

ResMet 1.0

© 2016 by RomanWorkshop

<http://romanworkshop.blutu.pl/>

Przystawka do pomiaru małych rezystancji



Jest to prosta przystawka pasująca do większości multimetrów cyfrowych, która pozwala mierzyć małe rezystancje (<100 omów) z rozdzielczością 0.01 oma. Zasilą się ją stabilizowanym napięciem $V_{cc}=4-9V$, pochodzącym z zasilacza lub baterii. Zakres możliwej do zmierzenia rezystancji, zależy tylko od zakresu pomiarowego i rozdzielczości miliwoltomierza napięcia stałego w danym multimetrze. Obecnie produkowane multimetry najczęściej mają zakresy pomiarowe 200/400/600 mV z rozdzielczością 0.1 mV, które pozwalają mierzyć rezystancję do 20/40/60 omów z rozdzielczością 0.01 oma.

Większość multimetrów do pomiaru rezystancji na zakresie 200/400/600 omów używa prądu stałego I_x o wartości 1 mA, który przepływa przez badaną rezystancję R_x . Podczas przepływu tego prądu na rezystancji R_x występuje napięcie V_x , które jest wprost proporcjonalne do wartości tej rezystancji, co wynika z prawa Ohma: $V_x = R_x \cdot I_x$ [V], $R_x = V_x / I_x$ [Ohm]. Następnie napięcie V_x jest mierzone przez miliwoltomierz w gniazdach "V/Ohm" i "COM" multimetru. Ponieważ napięcie V_x jest mierzone właśnie w tych punktach, a prąd pomiarowy I_x płynie również przez przewody pomiarowe multimetru, to ich rezystancja R_p też jest mierzona ($R_m = R_p + R_x$).

Zwiększenie rozdzielczości pomiaru rezystancji na najniższym zakresie można uzyskać w multimetrze dwoma sposobami. Pierwszy to użycie miliwoltomierza ze zwiększoną do 0.01 mV rozdzielczością pomiarową, co niestety nie jest łatwe i rzadko stosowane w praktyce. Drugi sposób to zwiększenie prądu pomiarowego I_x i takie rozwiązanie wykorzystuje ta przystawka. Nie jest on stosowany w fabrycznych multimetrach uniwersalnych, ponieważ w większości zastosowań nie jest konieczny tak dokładny pomiar rezystancji z rozdzielczością 0.01 oma, a poza tym prąd pomiarowy $I_x=10$ mA znacznie skracałby czas pracy multimetru na baterii.

Na przykład: przy miliwoltomierzu mierzącym napięcie V_x do 200.0 mV i prądzie pomiarowym $I_x=1$ mA, maksymalna możliwa do zmierzenia rezystancja R_x wynosi: $R_x = V_x / I_x$, $R_x = 0.2V / 0.001A$, $R_x = 200$ omów z rozdzielczością 0.1 oma. Po zwiększeniu 10x prądu I_x do 10 mA, maksymalna wartość mierzonej rezystancji R_x zmniejszy się 10x do 20 omów, ale zwiększy się 10x rozdzielczość pomiaru do 0.01 oma. Analogicznie przy prądzie $I_x=100$ mA można mierzyć rezystancję R_x do 2 omów z rozdzielczością 0.001 oma, ale w praktyce taka dokładność rzadko kiedy jest potrzebna.

Sercem przystawki jest popularny stabilizator napięcia LM1117, który pracuje jako źródło prądowe. Stała wartość prądu wyjściowego I_{out} , zależy od napięcia referencyjnego V_{ref} układu LM1117 oraz od rezystancji R_z , włączonej między jego wyprowadzenia ADJ i OUT. Wartość tego prądu można obliczyć ze wzoru: $I_{out} = V_{ref} / R_z$ [A].

Napięcie referencyjne V_{ref} , zależy od egzemplarza układu LM1117 i wynosi 1.225-1.27V, zwykle jest to 1.25V. Rezystor R_1 wraz z połączonymi równolegle rezystorami R_2-R_5 , tworzą rezystancję zastępczą $R_z=124-126.25$ omów (uwzględniając 1% tolerancję rezystorów), zwykle jest to 125 omów. Dzięki temu prąd wyjściowy I_{out} wynosi 9.7-10.24 mA (uwzględniając zakres V_{ref} i 1% tolerancję rezystorów), zwykle jest to wartość bardzo zbliżona do 10 mA. Dokładność pomiarów badanej rezystancji R_x , zależy głównie od wartości tego prądu (idealna to $I_{out}=10.00$ mA), ale także od dokładności pomiarowej samego miliwoltomierza w multimetrze.

Prąd wyjściowy I_{out} przystawki można zmierzyć, ustawiając multimetr na zakres miliamperomierza prądu stałego 20/40/60 mA (w multimetrze automatycznym wystarczy tylko wybrać taki tryb pracy,

a on sam ustawi odpowiedni zakres pomiarowy). Następnie wkładamy przystawkę do gniazd pomiarowych miliamperomierza w multimetrze (wtyczkę CON1/VOLT do gniazda "mA", a CON2/COM do gniazda "COM") i włączamy napięcie zasilania Vcc.

W przystawce zastosowałem dwie wtyczki i dwa gniazda typu banan. Wtyczki bananowe CON1 i CON2 (z odkręconą rozetką) łączą przystawkę z gniazdami pomiarowymi multimetru. Wkłada się je od strony druku tak, aby wystawały ponad warstwę miedzi i lutuje do niej. Gniazda bananowe CON3 i CON4 (montażowe bez obudowy, o długości 17 mm), służą do podłączenia przewodów pomiarowych multimetru lub bezpośrednio badanej rezystancji Rx. Wkłada się je od strony druku tak, aby wystawały gwintem ponad górną warstwę płytki i lutuje do warstwy miedzi. Przed lutowaniem gniazd i wtyczek w miejscach, które będą cynowane trzeba usunąć (np. nożykiem) cienką warstwę metalu, aby cyna łatwiej do nich przywierała.

Płytką drukowaną posiada dwa otwory montażowe do przylutowania wtyczki CON1/VOLT, którą umieszcza się tylko w jednym z nich. Jest to spowodowane tym, że najprostsze multimetry (np. UNIT M-830B) mają inny rozstaw gniazd pomiarowych wynoszący 12 mm, niż bardziej rozbudowane multimetry (np. UNIT M890G lub UT70B), w których rozstaw tych gniazd jest większy i wynosi 19 mm. W zależności od używanego multimetru wtyczkę CON1/VOLT, należy umieścić w odpowiednim otworze montażowym.

Po zmontowaniu układu w typowej kolejności (najpierw elementy SMD) i upewnieniu się o braku zwarców, przystawkę można podłączyć do multimetru. Najpierw ustawiamy go na zakres miliwoltomierza napięcia stałego 200/400/600 mV (w multimetrze automatycznym tylko wybieramy taki tryb pracy, a on sam ustawi odpowiedni zakres pomiarowy). Następnie wkładamy przystawkę do gniazd pomiarowych woltomierza w multimetrze (wtyczkę CON1/VOLT do gniazda "V/Ohm", a CON2/COM do gniazda "COM") i włączamy napięcie zasilania Vcc.

Przy rozwartych gniazdach pomiarowych Rx, napięcie wyjściowe Vout z przystawki wynosi w przybliżeniu $V_{out} = V_{cc} - 0.5$ [V], a prąd Icc pobierany przez przystawkę jest bardzo mały i ma wartość poniżej 1 uA. Ponieważ minimalne napięcie zasilania $V_{cc} = 4V$, to minimalne napięcie wyjściowe Vout będzie wynosić ok. 3.5V. Dzięki temu zwykły multimetr pokaże przepełnienie zakresu pomiarowego "mV", a multimetr automatyczny przełączy się na wyższy zakres.

Po dołączeniu do gniazd pomiarowych Rx badanej rezystancji (<100 omów), napięcie wyjściowe Vout z przystawki jest wprost proporcjonalne do wartości tej rezystancji ($0.1 \text{ mV} = 0.01 \text{ oma}$), a prąd Icc pobierany przez przystawkę wynosi ok. 10 mA.

Układ zmontowałem na płytce jednostronnej o wymiarach 29x29 mm. Jako małą ciekawostkę dodam, że płytkę prototypową wykonałem bez trawienia (mini wiertarką z małym frezem).

Spis elementów:

REZYSTORY:

R1-R5 - 100 Ω /1%

UKŁADY SCALONE:

U1 - LM1117 (SOT-223)

ZŁĄCZA:

CON1, CON2 - wtyczka typu BANAN z odkręconą rozetką

CON3, CON4 - gniazdo typu BANAN montażowe, o długości 17 mm

CON5 - goldpin 2x1 (męskie)



