

# Zestaw odbiorczy TV Sat

Czesław Smolak

W artykule opisano najtańszy w kraju zestaw do odbioru telewizyjnych programów satelitarnych, którego podstawą jest, opracowany i produkowany w Dioda SA, analogowy tuner SX 90. Zestaw jest przeznaczony do odbioru programów z satelity Astra, chociaż stacjonarnie można ustawić antenę na dowolnego satelitę.

Zestaw składa się z tunera analogowego SX 90, anteny offsetowej HP 1800, konwertera HP 300, polaryzatora elektromechanicznego HP 400, kabla koncentrycznego do połączenia konwertera z tunerem, kabla do połączenia polaryzatora, dwóch wtyków typu F, kabla typu 2xWW-1, 2-WW-1, do połączenia tunera z telewizorem. Zestawy te są sprzedawane głównie w sklepach firmowych Dioda SA. W połączeniu z dowolnym telewizorem mającym wejście A-V zapewniają idealny odbiór programów satelitarnych dla zachodniej części Polski. Dla terenów wschodnich jest wymagana antena o większej średnicy. Przewiduje się w najbliższym czasie kompletowanie zestawu z anteną paraboliczną o średnicy 1,2 m.

Różne konfiguracje, w jakich może pracować zestaw, przedstawiono na rys. 1. I tak, najprostsza wersja, to zestaw do odbioru programów satelitarnych połączony z telewizorem przez wejście A-V (c) lub magnetowid (d). Do odtwarzania monofonicznych satelitarnych programów radiowych wystarczy wyjście AMPLI tunera dołączyć do zewnętrznego wzmacniacza akustycznego (e). Tuner SX 90 jest wyposażony w wejście MAC (sygnał zespolony A-V w paśmie podstawowym), które przez dekoder/deskrambler może być dołączone do telewizora stereofonicznego (b) lub przez stereofoniczny audioprocessor do wzmacniacza akustycznego w celu odtwarzania stereofonicznych satelitarnych programów radiowych (a). Tuner SX 90 ma następujące elementy manipulacyjne: wyłącznik zasilania sieciowego, przełącznik V/H (zmiana polaryzacji z poziomej na pionową), pokrętkę SKEW (dostrojenie do wybranej polaryzacji), wyłącznik AFCz (automatyczne

dostrojenie częstotliwości wizji i fonii), pokrętkę AUDIO (wybór częstotliwości podnośnej fonii), pokrętkę CHANNEL (przestrajanie kanałów) oraz wskaźnik poziomu sygnału w kanale TVSat.

Tuner jest wyposażony w wyjścia VIDEO, AUDIO, AMPLI, MAC, METER, gniazdo zaciskowe do dołączenia polaryzatora, gniazdo wejściowe typu F do dołączenia konwertera, wyłącznik napięcia zasilania konwertera LNB oraz wyłącznik SCAN. Do wyjścia METER jest wyprowadzony sygnał umożliwiający optymalne ustawienie anteny podczas montażu i ustawiania zestawu.

Dalszym ułatwieniem w samodzielnym montażu zestawu jest układ realizujący funkcję SCAN, którego włączenie powoduje automatyczne szybkie przeszukiwanie kanałów TVSat dla wcześniej wybranej polaryzacji.

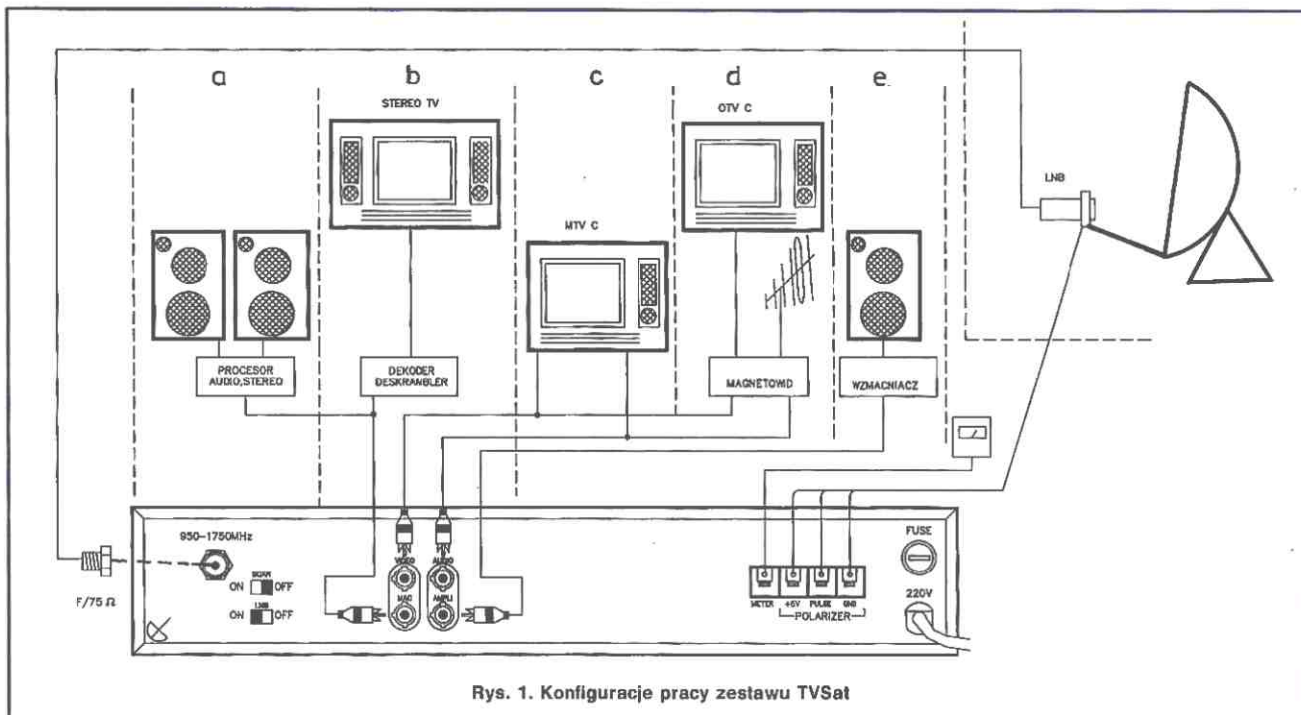
Tuner SX 90 może również pracować jako końcowy element odbioru zbiorowego TVSat. W tym przypadku przełącznik LNB powinien być wyłączony (odłączone napięcie zasilające konwerter). Jednakże producent sprzedaje i zaleca ten zestaw jako indywidualny zestaw do odbioru programów TVSat z preferencją satelity Astra.

W wersji SX 90 tuner nie ma wskaźnika poziomu sygnału. Tuner SX 90 spełnia wymagania normy bezpieczeństwa użytkowania PN-88/T-06250 (IEC 65), normy przyłączeniowej PN-88/T-86140 (IEC 266-11). Spełnia również zalecenia CCIR i FTZ na parametry sprzętu do odbioru satelitarnego.

## Podstawowe parametry tunera SX 90

### Tor wizji

|                                                               |                         |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Zakres częstotliwości:                                        | 950 ÷ 1750 MHz          |
| Stosunek S/N ważony ( $U_{we} = 30 \text{ dB}/\mu\text{V}$ ): | $\geq 30 \text{ dB}$    |
| Skuteczność działania ARCz:                                   | $\geq 8 \text{ V/V}$    |
| Stosunek S/N ważony ( $U_{we} = 70 \text{ dB}/\mu\text{V}$ ): | $\geq 55 \text{ dB}$    |
| Pasma przenoszenia (nierównomierność 3 dB)                    | $\geq 4,8 \text{ MHz}$  |
| Poziom wyjściowy napięcia międzyszczytowego:                  |                         |
| — VIDEO                                                       | $0,7 \pm 0,1 \text{ V}$ |
| — MAC                                                         | $1 \pm 0,3 \text{ V}$   |



Rys. 1. Konfiguracje pracy zestawu TVSat

|                                                        |                        |
|--------------------------------------------------------|------------------------|
| Impedancja wyjściowa (VIDEO, MAC)                      | $75 \pm 15 \Omega$     |
| Zniekształcenia liniowości                             | $\leq 10\%$            |
| Opóźnienie sygnału chrominancji względem luminancji:   | $\leq 150 \text{ ns}$  |
| Różnica wzmocnienia sygnału luminancji i chrominancji: | $\leq 20\%$            |
| Wzmocnienie różnicowe:                                 | $\leq 10\%$            |
| Faza różnicowa                                         | $\leq 10 \text{ deg.}$ |

#### Tor fonii

|                                             |                            |
|---------------------------------------------|----------------------------|
| Zakres częstotliwości podnośnych:           | $5,5 \div 8,5 \text{ MHz}$ |
| Pasma przenoszenia (nierównomierność 3 dB): | $63 \div 15000 \text{ Hz}$ |
| Zniekształcenia nieliniowe:                 | $\leq 2\%$                 |
| Stosunek S/N                                | $\leq 50 \text{ dB}$       |
| Napięcie wyjściowe (AUDIO, AMPLI):          | $0,5 \pm 0,15 \text{ V}$   |
| Impedancja wyjściowa (AUDIO):               | $\leq 600 \Omega$          |
| Impedancja wyjściowa (AMPLI):               | $\leq 10 \text{ k}\Omega$  |
| Skuteczność działania ARCZ:                 | $5 \text{ V/V}$            |

#### Parametry impulsu sterującego polaryzator:

|                                              |                                       |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| — czas trwania — polaryzacja H               | $1^{-0,3} \div 1,5^{-0,3} \text{ ms}$ |
| — polaryzacja V                              | $1,5^{-0,3} \div 2^{-0,3} \text{ ms}$ |
| — czas powstawania                           | $16 \div 20 \text{ ms}$               |
| — amplituda                                  | $5 \pm 0,5 \text{ V}$                 |
| Szybkie przestrajanie częstotliwości (SCAN): | $0,5 \div 1 \text{ s}$                |
| Napięcie zasilające:                         |                                       |
| — polaryzator                                | $5 \pm 0,5 \text{ V}$                 |
| — konwerter                                  | $18 \pm 1 \text{ V}$                  |
| Zasilanie z sieci:                           | $220 \text{ V } 50 \text{ Hz}$        |
| Dopuszczalny pobór mocy:                     | $40 \text{ VA}$                       |
| Wymiary:                                     | $350 \times 70 \times 260 \text{ mm}$ |
| Ciężar:                                      | ok. $3,5 \text{ kg}$                  |

#### Antena offsetowa HP 1800

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| do montażu przyściennego | $90 \times 80 \text{ cm}$ |
| stalowa, powlekana PCV   |                           |

#### Konwerter HP 300

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Zakres częstotliwości we: | $10,95 \div 11,7 \text{ MHz}$ |
| Zakres częstotliwości wy: | $950 \div 1750 \text{ MHz}$   |
| Współczynnik szumów:      | $1,3 \div 1,5 \text{ dB}$     |

#### Polaryzator HP 400

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Zakres częstotliwości: | $10,95 \div 11,7 \text{ GHz}$ |
| Tłumienność:           | $0,2 \text{ dB}$              |

### Opis układów

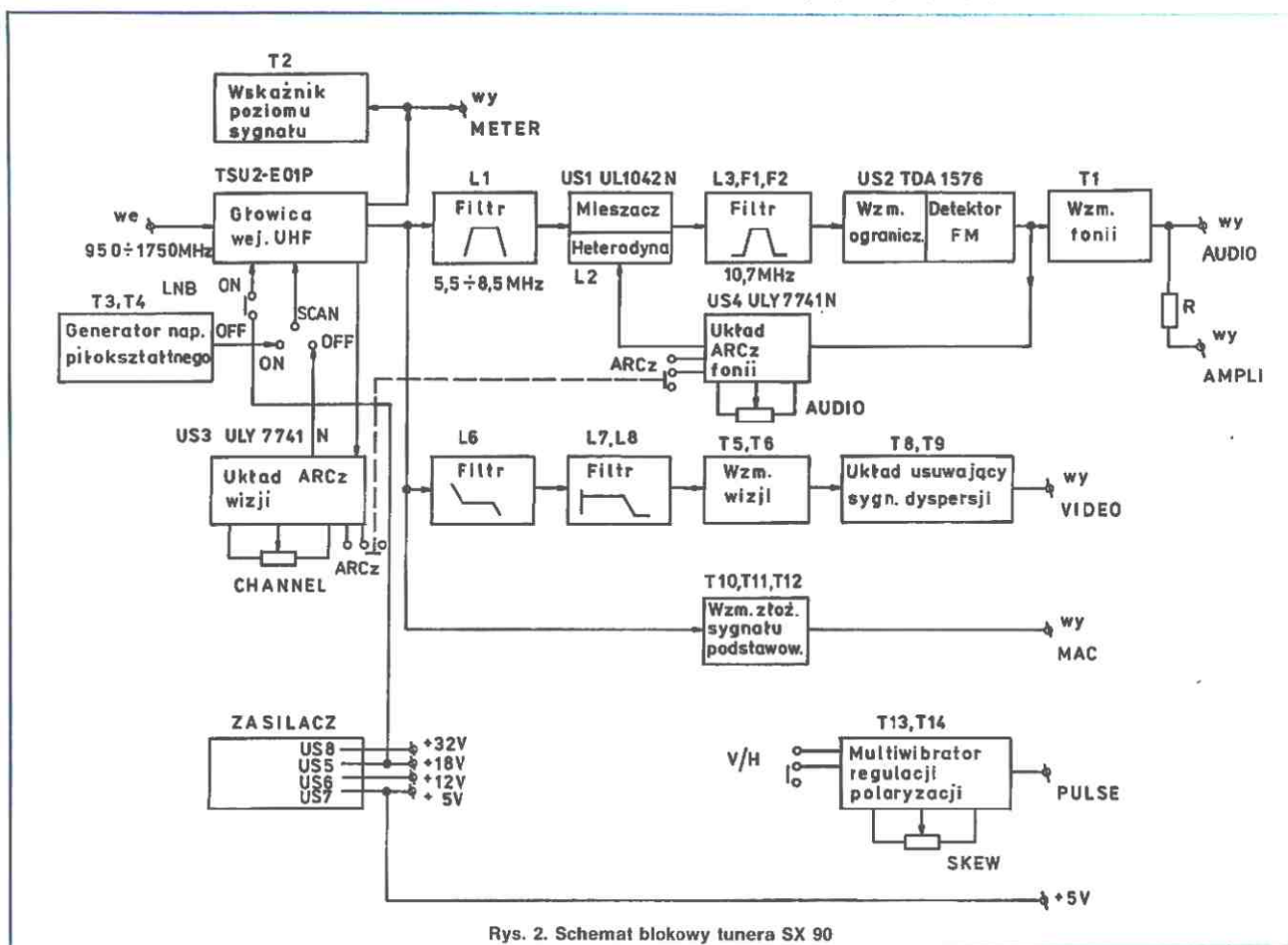
Schemat blokowy tunera SX 90 przedstawiono na rys. 2, zaś schemat ideowy na rys. 3. W tunerze można wydzielić pięć zasadniczych bloków: układ wejściowy, tor fonii, tor wizji, tor złożonego sygnału podstawowego, układy pomocnicze.

#### Układ wejściowy

Układ wejściowy tunera stanowi głowica TSU2-EO1P, zawierająca stopień przemiany częstotliwości, detektor FM oraz dzielnik częstotliwości. Schemat blokowy głowicy przedstawiono na rys. 4.

Do wejścia głowicy (gniazdo typu F) jest doprowadzony z konwertera sygnał o częstotliwości  $950 \div 1750 \text{ MHz}$ . Sygnał ten jest poddawany przemianie, w wyniku której na wyjściu głowicy uzyskuje się złożony sygnał podstawowy zawierający sygnał wizji w pasmie podstawowym oraz zmodulowany sygnał podnośnej fonii. Stopień przemiany częstotliwości zawiera:

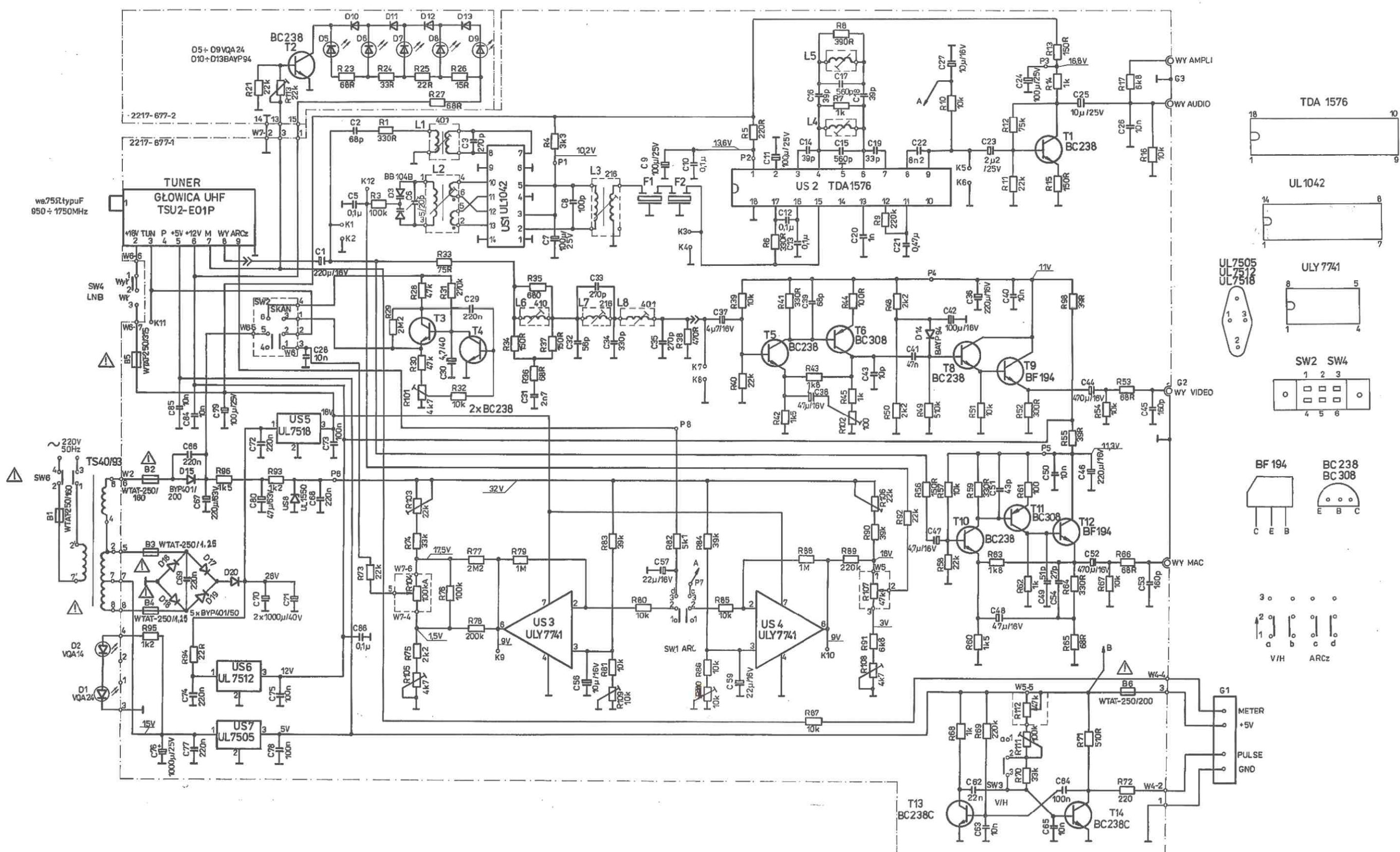
- wejściowy filtr dolnoprzepustowy o częstotliwości granicznej  $1750 \text{ MHz}$ ,
- dwustopniowy wzmacniacz w.cz. z układem ARW,
- mieszacz,
- heterodynę strojoną napięciowo,



Rys. 2. Schemat blokowy tunera SX 90



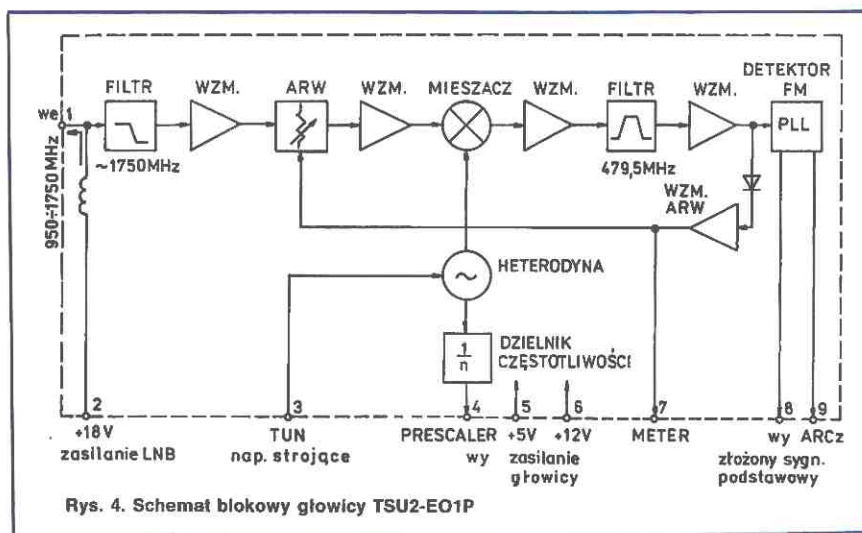
|   |    |    |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| R | 95 | 94 | 96 | 21 | 93 | 113 | 23 | 73 | 24 | 103 | 27 | 34 | 79 | 35 | 37 | 4  | 83 | 109 | 80 | 82 | 38 | 110 | 84 | 39 | 5  | 42 | 41 | 88 | 43 | 8  | 44 | 106 | 45 | 107 | 48 | 56 | 49 | 57 | 58 | 51 | 59 | 60 | 63 | 69 | 111 | 70 | 13 | 14 | 15 | 54 | 17 | 53 | 16 |
| C | 76 | 85 | 69 | 84 | 79 | 70  | 75 | 71 | 68 | 1   | 28 | 73 | 86 | 2  | 3  | 29 | 6  | 30  | 29 | 3  | 31 | 7   | 32 | 6  | 56 | 59 | 10 | 37 | 59 | 11 | 12 | 13  | 38 | 16  | 15 | 17 | 20 | 18 | 49 | 56 | 49 | 58 | 10 | 27 | 62  | 63 | 23 | 40 | 65 | 54 | 52 | 46 | 25 |



Rys. 3. Schemat ideowy tunera SX 90

Uwaga: 1. Elementy oznaczone muszą być zgodne ze specyfikacją instrukcji serwisowej.





Rys. 4. Schemat blokowy głowicy TSU2-EO1P

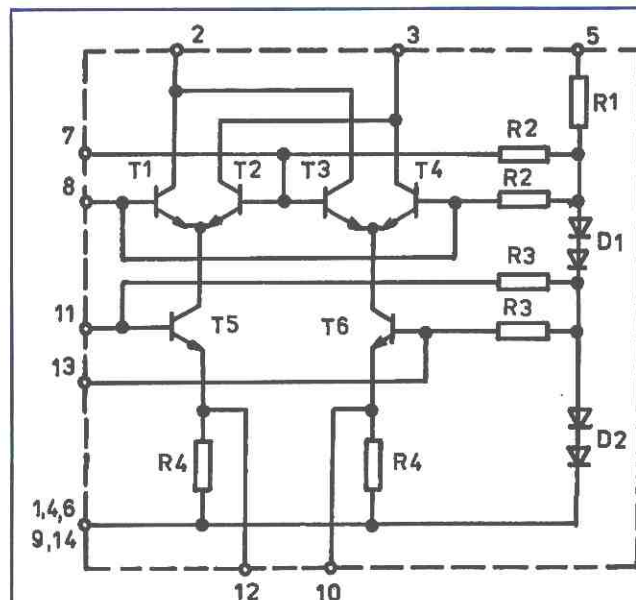
- odseparowany filtr p.cz. z falą powierzchniową o częstotliwości środkowej 479,5 MHz i szerokości pasma 27 MHz,
- układ ARW, którego sygnał jest doprowadzony do wyjścia METER tunera.

Sygnał z filtru p.cz. przez separatory jest doprowadzany do detektora FM, na wyjściu którego otrzymuje się złożony sygnał podstawowy. Głowica TSU2-EO1P jest wyposażona w prescaler, który w tym tunerze nie jest wykorzystywany.

#### Tor fonii

Sygnał fonii jest transmitowany w złożonym sygnale podstawowym z modulacją częstotliwości na jednej z częstotliwości podnośnych w zakresie 5,5÷8,5 MHz. Sygnał z wyjścia głowicy jest doprowadzany do filtru pasmowego (elementy C2, L1, C3) o pasmie przenoszenia 5,5÷8,5 MHz, skąd jest doprowadzany do stopnia przemiany częstotliwości (układ US1-UL1042N).

Schemat stopnia przemiany częstotliwości przedstawiono na rys. 5. Układ UL1042N składa się z dwóch wzmacniaczy różnicowych T1÷T4 ze źródłami prądowymi T5, T6. Rezystor R1 i diody D1÷D4 polaryzują wstępnie bazy tranzystorów T1÷T4 napięciem ok. 2,8 V, bazy transformatorów T5 i T6 napięciem ok. 1,4 V. W tunerze układ UL1042N pełni funkcję



Rys. 5. Schemat stopnia przemiany częstotliwości

mieszacza zrównoważonego i heterodyny przestrajanej napięciowo.

Sygnał wejściowy jest doprowadzany przez cewkę L1 do symetrycznych wejść tranzystorów T1÷T4 (wyprowadzenia 7 i 8). Źródła prądowe (T5, T6) pracują jako symetryczny generator o sprzężeniu indukcyjnym (cewka L2), którego częstotliwość drgań określają: indukcyjność uzwojenia pierwotnego cewki L2, pojemność diody D3 i kondensatora C6. Obciążeniem niesymetrycznym wejścia mieszacza jest obwód rezonansowy złożony z elementów L3 i C8. Zapewnia on dopasowanie filtru ceramicznego F1 do wyjścia mieszacza i tłumi sygnały o częstotliwości leżącej poza pasmem przenoszenia filtru.

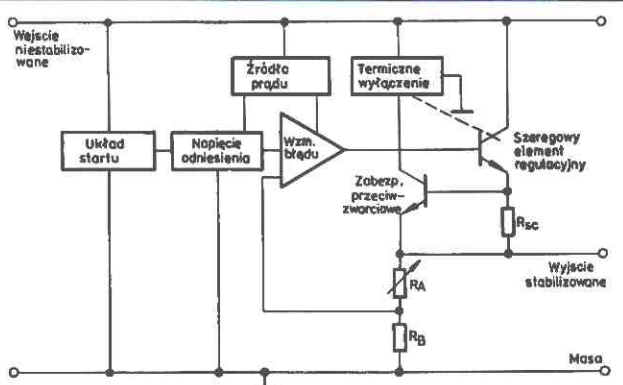
Sygnał p.cz. z wyjścia filtru ceramicznego F1, F2 jest wzmacniany, ograniczany

i poddawany detekcji w układzie US2-TDA1576. Obwód przesuwnika fazy detektora koincydencyjnego zawiera dwa równoległe obwody rezonansowe (L4, C15 i L5, C17) słabo sprzężone ze sobą kondensatorami C16 i C18. Dużą liniowość detektora zapewniają rezystory R7 i R8, tłumiąc obwody rezonansowe. Sygnał po detekcji częstotliwości z wyprowadzenia 9 jest doprowadzany przez kondensator C23 do wzmacniacza wyjściowego (T1) oraz przez rezystor R10 do układu ARCz (US4).

Napięcia do strojenia głowicy wejściowej oraz stopnia przemiany częstotliwości (US1) pochodzą z dwóch niezależnych układów ARCz ze wzmacniaczami operacyjnymi UL7741N (US3, US4). Ze wzmacniacza wyjściowego sygnał jest doprowadzany do wyjścia AUDIO, natomiast przez rezystor dopasowujący — do wyjścia AMPLI.

#### Tor wizji

Z detektora FM głowicy wejściowej złożony sygnał podstawowy jest doprowadzany do filtru deemfazy (elementy R34, R35, R36, R37, C1, L6). Filtr ten tłumi większe częstotliwości w sygnale wizji wg charakterystyki zgodnej z zaleceniami CCIR-401B. Zadaniem filtru (elementy C32, C33, C34, C35, L7 i L8) jest tłumienie częstotliwości większych niż 5 MHz, tj. eliminacja sygnału fonii na wejściu wzmacniacza wizji. Z filtru sygnał jest doprowadzany do wzmacniacza wizji (z tranzystorami T5, T6), którego wzmocnienie jest regulowane potencjometrem R102, zapewniając na wyjściu VIDEO odpowiedni poziom sygnału. Ze wzmacniacza wizji sygnał jest doprowadzany do filtru usuwającego sygnały dyspersji (elementy C41, D14) tj. składowe o przebiegu trójkątnym i częstotliwości 25 Hz (zapewnia



Rys. 6. Schemat układu UL7518L



rozproszenie energii w sygnale satelitarnym), skąd przez separator ( tranzystory T8, T9) do wyjścia VIDEO.

### Tor złożonego sygnału podstawowego

Podobnie jak dla toru wizji, bezpośrednio z wyjścia detektora FM głowicy wejściowej, sygnał w pasmie podstawowym  $0 \div 10$  MHz jest doprowadzony do trzystopniowego wzmacniacza (tranzystory T10, T11, T12). O wzmocnieniu decyduje pętla sprzężenia zwrotnego (elementy C49, C51 i C54). Separator z tranzystorem T12 — BF194 zapewnia prawidłowe przenoszenie impulsów złożonego sygnału podstawowego przy obciążeniu wyjścia MAC rezystancją  $75 \Omega$ .

### Układy pomocnicze

Tuner, konwerter i polaryzator są zasilane z wewnętrznego zasilacza zbudowanego z transformatora TS40/93, dwóch prostowników oraz stabilizatorów: US5, US6, US7, (UL7518, UL7512, UL7505).

Układ UL7518 przedstawiono na rys. 6. Napięcie strojące jest stabilizowane w układzie US8 (UL1505L).

Układ sterowania polaryzatora (przełączanie polaryzacji V/H oraz regulacji SKEW) stanowi multiwibrator z tranzystorami T13 i T14. Polaryzator elektromechaniczny jest sterowany impulsami o regulowanym współczynniku wypełnienia. Zmia-

nę polaryzacji V/H uzyskuje się za pomocą przełącznika SW3, skokowo zmieniając czas trwania impulsu, natomiast regulację SKEW uzyskuje się potencjometrem R112 przez płynną zmianę czasu trwania impulsu.

W celu cyklicznego przestrajania głowicy, np. podczas montażu zestawu, na wejście TUN głowicy wejściowej doprowadza się napięcie z wyjścia generatora napięcia piłokształtnego (położenia ON przełącznika SCAN). Generator napięcia piłokształtnego jest zbudowany z tranzystorów T3 i T4.

Układ wskaźnika poziomu sygnału to tranzystor T2, którego obciążenie stanowi drabinkowy układ rezystorów i diod elektroluminescencyjnych. Do wejścia układu jest doprowadzony sygnał p.c.z. z głowicy wejściowej. Im wyższy poziom sygnału na wejściu p.c.z., tym większa liczba zaświeconych diod elektroluminescencyjnych. Z tego samego wyjścia p.c.z. głowicy, przez rezystor oddzielający, jest doprowadzony sygnał do wyjścia METER.

Opracowywany obecnie tuner SX 90M w wersji z modulatorem umożliwi współpracę z każdym telewizorem, pracującym w systemie PAL, przez wejście antenowe. Jednakże zaleca się, jeśli to tylko możliwe, dołączenie tunera do telewizora przez gniazda A-V, gdyż wówczas uzyskuje się najlepszą jakość odbioru. □

## ASIC Specjalizowane układy scalone — *cd. ze str. 13*

na każdej płytce. Następnie każda struktura jest mierzona przy użyciu odpowiedniego testu, czyli programu pomiarowego wygenerowanego podczas etapu projektowania układu. Po pocięciu płytki struktury wadliwe są odrzucane, zaś dobre są zamykane w obudowach plastikowych lub ceramicznych. Wystarczy teraz wykonać powtórne testowanie i układy ASIC są gotowe. Wróćmy teraz do problemu geometrycznego. Dla trzech wymienionych uprzednio typów układów projektowanych na zamówienie jest on uzyskiwany w różny sposób.

W przypadku układów projektowanych od podstaw konstruktor ma do dyspozycji dwa podstawowe narzędzia. Pierwszym jest tzw. edytor graficzny, czyli program służący do ręcznego rysowania topologii układu na ekranie komputera. Edytor graficzny umożliwia precyzyjne lecz bardzo żmudne projektowanie geometryczne. Zwykle używa się go do starannego zaprojektowania małych, ale ważnych fragmentów układu lub do wprowadzenia poprawek w dużym projekcie. Drugim ważnym narzędziem projektowania jest tzw. kompilator krzemowy (ang. silicon compiler). Jest to program, który na podstawie opisu układu w języku HDL i zbioru reguł projektowania automatycznie generuje projekt geometryczny. Jak łatwo się domyślić projekt taki jest wprawdzie poprawny, ale nie jest optymalny.

Bardziej optymalny jest zwykle projekt geometryczny wykonany metodą komórek standardowych. Konstruktor ma tu do dyspozycji zestaw typowych komórek (np. bramek, przerzutników itp.), których topologia została wcześniej starannie zaprojektowana przy użyciu edytora graficznego. Projektowanie geometryczne polega na tym, że komórki są odpowiednio rozmieszczane, a następnie prowadzone są między nimi połączenia. Proces ten może odbywać się automatycznie. Natomiast zupełnie inaczej dzieje się w przypadku układów matrycowych, które stanowią pewnego rodzaju kompromis

między układami komórek standardowych a układami programowalnymi. Podobnie jak w układach PLD, układy matrycowe stanowią gotowe, regularne matryce bramek. Płytki krzemowe zawierające identyczne układy matrycowe są produkowane w wielkich seriach i czekają na tzw. personalizację, czyli wykonanie ostatniego procesu technologicznego tworzącego połączenia między bramkami. Projektowanie geometryczne polegające tu na poprowadzeniu tych połączeń odbywa się niemal w pełni automatycznie. Cykl produkcyjny następujący po ukończeniu projektu geometrycznego jest dla układów matrycowych bardzo uproszczony, gdyż większość procesów technologicznych została już wykonana wcześniej. Dzięki temu zyskuje się na czasie oraz redukuje się koszty (zwykle trzeba wytworzyć tylko jedną maskę).

Powyżej opisane typy specjalizowanych układów scalonych dotyczą tylko układów cyfrowych. Istnieją również możliwości realizowania układów analogowych i cyfrowo-analogowych jako układów na zamówienie, ale jest to całkiem odrębny problem.

Powyższe krótkie zestawienie możliwości różnych typów układów ASIC pozwala na proste uogólnienie: im krótszy czas i niższe koszty opracowania, tym wyższe są jednostkowe koszty produkcyjne i trudniej jest uzyskać wysoką częstotliwość pracy i dużą gęstość upakowania. Wynika stąd praktyczna reguła, że jeśli tę samą funkcję można zrealizować przy zastosowaniu różnych technik specjalizowanych układów scalonych, to układy PLD opłaca się stosować przy bardzo małej wielkości produkcji (poniżej 50 szt.), układy matrycowe przy małej i średniej wielkości produkcji (50 do 1000 szt.), natomiast układy projektowane w oparciu o komórki standardowe lub kompilator krzemowy są najbardziej korzystne dla dużych serii produkcyjnych (powyżej 1000 szt.). □