

**Najważniejsze parametry:**

- konwersja prądu z przedziału 4...20 mA na napięcie stałe w przedziale 0...10 V,
- prosta kalibracja,
- rezystancja wyjściowa: 100 Ω ,
- możliwość przystosowania wyjścia do standardu 0...5 V,
- zasilanie: 15...32 V DC, typowo 24 V DC,
- pobór prądu: około 20 mA.

*** Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB),
 - wersja [A] – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytkę drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja,
 - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

Projekty pokrewne na stronie www.ep.com.pl (aktywne linki do artykułów):

- Konwerter KF dla tunera RTL-SDR
- Konwerter S88 na S88N
- Konwerter poziomów 3,3/5 V z zasilaczem
- Konwerter USB/RS232 z izolacją galwaniczną
- Konwerter USB/UART w standardzie Grove
- Konwerter USB-C/RS485
- Dwukanałowy konwerter USB-C z układem FT232RL
- Konwerter USB/UART z ekstenderem

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
<http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl

W ofercie AVT*
AVT6073

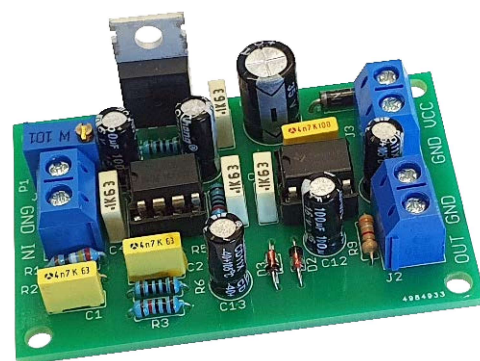
Konwerter 4...20 mA na 0...10 V

Analogowe standardy transmisji przemysłowej wciąż są stosowane, o czym świadczy szeroka gama odpowiednich czujników dostępnych na rynku. Również istniejące już systemy, które nadal pozostają w użyciu, wymagają niekiedy serwisu lub rozszerzenia o nowe sensory. Opisany w artykule konwerter pozwala na „przetłumaczenie” standardu pętli prądowej na wyjście napięciowe.

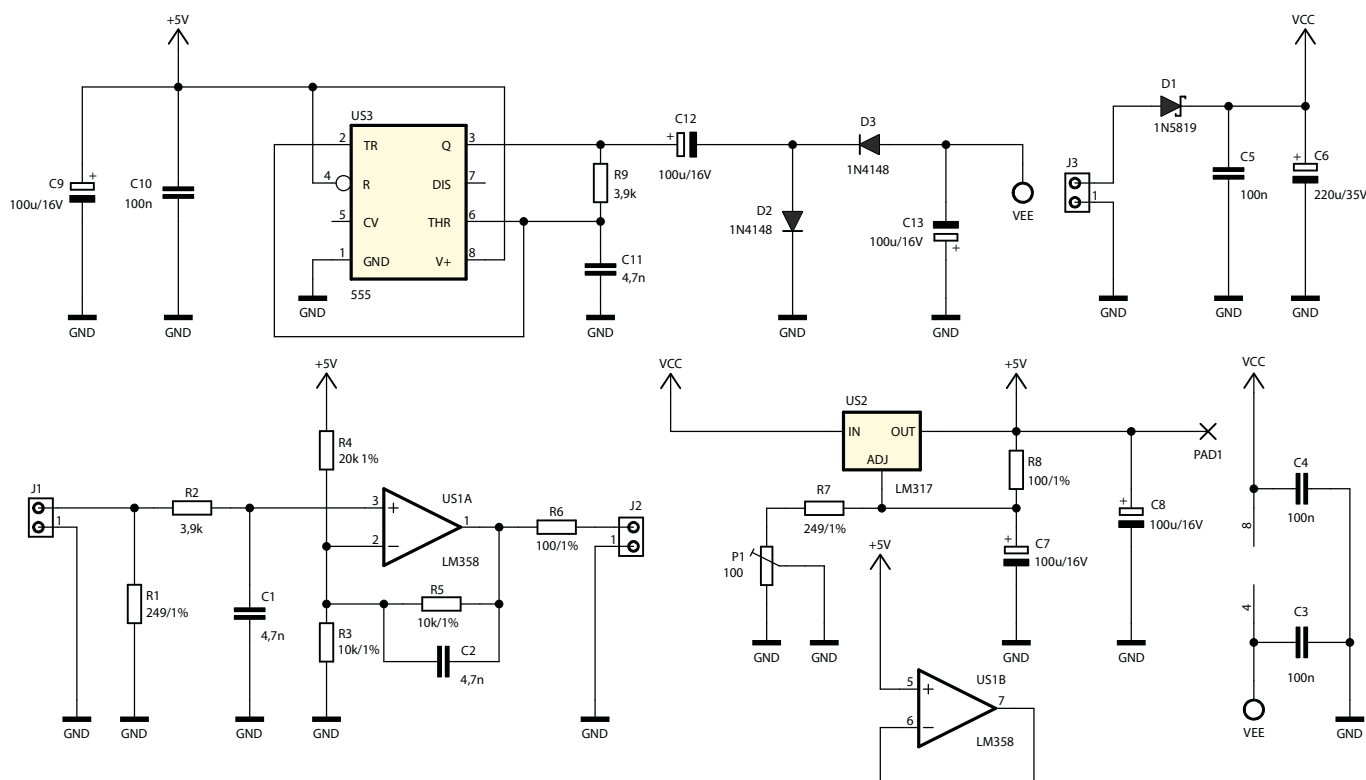
Konwersji prądu na napięcie najłatwiej można dokonać przy użyciu zwykłego rezystora, wówczas prawo Ohma „zrobi za nas resztę”. Niestety w przypadku standardu pętli prądowej 4...20 mA i typowej rezystancji obciążenia jej wyjścia, równej 250 Ω , uzyskamy napięcie stałe zmieniające się w przedziale 1...5 V. Taki zakres nie jest w pełni kompatybilny ze standardem 0...5 V ani tym bardziej z popularniejszym

w aplikacjach przemysłowych 0...10 V, ponieważ nie wykorzystuje pełnego zakresu przetwarzania oferowanego przez przetwornik ADC na wejściu PLC.

Dlatego trzeba ów rezystor „obudować” kawałkiem prostej i taniej elektroniki, aby móc liniowo przekonwertować wyjście pętli prądowej 4...20 mA na wyjście napięciowe 0...10 V. Warto zauważyć, że przerobienie wyjścia na zakres 0...5 V będzie już



niezwykle proste – wystarczy zwykły dzielnik rezystancyjny! Ale to nie wszystko, bowiem wymiana dwóch rezystorów również umożliwi przystosowanie tego układu do pracy ze standardem 0...5 V.



Rysunek 1. Schemat ideowy konwertera

Wykaz elementów:

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W, o ile nie napisano inaczej)
 R1, R7: 249 Ω 1% 0,6 W
 R2, R9: 3,9 kΩ
 R3: 10 kΩ 1% 0,6 W (opis w tekście)
 R4: 20 kΩ 1% 0,6 W (opis w tekście)
 R5: 10 kΩ 1% 0,6 W
 R6, R8: 100 Ω 1% 0,6 W
 P1: 100 Ω potencjometr montażowy (pionowy, 3296W)

Kondensatory:

C1, C2, C11: 4,7 nF (raster 5 mm, MKT)
 C3...C5, C10: 100 nF (raster 5 mm, MKT)
 C6: 220 μF 35 V (raster 3,5 mm)
 C7...C9, C12, C13: 100 μF/16 V (elektrolityczny THT, raster 2,5 mm)

Półprzewodniki:

D1: 1N5819

D2, D3: 1N4148

U1: LM358 (DIP8)

U2: LM317 (TO220)

U3: 555 (DIP8)

Pozostałe:

J1...J3: złącze śrubowe ARK2/500
 Dwie podstawki DIP8

Budowa

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Prąd wypływa z nadajnika pętli prądowej przepływa przez zaciski złącza J1 oraz rezystor R1, na którym wywołuje spadek napięcia, który następnie jest filtrowany dolnoprzepustowo przez prosty obwód składający się z rezystora R2 i kondensatora C1.

Wstępnie odfiltrowane napięcie stałe z przedziału 1...5 V musi zostać „przesunięte” i wzmacnione do zakresu 0...10 V. Służy do tego wzmacniacz nieodwracający zrealizowany na wzmacniaczu operacyjnym US1A, w którym wejście nieodwracające jest polaryzowane potencjałem pochodzącym z dzielnika napięciowego, składającego się z rezystorów R3 i R4. Jednocześnie wzmacnienie owego wzmacniacza ustalone jest przez rezystor R5 i wypadkową rezystancję wyjściową dzielnika R3+R4. Kondensator C2 ogranicza pasmo przeniesienia omawianego wzmacniacza, przez co zmniejsza wartość skuteczną napięcia szumów na wyjściu. Rezystor R6, połączony szeregowo z wyjściem wzmacniacza operacyjnego US1A, ma za zadanie zapobiec jego wzbudzeniu przy sterowaniu obciążenia o charakterze silnie pojemnościowym, np. długiego przewodu ekranowanego.

Rezystor R2 nie tylko współtworzy filtr dolnoprzepustowy, ale stanowi również kompensację prądu polaryzującego bazę tranzystora wejściowego we wzmacniaczu US1A. Wypadkowa rezystancja obwodu zasilającego jego wejście odwracające wynosi 4 kΩ. Z kolei wejście nieodwracające „widzi” połączone szeregowo rezystory R1 i R2, ponieważ rezystancja wewnętrzna źródła prądu (nadajnika pętli prądowej) jest bardzo wysoka. Teoretycznie rzecz ujmując, R2 powinien mieć rezystancję 3751 Ω, ale znajdującą się w szeregu wartość 3,9 kΩ z dobrym przybliżeniem sprawdzi się w tym miejscu.

Do prawidłowej pracy wyżej opisanego wzmacniacza potrzebne jest napięcie referencyjne równe 5 V. Zdecydowałem się użyć w tym miejscu popularnego stabilizatora typu LM317, w układzie umożliwiającym regulację napięcia wyjściowego w niewielkim zakresie przy użyciu potencjometru wieloobrotowego. W ten sposób można uzyskać napięcie 5 V, niezależnie od rozrzutów wartości rezystorów, jak i źródła napięcia odniesienia zawartego w strukturze LM317. Przy okazji z wyjścia tak powstałego stabilizatora

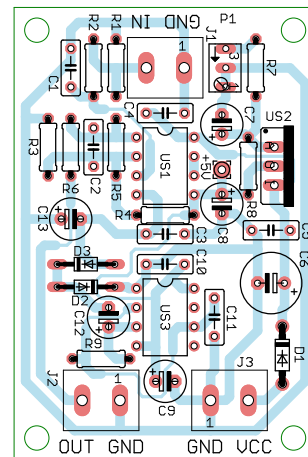
można pobierać prąd o nieco większym natężeniu, co jest przydatne do zasilania całego układu. Kondensator C7 zmniejsza tętnienia napięcia wyjściowego poprzez poprawę współczynnika tłumienia tętnień (PSRR).

Układ LM358 może teoretycznie pracować przy asymetrycznym zasilaniu, jednak pojawia się wtedy problem z uzyskaniem zerowego napięcia na wyjściu. Aby poprawić parametry urządzenia w zakresie niskich napięć wyjściowych, do układu dodany został prosty generator napięcia ujemnego. Znany, popularny i nadal lubiany układ typu 555 pracuje w roli generatora astabilnego o wypełnieniu impulsów wyjściowych około 50%. Z uwagi na maksymalne napięcie zasilania równe 18 V jest on zasilany przez opisany już wcześniej stabilizator. Wyjście tego układu czasowego steruje prostym, diodowo-kondensatorowym odwracaczem napięcia, dając napięcie wyjściowe na poziomie około -3 V. To niewiele, ale w pełni wystarczy do poprawienia pracy układu LM358 przy niskimysterowaniu wyjścia.

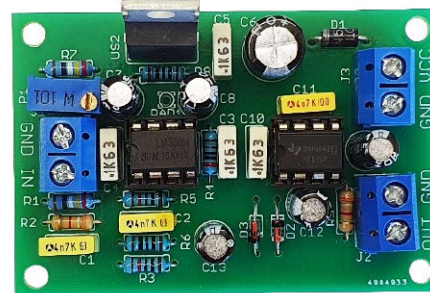
Układ LM358 zawiera w swojej strukturze dwa wzmacniacze operacyjne. Drugi, nieużywany wzmacniacz został połączony jako wtórnik napięciowy, którego wejście spolaryzowano potencjałem 5 V z wyjścia stabilizatora. Teoretycznie można byłoby zrealizować na nim generator astabilny, pozbywając się dodatkowego układu 555, ale wiąże się z tym dwa problemy: pierwszy wynika z faktu, że układ ten zasilałby... sam siebie, gdyż ujemne napięcie przezeń wytworzone miałyby trafiać na ujemną linię zasilającą tegoż układu – a to mogłoby powodować problemy ze wzbudzeniem generatora. Po drugie, impulsy wytwarzane w jednej części struktury krzemowej mogłyby przenikać do sąsiedniej, realizującej wzmacniacz napięciowy. Dlatego zdecydowałem się na użycie całkiem oddzielnej kostki do realizacji zasilacza napięcia ujemnego, kosztem nawet niewielkiej rozbudowy układu.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 60 mm×40 mm (**rysunek 2**). W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm.



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki



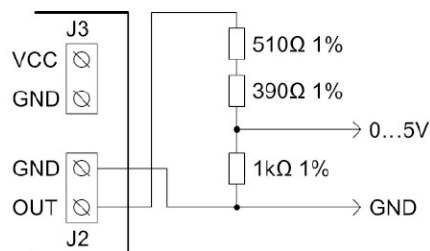
Fotografia 1. Zmontowany układ prototypowy

Montaż proponuję przeprowadzić w sposób typowy, czyli rozpoczynając od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, w tym wypadku rezystorów i diod półprzewodnikowych. Pod układy scalone w obudowach DIP8 proponuję zastosować podstawki, aby ułatwić ich wymianę w razie uszkodzenia. Zmontowany układ można zobaczyć na **fotografii 1**.

Na etapie uruchamiania jest konieczne ustawienie napięcia referencyjnego 5 V przy użyciu potencjometru P1. W tym celu należy podłączyć zasilanie do zacisków złącza J3 – powinno to być napięcie stałe z przedziału 15...32 V, dobrze filtrowane z tętnień, choć niekoniecznie stabilizowane. Można do tego użyć napięcia 24 V, którym często są zasilane sterowniki PLC i ich czujniki. Dolny limit dopuszczalnego napięcia zasilania wynika z konieczności zapewnienia prawidłowej pracy stopnia wyjściowego wzmacniacza operacyjnego przy napięciu wyjściowym równym 10 V, zaś maksymalna – z wytrzymałości elementów.

Po zasileniu układu należy włączyć woltomierz o możliwie wysokiej dokładności pomiędzy masę układu (zacisk GND) a pole lutownicze PAD1 i tak ustawić potencjometr P1, by wskazywane przez przyrząd napięcie było równe 5 V. Ma to wpływ na błąd późniejszego przetwarzania prądu na napięcie, więc im dokładniej ten etap zostanie wykonany, tym lepiej dla późniejszego działania układu. Zamiast podłączać końcówkę woltomierza do pola PAD1, można również przytknąć ją do metalowej wkładki chłodzącej układu US2 – znajduje się ona na tym samym potencjale, a jest znacznie lepiej dostępna.

Poprawnie wyregulowany układ jest gotowy do działania. Wejściem układu są zaciski złącza J1, do którego należy podłączyć wyjście nadajnika pętli prądowej. Na zaciskach złącza J2 dostępne jest napięcie liniowo odwzorowujące wejściowy prąd (ze stosownym offsetem): prądowi 4 mA odpowiada napięcie 0 V, zaś prądowi 20 mA – napięcie 10 V. Jeżeli wejściowy prąd jest niższy niż 4 mA (na przykład po rozwarciu pętli prądowej), napięcie wyjściowe staje się ujemne, jednak nie niższe niż około -2 V. Rezystor wyjściowy R6 może w tej sytuacji ograniczyć



Rysunek 3. Przykład podłączenia dzielnika napięcia w celu uzyskania zakresu napięcia wyjściowego 0...5 V

prąd płynący przez diody zabezpieczające wejście następnego stopnia.

Rezystancja wyjściowa równa nieco ponad 100 Ω powinna być uwzględniona na etapie dokonywania połączeń, bowiem zbyt niska rezystancja wejściowa układu mierzącego to napięcie może wprowadzać zafałszowanie wyniku. Typowe sterowniki PLC mają rezystancję wejściową równą 100 kΩ, więc rezystor R6 wprowadzi tu niezauważalnie mały błąd – większy będzie wynikał ze zwykłego rozrzutu elementów. Ale rezystor R6 powinien zostać uwzględniony również przy tworzeniu dzielnika napięciowego w celu uzyskania kompatybilności z standardem 0...5 V (rysunek 3). Zaproponowane wartości elementów zapewniają równy podział

napięcia przez 2, ponieważ „górną” gałąź owego dzielnika zawiera rezystory o wypadkowej rezystancji mniejszej o 100 Ω od „dolnej” gałęzi. Rezystancja wyjściowa takiego tworzywności zastosowań, na przykład do sprzęgnięcia z wejściem przetwornika analogowo-cyfrowego mikrokontrolera. Można też dokonać innej modyfikacji tego układu. Aby jego wyjście napięciowe zmieniało się w granicach 0...5 V, wystarczy wymienić rezystory R3 i R4 na 30 kΩ o tolerancji 1%. Wówczas rezystancja wyjściowa będzie wciąż na poziomie 100 Ω.

Układ LM317 nie wymaga radiatora. Maksymalna moc tracona w jego strukturze nie powinna przekraczać wartości około 0,5 W, z czym obudowa TO220 poradzi sobie doskonale. Jedynie w sytuacji, kiedy układ byłby zamknięty w szczelnej i ciasnej obudowie, mogłoby być przydatne wlutowanie tego stabilizatora na dłuższych nóżkach i przykręcenie doń radiatora, ponieważ w takich warunkach sama metalowa wkładka może okazać się niewystarczająca. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza pracy przy wyższym napięciu zasilającym, to jest 24 V lub więcej.

Michał Kurzela, EP

REKLAMA

Pobierz bezpłatnie multimedialne dodatki do tego wydania „Elektroniki Praktycznej”

Projekty, miniprojekty, materiały do artykułów i kursów oraz wiele innych!



Kupiłeś magazyn w Ulubionym Kiosku lub masz prenumeratę? Multimedialne dodatki będą odblokowane automatycznie!



Zakupiłeś czasopismo u zewnętrznego dystrybutora? Odblokuj bibliotekę multimedialną samodzielnie.

Szczegóły na UlubionyKiosk.pl/media