

Różnicowa sonda oscyloskopowa 1MHz

Ceny współczesnych oscyloskopów osiągnęły bardzo niski poziom. Niestety nie można tego powiedzieć o sondach różnicowych. W EdW 5/2019 opisano sondę o paśmie 20MHz. W niniejszym artykule dla mniej wymagających elektroników przedstawiam opis jeszcze tańszej sondy o paśmie 1MHz. Pasma 1MHz nie jest wartością wygórowaną, ale w wielu zastosowaniach wystarczającą.

Charakterystyka:

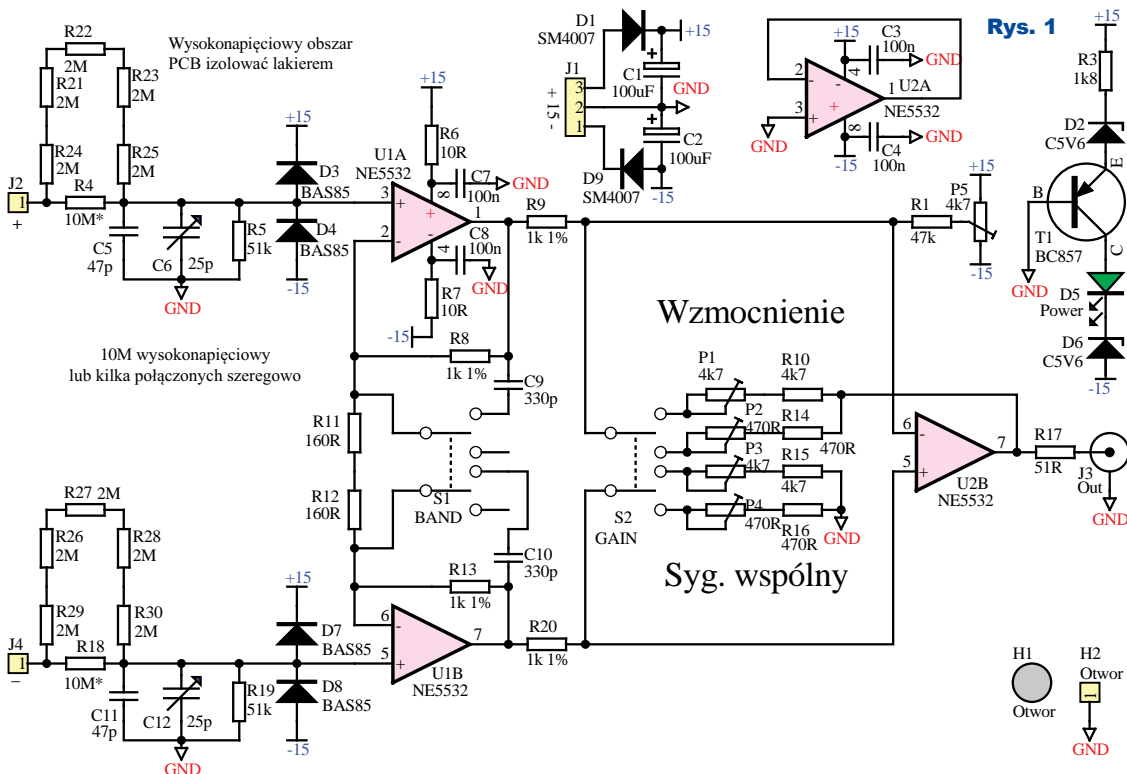
Tłumienie:	100:1 i 10:1
Maksymalne napięcie wejściowe:	± 1000V (wartość szczytowa)
Maksymalne napięcie wyjściowe:	± 10V (przy minimalnej impedancji zakończenia 1kΩ)
Rezystancja wejściowa:	
pomiędzy wejściami:	20MΩ
w stosunku do masy:	10MΩ
Tłumienie różnicowe:	-20dB / -40dB
Szerokość pasma:	100kHz
Tłumienie w trybie wspólnym:	55dB przy 6kHz, 35dB przy 600kHz
Zasilanie:	±12...±15V
Pobór prądu:	ok. 20mA

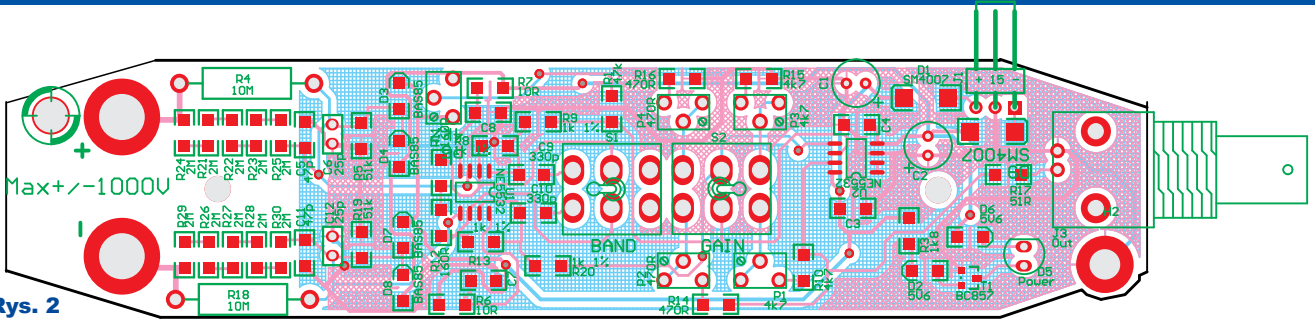
Opisywana sonda może być tanią alternatywą dla sond profesjonalnych. Niezbyt szerokie pasmo pozwala z powodzeniem badać magistrale różnicowe, takie jak RS485, RS422, CAN, DMX oraz (oczywiście przy

zachowaniu odpowiedniej ostrożności) badać przebiegi w sterowanych fazowo obwodach 230V. Uruchomienie sondy nie jest proste i wymaga trochę cierpliwości. Teoretycznie, według autora pierwowzoru („Elektronik

9/2010) pasmo sondy osiąga 1MHz. Czy jest ono osiągalne w praktyce? Na to pytanie można znaleźć odpowiedź w artykule, bez potrzeby budowania urządzenia.

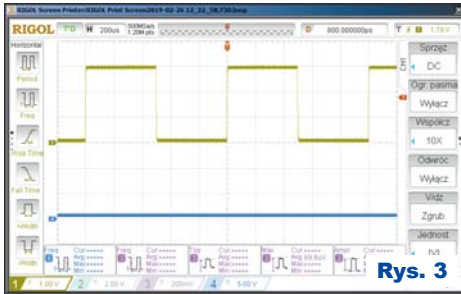
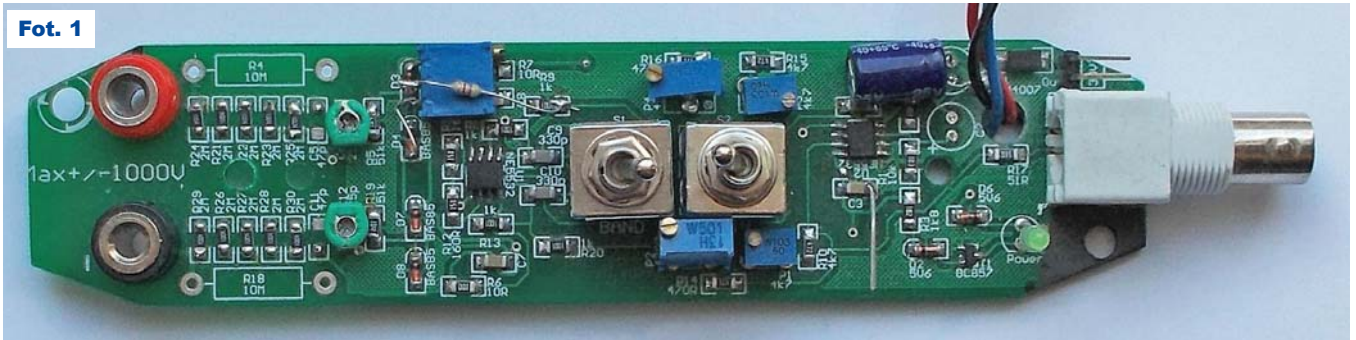
Sonda może oddać nieocenione usługi podczas uruchamiania wszelkich różnicowych linii transmisyjnych, dzięki czemu wystarczy jeden kanał oscyloskopu, a nie dwa. Ponadto napięcie wspólne linii może być stosunkowo wysokie bez wpływu na jakość oglądanego przebiegu. Kolejnym zastosowaniem jest badanie obwodów 230V w regulatorach fazowych. Wydawać by się mogło, że do tego wystarczy sonda wysokonapięciowa, ale ze względu na to, że przewód PE oscyloskopu jest najczęściej połączony z masą, użycie sondy wysokonapięciowej może powodować przedostawanie się zakłóceń, spowodowaną różnicą w poziomach napięć linii PE i N, a złe podłączenie doprowadzić do zwarcia.



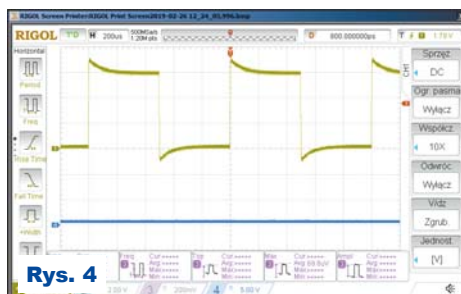


Rys. 2

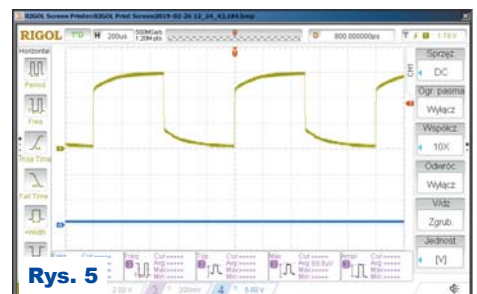
Fot. 1



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

Opis układu

Schemat ideowy sondy pokazany jest na rysunku 1. Układ zasilany jest z zasilacza symetrycznego $\pm 12 \dots 15V$ doprowadzonego do złącza J1. Diody D1 i D9 zabezpieczają układy scalone przed uszkodzeniem spowodowanym błędną polaryzacją napięcia zasilającego. C1, C2 filtrują napięcie zasilające podobnie jak C3 i C4. Napięcie zasilające U1 jest filtrowane z wykorzystaniem dolnoprzepustowego filtra RC zbudowanego z R6, C7 i R7, C8.

Badany przebieg trafia na dzielnik napięciowy złożony z rezystora $10M\Omega$ i $51k\Omega$. Rezystor $10M\Omega$ (można użyć $5M\Omega$, ograniczając maksymalne napięcie wejściowe sondy) musi być rezystorem wysokonapięciowym, można go też złożyć z pięciu rezystorów $2M\Omega$ połączonych szeregowo. Na płytce przewidziano obie opcje. Trymery C6,

C12 pozwalają na kompensację sondy dla przebiegów zmiennych. D2, D4, D7, D8 zabezpieczają wejścia wzmacniaczy przed zbyt wysokim napięciem. Bufory wzmacniacza różnicowego, o dużej rezystancji wejściowej zbudowanej na U1, umożliwiają ograniczenie pasma sondy do $500kHz$ za pomocą przełącznika S1. Wzmocnienie pierwszego stopnia ustalają rezystory sprzężenia zwrotnego R8, R11 i R13, D12. Wzmocnienie drugiego stopnia może być zmieniane przełącznikiem S2. Potencjometry w obwodzie sprzężenia zwrotnego pozwalają na kalibrację układu. Sygnał z wyjścia wzmacniacza, dopasowany rezystorem R17 do typowej impedancji kabla ekranowanego, jest wyprowadzony na złącze BNC J3. Obwód z tranzystorem T1 oraz diodami Zenera D2, D6 i diodą świecącą sygnalizują obecność napięcia zasilającego.

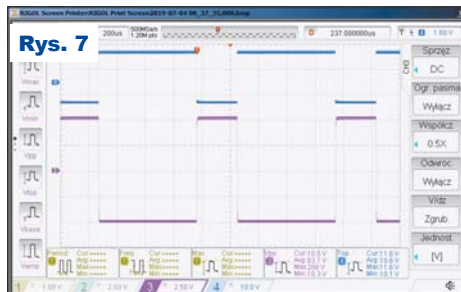
Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na rysunku 2. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Fotografia 1 pokazuje model.

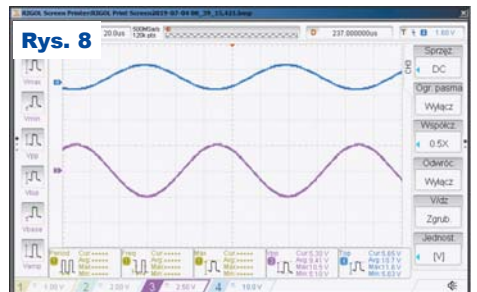
Sondę po zbudowaniu należy skalibrować. W pierwszym kroku wszystkie potencjometry ustawiamy w środkowe położenia, dotyczy to zwłaszcza P5. Następnie, po podaniu wymaganego napięcia zasilającego i podłączeniu wyjścia sondy do oscyloskopu, na wejście J2 należy podać przebieg prostokątny $1 \dots 10kHz$ o amplitudzie $10 \dots 20V$, J3 zewrzeć z masą. Badając przebieg na wyjściu sondy, trymerem C6, skompensować wejście. Dla uzyskania poprawnego przebiegu konieczne może być skorygowanie wartości C5. Rysunek 3 pokazuje oscylogram



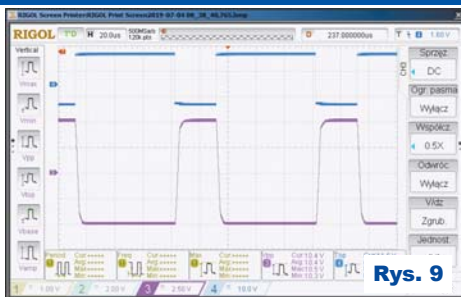
Rys. 6



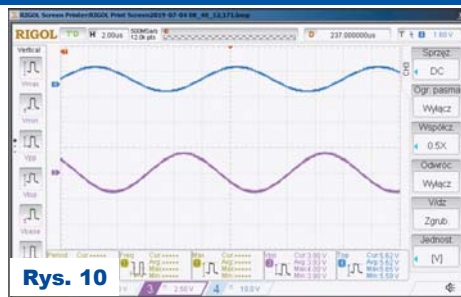
Rys. 7



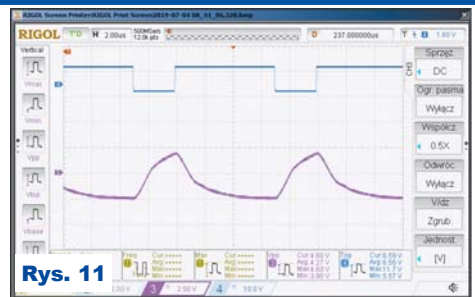
Rys. 8



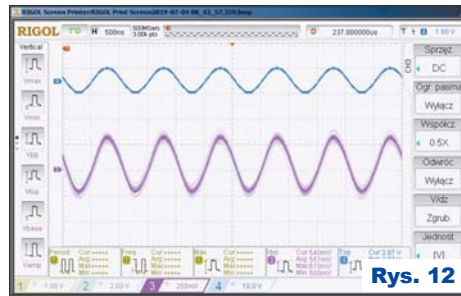
Rys. 9



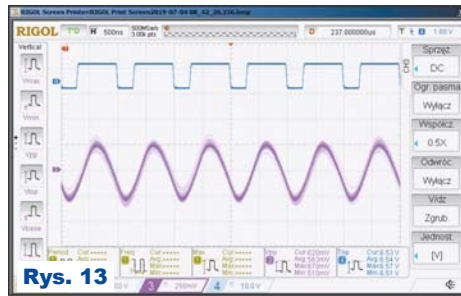
Rys. 10



Rys. 11



Rys. 12



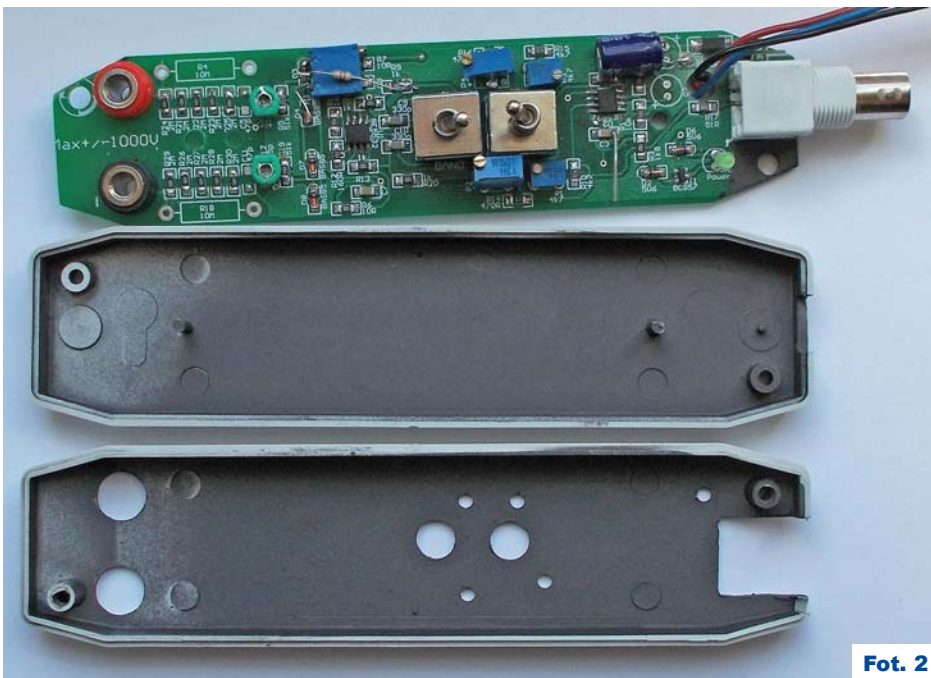
Rys. 13

W prototypie nie udało się osiągnąć parametrów zadeklarowanych w „Elektro-rze” 9/2010. Na rysunkach 6...13 pokazano oscylogramy przebiegu sinusoidalnego i prostokątnego o wypełnieniu 70% dla 1, 10 i 100kHz. Wnioski pozostawiam do wyciągnięcia Czytelnikom. Można przyjąć, że sonda nadaje się do badania przebiegów do ok. 10kHz. Warto zaznaczyć, że dużym problemem było częste przesuwanie się poziomu zera, co wymagało korekty potencjometrem P5.

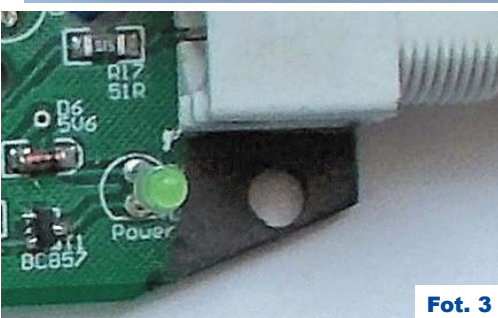
Płytkę drukowaną zaprojektowaną jest do obudowy KM-80. Obudowę należy ekranować np. grafitem, jak pokazuje **fotografia 2**, lub samoprzylepną folią aluminiową. Trzeba zadbać o to, aby masa sondy była połączona z ekranem na obudowie, co widać na **fotografii 3**.

SaS

sas@elportal.pl



Fot. 2



Fot. 3

poprawnie skompensowanej sondy. Przebieg z **rysunku 4** zobaczymy, gdy pojemność trymera jest zbyt mała, a z **rysunku 5** – zbyt duża. Tę samą procedurę należy przeprowadzić dla wejścia J4.

W kolejnym kroku, ustawiając S2 w górnym (na schemacie) położeniu, regulujemy potencjometrem P1 sumaryczne

wzmocnienie wzmacniaczy U1 i U2 na 50 (25 dla rezystorów wejściowych 5M Ω), co daje tłumienie sondy 200:1 (100:1 dla rezystorów wejściowych 5M Ω). Zmieniając położenie S2, potencjometrem P2 ustawiamy wzmacnienie 10 razy większe, co da tłumienie 10:1 (5:1). W kolejnym kroku, na oba wejścia sondy (J2 i J4) podajemy ten sam przebieg. Zależnie od położenia S1 potencjometrem P3 lub P4 doprowadzamy do jak najsilniejszego słumienia przebiegu wejściowego. Ze względu na to, że regulacja tłumienia i wzmacnienia wzajemnie na siebie wpływają, regulację trzeba powtórzyć kilkakrotnie. Ze względu na pojemności układu i wpływ dłoni regulację najlepiej przeprowadzić po zamknięciu sondy w obudowie, przez otwory w niej wykonane, plastikowym wkrętkiem.

Wykaz elementów

R4, R18 10M* - THT patrz tekst
Rezystory 1206:

R1	47k Ω
R3	1,8k Ω
R8,R9,R13,R20	1k Ω 1%
R21,R22,R23,R24,R25,R26,R27,R28,R29 R30	2M Ω 1%
R10,R15	4,7k Ω
R6,R7	10 Ω
R17	51 Ω
R5,R19	41k Ω
R14,R16	470 Ω
R11,R12	160 Ω
P1,P3,P5	4,7k Ω - 3266W
P2,P4	470 Ω - 3266W
C1,C2	100uF/25V CE6.3/2,5
C5,C11	47pF ceram. 1206
C3,C4,C7,C8	100nF ceram. 1206
C9,C10	330p ceram. 1206
C6,C12	25pF trymer 2...25pF
U1,U2	NE5532 SO-8
D3,D4,D7,D8BAS85
T1BC857
D1,D9SM4007
D2,D6C5V6
D5	dioda LED zielona THT
J1NS25-G3
J2,J4	gniazdo bananowe 4mm
J3	gniazdo BNC kątowe do PCB
S1,S2	przełącznik 2 pozycje, dwie sekcje

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3264