

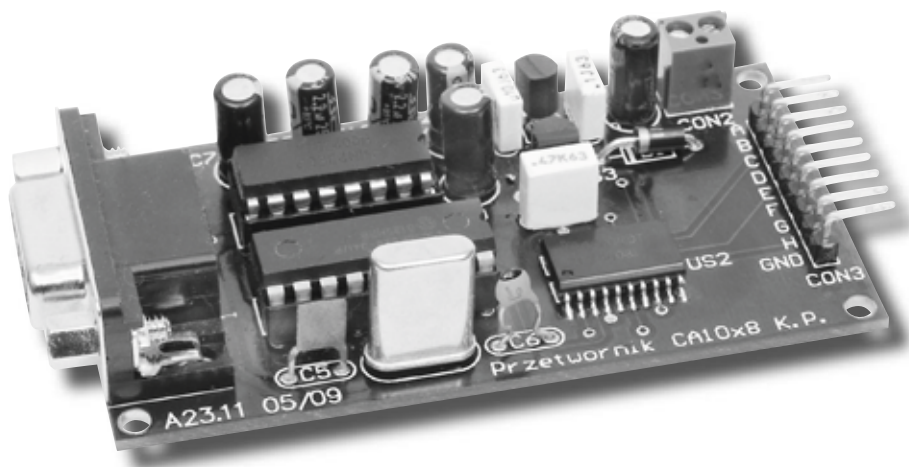
8-kanalowy przetwornik C/A z interfejsem RS232

AVT-391

Na łamach EP wielokrotnie były prezentowane przetworniki C/A, mniej uwagi poświęcone zostało przetwornikom cyfrowo – analogowym. W tym artykule zostanie przedstawiony projekt ośmiokanałowego przetwornika C/A o rozdzielczości 10 bitów przystosowanego do współpracy z komputerem poprzez port szeregowy.

Rekomendacje:

układ będzie z całą pewnością przydatny tym wszystkim, którzy używają komputera PC do sterowania urządzeniami analogowymi. 10-bitowa rozdzielczość oraz 8 wyjściowych kanałów pozwoli realizować już całkiem zaawansowane funkcje.



Dziesięciobitowa rozdzielczość pozwala na uzyskanie 1024 różnych stanów napięcia wyjściowego a poprzez zastosowanie napięcia odniesienia o wartości 4,096 V rozdzielczość napięciowa jest równa dokładnie 4 mV. Osiem kanałów analogowych zawartych w jednym przetworniku umożliwia sterowanie kilkoma procesami analogowymi przy pomocy jednego urządzenia.

Transmisja danych z komputera odbywa się prędkością 115200 (bez parzystości, jeden bit stopu) co umożliwia stosunkowo szybką aktualizację napięcia wyjściowego.

Budowa

Schemat elektryczny przetwornika jest przedstawiony na **rys. 1**. Cały układ można podzielić na trzy części: konwerter napięć RS232 na TTL, konwerter danych szeregowych interfejsu RS232 na postać akceptowalną przez przetwornik C/A i przetwornika C/A.

Jako konwerter napięć zastosowany został układ MAX232, który pracuje w typowej konfiguracji. Z konwertera napięć dane są kierowane do procesora, który odpowiednio je modyfikuje i wysyła do przetwornika C/A. Do pracy procesora wymagany jest jedynie zewnętrzny rezonator kwarcowy wraz z kondensatorami.

Jako przetwornik C/A będący zarazem głównym elementem całej

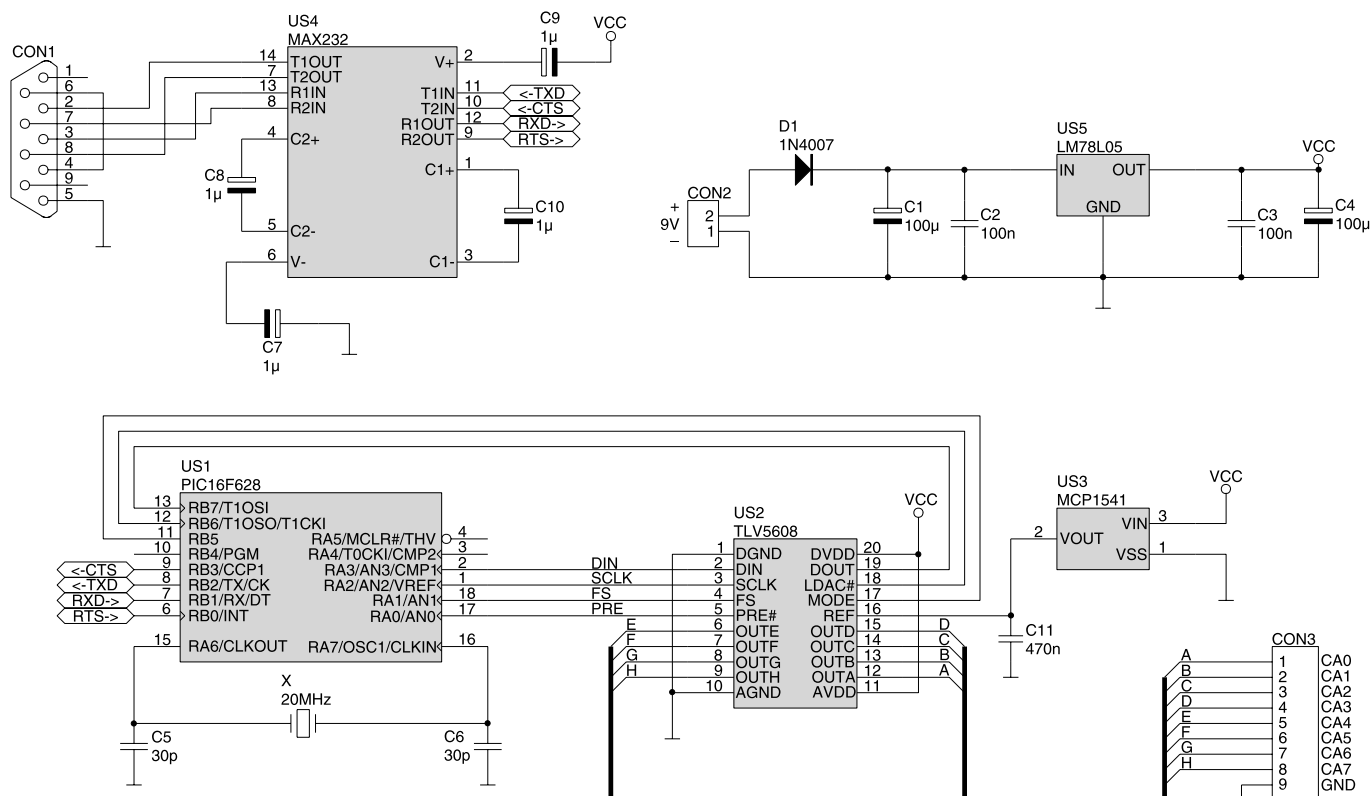
urządzenia zastosowany został układ TLV5608, który jest ośmiokanałowym przetwornikiem cyfrowo – analogowym z interfejsem szeregowym o rozdzielczości 10 bitów. Do pracy przetwornika niezbędne jest zewnętrzne źródło napięcia odniesienia. Do tego celu zastosowany został układ US3, na wyjściu którego uzyskuje się napięcie o wartości 4,096 V. Tak dobrana wartość umożliwia zmianę napięcia wyjściowego z rozdzielczością 4 mV. Sygnały wyjść analogowych zostały wyprowadzone na złącze CON3. Do zasilania zastosowany został stabilizator US5, który jest zabezpieczony przed napięciem zasilania o odwrotnej polaryzacji poprzez diodę D1.

Montaż

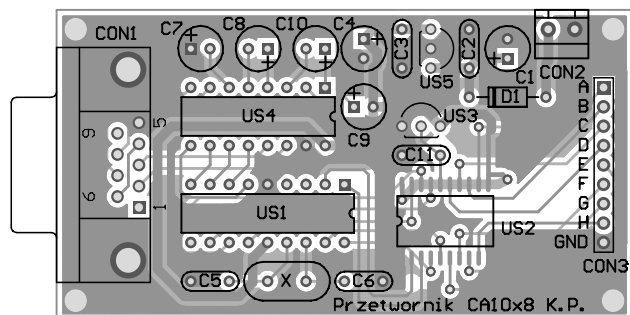
Przetwornik został zmontowany na płytce, której widok przedstawiono na **rys. 2**. Montaż elementów należy rozpocząć od wlutowania układu TLV5608 gdyż umieszczony jest on w obudowie SMD. W dalszej kolejności należy wlutować diodę D1 a następnie podstawki pod układy scalone, kondensatory i na samym końcu złącza. Do złącza CON2 należy dołączyć napięcie zasilania o wartości około 9 V i można przejść do procedury uruchomienia przetwornika. Wyjścia przetwornika C/A nie powinny być obciążane rezystancją mniejszą niż 2 kΩ.

PODSTAWOWE PARAMETRY

Płytką o wymiarach 76 x 41 mm
Zasilanie +9 V
8 niezależnych wyjść analogowych
Rozdzielczość każdego kanału: 10 bitów
Rozdzielczość napięcia wyjściowego: LSB=4 mV
Interfejs do PC: RS232 (gniazdo DB9 żeńskie)
Szybkość transmisji 115200 bps



Rys. 1. Schemat elektryczny przetwornika C/A



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce przetwornika C/A

Obsługa

Ustawianie odpowiednich wartości napięcia na poszczególnych kanałach analogowych odbywa się poprzez uprzednie podanie adresu kanału, do którego następnie będzie wpisana wartość napięcia. Ponieważ każda wartość składa się z dziesięciu bitów przesłanie jej z komputera wymaga podzielenia na dwa bajty. Dodatkowo należy wskazać numer kanału, do którego ma się odnosić dana wartość. Aby zawrzeć wszystkie niezbędne informacje dane z komputera wysyłane są w postaci ramki składającej się z trzech bajtów. Struktura tej ramki jest przedstawiona na rys. 3. Początkiem pakietu danych jest bajt, który ma ustawiony najstarszy bit. Bit ten występuje tylko w bajcie startowym, dlatego przetwornik może jednoznacz-

nie rozpoznać początek ramki. Dodatkowo na czterech najmłodszych bitach przesyłana jest informacja pod jakim adresem mają być zapisane dane w układzie TLV5608. W drugim bajcie na pięciu najmłodszych pozycjach należy podać pięć najstarszych bitów wartości, która ma reprezentować odpowiednie napięcie na wyjściu przetwornika. Trzeci bajt zawiera natomiast pięć najmłodszych bitów 10 bitowej wartości napięcia. W obu bajtach trzy najstarsze bity muszą być zawsze wyzerowane. Po wysłaniu sekwencji trzech bajtów na odpowiednim wyjściu przetwornika

```

List. 1. Program generujący przebieg trójkątny na wyjściu kanału A
program ScriptTest;
var i: word;
begin
repeat
for i:=0 to 1023 do
begin
comsendchr($80);
comsendchr(i DIV 32);
comsendchr(i AND $001F);
end;
for i:=1023 downto 0 do
begin
comsendchr($80);
comsendchr(i DIV 32);
comsendchr(i AND $001F);
end;
until i=2;
end
    
```

zostanie ustawione zadane napięcie. Przetwornik rozróżnia 16 adresów, pod które można zapisywać dane, a znaczenie poszczególnych z nich jest przedstawione w tab. 1.

Pod adresami 0x00...0x07 (hex) znajdują się bezpośrednie rejestry danych poszczególnych kanałów C/A i wpis do nich powoduje ustawienie odpowiedniego napięcia na podanym

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory

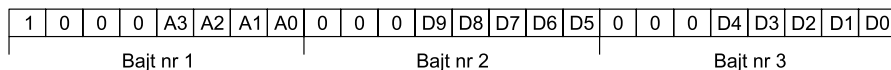
- C1: 100 μF/16 V
- C2, C3: 100 μF
- C4: 100 μF/16 V
- C5, C6: 30 pF
- C7...C10: 1 μF/16 V
- C11: 470 nF polipropylenowy

Półprzewodniki

- D1: 1N4007
- US1: PIC16F628 DIP18 zaprogramowany
- US2: TLV5608 SO20
- US3: MCP1541 TO92
- US4: MAX232 DIP16
- US5: LM78L05 TO92

Inne

- CON1: DB9 żeńskie do druku
- CON2: ARK2-5 mm
- CON3: Goldpin 1x9 męski kątowny
- Podstawka DIP16, DIP18



Rys. 3. Struktura ramki danych wysyłanych do przetwornika

kanale. Pod adresami 0x08 i 0x09 znajdują się rejestry konfiguracyjne ustalające parametry pracy przetwornika. Do rejestrów tych nie należy wpisywać żadnych danych ponieważ odpowiedni wpis wykonuje procesor po włączeniu zasilania. Rejestr umieszczony pod adresem 0x0A służy do zapisania początkowej wartości wszystkich kanałów przetwornika. Kolejny adres 0x0B jest komendą umożliwiającą przepisanie wartości początkowej zapisanej w rejestrze 0x0A do wszystkich kanałów jednocześnie. Komenda ta wysyłana jest w postaci jednego bajta, a nie jak w pozostałych przypadkach w postaci ramki trzybajtowej. Komendę tę należy wysłać ustawiając także bit startu ramki danych,

dlatego końcowa postać tej komendy będzie równa 0x8B. Po wysłaniu komendy na wszystkich kanałach pojawi się napięcie określone wartością rejestru umieszczonego pod adresem 0x0A. Komenda ta może służyć, na przykład do jednoczesnego wyzerowania wszystkich wyjść przetwornika.

Kolejne adresy 0x0C...0x0F umożliwiają zapis do dwóch sąsiednich kanałów jednocześnie.

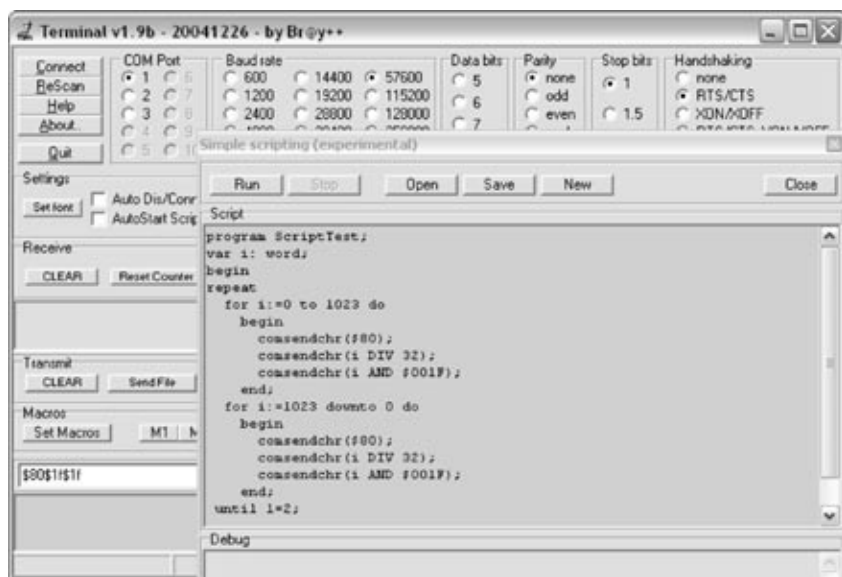
Kanały połączone są w pary A-B, C-D, E-F, G-H, a podawana wartość zawsze zapisywana jest w pierwszym kanale pary, natomiast w drugim kanale pary automatycznie zostanie wpisana zanegowana wartość kanału pierwszego. Oznacza to, że wpisując, na przykład pod adres 0x0C wartość

0, na wyjściu kanału A będzie napięcie 0 V, natomiast na wyjściu kanału B maksymalne napięcie (4,096 V).

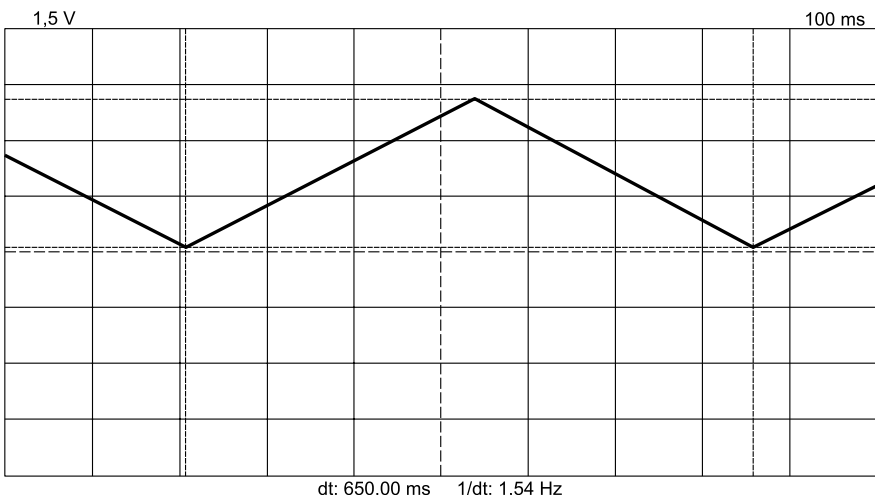
Ponieważ dane wysyłane z komputera do przetwornika muszą zostać wstępnie uformowane nie jest możliwa obsługa przetwornika przy pomocy standardowego terminala, na przykład Hyper Terminala dla Windows, dlatego do obsługi przetwornika należy zastosować własne oprogramowanie posiadające funkcje zależne od zastosowania przetwornika.

Do sprawdzenia działania przetwornika doskonale nadaje się natomiast „Terminal byBr@y++”, który można pobrać bezpłatnie ze strony <http://bray.velenje.cx/avr/terminal/>. Terminal ten umożliwia wysyłanie oprócz znaków ASCII także danych w postaci dziesiętnej lub hexadecymalnej. Liczby hex należy poprzedzić znakiem \$, w związku z tym przykładowa komenda ustawiająca maksymalne napięcie na wyjściu kanału A będzie miała postać \$80\$1F\$1F. Dodatkowo terminal ten pozwala na tworzenie własnych skryptów (rys. 4), których składnia jest zgodna ze składnią języka Pascal. Przykładowy skrypt generujący przebieg trójkątny na wyjściu kanału A jest przedstawiony na list. 1. Natomiast rys. 5 pokazuje ten przebieg zarejestrowany oscyloskopem.

Krzysztof Pławiuk, EP
krzysztof.plawiuk@ep.com.pl



Rys. 4. Okno terminala z obsługą skryptów



Rys. 5. Wykres generowanego napięcia trójkątnego

Hex	A3	A2	A1	A0	Opis
	A3	A2	A1	A0	Stan bitów <A3:A0>
0	0	0	0	0	Kanał A
1	0	0	0	1	Kanał B
2	0	0	1	0	Kanał C
3	0	0	1	1	Kanał D
4	0	1	0	0	Kanał E
5	0	1	0	1	Kanał F
6	0	1	1	0	Kanał G
7	0	1	1	1	Kanał H
8	1	0	0	0	Rejestr konfiguracyjny CTRL0
9	1	0	0	1	Rejestr konfiguracyjny CTRL1
A	1	0	1	0	Wartość początkowa
B	1	0	1	1	Zapis wartości początkowej
C	1	1	0	0	Kanał A i zanegowany B
D	1	1	0	1	Kanał C i zanegowany D
E	1	1	1	0	Kanał E i zanegowany F
F	1	1	1	1	Kanał G i zanegowany H