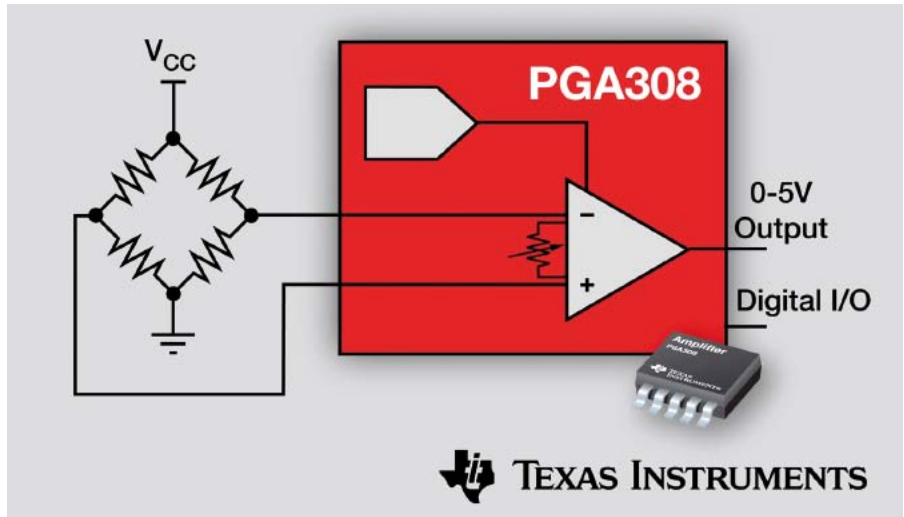


# Wzmacniacze PGA

## Cyfrowa regulacja wzmocnienia



Wzmacniacze operacyjne należą do najpopularniejszych analogowych układów scalonych. Jak wiadomo, ich wzmocnienie zależy od parametrów obwodu sprzężenia zwrotnego. Zazwyczaj parametry obwodu sprzężenia zwrotnego dobierane są na etapie projektowania. W aplikacjach, w których potrzebne jest stosowanie różnego wzmocnienia w tym samym torze sygnałowym stosowane są wzmacniacze o programowalnym wzmocnieniu.



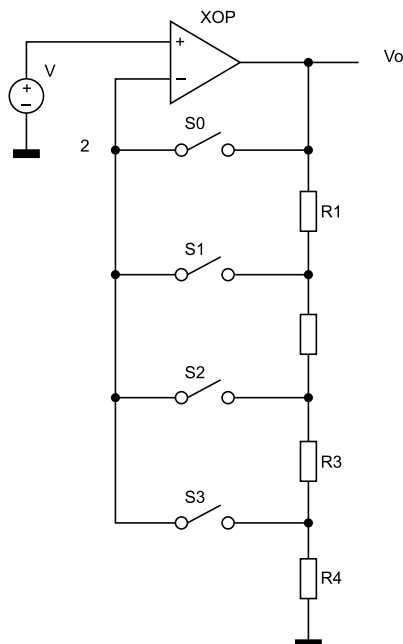
### Wzmacniacze PGA

Wzmacniacze o programowalnym wzmocnieniu PGA (*Programmable Gain Amplifier*) są zazwyczaj stosowane w urządzeniach pomiarowych, np. w celu dostosowania wartości mierzonego napięcia do zakresu pomiarowego przetwornika A/C. Taki układ taki może być stosowany do wzmacniania sygnałów pomiarowych z wielu czujników systemu mikroprocesorowego, np. fotodiod, termistorów, których zakresy wartości sy-

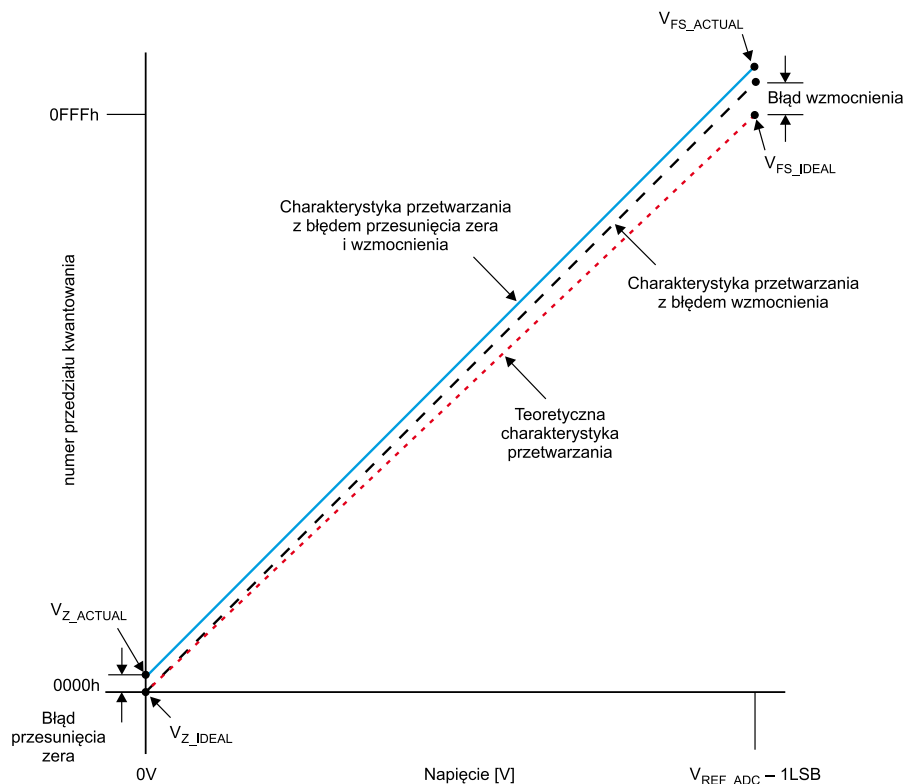
gnału pomiarowego znacznie się różnią. Aby uzyskać jak największą rozdzielczość pomiaru należy wzmocnić ich sygnał tak, aby jego wartość była porównywalna z zakresem pomiarowym przetwornika A/C. W ogólnym przypadku wartości napięć mierzonych w systemie mogą się różnić, więc dla każ-

dego z nich należałoby zastosować wzmacniacz pomiarowy o innym wzmocnieniu. Zamiast tego można stosować jeden wzmacniacz o programowalnym wzmocnieniu.

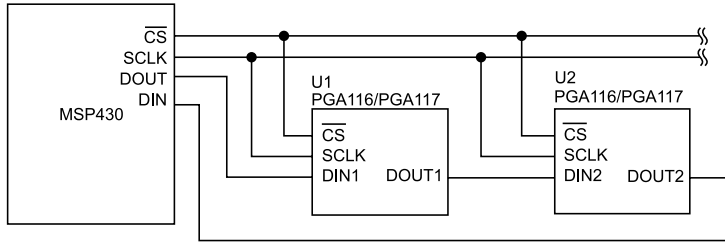
PGA jest wzmacniaczem, którego wzmocnienie jest ustawiane cyfrowo. W najprostszym rozwiązaniu za pomocą rezysto-



Rys. 1. Wzmacniacz o cyfrowo regulowanym wzmocnieniu



Rys. 2. Wykres ilustrujący błąd wzmocnienia i offsetu w przetworniku A/C



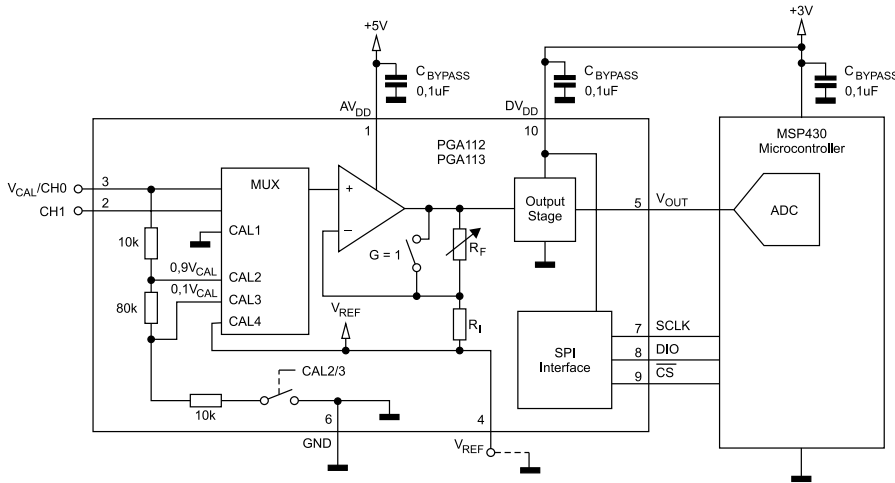
Rys. 3. Kaskadowe łączenie układów PGA116/7

Układy PGA112/3 mają dwa wejścia analogowe, natomiast PGA116/7 mają ich 10. Dostępne są układy o wzmacnieniach w skali binarnej: 1,2,4,...,128 (PGA112/6) i w skali pomiarowej: 1,2,5,10,20,50,100,200 (PGA113/7). Ważnym parametrem w przypadku wzmacniaczy PGA jest czas przełączania wzmacnienia, który w przypadku układów PGA11x wynosi 200 ns.

Wszystkie układy PGA11x są wyposażone w wewnętrzne kanały kalibracyjne. Kanały dołączono do masy i napięcie:  $0,9 V_{CAL}$ ,  $0,1 V_{CAL}$  i  $V_{REF}$  gdzie  $V_{REF}$  jest napięciem referencyjnym dołączonym do końcówki  $V_{REF}$  a  $V_{CAL}$  napięciem kalibracyjnym dołączonym do kanału CH0 wzmacniacza. Kalibracja przeprowadzana jest ze względu na występowanie błędów w przetwornikach A/C. Głównymi błędami przetworników A/C są: błąd wzmacnienia i błąd przesunięcia zera. Błędy te zilustrowane zostały na rys. 2.

Wybór wzmacnienia oraz kanału multipleksera przeprowadzany jest za pośrednictwem interfejsu SPI, taktowanego sygnałem zegarowym 10 MHz: 3-przewodowego w przypadku układów PGA112/3 oraz 4-przewodowego dla układów PGA116/7. Wynika to z faktu, że w układach PGA112/3 nie ma linii DOUT. Linia DOUT umożliwia kaskadowe łączenie układów PGA116/7 przy dołączaniu do mikrokontrolera (rys. 3). Na rys. 4 przedstawiono przykładową aplikację układu PGA112/3 z naniesionym schematem blokowym tego wzmacniacza.

Jak podaje producent, układy PGA112/3 charakteryzują się „zerowym” dryfem temperaturowym, który typowo wynosi  $0,35 \mu V/^\circ C$  (maksymalnie  $1,2 \mu V/^\circ C$ ) oraz niskimi szumami  $12 nV/\sqrt{Hz}$ .



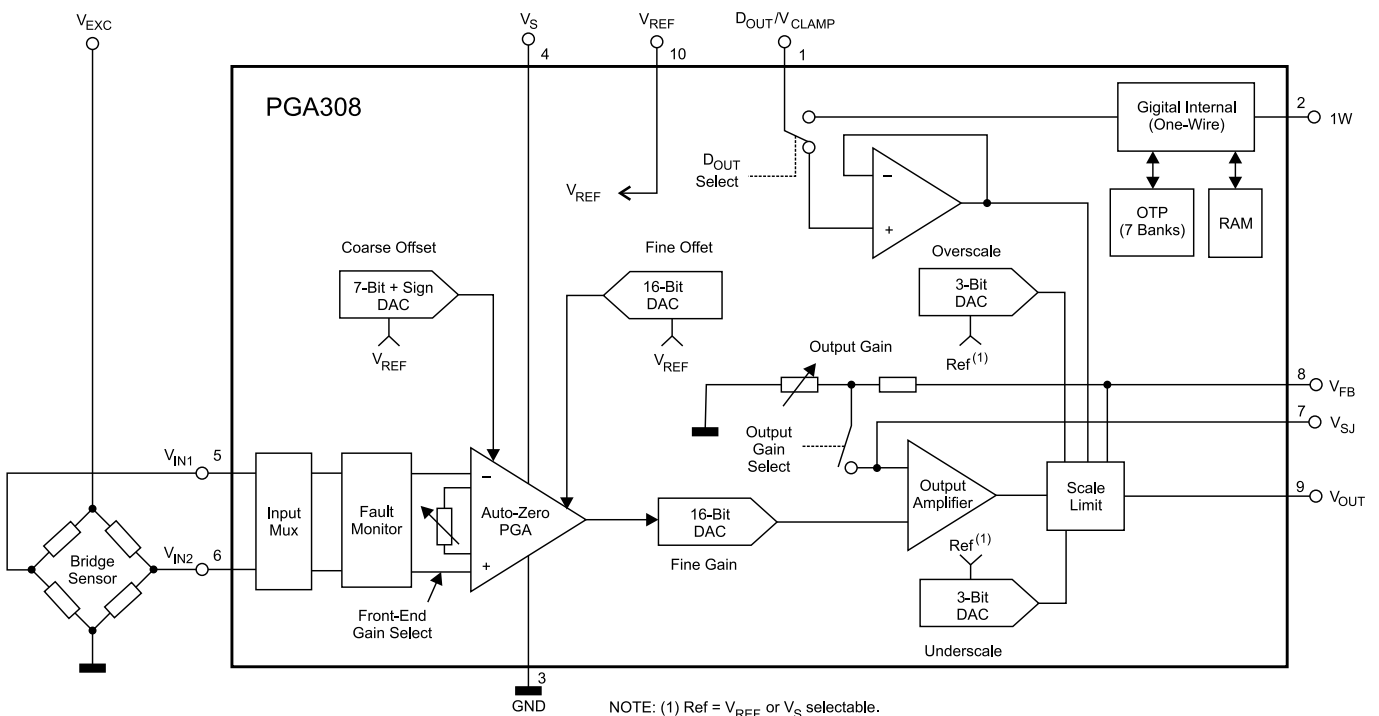
Rys. 4. Przykładowa aplikacja wzmacniacza PGA112/3

rów z przełącznikami. Schemat takiego obwodu przedstawiono na rys. 1. Poprzez załączanie rezystancji R1...4 kluczami S1...4 jest możliwe uzyskanie różnego wzmacnienia. Produkowane są wzmacniacze PGA o binarnych wartościach wzmacnienia, będących potęgami 2 (1, 2, 4, 8, 16, ...) i zakresach pomiarowych dobranych logarytmicznie (skala pomiarowa np. 1, 2, 5, 10, 50, 100). Jedną z firm produkującą wzmacniacze PGA jest Texas Instruments.

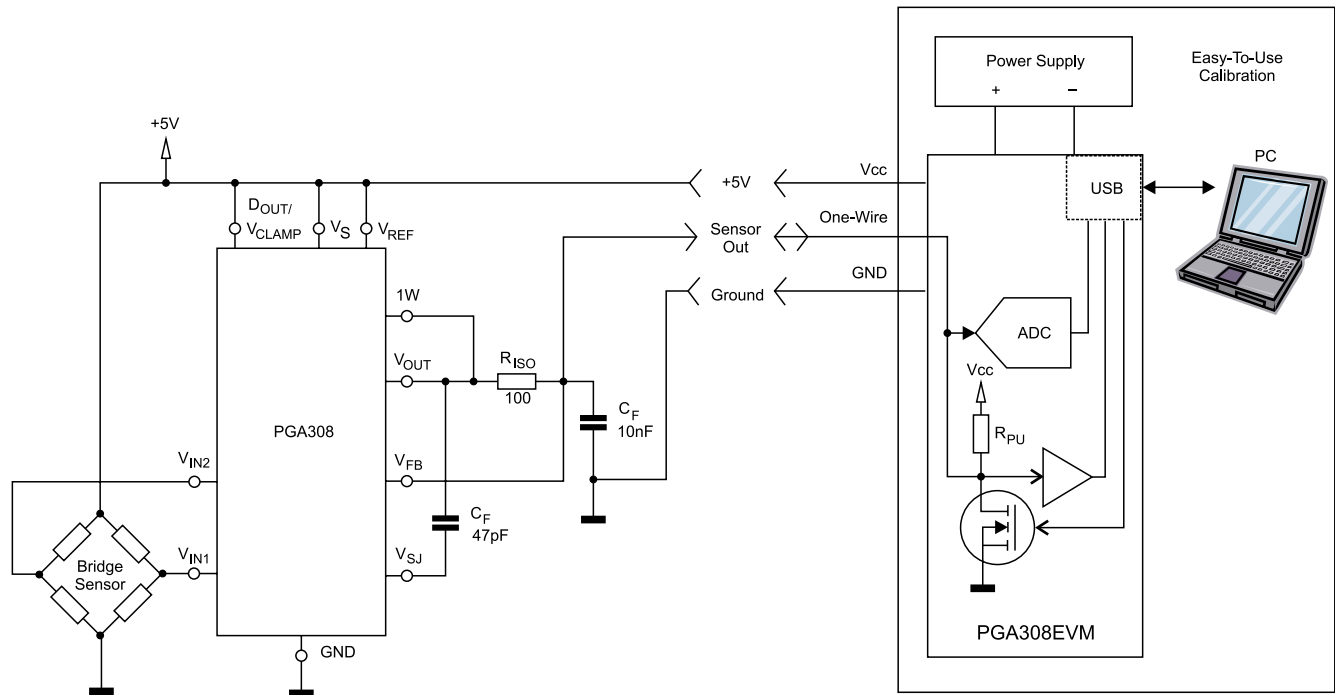
**PGA z oferty TI**

Pierwsze wzmacniacze PGA w ofercie firmy TI pochodzą jeszcze z firmy Burr Brown. Dlatego też w notach aplikacyjnych układów PGA103 i PGA20x jest logo firmy Burr Brown. Układy te mają kilka ustawień wzmacnienia, np. PGA103 ma trzy ustawienia (1, 10 i 100 V/V), a układy PGA20x cztery (w skali binarnej lub pomiarowej).

Nowszymi układami w ofercie tej firmy są układy oznaczone symbolami PGA11x.



Rys. 5. Schemat blokowy wzmacniacza pomiarowego PGA308



Rys. 6. Schemat aplikacyjny PGA308

### Wzmacniacze mostkowe

Układ PGA308 jest wzmacniaczem pomiarowym przeznaczonym do wzmacniania sygnału z czujników mostkowych. Układ służy do formowania mierzonego sygnału, w celu uzyskania jak największej rozdzielczości na przetworniku A/C. Ma on możliwość ustawienia zgrubnego (*coarse*) i dokładnego (*fine*) przesunięcia sygnału (*offset*) oraz wzmocnienia za pośrednictwem interfejsu *one-wire* (kompatybilnego z interfejsem UART). Zgrubna regulacja napięcia offsetu jest możliwa w zakresie  $\pm 100$  mV (z krokiem 1 mV) jest za pomocą 7-bitowego (oraz 1 bit znaku) przetwornika A/C, a dokładna w zakresie  $\pm 0,5 V_{REF}$  za pomocą przetwornika 16-bitowego (krok  $76 \mu V$  przy  $V_{REF} = 5 V$ ).

Interesującym rozwiązaniem jest możliwość transmisji każdej porcji danych z inną przepływnością (z zakresu 4,8...114 kb/s).

Głównym elementem toru pomiarowego jest wzmacniacz PGA o małym dryfcie temperaturowym i szumach. Jego wzmocnienie może być ustawiane w zakresie 4...1600 V/V. Dodatkowy wzmacniacz wyjściowy umożliwia wzmocnienie sygnału 2...4 krotnie. Na wejściu wzmacniacza znajduje się obwód umożliwiający dobranie współczynnika tłumienia sygnału w zakresie 0,33...1. Układ PGA308 ma również obwody odcinania zbyt wysokiego lub zbyt niskiego napięcia. Gdy mierzone napięcie jest zbyt wysokie lub zbyt niskie, napięcie wyjściowe utrzymuje wartość progową. W przypadku jego przekroczenia ustawiany jest odpowiedni bit w rejestrze błędów. Jest to jeden z kilku obwodów zabezpieczających. Pozostałe obwody pozwalają na wykrycie błędnego podłączenia mostka pomiarowego – jego zwarcia lub rozwarcia (przerwanie obwodu) oraz przekroczenia napięcia wspólnego wzmacniacza.

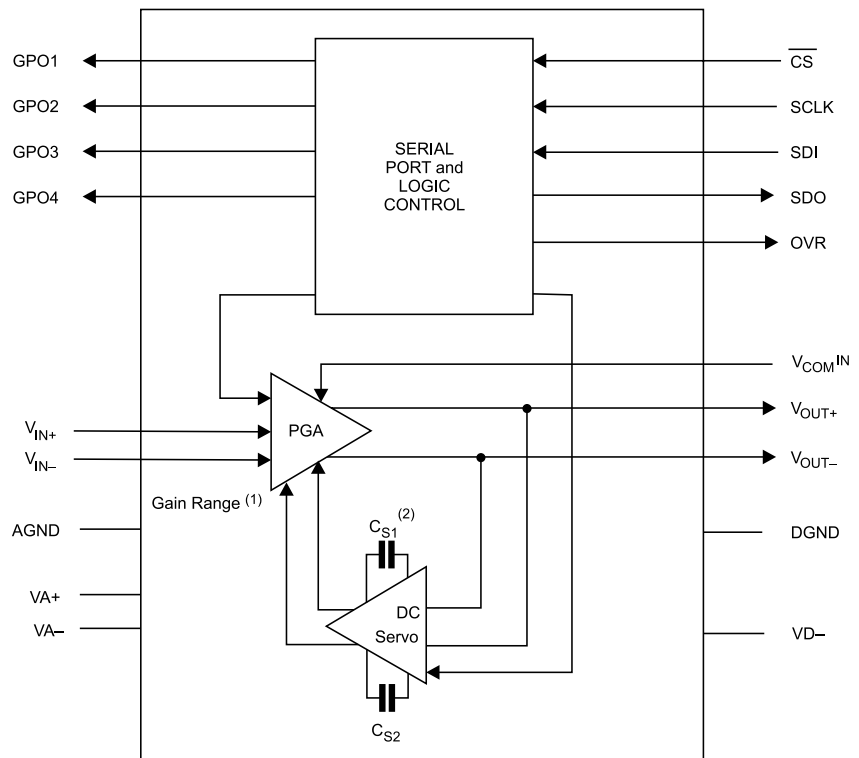
Wzmocniony i przesunięty sygnał jest podawany na końcówkę VOUT, do której może być dołączony przetwornik A/C.

Zazwyczaj do dołączenia zewnętrznego czujnika potrzebne są jedynie 3 końcówki: zasilania, masy i sygnału pomiarowego. Na rys. 6 przedstawiono typowy schemat aplikacyjny układu PGA308, w którym wykorzystywane są jedynie 3 sygnały pomiarowe. Proces kalibracji układu, zmiany nastaw wzmocnienia, odczytywanie błędów jest przeprowadzane za pośrednictwem interfejsu *one-wire* dołączanego do końcówki 1 W układu PGA308. Sygnał kon-

figurujący wzmacniacz może być przesyłany tą samą linią, co sygnał mierzony (końcówka 1 W połączona z końcówką VOUT).

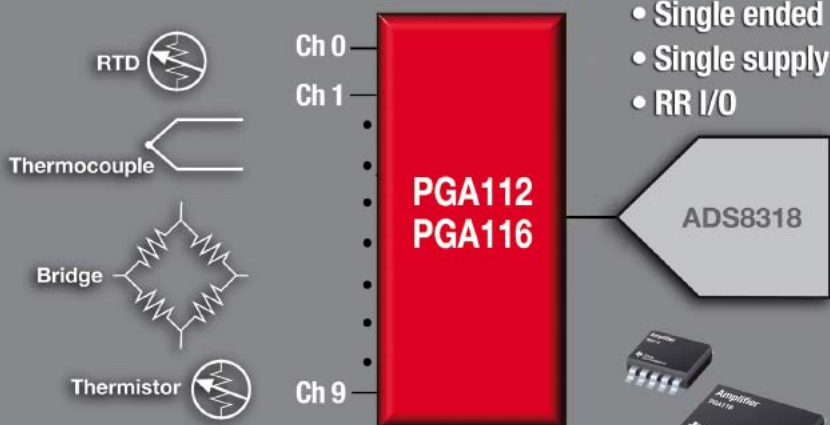
### Wzmacniacze audio

Wzmacniacze o programowalnym wzmocnieniu są stosowane również w aplikacjach audio. Przykładem jest przedwzmacniacz mikrofonowy PGA2505. Układ przeznaczony jest jako front-end wysokowydajnych przetworników A/C audio. Charakteryzuje się niskimi szumami, szerokim zakresem dynamicznym oraz wzmocnieniem



Rys. 7. Schemat blokowy wzmacniacza audio PGA2505

# Zero-Drift PGA with MUX



TEXAS INSTRUMENTS

sygnałów różnicowych. Zniekształcenia harmoniczne THD+N wynoszą zaledwie 0,0006% (przy wzmacnieniu 30 dB). Ma możliwość regulacji wzmacniania w zakresie 9...60 dB, ustawianym w krokach 3 dB. Dodatkowo układ ma cztery wyjścia cyfrowe, które mogą być użyte do sterowania np. przełącznikami lub przekaźnikami. Wzmoc-

nienie oraz inne funkcje układu są ustawiane za pomocą interfejsu SPI, co sprawia, że układy PGA2505 mogą być łączone kaskadowo. Możliwe jest więc sterowanie kilkoma układami jednocześnie. Na rys. 7 przedstawiono schemat blokowy tego układu.

**Maciej Gołaszewski, EP**  
[maciej.golaszewski@ep.com.pl](mailto:maciej.golaszewski@ep.com.pl)

R E K L A M A



„Na portalu *AutomatykaOnLine* znalazłem niezawodnych dostawców.”

[www.AutomatykaOnLine.pl](http://www.AutomatykaOnLine.pl)  
 WORTAL AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

**Wortal AutomatykaOnLine** jest źródłem cennych informacji z zakresu automatyki. Codziennie aktualizowane wiadomości gospodarcze. Nowinki techniczne. Baza wiarygodnych podwykonawców. Informacje o produktach. Ogłoszenia pracodawców i poszukujących pracy. Forum wymiany doświadczeń. Rozwiązania techniczne. *Twój partner w biznesie.*

Wortal AutomatykaOnLine  
 ul. Puławska 303, 02-785 Warszawa, tel./fax: 046 857 73 72, e-mail: [redakcja@automatykaonline.pl](mailto:redakcja@automatykaonline.pl)



[www.czujniki.pl](http://www.czujniki.pl)

## Czujniki do pomiaru wielkości geometrycznych:

- drogi potencjometryczne
- drogi linkowe
- drogi bezstykowe
- mikrometry, skanery profilu
- kąta (enkodery)
- odchylenia od pionu

## Czujniki siły

### Czujniki ciśnienia

- miniaturowe
- przemysłowe
- z wyświetlaczem

### Czujniki zbliżeniowe:

- indukcyjne
- fotoelektryczne
- światłowodowe
- pojemnościowe

## Czujniki i systemy bezstykowego pomiaru temperatury

## Czujniki koloru

P.PH. Wobit Witold Ober  
 Gruszkowa 4, 61-474 Poznań  
 tel. +48 61 835 06 20, +48 61 835 08 00  
 fax +48 61 835 07 04, +48 61 835 08 04  
 email: [wobit@wobit.com.pl](mailto:wobit@wobit.com.pl)