \cdot A$$

p - ciśnienie powietrza [bar]

A - czynna powierzchnia tłoka tzn. [cm²]

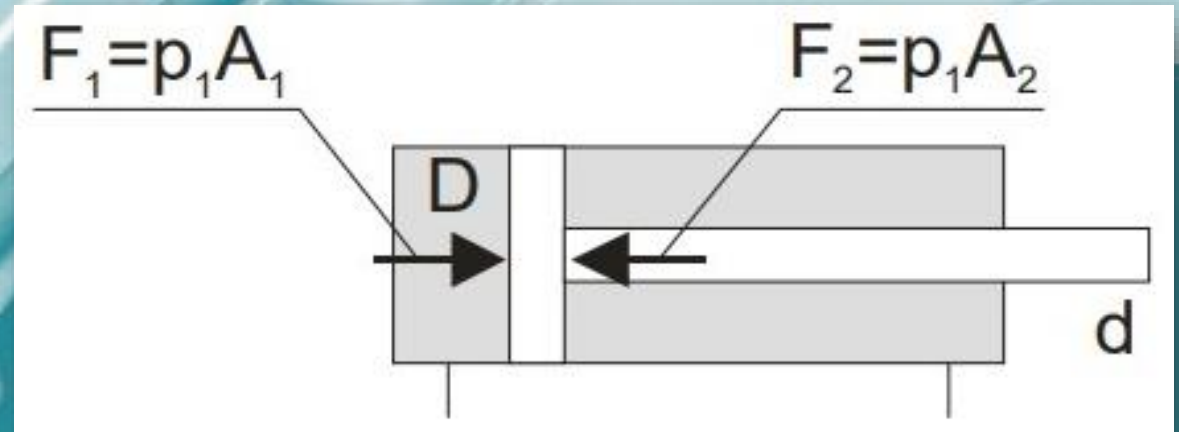
$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$ - do obliczenia siły pchającej

$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2)$ - do obliczenia siły ciągnącej

D - średnica tłoka [cm]

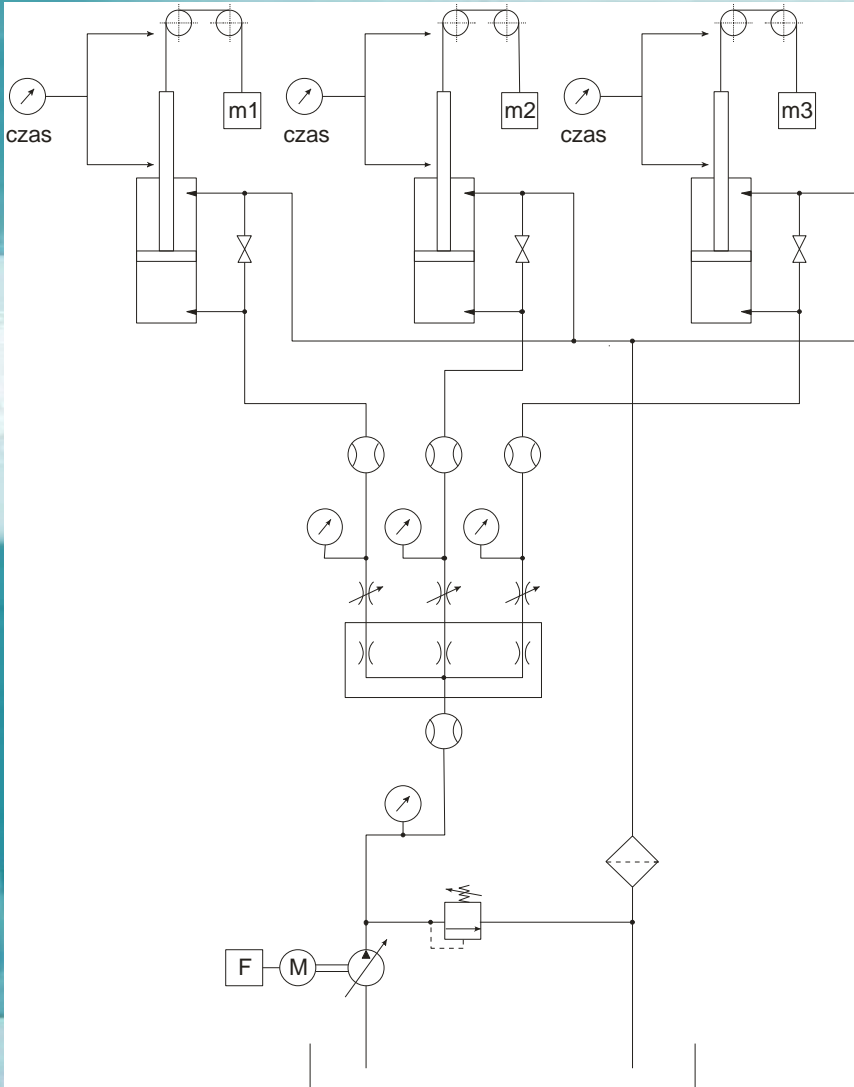
d - średnica tłocyska [cm]

Siła na tłoczysku siłownika zależy od ciśnienia w czasie napełniania i opróżniania komór siłownika, oraz siły tarcia w uszczelnieniach.





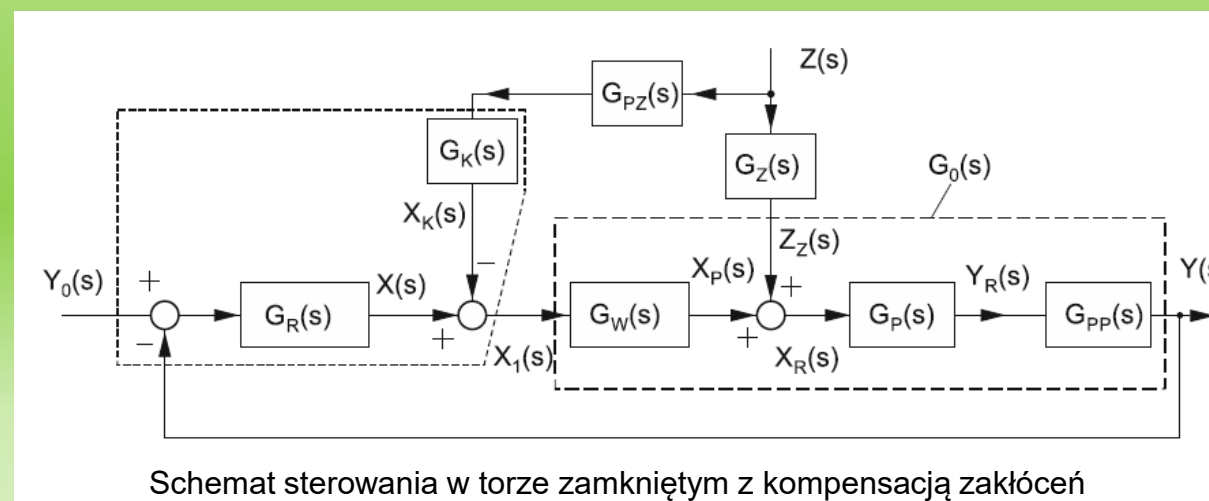
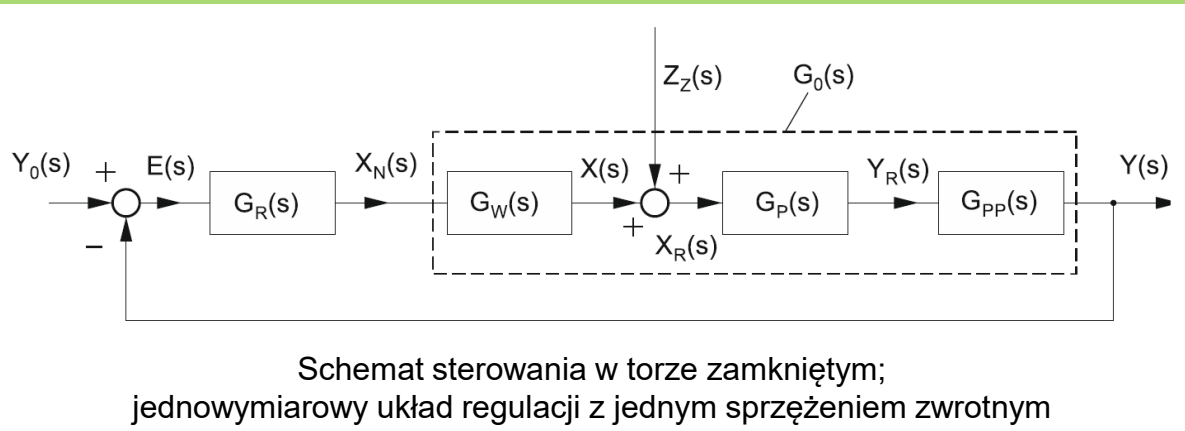
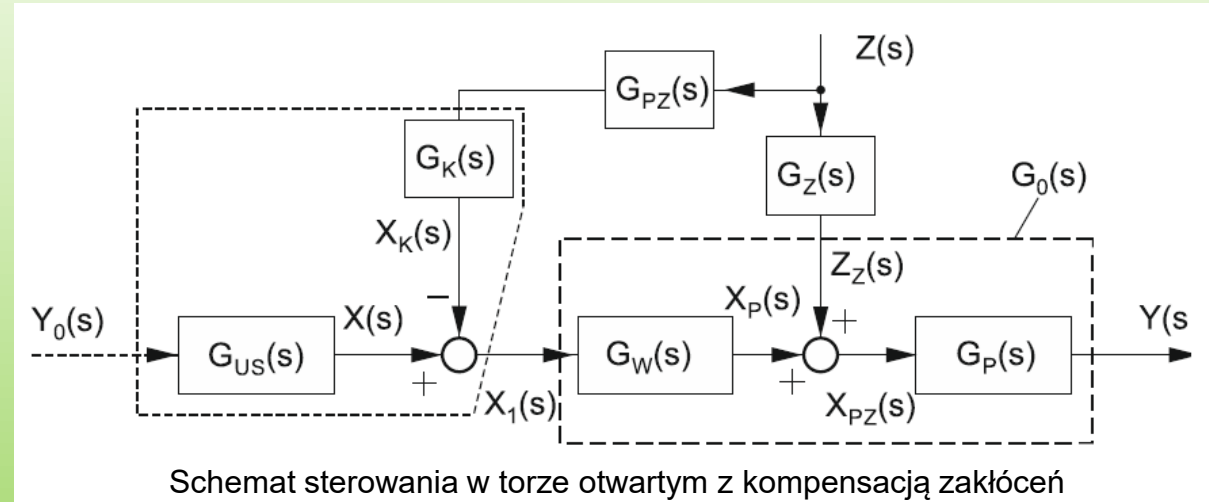
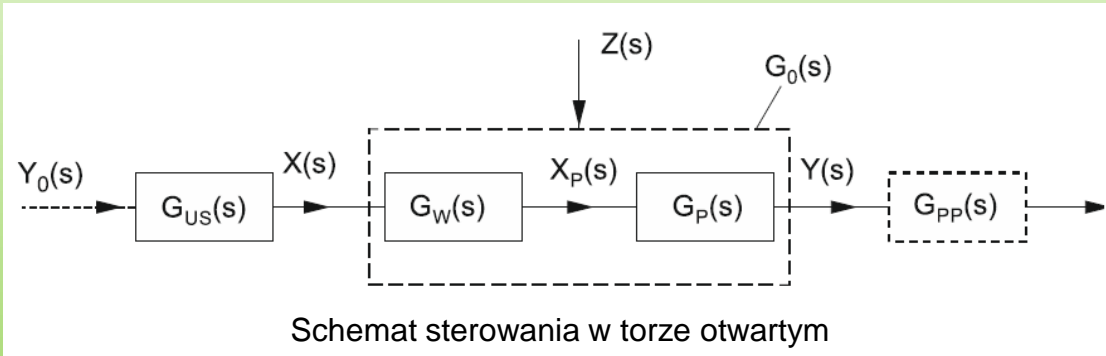
PRACA RÓWNOLEGŁA SIŁOWNIKÓW



Zębaty dzielnik strumienia



STEROWANIE





STEROWANIE - PLC



Programmable Logic Controller





STEROWANIE – PANEL OPERATORSKI





BIBLIOGRAFIA:

1. <http://youtu.be/66XeAolrTxM>, dostęp 26.09.2021
2. <http://youtu.be/NwCzBR9n1x8>, dostęp 26.09.2021
3. Drexler P. i in., *Projektowanie i konstruowanie układów hydraulicznych*, tom 3, 1992, <https://docer.tips/vademecum-hydrauliki-tom-3.html>, dostęp 28.08.2021.
4. Tomczuk, K., Werszko, R., Pneumatyczne wzmacniacze typu dysza-przysłona przyrządów do pomiaru ciśnień w organizmie człowieka. *Aparatura badawcza i dydaktyczna*, 18, 2013.
5. *Hydraulika i pneumatyka urządzeń mechanicznych – laboratorium*, red. D. Lewandowski, Łódź 1999, <https://tiny.pl/9g3nj>, dostęp 26.08.2021.
6. Jędrzykiewicz Z., *Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodycznoobliczeniowe*, Kraków 1992, <https://fbc.pionier.net.pl/details/nnl2d7q>, dostęp 27.08.2021.
7. Jędrzykiewicz Z., Pluta J., Stojek J., *Napęd i sterowanie hydrauliczne, na prawach rękopisu*, Kraków 2004, <file:///C:/Users/KLAUDIA/Downloads/NAP%C4%98D%20I%20STEROWANIE%20HYDRAULICZNE.pdf>, dostęp 27.08.2021.
8. Osiecki A., *Hydrostatyczny napęd maszyn*, Warszawa 1998, <https://docer.pl/doc/xeceven>, dostęp 27.08.2021.
9. Pawełko P., *Napęd i sterowanie pneumatyczne. Podstawy. Ćwiczenia laboratoryjne*, Szczecin 2013, http://piopawelko.zut.edu.pl/fileadmin/NEHIP/skrypt_podstawy.pdf, dostęp 26.08.2021.
10. Szenajch W., *Napęd i sterowanie pneumatyczne*, Warszawa 1992.
11. PN-ISO 1219-1:1994, *Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Symbole graficzne i schematy układów. Symbole graficzne*, ISO 1219-1:1991, http://piopawelko.zut.edu.pl/fileadmin/SNHIP/lab2_NHIP.pdf, dostęp 28.08.2021.
12. PN-ISO 1219-2:1998, *Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Symbole graficzne i schematy układów. Schematy układów*, ISO 1219-2:1995, http://piopawelko.zut.edu.pl/fileadmin/SNHIP/lab2_NHIP.pdf, dostęp 28.08.2021.
13. PN-M-73020:1973, *Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Elementy i zespoły hydrauliczne i pneumatyczne -- Ogólny podział i oznaczenie*, http://piopawelko.zut.edu.pl/fileadmin/SNHIP/lab2_NHIP.pdf, dostęp 28.08.2021.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

LABORATORIUM NAPĘDÓW
I STEROWANIA PNEUMATYCZNEGO
I HYDRAULICZNEGO JEDNYM
Z FILARÓW KATEDRY AUTOMATYZACJI

POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Automatykacji
dr inż. Krzysztof Przystupa

Projekt „Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
– finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo
Nauki
i Szkolnictwa
Wyższego

