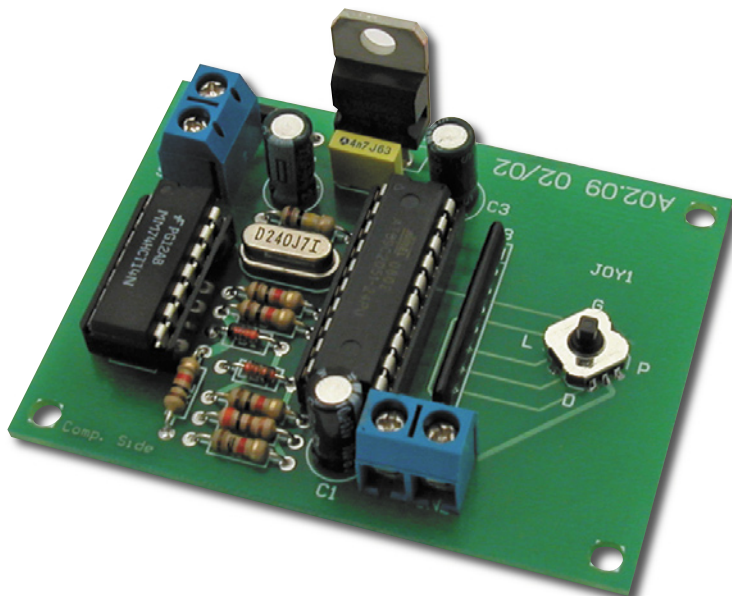




Wideo gra „Piłkarzyki”

Przedstawiamy projekt gry, która w dzisiejszych czasach „trąci (i to nieźle) myszką”, szczególnie gdy porównamy ją ze współczesnymi grami wykorzystującymi pełnokolorową, 3-wymiarową grafikę 3D i wielokanałowy dźwięk. „Piłkarzyki” urzekają jednak swoją prostotą i mogą stanowić miłe wspomnienie dawnych lat. Niezwykły jest również sam autor, który wkłada „pół życia” w to, co robi. „Piłkarzyki” to dopiero wstęp do kolejnych jego zamierzeń.

Rekomendacje:
idealny projekt dla wytchnienia „po godzinach” – przy stosunkowo niewielkim nakładzie pracy zapewni dużo zadowolenia.



„Piłkarzyki” to gra, która umożliwia rozgrywanie mini meczy piłkarskich. Konstrukcja minigray jest bardzo prosta i prezentuje duże możliwości obliczeniowe mikrokontrolera 89C2051.

Każdy z nas zapewne pamięta piłkarzyki – grę zręcznościową, jedną z bardziej ulubionych na koloniach, gdy padał deszcz. Tym razem jest to gra wideo dla jednego gracza, lekka łatwa i przyjemna, a co więcej prosta w realizacji, gdyż zawiera tylko jeden popularny układ 89C2051 i bufor 74HCT14. Ze względu na odpowiednie ustawienie piłkarzy zachowane są w niej prawie wszystkie reguły zwykłej gry w piłkę nożną, tak więc są tu: rozpoczęcie meczu od środka boiska, odbicia w przód i podania pomiędzy piłkarzami od bramkarza i zawodników obrony do zawodników ataku, rzuty z autu, wybiecia od bramkarza, gdy piłka przejdzie obok bramki, i rozpoczęcia od środka, gdy zdobędziemy punkt. Drużyny w grze przyjmują trzy pozycje strategiczne: obrony, rozgrywki i ataku odpowiadające odpowiednio wysunięciu zawodników drużyny do przodu, w pozycji środkowej i do tyłu. Zawodnicy mogą także przemiesz-

czać się pomiędzy prawą i lewą stroną boiska. Zdobywanie punktów jest przyjemnością wynikającą z tego, iż zawodnicy podają sobie piłkę zazwyczaj od bramkarza do obrońcy i napastnika, albo od bramkarza do napastnika. Stałym fragmentem gry są także pojedynki pomiędzy napastnikami, kończące się strzałem na bramkę lub rzutem z autu.

Obsługa wideo konsoli jest niezwykle prosta, służy do tego joystick (odpowiednik czterech przycisków umożliwiających przesuwanie zawodników w prawo, w lewo, w przód i do tyłu) oraz jeden przycisk, którym rozpoczyna się grę. Punktacja jest wyświetlana w górnej części ekranu, a punkty zwiększane są po każdorazowym zdobyciu bramki. Drużyna A poruszana jest prostym algorytmem realizowanym przez mikrokontroler, drużyna B natomiast jest poruszana przez gracza przy użyciu joysticka. Punkty są zliczane od 0 do 99, a czas rozgrywki jest dowolny.

Budowa i zasada działania układu

Silną stroną konsoli jest jej urzekająca prostota. Do budowy wystarczy dosłownie kilka bardzo popularnych elementów (patrz wykaz elementów). Schemat ideowy gry przedstawiono na rys. 1.

Mikrokontroler 89C2051 z kwarcem 24 MHz jest podłączony poprzez port P1 do joysticka. Wyjścia T0 i T1 poprzez bufor 74HCT14 wykorzystano w układzie formowania impulsów synchronizacji i sygnału wideo, wejście INTO jest połączone z przyciskiem rozpoczęcia nowej gry. Wejście INTO i INT1 są podciągnięte rezystorami 1 kΩ do plusa zasilania ustalając tym samym stan „1” logicznej. Podobnie podciągnięte są wejścia 8-bitowego portu P1, przy czym zastosowano tu rezystory 4,7 kΩ. Przyciski P1... P4 są stykami joysticka. W stanie zwarcia, na

AVT-5162

W ofercie AVT:
AVT-5162A – płytka drukowana • AVT-5162B – płytka + elementy

PODSTAWOWE PARAMETRY

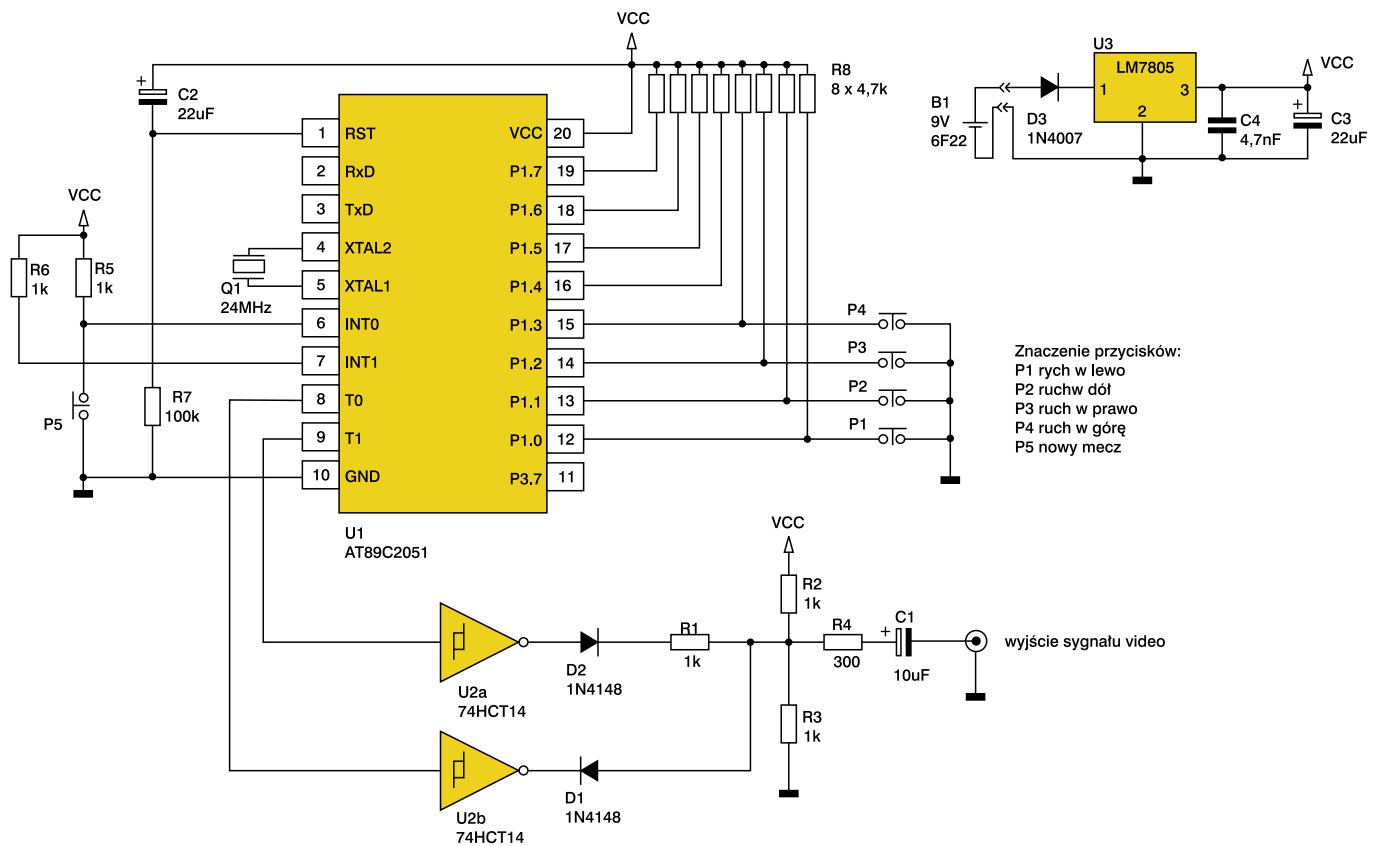
- Płytki o wymiarach: 63x48 mm
- Zasilanie 9 VDC (bateria 6LR61)
- Wyjście composit video
- Sterowanie grą za pomocą miniaturowego joysticka



PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Snake czyli gra z lat 70	EdW 12/2006	AVT-2806
Gra telewizyjna „SQUASH”	EdW 11/2004	AVT-2739
Wolfenstein 3D na STR911	EP 1/2008	AVT-5122



Rys. 1. Schemat ideowy wideo konsoli

odpowiednią linię portu P1 podawane jest „0” logiczne. Stan klawiatury jest odczytywany programowo przez mikrokontroler. Inwertery U2A i U2B stanowią separację pomiędzy mikrokontrolerem i wyjściem sygnału wideo. Na wejście bramki U2B podawane są sygnały synchronizacji poziomej 15625 Hz i pionowej 50 Hz, które po przejściu przez inwerter oraz diodę D1 pracującą jako przełącznik, wytwarzają właściwy poziomy sygnał wideo. Zasadę pracy przełącznika przedstawiono na rys. 2. Gdy na wyjściach inwerterów U2A i U2B jest stan „0” logicznego, to na dzielniku napięcia R2 i R3 panuje napięcie równe napięciu przewodzenia diody krzemowej D1, czyli około 0,7 V (rys. 2a). Na wyjściu dzielnika napięciowego R2, R3 (w punkcie w którym wytwarzany jest sygnał wideo), w stanie wyłączenia obydwu diod D1 i D2 występuje napięcie równe 2,5 V (rys. 2c). Gdy dioda D1 nie prze-

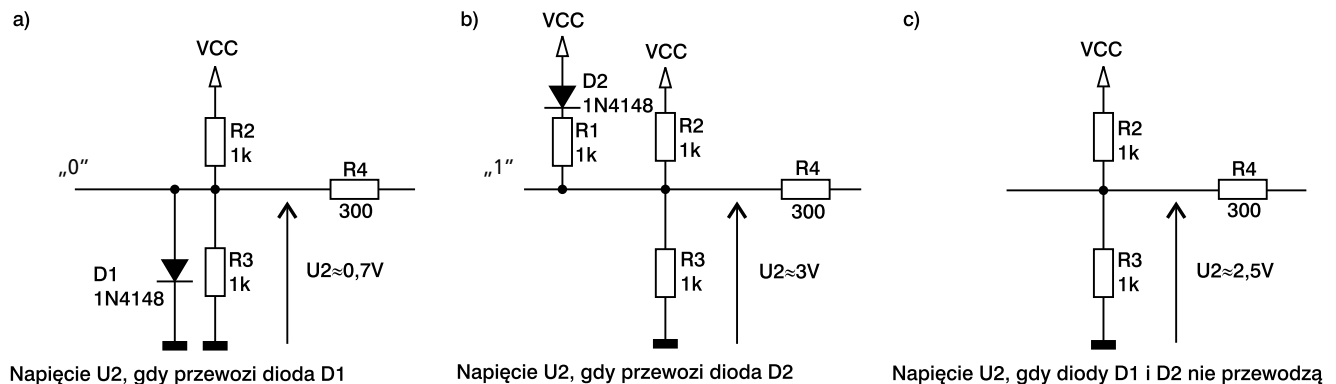
wodzi (na wyjściu bramki U2B jest „1” logiczna) i dioda D2 przewodzi (na wyjściu układu uzyskuje się napięcie ok. 2,93..3,1 V. Interpretację napięć wyjściowych dzielnika R2, R3 odpowiadających poszczególnym stanom bramek U2A i U2B przedstawiono w tab. 1.

Zgodnie z normą sygnału wideo, impuls synchronizacji powinien stanowić w przybliżeniu nie mniej niż 30% amplitudy sygnału wideo. Poziomom poszczególnych stanów przyporządkowane są następujące napięcia: poziomowi czerni 2,5 V, impulsowi synchronizacji obniżenie napięcia o 1,8 V, a białym (szarym) punktom podniesienie napięcia o 0,6 V. Jeżeli uzyskuje się zbyt słabą biel, to należały zmniejszyć rezystancję opornika R1, pamiętając jednak o wydajności prądowej wyjścia bramki. Dodatkowo opornik ten chroni wyjścia bramek U2A i U2B przed zwarciami, gdy przyje-

łyby one jednocześnie stan „1” i „0”, w którym przewiodą obydwie diody D1 i D2. Zastosowanie jednak szarych piłkarzyków dobrze odpowiada scenarii gry, gdy obserwujemy zawodników przemierzających się po murawie boiska.

Program konsoli

Oprogramowanie gry składa się z generatora obrazu wideo wytwarzającego sygnały synchronizacji na wyjściu T0 i sygnał wideo na wyjściu T1. Treść obrazu jest wytwarzana i zapisywana w 84 bajtach 128-bajtowej pamięci mikrokontrolera AT89C2051 i wysyłana na wyjście wideo w przerwaniu Timera0. Program obsługujący klawiaturę, procedury graficzne, procedury zliczające punkty i generowanie ruchów drużyny A wykonywany jest w wolnym czasie mikrokontrolera, gdy ten nie wyświetla obrazu wideo i jest synchronizowany jednobitowym semafo-



Napięcie U2, gdy przewodzi dioda D1

Napięcie U2, gdy przewodzi dioda D2

Napięcie U2, gdy diody D1 i D2 nie przewodzą

Rys. 2. Zasada generowania sygnału wideo w przełączniku diodowym D1, D2



Na CD karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie Elementów kolorem czerwonym

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R3, R5, R6: 1 kΩ
R4: 300 Ω
R7: 100 kΩ

Kondensatory

C1: 10 μF/16 V
C2, C3: 22 μF/16 V
C4: 4,7 nF

Półprzewodniki

U1: AT89C2051
U2: 74HCT14
U3: LM7805
D1, D2: 1N4148
D3: 1N4007

Inne

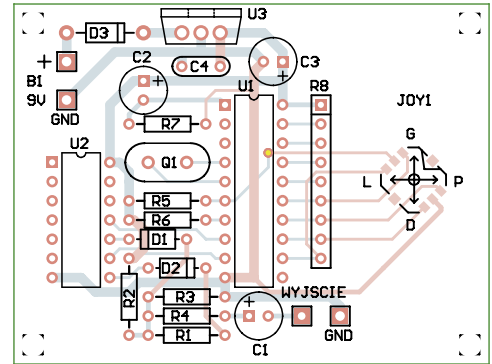
Q1: rezonator kwarcowy 24 MHz
P1...P5: joystick miniaturowy
B1: Bateria 9 V (6LR61)
gniazdo chinch

czas projektowania animacji wstępnej, która jest wyświetlana przed rozpoczęciem gry. Animacja ta polega na kolejnym wyświetlaniu zapisanych w pamięci EEPROM plansz prezentujących boisko do piłki nożnej, na które nakładany jest generowany programowo obraz odbijającej się piłki.

Procedura wyświetlania pojedynczego punktu o współrzędnych X,Y zajmuje sporo czasu mikrokontrolera. Konieczne jest do tego przeliczenie współrzędnych pikselowych odpowiadających pojedynczym bitom na współrzędne wyrażone w bajtach i wyliczenie pozycji piksela w bajcie. Z tego względu obraz boiska podczas gry jest rysowany jako plansza, na którą nakładane są z odpowiednimi przesunięciami piłkarzyki, i do tak powstałego obrazu dodawany jest piksel piłeczki. Rysowanie obrazu w pamięci mikrokontrolera musiało być ograniczone do 12,5 razy na sekundę ze względu na zachowanie mocy obliczeniowej potrzebnej do obsługi klawiatury i strategii drużyny A (dla której ruchy wylicza mikrokontroler). Przykładowe procedury zamieszczamy na CD12/2008B.

Na rys. 3 przedstawiono organizację ekranu. Pamięć ekranu w wideo konsoli jest podzielona na część wyświetlającą wynik rozgrywki i pamięć wyświetlającą obrazy graficzne i animacje. Do zapisywania tych dwóch obszarów pamięci służą oddzielne procedury.

Oprogramowanie konsoli powstawało wieloetapowo. Pisząc kolejne wersje konieczne było wprowadzanie pewnych ograniczeń w stosunku do założeń wstępnych, wynikające z niewielkiej wielkości pamięci programu mikrokontrolera 80C2051 (2 kB). Konieczna była np. rezygnacja z części animacji, których liczba początkowa wynosiła 8, a ostatecznie po uwzględnieniu obsługi przycisków i strategii drużyny A zmieściło się 6 plansz i efekt animowanej piłki. Do rozgrywania meczów dostępne są 4 obiekty graficzne (początkowo 6). Konieczne też było połączenie bramkarza z linią zawodników obrony, niezależnie działa linia



Rys. 4. Schemat montażowy konsoli

zawodników ataku. Początkowo przewidywano niezależną animację ruchów bramkarza, zawodników linii obrony i zawodników linii ataku, którzy mogliby być sterowani oddzielnymi algorytmami. Ostatecznie każda z drużyn przyjmuje 9 pozycji, które są osiągalne dla drużyny B poprzez manipulację przyciskami od P1 do P4, a dla drużyny A poprzez algorytm sterujący przemieszczaniem się całego zespołu zawodników.

Sporo czasu wymagała również optymalizacja programu wynikająca z ograniczeń czasowych. Przykładowo mnożenie MUL AB jest instrukcją czterocyfrową i trwa 2 μs przy zegarze 24 MHz. Mnożenie liczby A przez 3 (szerokość w bajtach pamięci ekranu) zostało zastąpione dodawaniem 3*A=A+A+A wykonywanym przez 3 instrukcje 1-cyklowe (MOV przesłanie bajtu do rejestru A i ADD dodanie bajtu do rejestru A, każda z tych instrukcji wykonuje się tylko przez 0,5 μs).

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy konsoli przedstawiono na rys. 4. Układ jest na tyle prosty, że nie wymaga specjalnego komentarza. Po prawidłowym przylutowaniu elementów działa od razu po włączeniu zasilania. Trzeba jednak pamiętać o wcześniejszym zaprogramowaniu mikrokontrolera. Autor udostępnił wersje oprogramowania, które powstawały w kolejnych etapach pracy nad projektem (zamieszczamy je na CD). Ostatecznie mikrokontroler należy zaprogramować wersją *Piłkarzyki_ver10.hex*. Niestety ze względu na brak interfejsu mikrokontroler musi być programowany poza układem w zewnętrznym programatorze.

Artur Bieleński

rem z cyklicznym przerwaniem, dla rytmicznego odliczania czasu.

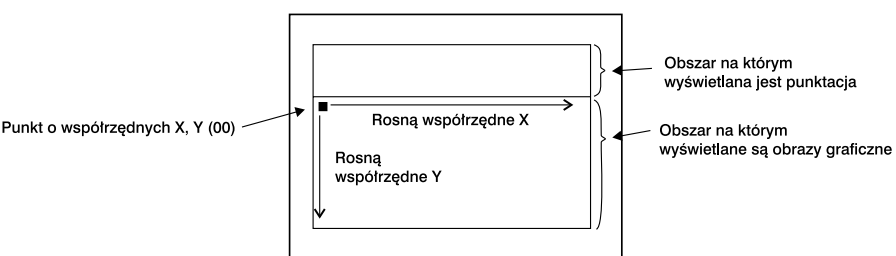
Obraz jest wyświetlany 50 razy na sekundę w standardzie 312 linii, który jest uproszczeniem normy telewizyjnej 625 linii, ale bez międzyliniowości.

Wyświetlanie obrazu wideo zajmuje 224 linii x 64 μs x 50 razy na sekundę x 100%, co daje 71,68% czasu mikrokontrolera. Na obliczenia pozostaje więc 28,32%, co podczas wyświetlania pojedynczego obrazu oznacza 5,632 milisekundy. W tym czasie mikrokontroler może wykonać 11264 instrukcji jednocyklowych, albo 5632 instrukcji dwucyklowych. Jest to więc wystarczający czas na rysowanie nieskomplikowanych obiektów graficznych i animację.

Ważną częścią oprogramowania konsoli są procedury graficzne, w tym m.in.: nakładanie animacji na pamięć obrazu, zaświecania, gaszenia i badania stanu punktu o współrzędnych X,Y. Nakładany obraz animacji może być przesuwany w prawo i w lewo, w górę i w dół po całym wyświetlanym obrazie. Ten efekt powstał pod-

Tab. 1. Interpretacja napięć wyjściowych dzielnika R2, R3 dla poszczególnych stanów na wyjściach bramek U2A i U2B

Wyjście U2A 74HCT14	Wyjście U2B 74HCT14	Napięcie na wyjściu dzielnika napięciowego R2 R3	Stan
0	0	0,7 V przewodzi dioda D1	Impuls synchronizacji
0	1	2,5 V nie przewodzi D1 i D2	Czarne tło
1	0	Przewodzą D1 i D2, napięcie wyjściowe jest uzależnione od charakterystyki wyjściowej bramek U2A i U2B	
1	1	2,93...3,1V przewodzi dioda D2	Biały punkt



Rys. 3. Organizacja pamięci ekranu, obszar wyświetlania punktacji meczu: 24x6, obszar wyświetlania obrazów graficznych i animacji: 24x22

STM32
czytaj na stronie 104