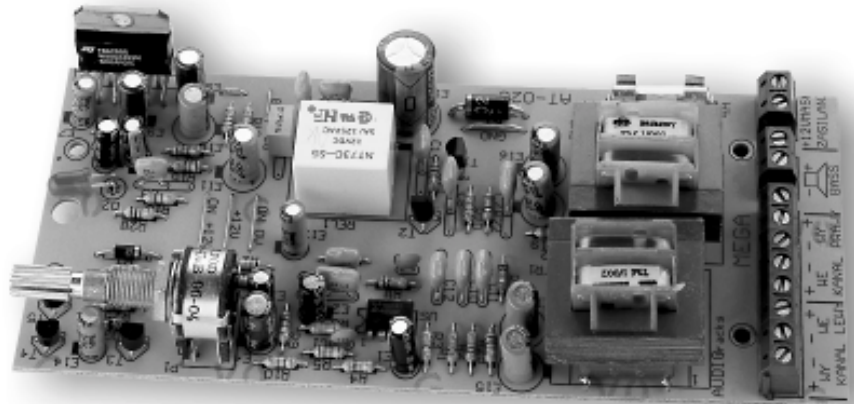


# Samochodowy subwoofer aktywny

## kit AVT-493



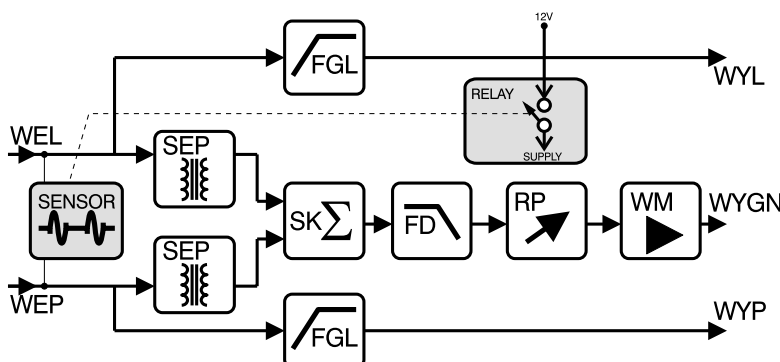
*Najważniejszym i najtrudniejszym problemem z dziedziny elektroakustyki w samochodzie jest odtwarzanie sygnałów akustycznych o niskich częstotliwościach - basów. Ich brak jest zazwyczaj nieodłączną cechą akustycznego sprzętu samochodowego.*

Typowy, stosowany obecnie powszechnie, samochodowy sprzęt elektroakustyczny jest zbudowany w oparciu o stereofoniczny radioodtwarzacz ze wzmacniaczem o mocy sinusoidalnej rzędu kilku watów dla każdego kanału stereo. Pracuje on zazwyczaj w zakresie całego pasma elektroakustycznego i ma dwa (po jednym dla każdego kanału stereo) głośniki szerokopasmowe. W systemie tym czasami stosuje się cztery głośniki - po dwa dla każdego kanału stereo. Czasami także w miejsce głośników szerokopasmowych stosuje się zestawy głośnikowe, których gabaryty z racji braku miejsca w samochodzie są jednak niewielkie. System taki nie jest efektywny w zakresie niskich częstotliwości. Odtwarzanie tych dźwięków wymaga bowiem zastosowania głośników dużych, o dużej i ciężkiej membranie, a w konsekwencji zastosowania wzmacniaczy dużej mocy zdolnych do pełnego ich wysterylowania. Także obudowa

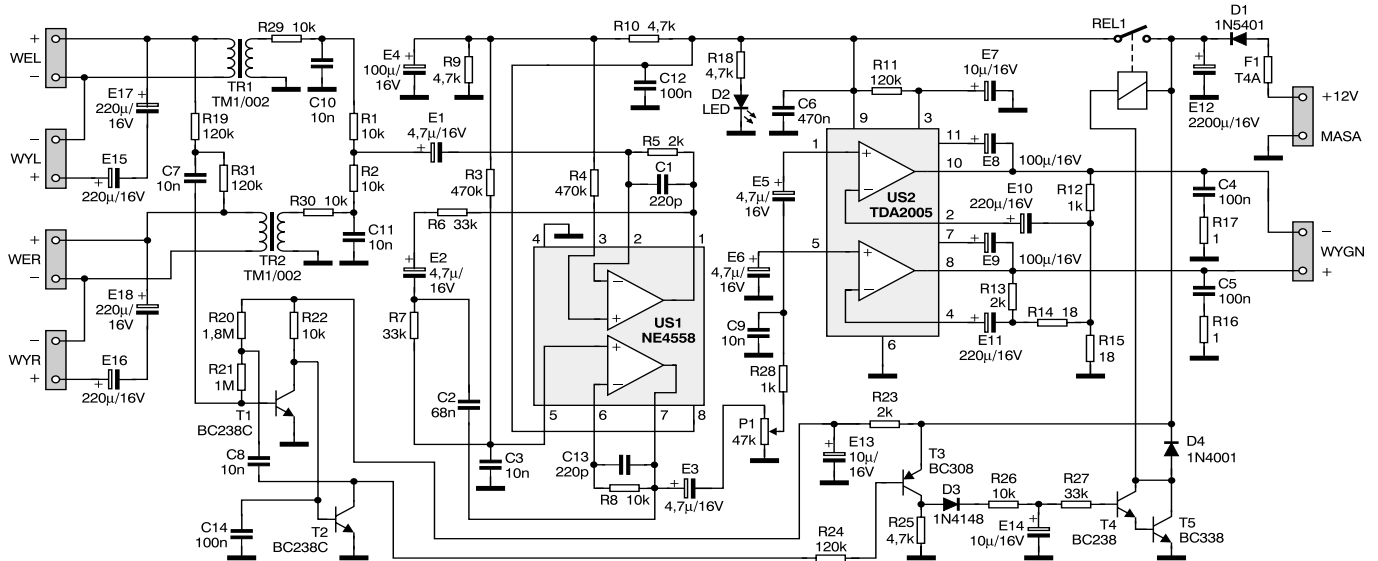
głośnika odtwarzającego sygnały o niskich częstotliwościach musi być duża. Natomiast wymagania przy odtwarzaniu dźwięków o średnich i wysokich częstotliwościach są łagodniejsze, zarówno pod względem mocy - wystarczy kilka watów mocy jak i gabarytów obudowy głośnika odtwarzającego - wystarczy mały zestaw głośników lub głośnik szerokopasmowy.

Poszukiwania sposobów dobrego odtwarzania niskich dźwięków (basów) w samochodzie trwają od wielu lat. W ostatnim okresie szczególnie się nasiliły w związku ze wzrostem popularności samochodowych odtwarzaczy płyt kompaktowych. Instalowanie w samochodzie odtwarzaczy CD przyczyniło się do wyraźnego skoku jakościowego, zarówno jeśli chodzi o sposób obsługi urządzenia jak i poziom odtwarzanego dźwięku.

Aby zapewnić dobre odtwarzanie basów, producenci sprzętu audio proponują różne rozwiązania, które są zazwyczaj drogie, skomplikowane i kłopotliwe w instalacji. Tworzone są systemy zawierające oddzielne urządzenia: optymalizatory, korektory, wzmacniacze, głośniki, adaptory, zwrotnice i obudowy głośnikowe. Liczba połączeń i wymaganych do tego złącz różnego typu jest w takiej sytuacji bardzo duża. Połączenie, dopasowanie i doprowadzenie zasilania do tych urządzeń, to często nie lada sztuka. Jedną z najlepszych metod jest zastoso-



Rys. 1. Schemat blokowy urządzenia.



Rys. 2. Schemat elektryczny układu.

wanie tuby akustycznej, ale jest to także metoda bardzo kłopotliwa i droga, gdyż wymaga zastosowania dodatkowego wzmacniacza, zwrotnic głośnikowych i tuby z dwoma głośnikami.

Ocenę takich systemów dodatkowo komplikuje wprowadzenie różnych nowych definicji mocy dla wzmacniaczy jak i głośników samochodowych (moc muzyczna, szczytowa, moc PMPO, itp.).

Definicje te często nie są precyzyjne. W takiej sytuacji producenci prześcigają się w podawaniu coraz to większych liczb określających moce ich produktów. Jednocześnie rezygnują z tradycyjnej definicji, jaką jest moc znamionowa sinusoidalna, która była podstawowym parametrem powszechnie stosowanym w dawnych pionierskich czasach.

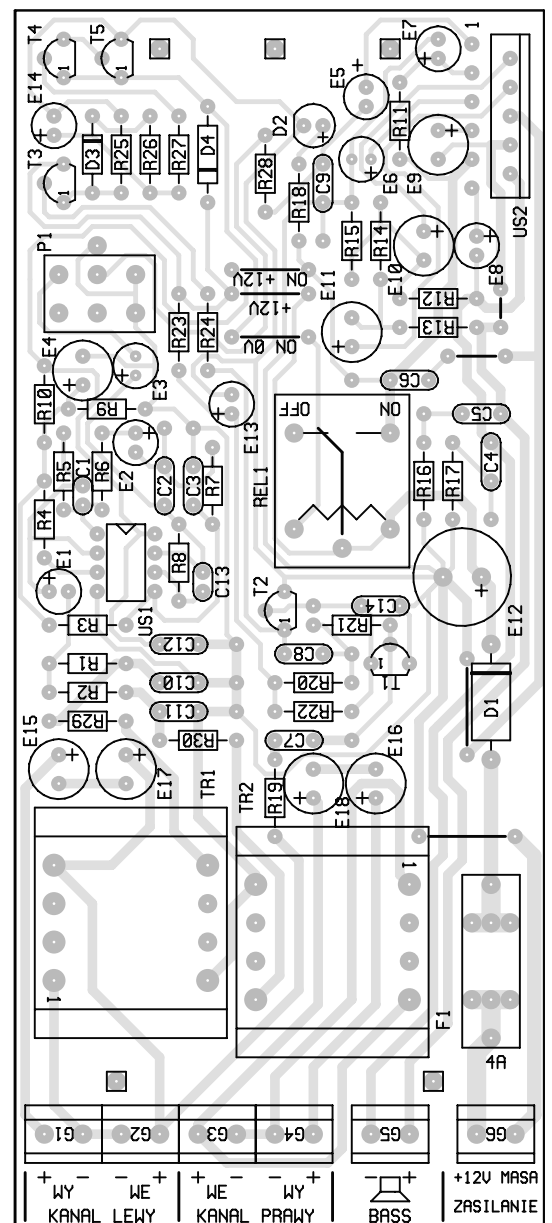
### Opis układu

W proponowanym rozwiązaniu zastosowano aktywny subwoofer, składający się z dwóch części:

wzmacniacza basów i głośnika niskotonowego. Przy czym, tak jak w przypadku klasycznego subwoofera, wystarcza zastosowanie jednego wzmacniacza i jednego głośnika, gdyż niskie dźwięki rozchodzą się niekierunkowo i nie jest możliwa ich lokalizacja w efekcie stereofonicznym. Zalecane miejsce zamontowania głośnika to tylna półka, która stanowi niezbędną dla dobrego odtwarzania basów przegrodę akustyczną.

Działanie prezentowanego w artykule subwoofera aktywnego polega na tym, że pobiera on sygnały z wyjść (typowe stereofoniczne wyjścia głośnikowe) radioodtwarzacza samochodowego, a następnie rozdziela je (wewnętrzna zwrotnica elektryczna) na trzy pasma elektroakustyczne:

- dźwięków o niskich częstotliwościach (20-250Hz) z obu kanałów stereofonicznych;
- dźwięków o średnich i wysokich częstotliwościach (250Hz-20kHz) z lewego kanału stereofonicznego;
- dźwięków o średnich i wysokich (250Hz-20kHz) z prawego kanału stereofonicznego.



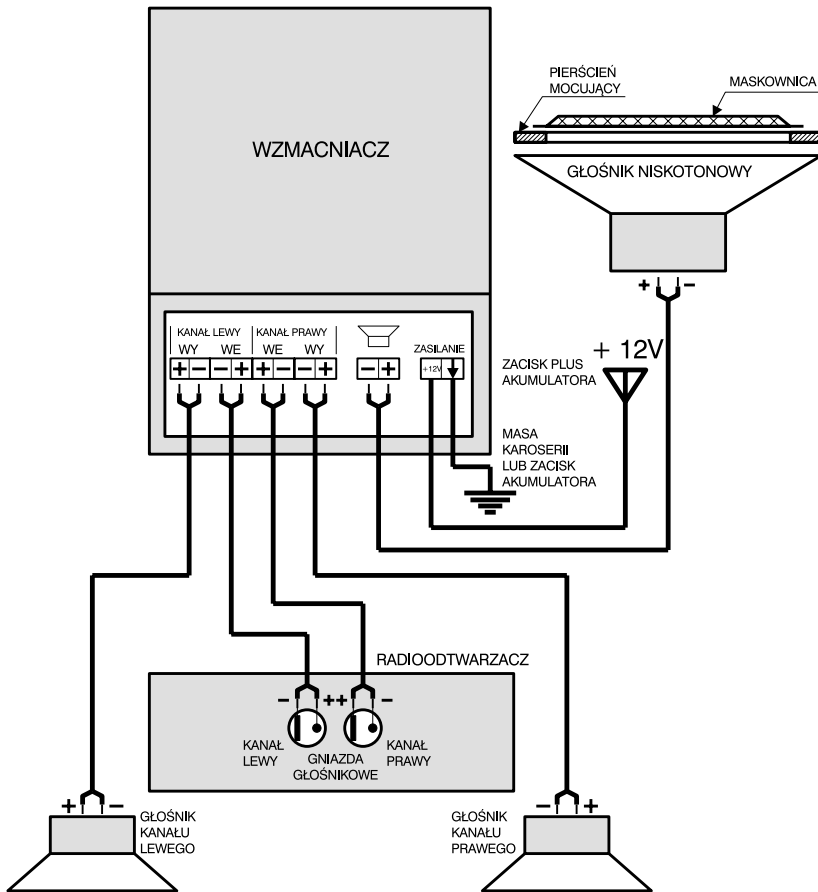
Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

#### Zasadnicze zalety urządzenia:

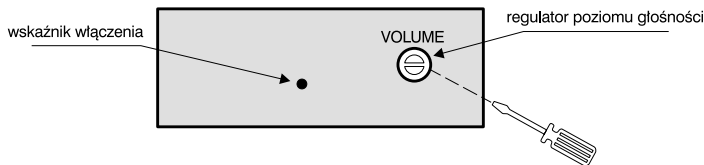
- ✓ **uniwersalność** - możliwość dopasowania do dowolnego radioodtwarzacza i głośników;
- ✓ **prostota instalacji** - łatwy sposób podłączenia do istniejących w samochodzie urządzeń elektroakustycznych;
- ✓ **bezobsługowość** - nie ma potrzeby bieżącej obsługi w czasie pracy;

#### Podstawowe parametry wzmacniacza basów:

X moc znamionowa:	20W sinus/4Ω
X pasmo przenoszenia:	20..250Hz
X napięcie zasilania:	+12V (10V-15V)



Włącz radioodtworacz (wskaźnik włączenia na ścianie wzmacniacza zaświeci się) i ustaw, przy pomocy śrubokrętu, regulatorem poziom głośności odpowiadający Ci poziom dźwięku w głośniku niskotonowym.



Użytkuj radioodtworacz zgodnie z jego instrukcją obsługi. Wzmacniacz nie wymaga bieżącej obsługi. W chwili po wyłączeniu radioodtworacza wzmacniacz wyłączy się automatycznie.

Rys. 4. Sposób dołączenia subwoofera.

Schemat blokowy urządzenia przedstawiono na rys. 1. Dźwięki o niskich częstotliwościach akustycznych są wzmacniane we wzmacniaczu mocy i podawane na zewnętrzny głośnik niskotonowy. Natomiast dźwięki o średnich i wysokich częstotliwościach akustycznych są podawane na oba konwencjonalne głośniki szerokopasmowe, które w takiej sytuacji spełniają rolę głośników satelitarnych subwoofera. Do sterowania tych głośników jest wykorzystywany stereofoniczny wzmacniacz mocy radioodtworacza. Rozwiązanie to umożliwia odtwarzanie basów i odciąża wzmacniacz radioodtworacza od wzmacniania sygnałów o niskich częstotliwościach,

dając zwiększenie poziomu dźwięków o średnich i wysokich częstotliwościach akustycznych odtwarzanych w konwencjonalnych głośnikach szerokopasmowych. W tym systemie wymagania jakościowe dotyczące konwencjonalnych głośników szerokopasmowych nie są duże, gdyż dotyczą tylko średnich i wysokich częstotliwości akustycznych. Nie ma więc konieczności stosowania nowych, dużych i drogich głośników. Wystarczy mały zestaw głośnikowy.

Symbole na rys. 1 oznaczają: **WEL, WEP** - wejście odpowiednio lewego i prawego kanału stereofonicznego (przeznaczone do podłączenia do wyjścia głośni-

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

- P1: 2x10kΩ/B
- R1, R2, R8, R22, R27, R26, R29, R30: 10kΩ
- R3, R4: 470kΩ
- R5, R13, R23: 2kΩ
- R6, R7: 33kΩ
- R9, R10, R18, R25: 4,7kΩ
- R11, R19, R24, Rspód: 120kΩ
- R12, R28: 1kΩ
- R14, R15: 18Ω
- R16, R17: 1Ω
- R20: 1,8MΩ
- R21: 1MΩ

**Półprzewodniki**

- D1: 1N5401
- D2: czerwona dioda LED φ5
- D3: 1N4148
- D4: 1N4001
- T1, T2, T4: BC547C
- T3: BC557B
- T5: BC337-40
- US1: NE4558
- US2: TDA2005

**Kondensatory**

- C1, C13: 220pF
- C2: 68nF/100V
- C3, C7, C8, C9, C10, C11: 10nF/250V
- C4, C5, C12, C14: 100nF/100V
- C6: 470nF/63V
- E1, C2, C3, C5, C6: 4,7μF/16V
- E4, E8, E9, E14: 100μF/16V
- E7, E13: 10μF/16V
- E10, E11, E15, E16, E17, E18: 220μF/16V
- E12: 2200μF/16V

**Różne**

- F1: wkładka bezpiecznikowa z zaciskiem typ T4/250
- G1, G2, G3, G4, G5, G6: ARK500/2
- REL1: JQC3FC-12V/3A
- TR1, TR2: TM1-002

kowego typowego radioodtworacza);

**WYL, WYP** - wyjście lewego i prawego kanału stereofonicznego (przeznaczone do podłączenia konwencjonalnego zestawu głośnikowego);

**WYGN** - wyjście przeznaczone do podłączenia głośnika niskotonowego;

**FGL** - filtr górnoprzepustowy kanału lewego;

**FGR** - filtr górnoprzepustowy kanału prawego;

**SEP** - transformatory separujące;

## Samochodowy subwoofer aktywny

**FD** - filtr dolnoprzepustowy;  
**WM** - wzmacniacz mocy;  
**SENSOR** - czujnik sygnału na wejściu;  
**SK** - sumator kanałów;  
**RP** - regulator poziomu sygnału;  
**RELAY** - przekaźnik włączający zasilanie.

Zastosowanie separatorów *SEP* (transformatory oddzielające), oddzielających galwanicznie wyjścia głośnikowe radioodtwarzacza od wejść subwoofera eliminuje problemy związane z doprowadzeniem zasilania do obu urządzeń, w przypadku stosowania w radioodtwarzaczu wzmacniaczy mostkowych. Natomiast zastosowanie czujnika sygnału *SENSOR* na wejściu subwoofera i przekaźnika *RELAY* w obwodzie zasilania elimi-

nuje problemy związane z włączeniem zasilania subwoofera. Włączane jest ono automatycznie w przypadku pojawienia się sygnału na wyjściu głośnikowym radioodtwarzacza i wyłączane automatycznie w przypadku braku tego sygnału przez dłuższy czas.

Konstrukcja wzmacniacza jest bardzo prosta. Montowany jest na jednej płycie drukowanej z dołączanym zespołem gniazd wejściowo-wyjściowych umieszczonych w obudowie z kształtownika aluminiowego, spełniającego jednocześnie rolę radiatora. Sumator kanałów i filtr dolnoprzepustowy są zbudowane w oparciu o wzmacniacze operacyjne układu scalonego NE4558. Wzmacniacz mocy zbudowany jest w oparciu o układ scalony TDA2005. Natomiast czujnik sygnału na wejściu jest układem tranzystorowym, który reagując na sygnał wejściowy powoduje włączenie przekaźnika podającego zasilanie na układ wzmacniacza. Filtry górnoprzepustowe są zbudowane podobnie jak typowe układy zwrotnic w zestawach głoś-

nikowych, w oparciu o sprzęgające kondensatory elektrolityczne. Schemat urządzenia przedstawiono na **rys. 2**.

Na **rys. 3** znajduje się widok rozmieszczenia elementów na płycie drukowanej, której mozaikę ścieżek znajdziecie na wkładce.

### Sposób podłączenia urządzenia

Opisany subwoofer można wykorzystać również jako dodatkowe urządzenie do wzmacniania basów podłączając jego wejście równoległe do istniejącego systemu głośników. Wówczas uzyskuje się tylko dodatkowe wzmocnienie dźwięków o częstotliwości poniżej 250Hz.

Opisany wzmacniacz basów można wykorzystać także do budowy własnego, kompletnego subwoofera aktywnego, montując go wewnątrz typowej, dostępnej na rynku tuby akustycznej.

Sposób podłączenia urządzenia do instalacji samochodowej przedstawiono na **rys. 4**.

**Aleksander Kazimierski**

### Wymagania dotyczące głośnika niskotonowego:

Impedancja 2Ω lub 4Ω, moc znamionowa co najmniej 35W (sinus), duża średnica membrany (co najmniej 160mm) i duża średnica rdzenia magnetycznego (co najmniej 70mm). Zamiast głośnika można zastosować także tubę akustyczną.