

---

# SPIS TREŚCI

WSTĘP DO WYDANIA TRZECIEGO	<i>strona 5</i>
WSTĘP DO WYDANIA DRUGIEGO	<i>strona 7</i>

---

<b>1</b>	WYKAZ OZNACZEŃ	<i>strona 17</i>
----------	----------------	------------------

---

<b>2</b>	PRZEGLĄD WYBRANYCH ZAGADNIENÍ WYTWARZANIA MONOLITYCZNYCH UKŁADÓW SCALONYCH	<i>strona 21</i>
----------	---	------------------

---

2.1	Wprowadzenie/21
2.2	Podział układów scalonych/23
2.3	Rozwój układów monolitycznych/24
2.4	Problemy projektowania elektrycznego i topologicznego/26
2.4.1	Projektowanie elementów/27
2.4.2	Projektowanie schematu elektrycznego/28
2.4.3	Komputerowe programy analizy elektrycznej/32
2.4.4	Projektowanie schematu topologicznego/34
2.5	Problemy wytwarzania technologicznego/36
2.5.1	Przygotowanie płytek podłożowych/36
2.5.2	Podstawowe operacje procesu planarnego/37
2.5.3	Podstawowe modyfikacje procesu planarnego/47
2.5.4	Międzyelementowa izolacja elektryczna/50
2.5.5	Wytwarzanie struktur bipolarnych/53
2.5.6	Wytwarzanie struktur unipolarnych/59
2.5.7	Wytwarzanie struktur bipolarno-unipolarnych/66
2.6	Struktury elementarne/71
2.6.1	Rezystory/73
2.6.2	Kondensatory i cewki/75
2.6.3	Tranzystory bipolarne/78
2.6.4	Diody/83
2.6.5	Tranzystory unipolarne/86
2.7	Obudowy/90
	LITERATURA/91

---

<b>3</b>	WZMACNIACZE OPERACYJNE	<i>strona 93</i>
----------	------------------------	------------------

---

3.1	Wstęp/93
3.2	Właściwości idealnego wzmacniacza operacyjnego/94
3.3	Podstawowe układy pracy/95

---

- 3.3.1 *Wzmacniacz odwracający*/95
- 3.3.2 *Wzmacniacz nieodwracający*/97
- 3.3.3 *Wtórnik napięciowy*/98
- 3.3.4 *Wzmacniacz różnicowy*/98
- 3.3.5 *Wzmacniacz sumujący*/99
- 3.3.6 *Wzmacniacz całkujący (integrator)*/100
- 3.3.7 *Wzmacniacz różniczkujący*/102
- 3.3.8 *Konwerter prąd-napięcie*/103
- 3.3.9 *Przesuwnik fazowy*/103
- 3.3.10 *Prostownik liniowy*/105
- 3.4 *Właściwości rzeczywistego (nieidealnego) wzmacniacza operacyjnego*/105
- 3.4.1 *Definicje parametrów wzmacniaczy operacyjnych*/106
- 3.4.2 *Wzmocnienie napięciowe*/116
- 3.4.3 *Rezystancje wejściowa i wyjściowa*/119
- 3.4.4 *Niezerównoważenie wzmacniacza*/123
- 3.4.5 *Tłumienie sygnału współbieżnego*/125
- 3.4.6 *Stabilność wzmacniacza*/128
- 3.4.7 *Szerokość pasma częstotliwości*/133
- 3.4.8 *Szybkość zmian napięcia wyjściowego  $S_{UOM}$* /135
- 3.4.9 *Szumy wzmacniacza*/137
- 3.4.10 *Praktyczny schemat zastępczy wzmacniacza operacyjnego*/139
- 3.5 *Kompensacja wzmacniacza operacyjnego*/142
- 3.5.1 *Kompensacja charakterystyk częstotliwościowych*/142
- 3.5.2 *Kompensacja niezerównoważenia wzmacniacza*/149
- 3.6 *Budowa i rodzaje monolitycznych wzmacniaczy operacyjnych*/153
- 3.6.1 *Układy elementarne*/154
- 3.6.1.1 *Wzmacniacz różnicowy*/154
- 3.6.1.2 *Źródła prądowe*/158
- 3.6.1.3 *Układy polaryzujące*/160
- 3.6.1.4 *Układ Darlingtona*/162
- 3.6.1.5 *Układy powtarzania prądu*/163
- 3.6.1.6 *Pośrednie stopnie wzmacniające*/165
- 3.6.1.7 *Układy przesuwające poziom napięcia stałego*/168
- 3.6.1.8 *Stopnie wyjściowe*/169
- 3.6.2 *Budowa wzmacniaczy monolitycznych*/170
- 3.6.3 *Opis niektórych typów monolitycznych wzmacniaczy operacyjnych*/178
- 3.6.3.1 *Wzmacniacz LM 101 A*/178
- 3.6.3.2 *Wzmacniacz  $\mu A$  741*/180
- 3.6.3.3 *Wzmacniacz LM 108*/183
- 3.6.3.4 *Wzmacniacz LM 118*/185
- 3.6.3.5 *Wzmacniacze CA 3130 i CA 3140*/186
- 3.6.3.6 *Wzmacniacze serii TL 080*/190
- 3.6.3.7 *Wzmacniacze LF 155/156/157/192*
- 3.7 *Zalecenia projektowe i montażowe*/193
- 3.7.1 *Zabezpieczenie wzmacniacza przed uszkodzeniem*/194
- 3.7.2 *Zabezpieczenie wzmacniacza przed oscylacjami i indukowaniem zakłóceń*/194
- 3.8 *Metody pomiaru parametrów wzmacniaczy operacyjnych*/195
- 3.8.1 *Pomiar wzmocnienia napięciowego wzmacniacza z otwartą petlą*/196
- 3.8.2 *Pomiar wejściowego napięcia i prądu niezerównoważenia oraz wejściowych prądów polaryzujących*/197
- 3.8.3 *Pomiar rezystancji wejściowej*/199
- 3.8.4 *Pomiar rezystancji wyjściowej*/200
- 3.8.5 *Pomiar współczynnika tłumienia sygnału współbieżnego*/201
- 3.8.6 *Pomiar współczynnika tłumienia wpływu zasilania*/202
- 3.8.7 *Pomiar częstotliwości  $f_1$* /203
- 3.8.8 *Pomiar szybkości zmian napięcia wyjściowego  $S_{UOM}$* /203
- LITERATURA/204

---

## 4

### WZMACNIACZE OPERACYJNE SPECJALNE

strona 206

- 4.1 *Wzmacniacze pomiarowe*/207
- 4.2 *Wzmacniacze z przetwarzaniem*/217



- 4.3 Wzmacniacze izolacyjne/221
- 4.4 Wzmacniacze o zmiennej transkonduktancji/225
- 4.4.1 *Budowa i właściwości wzmacniaczy o zmiennej transkonduktancji/225*
- 4.4.2 *Zastosowanie wzmacniaczy o zmiennej transkonduktancji/229*
- 4.5 Wzmacniacze programowane/237
- LITERATURA/240

## 5

## WYBRANE ZASTOSOWANIA WZMACNIACZY OPERACYJNYCH

strona 242

- 5.1 Układy rozszerzające możliwości pracy wzmacniacza/242
- 5.1.1 *Układy zwiększające rezystancję wejściową/242*
- 5.1.2 *Układy zwiększające maksymalny prąd wyjściowy wzmacniacza/245*
- 5.1.3 *Układy zwiększające maksymalny skok napięcia na wyjściu/246*
- 5.1.4 *Układy zwiększające moc wyjściową wzmacniacza/248*
- 5.2 Wzmacniacze o wzmocnieniu regulowanym napięciem stałym/249
- 5.3 Wzmacniacze o sprzężeniu pojemnościowym/250
- 5.4 Wzmacniacze całkujące/252
- 5.5 Wzmacniacze różniczkujące/256
- 5.6 Źródła napięcia o dużej stabilności/258
- 5.7 Źródła prądu stałego/259
- 5.8 Konwertery napięcie-prąd i prąd-napięcie/261
- 5.9 Ograniczniki napięcia/263
- 5.10 Diodowe generatory funkcyjne/265
- 5.11 Układy mnożące i dzielące/266
- 5.12 Generatory przebiegów/272
- 5.12.1 *Generatory przebiegów sinusoidalnych/272*
- 5.12.2 *Generatory przebiegów prostokątnych i trójkątnych/274*
- 5.12.3 *Generatory przebiegów liniowych i schodkowych/279*
- 5.12.4 *Monolityczne generatory uniwersalne/282*
- 5.13 Filtry aktywne/285
- 5.13.1 *Rodzaje filtrów aktywnych/285*
- 5.13.2 *Przykłady realizacji filtrów aktywnych/287*
- 5.14 Układy aktywne RC jako indukcyjności/292
- 5.15 Wydłużacze impulsów/294
- 5.16 Detektory szczytowe/296
- LITERATURA/300

## 6

## WZMACNIACZE O DUŻEJ SZYBKOŚCI DZIAŁANIA

strona 302

- 6.1 Wstęp/302
- 6.2 Szybkie wzmacniacze operacyjne/305
- 6.2.1 *Podstawowe parametry określające szybkość działania wzmacniacza/306*
- 6.2.2 *Sposoby zwiększania szybkości działania wzmacniaczy operacyjnych/315*
- 6.2.2.1 *Metody konstrukcyjno-technologiczne/316*
- 6.2.2.2 *Metody kompensacji częstotliwościowej/317*
- 6.2.2.3 *Opis wzmacniacza HA-2530/321*
- 6.3 Szybkie wtórniki napięciowe/325
- 6.4 Szerokopasmowe wzmacniacze różnicowe/329
- 6.4.1 *Stopnie wzmacniające z lokalnymi sprzężeniami zwrotnymi/330*
- 6.4.2 *Opis szerokopasmowego wzmacniacza różnicowego  $\mu A$  733/332*
- 6.5 Zalecenia projektowe i montażowe wzmacniaczy szybkich/334
- LITERATURA/335

## 7

## WZMACNIACZE LOGARYTMUJĄCE

strona 336

- 
- 7.1 Zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych w układach logarytmujących/336
  - 7.2 Monolityczne wzmacniacze logarytmujące/343  
LITERATURA/348
- 

## 8

## KOMPARATORY NAPIĘCIA

strona 349

- 
- 8.1 Porównanie komparatora ze wzmacniaczem operacyjnym/349
  - 8.2 Parametry komparatorów napięcia/350
    - 8.2.1 Parametry określające dokładność komparatora/350
    - 8.2.2 Parametry określające szybkość działania komparatora/353
    - 8.2.3 Inne parametry/355
  - 8.3 Budowa i przegląd najważniejszych typów komparatorów napięcia/356
    - 8.3.1 Budowa typowego komparatora/356
    - 8.3.2 Przegląd rodzajów i typów komparatorów napięcia/357
  - 8.4 Opisy najczęściej stosowanych komparatorów monolitycznych/360
    - 8.4.1 Komparator  $\mu A$  710/360
      - 8.4.1.1 Budowa/360
      - 8.4.1.2 Współpraca z układami logicznymi/363
      - 8.4.1.3 Wskazówki praktyczne/364
    - 8.4.2 Komparator  $\mu A$  710/364
      - 8.4.2.1 Budowa/364
      - 8.4.2.2 Współpraca z układami logicznymi/366
      - 8.4.2.3 Wskazówki praktyczne/366
    - 8.4.3 Komparator  $\mu A$  760/367
    - 8.4.4 Komparator LM 111/369
    - 8.4.5 Komparatory MC 1650 i MC 1651/372
    - 8.4.6 Komparator LM 139/373
  - 8.5 Pomiary parametrów komparatorów/375
  - 8.6 Zastosowanie komparatorów i wzmacniaczy operacyjnych w układach porównujących/376
    - 8.6.1 Detektory przejścia przez zero/377
    - 8.6.2 Dyskryminatory progowe/380
    - 8.6.3 Dyskryminatory okienkowe/387
- LITERATURA/391
- 

## 9

## MONOLITYCZNE STABILIZATORY NAPIĘCIA

strona 393

- 
- 9.1 Wprowadzenie/393
  - 9.2 Podział stabilizatorów monolitycznych/394
  - 9.3 Parametry monolitycznych stabilizatorów napięcia/399
  - 9.4 Budowa stabilizatora monolitycznego/402
    - 9.4.1 Układ blokowo-funkcjonalny stabilizatora napięcia /403
    - 9.4.2 Źródło napięcia odniesienia/403
    - 9.4.3 Wzmacniacz błędu/406
    - 9.4.4 Szeregowy element regulujący/410
    - 9.4.5 Technika zabezpieczenia nadprądowego/414
    - 9.4.6 Dobór obudowy i radiatora/420
    - 9.4.7 Zalecenia projektowe i montażowe/422
  - 9.5 Stabilizatory ogólnego przeznaczenia/425
    - 9.5.1 Przegląd stabilizatorów ogólnego przeznaczenia/426
    - 9.5.2 Stabilizator LM 109/429
    - 9.5.3 Zastosowania stabilizatorów ogólnego przeznaczenia/433
-



- 9.6 Stabilizatory precyzyjne/440
- 9.6.1 *Przegląd stabilizatorów precyzyjnych*/440
- 9.6.2 *Stabilizatory serii 105 i 104*/442
- 9.6.3 *Stabilizator 723*/445
- 9.6.4 *Stabilizatory MC 1569 i MC 1563*/448
- 9.6.5 *Zastosowania stabilizatorów precyzyjnych*/452
- 9.7 Stabilizatory specjalne/459
- 9.7.1 *Stabilizatory napięć symetrycznych*/459
- 9.7.2 *Stabilizatory napięć podwyższonych*/460
- 9.7.3 *Stabilizatory napięć odniesienia*/463
- 9.8 Stabilizatory impulsowe/466
- 9.8.1 *Podział stabilizatorów impulsowych*/466
- 9.8.2 *Monolityczne stabilizatory impulsowe*/470
- 9.9 Pomiary podstawowych parametrów stabilizatorów napięcia/474
- LITERATURA/477

## 10

## ANALOGOWE UKŁADY SPRZĘGAJĄCE

strona 479

- 10.1 Wprowadzenie/479
- 10.2 Układy sprzęgające do transmisji danych/480
- 10.2.1 *Podstawowe systemy transmisji danych*/480
- 10.2.2 *Dobór linii transmisyjnej i warunków jej pracy*/482
- 10.2.3 *Rodzaje nadajników i odbiorników do linii*/484
- 10.3 Układy do zapisu i odczytu informacji w pamięci ferrytowej/496
- 10.3.1 *Ogólne właściwości pamięci trójwymiarowej*/496
- 10.3.2 *Układy do sterowania pamięci*/499
- 10.3.3 *Wzmacniacze odczytu*/500
- LITERATURA/505

## 11

## ANALOGOWE UKŁADY PRZEŁĄCZAJĄCE

strona 506

- 11.1 Wprowadzenie/506
- 11.2 Podział analogowych układów przełączających/507
- 11.3 Właściwości analogowych układów przełączających/512
- 11.4 Monolityczne przełączniki bipolarne/515
- 11.4.1 *Przełączniki diodowe*/515
- 11.4.2 *Przełączniki tranzystorowe*/518
- 11.5 Monolityczne przełączniki unipolarne/526
- 11.5.1 *Przełączniki J-FET*/527
- 11.5.2 *Przełączniki p-MOS*/536
- 11.5.3 *Przełączniki C-MOS*/542
- 11.5.4 *Przełączniki D-MOS*/552
- LITERATURA/553

## 12

## UKŁADY PRÓBKUJĄCE Z PAMIĘCIĄ

strona 554

- 12.1 Wstęp/554
- 12.2 Właściwości układów PP/557
- 12.2.1 *Właściwości układu PP w stanie próbkowania*/559
- 12.2.2 *Właściwości układu PP w stanie pamiętania* /563
- 12.2.3 *Właściwości układu PP w stanach przejściowych*/565
- 12.3 Konfiguracje układów PP/569
- 12.4 Realizacje praktyczne układów PP/577

- 12.5 Monolityczne układy PP/580  
12.6 Niektóre zastosowania systemowe układów PP/586  
LITERATURA/589
- 

## 13 PRZETWORNIKI CYFROWO-ANALOGOWE I ANALOGOWO-CYFROWE

strona 591

- 
- 13.1 Przegląd kodów przetwornikowych/591  
13.1.1 Dobór zakresu przetwarzania/592  
13.1.2 Sposób zapisu liczb dodatnich/594  
13.1.3 Sposób zapisu liczb ze znakiem/595  
13.2 Przetworniki cyfrowo-analogowe/597  
13.2.1 Rodzaje przetworników c/a/597  
13.2.2 Podstawowe parametry przetworników c/a/606  
13.2.3 Budowa przetworników c/a/608  
13.2.4 Monolityczne przetworniki c/a/612  
13.3 Przetworniki analogowo-cyfrowe/617  
13.3.1 Rodzaje przetworników a/c/617  
13.3.2 Parametry przetworników a/c/623  
13.3.3 Praktyczne realizacje przetworników a/c/626  
13.3.4 Monolityczne przetworniki a/c/629  
LITERATURA/640
- 

## DODATEK. PARAMETRY TECHNICZNE WYBRANYCH ANALOGOWYCH UKŁADÓW SCALONYCH

strona 643

---

## SKOROWIDZ

strona 665