URZĄDZENIA TELEWIZYJNE

St. Ogulewicz

PWSZ

Stanisław Ogulewicz

Urządzenia telewizyjne

Warszawa
Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego

Redaktor: mgr inż. Jan Sawicki
Okładkę projektował: Andrzej Szczepaniak

Książka zatwierdzona przez Ministerstwo Oświaty i Szkolnictwa Wyższego do użytku uczniów kl. IV i V technikum elektronicznego, specjalność: radiotechnika i telewizja

Książka wyjaśnia zasadę działania i budowę elementów i urządzeń stosowanych w technice telewizyjnej programowej i przemysłowej, jak odbiorników i nadajników telewizyjnych, anten i linii radiowych oraz urządzeń studyjnych. Przeznaczona jest dla uczniów technikum elektronicznego o specjalności radiotechnika i telewizja oraz dla pracowników resortu łączności.

Redaktor techniczny: Jerzy Teodorowicz
Korektorzy: Ewa Piwarska, Zofia Mikita

PWSZ 1971. Wydanie I. Nakład 15 000+200 egz. Ark. wyd. 22,5. Ark. druk. 26,0+2 wklejki (1 jednostr. 1 dwustr.) = 0,50 ark. Papier druk. sat. kl. III 61×86, 70 g z fabryki w Kostrzyniu. Oddano do składania 14. XII. 1970 r. Podpisano do druku 17. VI. 1971 r. Druk ukończono w lipcu 1971 r. Cena zł 28,—

Drukarnia Techniczna Bytom, ul. Przemysłowa 2 — Zam. 407 — C-7

SPIS TREŚCI

1. Technika impulsowa 9
1.1. Wiadomości wstępne 9
1.2. Przenoszenie impulsów przez obwody 15
1.2.1. Obwód całkujący 15
1.2.2. Obwód różniczkujący 17
1.2.3. Obwody *RLC* zawierające opór, indukcyjność i pojemność 18
1.2.4. Linie długie o stałych rozłożonych i skupionych . . 23
1.3. Generacja impulsów prostokątnych 25
1.3.1. Multiwibrator astabilny 26
1.3.2. Synchronizacja multiwibratora 28
1.3.3. Układy multiwibratorów o pracy ciągłej 29
1.3.4. Stabilność pracy multiwibratora 32
1.3.5. Układ multiwibratora monostabilnego 33
1.3.6. Układ multiwibratora dwustabilnego 34
1.3.7. Układ multiwibratora tranzystorowego 35
1.3.8. Generator samodławny (blokujący) 36
1.4. Kształtowanie impulsów 39
1.4.1. Układy obcinające 41
1.4.2. Kształtowanie za pomocą układów biernych . . . 44
1.4.3. Kształtowanie za pomocą układów czynnych . . . 46
1.4.4. Sumowanie i komutowanie sygnałów 48
1.5. Odtwarzanie składowej stałej 51

2. Wzmacniacze szerokopasmowe 55
2.1. Właściwości telewizyjnych wzmacniaczy szerokopasmowych 55
2.1.1. Pasmo przenoszonych częstotliwości 55
2.1.2. Szumy 56
2.1.3. Zniekształcenia nielinearne 57
2.2. Praca wzmacniacza szerokopasmowego w funkcji częstotliwości 59
2.2.1. Zakres średnich częstotliwości 59
2.2.2. Zakres wielkich częstotliwości 61
2.2.3. Charakterystyki amplitudowe i fazowe 63
2.2.4. Zakres małych częstotliwości 65
2.2.5. Charakterystyki przejściowe 66
2.2.6. Lampy i tranzystory dla wzmacniaczy szerokopasmowych 67
2.3. Korekcja wzmacniaczy szerokopasmowych w zakresie wielkich częstotliwości 69
2.3.1. Kompensacja równoległa 69
2.3.2. Kompensacja szeregowa i szeregowo-równoległa . . 72
2.3.3. Wzmacniacze z ujemnym sprzężeniem zwrotnym . . 74
2.3.4. Wzmacniacze łańcuchowe 76

2.4. Korekcja wzmacniaczy szerokopasmowych w zakresie małych częstotliwości . . . 77
2.5. Regulacja wzmocnienia . . . 78

3. **Układy odchylające** . . . 79
3.1. Generacja przebiegów zębatych . . . 79
3.2. Synchronizacja generatorów przebiegów zębatych . . . 83
3.3. Wzmacnianie przebiegów zębatych . . . 86
3.3.1. Układy odchylania pionowego . . . 87
3.3.2. Układy odchylania poziomego . . . 94
3.4. Konstrukcja cewek odchylających . . . 102
3.5. Regulacja amplitudy, liniowości i przesuwania obrazu . . . 105
3.5.1. Regulacja amplitudy odchylania . . . 105
3.5.2. Regulacja liniowości odchylania . . . 106
3.5.3. Przesuwanie tła obrazu . . . 107
3.6. Zasilacze wysokiego napięcia . . . 108
3.6.1. Zasilacz z generatorem wielkiej częstotliwości . . . 108
3.6.2. Powielanie napięcia . . . 110

4. **Odbiorniki telewizyjne** . . . 111
4.1. Schemat blokowy odbiornika telewizyjnego . . . 111
4.1.1. Główne parametry odbiornika . . . 116
4.2. Wejściowe obwody odbiornika, wzmacniacz w. cz. i przemiana . . . 117
4.3. Wzmacniacze pośredniej częstotliwości . . . 127
4.3.1. Wiadomości ogólne . . . 127
4.3.2. Wzmacniacz synchroniczny z pojedynczymi obwodami . . . 132
4.3.3. Wzmacniacz wielorezonansowy z pojedynczymi obwodami rezonansowymi . . . 134
4.3.4. Wzmacniacz z filtrami dwuobwodowymi . . . 136
4.3.5. Różne rodzaje filtrów . . . 142
4.3.6. Eliminatory sygnałów niepożądanych . . . 144
4.3.7. Przykłady wzmacniaczy pośredniej częstotliwości . . . 148
4.4. Detekcja i wzmacnianie sygnału wizji . . . 148
4.5. Układy regulacji w torze wizji . . . 154
4.5.1. Automatyczna regulacja wzmocnienia . . . 155
4.5.2. Ręczna regulacja kontrastu . . . 160
4.5.3. Układy automatycznej regulacji kontrastu . . . 161
4.5.4. Automatyczna regulacja luminancji . . . 162
4.5.5. Automatyczne dostrajanie heterodyny . . . 164
4.5.6. Automatyczna regulacja częstotliwości odchylania . . . 165
4.5.7. Automatyczna regulacja rozmiarów obrazu . . . 168
4.6. Separacja i selekcja impulsów synchronizujących . . . 169
4.6.1. Proste układy selektorów amplitury . . . 169
4.6.2. Selektory z ograniczaniem zakłóceń . . . 172
4.6.3. Separatory impulsów synchronizujących . . . 176
4.7. Przykłady rozwiązań generatorów odchylania pionowego i poziomego . . . 183
4.8. Tor dźwięku . . . 187
4.8.1. Zasada odbioru sygnału dźwięku . . . 187
4.8.2. Wzmacniacz częstotliwości różnicowej . . . 189
4.8.3. Ogranicznik amplitudy . . . 191
4.8.4. Demodulacja sygnału . . . 192
4.8.5. Wzmacniacz częstotliwości akustycznej . . . 193

5. **Urządzenia studyjne** . . . 193
5.1. Wyposażenie ośrodków telewizyjnych . . . 193
5.2. Kamery telewizyjne . . . 197

5.2.1. Rodzaje kamer telewizyjnych . . . 197
5.2.2. Schemat blokowy toru kamerowego . . . 197
5.2.3. Wyposażenie optyczne kamery . . . 201
5.2.4. Przedwzmacniacz . . . 203
5.2.5. Układy odchylające . . . 210
5.2.6. Układy wygaszania powrotu . . . 213
5.2.7. Zasilanie WN i blokada . . . 213
5.2.8. Wyposażenie pomocnicze kamery . . . 217
5.2.9. Rozwiązania konstrukcyjne kamer, głowice, statywy . . . 220
5.2.10. Procesy elektryczne przy kształtowaniu sygnału wizyjnego . . . 221
5.2.11 Stopień wyjściowy wzmacniacza kształtującego . . . 230
5.3. Telekino . . . 231
5.3.1. Zasada działania i konstrukcja projektorów . . . 231
5.3.2. Telekino z ruchomą plamką świetlną . . . 233
5.3.3. Telekino z kamerą widikonową . . . 237
5.3.4. Automatyczna regulacja światła . . . 239
5.3.5. Odtwarzanie fonii . . . 240
5.3.6. Analizator przezroczy . . . 242
5.4. Miksery wizji . . . 242
5.4.1. Rodzaje miksowania . . . 243
5.4.2. Rozwiązania mikserów . . . 244
5.4.3. Miksowanie trickowe . . . 246
5.4.4. Krosownica ręczna . . . 247
5.5. Wzmacniacze liniowe . . . 247
5.5.1. Przeznaczenie wzmacniacza . . . 247
5.5.2. Rozwiązania schematowe . . . 248
5.6. Wzmacniacze rozdzielcze . . . 250
5.6.1. Urządzenia bierne i czynne . . . 250
5.6.2. Wzmacniacz rozdzielczy wizji . . . 251
5.6.3. Wzmacniacz separujący . . . 253
5.7. Wzmacniacz korekcyjny . . . 253
5.8. Urządzenia do rejestracji programu . . . 254
5.8.1. Uwagi ogólne . . . 254
5.8.2. Rejestracja na taśmie filmowej . . . 254
5.8.3. Zapis dźwięku towarzyszącego . . . 255
5.8.4. Rejestracja na taśmie magnetycznej — uwagi ogólne . . . 256
5.8.5. Systemy rejestracji magnetycznej . . . 259
5.9. Urządzenia synchronizujące . . . 263
5.9.1. Kształt i parametry sygnałów generatora synchronizującego . . . 264
5.9.2. Schemat blokowy generatora . . . 267
5.9.3. Generator częstotliwości głównej . . . 269
5.9.4. Dzielniki częstotliwości głównej . . . 269
5.9.5. Układy kształtujące . . . 275
5.9.6. Synfazowanie generatorów synchronizujących . . . 280

6. **Urządzenia kontrolne** . . . 283
6.1. Monitor obrazu i kształtu sygnału . . . 283
6.1.1. Monitor obrazu — wymagania, rozwiązania układowe . . . 283
6.1.2. Monitor sygnału — wymagania, rozwiązania układowe . . . 285
6.2. Generator monoskopowy . . . 288
6.3. Generator obrazów elektronowych . . . 289
6.4. Telewizyjna linia testowa . . . 290

7. **Telewizyjne urządzenia transmisyjne** . . . 296

8. **Ośrodki telewizyjne** . . . 297
8.1. Ogólna charakterystyka zadań ośrodka . . . 297

8.2. Studio telewizyjne — zespół studyjny 300
8.2.1. Plan zespołu studyjnego 300
8.2.2. Pokoje kontrolne 303
8.2.3. Wyposażenie oświetleniowe 305
8.2.4. Wyposażenie elektroakustyczne 307
8.3. Schemat blokowy i funkcjonalny ośrodka 307
8.4. Schemat obwodów wizyjnych ośrodka 309
8.4.1. Centralna aparatura 310
8.4.2. Sieć rozprowadzająca sygnały synchronizujące . . . 311

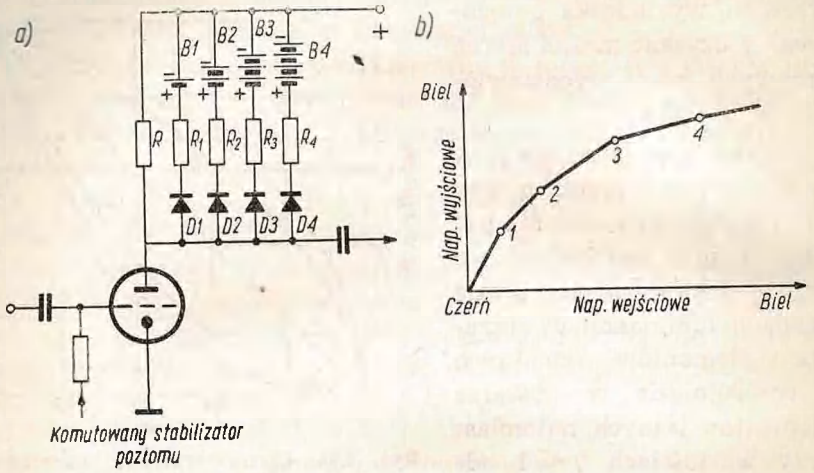
9. Telewizyjne urządzenia nadawcze 312
9.1. Układy blokowe nadajników telewizyjnych i wymagania . 312
9.2. Modulacja w nadajniku sygnału wizyjnego 316
9.2.1. Wiadomości wstępne 316
9.2.2. Metody modulacji 318
9.2.3. Porównanie modulacji na różnych poziomach mocy . 320
9.3. Układy i zespoły toru wielkiej częstotliwości 321
9.3.1. Generator wzbudzający — wymagania na stabilność częstotliwości 321
9.3.2. Rozwiązania układowe generatorów wzbudzających . 323
9.3.3. Wzmacniacz wzbudzający stopień modulowany . . 327
9.3.4. Neutralizacja wzmacniaczy ultrakrótkofalowych . . 330
9.3.5. Wzmacnaicz modulowany — wzmacniacz liniowy przebiegów modulowanych 333
9.3.6. Zależności energetyczne przy wzmacnianiu szerokopasmowym 337
9.4. Tor sygnału modulującego wizji 339
9.4.1. Ogólne wymagania stawiane torom wizyjnym . . . 339
9.4.2. Układy kształtowania i regeneracji sygnału wejściowego 340
9.4.3. Układy odtwarzania składowej stałej — generacja impulsów komutujących 347
9.4.4. Rozwiązania schematowe submodulatora 351
9.4.5. Modulator 353
9.5. Układy kształtowania charakterystyki nadawanego sygnału 355
9.5.1. Filtr dolnej wstęgi bocznej 355
9.5.2. Diplekser 358
9.5.3. Filterplekser 360
9.6. Nadajniki telewizyjne klistronowe 361
9.7. Nadajniki dźwięku towarzyszącego 363
9.8. Układy pomiarowo-kontrolne 365

10. Anteny telewizyjne 367
10.1. Wymagania dotyczące anten telewizyjnych 367
10.1.1. Dopasowanie linii przesyłowej 367
10.1.2. Zysk energetyczny 368
10.1.3. Zabezpieczenie przed wpływami atmosferycznymi . 370
10.1.4. Szerokopasmowość 371
10.1.5. Kierunkowość 372
10.2. Anteny dipolowe nadawcze 374
10.2.1. Dipol pętlicowy 378
10.2.2. Dipol całofalowy 379
10.2.3. Systemy antenowe 380
10.3. Anteny odbiorcze 385

11. Linie radiowe 389
11.1. Wiadomości ogólne 389
11.1.1. Pojęcia podstawowe 389
11.1.2. Zasada działania i zakres zastosowań linii radiowych 392
11.1.3. Zasadnicze cechy linii radiowych 394
11.1.4. Zakresy częstotliwości linii radiowych 396
11.1.5. Sposoby modulacji fali nośnej 399
11.2. Szumy w liniach radiowych z modulacją FM 399
11.3. Urządzenia linii radiowych 400
11.3.1. Rozwiązanie konstrukcyjne linii stacjonarnej . . 403
11.3.2. Rozwiązanie konstrukcyjne linii przenośnej . . . 407

12. Telewizja użytkowa 412
12.1. Uwagi gólne 412
12.2. Przesyłanie sygnałów 413
12.3. Zdalne sterowanie 414
12.4. Prosty schemat blokowy 415
12.5. Zastosowanie telewizji użytkowej 416

stokroć potrzeba regulacji korekcji gamma w celu uzyskania najbardziej korzystnego przebiegu. W tym celu w korektorach gamma należy przewidzieć odpowiednie organy regulacyjne.



Rys. 5.25. Układ korektora gamma ze zmiennym oporem anodowym: *a*) schemat układu, *b*) charakterystyka wzmocnienia

5.2.11. Stopień wyjściowy wzmacniacza kształtującego

Sygnał wyjściowy ze wzmacniacza kształtującego jest całkowitym sygnałem wizyjnym zawierającym sygnał synchronizacji, bądź bez sygnału synchronizacji. Sygnał ten przesyłany jest kablem współosiowym do miksera wizyjnego, znajdującego się w oddzielnym pomieszczeniu — pokoju reżyserskim. Dla zepewnienia prawidłowych warunków pracy linii kablowej opór wyjściowy wzmacniacza zasilającego kabel winien być dopasowany do oporu falowego kabla, którego standardowa wartość wynosi 75 Ω. Z tego względu wzmacniacz wyjściowy jest wykonywany w układzie o podstawie anodowej.

Z pojedynczego układu wtórnika katodowego można, w takich warunkach, uzyskać tylko jedno wyjście, dopasowane do oporności falowej kabla. Chcąc więc zwielokrotnić liczbę wyjść należy dac odpowiednią ilość układów wtórnikowych, sterowanych równolegle tym samym sygnałem.

Jednak, aby nie obciążyć zbytnio stopnia sterującego, co może

spowodować zmniejszenie szerokości przenoszonego pasma częstotliwości, liczba wtórników zasilanych z obwodu anodowego stopnia sterującego nie powinno przekraczać dwóch. W przypadkach gdy jest wymagana większa liczba wejść, należy stosować układy specjalne, jakie stosuje się we wzmacniaczach rozdzielczych, co zostanie szczegółowo omówione w rozdz. 5.6.

5.3. TELEKINO

Urządzenia stosowane do nadawania filmów drogą telewizyjną dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

1. Urządzenia, w których stosuje się lampy analizujące, przy czym obraz jest rzutowany z projektora filmowego na fotokatodę i poddawany normalnej analizie, jak w kamerach telewizyjnych.

2. Urządzenia, działające na zasadzie tzw. systemu ruchomej plamki świetlnej, w których klatka filmowa jest analizowana strumieniem świetlnym wytwarzanym przez kineskop specjalnego typu i odchylanym wg norm przyjętych w telewizji, a przetwarzanie światła w sygnał elektryczny następuje w fotokomórce, umieszczonej poza klatką filmową.

Obie metody są stosowane, przy czym wobec udoskonalenia widikonu ostatnio metoda pierwsza zyskuje przewagę.

5.3.1. Zasada działania i konstrukcja projektorów

Zasada wyświetlania filmów polega na kolejnym wyświetlaniu poszczególnych klatek filmu przedstawiających kolejne fazy ruchu osób i przedmiotów na obrazie, przy czym częstotliwość ekspozycji jest tak dobrana, aby dzięki bezwładności zmysłu wzroku uzyskać wrażenie ciągłości.

Projektor filmowy składa się z następujących części:

1) źródła światła, którego strumień jest skupiony na taśmie filmowej,

2) urządzenia transportowego do przesuwania taśmy filmowej z odpowiednią szybkością i w określony sposób,

3) obiektywu, który daje ostry obraz klatki filmowej na ekranie,

4) urządzenia do odtwarzania dźwięku, który jest utrwalony

Cena zł 28,—