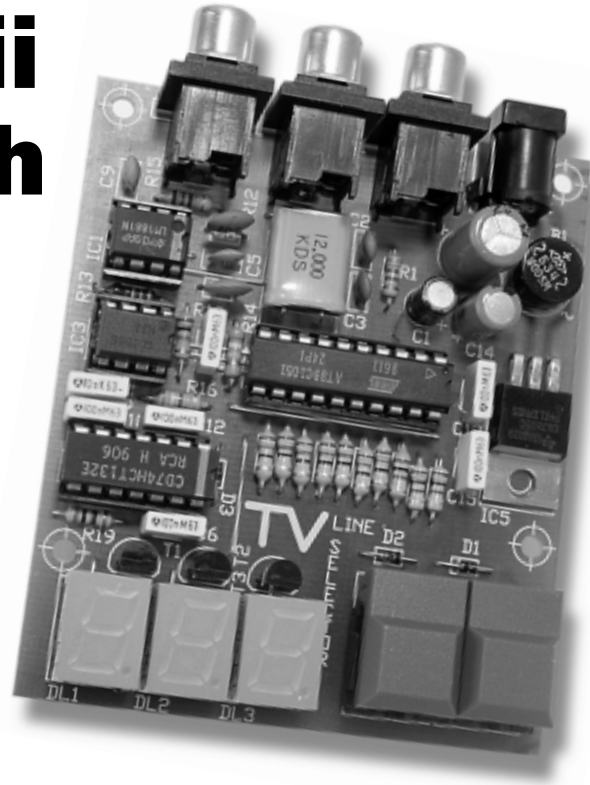


Selektor linii telewizyjnych

kit AVT-323

Przedstawiamy, od dawna zapowiadane, urządzenie niezbędne w serwisie telewizyjnym, przydatne także w szkolnych laboratoriach. Ze względu na prostą budowę i obsługę może stać się użytecznym narzędziem także dla Czytelników nie wtajemniczonych w technikę telewizyjną. Dzięki niemu każdy amator będzie mógł poznać tajniki sygnału wizyjnego, natomiast serwisant sprzętu TV i wideo z pewnością ułatwi sobie codzienną pracę.



Przedstawione w artykule urządzenie pozwala na obserwację na ekranie oscyloskopu jednej lub kilku wybranych linii całkowitego sygnału wizyjnego. Dzięki temu strojenie niektórych obwodów odbiornika TV lub magnetowidu staje się łatwiejsze, szczególnie jeżeli nie mamy możliwości korzystania ze specjalizowanego generatora sygnału kontrolnego TV, a korzystamy jedynie z sygnału nadawanego np. przez programy telewizyjne.

Do pracy z selektorem potrzebny będzie dowolny oscyloskop (min. 5MHz, z zewnętrznym wyzwaniem), mały zasilacz 9V lub transformatorek (np. dzwonek) oraz źródło sygnału CVBS (całkowity sygnał wizyjny m.cz.) np. z odbiornika TV lub magnetowidu wyposażonych w wyjście takiego sygnału - najczęściej typowe gniazdo CINCH (RCA).

Nie wszyscy wiedzą, że całkowity sygnał wizyjny w większości obecnie nadawanych programów TV, oprócz sygnału linii obrazu, sygnałów synchronizacji i wygaszania, zawiera także dodatkowe linie testowe. W dalszej części artykułu opiszemy je dokładniej oraz przedstawimy sposób ich wykorzystania przy strojeniu sprzętu RTV.

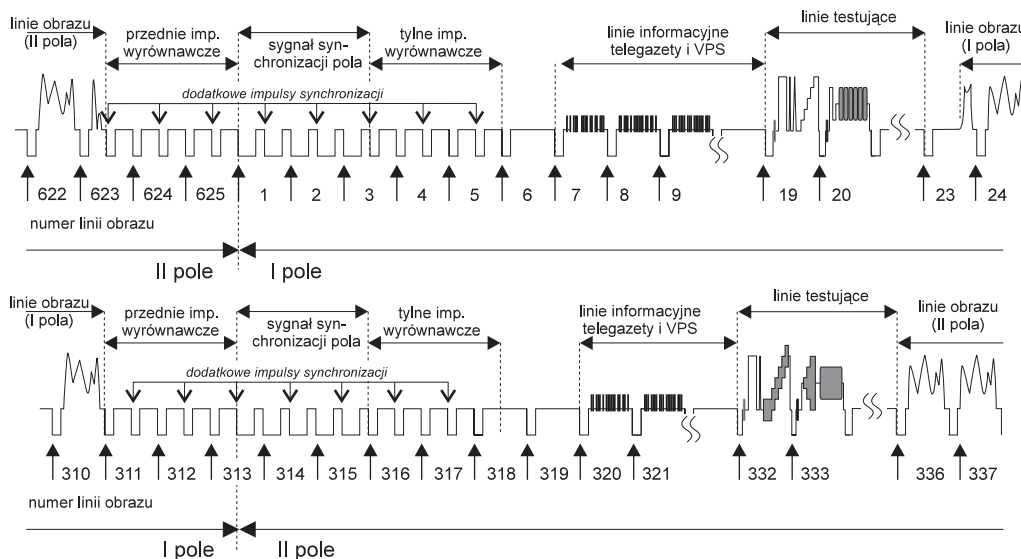
Czytelnikom, którzy nie znają zagadnień związanych z sygnałem wizyjnym postaramy się je nieco przybliżyć.

Trochę teorii

Informacje o obrazie są zawarte w całkowitym sygnale wizyjnym (w skrócie CVBS). Na **rys.1** przedstawiono fragmenty przykładowego sygnału nadawanego przez TVP. Całkowity sygnał wizyjny składa się z sygnału obrazu, całkowitego sygnału wygaszania (ciągu impulsów wygaszania linii i pola) oraz całkowitego sygnału synchronizacji. Poszczególne wartości i proporcje czasowe tych składowych są określone w odpowiednich normach, tzw. standardach telewizyjnych, często różniących się w różnych krajach między sobą. Zgodnie z dominującym w Europie standardem, obraz telewizyjny składa się z 625 linii, a w krajach Ameryki Północnej, Japonii oraz kilku innych z 525. Wszystkie standardy określają wyświetlanie obrazu z tzw. wybieraniem międzyliniowym. Jeden obraz (klatka) kompletowany jest w odbiorniku w dwóch fazach (dwa pola obrazu - ramki), najpierw określone są linie półobrazu nieparzystego 1..312, a potem parzystego

Dane techniczne selektora

- ✓ praca multisystemowa
- ✓ rozpoznawanie sygnałów z przeplotem i bez przeplotu
- ✓ możliwość selekcji linii w niestandardowych sygnałach CVBS
- ✓ 3-pozycyjny wyświetlacz LED
- ✓ wykrywanie braku sygnału na wejściu
- ✓ funkcje pojedynczego oraz przyspieszonego wybierania linii
- ✓ funkcja szybkiego przechodzenia z jednego pola obrazu do drugiego
- ✓ wejście sygnału: CVBS/1V_{pp}
- ✓ wyjście wyzwania: TTL, polaryzacja dodatnia, $t_w > 50\text{ms}$
- ✓ zasilanie: 9VDC lub 8..10VAC/130mA
- ✓ wymiary: 68 x 85 x 20 mm



Rys. 1. Całkowity sygnał wizyjny (przykład).

tego 313..625. Oczywiście dla obrazu z 525 liniami zakresy te będą inne. Faktyczna liczba linii czynnych, przesyłająca informacje o obrazie jest mniejsza od 625 i wynosi 575, bowiem 50 linii (po 25 dla każdego pola obrazu) jest zajęte przez dwa sygnały nazywane impulsami gaszącymi pola (ramki). W skład każdego impulsu gaszącego pola wchodzi: przednie impulsy wyrównawcze, impuls synchronizacji pola, tylne impulsy wyrównawcze oraz kilkanaście pustych linii (6..22 dla I pola i 315..338 dla II pola) - patrz rys.1. Każda linia jest poprzedzona impulsem wygaszania linii oraz impulsem synchronizacji poziomej - synchronizacji linii. Miejsca te na rysunku oznaczono strzałkami. W trakcie trwania impulsów wyrównawczych oraz synchronizacji pola, do sygnału wizyjnego wprowadzane są dodatkowe impulsy synchronizacji.

Wspomniane wolne linie (niewidoczne na ekranie odbiornika TV) wykorzystano do przesyłania dodatkowych informacji w sygnale wizyjnym. I tak np. w celu kontroli urządzeń telewizyjnych podczas normalnej pracy, przy nadawaniu sygnału wprowadzono cztery linie (po 2 na każde pole) z sygnałami testowymi. Większość polskich programów TV nadaje je w liniach 19, 20 (a także 21) oraz 332 i 333, zachodnie stacje transmitują sygnały kontrolne w liniach 17, 18 oraz 330 i 331.

Struktura i znaczenie tych syg-

nałów są ściśle określone w międzynarodowych normach dotyczących sygnału TV. Na **rys.2** pokazano strukturę takich sygnałów.

W linii 19 prostokątny słupek (1) jest sygnałem odniesienia do ustalenia maksymalnych poziomów bieli i czerni. Impuls (2) wykorzystuje się do określenia rozdzielczości obrazu. Jego czas trwania wynosi 200 ns, a kształt powinien być sinusoidalny. Sygnał (3) jest używany do testowania reakcji odbiornika TV na sygnały luminancji i chrominancji. W schodkowym sygnale (4) poszczególne stopnie różnią się między sobą o 140mV. W linii 20 występuje sygnał (5) tzw. multiburst. Może on służyć do testowania właściwości wzmacniaczy sygnału wideo.

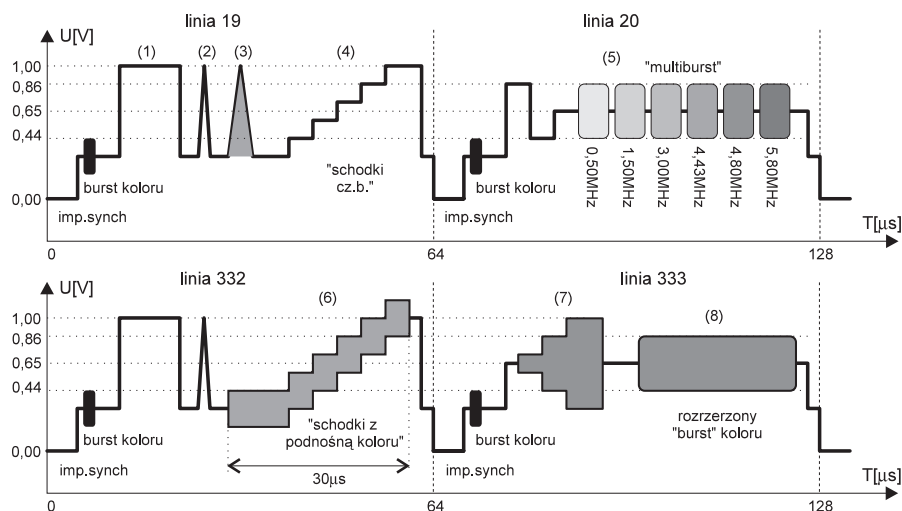
Dwa pierwsze impulsy testowe w linii 332 są identyczne jak w przypadku linii 19, po nich występuje sygnał schodkowy z podnośną chrominancji (6), z którego w układzie separacji kolorów w odbiorniku TV uzyskuje się czysty impuls 30µs. Dzięki dwóm sygnałom (7) i (8) w linii 333, możliwe jest wykrycie interferencji pomiędzy sygnałami chrominancji i luminancji.

Czytelnicy, którzy zechcą pogłębić wiadomości na temat testowych sygnałów TV odsyłam

do lektury norm związanych z nadawaniem obrazu telewizyjnego.

Oprócz sygnałów testowych w obrębie pola gaszącego znajdują się dodatkowe linie, których przeznaczenie jest różnorakie. I tak, w programach nadawanych w stosowanym coraz rzadziej systemie SECAM linie 7..15 (w I półobrazie) oraz 320..328 (w II półobrazie) transmitują sygnały identyfikacji kolorów. Użytkownicy telewizji kablowej mogą je obejrzeć przełączając program na francuski kanał „M6”.

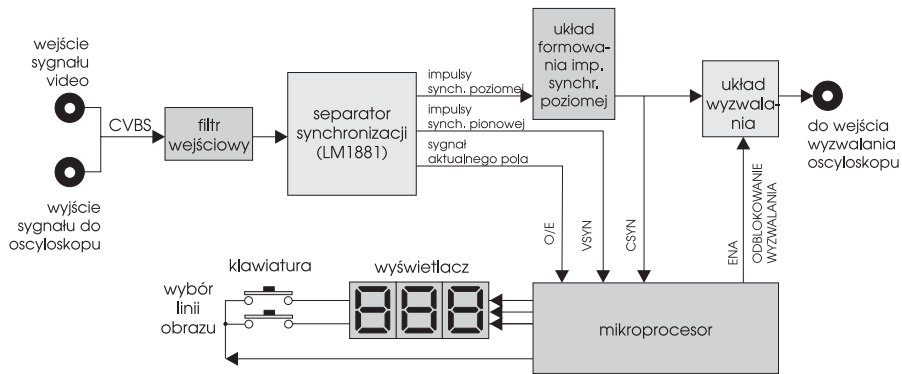
W programach nadawanych w systemie PAL (TVP1, 2, angielskojęzyczne, niemieckie: RTL, SAT1, 3 itd.) nie wykorzystane linie służą do transmisji cyfrowych sygnałów informacyjnych, wśród których m.in. znajdują się linie informacyjne telegazety oraz



Rys. 2. Linie testowe w całkowitym sygnale wizyjnym.

Tabela 1. Charakterystyka układu LM1881.

- X wejście zmiennoprądowe CVBS
- X rezystancja wejściowa: >10kΩ
- X zasilanie: 5..12V
- X pobór prądu: <10mA
- X oddzielne wyjścia sygn. synchronizacji poziomej i pionowej
- X wyjście aktualnego pola obrazu (parzyste/nieparzyste)
- X wyjście identyfikacji sygnału burst
- X maksymalna częstotliwość odchylenia poziomego: <150kHz
- X wyjście VSYNC wyzwalane zboczem
- X możliwość pracy w różnych standardach (PAL, SECAM, NTSC) oraz przy sygnałach niestandardowych (np. konsoli gier komputerowych)



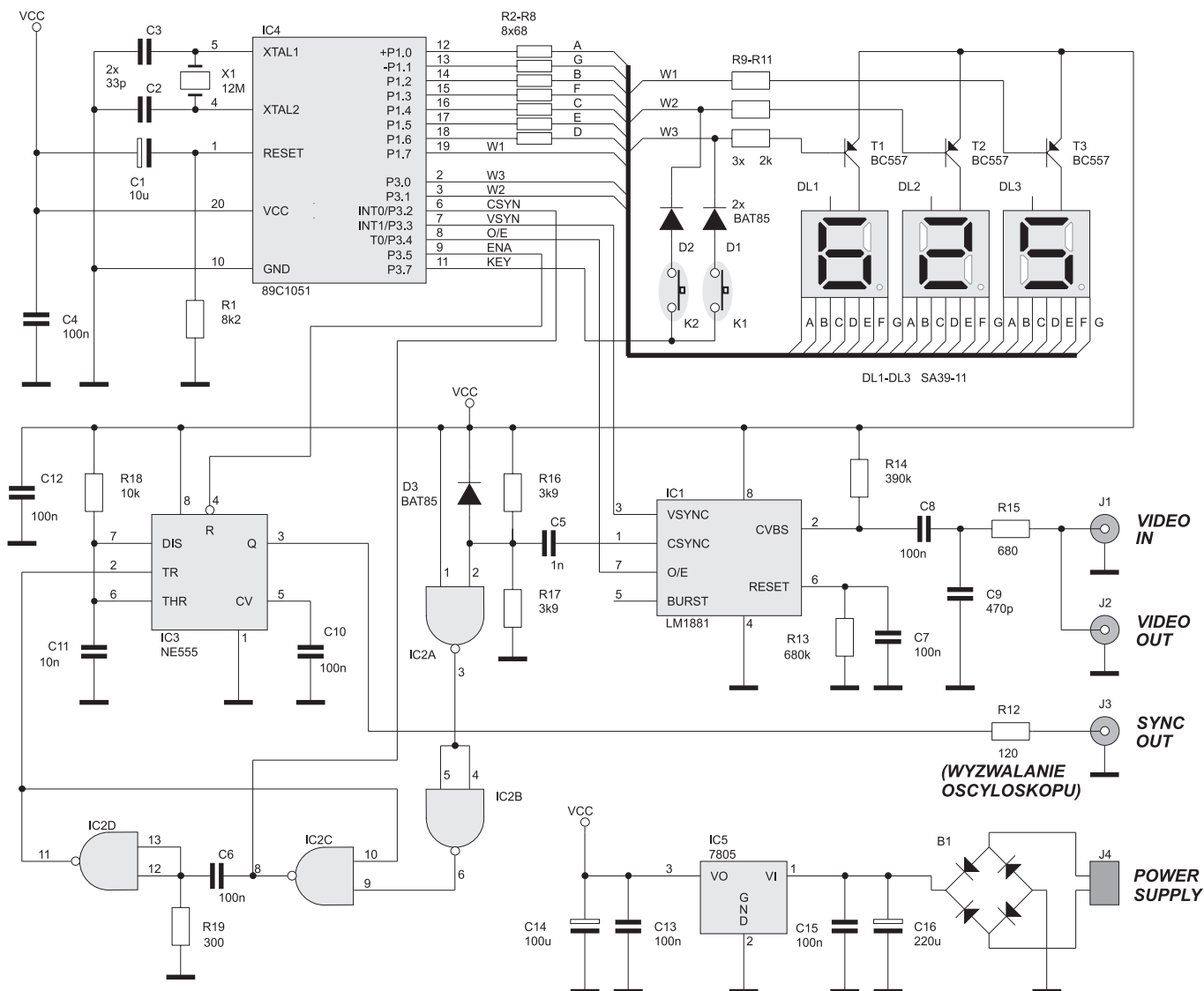
Rys. 3. Schemat blokowy selektora.

linie transmitujące VPS, z których korzystają użytkownicy magnetowidów i odbiorników wyposażonych w odpowiednie dekodery. W programach kodowanych oraz nadawanych w systemie „pay-per-view“ (czyli płacisz tylko za oglądanych program), nie-

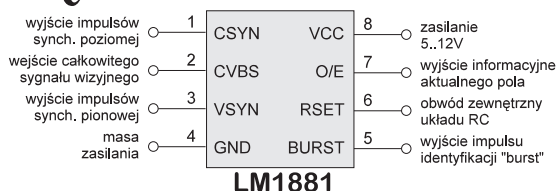
które z tych linii służą do przekazywania cyfrowych informacji dla dekodery umieszczonych w domach użytkowników płacących abonament.

Dzięki opisywanemu urządzeniu, każdy będzie mógł obserwować wszystkie linie testowe, in-

formacyjne telegazety, VPS oraz linie obrazu, np. przy obserwacji kontrolnego sygnału z generatora TV. Ciekawe jest obserwowanie sygnału stacji nadających programy zakodowane, np. Canal+ czy brytyjskiej sieci Sky. Obserwując na oscyloskopie kilka następują-



Rys. 4. Schemat elektryczny układu.



Rys. 5. Znaczenie sygnałów układu LM1881.

cych po sobie linii obrazu, można zauważyć charakterystyczne cięcia linii obrazowych w obrębie kilku, czego efektem jest nieczytelny, chaotyczny obraz na ekranie telewizora.

Te oraz wiele innych ciekawostek związanych z transmisją sygnału TV z pewnością zainteresuje niejednego Czytelnika. Selektor pozwala bowiem na „dotykanie palcem“ tego, co do tej pory było nie do zaobserwowania.

Opis układu

Schemat blokowy selektora pokazano na rys.3. Cały układ w zasadzie składa się z filtra wejściowego, separatora synchronizacji, układu detekcji i formowania impulsów synchronizacji poziomej oraz mikroprocesora. Zadaniem tego ostatniego jest zliczanie linii obrazu TV, wyzwalanie oscyloskopu, oraz dodatkowo komunikacja z użytkownikiem za pomocą 2-przyciskowej klawiatury oraz 3-pozycyjnego wyświetlacza LED.

Schemat elektryczny całego układu przedstawia rys.4. Całkowity sygnał wizyjny (CVBS) doprowadzany jest do gniazda J1 (Video In). Gniazdo J2 (Video Out) służy do wyprowadzenia tego sygnału do wejścia oscyloskopu. Elementy R15 i C9 stanowią prosty filtr eliminujący zakłócenia w sygnale wizyjnym. Czysty sygnał, poprzez kondensator separujący C8, dociera do wejścia separatora synchronizacji, którego funkcję spełnia układ IC1. Zastosowano scalony układ rozdzielający LM1881 produ-

gowany przez firmę National Semiconductor. Umieszczony w typowej 8-nóżkowej obudowie dwurzędowej, układ dostarcza czystych sygnałów synchronizacji: poziomej (CSYN - pin 1), pionowej (VSYN - pin 3), sygnału aktualnego pola (O/E - pin 7) oraz sygnału

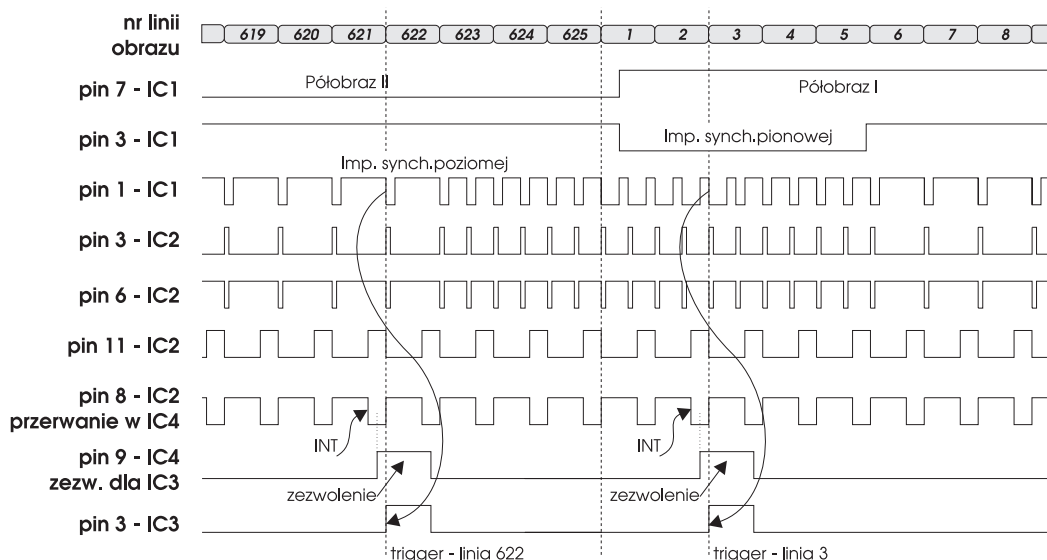
identyfikacji burst. Na rys.5 objaśniono znaczenie poszczególnych sygnałów układu IC1. Podstawowe parametry separatora LM1881 pokazano w tabeli 1.

Dalszą analizę układu przeprowadzimy posługując się rys.6. Przedstawiono na nim charakterystyczne przebiegi w najważniejszych punktach układu. Impulsy synchronizacji poziomej z wyjścia 1 separatora IC1 docierają do detektora zboczy opadających, zbudowanego z wykorzystaniem elementów R16, R17 i C5 oraz bramki Schmitta IC2a. Zróżniczkowane ujemne zbocza zostają następnie zanegowane przez bramkę IC2b. Wyzwalają one uniwibrator zbudowany na bramkach IC2c i IC2d oraz elementach C6 i R19. Zadaniem uniwibratora jest pokrywanie dodatkowych impulsów synchronizacji wprowadzanych do sygnału wizyjnego w czasie trwania obydwu sygnałów wyrównawczych (przednich i tylnych) oraz sygnału synchronizacji pola. Na wyjściu bramki IC2d generowany przebieg nie zawiera już wspomnianych dodatkowych

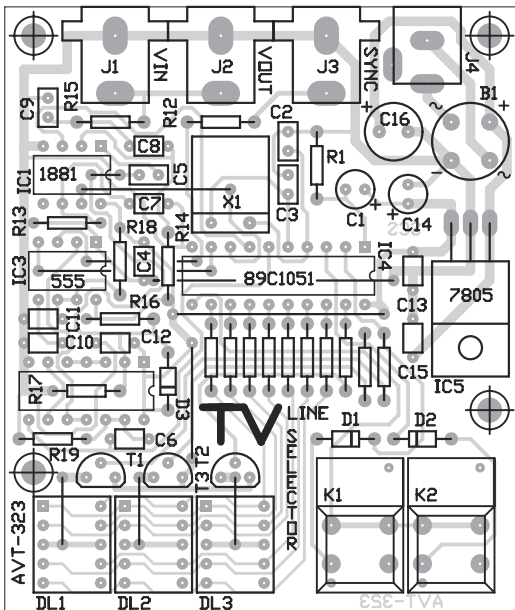
impulsów, a jego częstotliwość jest zgodna z częstotliwością linii obrazu telewizyjnego (patrz rys.6). Sygnał ten dostaje się na wejście drugiego generatora monostabilnego zbudowanego przy użyciu popularnego układu timera 555 - IC3.

W przypadku, kiedy na wejściu 4-IC3 (Reset) panuje stan niski - wymuszony przez mikroprocesor IC4 - generator ten nie pracuje. Sytuacja taka ma miejsce wtedy, gdy nachodząca w sygnale CVBS linia obrazu ma inny numer niż wybrany na wyświetlaczu.

Układ IC3 dzięki zanegowanemu sygnałowi z uniwibratora - wyjście bramki IC2c - może zliczać linie obrazu, tak że przy zgodności zawartości wewnętrznej licznika z numerem wybranej przez użytkownika linii, odblokowuje uniwibrator IC3, podając na jego wejście kasujące stan wysoki. Warto zwrócić uwagę, że procesor IC3 dowiadyuje się o nadchodzących kolejnych liniach poprzez wymuszenie przerwania (INT), które generowane jest tuż przed nadejściem opadającego zbocza impulsu synchronizacji poziomej. Czas od przerwania do nadejścia tego zbocza służy mikroprocesorowi na podjęcie decyzji o zezwoleniu układu IC3, na którego wyjściu pojawi się wtedy właściwy impuls wyzwalający oscyloskop. W naszym układzie czas ten zależy od stałej czasowej określonej elementami C6, R19 i wynosi ok. 22µs, co w zupeł-



Rys. 6. Najważniejsze przebiegi w charakterystycznych punktach układu.



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

ności wystarcza. Dzięki ścisłemu zsynchronizowaniu wyzwalania oscyloskopu z impulsem wygaszania linii, uzyskiwany na ekranie obraz linii nie drga, co byłoby poważną wadą selektora. Na rys.6 pokazano dwa przypadki zezwolenia na wyzwolenie oscyloskopu: przy wyborze linii 622 oraz 3 w czasie trwania jednego obrazu. Sytuacja taka w praktyce nie występuje, służy ona jedynie do zilustrowania pracy układu w przypadku wyzwalania linii obrazu (622) oraz w trakcie trwania sygnałów wygaszania pola (linia 3). W każdym przypadku oscyloskop jest wyzwalany poprawnie, a dodatkowe międzyliniowe impulsy synchronizacji poziomej są ignorowane.

Sygnałem odniesienia (zerującym licznik linii TV) dla procesora IC3 jest impuls synchronizacji pionowej generowany na wyjściu układu separatora IC1 (VSYNC).

Dodatkowy sygnał O/E (aktualnego pola obrazu) informuje procesor o tym czy aktualne linie obrazu należą do parzystego (II) lub nieparzystego (I) pola obrazu.

Wykorzystanie tego sygnału pozwala na poprawną pracę z sygnałami spełniającymi warunki przepłotu określone w światowych standardach telewizyjnych B/G, D/K, A oraz M jak i z sygnałami bez przepłotu. W tym

ostatnim przypadku nie jest aktywna funkcja przechodzenia z jednego do drugiego półobrazu. Może być wyłączana przez naciśnięcie obu klawiszy na raz. Przykład takiego niestandardowego sygnału autor napotkał podczas testowania konsoli do gier „Super Nintendo“ w wersji amerykańskiej (NTSC-3,58).

Sygnał wizyjny testowanego urządzenia zawierał 262 linie wliczając impulsy wygaszania pola. Dzięki zastosowaniu odbiornika wielosystemowego uzyskiwano (komputerowy) obraz gry, który składał się niejako fizycznie z 1 półobrazu, lecz w przypadku grafiki komputerowej o ograniczonej rozdzielczości, dla oka nie miało to żadnego znaczenia.

Mikroprocesor IC4 i zawarty w nim 1kB program obsługi selektora, oprócz zliczania linii wyzwalania oscyloskopu, zajmuje się wyświetlaniem informacji na 3-pozycyjnym wyświetlaczu LED złożonym z DL1..DL3. Wystarczająca wydajność prądowa (20mA) portu P1 procesora pozwoliła na bezpośrednie sterowanie katodami wyświetlacza, bez potrzeby stosowania dodatkowych wzmacniaczy. Rezystory R2..R8 ograniczają prąd segmentów. Wyświetlacze sterowane są multiplekso-wo, czyli w każdej chwili aktywna jest tylko jedna cyfra. Anody poszczególnych pozycji załączane są sygnałami W1..W3 za pośrednictwem tranzystorów T1..T3. Sygnały te są także wykorzystywane do detekcji stanu klawiszy K1 i K2. Pojawienie się stanu niskiego na wejściu KEY procesora IC4 świadczy o naciśnięciu jednego lub obu klawiszy. Decyzja o tym podejmowana jest na podstawie stanu wyjść W1..W3, ponieważ w jednej chwili tylko na jednym z nich panuje stan niski. Diody D1 i D2 eliminują błędne wyświetlanie informacji w sytuacji kiedy naciśnięte są dwa klawisze na raz.

Elementy C1, C2 i C3 stanowią zewnętrzny obwód oscylatora mikrokontrolera IC4. Kondensator

C1, wraz z rezystorem R1, zapewnia poprawny start układu po włączeniu zasilania.

Dodatkowe kondensatory C4, C12 oraz C13 blokują linie zasilające w pobliżu układów scalonych oraz stabilizatora IC5. Dzięki zastosowaniu tego ostatniego oraz mostka prostowniczego B1 możliwe jest zasilanie układu ze źródła napięcia stałego (polaryzacja w tym przypadku jest bez znaczenia) lub z niewielkiego transformatora bez dodatkowych układów prostowniczych. Należy jednak pamiętać, aby napięcie na

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1: 8,2kΩ
- R2..R8: 68..75Ω
- R9..R11: 2..4,7kΩ
- R12: 120Ω
- R13: 680kΩ
- R14: 390kΩ
- R15: 680Ω
- R16, R17: 3,9kΩ
- R18: 10kΩ
- R19: 300Ω

Kondensatory

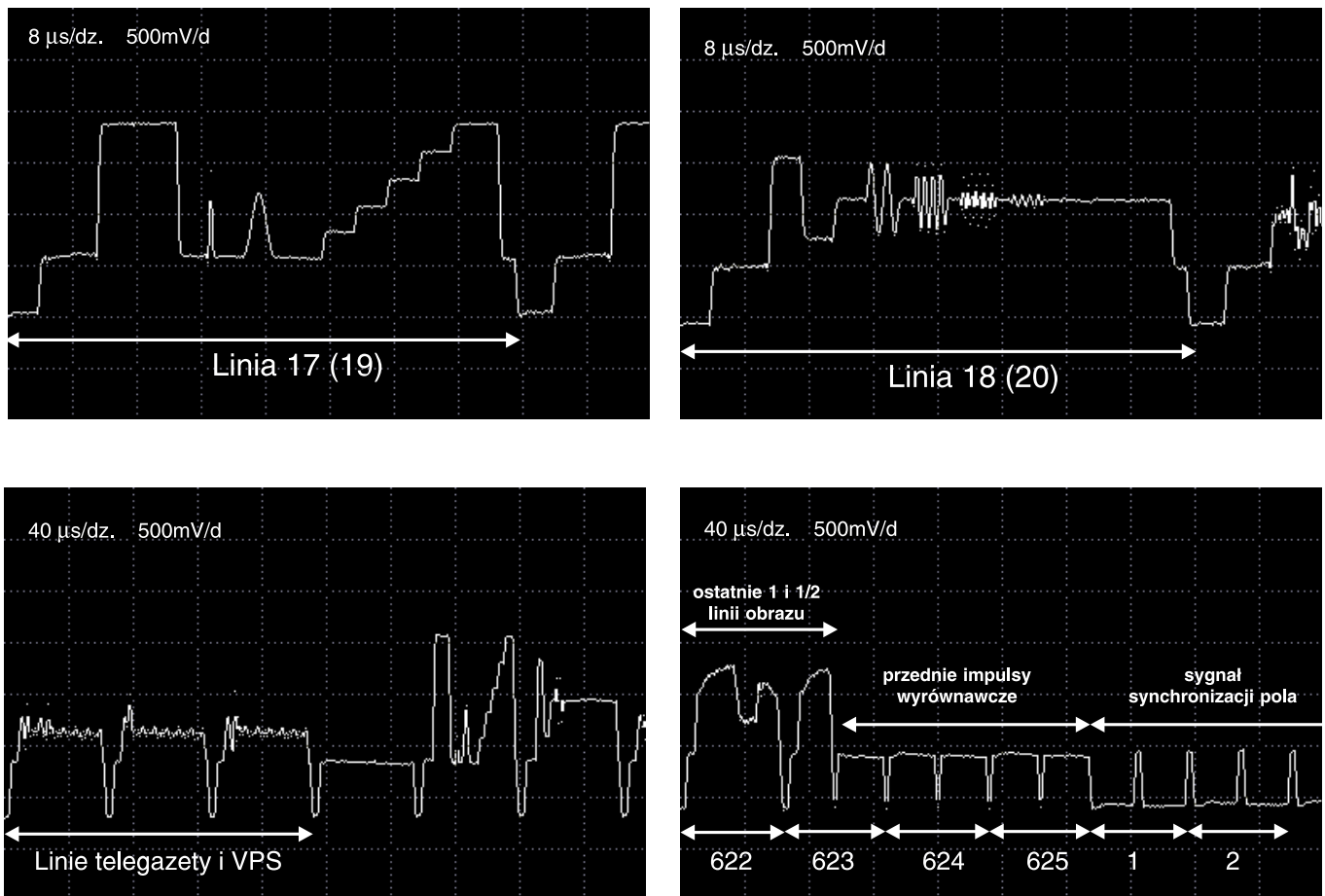
- C1: 10μF/16V
- C2, C3: 30..33pF
- C4, C6..C8, C10, C12, C13, C15: 100nF ceram.
- C5: 1nF
- C9: 470pF
- C11: 10nF
- C14: 100μF/6,3V
- C16: 220μF/16V

Półprzewodniki

- B1: mostek Graetza 1A/50V
- D1, D2: dowolna krzemowa m.mocy (1N4148, BAT43,85)
- D3: BAT85 lub podobna Schottky'ego
- DL1..DL3: SA39-11 Kingbright
- IC1: LM1881
- IC2: 74HCT132
- IC3: GLC555, NE555
- IC4: 89C1051 zaprogramowany AVT-323
- IC5: 7805
- T1..T3: BC557..9

Różne

- X1: rezonator kwarcowy 12MHz
- K1, K2: włącznik monostabilny DIGITAST
- J1..J3: gniazda CINCH do druku
- J4: gniazdo zasilające do druku (z bolcem) podstawki pod układy scalone



Rys. 8. Zrzuty ekranu oscyloskopu niektórych linii sygnału wizyjnego.

kondensatorze C16 nie przekraczało wartości 16V, wtedy bowiem moc tracona na IC5 będzie zbyt duża, co może objawić się przegrzaniem tego elementu.

Montaż i uruchomienie

Cały układ elektryczny zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów przedstawia rys.7. Rysunek ścieżek przedstawiony jest na wkładce wewnątrz numeru. Przed przystąpieniem do zamontowania elementów, należy wlotować dziesięć zwór, które na płycie oznaczono kreskami.

Następnie montujemy podstawki pod układy scalone, elementy bierne: rezystory, kondensatory oraz aktywne: diody, tranzystory, mostek prostowniczy. Na końcu należy wlotować stabilizator IC5, klawisze K1 i K2, gniazda CINCH J1..J3 oraz gniazdo zasilające J4. W urządzeniu modelowym wyświetlacze DL1..DL3 umieszczono w podstawkach, wykonanych ze zwykłych podstawek DIL14 lub typowych listew pre-

czyznych. Dzięki temu czoło wyświetlaczy znajduje się w dogodnej pozycji, szczególnie jeżeli chcemy całe urządzenie umieścić w obudowie.

Do uruchomienia potrzebny będzie transformator o napięciu wtórnym 8..10V lub zasilacz 9VDC o wydajności prądowej 150mA, zaopatrzony we wtyk zasilający odpowiedni dla gniazda J4. Polaryzacja w przypadku zasilania napięciem stałym nie ma znaczenia. Najlepiej do tego celu nadaje się typowy zasilacz kalkulatorowy - popularna „wtyczka“. Drugim niezbędnym przyrządem będzie oczywiście dowolny oscyloskop o pasmie co najmniej 5MHz, wyposażonym w gniazdo zewnętrznego wyzwalania.

Przed włożeniem układów scalonych IC1..IC4 warto próbnie zasilić układ selektora, a następnie sprawdzić napięcie na wyjściu stabilizatora IC5, powinno wynosić 5V ±0,25V. Po odłączeniu zasilania i rozładowaniu kondensatorów blokujących można

włożyć układy scalone w podstawki.

Ponowne zasilenie układu selektora spowoduje zapalenie na wyświetlaczu liczby „010“, a po chwili poziomych kreski „- - -“, jeżeli do gniazda VIN nie jest dołączony sygnał wideo.

Teraz do poszczególnych gniazd J1..J3 należy doprowadzić odpowiednie sygnały. I tak - gniazdo J1 łączymy ze źródłem sygnału wideo m.cz. (ang. composite video) - w tej roli można użyć odbiornika TV, magnetowidu, generatora serwisowego TV lub konsoli do gier („Pegasus“, „Nintendo“, „Sega“), wyposażonych w gniazdo wyjściowe takiego sygnału (zwykle typu CINCH). Gniazdo J2 łączymy z wejściem oscyloskopu, natomiast J3 dołączamy do wejścia wyzwalania oscyloskopu.

Doprowadzenie prawidłowego sygnału composite video do wejścia selektora (VIN) powoduje pojawienie się licznika linii. Początkowo wybraną linią jest dziesiąta. Klawiszami K1 oraz K2

można wybrać dowolną inną linię. Krótkie naciśnięcie klawisza K1 powoduje zmniejszenie numeru linii, a K2 zwiększenie numeru linii o 1. Dłuższe przytrzymanie K1 lub K2 powoduje automatyczną dekrementację lub inkrementację numeru wybranej linii z prędkością około 15 linii/sek. Trzymanie klawisza dłużej niż 5 sek. powoduje przyspieszenie wyboru do 60 linii/sek. Dzięki temu użytkownik może szybko zmieniać numer aktualnie obserwowanej na ekranie oscyloskopu linii sygnału wideo. Jednoczesne naciśnięcie obu klawiszy K1 i K2 powoduje przejście do innego półobrazu, czemu towarzyszy odpowiednia zmiana wskazania linii na wyświetlaczu, np. przy 625 liniach z linii 5 na 318 i odwrotnie. Funkcja ta jest dostępna, jeżeli testowany obraz spełnia warunki przepłotu.

Jeżeli wyświetlacz wskazuje linię pierwszą „001“, naciśnięcie

K1 powoduje przejście do linii ostatniej, np. 625 w systemach B/G lub D/K lub 525 w przypadku systemu M (USA). Układ automatycznie rozpoznaje całkowitą liczbę linii w sygnale wideo. Dlatego możliwa jest obserwacja sygnału o niestandardowej liczbie linii.

Podczas obserwacji wybranej linii na ekranie oscyloskop powinien być ustawiony na wyzwalenie zewnętrzne sygnałem o dodatniej polaryzacji z podstawą czasu: $10\mu\text{s}$ /działkę i wejście sygnału w sprzężeniu bezpośrednim DC. W zależności od podstawy, można obserwować cześć, jedną lub kilka linii na raz. Posiadacze oscyloskopów z opóźnioną podstawą czasu będą mogli obserwować poszczególne odcinki wybranej linii, np. sygnał burstu koloru (PAL, NTSC).

Ze względu na fakt zewnętrznego wyzwiania z częstotliwością odchylenia pionowego podzieloną przez dwa, oscyloskop

powinien posiadać jasną plamkę, dzięki czemu obraz linii na ekranie będzie bardziej wyraźny.

Na **rys.8** przedstawiono „zrzuty“ linii testowych w obrazie sygnału nadawanego przez TVP1. Dokonano tego przy wykorzystaniu oscyloskopu cyfrowego o pasmie 100 MHz i częstotliwości próbkowania 2 GHz (tj. 2 Gs/sek, tzn. $2 \cdot 10^9$ próbek/sek).

Zmontowaną i uruchomioną płytkę selektora TV można zamknąć w obudowie z tworzywa, a następnie nakleić naklejkę z opisem płyty czołowej wykonaną według wzoru zamieszczonego na wkładce.

Sławomir Surowiński, AVT

Opracowanie oprogramowania sterujące przedstawionym urządzeniem wspomaganym było „Emulatorem mikroprocesora 87C51“, który jest dostępny jako kit AVT-288 oraz „Programatorem procesorów MCS-51“ - kit AVT-320.