

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
Rozdział I	
PODSTAWY TEORETYCZNE NAPĘDÓW HYDRAULICZNYCH I PNEUMATYCZNYCH	9
1.1. Diagnostyka napędów płynowych	9
1.2. Sprawdzanie i kontrola elementów płynowych	10
1.3. Zasada ciągłości przepływu	11
1.4. Równanie bilansu natężeń przepływu	12
1.5. Rodzaje przepływu	13
1.6. Dopuszczalne prędkości przepływu	14
1.7. Zasada zachowania energii	15
1.8. Straty ciśnienia	18
1.9. Przepływ przez szczeliny	19
1.10. Przepływ przez przewężenia	20
1.11. Parametry energetyczne	21
1.11.1. Parametry pompy	21
1.11.2. Parametry silnika o ruchu obrotowym	23
1.11.3. Parametry siłownika hydraulicznego (hydraulicznego silnika liniowego)	24
1.11.4. Sprawność ogólna układu hydraulicznego	25
1.12. Straty mocy	26
1.13. Straty ciepłne i bilans cieplny	27
1.14. Ciecze hydrauliczne	30
1.15. Właściwości cieczy roboczych	31
1.15.1. Lepkość cieczy	31
1.15.2. Wskaźnik lepkości	32
1.15.3. Temperatura odniesienia	33
1.15.4. Zmiana lepkości w funkcji ciśnienia	34
1.15.5. Zmiana lepkości w funkcji temperatury	34
1.15.6. Gęstość cieczy	36
1.15.7. Rozszerzalność objętościowa	36
1.15.8. Zmiana gęstości w funkcji temperatury	36
1.15.9. Zmiana gęstości w funkcji ciśnienia	36
1.15.10. Zmiana gęstości w funkcji ciśnienia i temperatury	36
1.15.11. Ścisłość cieczy	37
1.15.12. Temperatura zapłonu	38
1.15.13. Temperatura palenia	38
1.15.14. Temperatura płynięcia	39
1.15.15. Ciepło właściwe i przewodność cieplna	39
1.15.16. Punkt anilinowy	39

1.15.17. Liczba kwasowa	40
1.15.18. Liczba zmydlenia	40
1.16. Analogie energetyczne	40
1.17. Parametry napędów pneumatycznych	42
 Rozdział 2	
ĆWICZENIA – OBLICZENIA STATYCZNE NAPĘDÓW HYDRAULICZNYCH	47
 Rozdział 3	
ĆWICZENIA – OBLICZENIA STATYCZNE NAPĘDÓW PNEUMATYCZNYCH	63
 Rozdział 4	
LABORATORIUM NAPĘDÓW I STEROWAŃ HYDRAULICZNYCH	75
4.1. Ćwiczenia laboratoryjne na hydraulicznym stanowisku dydaktycznym (HSD)	75
4.1.1. Schemat, budowa i opis stanowiska HSD	76
4.1.2. Wyznaczanie charakterystyk statycznych układu pompa – zawór przelewowy	79
4.1.3. Wyznaczanie charakterystyk statycznych zaworu przelewowego	81
4.1.4. Wyznaczanie charakterystyk statycznych zaworu redukcyjnego	84
4.1.5. Wyznaczanie charakterystyk statycznych elementów dławiących	86
4.1.6. Wyznaczanie charakterystyk statycznych regulatora przepływu	91
4.1.7. Wyznaczanie charakterystyk statycznych rozdzielaczy	93
4.1.8. Sterowanie dławieniowe szeregowo	95
4.1.9. Sterowanie dławieniowe równoległe	101
4.1.10. Regulacja prędkości silnika	107
4.1.11. Synchronizacja prędkości silników	110
4.1.12. Sterowanie objętościowe	113
4.2. Ćwiczenia laboratoryjne na hydraulicznym stanowisku badawczym (HSB)	117
4.2.1. Badanie pompy hydraulicznej	121
4.2.2. Wyznaczanie strat ciśnienia w instalacji hydraulicznej	123
4.2.3. Wyznaczanie charakterystyk regulatora natężenia przepływu	126
 Rozdział 5	
LABORATORIUM NAPĘDÓW I STEROWAŃ PNEUMATYCZNYCH	130
5.1. Projektowanie i symulacja działania układów pneumatycznych za pomocą programu FLUID SIM-3P	130
5.2. Projektowanie i budowa napędów pneumatycznych	135
5.3. Pneumatyczne układy logiczne	145
5.3.1. Zastosowanie algebry Boole’a	146
5.3.2. Zadania z wykorzystaniem suwakowych elementów logicznych	150
5.4. Jednoosiowe serwopozycjonowanie pneumatyczne	156

5.4.1. Budowa i zasada działania stanowiska badawczego jednoosiowego pozycjonowania	157
5.4.2. Zasada działania stanowiska jednoosiowego pozycjonowania	159
5.5. Dwuosiowe serwopozycjonowanie pneumatyczne	163
5.5.1. Manipulator dwuosiowy	163
5.5.2. Pozycjonowanie manipulatora dwuosiowego	164
5.6. Symulacja błędów sterowania w układach elektropneumatycznych	167
5.6.1. Budowa i zasada działania stanowiska FAP	168
5.6.2. Poszukiwanie błędów w sterowaniu elektropneumatycznym	172
5.6.3. Rozwiązanie wybranego problemu sterowania elektropneumatycznego	173
5.6.4. Określenie błędów sterowania elektropneumatycznego	181

Rozdział 6

PROGRAMY UŻYTKOWE DO OBLICZANIA NAPIĘDÓW HYDRAULICZNYCH

I PNEUMATYCZNYCH	183
------------------------	-----

6.1. Uniwersalne pakiety programów symulacyjnych	185
6.2. Specjalne programy symulacyjne	186
6.3. Programy do projektowania i symulacji działania napędów płynowych	187
6.4. Programy firmowe do obliczania i doboru elementów i układów płynowych	188

LITERATURA	189
------------------	-----

ZAŁĄCZNIKI	190
------------------	-----

Z1. Jednostki	190
Z2. Wybrane PN-ISO i Polskie Normy dla napędów płynowych	191
Z3. Symbole graficzne elementów płynowych	192
Z4. Schematy układów płynowych	202