

Inteligentny tester kabli

Do czego to służy?

Przedstawione proste urządzenie służy do sprawdzania ciągłości kabli i przewodów.

Zazwyczaj do takiego celu używane są omomierze, mierniki uniwersalne pracujące w charakterze omomierzy lub proste sygnalizatory zawierające baterię i brzęczyk piezo.

Pomiar z użyciem sygnału dźwiękowego ma ogromne zalety, bo nie wymaga odczytywania żadnych wartości ze skali miernika. Przy swych wielu zaletach, proste próbki z brzęczykiem często zawodzą. Także pomiar omomierzem na jednym zakresie może niestety wprowadzić w błąd.

Zdarza się bowiem, że między żyłami zamkniętego kabla występuje nie zwarcie, tylko pewna upływność. Omomierz wykaże między takimi żyłami oporność od kilkudziesięciu kiloomów do kilku megomów. Czasem taką upływność można spokojnie pominąć i nie przejmować się jej obecnością. Ale nie zawsze – są sytuacje, gdy kabel nie może mieć żadnej upływności dla prądu stałego, bo zafalszuje to na przykład sygnał przesyłany takim kablem.

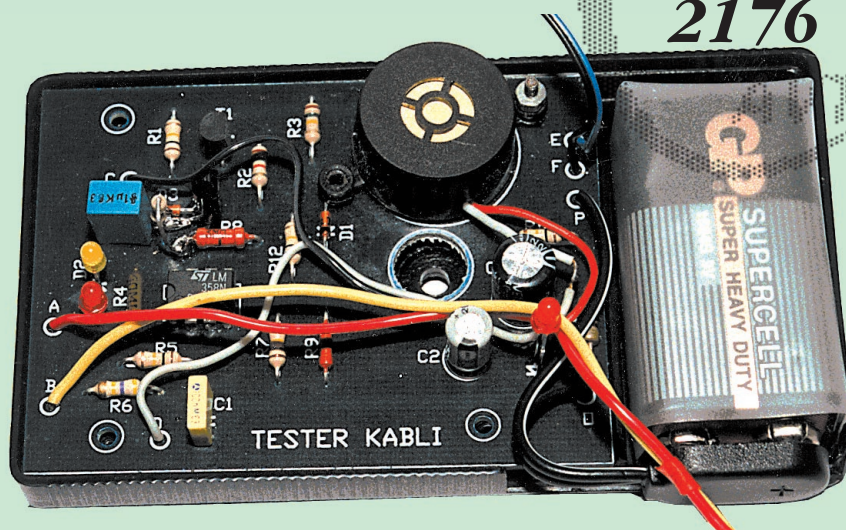
Z drugiej strony zdarza się, że odcinek przewodu nie jest przerwany, ale wykazuje rezystancję większą niż powinien. Rezystancja wynosi kilka...kilkadziesiąt omów zamiast 0,1...1 oma. Bardzo często winę za to ponoszą złącza: wszelkie wtyki i gniazda. Jeszcze częściej występuje okresowy brak styku – mówi się, że kabel trzeszczy. Znów najczęstszą przyczyną są złącza niezbyt dobrej jakości. Wszyscy ci, którzy mają lub mieli okazję pracować przy kablach potwierdzą, jak wielkie znaczenie mają dobre złącza.

Początkujący elektronicy zapewne nie czują wagi problemu. Przykładowo podczas montażu wtyczki typu „duży Jack” (czytaj duży dżek) wszystko wygląda dobrze i nic nie zapowiada kłopotów. Po kilku miesiącach czy latach używania kabla okazuje się jednak, iż nitowane połączenie we wtyku trochę się poluzowało, zaśniedziało, i co jakiś czas traci dobry styk. Słyszalnym efektem braku dobrego styku są trzaski i szum.

Po lekkim nawet poruszeniu wtyku, na jakiś czas wszystko wraca do normy. Za jakiś czas problem się powtarza. I występuje coraz częściej.

Próba pomiaru takiego kabla zwykłym omomierzem zazwyczaj nie daje rezultatu, bo omomierz nie jest w stanie wykryć krótkich, chwilowych przerw, jakie występują podczas poruszania takiego kabla lub wtyku.

Do wykrycia szkodliwych zjawisk jakie zdarzają się w kablach potrzebny byłby tester, który jednocześnie, bez zmiany zakresu pomiaru, wykrywałby trzy sytuacje:



1. Upływność między żyłami (kilkanaście do kilkuset kiloomów)
2. Zwiększenie rezystancji żyły (powyżej na przykład 1...10Ω)
3. Występowanie krótkich przerw (trząskówek) podczas poruszania kabla i złącz

Układ opisany w artykule wykrywa wszystkie te zjawiska i sygnalizuje je odpowiednim dźwiękiem.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1.

Układ zasilany jest z baterii 9V typu 6F22 (zakres napięć zasilania wynosi 6...15V). Dla zmniejszenia poboru prądu kontrolka zasilania (D4) zaświeca się po włączeniu zasilania tylko na chwilę. Pobór prądu w spoczynku jest mniejszy niż 1mA, natomiast podczas pracy wzrasta do kilku miliamperów, zależnie od wartości badanej rezystancji Rx.

Brzęczyk piezo Y1 (zawierający generator) pełni rolę sygnalizatora akustycznego. Brzęczyk ten odzywa się w dwóch sytuacjach: gdy jest zasilony z układu U1A przez diody D2, D5, lub gdy jest zasilony z układu U1B przez tranzystor T2 i diodę D3. Jak nietrudno zauważyć, układ U1A jest w rzeczywistości generatorem przebiegu prostokątnego, o częstotliwości wyznaczonej głównie wartościami elementów R6, C1. Częstotliwość ta wynosi kilka herców i powoduje przerywaną pracę brzęczyka Y1.

Generator z układem U1A nie pracuje ciągle, a jedynie wtedy, gdy przewodzi tranzystor T1. Gdy tranzystor T1 jest zatkaany, napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego jest równe potencjałowi masy i napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego też jest bliskie potencjałowi masy. Aby zapobiec wzbudzeniu się drgań w takich nietypowych warunkach pracy kostki U1A, wprowadzo-

no rezystor R4. Dzięki niemu, w czasie, gdy tranzystor T1 nie przewodzi, sygnalizator Y1 jest wyłączony. Gdy tranzystor T1 zacznie przewodzić, uruchamia generator U1A i brzęczyk daje przerywany sygnał.

Należy zauważyć, że tranzystor T1 nie przewodzi, gdy do punktów A i B nie jest dołączona zewnętrzna rezystancja Rx. Gdy taka rezystancja zostanie dołączona, wtedy przez rezystor R2 zaczyna płynąć prąd. Teraz wszystko zależy od rezystancji R1. Gdy napięcie na tej rezystancji nie przekracza 0,55...0,6V, to tranzystor T1 nie przewodzi – między jego emiterem a bazą nie płynie prąd. Gdy napięcie na rezystorze R1 zacznie przekroczyć wspomniane 0,6V, prąd popłynie przez obwód bazy tego tranzystora i zostanie uruchomiony generator U1A – dźwięk brzęczyka piezo będzie przerywany w takt pracy generatora U1A.

Jak z tego widać, wartość rezystora R1 wyznacza próg czułości przy wykrywaniu upływności. Tranzystor T1 otworzy się przy prądzie płynącym między punktami A, B (i przez rezystory R2 i R1) wynoszącym mniej więcej:

$$I = 0,6V / R1$$

Dla rezystora R1 o wartości 100kΩ będzie to mniej więcej 6μA.

Przy zasilaniu układu baterią 9-woltową prąd taki popłynie przy całkowitej rezystancji R1 + R2 + Rx wynoszącej

$$R_{tot} = 9V / 6\mu A = 1,5M\Omega$$

Rezystancje R2 można spokojnie pominąć. Tym samym opisany układ będzie sygnalizował dźwiękiem przerywanym obecność między punktami A, B rezystancji mniejszej niż 1,4MΩ, czyli upływność. Przy rezystancjach większych niż 1,4MΩ, co można traktować jako brak upływności, brzęczyk będzie wyłączony.

Krótko mówiąc dźwięk przerywany sygnalizuje wystąpienie upływności między żyłami kabla.

Natomiast przy badaniu ciągłości jednej żyły ten sam tester, bez żadnych przełączników zakresu czułości powinien zasygnalizować prawidłową rezystancję badanej żyły.

Zadanie to realizuje układ U1B pracujący jako komparator. W układzie komparatora wprowadzono niewielką histerezę z pomocą rezystora R8, ale to nie ma istotnego znaczenia dla pracy układu.

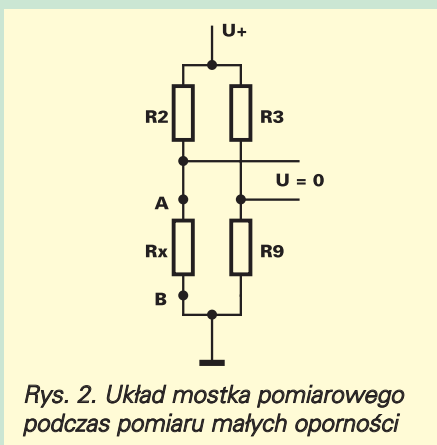
Dzielnik rezystorowy R3, R9 ustala na nóżce 5 układu U1B napięcie wynoszące około 22mV.

Gdy napięcie na nóżce 6 (wejście odwracające) będzie wyższe niż te 22mV, wtedy na wyjściu układu U1B (nóżka 7) napięcie będzie bliskie masy. Przez tranzystor T2 i diodę D3 nie będzie płynął prąd.

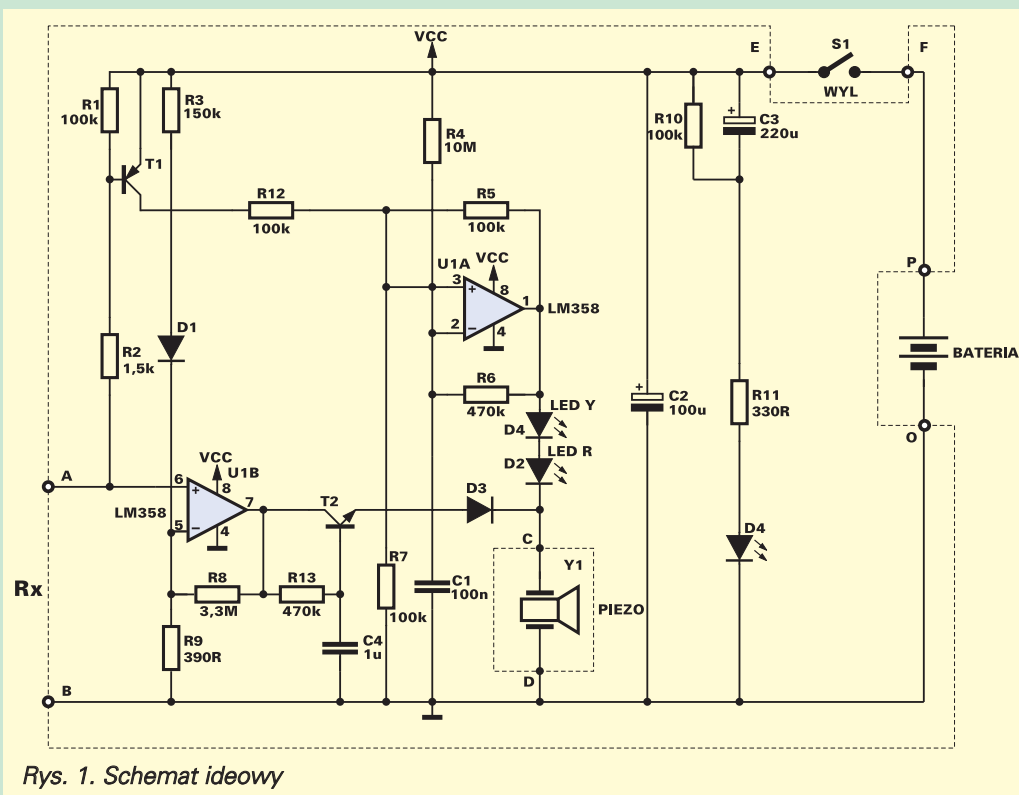
Jeśli jednak napięcie w punkcie A, czyli na wejściu odwracającym komparatora, będzie mniejsze niż te 22mV, to na wyjściu układu U1B pojawi się napięcie bliskie plusa zasilania. Napięcie to pojawi się na stałe, prąd popłynie przez tranzystor T2 i diodę D3. Tym samym brzęczyk Y1, który wcześniej był zasilany sygnałem pulsującym z kostki U1A przez diody D2, D5, teraz zostanie zasilony napięciem ciągłym.

Tym samym dźwięk brzęczyka będzie ciągły jedynie wtedy, gdy napięcie między punktami A i B będzie mniejsze niż 22mV. Jak łatwo obliczyć, taka sytuacja mieć będzie miejsce tylko wtedy, gdy rezystancja Rx będzie mniejsza niż 4 omy.

Wnikliwi Czytelnicy zauważyli już zapewne, że celowo dodano tu diodę D1. Dla tak małych rezystancjach Rx prawie cały prąd gałęzi z rezystorami Rx, R2 będzie płynął nie przez rezystor R1, tylko przez złącze emiter-baza tranzystora T1. Dioda D1 niejako kompensuje spadek napięcia na wspomnianym złączu i w efekcie układ zachowuje się jak mostek, pokazany na rysunku 2.



Rys. 2. Układ mostka pomiarowego podczas pomiaru małych oporności



Rys. 1. Schemat ideowy

Dla takiego mostka łatwo obliczyć progową rezystancję Rx:

$$R_x = R_2 \cdot R_9 / R_3$$

Właśnie stąd biorą się te 4 omy (ściślej 3,9Ω). Ponieważ autorzy artykułu często w praktyce mają do czynienia z dość długimi kablami, właśnie taka rezystancja progowa wydaje się optymalna. Oczywiście próg czułości można zmieniać. Przy sprawdzaniu długich kabli, gdy dopuszczalna rezystancja, przy której tester powinien jeszcze wydawać dźwięk ciągły, ma być większa niż 4 omy, należy odpowiednio zwiększać rezystancję R9. Natomiast aby obniżyć próg do powiedzmy 1 oma, nie należy zmniejszać rezystancji R9 do 100Ω, tylko zmniejszyć do na przykład 200Ω i zmniejszyć wartość R2 do powiedzmy 750Ω. Co prawda zmniejszenie R2 zwiększy to pobór prądu przy pomiarze (w spoczynku będzie taki sam), ale nie można przesadzić ze zmniejszaniem R9 i tym samym napięcia na tej rezystancji. Trzeba pamiętać, że wzmacniacz operacyjny ma jakieś wejściowe napięcie nierównoważenia, wynoszące do kilku miliwoltów (wg katalogu typowo ±2mV, maksymalnie do ±7mV).

Na marginesie trzeba dodać, że ze względu na pracę w zakresie napięć wejściowych bliskich ujemnego napięcia zasilania, w układzie musi pracować kostka LM358, a nie nadają się tu układy TL082, TL062, TL072 czy NE5532.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze obecność elementów R13, C4 i T2. Jak się można domyślać, służą one do wykrywania trząsek i krótkich przerw. Jeśli styk jest dobry, a przejście pewne, wtedy na

wyjściu komparatora U1B stale panuje napięcie bliskie napięciu zasilającemu. Gdy zdarzają się chwilowe przerwy, napięcie wyjściowe spada na chwilę do poziomu masy. W tych chwilach kondensator C4 będzie się szybko rozładowywał przez... uwaga: złącze baza-kolektor tranzystora T2, które w tych momentach pełnić będzie po prostu rolę diody. Te krótkie szpilki zdążą w krótkim czasie rozładować w sumie niewielką pojemność C4 przez małą rezystancję wyjścia wzmacniacza operacyjnego U1B i wspomniane złącze baza-kolektor. Rozładowanie kondensatora C4 będzie więc szybkie, natomiast ładowanie będzie nieporównanie wolniejsze, bo będzie następować przez rezystor R13 o znacznej wartości. W efekcie, jeśli podczas poruszania przewodem lub wtykiem pojawiają się krótkie przerwy, czyli trzeszczenie styku, kondensator C4 będzie szybko rozładowywany, a wolno ładowany, napięcie na nim będzie bliskie masy – tym samym tranzystor T2 nie będzie otwarty i brzęczyk nie będzie zasilany ciągłym napięciem. Będzie wydawał dźwięk przerywany, w rytm generatora U1A.

Tu słowo wyjaśnienia o roli diod D2 i D5. Są to diody LED, ale nie mają pełnić roli wskaźników świetlnych (choć w zasadzie nic nie stoi na przeszkodzie), tylko pełnią rolę diody Zenera. Zamiast nich można zastosować „zenerkę” na 3,9V, ale włączoną w obwód odwrotnie (o 180°C). Chodzi o to, że generator pracuje także wtedy, gdy badana rezystancja kabla ma znikomą wartość. Brzęczyk powinien wtedy dawać sygnał ciągły.

c.d. na str. 89

Inteligentny tester kabli, c.d. ze str. 64

Niestety, wskutek zastosowania rezystora R13 o dużej wartości, na tranzystorze T2 występuje spadek napięcia i bez diod D2, D5 także przy Rx=0 dźwięk brzęczyka byłby lekko pulsujący. Aby całkowicie wyeliminować to pulsowanie trzeba zastosować diody D2 i D5. W modelu jest to jedna dioda czerwona, druga żółta. Dzięki spadkowi napięcia około 1,6V+2,2V. To całkowicie wystarcza, by zlikwidować jakiegokolwiek pulsowanie dźwięku brzęczyka podczas zwarcia punktów A, B. W układzie modelowym jako tranzystor T2 zastosowano BC548 z grupy wzmacnienia prądowego B. W zestawie

AVT-2176 dla bezpieczeństwa stosowany będzie tranzystor o jeszcze większym wzmacnieniu, to znaczy z grupy C.

Montaż i uruchomienie

Tester można zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 3**. Wymiary płytki przystosowane są do umieszczenia w typowej obudowie KM-26.

Układ nie zawiera żadnych elementów, szczególnie wrażliwych na uszkodzenie. Zmontowany ze sprawnych elementów od razu pracuje poprawnie.

Obsługa testera jest następująca: tuż po dołączeniu badanego przewodu (o prawidłowej, małej rezystancji) do punktów A, B słychać dźwięk przerywany, który w ciągu około pół sekundy przechodzi w dźwięk ciągły. Jeśli potem w czasie poruszania przewodem lub wtykiem pojawi się choć na sekundę dźwięk przerywany, znaczy to, że kabel ma skłonności do trzasków i należy starannie sprawdzić wtyki.

Przy badaniu izolacji brzęczyk nie powinien się odzywać. Jeśli tester milczy, znaczy to że

Wykaz elementów

Rezystory

- R1, R5, R7, R10, R12: 100kΩ
- R2: 1,5kΩ
- R3: 150kΩ
- R4: 10MΩ
- R6, R13: 470kΩ
- R8: 3,3MΩ
- R9, R11: 390Ω

Kondensatory

- C1: 100nF
- C2: 100μF/16V
- C3: 220μF/16V
- C4: 1μF stały (MKF, MKSE)

Półprzewodniki

- D1, D3: 1N4148
- D2: LED 3mm żółta
- D4: LED 3mm zielona
- D5: LED 3mm czerwona
- T1: BC558B
- T2: BC548C
- U1: LM358

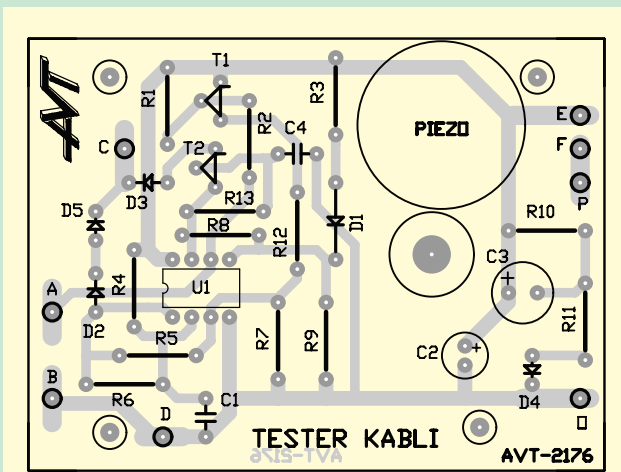
Pozostałe

- Y1: brzęczyk piezo z generatorem np. PCA-06
- S1: wyłącznik
- obudowa KM-26 (wchodzi w skład kitu AVT-2176)

upływność jest nie gorsza niż 1,5MΩ. Jeśli słychać dźwięk przerywany, upływność jest znaczna (od kilku omów do 1,5MΩ), natomiast dźwięk ciągły sygnalizuje pełne zwarcie.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2176.



Rys. 3. Schemat montażowy

Przełącznik zmierny, c.d. ze str. 62

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 4**. Montaż jest klasyczny, nie powinien sprawić żadnych kłopotów. Układ scalony należy wlotować lub włożyć do podstawki na samym końcu.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania, a jedyną wymaganą regulacją jest ustawienie progu zadziałania za pomocą potencjometru.

Uwaga! Układ nie ma obwodów odizolowania galwanicznego i na jego elementach może wystąpić pełne napięcie sieci. Regulację potencjometru należy przeprowadzać po odłączeniu od sieci 220V obu punktów S, N.

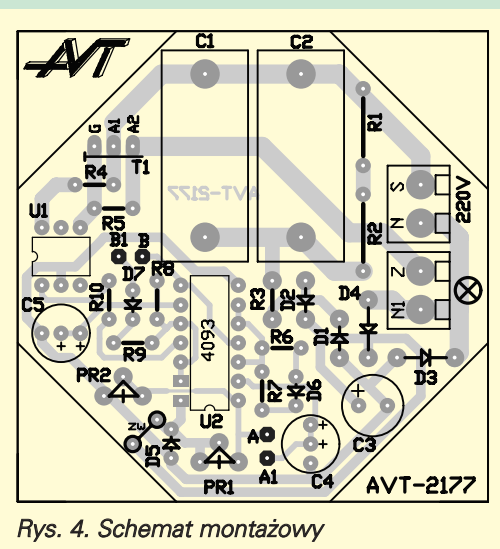
W zależności od potrzeb, można zmienić wartości kondensatorów C4 i C5. Należy jednak pamiętać, że przy pierwszym włączeniu, uzyskane czasy zazwyczaj będą krótsze ze względu na prąd upływu tych kondensatorów. Dlatego lepiej jest wcześniej,

przed zmontowaniem, zaformować kondensatory C4 i C5 włączając je na kilka godzin pod napięcie 12...15V.

Płytkę drukowaną ma takie wymiary, że po obcięciu rogów da się bez trudu umieścić w elektronicznej puszcze instalacyjnej. Fotoelement można wówczas wystawić na zewnątrz przez jeden z gumowych przepustów na kabel. W każdym przypadku należy zadbać o szczelność. Puszka instalacyjna w zasadzie zapewnia ochronę przed deszczem, ale samą płytkę po zmontowaniu też należy zabezpieczyć lakierem izolacyjnym lub zalewą silikonową. Jest to

ważna sprawa, ponieważ układ w wielu przypadkach będzie pracował na otwartym powietrzu i zabezpieczenie przed wilgocią jest absolutnie niezbędne.

Tylko dobre zabezpieczenie przed wilgocią zapewni długą i bezawaryjną



Rys. 4. Schemat montażowy

pracę urządzenia w różnych warunkach klimatycznych.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2177.

Uwaga!
W urzędzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia! Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić opisany układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych.