

Wzmacniacz mocy z układem scalonym TDA7293 do pomiarów elektroakustycznych

W treści publikacji opisano prosty układ elektroniczny wzmacniacza mocy oparty na układzie scalonym TDA7293, służący do przeprowadzania pomiarów elektroakustycznych. Jego główną zaletą jest klasyczna konstrukcja, w której jeden z zacisków wyjściowych znajduje się na potencjale masy, co ma kluczowe znaczenie podczas przeprowadzania pomiarów. Samodzielne wykonanie tego urządzenia może stanowić ciekawą alternatywę dla zakupu fabrycznych wzmacniaczy mocy o wielokrotnie wyższych cenach. Wzmacniacz będący przedmiotem artykułu nie ustępuje pod względem parametrów elektrycznych i użytkowych wyrobom produkowanym seryjnie. Urządzenie to można szczególnie polecić pasjonatom elektroniki i elektroakustyki.

Wprowadzenie

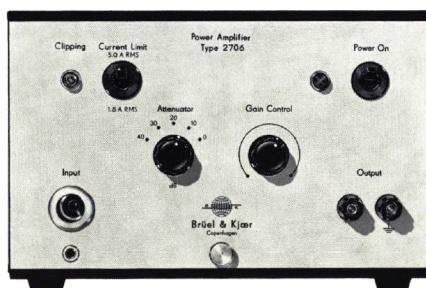
W praktyce inżynierskiej podczas przeprowadzania pomiarów elektroakustycznych bardzo często zachodzi potrzeba wykorzystania wzmacniacza mocy o możliwie szerokim paśmie przenoszenia i niskich zniekształceniach. W latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku wyspecjalizowane ośrodki pomiarowe wykorzystywały do tego celu wzmacniacz mocy typu 2706 produkowany przez duńską firmę Brüel & Kjær. Obecnie wzmacniacz ten dostępny jest jedynie na rynku wtórnym (np. na portalu eBay) i osiąga tam ceny wynoszące około 3500 złotych plus koszty przesyłki. Produkowany współcześnie odpowiednik tego wzmacniacza, typu 2718, może być zamawiany jedynie przez przedsiębiorstwa prowadzące działalność gospodarczą i polskie przedstawicielstwo handlowe firmy Brüel & Kjær podało cenę katalogową wynoszącą 20 000 złotych netto (sic!). Na portalu internetowym AliExpress można znaleźć zmodyfikowaną kopię tego wzmacniacza, typu YE2706A, produkcji chińskiej firmy Sinocera ale cena jego zakupu to około 4500 złotych plus koszty przesyłki. Jednocześnie można zauważyć pewnego rodzaju tendencję wśród



Wygląd zewnętrzny wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA7293

pasjonatów elektroniki i elektroakustyki, polegającą na podejmowaniu prób wykorzystywania do przeprowadzania pomiarów tanich chińskich modułów zawierających scalone wzmacniacze mocy pracujące w klasie D. Brak szerszego zrozumienia zasady działania

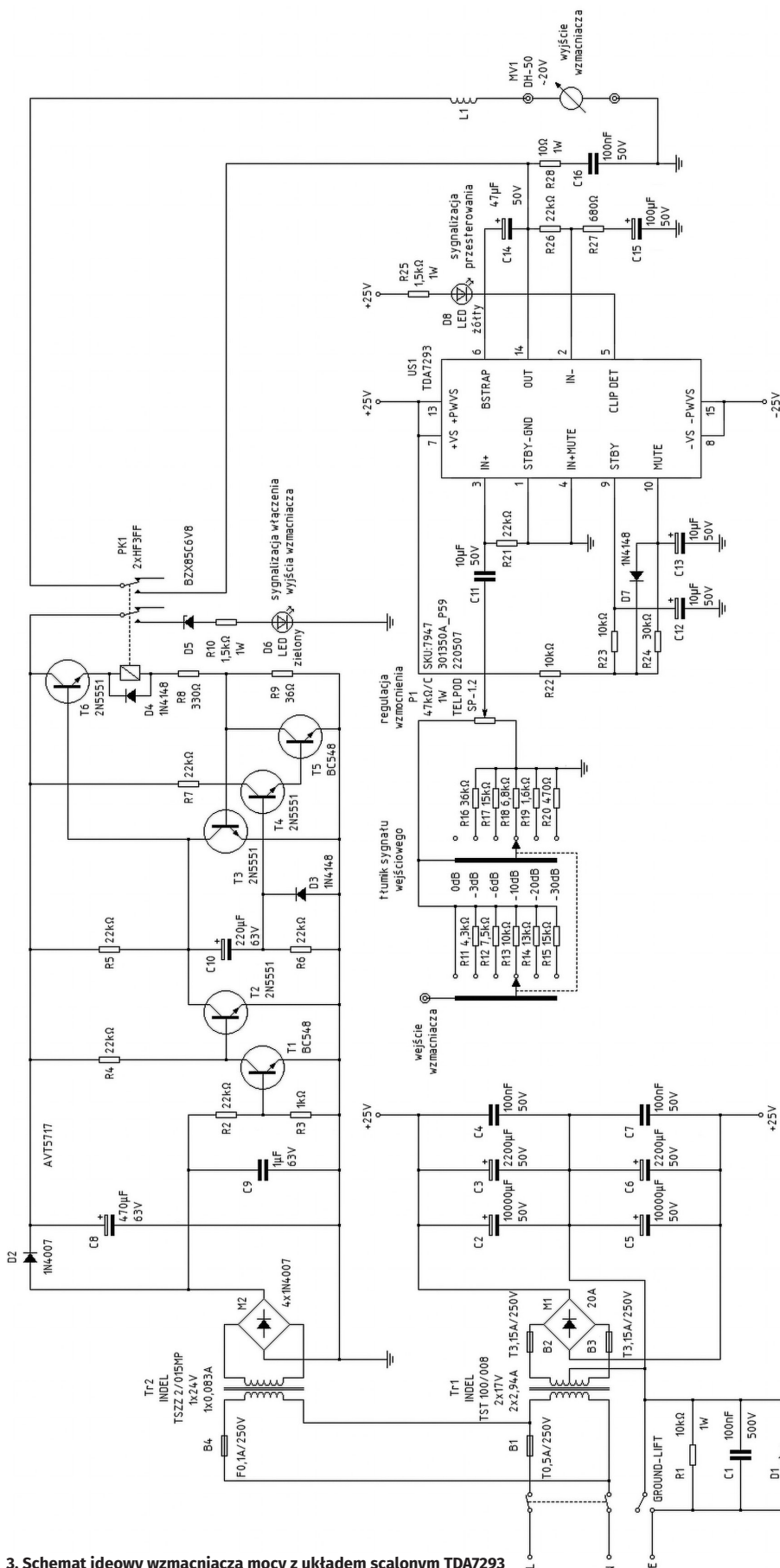
tego typu układów prowadzi do oczywistych błędów, od których aż roi się wśród nagrań publikowanych na portalu internetowym YouTube. O ile wzmacniacze klasy D zasilane symetrycznie, w których jeden z zacisków wyjściowych znajduje się na potencjale masy, nadają się do przeprowadzania pomiarów elektroakustycznych, o tyle najtańsze moduły ze wzmacniaczami klasy D zasilanymi niesymetrycznie nie nadają się do przeprowadzania tego typu pomiarów i próba podłączenia sondy oscyloskopowej nieposiadającej separacji galwanicznej do wyjścia takiego wzmacniacza zakończy się zwarciem jednego z zacisków wyjściowych do masy i w najlepszym wypadku zadziałaniem zabezpieczenia przeciwzwarcowego a w najgorszym wypadku uszkodzeniem modułu, ponieważ we wzmacniaczach klasy D wykonanych w tego typu konfiguracji, żaden



1. Wygląd zewnętrzny wzmacniacza typu 2706 produkcji duńskiej firmy Brüel & Kjær
Źródło: <https://www.bksv.com>



2. Wygląd zewnętrzny wzmacniacza typu YE2706A produkcji chińskiej firmy Sinocera
Źródło: <https://pl.aliexpress.com>



3. Schemat ideowy wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA7293

Źródła zakupu elementów:

Poniżej zamieszczono wykaz najbardziej potrzebnych elementów wraz ze źródłami internetowymi. Pozostałe drobne elementy można zakupić w sklepach stacjonarnych:

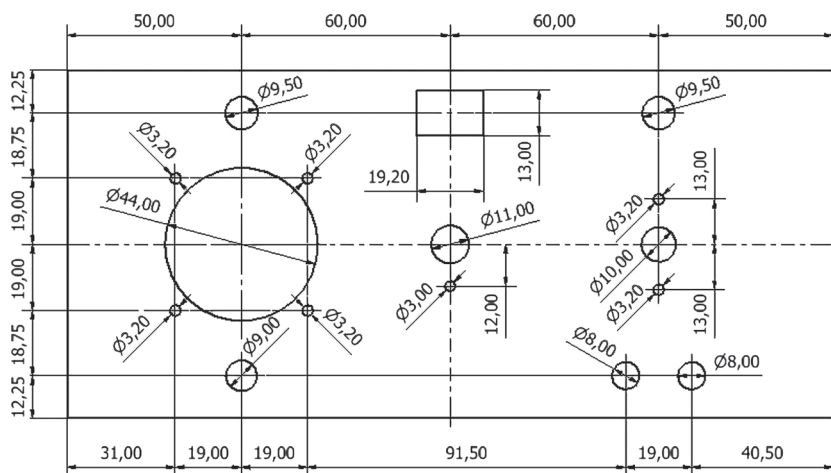
- Moduł wzmacniacza z układem TDA7293 – typ: SKU:7947, 301350A_P59, 220507 (<https://tiny.pl/wzq-d5wv>)
- Zestaw do samodzielnego montażu typu AVT5717 (<https://tiny.pl/w4hqtpt1g>)
- Transformator toroidalny Indel typu TST 100/008 – 2x17 V, 2x2,94 A, 230 V AC (https://tiny.pl/n0py_tb4)
- Radiator typu A5724, 124 mmx35 mmx50 mm, 2K/W (<https://tiny.pl/csr07mpx>)
- Voltomierz analogowy napięcia przemiennego typu DH-50, 20 V RMS (https://tiny.pl/5_jdyw1)
- Obudowa metalowa 220 mmx100 mmx240 mm, typ: T93 (<https://tiny.pl/dzk57n31>)
- Gniazdo BNC montowane do obudowy (<https://tiny.pl/sbt4mms>)
- Przełącznik obrotowy dwusekcyjny sześciopozycyjny (<https://tiny.pl/068g1pwf>)
- Gniazdo laboratoryjne bananowe 4 mm, 10 A, 60 V DC, czerwone (<https://tiny.pl/bpzzd86c>)
- Gniazdo laboratoryjne bananowe 4 mm, 10 A, 60 V DC, czarne (<https://tiny.pl/wd10pcbq>)
- Potencjometr Telpod SP-1.2, 47 kΩ, C, 1 W, oś Ø 25 mm (<https://tiny.pl/6ytn6wt>)
- 2x kondensator Jamicon, seria LP, 10000 µF, 50 V, Ø 35 mmx35 mm, SNAP-IN (<https://tiny.pl/wscdn11>)
- Kondensator foliowy 10 µF, 50 V, 5%, MKT, Wima (<https://tiny.pl/z4fr0tn>)
- Włącznik ścienny z czerwonym podświetleniem (<https://tiny.pl/48dnpr5q>)
- 2x pokrętko regulacyjne (<https://tiny.pl/5trms8j>)
- 3x gniazdo bezpiecznikowe (<https://tiny.pl/1k-5j1fr>)

z zacisków wyjściowych nie znajduje się na potencjale masy.

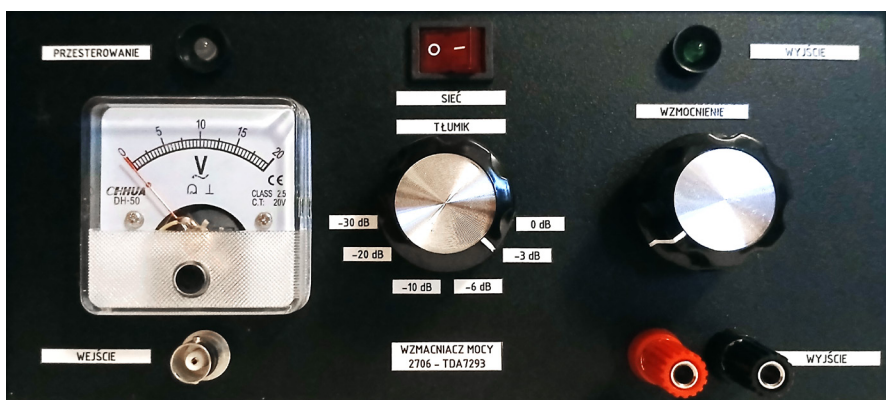
Opis układu

Układ elektroniczny bazuje na chińskim module z układem scalonym TDA7293, typu SKU:7947, 301350A_P59, 220507, jaki można w niskiej cenie zakupić na portalach internetowych typu Allegro lub AliExpress. Stopień mocy zasilany jest z sieci prądu przemiennego o napięciu skutecznym wynoszącym 230 V za pośrednictwem toroidalnego transformatora Indel typu TST 100/008, dostarczającego napięcia 2x17 V i posiadającego wydajność prądową 2x2,94 A. Urządzenie wyposażone jest w układ typu „Ground-Lift” (składający się z elementów: R1, C1 oraz D1) służący do przerywania pętli masy. Napięcia z uzwojeń transformatora są prostowane i filtrowane przez elementy M1, C2, C3, C4, C5, C6 oraz C7. Uzwojenie pierwotne zabezpieczone jest bezpiecznikiem B1, natomiast uzwojenia wtórne bezpiecznikami B2 oraz B3. Równolegle z zasilaczem stopnia mocy z sieci zasilany jest także układ stanowiący zestaw do samodzielnego montażu typu AVT5717 pracujący jako

opóźnienie załączenia wyjścia wzmacniacza. Pomędzy bezpiecznikami B1 oraz B4 występuje stopniowanie i zadziałanie zabezpieczenia stopnia mocy spowoduje natychmiastowe odłączenie zasilania od układu opóźniającego i w rezultacie odłączenie wyjścia wzmacniacza od stopnia mocy.



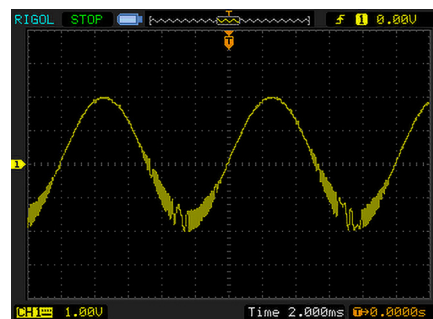
4. Rysunek techniczny objaśniający sposób rozmieszczenia otworów montażowych na przedniej ściance wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA7293



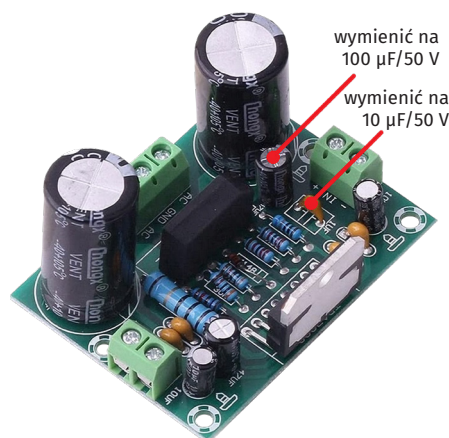
5. Wygląd zewnętrzny przedniej ścianki wzmacniacza mocy z układem scalonym TDA7293

Opis techniczny objaśniający zasadę działania opóźniacza można znaleźć w instrukcji do zestawu typu AVT5717. Na wejściu wzmacniacza mocy znajduje się zespół oporowych dzielników napięcia umożliwiający skokowe tłumienie sygnału w zakresie: 0 dB, -3 dB, -6 dB, -10 dB, -20 dB oraz -30 dB. Zapływną regulację wzmocnienia odpowiada potencjometr P1. W chińskim module typu SKU:7947, 301350A_P59, 220507 wprowadzono trzy modyfikacje. Kondensator C11 o pojemności 1 μ F i napięciu pracy 50 V na wejściu stopnia mocy zamieniono na kondensator foliowy o pojemności 10 μ F i napięciu pracy 50 V produkcji firmy Wima. Z kolei kondensator C15 o pojemności 47 μ F i napięciu pracy 50 V w pętli sprzężenia zwrotnego wymieniono na kondensator elektrolityczny unipolarny o pojemności 100 μ F i napięciu pracy 50 V. Obydwa te zabiegi służyć mają obniżeniu dolnej granicznej częstotliwości pasma przenoszenia. Trzecią modyfikację stanowi dołączenie do wyjścia wzmacniacza cewki powietrznej L1, która tworzy filtr ultrasoniczny zapobiegający wzbudzeniu się układu na częstotliwości ok. 1 MHz pod wpływem

współpracy wzmacniacza mocy z obciążeniem o charakterze reaktancyjnym. Cewkę tę należy wykonać we własnym zakresie, nawijając ok. 7...8 zwojów drutem nawojowym emaliowanym o średnicy 1 mm na średnicy wewnętrznej równej ok. 10 mm. Układ zawiera także dwie diody LED informujące użytkownika o załączeniu wyjścia wzmacniacza mocy – dioda D6 a także o ewentualnym wystąpieniu zjawiska przesterowania (ang. „clipping”) – dioda D8. Do wyjścia wzmacniacza dołączony został woltomierz napięcia przemiennego o napięciu pracy 20 V RMS. Nie jest on dostępny w naszym kraju ale można go sprowadzić



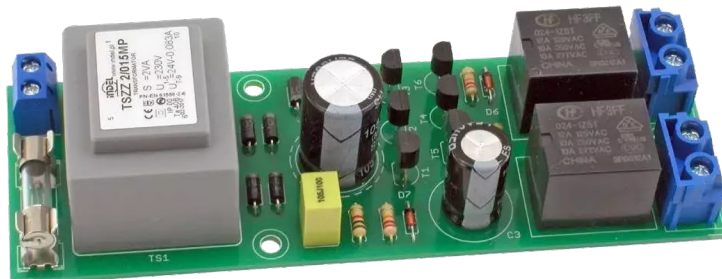
6. Zjawisko wzbudzenia się układu na częstotliwości ok. 1 MHz, pod wpływem pracy z obciążeniem o charakterze reaktancyjnym, któremu zapobiega zastosowanie cewki L1 na wyjściu wzmacniacza mocy



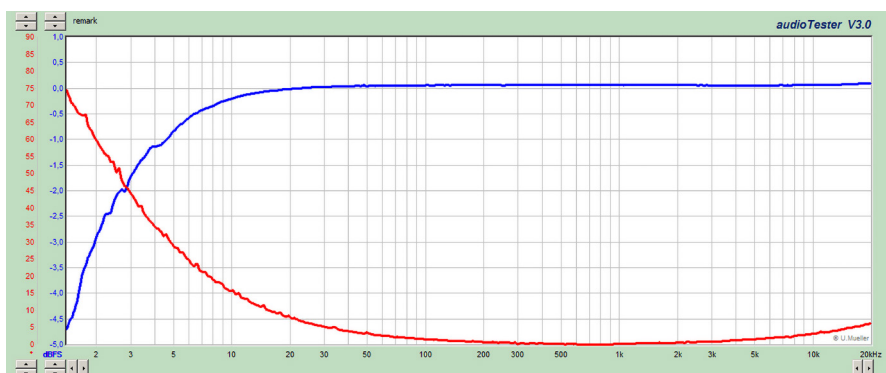
7. Chiński moduł wzmacniacza z układem TDA7293 z oznaczonymi elementami elektronicznymi (kondensatorami), które należy wymienić
Źródło: <https://allegro.pl>



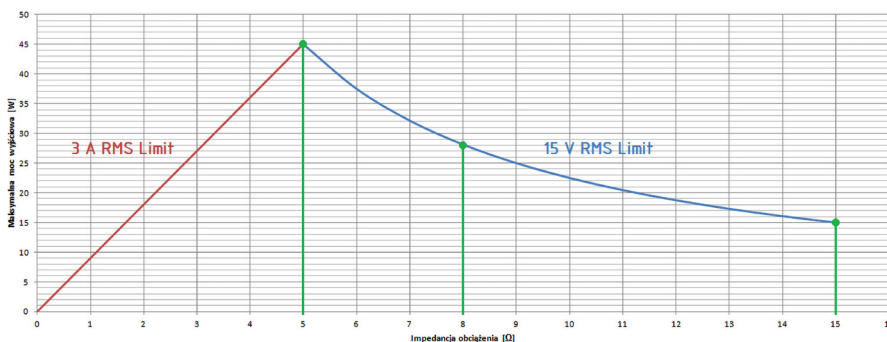
8. Woltomierz analogowy napięcia przemiennego typu DH-50, 20 V RMS
Źródło: <https://pl.aliexpress.com>



9. Zestaw do samodzielnego montażu typu AVT5717 – opóźniacz dołączenia głośników
Źródło: <https://sklep.avt.pl>



10. Pasma przenoszonych częstotliwości: linia niebieska – charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa, linia czerwona – charakterystyka fazowo-częstotliwościowa, 15 V RMS na obciążeniu rezystancyjnym 8 Ω



11. Maksymalna moc wyjściowa wzmacniacza w funkcji impedancji obciążenia

z Chin za pośrednictwem portalu internetowego AliExpress. Układ elektroniczny jest gotowy do pracy zaraz po montażu i nie wymaga przeprowadzania żadnych regulacji jednak ze względów bezpieczeństwa pierwsze uruchomienie należy wykonać dołączając wzmacniacz do sieci zasilającej za pośrednictwem sześćdziesięciowatowej żarówki z włóknem wolframowym. Podczas załączania napięcia zasilania powinna ona lekko rozbłysnąć a następnie zgasnąć po naładowaniu się elektrolitycznych kondensatorów unipolarnych filtra zasilacza. W ten sposób za równowartość kilkuset złotych jesteśmy w stanie zbudować w pełni funkcjonalne urządzenie zapewniające nam bardzo szerokie możliwości pomiarowe.

Parametry układu

• Parametry użytkowe:

- pomiar napięcia RMS na wyjściu wzmacniacza,
- sygnalizacja stanu przesterowania,
- opóźnienie załączenia wyjścia wzmacniacza,
- sygnalizacja załączenia wyjścia wzmacniacza,
- zabezpieczenie termiczne i przeciwzwarcowe.

• Parametry elektryczne:

- moc wyjściowa: 28 VA RMS (obciążenie rezystancyjne 8 Ω),
- wzmocnienie napięciowe: +30 dB,
- impedancja wejściowa: 15 k Ω ,

- czułość wejściowa: 470 mV RMS,
- THD: 0,005 % (dla mocy 5 W przy częstotliwości 1 kHz),
- maksymalne napięcie wyjściowe: 15 V RMS,
- tłumienie sygnału na wejściu: 0 dB, -3 dB, -6 dB, -10 dB, -20 dB, -30 dB,
- pasmo przenoszenia: 2 Hz – 20 kHz (-3 dB),
- wymiary gabarytowe: 100 mm (wysokość) × 220 mm (szerokość) × 240 mm (głębokość),
- napięcie pracy: 230 V AC, 50 Hz.



12. Okładka książki pt. „Wprowadzenie do projektowania układów elektronicznych subwooferów aktywnych. Poradnik praktyczny”

Książka o układach elektronicznych do subwooferów aktywnych

Zapraszam do zapoznania się z moją najnowszą książką pt. „Wprowadzenie do projektowania układów elektronicznych subwooferów aktywnych. Poradnik praktyczny”: <https://youtu.be/KIo1eqxj4AE>, <https://youtu.be/gpQe89R5HEk>. ■

mgr inż. Tomasz Łysek