

# Konsola do gier wideo,

## część 1 AVT-458

W ostatnim czasie popularne stało się budowanie prostych gier telewizyjnych opartych o procesory RISC. Są to proste gry typu ping – pong, w których rakieta jest obrazowana przez prostokąt, a piłeczka przez kwadrat. Dawniej gry takie oparte były o specjalizowane układy serii AY, dziś te same zadania wykonują procesory PIC czy AVR z zegarem 10...20 MHz. Przedstawione gry demonstrują moc procesorów oraz przypominają dawne czasy.

### Rekomendacje:

opisywany projekt polecamy miłośnikom prostych gier zręcznościowych, którym zależy na wygodnej i szybkiej zmianie gry. Ponadto programowa realizacja gier z wykorzystaniem typowych mikrokontrolerów umożliwia zabawę również przy modyfikacji lub tworzeniu własnej gry.

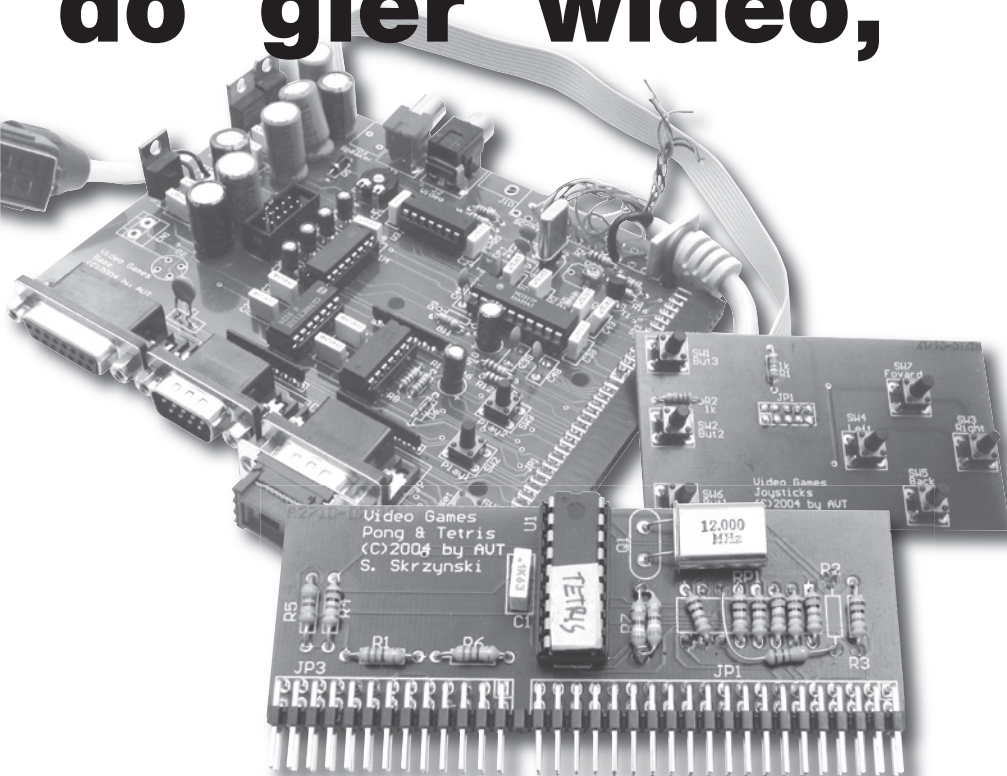
### PODSTAWOWE PARAMETRY

Płytki o wymiarach:  
137 x 106 mm (konsola)  
82 x 45 mm (manipulator)  
89 x 32 mm (kartridż)

Zasilanie 9...15 V / 1 A (stałe lub zmienne)  
15...20 V / 0,5 A (zmienne)

Część bazowa składa się z:

- interfejsu 2 joysticków cyfrowych
- interfejsu 2 joysticków analogowych (od Amigi, Atari C64, PC, Pegasus)
- interfejsu pióra świetlnego
- interfejsu myszki (od Amigi)
- interfejsu RS232C (można podłączyć mysz szeregową od PC)
- 2 uniwersalnych przycisków
- matrycy RGB
- bufora dźwięku stereo
- wyjścia AV – Cinch
- wyjścia AV + RGB EURO z funkcją automatycznego przełączania telewizora na wejście AV
- złącza kartridż dla dowolnego CPU



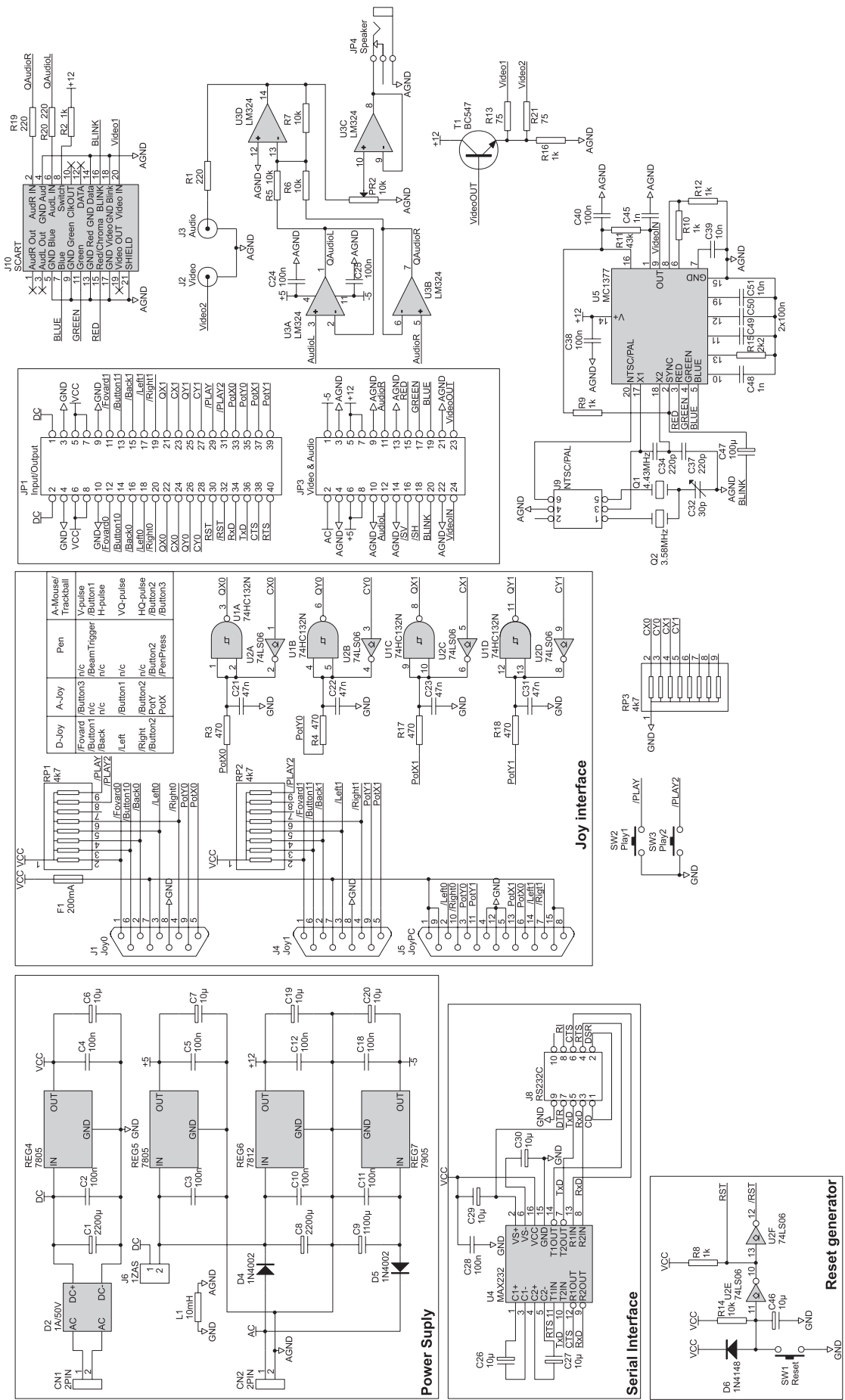
W Internecie można znaleźć wiele opisów prostych gier. Najczęściej gra składa się z procesora i kilku elementów biernych. Znalazłem kilka rozwiązań „w sieci” i nasunęła mi się myśl, aby wykonać stację bazową, która będzie zawierać bloki wspólne dla każdej gry, tzn. zasilacz, interfejs joysticka, interfejs do podłączenia do komputera, matrycę RGB, wzmacniacz dźwięku itp. Starłem się umieścić wszystkie układy jakie mogą się przydać w grach łącznie z przetwornikami A/C dla joysticków. Dzięki temu podłączając do złącza różne płytki z CPU możemy pobawić się grami z dawnych czasów. Na płytce takiej może zostać umieszczony także szybki procesor 32-bitowy, układ graficzny i układ dźwiękowy co umożliwi wyświetlenie szybkich animacji w wysokiej rozdzielczości w 65 tys. kolorów i dźwiękiem 3D.

### Budowa i zasada działania

Pierwszym blokiem „bazy” (rys. 1) jest zasilacz. Zostały w nim wydzielone dwie części: zasilacz układów analogowych i zasilacz układów cyfrowych. Zasilacz części cyfrowej składa się z mostka i stabilizatora 5 V (REG4) w typowym układzie aplikacyjnym. Napięcie zasilające podane na złącze CN1 powinno zawierać się w granicach 9...15 V,

z wydajnością prądową 1 A. Napięcie może być stałe lub przemienne. Zasilacz części analogowej składa się z 3 stabilizatorów wytwarzających napięcia +12 V, +5 V i –5 V. Ze względu na mniejszy pobór prądu w części analogowej zdecydowano się na prosty podwajacz napięcia na diodach, dzięki któremu uzyskujemy ujemne napięcie zasilania. Aby zapewnić poprawną pracę stabilizatorów, napięcie przemienne podane na złącze CN2 powinno zawierać się w granicach 15...20 V, z wydajnością prądową min. 500 mA. Masy obu zasilaczy łączą się w jednym punkcie za pośrednictwem dławika, co eliminuje przedostawanie się zakłóceń generowanych w układach cyfrowych na część analogową. Zasilacz wymaga transformatora z dwoma oddzielnymi uzwojeniami. Jeśli jednak nie będziemy podłączali układów cyfrowych o dużym poborze prądu, to można wykorzystać jeden transformator podłączony do złącza CN2. Aby w takim wypadku poprawnie pracował zasilacz części cyfrowej zwieramy jumperem złącze J6.

Kolejnym blokiem jest generator sygnału zerującego. Składa się on z 2 bramek układu U2 oraz kilku elementów biernych. Po włączeniu zasilania kondensator C46 ładuje się za pośrednictwem rezystora R14. Po przekroczeniu napięcia progowego na wyjściu



Rys. 1. Schemat elektryczny konsoli

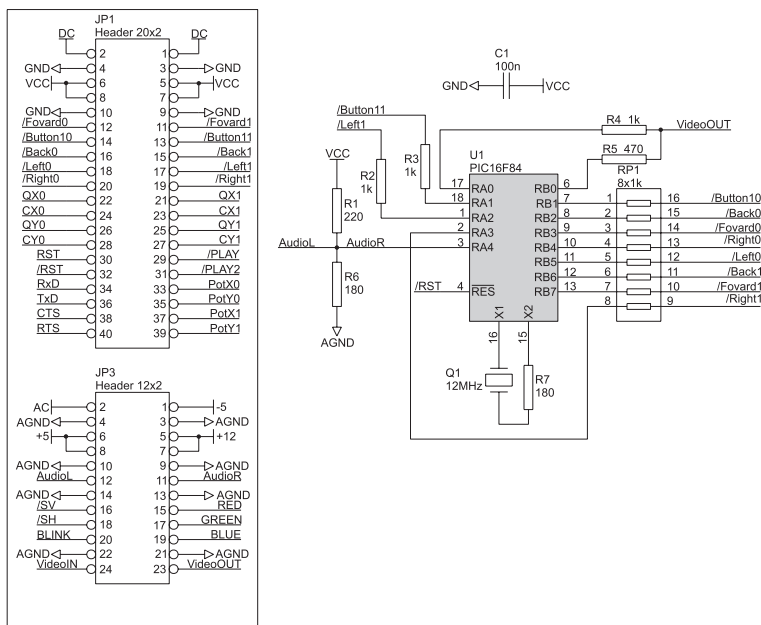
bramki U2E pojawi się poziom niski, natomiast na wyjściu U2F poziom wysoki. Rezystory na wyjściach bramek podciągają je do plusa zasilania. Są one konieczne ponieważ bramki układu U2 mają wyjścia z otwartym kolektorem. Dioda D6 szybko rozła-

dowuje kondensator po wyłączeniu zasilania. Reset można dodatkowo wywołać wciskając na chwile przycisk SW1. Sygnał zerujący (zarówno prosty jak i zanegowany) jest wyprowadzony na złącze kartridż.

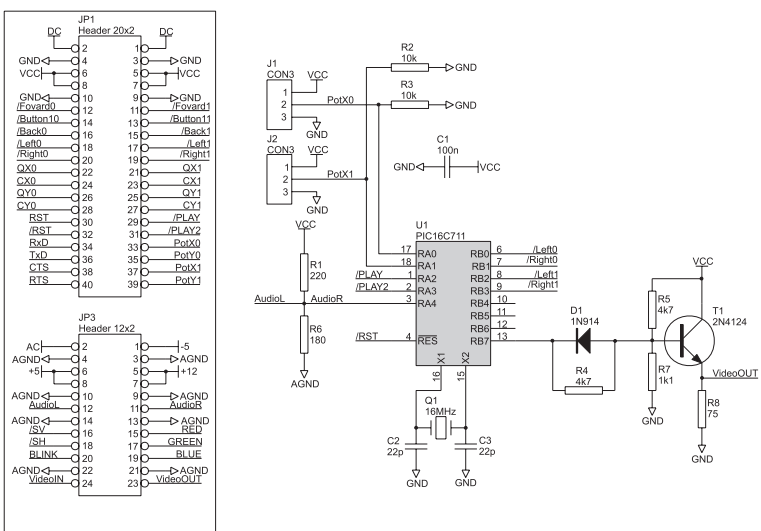
Na płytce znajduje się również interfejs szeregowy. Jest to właściwie tylko konwerter napięć z poziomów TTL na zgodne z RS232C. W roli konwertera pracuje układ MAX232 w typowym układzie aplikacyjnym. Interfejs RS232C może służyć do podłączenia ze sobą dwóch konsol w celu rozegrania gry przez dwóch zawodników lub do podłączenia komputera czy modemu. Aby ewentualny modem „widział” gotowość konsoli do pracy na stałe wymuszono poziom aktywny na linii DTR. Ponadto poza liniami transmisji danych (RxD i TxD) wyprowadzono linie sterowania przepływem (RTS i CTS). Wszystkie te linie są wyprowadzone na złącze kartridż.

Interfejs joysticka składa się z 2 gniazd DB9. Są to typowe gniazda stosowane w konsolach 8-bitowych typu Pegasus, Atari 2600 czy też w popularnych komputerach Atari, C-64, Amiga. Są to wejścia joysticków tzw. cyfrowych. Należy jednak zauważyć, że do gniazd tych można także podłączyć manipulatory analogowe (bez problemu pasują te od C-64 i Amigi). Nie ma też kłopotu z podłączeniem pióra świetlnego. Przewidziano również możliwość podłączenia joysticka analogowego od PC. W **tab. 1** znajduje się opis funkcji spełnianych przez poszczególne styki gniazd joysticków w różnych trybach:

Zasilanie joysticka jest zabezpieczone przed zwarciem bezpiecznikiem polimerowym F1. Prąd jest ograniczony do 200 mA. Linie cyfrowe są podciągane do zasilania drabinkami rezystorowymi ponieważ naciśnięciu przycisku w joysticku towarzyszy zwarcie odpowiedniej linii z masą. Dzięki drabinkom unikamy stanów nieustalonych na wejściach CMOS układów w kartridżach. Do odczytywania położenia manipulatora analogowego służą proste przetworniki A/C. Zamieniają one rezystancje potencjometru na impuls. Impuls jest tym dłuższy im większa jest rezystancja, która oczywiście zależy od położenia drążka manipulatora. Przetwornik stanowi bramka z przerzutnikiem Schmitta oraz kondensator, który jest ładowany przez rezystancje w joysticku. Przed pomiarem kondensator należy rozładować. Wykonuje się to przez podanie stanu wysokiego na odpowiednie wejście braki układu U2. Po chwili podajemy poziom niski i czekamy na zmianę stanu wyjścia odpowied-



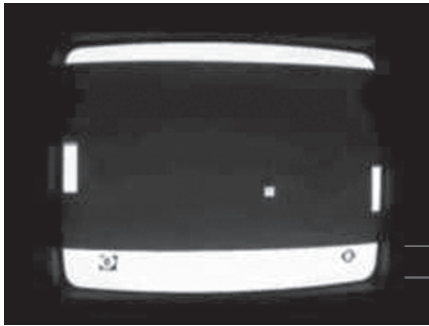
Rys. 2. Kartridż z mikrokontrolerem PIC16F84



Rys. 3. Kartridż z mikrokontrolerem PIC16C711

**Tab. 1. Opis funkcji poszczególnych styków gniazda joysticka**

Nr styku	Funkcja	Joystick Cyfrowy	Joystick Analogowy	Pióro świetlne	Mysz od Amigi
1	Przód	Przycisk 3	Przycisk 3	-	Impulsy V
2	Tył	-	-	-	Impulsy H
3	Lewo	Przycisk 1	Przycisk 1	-	Impulsy VQ
4	Prawo	Przycisk 2	Przycisk 2	-	Impulsy HQ
5	-	-	Pozycja X	Dociśnięcie pióra	Przycisk 3
6	Przycisk 1	-	-	Sygnał z fotodiody	Przycisk 1
7	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
8	Masa	Masa	Masa	Masa	Masa
9	Przycisk 2	-	Pozycja Y	Przycisk	Przycisk 2



Fot. 4. Widok ekranu TV podczas gry w Ponga

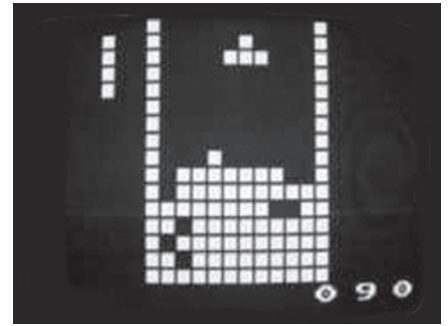
niej bramki układu U1. Czas po jakim ta zmiana nastąpi jest proporcjonalny do rezystancji. Rezystory włączone szeregowo z wejściami bramek układu U1 zabezpieczają wyjścia układu U2 przed przepływem nadmiernego prądu. Gdyby nie było rezystorów, a potencjometr joysticka został zwarty z zasilaniem w sytuacji gdy bufor układu U2 jest w stanie aktywnym, to popłynąłby przez niego prąd zwarcia. Dzięki rezystorom prąd ten jest ograniczony do bezpiecznej wartości. Sygnały wejściowe buforów U2 (CX0, CY0, CX1, CY1) i wyjściowe U1 U2 (QX0, QY0, QX1, QY1) są wyprowadzone na złącze kartridż. Dodatkowo wyprowadzono też sygnały analogowe (PotX0, PotY0, PotX1, PotY1). Daje to możliwość zamiany sygnału analogowego na cyfrowy przez przetwornik znajdujący się na kartridżu. Wejścia bramek układu U2 są ściągane rezystorami drabinki RP3 do masy. Dzięki temu, jeśli wejścia CX0, CY0, CX1 i CY1 nie są nigdzie podłączone, to bufory są w stanie nieaktywnym. Umożliwia to realizację innych funkcji np. wejścia dzielnika napięcia. Ze względu na obecność rezystorów ściągających przy projektowaniu kartridża należy pamiętać o tym, aby wejścia te wysterować odpowiednim prądem. Jest to o tyle istotne, że np. procesory serii 8051 nie będą w stanie wystawić sygnału na poziomie wysokim. Aby to było możliwe należy podciągnąć wyjścia CPU rezystorem 470 Ω...1 kΩ. Gniazdo joysticka PC, ze względu na to, że obsługuje dwa joysticki, jest połączone z odpowiednimi stykami złącza DB9.

Układ U3 typu LM324 zawiera w swej strukturze cztery wzmacniacze operacyjne. Stereofoniczny sygnał audio dostępny na złączu kartridża jest buforowany i kierowany do złącza AV typu Scartch.

Ponadto po zsumowaniu obu kanałów, sygnał – już jako dźwięk mono – trafia na złącze Cinch oraz po przejściu przez potencjometr i wzmacnieniu prądowym w buforze jest dostępny na wyjściu słuchawkowym. Do wyjścia tego można podłączyć np. mały głośnik. Wyjścia na złączach Scartch i Cinch są zabezpieczone rezystorami. Wyjście głośnikowe nie jest zabezpieczone. Nie powinno to stanowić problemu, ponieważ układ LM324 jest zabezpieczony przed zwarciami i rezystory na jego wyjściach zastosowano niejako na wyrost.

Jeśli kartridż generuje całkowity sygnał wizyjny (sygnał VideoOUT), to jest on wzmacniany prądowo w tranzystorze T1 i kierowany na wyjście Scartch i Cinch. Osobne rezystory na wyjściach umożliwiają równoczesne podłączenie konsoli do dwu urządzeń (np. telewizora i magnetowidu) bez straty jakości sygnału. Rezystor R2 podaje napięcie +12 V na wyprowadzenie nr 8 złącza Scartch. Dzięki temu po załączeniu zasilania konsoli telewizor (o ile wyposażono go w taką funkcję) przełączy się automatycznie na wejście AV.

Jeśli kartridż będzie generował sygnał RGB, to jest on dostępny na złączu Scartch. Gdyby telewizor nie był wyposażony w wejście RGB, to układ U5 skonwertuje go do postaci C-VHS (całkowity sygnał wizyjny). Sygnał ten po przekrośowaniu na złączach kartridża trafia na wzmacniacz z tranzystorem T1, a stamtąd na złącze Cinch i Scartch. Układ U5

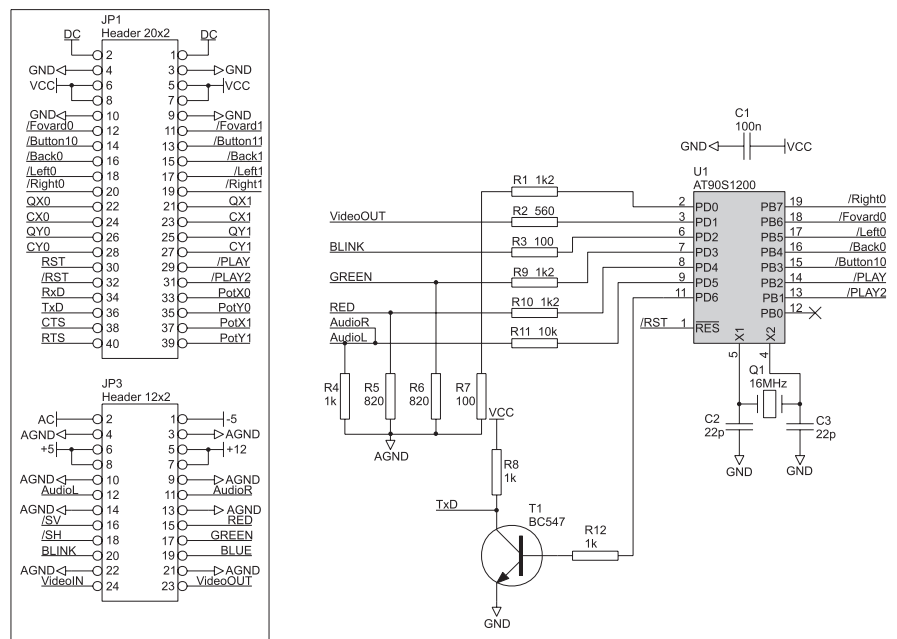


Fot. 5. Widok ekranu TV podczas gry w Tetrisa

może pracować w trybie PAL lub NTSC. W trybie NTSC końcówkę 20 układu należy zewrzeć z masą, a kwarc powinien mieć częstotliwość 4,43 MHz. Dla trybu PAL stosujemy kwarc 3,58 MHz, a końcówkę pozostawiamy nie podłączoną. Dla ułatwienia, w konsoli zastosowano dwa kwarcie. Wyboru odpowiedniego trybu dokonujemy przestawiając jumpery na złączu J9 zgodnie z opisem na płytce drukowanej. Druga zworka zwiiera lub nie końcówkę 20 U5 z masą. Jeśli nie będziemy korzystać z trybu NTSC, to można nie montować kwarcu 4,43 MHz, a zamiast złącza J9 wlutować zworki.

Z kartridża można też generować sygnał w standardzie S-VHS. Jest on dostępny na złączu Scartch.

Na płytce znalazło się jeszcze miejsce na dwa przyciski. Domyślnie służą one do wystartowania gry dla jednego lub dwóch graczy. Mogą także służyć do wyboru jednej spośród wielu gier dostępnych na kartridżach.



Rys. 6. Kartridż z mikrokontrolerem AT90S1200

## WYKAZ ELEMENTÓW

## Płytki konsoli

## Rezystory

R1, R19, R20: 220  $\Omega$   
 R2, R8, R9, R10, R12, R16: 1 k $\Omega$   
 R3, R4, R17, R18: 470  $\Omega$   
 R5, R6, R7, R14, PR2: 10 k $\Omega$   
 R11: 43 k $\Omega$   
 R13, R21: 75  $\Omega$   
 R15: 2,2 k $\Omega$   
 RP1, RP2, RP3: 4,7 k $\Omega$

## Kondensatory

C1, C8: 2200  $\mu$ F/25 V  
 C2, C3, C4, C5, C12, C18,  
 C24, C25, C28, C38, C40, C49,  
 C50: 100 nF  
 C6, C7, C19, C20, C26, C27, C29,  
 C30, C46: 10  $\mu$ F/16 V  
 C9: 1100  $\mu$ F/25 V  
 C10, C11: 0,1  $\mu$ F  
 C21, C22, C31, C23: 47 nF  
 C32: 30 pF  
 C34, C37: 220 pF  
 C39, C51: 10 nF  
 C45, C48: 1 nF  
 C47: 100  $\mu$ F/25 V

## Półprzewodniki

U1: 74HC132N  
 U2: 74LS06  
 U3: LM324  
 U4: MAX232  
 U5: MC1377  
 REG4, REG5: 7805  
 REG6: 7812  
 REG7: 7905  
 T1: BC547  
 D2: 1 A/50 V  
 D4, D5: 1N4002  
 D6: 1N4148

## Inne

L1: 10 mH  
 J1: DB9 męski  
 J2, J3: Chinch  
 J4: DB9 męski  
 J5: DB15 żeński  
 J6: Goldpin 1x2  
 J8: RS232C; 2x5  
 J9: NTSC/PAL  
 CN1, CN2: ARK  
 J10: SCART  
 JP1: HEADER 20X2  
 JP3: HEADER 12X2  
 JP4: Gniazdo głośnikowe  
 SW1: Microswitch  
 SW2: Play1  
 SW3: Play2  
 F1: Bezpiecznik 200 mA

Q1: Kwarc 4,43 MHz

Q2: Kwarc 3,58 MHz

## Kartridż z rys. 2.

## Rezystory

R1: 220  $\Omega$   
 R2, R3, R4: 1 k $\Omega$   
 R5: 470  $\Omega$   
 R6, R7: 180  $\Omega$   
 RP1: 8\*1 k $\Omega$

## Kondensatory

C1: 100 nF

## Półprzewodniki

U1: PIC16F84

## Inne

Q1: Kwarc 12 MHz  
 JP1: Goldpin 20X2  
 JP3: Goldpin 12X2

## Kartridż z rys. 3

## Rezystory

R1: 220  $\Omega$   
 R2, R3: 10 k $\Omega$   
 R4, R5: 4,7 k $\Omega$   
 R6: 180  $\Omega$   
 R7: 1,1 k $\Omega$   
 R8: 75  $\Omega$

## Kondensatory

C1: 100 nF  
 C2, C3: 22 pF

## Półprzewodniki

U1: PIC16C711  
 T1: 2N4124  
 D1: 1N914

## Inne

Q1: Kwarc 16 MHz  
 J1: CON3  
 J2: CON3  
 JP1: Goldpin 20X2  
 JP3: Goldpin 12X2

## Kartridż z rys. 4

## Rezystory

R1, R9, R10: 1,2 k $\Omega$   
 R4, R8, R12: 1 k $\Omega$   
 R2: 560  $\Omega$   
 R3, R7: 100  $\Omega$   
 R5, R6: 820  $\Omega$   
 R11: 10 k $\Omega$

## Kondensatory

C1: 100 nF  
 C2, C3: 22 pF

## Półprzewodniki

U1: AT90S1200  
 T1: BC547

## Inne

Q1: Kwarc 16 MHz  
 JP1: Goldpin 20X2  
 JP3: Goldpin 12X2

## Kartridż

W artykule przedstawiamy trzy projekty kartridży, a nie 5 gier. Pierwszy z nich przystosowany jest do procesorów PIC16F84A (rys. 2). Rezystory R4 i R5 tworzą prosty przetwornik C/A umożliwiający uzyskanie poziomu bieli, czerni i synchronizacji. Jak więc łatwo się domyśleć możliwe jest uzyskanie tylko obrazu czarno – białego. R1 i R6 umożliwiają uzyskanie 3 poziomów sygnału analogowego (czerni, biel, synchronizacja). Ze względu na wysoką częstotliwość pracy oscylatora, należy pamiętać o tym, aby nabyć procesor o max częstotliwości 20 MHz, oraz o odpowiednim zaprogramowaniu bitów konfiguracyjnych (WDG=OFF, OSC=HS). Do tej płytki udało mi się znaleźć gry „Pong” i „Tetris”. Screeny z gier są widoczne na fotografiach poniżej:

Druga płytki kartridża jest przystosowana do procesora PIC16C711 (rys. 3). Na tę płytkę dostępna jest gra „Pong” niestety próby kompilacji speliły na niczym. Nie ma jednak problemu aby samemu napisać grę lub zmodyfikować kod źródłowy. Cechą charakterystyczną jest zastosowanie wejść analogowych, do których podłączamy potencjometry. W tym rozwiązaniu elementy R4, R5, R7 i D1 tworzą przetwornik umożliwiający uzyskanie czerni, bieli i poziomu synchronizacji.

Trzecia płytki jest przeznaczona na procesory AT90S1200 i AT90S2313 (rys. 6). Rezystory tworzą dzielniki napięcia konwertujące sygnały TTL do poziomów zgodnych z video. Dzięki wyprowadzeniu sygnałów GREEN i RED możliwe jest uzyskanie kilku kolorów. Procesor może wysyłać informacje po RS-ście. Dostępne gry to „Bingo” i „Crono”. Tu także pojawiły się problemy i konieczne są pewne modyfikacje kodu źródłowego.

Sławomir Skrzyński, EP

slawomir.skrzynski@ep.com.pl



## PRENUMERATĘ ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ NAJWYGODNIEJ ZAMAWIAĆ SMS-EM!

Wyślij SMS o treści **PREN** na numer **0695458111**,  
 my oddzwonimy do Ciebie  
 i przyjmujemy Twoje zamówienie.

(koszt SMS-a według Twojej taryfy).