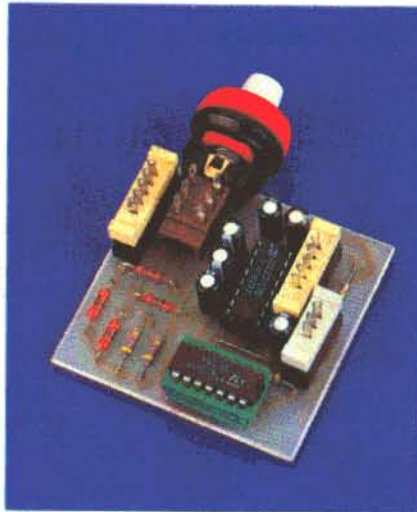


W nowoczesnych urządzeniach audio/video stosuje się zwykle sterowanie mikroprocesorowe, przy czym μC steruje pracą poszczególnych bloków urządzenia audio/video za pomocą magistrali I2C (Inter IC bus). A gdyby tak dołączyć do magistrali I2C zewnętrzny komputer klasy PC? Ileż to nowych możliwości sterowania, zbierania i przetwarzania danych, testowania urządzeń audio/video... Tę niezwykle ekscytującą ideę pozwala zrealizować urządzenie opisane w tym artykule. Proponujemy prostą konstrukcję układu sprzęgającego magistralę I2C z łączem RS232.

Praktycznym i bardzo ciekawym zastosowaniem opisanego „sprzęgu” jest połączenie telewizora wyposażonego w dekodery telegazety (na układzie SAA5243 lub kompatybilnym) z komputerem klasy IBM PC. Opis takiej realizacji wraz z oprogramowaniem sterującym jest integralną częścią tego artykułu.

Telegazeta w PC

kit AVT-90



Opis magistrali I2C

Magistrala I2C jest dwuprzewodową, dwukierunkową magistralą z transmisją szeregową synchronizowaną linią zegara. Szybkość transmisji danych na magistrali nie jest określona (zależy od szybkości układu nadrzędnego - MASTER) i może osiągać wartości aż do 100kbit/s.

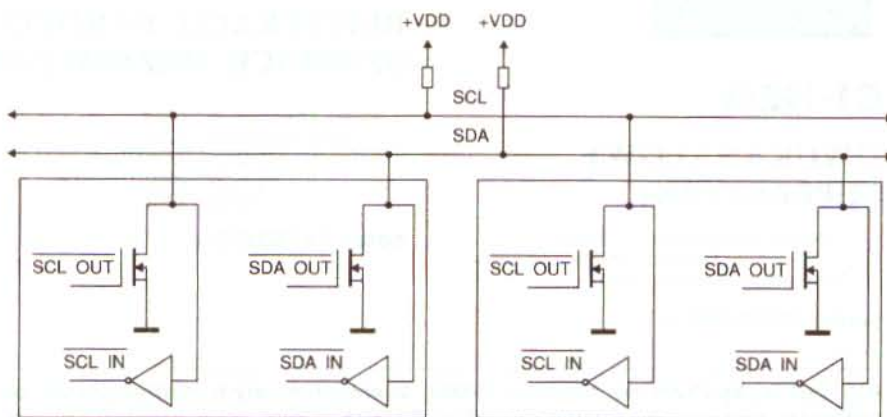
Każde urządzenie podłączone do tej magistrali musi posiadać wyjście typu otwarty kolektor lub

otwarty dren. Dotyczy to obu linii: SDA (linia danych) i SCL (linia zegara). Obie linie są podłączone do napięcia zasilania (najczęściej +5V) przez „rezystory podciągające”. W ten sposób powstaje iloczyn montażowy (stan logiczny 1 na linii występuje tylko wtedy, gdy wszystkie wyjścia są w stanie logicznym 1). Budowę magistrali I2C przedstawia rys. 1.

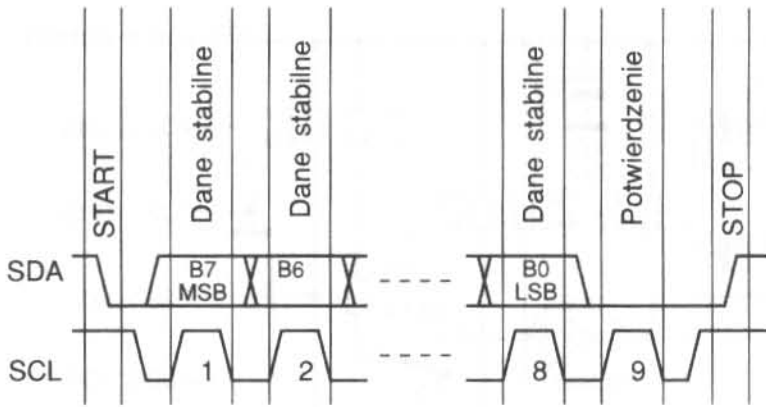
W systemach z napięciem zasilającym +5V poziomy na liniach są zgodne ze standardem TTL z jedną małą modyfikacją: wejściowe maksymalne napięcie w niskim stanie logicznym zostało podniesione do +1,5V (dla zwiększenia marginesu szumów).

Kiedy na magistrali nie odbywa się transmisja danych, obie linie są w stanie 1. W czasie transmisji danych poziom na linii SDA musi być stabilny, gdy linia SCL jest w stanie 1.

Informacja jest przesyłana w 8-bitowych słowach z dodatkowym bitem potwierdzenia. Na początku każdej transmisji na linii jest wysyłany sygnał START (zdefiniowany jako zbocze opadające na linii SDA, podczas gdy linia SCL jest w stanie 1).



Rysunek 1.



Rysunek 2.

Analogicznie, na końcu każdej transmisji jest wysyłany sygnał STOP (zdefiniowany jako zbocze narastające na linii SDA, gdy linia SCL jest w stanie 1).

Po transmisji każdego bajtu układ odbierający dane potwierdza odbiór przez wysłanie stanu 0 na linię SDA w czasie 9 impulsu zegarowego. Przykładowy przebieg transmisji jednego bajtu jest przedstawiony na **rysunku 2**.

Do magistrali I2C można podłączyć wiele układów nadrzędnych (MASTER). Układ MASTER jest to taki układ, który może inicjować transmisję danych.

Może się zdarzyć, że dwa układy MASTER próbują równocześnie rozpocząć transmisję. W tym wypadku jest wykonywana procedura określenia priorytetu. Zegary obu układów MASTER synchronizują się (układy obserwują stan linii SCL). Układ, który generuje najdłuższy okres stanu 0 na SCL, zdeterminuje czas trwania tego stanu. Czas trwania

stanu 1 na SCL jest zdeterminowany przez układ, który generuje najkrótszy okres stanu 1 na SCL.

Po zsynchronizowaniu zegarów układy transmitują dane obserwując równocześnie stan SDA. W momencie powstania różnicy w poziomach transmitowanych przez układy następuje utrata priorytetu przez układ, który „chciał” wysłać stan 1 na SDA (ze względu na montażowy iloczyn został wysłany stan 0).

Pierwszy bajt transmitowany na magistrali (po sygnale START) zawsze zawiera 7-bitowy adres układu podrzędnego (SLAVE), do którego jest kierowana transmisja. Najmniej znaczący bit zawiera informację o kierunku transmisji danych:

0 - oznacza zapis danych do urządzenia SLAVE;

1 - oznacza odczyt danych z urządzenia SLAVE.

Gdy jest realizowany odczyt danych z urządzenia SLAVE, urządzenie MASTER generuje potwierdzenia. Wyjątkiem jest ostatni bajt trans-

misji. Niekiedy występuje konieczność nie generowania potwierdzenia dla tego bajtu, aby urządzenie SLAVE mogło prawidłowo zinterpretować sygnał STOP. Przykładowe przebiegi transmisji wielu bajtów do i z urządzenia SLAVE przedstawiono na **rysunku 3**.

Budowa układu sprzęgającego magistralę I2C z RS232

Schemat elektryczny układu sprzęgającego jest przedstawiony na **rysunku 4**. Sercem tego urządzenia jest układ scalony MAX232. Jest on buforem (dwa wejścia i dwa wyjścia) realizującym konwersję sygnałów standardu TTL na standard RS232 i odwrotnie. Istotną zaletą tego układu jest to, że wymaga on tylko jednego napięcia zasilania (+5V). Zawiera on podwójcz i inwerter napięcia tworząc w ten sposób dwa napięcia: -9V i +9V, potrzebne do nadajnika linii standardu RS232. Drugi układ scalony (74LS05) realizuje funkcję bufora z otwartym kolektorem sprzęgającego z magistralą I2C.

Parametry buforów RS232 (slew rate) ograniczają częstotliwość zegara SCL do około 40kHz (przy pojemności kabla 2500pF).

Przy korzystnych warunkach (mała pojemność kabla) częstotliwość zegara SCL może być większa, nawet do 100kHz. Jest to maksymalna dopuszczalna częstotliwość zegara SCL na magistrali I2C.

Opisywany układ sprzęgający może pracować tylko jako układ nadrzędny (MASTER), bez możliwości współpracy z innymi układami MASTER na tej samej magistrali (ze względu na ograniczoną przepustowość sprzęgu RS232 mogą wystąpić

Zapis danych do urządzenia SLAVE :



Odczyt danych z urządzenia SLAVE :

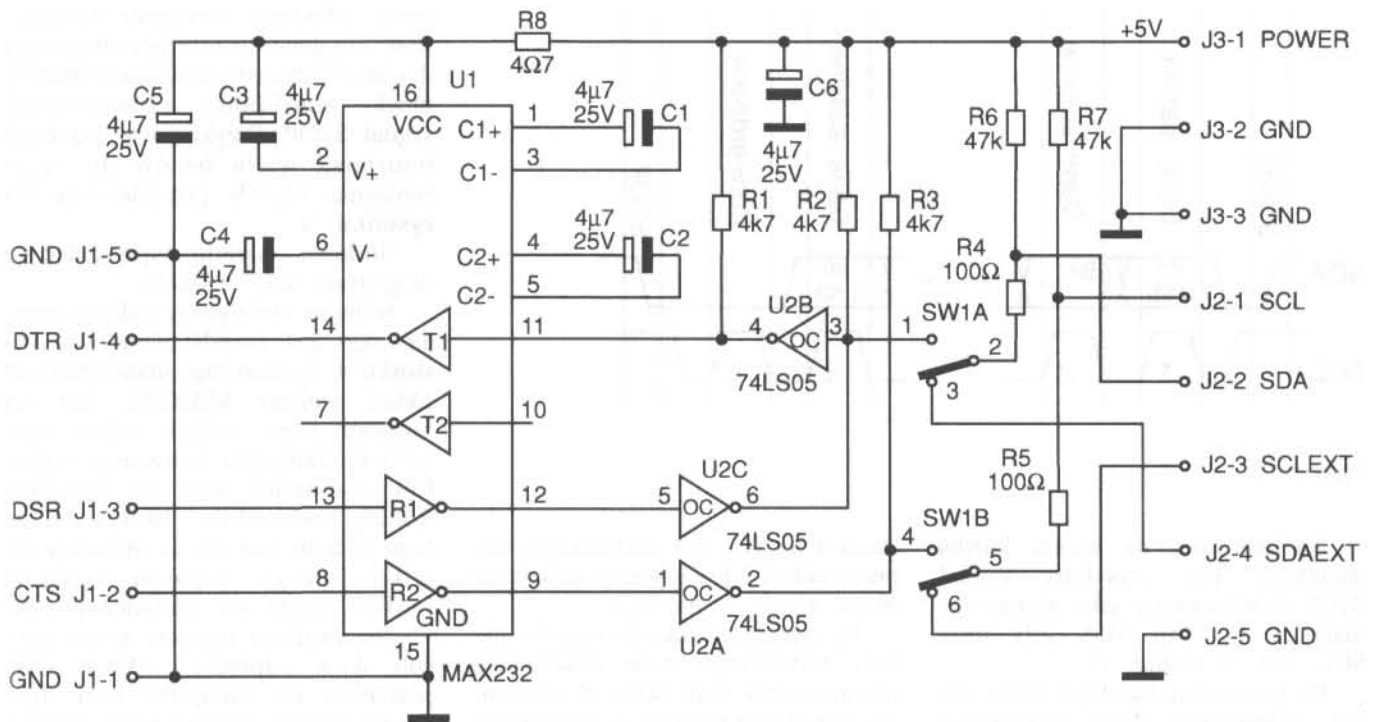


Zapis a następnie odczyt danych z urządzenia SLAVE :



STA - START W - ZAPIS (bit = 0) A - POTWIERDZENIE
STO - STOP R - ODCZYT (bit = 1)

Rysunek 3.



Rysunek 4.

kłopoty z realizacją programową procesu synchronizacji zegarów i określenia priorytetu.

Aby umożliwić dołączenie układu do magistrali zawierającej już układ nadrzędny wprowadzono przełącznik pozwalający na odłączenie wybranego zestawu urządzeń SLAVE od reszty magistrali i podłączenie ich do sprzęgu RS232. Urządzenia SLAVE sterowane ze sprzęgu RS232 są podłączone do końcówek 1 i 2 złącza J2 (sygnały SCL i SDA). Reszta magistrali (wraz z istniejącymi tam urządzeniami MASTER) jest podłączona do końcówek 3 i 4 złącza J2 (sygnały SCLEXT i SDAEXT). Należy pamiętać o tym, aby istniejące w magistrali rezystory podciągające pozostały podłączone do reszty magistrali.

Połączenia związane z magistralą I2C powinny być jak najkrótsze. Układ sprzęgający może być podłączony tylko do magistrali I2C, której rezystory podciągające są podłączone do napięcia +5V (jest to typowa magistrala I2C).

Cały układ sprzęgający jest zasilany napięciem +5V i pobiera w normalnych warunkach prąd około 15mA. Sposób połączenia układu z komputerem został przedstawiony na rysunku 5.

Rozkład połączeń w gnieździe RS232 (złącze J4) podłączonym do układu sprzęgającego z magistralą

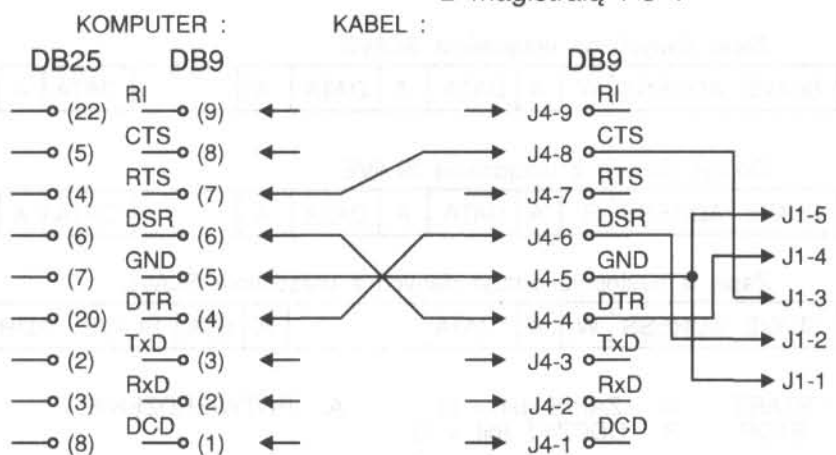
I2C za pomocą złącza J1 jest zgodny z rozkładem typowym dla komputera. Konieczne jest więc zastosowanie kabla połączeniowego z „przeplotem”. Jest to bardzo często stosowana konfiguracja (np: połączenie komputer - komputer, komputer - niektóre drukarki, itp.).

Teletekst w PC

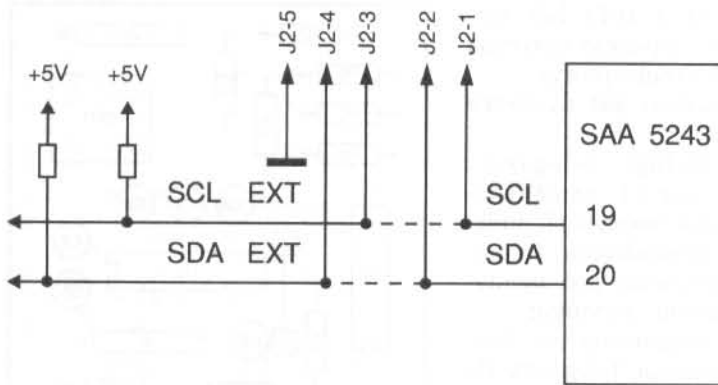
Na rysunku 6 przedstawiono sposób połączenia opisanego sprzęgu z magistralą I2C telewizora zawierającego dekoder teletekstu oparty na układzie SAA5243. Jak widać, podłączenie układu wymaga przecięcia

ścieżek SCL i SDA łączących się z końcówkami 19 i 20 układu SAA 5243 (23 i 24 dla SAA 5246) oraz wyprowadzenia odpowiednich szyn magistrali na złącze J2, czyli do przełącznika SW1. W tym przykładzie SAA5243 jest jedynym układem sterowanym z komputera (ewentualne inne układy telewizora pozostają w magistrali podłączonej do oryginalnego sterownika). Pozwala to na normalne działanie pozostałych funkcji telewizora (nie związanych z teletekstem), podczas gdy układ SAA5243 jest sterowany z komputera zewnętrznego. Równocześnie wbu-

Układ sprzężenia z magistralą I²C :



Rysunek 5.



Rysunek 6.

dowany w telewizor sterownik nie będzie zakłócał transmisji komputera zewnętrznego sterującego układem SAA5243.

Przy zwolnionym przełączniku SW1 komputer zewnętrzny będzie odcięty od magistrali I2C, a układ SAA5243 zostanie podłączony do reszty magistrali I2C telewizora.

Do układu można również podłączyć dekodery teletekstu zbudowane w oparciu o układ scalony kompatybilny z SAA5243, na przykład układ SAA5246 (wyprowadzenia: SDA - końcówka 24, SCL - końcówka 23).

Montaż i uruchomienie układu

Najłatwiej sprawdzić układ poprzez użycie go jako „sprzęg” telewizora z komputerem i uruchomienie stosując kompletny program obsługi telegazety o nazwie TXTOBSX.exe. Program ten umożliwia realizację niemal wszystkich operacji związanych z dekodowaniem teletekstu opartym na układzie SAA5243.

Tak zestawiony sprzęt (telewizor - układ sprzęgający - mikrokomputer IBM PC), sterowany programem obsługi telegazety TXTOBSX.exe

tworzy „System Wprowadzania Telegazety do Komputera IBM PC”. Możliwości funkcjonalne tego systemu wynikają z „menu” głównego programu (rysunek 7). System ten wprowadza też telegazety satelitarne, posiada możliwości interpretacji znaków diakrytycznych głównych języków europejskich oraz ustawiania parametrów odbioru dla telegazet satelitarnych. Pozwala on również na automatyczne wprowadzanie zadeklarowanych stron/podstron, ich weryfikację, edycję, zapis na dysk w wielu formatach, odbiór stron ukrytych, wydruk stron w postaci ASCII lub z pełną grafiką - także w kolorach.

Mozaikę ścieżek płytki drukowanej przedstawia rysunek na wkładce, a rozmieszczenie elementów na płytce pokazuje rys. 8.

Układ prawidłowo zmontowany i zawierający sprawne elementy oraz podłączony do sprawnych portów działa bez żadnych zabiegów uruchomieniowych, a oprogramowanie TXTOBSX automatycznie rozpoznaje kartę graficzną i adres portów RS232.

Istotne jest, aby telewizor miał masę galwanicznie izolowaną od sie-

PROGRAM OBSŁUGI TELEGAZETY TXTOBSK - SN 9999 1993.05.18 -- 3.1 Interface - RS232 - port COM1 Szybkość transm.: 3.7 kB/s Przedsiębiorstwo Informatyczno-Elektroniczne "ETRAD" - GDANSK Autor: Miron Klosowski		PIE * ETRAD * Date: 1993/05/20 Pozycja: 1
PRZEDSIĘBIORSTWO INFORMATYCZNO ELEKTRONICZNE " E T R A D " Sp. z o.o. 80-365 GDANSK, ul. Czarny Dwór 6 Tel. 53-12-71 wewn. 12 Fax. 53-20-72		Q - ZAKONCZENIE F1 - AUTOM. ŁADOWANIE STRONY F2 - RECZNE ŁADOWANIE STRONY F3 - PRZEGLĄD. STRON TELEGAZETY F4 - OBSŁUGA DYSKU I DRUKARKI F5 - GRAF. PRZEGL. TELEGAZETY F6 - GRAF. PRZEGL. FRAGMENTOW F10 - ZMIANA PARAMETROW PROGRAMU PGUP - zwiększenie numeru pozycji PGDN - zmniejszenie numeru pozycji P - wprowadzenie numeru pozycji C - kopiowanie fragmentów D - kasowanie fragmentów R - rotacja fragmentów K - kompresja fragmentów S - sortowanie fragmentów E - edycja fragmentów
		Wybierz opcje . . .

Rysunek 7.

ci, co na ogół jest spełnione, ale należy też sprawdzić, czy między masą komputera a masą telewizora nie występuje różnica potencjałów.

Ze względu na to, że w kraju stosowany jest powszechnie system ochrony przeciwporażeniowej oparty o tzw. „zerowanie” w systemie dwuprzewodowym, mogą wystąpić różnice potencjałów pomiędzy masą komputera (zerowaną) a masą telewizora z anteną, która może być niekiedy bardzo dobrze uziemiona. Różnica potencjałów pomiędzy masami, która powstaje w takiej sytuacji, zależy wtedy bezpośrednio od spadku napięcia na przewodzie zerowym, który oczywiście zależy od obciążenia (czyli prądu płynącego przez ten przewód). Ta różnica potencjałów może niekiedy wynosić nawet kilkanaście woltów i jest już niebezpieczna dla łączonych urządzeń, nie mówiąc już o zakłóceniach, które wprowadza w ich pracy. Problem ten, jeżeli wystąpi, należy rozwiązać lokalnie i zgodnie z logiką.

Najprościej jest nie zerować komputera (praca bez kołka zerowego). Można też wykonać instalację trójprzewodową z przewodem bezpieczeństwa bezprądowym - uziemionym tak jak robi się to na całym świecie. Można też zastosować separację pojemnościową w gniazdku anteny

(kondensatory ca 1.4nF) lub najlepiej zastosować separację optyczną w łączu RS232 (transoptory).

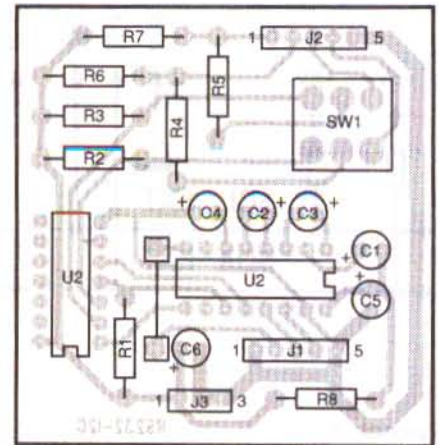
Do kitu dołączana jest dyskietka zawierająca:

- program obsługi telegazety TXTOBSX.EXE wer.3.1, umożliwiający wykorzystanie wszystkich funkcji Systemu Wprowadzania Telegazety do IBM. Program jest identyfikowany numerem seryjnym;
- instrukcja posługiwania się Systemem Wprowadzania Telegazety do komputera;
- program obsługi transmisji na magistrali I2C napisany w języku assemblera 8086 (na komputery kompatybilne z IBM PC) także w wersji źródłowej;
- przykładowe programy w języku Turbo Pascal oraz sposób dołączania modułu assemblerowego do programów w języku Turbo Pascal i Borland C++;
- opis rejestrów i programowania układu SAA5243.

Każdy użytkownik może samodzielnie programować ten układ wykorzystując wszystkie jego możliwości.

Miron Kłósowski

Płytką drukowaną, kompletny zestaw elementów oraz dyskietka z oprogramowaniem są dostępne w ofercie AVT jako kit AVT-90.



Rys. 8. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R2, R3: 4,7k Ω
- R4, R5: 100 Ω
- R6, R7: 47k Ω
- R8: 4,7 Ω

Kondensatory

- C1..C6: 4,7 μ F/25V

Układy scalone

- U1: MAX232 (Maxim)
- U2: 74LS05

Różne

- J1, J2, J3: złącza
- J4: złącze DB9 (RS232)
- SW1: przekaźnik ISOSTAT