

Przebudowując wagon piętrowy i dodając dźwięk jazdy doszedłem do wniosku że nie jest to najlepsze rozwiązanie. Chcąc mieć stukający tabor trzeba choć w wagonach osobowych użyć dekodera funkcyjnego i modułu dźwięku Susi. Rozwiązanie dość drogie, a jeszcze ostatnio moduły zdrożały.

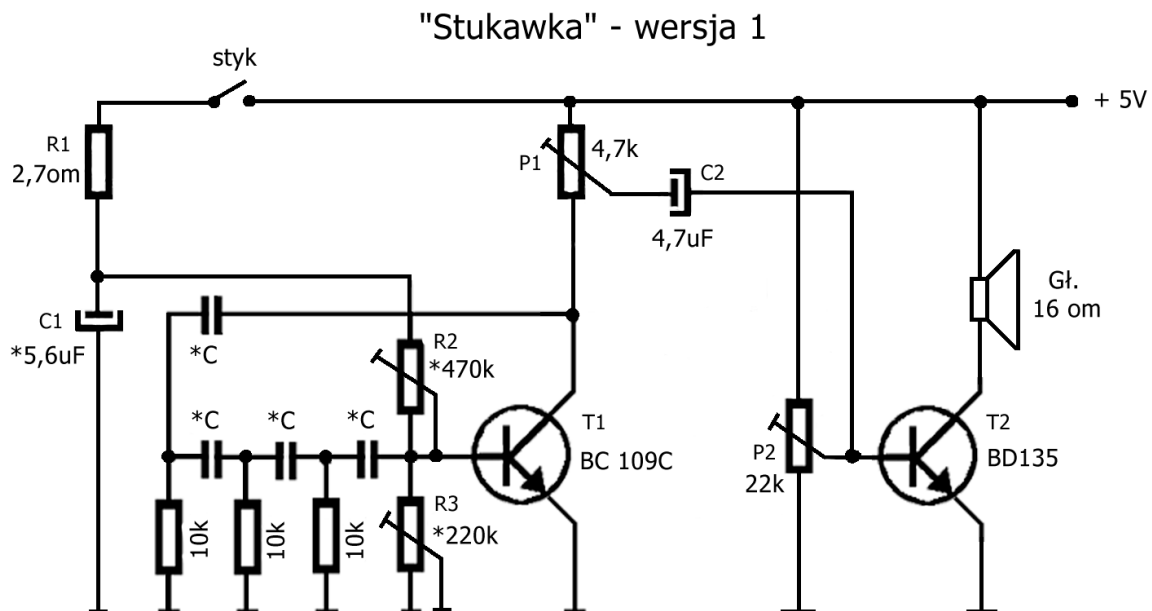
W rzeczywistości stukot powodują połączenia szyn i to w tych miejscach stuki powinny się pojawiać. Spróbowałem rozwiązania z generatorem takiego efektu wyzwalanym kołami wagonów przez mechaniczne styki w przyjętych miejscach połączeń szyn.

Zaletą to stukanie wszystkich kół przejeżdżających pociągów od razu związane z ich szybkością.

Wadą to potrzeba tylu urządzeń nazwanych roboczo „stukawkami” ile planujemy miejsc połączeń szyn.

Stąd wniosek że stukawki muszą być możliwie proste i tanie bo na makietę potrzeba ich kilku do kilkunastu. Rozwiązanie dla torów na makiecie, nie do układanych. Głośniczki ukrywamy pod torami a stukawki łączymy ze stykami i zasilaniem.

Pierwszy próbny układ zlutowałem z tego co było pod ręką.



Tranzystor BC109C ma wzmocnienie ~ 440 i pracuje w układzie generatora. Ma wytwarzać po chwilowym zwarceniu styku gasnące przebiegi. Zapewnia to zasilanie bazy tranzystora T1 z kondensatora C1 ładowanego przez styk. Przy rozładowanym napięcie na bazie = 0 V i układ nic nie generuje a na kolektorze jest stałe napięcie ok. 4,4 V. Przy naładowanym C1 układ generuje drgania przez czas zależny od pojemności C1.

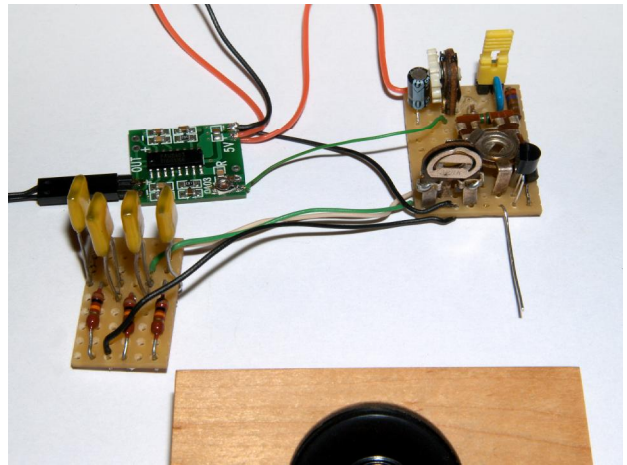
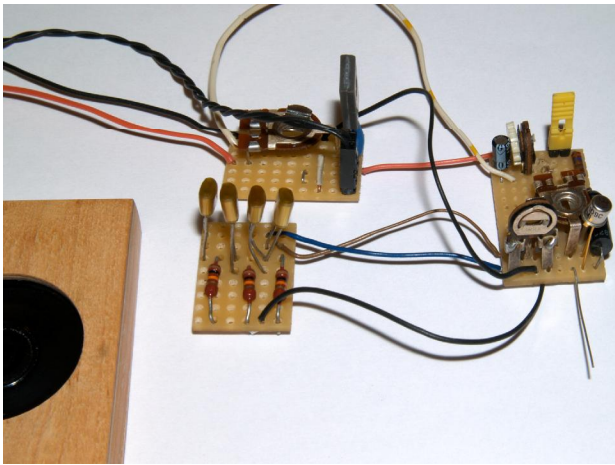
Generator ma dodatnie sprzężenie zwrotne przez łańcuch RC ustalający częstotliwość drgań i odwracający fazę przebiegów z kolektora. Tłumi on mocno sygnał i trzeba dokładnie dobrać oporniki R2 i R3. Prąd kolektora wynosi tylko 0,33 mA a przebiegi mają amplitudę ponad 4 V. Przy generacji średnie napięcie na kolektorze to 2,4 V. Napięcie bazy $\sim 0,55$ V można zmierzyć tylko miernikiem o oporności większej od 100k/V, u mnie przy 100k/V i zakresie 1,5 V zrywało drgania. Dla użytego w tej wersji BC109 opornik R2 miał 450 k Ω a R3 100 k Ω .

Nie mogłem użyć do generacji multiwibratora na dwóch tranzystorach. Co prawda wytwarza silne drgania ale wymaga znacznie większych prądów baz tranzystorów więc C1 musiałby mieć dużą pojemność i przy chwilowym zwarceniu styku nigdy się nie naładował.

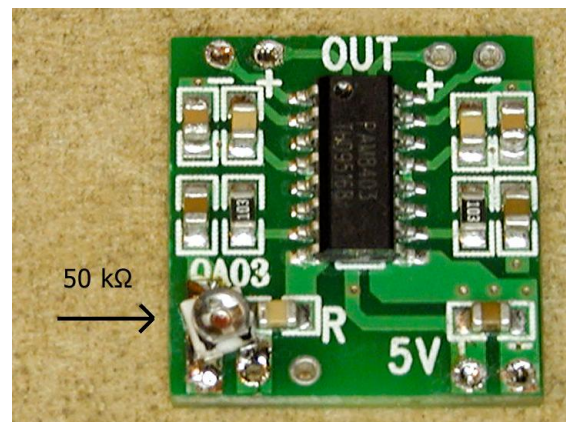
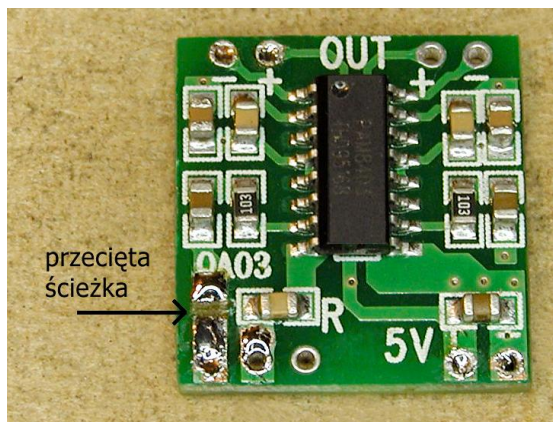
Częstotliwość drgań zależy od pojemności 4 jednakowych kondensatorów „C”, oporniki 10 k Ω pasują dla szerokiego zakresu częstotliwości akustycznych. Czas wybrzmiewania zależy od pojemności C1.

Wadą pierwszej wersji okazał się stopień na BD135. Miał za małe wzmocnienie dla zasilania głośnika i silnie obciążał wyjściowe napięcie z T1. Przy większej głośności (suwak P1 bliżej kolektora) dochodziło do osłabienia drgań i ich zrywania.

Napięcie zasilania 5V z mocnej przetwornicy 16 na 5 volt, wspólne z innymi urządzeniami na makiecie.

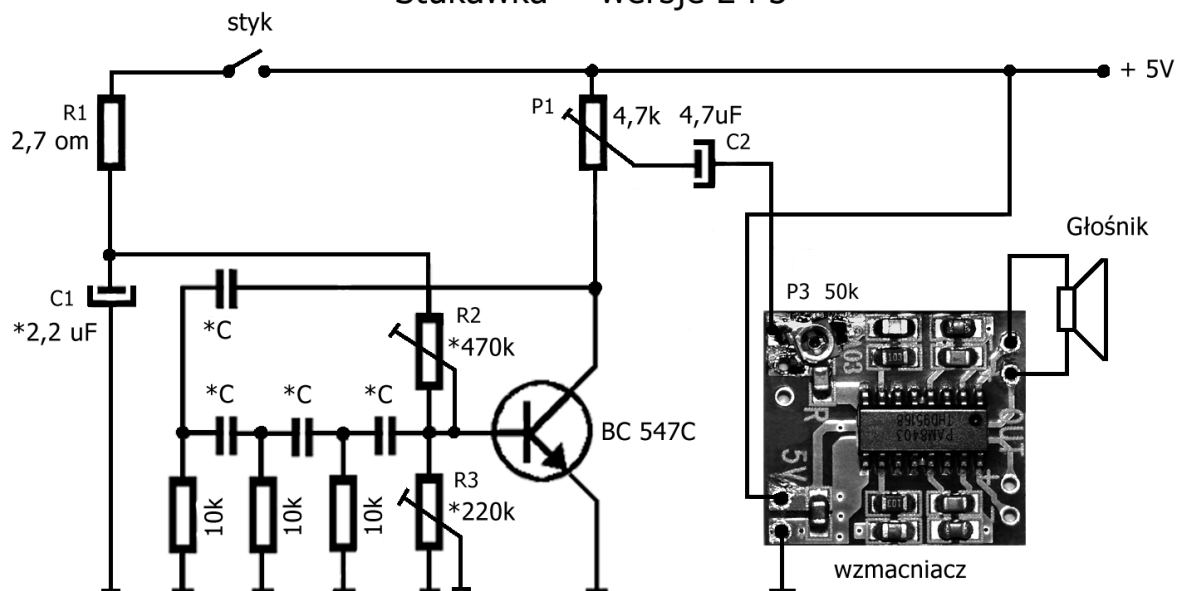


Lewe zdjęcie to pierwsza wersja „stukawki” z podłączonym 3 centymetrowym głośniczkiem w obudowie. Z prawej wersje druga i trzecia. Zastąpiłem stopień z BD135 cyfrowym wzmacniaczem (PAM8403). Gotowe wzmacniacze na płytach kupiłem kiedyś po 2,20 zł więc koszt stukawki rośnie minimalnie. Wzmacniacz ma wyższą czułość i oporność wejściową nie powodując zrywania drgań. Wykorzystuję tylko lewy kanał i na jego wejściu dodałem regulację wzmocnienia.



Przeciąłem ścieżkę wejściową lewego kanału i dodałem punkt lutowania na ścieżce masy. Do tych trzech miejsc nieco na ukos przylutowałem potencjometr SMD 50 kΩ, suwakiem do wejścia wzmacniacza.

"Stukawka" - wersje 2 i 3



W wersji drugiej zastąpienie tranzystora BD135 wzmacniaczem cyfrowym pozwoliło na słuch sprawdzić wytwarzany efekt czego skutkiem były dalsze zmiany.

Wymieniłem zabytkowy tranzystor BC109C na nowy BC547C o wzmacnieniu ~550.

Po wymianie skorygowałem oporniki; $R_2 = 470 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 91 \text{ k}\Omega$.

Przy seryjnej produkcji stukawek kupujemy jednakowe tranzystory dobierając oporniki R_2 i R_3 w pierwszym uruchamianym układzie a w kolejnych używamy tych samych wartości.

W układzie generatora najlepiej sprawują się kondensatory „C” styrofleksowe. Przy jednej z prób użyłem ferroelektrycznych i drgań nie było, wlutowałem styrofleksy i generacja wróciła.

Układy używane na makiecie nie muszą być miniaturowe więc zmontuję je z dostępnych elementów na uniwersalnych płytkach.

Start generacji daje początkowe stuknięcie ale próbowałem ten efekt wzmocnić.

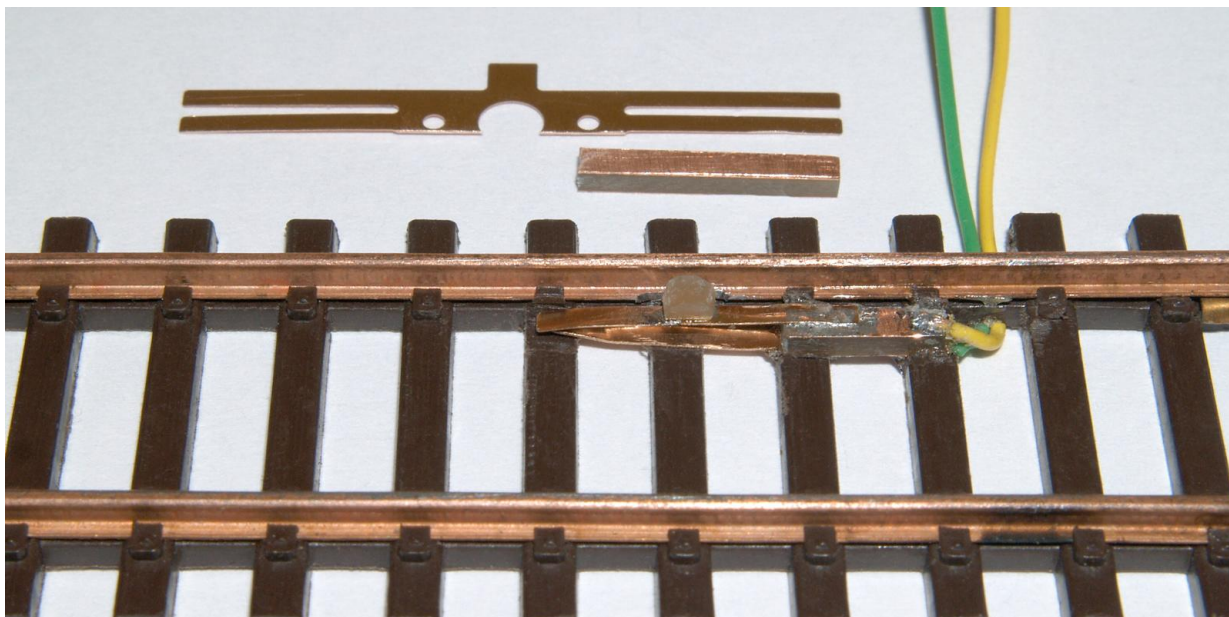
Dodawałem impuls stukania z zwieranego styku przez różne kondensatory i oporniki podłączając go do wejścia wzmacniacza lub bazy T1. Zrezygnowałem z tego bo stuk przypominał trzask i wpływał na start generacji, przy podłączeniu do bazy przez $510 \text{ k}\Omega$ nawet czasami ją blokując.

Zmniejszyłem C1 z 5,6 na $2,2 \mu\text{F}$ co skróciło czas drgań do ~ 2/3 sekundy.

Po zwarcie styku startuje generacja a pod koniec rozładowania C1 częstotliwość i głośność spadają dając efekt wybrzmiewania.

Jeśli kolejne koło zewrze styk przed czasem 2/3 sekundy wybrzmiewanie będzie przerwane, kondensator doładowuje się i wytwarza stuk od nowa.

Zostało dodanie styku. Musi być zwierany obrzeżem koła o wysokości 1 mm z niewielką siłą nacisku.



Żadne miniaturowe fabryczne nie pasują, co prawda niektóre mają potrzebny milimetrový skok ale siła wymaganego nacisku jest zdecydowanie za duża. Wagony są lekkie, szczególnie dwuosiowe, i nie mogą podskakiwać na twardym styku bo wypadną z toru a styku nie zewrą.

Styki trzeba zrobić samemu i muszą być izolowane od szyn.

Użyłem dwóch blaszek obciętych z odbieraków zasilania dla wagonów i kawałka dwustronnego laminatu. Płytkę ma szerokość 2 mm i do niej z obu stron przylutowałem blaszki, tak położone by nie dotykały szyny. Na górze górnej blaszki przylutowana główka styku wycięta z płytki z zaokrąglonymi krawędziami ma szerokość 2 mm. To na nią muszą trafiać koła jadących wagonów. Obrzeża kół mają pewien luz wewnątrz toru i mogą toczyć się bliżej lewej lub prawej szyny. Główkę styku umieszczamy tak by koła zawsze na nią trafiały. W stopce szyny trzeba zrobić podcięcie na uginający się styk z góówką.

Umieszczenie styku na właściwej wysokości wymaga 1 mm wycięć w 4 kolejnych podkładach.

W dwa wklejamy płytkę z blaszkami a dwa kolejne to miejsce dla uginających się blaszek stykowych.

Styk testowy celowo w stanie surowym z kolorowymi przewodami by pokazać go na zdjęciu.

Sprawdzany omomierzem styk zwiera przy sile nacisku 1 grama.

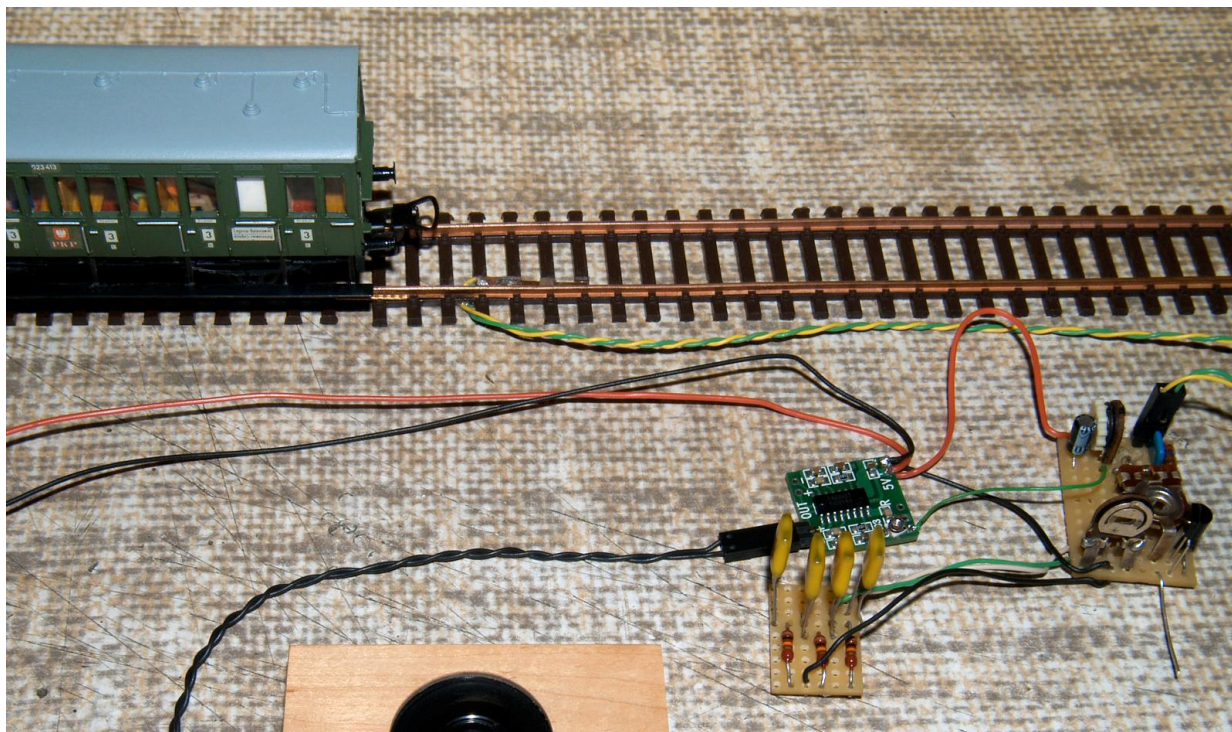
Na makiecie styki i kabelki musimy zamaskować. Blaszki można z wierzchu pomalować ale nie mogą do nich dotykać żadne kamyczki czy inna podsypka.

W gotowym torze niewygodne jest zrobienie wycięć w podkładach. Lepiej wycinać w samych podkładach przed złożeniem toru typu „flex” lub zrobić krótkie wstawki torów ze stykami. Długość styku w linii prostej równa czterem podkładom mocno utrudnia ich użycie na łukach lub rozjazdach.

Przy leżącym na stole torze nie sprawdziłem rozwiązania ze stykami pod torami, pod makietą. Naciskana główka styków musi być położona tak samo i przez popychacz zwierzać styki pod torem. Popychacz i jego prowadnicę trzeba zrobić precyzyjnie by przez dodatkowe opory nie wzrosła ponad 1 - 2 gramy siła nacisku. Taki zespół styków łatwo umieścić pod łukami i rozjazdami.

Najlepszy będzie montaż na jednej płytce głośnika, styków, elektroniki i przykręcanie całości pod torem. Izolowane główki z popychaczami montujemy w podkładach toru.

Ostatnia próba to sprawdzenie styku jadącym wagonem.



Działa. Wagon przejeżdża płynnie bez podskoków i wytwarza stuknięcia dla obu osi. Przy wolnej jeździe mamy wyraźne stuknięcie każdej osi, przy szybkiej drugiej nadchodząc na wcześniejsze ma nieznacznie inny początek stuknięcia.

Wagony dwuosiove i wózki w czterosioowych przy nierównym torze potrafią jechać na trzech kołach i mogą nie nacisnąć styku powodując opuszczanie stuknięć.

Dla potrzebnego efektu stukotu dobieramy pojemność kondensatora C1 dla czasu wybrzmiewania i pojemności „C” dla wysokości generowanego dźwięku.

Robimy to według własnego uznania i w montowanych stukawkach możemy ustawiać je różnie.

W granicach 100 - 2000 Hz (tyle sprawdziłem) nie trzeba powtórnie dobierać oporników R2 i R3.

Przykładowo dla torów na drewnianych podkładach i ziemnym nasypie ustawiłem częstotliwość ~200 Hz - kondensatory „C” = 47 nF a C1 = 1,5 µF co daje niski ton z krótkim czasem wybrzmiewania pasującym do tłumienia dźwięku przez nasyp i podkłady.

Na rozjazdach lepsza jest nieco wyższa częstotliwość rzędu 300 Hz - „C” = 33 nF i C1 = 2,2 µF dając efekt bardziej metalicznego stukotu.

Dla połączeń szyn na metalowym moście dobry efekt daje częstotliwość około 400 kHz - „C” = 22 nF a C1 = 4,7 - 5,6 µF. Prócz tego zwiększamy głośności otrzymując mocny hałas z długim czasem wybrzmiewania. Most dźwięczy jeszcze chwilę po przejechaniu pociągu.

W tej wersji na jednym tranzystorze z wzmacniaczem więcej nie uzyskam, ale jest prosto i tanio.

Słyszany efekt zależy od użytego głośnika. W stukocie przeważają niskie tony i najlepiej użyć głośników o większych membranach i w obudowach. Małe z małą komorą rezonansową dadzą słaby efekt.

