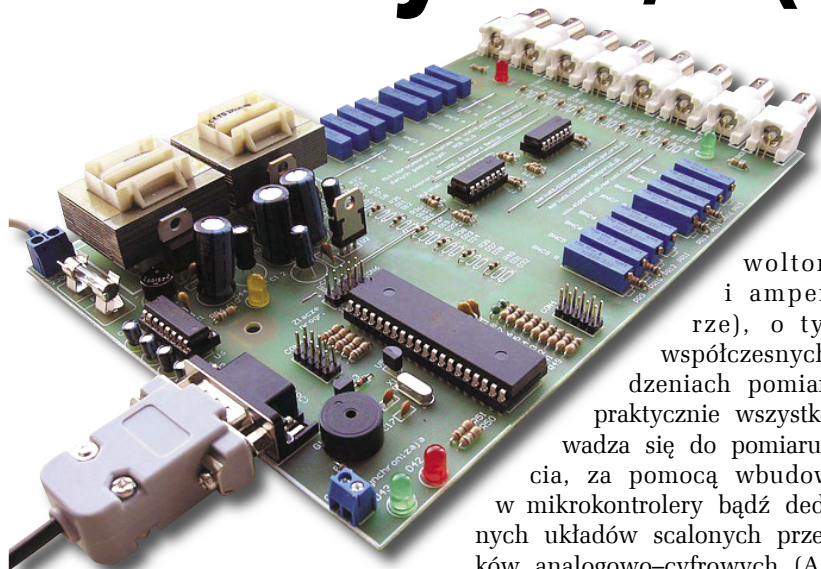


Wielokanałowy rejestrator danych pomiarowych A/C (1)

Mierniki uniwersalne – multimetry – stanowią (obok lutownicy i śrubokręta) podstawowe wyposażenie każdej pracowni elektronicznej. Czasem jednak okazują się niewystarczające, np. wtedy, gdy zachodzi potrzeba jednoczesnego pomiaru wielu zmieniających się w czasie napięć w różnych węzłach badanego układu. Opisana w artykule karta pomiarowa umożliwia pomiar napięć, ich rejestrację i wizualizację wyników na ekranie monitora. W pierwszej części zostanie opisana budowa urządzenia.

Rekomendacje:

Proste, ale w pełni funkcjonalne, wielokanałowe urządzenie pomiarowe – może wzbogacić wyposażenie pracowni elektronicznej.



Pomiary różnych parametrów elektrycznych stanowią codzienność każdego praktykującego elektronika. Z reguły mierzy się napięcie i prąd, jednak w wielu sytuacjach (tryb pomiaru pośredniego) mogą one reprezentować parametry nieelektryczne, np. temperaturę, ciśnienie, poziom oświetlenia, wilgotność i inne. O ile w przeszłości pomiar bezpośredni dotyczył tak napięcia, jak i prądu (analogowe

woltomierze i amperomierze), o tyle we współczesnych urządzeniach pomiarowych praktycznie wszystko sprowadza się do pomiaru napięcia, za pomocą wbudowanych w mikrokontrolery bądź dedykowanych układów scalonych przetworników analogowo-cyfrowych (A/C). Na podstawie zmierzonych napięć wyznacza się następnie (w trybie pośrednim) pozostałe wartości, tak elektryczne (np. prąd jako spadek napięcia na rezystancji), jak i nieelektryczne (np. temperaturę, czy wilgotność, za pomocą specjalizowanych przetworników).

Zaprezentowana w artykule karta pomiarowa stanowi uniwersalną platformę do wykonywania pomiarów i rejestracji sygnałów napięciowych wolnozmiennych z zakresu od -5 V do $+5\text{ V}$. Badany sygnał dla pojedynczego kanału może być próbkowany z częstotliwością do kilkunastu Hz, a zbierane dane pomiarowe będą przesyłane do komputera osobistego i prezentowane graficznie w stworzonej w tym celu aplikacji. Karta może okazać się użyteczna podczas uruchamiania, bądź naprawy urządzeń elektronicznych zarówno analogowych, jak i cyfrowych, sprawdzenia rzeczywistych przebiegów napięciowych wyznaczonych teoretycznie w symulacji programowej (np. w środowisku *PSpice*). Może też stanowić uniwersalny i prosty w zastosowaniu interfejs do podłączania wszelkiego rodzaju przetworników parametrów nieelektrycznych na elektryczne. Na przykład po podłączeniu ośmiu niezależnych liniowych przetworników temperatura – napięcie możemy uzyskać ośmikanalową stacją pomiaru temperatury z rejestracją mierzonych wartości i prezentacją wyników w postaci wykresów na komputerze osobistym.

AVT-5149

W ofercie AVT jest dostępna:
– [AVT-5149A] – płytką drukowaną

PODSTAWOWE PARAMETRY

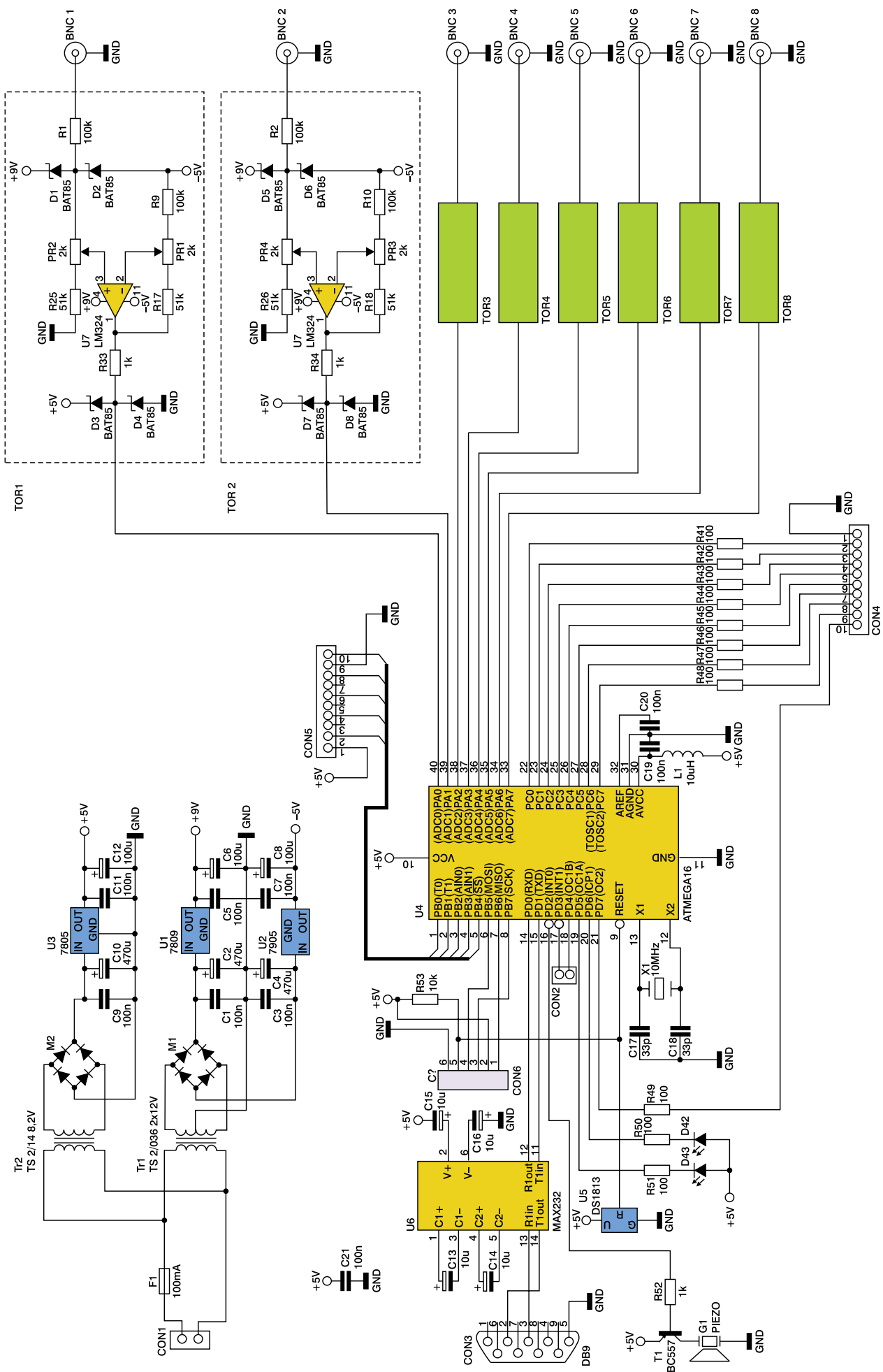
- Płytko o wymiarach 215x140 mm
- Zasilanie 230 VAC
- Zakres napięć pomiarowych: $-5\text{...}+5\text{ V}$
- Rozdzielczość przetwornika A/C: 10 bitów
- Maksymalna częstotliwość pomiaru: 10 Hz (większa częstotliwość możliwa po zmianie oprogramowania)
- Liczba wejść pomiarowych: 8 niezależnych (gniazda BNC)
- Taktowanie pomiarów: wewnętrzne (z aplikacji) lub zewnętrzne (z odpowiedniego wejścia)
- Rejestracja pomiarów na wykresach, zapis do pliku BMP, eksport wyników pomiarów do pliku tekstowego
- Śledzenie przebiegu transmisji (opcja logowania do pliku)
- Pauzowanie, wznawianie i zawieszanie rozpoczętego pomiaru



PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Miniaturowy przetwornik A/C	EP 8/1996	AVT-1085
Rejestrator przebiegu cyfrowego – przystawka do TV	EP 10/1999	AVT-831
Miniaturowy przetwornik A/C do PC	EP 8/2001	AVT-1315
Amatorski oscyloskop cyfrowy	EP 9/2003	AVT-527
Cyfrowy oscyloskop/analizator stanów logicznych	EP 10-11/2003	AVT-529
Prosty analizator stanów logicznych do PC-Simple LOGIC Analyzer(SLA)	EP 4/2005	AVT-389
Bezprzewodowy DAQ z interfejsem IrDA	EP 11/2006	AVT-954
Analizator stanów logicznych	EP 4/2007	AVT-976
Niezwykły oscyloskop cyfrowy	EdW 6/2007	AVT-2828
4-kanałowy rejestrator analogowy Velleman	EP 10/2005	---
Uniwersalny rejestrator danych	EdW 10/2007	---
Mikroprocesorowy rejestrator zdarzeń	EP 5/2008	---



Rys. 1. Schemat centralnej części układu

Opis układu

Schemat centralnej części rejestratora przedstawiono na **rys. 1**. Wykorzystano tu mikrokontroler AVR typu ATmega16 (U4). Zawiera on w swojej strukturze dwa ważne z punktu widzenia budowanego urządzenia układy: 10-bitowy przetwornik A/C multipleksowany pomiędzy 8 wyprowadzeń mikrokontrolera (wykorzystywany do pomiarów sygnałów analogowych) oraz sprzątkowy USART (*Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter*) – uniwersalny synchroniczny/asynchroniczny odbiornik/nadajnik odpowiedzialny za szeregową komunikację z innym urządzeniem (został wykorzystany do utworzenia portu w standardzie RS232 – wyprowadzenia 14 i 15 mikrokontrolera). Transmisja danych pomiędzy urządzeniem pomiarowym a komputerem osobistym zostanie omówiona w drugiej części artykułu. Układ MAX232 służy do konwersji napięć z poziomów TTL do poziomów obowiązujących w standardzie RS232 i został oznaczony na schemacie symbolem U6. Na schemacie znajduje się także układ taktowania mikrokontrolera (rezonator kwarcowy X1 oraz kondensatory C17, C18). Należy pamiętać, że mikrokontrolery ATmega mogą pracować z różnymi źródłami taktowania, i aby mikrokontroler mógł działać prawidłowo (albo w ogóle zadziałać), należy najpierw ustawić odpowiednio bity konfiguracyjne (*fuse bit*) odpowiedzialne za ustawienie częstotliwości oraz rodzaj zegara mikrokontrolera. Operacja ta zostanie szerzej omówiona w części poświęconej uruchomieniu urządzenia. Linie PA0...PA7, stanowią wejścia analogowe i prowadzą do multiplexera wchodzą-

cego w skład wewnętrznej struktury mikrokontrolera ATmega16. Napięcia ze złącz pomiarowych BNC1...BNC8, poprzez tory dopasowania napięciowego i multiplexer dołączane są kolejno do wewnętrznego przetwornika A/C mikrokontrolera, gdzie zostają przetworzone i ostatecznie wystawione na magistralę systemową.

Dla prawidłowego działania wewnętrznego przetwornika A/C wymagane jest odpowiednie podłączenie wyprowadzeń AVCC, AGND i VREF. Wyprowadzenie VREF służy do podłączenia napięcia odniesienia (referencyjnego) dla przetwornika A/C. Producent przewidział tutaj trzy możliwości. Źródłem napięcia odniesienia może być napięcie zasilania 5 V, napięcie z wewnętrznego źródła odniesienia 2,56 V oraz napięcie zewnętrzne podane na wejście AREF mikrokontrolera. Przetwornik jest zasilany napięciem podanym na linie AGND i AVCC mikrokontrolera. Powinno być ono dobrze filtrowane. Niezbędne jest, aby napięcie odniesienia było napięciem stałym, pozbawionym wyższych składowych częstotliwościowych i odpowiednio przefiltrowane w celu ich eliminacji. Wyprowadzenia MOSI (pin 6), MISO (pin 7) i SCK (pin 8) zostały doprowadzone do złącza CON6, które jest wykorzystywane do programowania w systemie (ISP – *In System Programming*).

Zastosowany mikrokontroler AVR posiada wewnętrzny układ zerowania (przerwanie Reset wykonywane jest po podłączeniu zasilania) i dla właściwej pracy mikrokontrolera z zapewnieniem prawidłowego startu wystarczy jedynie „podciągnięcie” za pośrednictwem rezystora (R53) wejścia RESET (pin 9)

do Vcc. Układ zaawansowanego zerowania – DS1813 (U5) jest opcjonalny i nie musi być montowany. Złącze CON2 (piny 17 i 18 mikrokontrolera) zostało przewidziane do taktowania pomiaru sygnałem zewnętrznym. Ponadto, iż karta będzie sterowana za pośrednictwem aplikacji uruchomionej na komputerze osobistym, przewidziano możliwość informowania użytkownika o stanie procesu pomiarowego za pośrednictwem dodatkowych elementów sprzątkowych, takich jak diody LED D42 i D43 (podłączone do wyprowadzeń mikrokontrolera, odpowiednio 20 i 19) oraz buzzer G1 z wewnętrznym generatorem, sterowany za pośrednictwem tranzystora T1 przez wyjście PD2 mikrokontrolera (pin 16). Pozostałe, niewykorzystane funkcjonalnie wyprowadzenia mikrokontrolera: PB0...PB4 (piny 1...5), PD7 (pin 21) oraz port C dołączono do złącz CON4 i CON5 w celu umożliwienia dalszej, wygodnej rozbudowy układu.

Większość mikrokontrolerów z rodziny AVR umożliwia bardzo wygodny tryb programowania szeregowego poprzez interfejs SPI (*Serial Peripheral Interface*). Dzięki możliwości programowania za pomocą interfejsu szeregowego stało się możliwe programowanie mikrokontrolerów w systemie przy użyciu specjalnego złącza ISP. Pozwala to na łatwą i szybką zmianę, bądź aktualizację programu mikrokontrolera, bez konieczności wyjmowania go z podstawki. Gniazdo programowania w systemie jest oznaczone na schemacie nazwą CON6. Schemat sygnałów wyprowadzonych na złącze jest zgodny z przyjętym, niepisany standardem dla gniazda 6-pinowego (goldpin 2x6). Na płytce rejestratora zastosowano złącza 10-pinowe ze względu na niedostępność na naszym rynku 6-pinowych wtyków żeńskich (na goldpiny), zaciskanych na taśmę. Pozostałe piny pozostawiono nie podłączone. Schemat sygnałów dostępnych na złączu programowania pokazano na **rys. 2**.

Wewnętrzne przetworniki A/C większości popularnych na rynku mikrokontrolerów, w tym w AVR, przystosowane są do pomiaru napięć zmiennych, niesymetrycznych (dodatkowych), nie przekraczających wartości napięcia Vcc. Budowana karta pomiarowa ma jednak w założeniu umożliwiać pomiar napięć w zakresie od -5 V do +5 V, konieczne więc było wprowadzenie układów dopasowania napięciowego. Umieszczono je pomię-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R16: 100 kΩ
R17...R32: 51 kΩ (47 kΩ)
R33...R40, R52: 1 kΩ
R41...R51, R55, R56...R61: 150 Ω
R53: 10 kΩ
R54: 360 Ω
PR1...PR16: 2 kΩ (3,9 kΩ)

Kondensatory

C1, C3, C5, C7, C9, C11, C19...C21: 100 nF
C2, C4, C10: 470 μF/25 V
C6, C8, C12: 100 μF/25 V
C13...C16: 10 μF/25 V
C17, C18: 33 pF
C22...C29: 47 n...100 nF

Półprzewodniki

D1...D32: BAT85
D33...D43, D46: LED 5 mm zielona
D44: LED 5 mm żółta
D45: LED 5 mm czerwona
M1, M2: mostek 1A

U1: 7809

U2: 7905

U3: 7805

U4: ATmega16

U5: DS1813

U6: MAX232

U7, U8: LM324

T1: BC557

Inne

L1: 10 μH

G1: Piezo z generatorem

X1: Rezonator kwarc. 16 MHz

F1: 100 mA + gniazdo

CON1: CON2 5 mm

CON2: CON2 3 mm

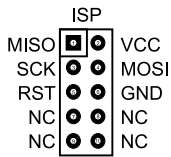
CON3: DB9M lutowane, kątowne

CON4...CON6: Goldpin 2x5

BNC1...BNC8: BNC

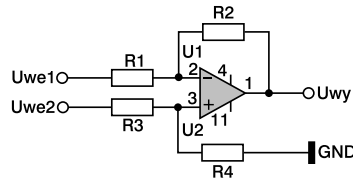
TR1: TS2/036

TR2: TS2/14



Rys. 2. Opis wyprowadzeń złącza programowania w systemie (ISP)

dzy wejściami pomiarowymi rejestratora BNC1...BNC8 (gdzie dopuszczalne napięcia mieszczą się w zakresie -5 V do +5 V) a wejściami analogowymi mikrokontrolera (linie PA0...PA7) pracującego w zakresie napięć 0...5 V. Ponieważ istnieje 8 niezależnych wejść pomiarowych, w urządzeniu występuje 8 jednakowych torów. Funkcją pojedynczego toru dopasowania napięciowego jest przesunięcie poziomu zera o 5 V w kierunku napięć dodatnich oraz podział napięcia w stosunku 1:2. Takie zadanie spełnia wzmacniacz operacyjny w aplikacji wzmacniacza różnicowego. Wzmacniacz różnicowy daje na wyjściu sygnał odpowiadający różnicy napięć na wejściach. Wzmacniacz taki przenosi na wyjście różnicę napięć, a tłumy sygnał wspólny podawany jednocześnie na oba wejścia.



Rys. 3. Klasyczna aplikacja wzmacniacza różnicowego

Klasyczna aplikacja wzmacniacza różnicowego została pokazana na rys. 3.

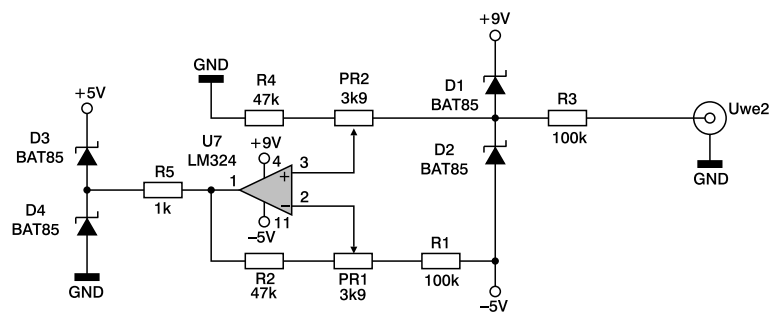
Jest to układ o symetrycznym wejściu i niesymetrycznym wyjściu. Przyjmując, że wzmacniacz operacyjny charakteryzuje się idealnymi właściwościami i oznaczając przez U_{we1} i U_{we2} napięcia na wejściu odwraca-

jącym i nieodwracającym, w stosunku do masy, można napisać równania bilansu prądów:

$$\frac{U_{we2} - U_2}{R_3} = \frac{U_2}{R_4} \quad (1.1)$$

$$\frac{U_{we1} - U_1}{R_1} = \frac{U_1 - U_{wy}}{R_2} \quad (1.2)$$

Przy bardzo dużym wzmocnieniu napięciowym wzmacniacza operacyjnego ($A_u \rightarrow \infty$), napięcie U_1 jest w przybliżeniu równe napięciu U_2 . Przekształcając powyższe równania i podstawiając $U_1 = U_2$ uzyskuje się wyrażenie na wartość napięcia wyjściowego:



Rys. 4. Schemat toru dopasowania napięciowego

R E K L A M A

wygodne rozwiązanie

ISO 9001:2000



SOWAR

kontraktowa produkcja elektroniczna

www.sowar.pl



Sterowniki w automatyce portal branżowy



- ♦ Aktualności z branży
- ♦ Kalendarz imprez
- ♦ Forum dyskusyjne
- ♦ Sklep <http://sklep.sterowniki.pl>
- ♦ Baza wiedzy
- ♦ Katalog firm
- ♦ Oferty pracy
- ♦ Kursy on-line
- ♦ Pliki
- ♦ Giełda

Sprzedaj nowe
i używane produkty

$$U_{wy} = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} \right) \frac{R_4}{R_1} U_{we2} - \frac{R_2}{R_1} U_{we1} \quad (1.3)$$

W większości przypadków we wzmacniaczu różnicowym stosuje się wartości rezystorów spełniające warunek

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3} \quad (1.4)$$

Napięcie wyjściowe jest wówczas proporcjonalne do różnicy napięć wejściowych:

$$U_{wy} = \frac{R_2}{R_1} (U_{we2} - U_{we1}) \quad (1.5)$$

W prezentowanym urządzeniu spełniono warunek 1.4 i przyjęto powyższy wzór na napięcie wyjściowe. Aby z przedziału napięć $-5...+5$ V uzyskać odpowiedni przedział $0...5$ V, należy nasz sygnał przesunąć o 5 V w stronę napięć dodatnich (uzyskamy przedział $0...10$ V), a następnie pomnożyć go przez współczynnik 0,5 (uzyskamy oczekiwany przedział $0...5$ V). W celu przesunięcia napięcia zasilania o 5 V w kierunku napięć dodatnich, przy założeniu, że U_{we2} jest naszym napięciem które chcemy zmierzyć za pomocą budowanego rejestratora, do napięcia U_{we2} należy dodać 5 V, czyli, zgodnie z zależnością 1.5, napięcie U_{we1} musi być równe -5 V. Następnie, w celu uzyskania warunku 1.4 równego 0,5, przyjęto kompromis pomiędzy pożądaną wysoką impedancją wejściową a odpowiednio dużym sygnałem dla prawidłowego wysterowania wzmacniacza operacyjnego i ustalono wartości rezystorów $R_2=R_4=50$ k Ω oraz $R_1=R_3=100$ k Ω . Diody Schottky'ego włączono do układu w celu ochrony zarówno mikrokontrolera, jak i samego wzmacniacza operacyjnego przed podaniem napięć spoza dozwolonego zakresu. Ponieważ wartość 50 k Ω nie występuje w szeregu E24, a także ze względu na potrzebę kalibracji każdego kanału pomiarowego, zastosowano w tym celu potencjometry precyzyjne (helitrim). Schemat toru dopasowania przedstawiono na rys. 4.

Rejestrator wymaga trzech napięć zasilania: napięcia stabilizowanego 5 V do zasilania mikrokontrolera oraz napięć 9 V i -5 V do zasilania wzmacniaczy operacyjnych użytych do realizacji torów dopasowania napięciowego. Aby maksymalnie uniezależnić napięcia części cyfrowej od części analogowej układu zastosowano dwa oddzielne, typowe i łatwo dostępne transformatory. Napięcie 5 V uzyskiwane jest z transformatora TR2 o symbolu TS2/14, który cechuje się następującymi parametrami uzwojenia wtórnego: napięcie znamionowe 8,2 V i prąd 0,22 A. Napięcie zmienne jest prostowane przez mostek prostowniczy M2, a tętnienia na jego wyjściu są filtrowane wstępnie przez kondensatory C9 i C10. Tak odfiltrowane napięcie zostaje podawane na stabilizator napięcia 5 V, a następnie na kondensatory C11 i C12 i zostaje rozproszane do odbiorników. Podobne zasady zastosowano przy realizacji napięć 9 V i -5 V. Napięcia te uzyskano stosując równie popularny i łatwo dostępny transformator (TR1) o symbolu TS2/036, 2x12 V i prądzie wyjściowym 0,09 A na każdym z uzwojeń wtórnych. Dalsza droga postępowania jest podobna jak w przypadku omówionego wcześniej zasilacza 5 V. Diody D44, D45, D46 sygnalizują obecność poszczególnych napięć, odpowiednio 5 V, 9 V i -5 V.

Mariusz Ciszewski
127007@student.pwr.wroc.pl