

Poczwórny przetwornik analogowo-cyfrowy do PC



Do czego to służy?

Zadaniem proponowanego układu jest pomiar napięcia w dowolnym urządzeniu elektronicznym lub elektrycznym i przekazanie zmierzonej wartości, pod postacią cyfrową, do komputera. Pomimo stosowania szeregowego przekazywania informacji do transmisji danych nasz przetwornik będzie wykorzystywał złącze równoległe komputera PC - interfejs CENTRONICS. Zastosowanie tego interfejsu umożliwiło, bez jakiegokolwiek komplikacji układu i programu go obsługującego, jednoczesne dokonywanie pomiarów w czterech punktach. Jedynym ograniczeniem wyboru punktów pomiarowych jest konieczność posiadania wspólnej masy.

Wykorzystanie proponowanego układu otwiera przed nami ogromne możliwości. Jeżeli bowiem możemy przekazać do komputera informację o napięciu w jakimś punkcie, to równie łatwo możemy dokonać pomiaru np. temperatury czy prądu.

Proponowany układ jest wręcz dziecinnie prosty do wykonania. Nie posiada żadnych elementów regulacyjnych, nie wymaga jakiegokolwiek kalibracji i działa natychmiast po włożeniu kostek w podstawki. Jedynie napisanie programu obsługującego przetwornik zabierze nam trochę czasu, ale napisanie programu sprawdzającego poprawność działania wykonanego prototypu nie zajęło mi więcej niż godzinę.

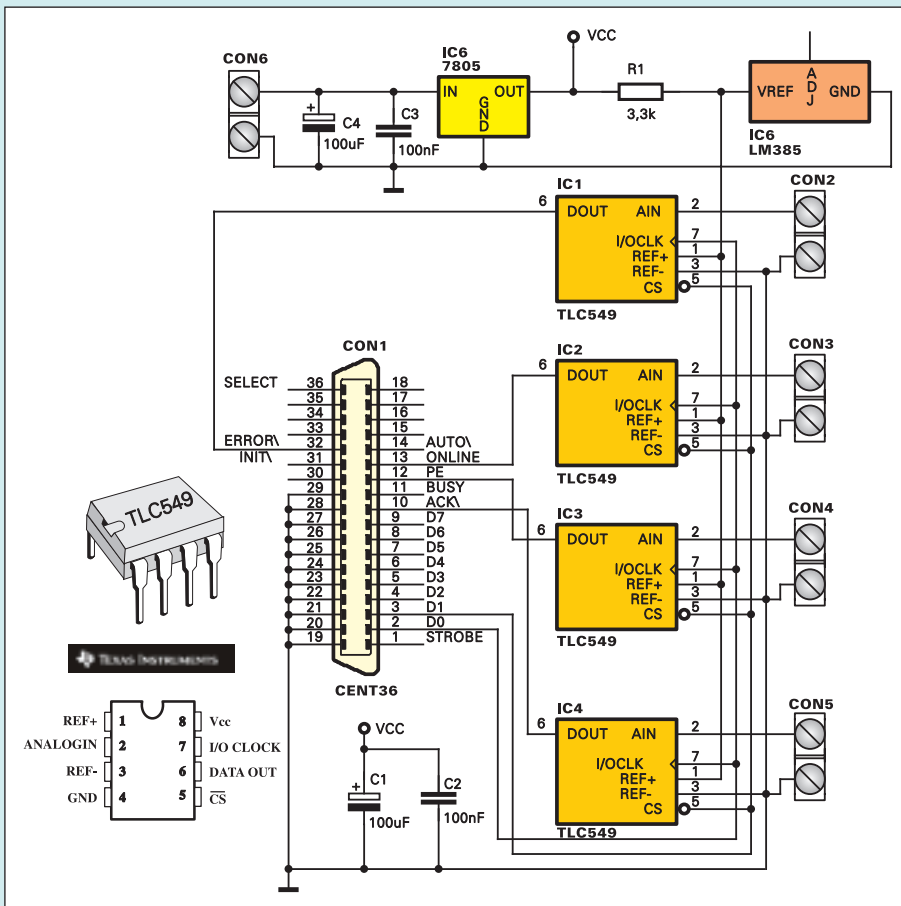
W związku z powyższym z czystym sumieniem mogę polecać wykonanie przetwornika każdemu, kto umie jako tako lutować i potrafi napisać prosty program w dowolnym języku, nawet w BASIC-u. Koszt wykonania układu jest relatywnie niski, a elementy potrzebne do jego budowy łatwo dostępne.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na rysunku 1. Chyba przyznacie, że w dążeniu do uproszczenia układów elektronicznych doszliśmy w tym przypadku do perfekcji: nasz przetwornik nie zawiera ani jednego (po-

za opcjonalnym rezystorem R1 i kondensatorami blokującymi zasilanie) elementu dyskretnego. Biorąc pod uwagę dość skomplikowaną funkcję, jaką urządzenie będzie spełniać, jest to spore osiągnięcie.

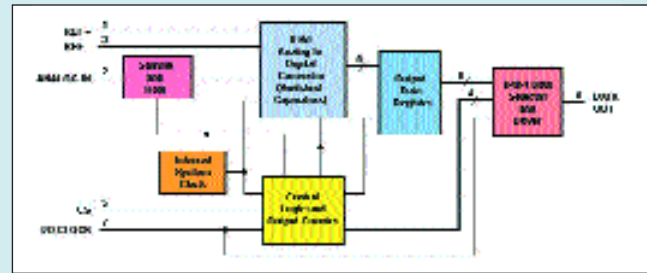
"Poczwórnym sercem" układu są cztery przetworniki analogowo - cyfrowe typu TLC549 produkcji Texas Instruments. W osmiokońcówkowej obudowie DIL8 tego układu zawarte są wszystkie elementy niezbędne do przetworzenia



Rys. 1 Schemat ideowy

analogowej wartości napięcia i przekazania wyniku konwersji do urządzenia nadrzędnego, którym może być komputer lub mikroprocesor. Dokładny opis układu TLC549 oraz innych przetworników analogowo-cyfrowych produkowanych przez Texas Instruments możecie znaleźć pod adresem: <http://www.ti.com>.

Jest to informacja zaczerpnięta z katalogu producenta, a ja z zasady jestem niedowiakiem i bez sprawdzenia nie wierzę w to, co zostało przez kogoś napisane. Dlatego też wykonałem dodatkowy rysunek (rys. 4),



Rys. 2 Schemat blokowy

Podstawowe dane techniczne układu TLC549

Parametr	Min	Typowo	Max
Napięcie zasilania Vcc	3V	5V	6V
Napięcie odniesienia Vref+ *)	2,5	Vcc	Vcc + 0,1V
Napięcie odniesienia Vref- *)	-0,1V	0	2,5V
Napięcie różnicowe Vref+, Vref- *)	1V	Vcc	Vcc+0,2V
Napięcie wejściowe	0V		Vcc
Maksymalna częstotliwość zegara I/O	0		1,1MHz
Czas trwania stanu wysokiego na wejściu zegarowym	404ns		
Czas trwania stanu niskiego na wejściu zegarowym	404ns		
Czas trwania konwersji A - D		12msek	17msek

Podstawowe dane techniczne układu TLC549

*) Do poprawnej pracy układu TLC niezbędne jest spełnienie następujących warunków:

1. Napięcie Vref+ musi zawsze być wyższe od napięcia Vref- o co najmniej 1V;
2. Napięcie Vref- nie może być wyższe niż 2,5V;
3. Napięcie Vref+ nie może być mniejsze niż 2,5V.

Napięcie wejściowe większe od napięcia odniesienia Vref+ przetwarzane jest jako 11111111, niezależnie od jego wartości. Podobnie, napięcie wejściowe mniejsze niż Vref- przetwarzane jest zawsze jako 00000000.

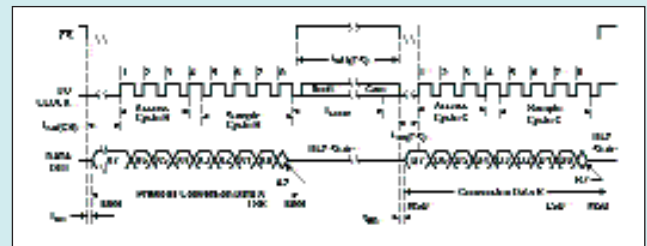
Układ TLC549 wyposażony jest w wewnętrzny generator zegarowy pracujący z częstotliwością 4MHz i nie wymagający stosowania jakichkolwiek elementów zewnętrznych. Największa osiągalna szybkość przetwarzania danych wynosi ok. 40000 konwersji w ciągu sekundy.

Na **rysunku 2** został pokazany blokowy schemat wewnętrzny układu TLC549, a na **rysunku 3** najważniejsze przebiegi występujące na jego wejściach i wyjściu podczas pracy.

pokazujący przebiegi zdjęte "na żywo" z wyprowadzeń TLC549 podczas jego pracy. Dla ułatwienia rejestracji wszystkie przebiegi zostały celowo przedłużone (za pomocą instrukcji FOR ... NEXT).

I tak opisując układ TLC549 opisaliśmy także zasadę działania naszego układu. Wyjaśnienia wymaga jeszcze rola opcjonalnego rezystora R1 i układu scalonego IC6. W podstawowej konfiguracji nasz układ pracuje z napięciem odniesienia równym 5V, przy wejściu Vref- połączonym za masą, a Vref+ z plusem zasilania. Nie zawsze jednak takie rozwiązanie jest wygodne, głównie z uwagi na nie najlepsze parametry scalonych stabilizatorów napięcia serii 7805. Dlatego też niekiedy może zająć konieczność dołączenia dodatkowego źródła napięcia odniesienia, np. układów LM385-2,5V lub LM385-1,25V (z pewnych względów idealnym napięciem odniesienia byłoby 2,55V, sami domyślicie się, dlaczego!).

Jeżeli jednak zastosujemy napięcie odniesienia równe 5V, pobierane z wyjścia stabilizatora napięcia IC5, to rezystor R1 możemy zastąpić zworą lub pozostawić do ewentualnego późniejszego zastosowania.



Rys. 3 Podstawowe przebiegi

Montaż i uruchomienie.

Na **rysunku 5** pokazana została mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego, wykonanego na laminacie dwustronnym z metalizacją, oraz rozmieszczenie elementów na płytce. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od ... nie, darujemy sobie tym razem! Montaż układu nie wymaga jakiegokolwiek opisu i postaramy się zaoszczędzić trochę czasu, który poświęcimy na wyjaśnienie podstawowych zasad programowania układu i podanie przykładów rozszerzenia jego możliwości.

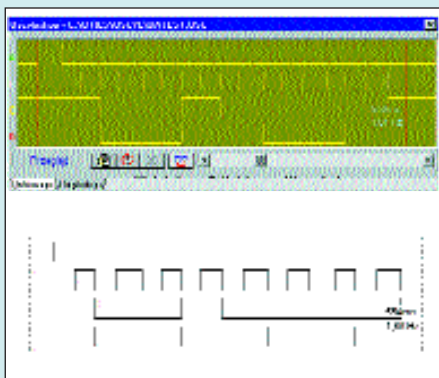
Czytając listy od moich Czytelników doszedłem do wniosku, że jest wśród Was wielu naprawdę dobrych programistów. Ja sam uważam się za bardzo marnego programistę i dlatego też, kolejny raz zdecydowałem się nie pisać programu obsługującego nasz układ przetwornika. Nawet dla dobrego programisty byłoby to bardzo trudne zadanie: nie mam przecież pojęcia, jakie wartości będziecie mierzyć i jak ma wyglądać interfejs programu. Możliwości są ogromne: od ascetycznego, prostego w wykonaniu "typowego" programu pracującego pod kontrolą DOS, aż do eleganckiej, pełnej "bajerków" aplikacji WINDOWS. Dlatego też podam Wam jedynie kilka prostych wskazówek, a program napiszecie już sobie sami, dostosowując go do Waszych wymagań.

Do obsługi naszego układu służy sześć wyprowadzeń interfejsu CENTRONICS:

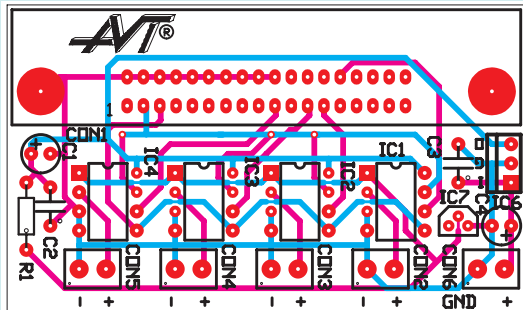
1. Wyjście szyny danych D0 - do podawania impulsów na wejścia zegarowe przetworników TLC549,
2. Wyjście szyny danych D1 - do inicjowania procesu konwersji,
3. Wejście rejestru wejściowego ER-ROR - do przyjmowania danych od układu IC1,

Opis funkcji wyprowadzeń układu TLC549

Pin	Nazwa	Funkcja
1	REF+	Dodatnie napięcie odniesienia.
2	ANALOG IN	Wejście pomiarowe
3	REF-	Ujemne napięcie odniesienia (mniejsze od napięcia na REF+)
4	GND	Masa zasilania
5	!CS	Wejście zezwolenia na pracę układu - inicjalizacja przetwarzania
6	DATA OUT	Szeregowe wyjście danych
7	I/O CLOCK	Wejście zegarowe
8	Vcc	Plus zasilania



Rys. 4 Przebiegi w układzie



Rys. 5 Schemat montażowy

4. Wejście rejestru wejściowego ONLINE - do przyjmowania danych od układu IC2,
5. Wejście rejestru wejściowego PE- do przyjmowania danych od układu IC3,
6. Wejście rejestru wejściowego ACK- do przyjmowania danych od układu IC4.

Wynika z tego, że impuls inicjalizacji konwersji analogowo-cyfrowej oraz impulsy zegarowe wysyłane są jednocześnie do wszystkich czterech przetworników, nawet wtedy kiedy jeden lub więcej z nich nie jest wykorzystywany (a nawet nie włożony w podstawkę). Także odczytu danych dokonujemy jednocześnie ze wszystkich wyjść przetworników, a jeżeli któryś z nich nie jest w danym momencie używany, to po prostu otrzymane od niego dane nie są przez komputer przetwarzane.

Inicjalizacji procesu konwersji analogowo-cyfrowej, która jest pierwszą operacją w cyklu odczytu danych dokonujemy za pomocą wysłania krótkiego impulsu dodatniego na wyjście D1 szyny danych. Możemy to uczynić za pomocą dwóch kolejnych poleceń (wszystkie polecenia w języku BASIC):

```
OUT &H378 (lub inny adres bazowy
portu CENTRONICS),2
OUT &H378 (lub inny adres bazowy
portu CENTRONICS),0
```

Przy korzystaniu z bardzo szybkich komputerów pracujących pod kontrolą DOS pomiędzy obydwa polecenia można wstawić krótką pętlę opóźniającą, np.:

```
FOR R = 1 TO 5: NEXT R
```

Bezpośrednio po wydaniu tego polecenia na wyjściach danych każdego z przetworników pojawia się wartość najbardziej znaczącego bitu. Możemy teraz odczytać tę wartość poleceniem:

```
INP &H379 (lub inny adres bazowy
portu CENTRONICS powiększony o 1)
```

W wyniku wydania tego polecenia otrzymujemy liczbę ośmiobitową zaprezentowaną w formie dziesiętnej, której trzy najmłodsze bity mają zawsze wartość "0", a ósmy bit jest dla nas bez znaczenia.

Otrzymane wartości zapamiętujemy celem późniejszego przetworzenia, a do portu CENTRONICS wysyłamy kolejne polecenia. Poniżej zamieszczam mały fragment programu odczytującego kolejne siedem bitów informacji z wyjść przetworników (podprogram DELAY jest opcjonalny):

```
OUT &H378, 0
OUT &H378, 2
GOSUB DELAY
OUT &H378, 0
GOSUB DELAY
FOR T = 1 TO 7
OUT &H378, 1
GOSUB DELAY
OUT &H378, 0
GOSUB DELAY
Z = INP(&H379)
A(T) = Z
NEXT T
DELAY:
FOR R = 1 TO 5
NEXT R
RETURN
```

W wyniku działania programu otrzymujemy osiem (zakładam, że wartość najstarszego bitu została już uprzednio odczytana) liczb, z których po prostym przetworzeniu możemy uzyskać potrzebne nam informacje.

Zbigniew Raabe

Wykaz elementów

Kondensatory

C4, C1100μF
C3, C2100nF

Rezystory

R13,3kΩ

Półprzewodniki

IC1, IC2, IC3, IC4TLC549
IC67805
IC6LM385 (opcja)

Pozostałe

CON1złącze
CENTRONICS 36 pin, lutowane w płytce
CON2, CON3, CON4,
CON5, CON6ARK2 (3,5mm)

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2359