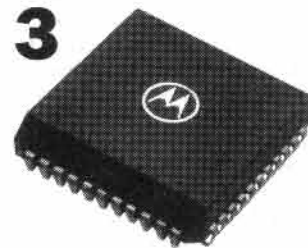


Procesor wizji MC44002 z rodziny System 4 Motoroli, część 3



W ostatniej części cyklu artykułów poświęconych zestawowi układów TV firmy Motorola omówimy aplikację procesora wizji i współpracującej z nim linii opóźniającej.

Elementy zewnętrzne procesora wizji

Poniżej opisano własności i funkcje spełniane przez każdą z 40-u końcówek układu scalonego. Określone są również wymagania, co do elementów zewnętrznych wymaganych w praktyce. Podstawowy schemat aplikacyjny został pokazany na **rysunku 8**.

Jednym z głównych założeń projektowych MC44002 było zminimalizowanie ilości elementów zewnętrznych, a tam gdzie były one niezbędne, użycie łatwo dostępnych elementów standardowych. Dlatego np. wszystkie operacje filtrowania sygnału wizyjnego są zaimplementowane wewnątrz układu scalonego, bez korzystania z elementów indukcyjnych. Pozostawione elementy dyskretne były zbyt duże do wykonania w postaci scalonej (np. kondensatory sprzęgające). Elementy określające niektóre stale czasowe pozostawiono celowo, aby zapewnić możliwość testowania i dokładnej regulacji podczas procesu wytwarzania.

Opis wyprowadzeń MC44002:

1 - ACC. Filtr zewnętrzny w sekcji automatycznej regulacji wzmacnienia sygnału chrominancji. Zwykle pojedynczy kondensator o niekrytycznej wartości, typowo 100nF.

2, 40 - VIDEO INPUTS 1&2. Wejścia sygnału wizyjnego. Impedancja wejściowa 1 k Ω , znamionowy poziom zespolonego sygnału wizyjnego 1 Vpp. Sygnały należy doprowadzać przez szeregowy układ RC (100nF i 1k Ω). Wejścia mogą również przyjmować rozdzielone składowe Y i C (S-VHS). Wybór wejścia i przyporządkowanie składowych Y i C odbywa się programowo.

3 - REF. CURRENT. Główny prąd odniesienia wykorzystywany w układzie scalonym. Jego właściwa wartość wynosi 70mA i jest określona rezystorem zewnętrznym, ponieważ rezystory scalone wewnątrz struktury nie są wystarczająco dokładne. Końcówka powinna być szczególnie dobrze odsprężona do masy, aby uniknąć przechwytywania zakłóceń z sąsiedniego wejścia magistrali.

4 - IIC CLOCK. Wejście sygnału zegarowego SCL (taktującego) magistrali I2C. Sygnał może być doprowadzony bezpośrednio do końcówki układu scalonego, lecz w odbiorniku TV zaleca się użycie szeregowego rezystora ograniczającego prąd wejściowy na wypadek przeskoku w obwodach wysokonapięciowych. Wartość rezystora wiąże się z obciążalnością wejścia magistrali użytego mikrokontrolera, lecz biorąc pod uwagę typową pojemność linii i maksymal-

na częstotliwość, może być użyty rezystor 4,7k Ω .

5 - IIC DATA. Wejście danych SDA magistrali. Uwagi odnoszące się do poprzedniej końcówki, dotyczą również tego wejścia.

6 - VERTICAL RAMP. Prąd pobierany z tej końcówki ładuje kondensator dając napięcie piłokształtne o częstotliwości ramki. Amplituda piły określona jest przez pojemność kondensatora. Wartość 82nF jest zalecana ze względu na symetrię regulacji liniowości i symetrii paraboli.

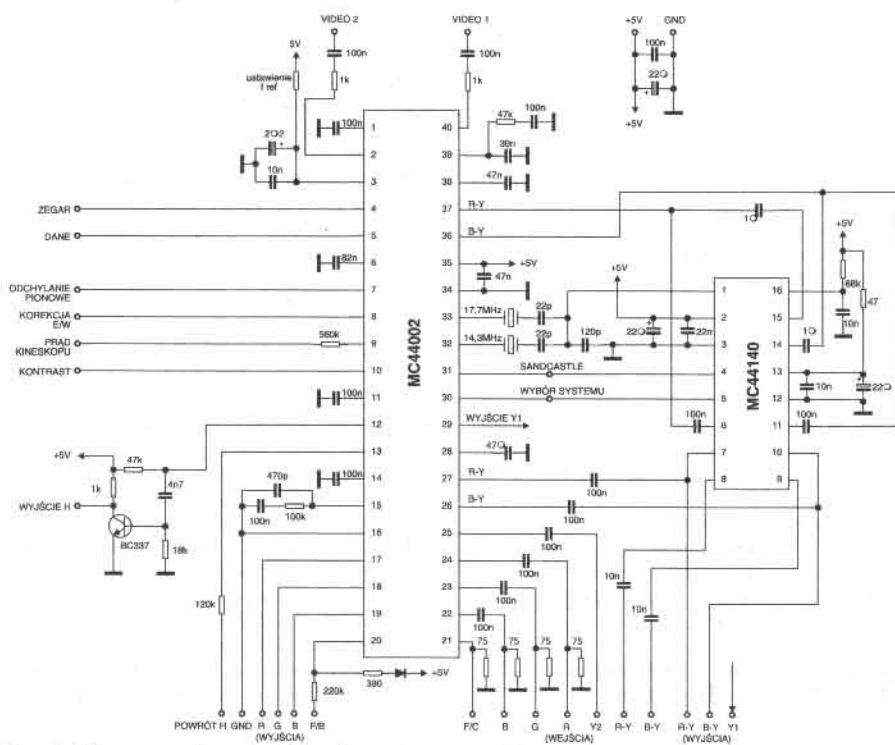
7 - VERTICAL DRIVE. Wyjście sygnału do stopnia mocy odchylania pionowego. Napięcie piłokształtne otrzymane na końcówce 6 jest wykorzystane do sterowania zewnętrznego wzmacniacza mocy. Amplituda i liniowość piły regulowane są przez MCU.

8 - PARABOLA (E-W) DRIVE. Wyjście sygnału sterującego wzmacniacza korekcji E-W. Odwrócony przebieg paraboliczny, uzyskany przez potęgowanie napięcia piłokształtnego, steruje zewnętrznym wzmacniaczem mocy. W odbiornikach wyposażonych w diodowy modulator stopnia wyjściowego linii, umożliwia regulację szerokości obrazu i korekcję zniekształceń poduszkowych. Parabola jest potęgowana powtórnie dla uzyskania przebiegów czwartego rzędu, potrzebnych w przypadku kineskopów z płaskim ekranem. Wszystkie składowe korekcji: amplituda E-W, składowa stałoprądowa, pochYLENIE paraboli i korekcja naroży sterowane są z MCU.

9 - ANODE CURRENT. Wejście monitorujące prąd anodowy, pozwalające na korekcję zmian amplitudy odchylania pionowego (korekcja „oddychania”), oraz ostrzeżenie o przekroczeniu wartości prądu lub wystąpieniu warunków przeciążenia. Końcówka połączona jest poprzez szeregowy rezystor ok. 560k Ω z dolnym końcem uzwojenia wysokiego napięcia. Dzięki temu rosnący prąd anodowy powoduje, że napięcie na końcówce staje się bardziej ujemne. Zmiana ta jest wykrywana wewnątrz układu scalonego i powoduje skorygowanie amplitudy piły i paraboli. Dla dużych wzrostów prądu anodowego, przekroczenie ustawionych wartości progowych powoduje wysłanie właściwych flag do MCU, który podejmie odpowiednie działanie. Wartości prądu anodowego, przy których zostają osiągnięte wartości progowe, dobiera się wartością użytych zewnętrznych rezystorów stałych.

10 - ANALOG CONTRAST. Analogowa redukcja kontrastu. Wejście służy do analogowego monitorowania i szybkiej redukcji kontrastu w sytuacjach awaryjnych. Redukcja kontrastu jest sterowana napięciowo, powyżej 2,5V kontrast nie jest redukowany, przy napięciu ok. 1V redukcja sięga 12 dB.

11 - SECAM CALIBRATION LOOP CAPACITOR. Kondensator pętli kalibracyjnej SECAM. Do końcówki dołączony jest kondensator w analogowej



Rys. 8. Zalecany schemat aplikacyjny procesora wizji.

petli kalibracji SECAM (typowo 100nF).
 12 - H-DRIVE. Wyjście sterujące końcówką mocy odchylania poziomego. Jest to wyjście z otwartym kolektorem, mogące dostarczyć prąd max. 10mA. Z tego powodu impulsy wyjściowe o wypełnieniu ok. 50% doprowadza się do zewnętrznego inwertera tranzystorowego, pośredniczącego między wyjściem z MC44002 i końcówką mocy. Dobrym rozwiązaniem jest użycie scalonego układu nadzorującego pracę tranzystora mocy (np. MC44614).

13 - H-FLYBACK INPUT. Wejście impulsów powrotu linii. Do wejścia doprowadza się impulsy powrotu linii pobierane z transformatora wyjściowego linii. Służą one do regulacji fazy w poziomie przez drugą pętlę sprzężenia fazowego. Do poprawnej pracy układu są wymagane impulsy narastające od 0 do +5V. Impedancja wejściowa wynosi ok. 50k Ω , więc impulsy z transformatora należy podawać poprzez szeregowy rezystor rzędu 120k Ω .

14 - H-LOOP 2 FILTER. Prosty filtr zewnętrzny, składający się z kondensatora 100nF, użyty w drugiej pętli sprzężenia fazowego.

15 - H-LOOP 1 FILTER. Stała czasowa poziomej pętli PLL. Wartość iloczynu RC (stałej czasowej) jest tak dobrana, aby sprawnie odzyskiwać synchronizację po zakłóceniach i w przypadkach słabego sygnału z szumami.

16 - SIGNAL GROUND. Masa sygnałowa,

17, 18, 19 - R, G, B OUTPUTS. Wyjścia sygnałów R,G,B. Wyjścia mają charakter źródeł prądowych. Wyjścia zakończone są tranzystorami z otwartym kolektorem, i przeznaczone są doysterowania wysokonapięciowych wzmacniaczy wizyjnych w obwodach katod kineskopu.

20 - FEEDBACK. Wejście prądowego sprzężenia zwrotnego z wyjściowych wzmacniaczy wizyjnych. Sygnał sprzężenia zwrotnego jest porównywany w pętli automatycznej regulacji szarości podczas trwania impulsów próbkujących z wewnątrz ustawionymi wzorcami. Kondensator o małej pojemności bocznikujący wejście do masy może korzystnie wpłynąć na stabilność pętli. Sygnał sprzężenia zwrotnego w trakcie kreślenia obrazu wykorzystany jest do wykrywania chwilowych przekroczeń nastawionego prądu katod (np. jaskrawo punkty w treści obrazu). Wysłana zostaje flaga do mikrokontrolera. MCU podejmuje wtedy czynności zmierzające do ograniczenia prądu np. redukuje kontrast, aż do zaniku przekroczenia. Poziom progowy ustala się za pomocą zewnętrznego rezystora stałego.

21 - FAST COMMUTATE. Szybkie kluczowanie. Szybki przełącznik (czas ustalania 10ns) używany do wprowadzania np. tekstu z wejść RGB nakładanego na treść obrazu. Przełącznik może być aktywowany lub blokowany bitem sterującym.

22, 23, 24 - RGB INPUTS. Wejścia sygnałów RGB kluczowane sygnałem FAST COMMUTATE. Zewnętrzne sygnały wejściowe są doprowadzane przez pojemności 100nF. Wejścia mają impedancję 1k Ω i powinny być sterowane sygnałem 700mVpp.

25 - Y2 INPUT. Wejście Y2. Dodatkowe zewnętrzne wejście do MC44002. Wejście ma impedancję 1k Ω i powinno być sterowane sygnałem luminancji 700mVpp. Sygnał powinien być podany przez zewnętrzny kondensator 100nF. Wejście jest wyposażone w prosty selektor impulsów synchronizacji.

26, 27 - B-Y i R-Y INPUTS. Wejście składających różnicowych koloru po linii opóźniającej MC44140. Impedancja wejściowa ok. 1k Ω . Sygnał na wejście jest podawany przez

sprzężenie pojemnościowe, składowa stała jest dodawana wewnątrz.

28 - Y1 CLAMP. Końcówka służąca do dołączenia zewnętrznej pojemności potrzebnej w obwodzie stabilizacji poziomu sygnału Y1.

29 - Y1 OUTPUT. Wyjście odfiltrowanego i opóźnionego sygnału luminancji. Sygnał do wykorzystania w dodatkowych blokach odbiornika.

30 - SYSTEM SELECT. Wyjście wielopoziomowego sygnału sterującego linią opóźniającą MC44140 (patrz opis scalonej linii opóźniającej MC44140).

31 - SANDCASTLE. Impuls SANDCASTLE wytwarzany w MC44002 i konieczny do synchronizowania pracy linii opóźniającej MC44140 (patrz opis scalonej linii opóźniającej MC44140).

32 - CRYSTAL 14,3MHz. Końcówka służąca do dołączenia z zewnątrz kwarcowego wzorca częstotliwości dla NTSC. W MC44002 używana jest czterokrotna częstotliwość podnośnej koloru. Jeśli nie przewiduje się pracy w systemie NTSC, rezonator może być pominięty. Kwarc dołączony jest jednym zaciskiem do końcówki wejściowej a drugim do szeregowy pojemności o odpowiedniej wartości (zwykle 20 lub 30pF).

Należy stosować tylko rezonatory przewidziane do pracy w oscylatorach analogowych (nie cyfrowych). Sygnał o częstotliwości referencyjnej i napięciu ok. 50mV jest pobierany z dzielnika pojemnościowego i jako sygnał zegarowy jest doprowadzany do linii opóźniającej MC44140.

33 - CRYSTAL 17,7MHz. Końcówka przeznaczona do przyłączenia zewnętrznego rezonatora kwarcowego używanego w systemie PAL i SECAM. Podobnie jak w przypadku końcówki 32, używana jest czterokrotna częstotliwość podnośnej koloru. Uwagi odnoszące się do rezonatora 14,3MHz, są również aktualne tutaj. Obydwa rezonatory dołączone są do wspólnego dzielnika pojemnościowego. Wybór aktywnego rezonatora odbywa się programowo z MCU.

34 - SUPPLY GROUND. Masa zasilania.

35 - +5 V SUPPLY. Zasilanie, napięcie znamionowe +5V i pobór prądu ok. 120mA. Rzeczywiste napięcie zasilania powinno zawierać się w granicach od 4,75 do 5,25V. Zaleca się odprężanie zasilającego przy użyciu niewielkiego kondensatora ceramicznego umieszczonego w pobliżu końcówki 34 i 35.

36 i 37 - B-Y i R-Y OUTPUTS. Wyjścia zdemodulowanych sygnałów różnicowych. Składowa zmienna tych sygnałów jest doprowadzana do linii opóźniającej MC44140. Przy sygnale standardowych pasów kolorowych o nasyceniu 75% podanym na wejście, sygnał B-Y powinien mieć wartość ok. 1,4Vpp.

38 - IDENT. Zewnętrzny filtr wykorzystywany przez obwód identyfikacji R-Y, jest to zwykle pojedynczy kondensator, którego wartość (ok. 47nF) jest kompromisem pomiędzy szybkim działaniem i odpornością na zakłócenia.

39 - OSC. LOOP FILTER. Zewnętrzny obwód ustalający stałą czasową dla PLL chrominancji. Kwarcowy generator odniesienia jest synchronizowany fazowo z przychodzącym sygnałem BURST w systemach PAL i NTSC. Dla uzyskania dobrej odporności na zakłócenia, równoległe z szeregowym ogniwem RC, określającym stałą czasową, dołącza się zwykle kondensator o małej wartości. Zakres zakresu PLL zmniejsza się dla zbyt dużych stałych czasowych.

Scalona linia opóźniająca chrominacji MC44140

Do współpracy z procesorem wizyjnym MC44002 przewidziano użycie scalonej linii opóźniającej MC44140. Jest to monolityczny

układ wykonany w technologii HCMOS i umieszczony w obudowie o 16 wyprowadzeniach. Układ jest zasilany napięciem +5V i pobiera ok. 3,5mA. Pomimo że układ zaprojektowano jako część systemu CHROMA 4, może być on wykorzystywany niezależnie jako linia opóźniająca.

Składowe zmienne sygnałów różnicowych uzyskanych w MC44002 doprowadza się na wejścia linii opóźniającej i uzupełnia kluczowanym napięciem poziomu odniesienia. Kanale składowych R-Y i B-Y składają się z dwóch torów każdy: toru bezpośredniego i toru opóźniającego (64 μ s). Sygnały wejściowe z końcówki 14 i 15 są zamieniane w przetworniku A/C na 8-bitowy strumień danych. Sygnał w tej postaci przechodzi następnie przez rejestr przesuwany złożony ze 166 stopni, aby uzyskać potrzebne opóźnienie. Po opóźnieniu, w przetworniku D/A strumień danych powraca do postaci sygnału analogowego. Impulsy taktujące dla przetworników są wytwarzane przez podzielenie przez 6 częstotliwości doprowadzonej z generatora odniesienia CHROMY 4, który w systemie PAL i SECAM pracuje na częstotliwości 17,734475MHz.

Przełączniki i obwody kluczowania oraz tryb ich pracy są sterowane z MC44002 natomiast napięcia podawane na końcówkę 5 (SYSTEM SELECT) i impulsem SANDCASTLE. Napięcie sterujące może mieć jeden z czterech poziomów, wymuszając odpowiedni tryb pracy (PAL/SECAM/NTSC/EXT).

W systemie NTSC sygnały przepuszczane są torami bezpośrednimi. W systemie PAL opóźniana jest każda z linii w obu kanałach (R-Y i B-Y), aby następnie przez uśrednienie z liniami bezpośrednimi, otrzymać skorygowane fazowo sygnały różnicowe.

W systemie SECAM, gdzie kolejne linie przynoszą na przemian sygnały R-Y i B-Y, przełączniki torów bezpośredniego i opóźnionego pracują również naprzemiennie, podając sygnał bezpośredni w jednym z torów i opóźniony w drugim. Właściwą kolejność działania zapewnia impuls SANDCASTLE, który w systemie SECAM zawiera dodatkowy poziom dla co drugiej linii.

W przypadku, kiedy korzysta się z zewnętrznych sygnałów R-Y i B-Y, linia opóźniająca jest odłączona, a sygnały poprowadzone są bezpośrednio na wyjście do MC44002.

W nowych procesorach wizyjnych, przewidzianych do wdrożenia, linia opóźniająca zostanie umieszczona we wspólnej obudowie z obwodami procesora.

Podsumowanie

W ogólnym zarysie przedstawiona została zasada pracy układu MC44002 oraz MC44140 stanowiących trzon SYSTEMU 4 Motorola. Dla uproszczenia w opisie pominięto szczegóły współpracy układu z jednostką sterującą.

Pomimo niedostatków pobieżnego opisu, wyraźnie widoczna jest filozofia procesora wizyjnego (VSP), jako inteligentnego układu wykonawczego w torze sygnałowym nowoczesnych odbiorników TVC. Nie jest to niestety wymarzony element dla większości hobbystów, będących jak wiadomo, „wirtuozami śrubokręta i lutownicy”. Tylko najwięksi zapaleni podejmą trud samodzielnego stworzenia oprogramowanego sterownika do procesora wizji. Procesor wizji został bowiem zaprojektowany jako element do zastosowania w seryjnej produkcji przemysłowej, gdzie może przynieść wymierne korzyści dla producenta już o średnim pozio-

mie technologicznym. Korzyści można osiągnąć przez przyspieszenie opracowywania i wdrażania nowych modeli oraz zmniejszenie nakładu pracy na etapie produkcji, dzięki automatyzacji czynności regulacyjnych. Procesor wizyjny, jak to przewijało się przez opis każdego z bloków funkcjonalnych, wymaga ciągłej współpracy z mikrokontrolerem (MCU). Większość telewizorów wyposażonych w zdalne sterowanie posiada już na płycie głównej mikrokontroler, najczęściej w postaci typowego sterownika oferującego zestaw standardowych funkcji. W przypadku zastosowania opisywanego VSP powi-

nien to być sterownik dedykowany, z „zaszytym” programem obsługi nie tylko zdalnego sterowania ale i procesora wizji. Konieczność zastosowania takiego elementu wymaga od konstruktorów umiejętności pracy z układami analogowymi sterowanymi cyfrowo. Dla firm, które nadążają za nowoczesną technologią, stworzenie firmowego oprogramowania nie stanowi większego problemu, natomiast korzyści płynące z jego wdrożenia nie trudno sobie wyobrazić. Kapitał w postaci wiedzy i umiejętności konstruktorów może być szybko pomnożony i zamieniony na wymierne efekty. Najważniejszym

jednak atutem opanowania nowych technologii jest szansa pozostawienia konserwatywnych konkurentów daleko za sobą.

Włodzimierz Dubasiewicz

Literatura

1- *ICs Proposals for TV & Multimedia, Motorola Inc., Analog Integrated Circuits Division publ. MK/93.*

2 - *Specyfikacja magistrali I2C, USKA-4/93.*

3 - *MC44002 data sheet, Motorola Inc. 4/94.*

4 - *MC44140 data sheet, Motorola Inc. 4/94.*