A. Suchanek

podstawy radiotechniki i telewizji

WKŁ

Mgr inż. Adam Suchanek

Podstawy radiotechniki i telewizji

Wydawnictwa Komunikacji i Łączności

Okładkę projektował: *Zbigniew Stasik*

621.396/.397.001

Książka zawiera opis konstrukcji i zasady działania elementów i układów stosowanych w odbiornikach radiofonicznych i telewizyjnych. Podano w niej przykłady schematów tych odbiorników. W rozwiązaniach poszczególnych podzespołów elektronicznych uwzględniono zastosowanie zarówno lamp elektronowych, jak i przyrządów półprzewodnikowych.

Książka jest przeznaczona dla radioamatorów, uczestników kursów radiowych LOK, uczniów zasadniczych i średnich szkół zawodowych o profilu radiowym i telewizyjnym.

Opiniodawcy: mgr inż. *E. Dumania*
mgr inż. *P. Mroziński*

Redaktor naukowy inż. *L. Sterna*

Redaktor techniczny *Mieczysław Wodyk*

Korektor *Halina Miechowicz*

SPIS TREŚCI

Wykaz zasadniczych oznaczeń 9
Przedmowa 11
Wstęp 15

1. Ogólne pojęcie radiofonii 17

1.1. Ruch falowy 17
1.1.1. Fale na powierzchni wody 17
1.1.2. Parametry ruchu falowego 18
1.1.3. Przykłady ruchu falowego 19
1.1.4. Proces transmisji radiofonicznej 21
1.2. Nadajnik i odbiornik radiowy 22
1.3. Długość fali radiowej 23

2. Podstawowe elementy radiowe 25

2.1. Oporniki 25
2.1.1. Klasyfikacja oporników 25
2.1.2. Oporniki stałe 27
2.1.3. Oporniki zmienne 28
2.2. Cewki indukcyjne 29
2.2.1. Rodzaje cewek indukcyjnych 29
2.2.2. Parametry cewek indukcyjnych 30
2.2.3. Konstrukcja cewek 32
2.3. Kondensatory 34
2.3.1. Klasyfikacja kondensatorów 34
2.3.2. Parametry kondensatorów 35
2.3.3. Konstrukcja kondensatorów 38
2.4. Lampy elektronowe 41
2.4.1. Lampa dwuelektrodowa 41
2.4.2. Trioda 49
2.4.3. Lampy wieloelektrodowe 61
2.4.4. Klasyfikacja i oznaczanie lamp elektronowych . . . 71
2.5. Półprzewodniki 76
2.5.1. Dioda półprzewodnikowa 76
2.5.2. Tranzystor 86

3. Obwody drgań 108

3.1. Zamknięty obwód drgań 108
3.1.1. Działanie obwodu drgań 108
3.1.2. Rodzaje obwodów drgań 111
3.1.3. Parametry obwodu drgań 115
3.2. Sprzężone obwody drgań 117
3.2.1. Rodzaje sprzężeń 117
3.2.2. Sprzężenia szkodliwe 120

3.3. Otwarty obwód drgań 121
3.3.1. Otwarty obwód drgań jako źródło fal elektromagnetycznych 121
3.3.2. Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych 123
3.4. Anteny 128
3.4.1. Anteny nadawcze 128
3.4.2. Anteny odbiorcze 129

4. Podstawowe układy radiowe 136

4.1. Wzmacniacze małej częstotliwości 136
4.1.1. Zasada działania wzmacniacza 136
4.1.2. Sprzężenia we wzmacniaczach 143
4.1.3. Przykłady wzmacniaczy m. cz. 150
4.2. Modulatory 160
4.2.1. Rodzaje modulacji 160
4.2.2. Modulatory amplitudy 164
4.3. Układy detekcyjne 168
4.3.1. Przeznaczenie układów detekcyjnych 168
4.3.2. Detekcja amplitudy 168
4.3.3. Detekcja sygnałów modulowanych częstotliwościowo . 175
4.4. Układy generatorów 184
4.4.1. Zasada działania generatora 184
4.4.2. Rodzaje generatorów 185
4.5. Układy zasilające 192
4.5.1. Zasada działania prostownika 192
4.5.2. Układy prostowników 198
4.5.3. Zasilanie odbiorników radiowych 204

5. Odbiorniki radiowe 207

5.1. Układy prostych odbiorników 207
5.1.1. Schematy blokowe prostych odbiorników 207
5.1.2. Obwody wejściowe 208
5.1.3. Odbiorniki detektorowe 211
5.1.4. Detektor z wzmacniaczem małej częstotliwości . . 215
5.1.5. Odbiorniki reakcyjne 218
5.1.6. Odbiorniki z wzmacniaczem w. cz. 222
5.2. Odbiorniki superheterodynowe 228
5.2.1. Zasada działania odbiornika superheterodynowego 228
5.2.2. Układ przemiany 231
5.2.3. Wzmacniacze częstotliwości pośredniej 234
5.2.4. Detekcja i regulacja wzmocnienia 236
5.2.5. Korekcja barwy dźwięku 238
5.2.6. Zalety i wady odbiornika superheterodynowego . . 239
5.2.7. Przykłady odbiorników superheterodynowych . . . 241
5.2.8. Strojenie odbiorników superheterodynowych . . . 247
5.2.9. Odbiorniki z modulacją częstotliwości 252

6. Ogólne pojęcie techniki telewizyjnej 257

6.1. Nadawanie 257
6.1.1. Nadawanie obrazów nieruchomych 257
6.1.2. Nadawanie obrazów ruchomych 261
6.1.3. Kanał telewizyjny 265
6.1.4. Zasięg stacji telewizyjnych 269
6.2. Odbiór 271
6.2.1. Schematy blokowe odbiorników telewizyjnych . . 271
6.2.2. Obwody wejściowe odbiorników telewizyjnych . . . 275

7. Kineskopy 277

7.1. Zasada działania kineskopu 277
7.1.1. Ogólna konstrukcja kineskopu 277
7.1.2. Działanie kineskopu 278
7.2. Skupianie elektronów 280
7.2.1. Rodzaje układów skupiających 280
7.2.2. Środkowanie strumienia elektronów 283
7.2.3. Pułapka jonowa 283
7.3. Odchylanie strumienia elektronowego 284
7.4. Ekran kineskopu 287
7.5. Oznaczenia kineskopów 288
7.5.1. Zasada oznaczania 288
7.5.2. Rodzaje oznaczeń 289
7.6. Zasady bezpieczeństwa w obchodzeniu się z kineskopami . 290

8. Anteny telewizyjne 291

8.1. Rodzaje anten 291
8.1.1. Zasada odbioru fali elektromagnetycznej . . . 291
8.1.2. Dipol półfalowy prosty 293
8.1.3. Dipol pętlowy 295
8.1.4. Anteny wieloelementowe 297
8.1.5. Anteny odbiorcze na zakres IV—V 301
8.1.6. Anteny pokojowe 302
8.1.7. Telewizyjne anteny zbiorcze 303
8.2. Doprowadzenia antenowe 304
8.2.1. Rodzaje linii przesyłowych 304
8.2.2. Instalacje antenowe 308

9. Podstawowe układy odbiorników telewizyjnych 311

9.1. Tor wizji 311
9.1.1. Przeznaczenie i układ blokowy toru wizji 311
9.1.2. Wzmacniacz wielkiej częstoliwości 313
9.1.3. Stopień przemiany 318
9.1.4. Przełącznik kanałów 324
9.1.5. Wzmacniacz częstoliwości pośredniej 324
9.1.6. Detektor wizji 331
9.1.7. Zasada działania wzmacniacza wizji 336

9.1.8. Automatyczna regulacja wzmocnienia w torze wizji . 342
9.1.9. Przykłady rozwiązania wzmacniaczy wizji 347
9.2. Układy synchronizacji 354
9.2.1. Proces odchylania strumienia elektronowego w kineskopie 354
9.2.2. Przeznaczenie układu i przebieg procesu synchronizacji 357
9.2.3. Schemat blokowy układu odchylania 359
9.2.4. Selektor amplitudy 360
9.2.5. Separacja impulsów synchronizujących 363
9.2.6. Układy sterujące 371
9.3. Układy odchylające 381
9.3.1. Przeznaczenie układu odchylania 381
9.3.2. Wytwarzanie przebiegów piłokształtnych 382
9.3.3. Generator blokujący 385
9.3.4. Multiwibrator 389
9.3.5. Generator sinusoidalny 393
9.3.6. Układy kształtujące impulsy odchylające 394
9.3.7. Wzmacniacz końcowy odchylania pionowego . . . 396
9.3.8. Wzmacniacz końcowy odchylania poziomego . . . 399
9.4. Tor fonii 408
9.4.1. Przeznaczenie toru fonii i rodzaje układów . . . 408
9.4.2. Wzmacniacz częstotliwości różnicowej fonii . . . 411
9.4.3. Ogranicznik amplitudy 412
9.4.4. Detekcja fonii 414
9.4.5. Wzmacniacz częstotliwości akustycznych 414
9.5. Układy zasilania 416
9.5.1. Rodzaje układów zasilania i ich przeznaczenie . . 416
9.5.2. Układ zasilania niskonapięciowego 417
9.5.3. Układ zasilania wysokonapięciowego 421

10. Odbiorniki telewizyjne 422

10.1. Odbiornik telewizyjny „Szafir" 422
10.1.1. Ogólna charakterystyka odbiornika 422
10.1.2. Układy zasilania i odchylania 424
10.1.3. Układ synchronizacji 427
10.1.4. Wzmacniacz w. cz. i stopień przemiany częstotliwości 429
10.1.5. Wzmacniacz pośredniej częstotliwości 431
10.1.6. Detektor i wzmacniacz sygnału wizji 433
10.1.7. Wyposażenie kineskopu 435
10.1.8. Tor fonii 436
10.1.9. Regulacja i strojenie odbiornika 438
10.2. Odbiornik telewizyjny „Agat-2" 447
10.2.1. Ogólna charakterystyka 447
10.2.2. Układ elektryczny odbiornika 450
Wykaz literatury 456
Skorowidz pojęć 457

WYKAZ ZASADNICZYCH OZNACZEŃ

Opory

R — rezystancja (opór czynny), opornik
R_a — opór statyczny lampy, opór anodowy
R_k — opór katodowy
R_d — opór roboczy
R_d — opór wewnętrzny triody
R_{wej} — opór wejściowy
R_{wyj} — opór wyjściowy
X — reaktancja (opór bierny)
X_C — reaktancja (opór bierny) pojemnościowa
X_{Co} — reaktancja (opór bierny) pojemnościowa przy rezonansie
X_L — reaktancja (opór bierny) indukcyjna
X_{Lo} — reaktancja (opór bierny) indukcyjna przy rezonansie
Z — impedancja (opór pozorny)
Z_f — opór falowy (moduł)

Pojemności i indukcyjności

C — pojemność, kondensator
C_K — kondensator katodowy
L — indukcyjność, cewka indukcyjna

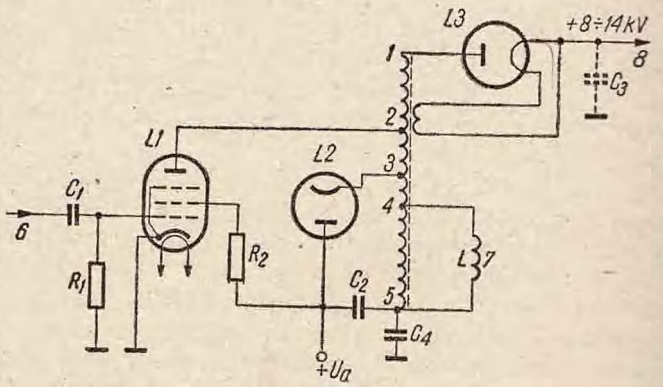
Napięcia

U_a — napięcie anodowe
U_B — napięcie bazy
U_C — napięcie kolektora
U_{CB} — napięcie między kolektorem i bazą
U_{CE} — napięcie między kolektorem a emiterem
U_{CEm} — napięcie maksymalne między kolektorem a emiterem
U_E — napięcie emitera
U_R — napięcie na rezystancji (oporze czynnym)
U_s — napięcie sterujące (sygnału)
U_{s0} — napięcie stałe polaryzujące siatkę
U_{sz} — napięcie sprzężenia zwrotnego
U_{wm} — napięcie wsteczne maksymalne
U_{wszm} — napięcie wsteczne maksymalne szczytowe
U_z — napięcie zmienne

Prądy

I_a — prąd anodowy
I_{a0} — składowa stała prądu anodowego
I_B — prąd bazy
I_C — prąd kolektora
I_{CB0} — prąd zerowy kolektora
I_{C0} — prąd zerowy kolektora wsteczny
I_{Cm} — prąd maksymalny kolektora stały
I_{Cmm} — prąd maksymalny kolektora szczytowy
I_E — prąd emitera
I_{pm} — prąd przewodzenia maksymalny
I_s — prąd siatki
I_w — prąd wsteczny

wego służy dioda *L3*, która jest żarzona za pomocą oddzielnego uzwojenia tego samego autotransformatora. Żarzenie diody powinno być wydzielone; nie może się odbywać z źródła wspólnego wszystkim lampom ze względu na wysokie napięcie wyprowadzane z katody lampy. W celu uzyskania potrzebnego napięcia żarzenia do diody prostowniczej wysokiego napięcia cewka żarzeniowa może mieć tylko jeden zwój lub co najwyżej kilka zwojów. W charakterze lamp prostowniczych stosuje się diody wysokonapięciowe o małym prądzie żarzenia.



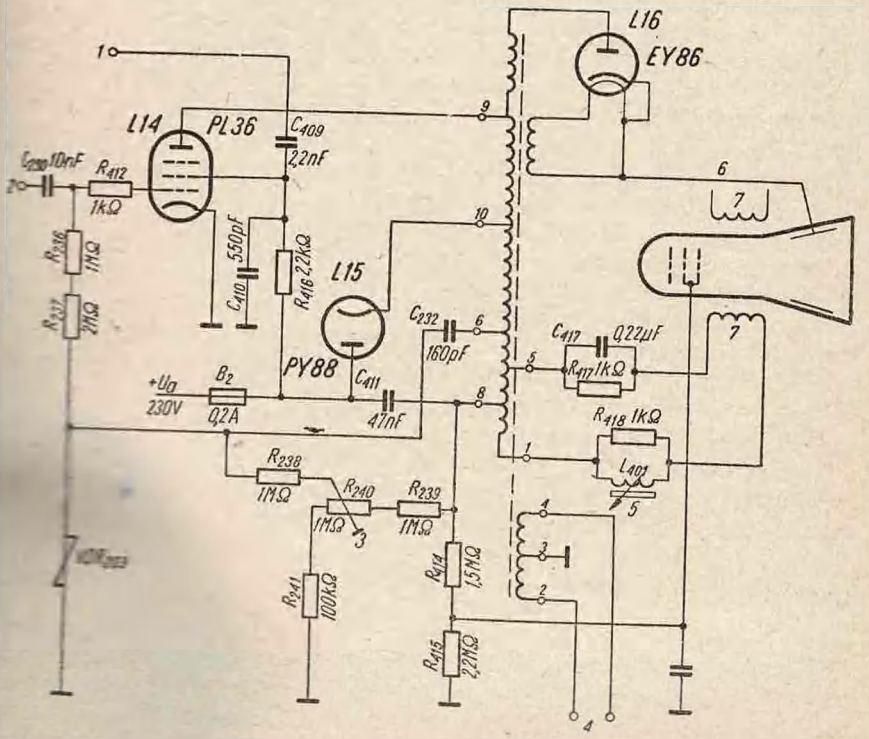
Rys. 9.56. Wzmacniacz końcowy odchylania poziomego z zasilaczem wysokonapięciowym (na diodzie L3)
6 — z generatora odchylania poziomego, 7 — cewki odchylania poziomego, 8 — wysokie napięcie

Korzystanie z układu odchylania poziomego do uzyskiwania wysokiego napięcia jest najprostszym i najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem źródła tego zasilania. Poza tym zabezpiecza ono ekran przed możliwością uszkodzenia skupionym w środku ekranu promieniem elektronowym w razie uszkodzenia układu odchylającego. Następuje bowiem wtedy równocześnie zanik wysokiego napięcia.

Cały blok wysokonapięciowy umieszcza się w metalowej puszce w celu odekranowania go i zabezpieczenia przed przypadkowym dotknięciem elementów znajdujących się pod wysokim napięciem. Przebiegi wysokiego napięcia mogą zakłócać inne układy odbiornika przez oddziaływanie indukcyjne i elektrostatyczne. W puszce ekranującej umieszcza się wzmacniacz końcowy odchylania poziomego, autotransformator, zwykle nazywany transformatorem wysokonapięciowym oraz obydwie diody prostownicze. Przewód doprowadzający wysokie napięcie do anody kineskopu należy dobrze izolować i ekranować.

9.3.8.4. Układ praktyczny na lampach elektronowych

Praktyczne układy wzmacniaczy końcowych odchylania poziomego są bardziej rozbudowane, niż przedstawiony na rys. 9.56. Dochodzą w nich bowiem elementy regulacyjne oraz elementy korygujące liniowość przebiegów prądowych w cewkach odchylających. Układ tego typu jest zastosowany np. w odbiorniku „Agat 2" (rys. 9.57).



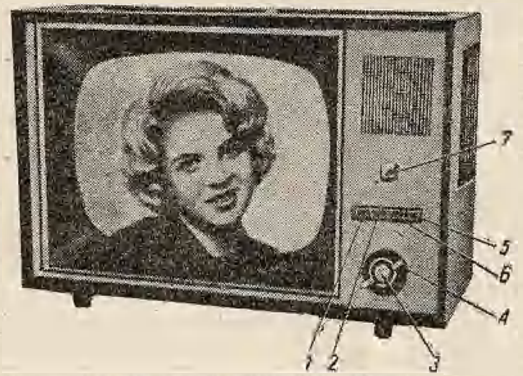
Rys. 9.57. Układ wzmacniacza końcowego odchylania poziomego w odbiorniku „Agat 2"
1 — impuls kluczujący ARW, 2 — od generatora odchylania poziomego, 3 — „szerokość obrazu", 4 — do detektora fazy, 5 — „liniowość", 6 — wysokie napięcie, 7 — cewki odchylania poziomego

Pentoda PL 36 pracuje w nim w roli stopnia kluczującego z automatycznym przedpięciem polaryzującym, wytwarzanym na elementach obwodu siatkowego. Dioda PY 88 pracuje w charakterze diody usprawniającej wspólnie z kondensatorem C_{411}. Wysokie napięcie wyprostowywane przez diodę EY 86 jest bezpośrednio doprowadzane do anody kineskopu.

OIRT bez możliwości odbioru stacji radiofonicznych UKF-FM.

Odbiornik „Agat-2" należy do grupy odbiorników zunifikowanych. Jest on odmianą takich odbiorników, jak „Zefir" i „Tosca". Poza tym z wielu układów zastosowanych w odbiorniku „Agat-2" korzysta się w innych typach odbiorników bez zmiany lub z nieznacznymi zmianami.

Unifikacja polega na stosowaniu w wielu typach odbiorników tych samych płytek z obwodami drukowanymi. W odbiornikach „Zefir" „Agat-2" i „Tosca" są to płytki zespołu pośredniej częstotliwości, zespołu synchronizacji i odchylania oraz zespołu wielkiej częstotliwości.



Rys. 10.4. Odbiornik telewizyjny „Agat 2"
1 — klawisz zmiany barwy dźwięku „MOWA", *2* — klawisz zmiany barwy dźwięku „MUZYKA", *3* — pokrętło dostrojenia, *4* — pokrętło przełącznika kanałów, *5* — klawisz wyłącznika sieciowego, *6* — klawisz „FILM" do korekcji wyrazistości, *7* — opornik fotoelektryczny

Odbiornik ma zwartą i nowoczesną konstrukcję z pionowo umieszczonym korpusem, który można łatwo otworzyć po zdjęciu tylnej ścianki skrzynki po wykręceniu czterech wkrętów, a następnie odkręceniu dwu wkrętów mocujących korpus w górnej jego części. Przez otwarcie korpusu uzyskuje się dostęp m. in. do płytek drukowanych od strony folii, do układu montażowego, transformatorów, łączówek i przełącznika kanałów.

Nowoczesne rozwiązania układów elektrycznych odbiorników zapewniają wysoką jakość odbierania obrazu i dużą stabilność pracy. Dało to możność ograniczenia do minimum liczby regulacji w czasie eksploatacji odbiornika. Dlatego większość elementów regulacyjnych jest umieszczona bezpośrednio na korpusie z tyłu odbiornika.

Na ściance przedniej odbiornika znajduje się po lewej stronie okienko na ekran kineskopu, a z prawej strony wyjście głośnika i elementy manipulacyjne: zespół pokręteł przełącznika kanałów

i dostrojenia heterodyny do kanału oraz cztery klawisze, dwa do zmiany barwy dźwięku (MOWA, MUZYKA), klawisz do poprawienia ostrości (FILM) i klawisz wyłącznika sieciowego. Powyżej klawiszy znajduje się opornik fotoelektryczny przeznaczony do automatycznej regulacji kontrastu i jaskrawości obrazu w zależności od oświetlenia pomieszczenia.

Pozostałe elementy regulacyjne (do regulacji jaskrawości, kontrastu, głośności dźwięku, synchronizacji oraz wymiarów i liniowości obrazu) znajdują się na korpusie z tyłu odbiornika.

Układ odbiornika „Agat-2" (rys. 10.5) jest przykładem odbiornika nowego typu pracującego (w porównaniu np. z odbiornikiem „Szafir") na większych częstotliwościach pośrednich.

10.2.1.2. Dane techniczne

Zasilanie. Odbiornik jest przystosowany do zasilania z sieci prądu przemiennego o napięciu 220 V. Pobór mocy wynosi ok. 180 W.

Wejście antenowe i czułość odbiornika. Wejście antenowe jest symetryczne o oporze 280 Ω. Czułość toru wizji wynosi 100—490 μV. Czułość toru fonii wynosi 170 μV.

Moc wyjściowa toru fonii. W odbiorniku są zainstalowane dwa głośniki, jeden szerokopasmowy typu GD-18-13/2 II i drugi wysokotonowy typu GDW-12,5/1,5. Moc wyjściowa dźwięku wynosi 1,5÷2 W.

Częstotliwości pośrednie. Częstotliwość pośrednia wizji wynosi 38 MHz. Częstotliwość pośrednia fonii wynosi 31,5 MHz. Częstotliwość różnicowa fonii wynosi 6,5 MHz.

Lampy elektronowe. Poszczególne układy odbiornika są skonstruowane odpowiednio na następujących lampach:

L1 — PCC 88 — wzmacniacz w.cz.,
L2 — PCF 82 — mieszacz i oscylator,
L3 — EF 80 — wzmacniacz p.cz.,
L4 — EF 80 — wzmacniacz p.cz.,
L5 — EF 80 — wzmacniacz p.cz.,
L6 — PCL 84 — wzmacniacz wizji i układ ARW,
L7 — EBF 89 — wzmacniacz częstotliwości różnicowej fonii i dioda opóźniająca ARW,
L8 — PCF 82 — ogranicznik amplitudy i wzmacniacz napięciowy m.cz.,
L9 — PL 84 — wzmacniacz końcowy toru fonii,
L10 — ECH 84 — selektor amplitudy (impulsów synchronizujących),
L11 — PCL 85 — generator i wzmacniacz odchylania pionowego,
L12 — EAA 91 — układ porównywania fazy,

Cena zł 40.—