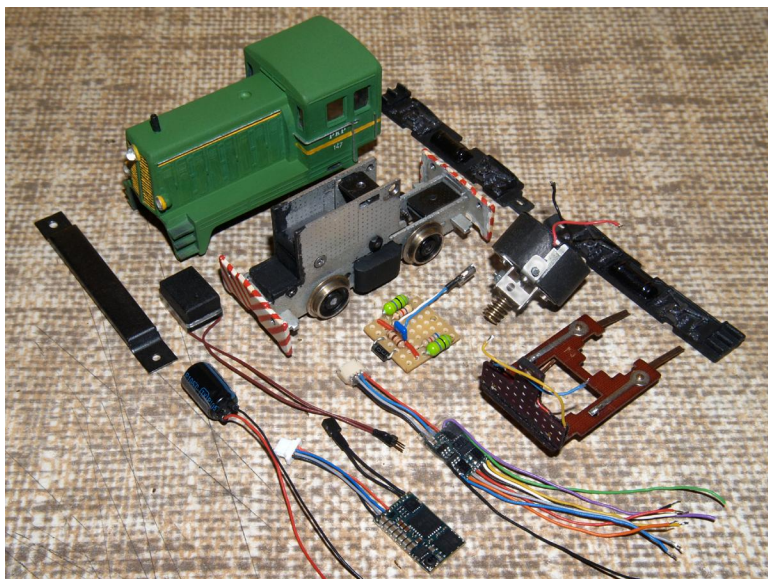


Określenie przebudowa bardziej pasuje do koniecznych zmian. Starsze lokomotywy nie były projektowane do sterowania cyfrowego i jego dodanie wymaga sporych przeróbek mechanicznych i elektrycznych.



Chcemy uzyskać płynną jazdę w całym zakresie prędkości, od najniższej do przyjętej maksymalnej. Wskazany jest mały pobór prądu by podtrzymanie zasilania było skuteczne.

Przebudowy zacząłem od najmniejszych i przez to trudniejszych do przeróbek lokomotyw Gutzold - BN150.

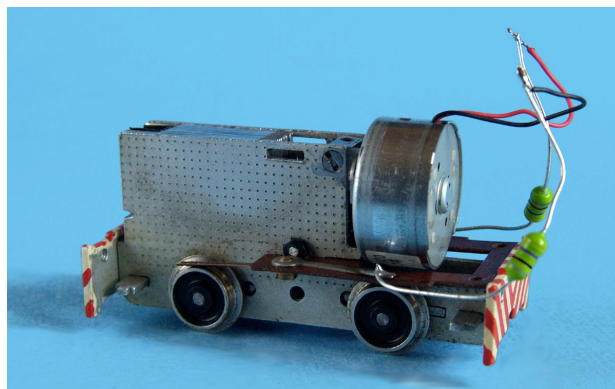
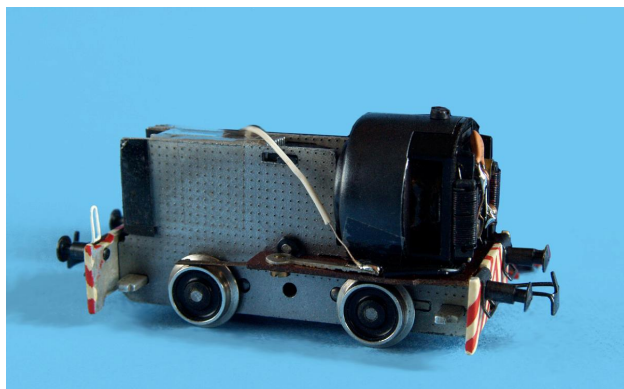
Aż trudno uwierzyć że te wszystkie elementy dadzą się złożyć w małą jeżdżącą z dźwiękiem lokomotywkę.

Do planowanych zmian gromadzimy wszystkie części i według ich rozmiarów robimy przymiarki do montażu całości.

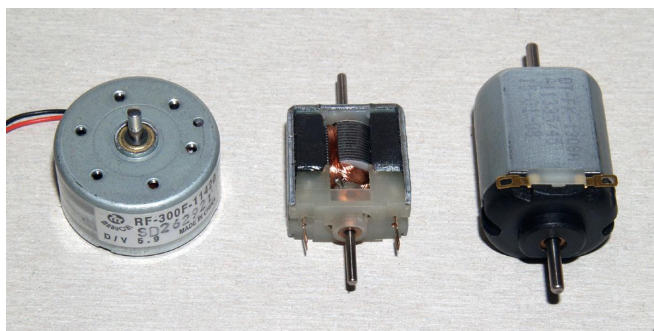
Opiszę kolejno elementy przerabianej lokomotywy bo te same lub zbliżone wystąpią we wszystkich.

SILNIK. Wymiana silnika na mniejszy właściwie zadecydowała o powodzeniu pierwszych przebudów. Powstało wolne miejsce w kabinie wykorzystane na dekoder, moduł dźwięku i inne elementy.

Przypadkowo trafiłem na wyprzedaż silniczków Mabuchi od jakichś napędów DVD o wymiarach zbliżonych do oryginalnego silniczka BN150. Kupiłem dwie sztuki na próby w lokomotywach.



W jednej został oryginalny silnik a w drugiej wstawiłem nowy (z dławikami) i puściłem obie lokomotywy „na siebie”. Przy napięciu 10 V praktycznie remis - cięższa ze starym (ale po konserwacji) silnikiem powoli przepychała lżejszą z nowym. Uznałem że silniczek mimo innych parametrów da zbliżoną siłę uciągu. Dokupiłem jeszcze dziesięć takich silniczków i kilka innych z dwustronnym wałem do przebudów kolejnych lokomotyw.

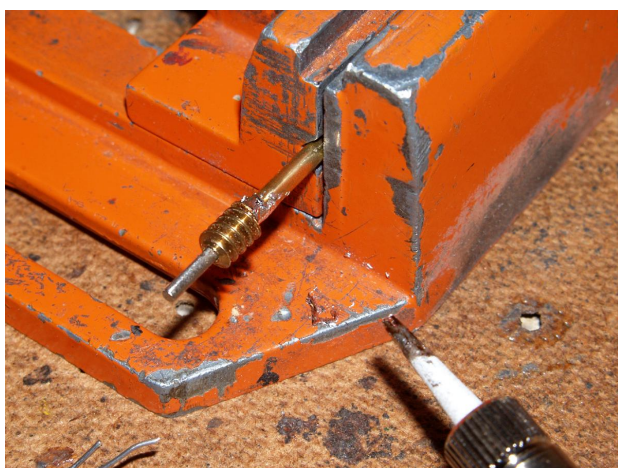


Z lewej silniczek Mabuchi. Średnica 25 mm, grubość 13 mm, wał 2 mm o długości 6 mm. Napięcie 1,7 - 6 V, moc maks. chwilowa 1,8 W. Napięcie niby niskie ale okazało się że zasilany prądem stałym przez długi czas wytrzymuje 10 V więc przy sterowaniu cyfrowym (impulsami) nie powinno być żadnych problemów.

Silniczek jest precyzyjnie zrobiony i bardzo cichy. Jest nierozbieralny i nie ma szczotek węglowych. Zużycie styków z fosforo-brązu do komutatora wymagać będzie wymiany całego silniczka, ale

przy jego cenie 5 zł nie jest to problem. W dodatku przerabiam kilkanaście lokomotyw i żadna nie będzie jeździć przez setki godzin więc styki wystarczą na długo.

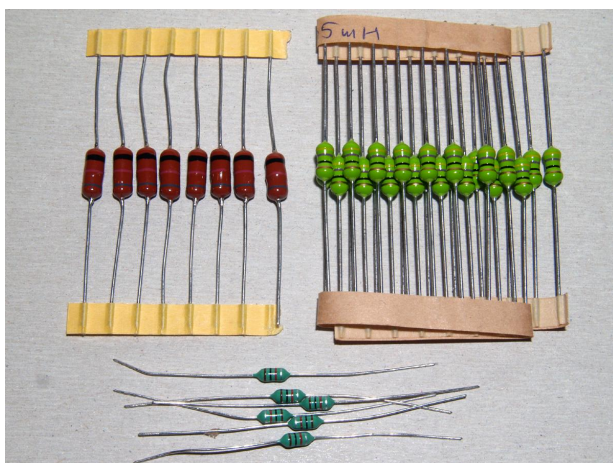
Krótki wał silniczka Mabuchi wymaga przedłużenia by współpracował z oryginalną przekładnią napędu kół. Ze starego silnika zdejmuję mosiężny ślimak i lutuję do mosiężnej rurki o średnicy wewnętrznej 2 mm.



By zachować osiowość lutowania do wnętrza rurki i ślimaka wkładam 2 mm pręt stalowy i lutuję do długiego odcinka rurki. Ślimak i rurka lutują się doskonale cyną i kalafonią. Po wystygnięciu wyjmuję pręt i opiłowuję nadmiar cyny. Pręt się nie przylutuje choć czasami siedzi mocno na kalafonii, trzeba go lekko podgrzać. Po dopasowaniu mocowania silnika w ramie przycinam rurkę na taką długość by ślimak wypadł na środku trybu odbiorczego. Rurka ma wewnątrz ~ 2 mm i często słabo trzyma się na wale. Wkładam do niej równo rozmieszczone 3 - 4 odcinki cienkiego drutu (kynar) bez izolacji i wciskam na wał. Drut trochę się spłaszczy a trochę wbije w rurkę, trzyma solidnie.

Nie wciskać rurki do końca wału, musi zostać z milimetr odstępem dla oliwienia łożyska.

DŁAWIKI. Dla ochrony przed wypalaniem styków i szczotek na komutatorze używam dwóch dławików i kondensatora. Przy cyfrowym sterowaniu silnika impulsami układ ten dodatkowo wygładza przebieg prostokątny ograniczając gwałtowne skoki prądu. Dławiki powinny mieć około 50 - 100 μH a kondensator 100 nF. Jednak dławiki oprócz indukcyjności mają oporność dla prądu stałego.

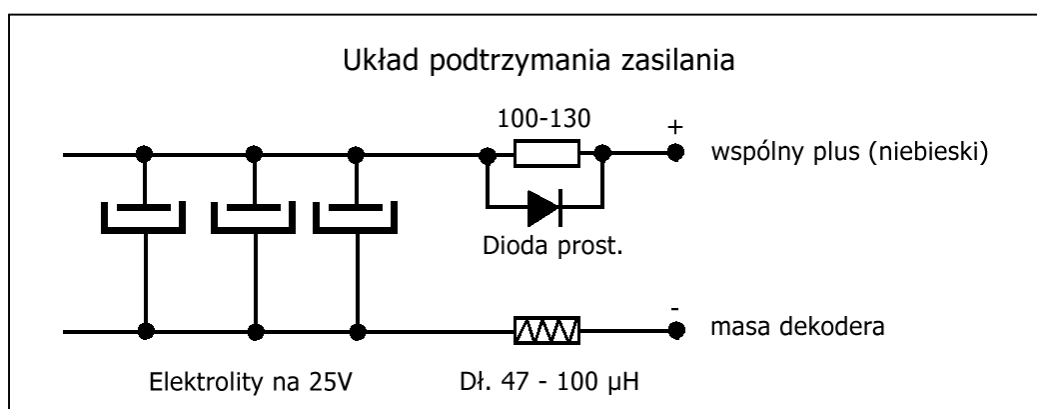


Takie dodatkowe oporniki w zasilaniu silnika będą ograniczać prąd więc ich oporność powinna być możliwie mała.

Wybrałem dławiki 47 μH o oporności 1 Ω i dławiki 82 μH mające 0,6 Ω do większych silników. Wytrzymują każdy prąd płynący przez silnik nawet się nie grzejąc. Niestety nie są miniaturowe. Tych samych dławików używam w układach podtrzymania zasilania z kondensatorami.

Widoczne na dole zdjęcia małe dławiki mają kilkanaście omów i nadają się tylko do podtrzymania zasilania z dekoderni oświetlenia wagonów.

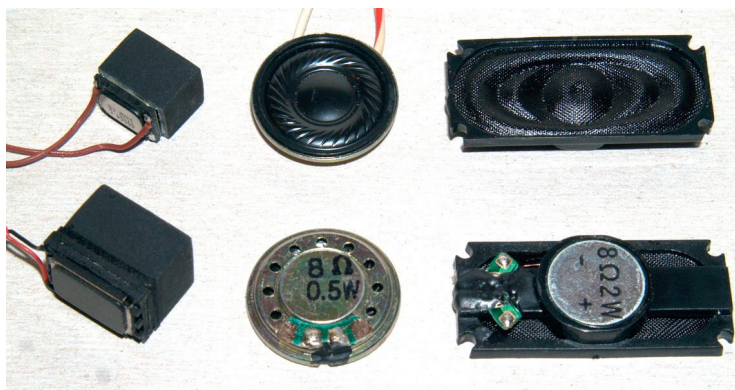
PODTRZYMANIE ZASILANIA jest praktycznie niezbędne w każdej lokomotywie.



Pozwala uniknąć zatrzymań przy chwilowych nie-kontaktach z szynami, na przykład na zwrotnicach. Bezpośrednie podłączenie kondensatorów o dużej pojemności mocno zakłóca sygnał cyfrowy co może dawać błędy sterowania i daje częste błędy przy programowaniu dekoderni. Wpływ kondensatorów dobrze ogranicza dławik w obwodzie masy i opornik w obwodzie plusa zasilania. Przy zaniku zasilania kondensator rozładowuje się przez diodę zasilając przez pewien czas całą lokomotywę.

Od pojemności użytych kondensatorów zależy czas podtrzymania zasilania więc wstawiamy ich możliwie dużo, ale nie kosztem ciężaru lokomotywy! Zbyt lekka jest słabo dociśnięta do szyn co daje znacznie częstsze nie-kontakty. W przerobionych mniejszych lokomotywach z silniczkami Mabuchi przy jeździe z 2/3 prędkości, włączonymi światłami i dźwiękiem mam średni czas podtrzymania 0,5 sekundy na ~1000 μ F pojemności. Przy dużych lokomotywach z mocniejszym silnikiem i głośnym ciągłym dźwiękiem jak spalinowa BR118 czas podtrzymania wyraźnie maleje i pojemność ~6000 μ F wystarcza do sekundy (jazda, dźwięk, światła). Fabryczne układy podtrzymania (bufory) są rozwiązaniem znacznie droższym ale bardzo skutecznym i jedynym gdy brak miejsca na kondensatory. Opis w „Moduły SUSI” - moduł bufora zasilania SP05A.

GŁOŚNICZKI w każdej lokomotywie z dźwiękiem mają możliwie wiernie i głośno odtwarzać wszystkie dźwięki. Trzeba je dobrać wymiarami do dostępnego miejsca na głośnik.



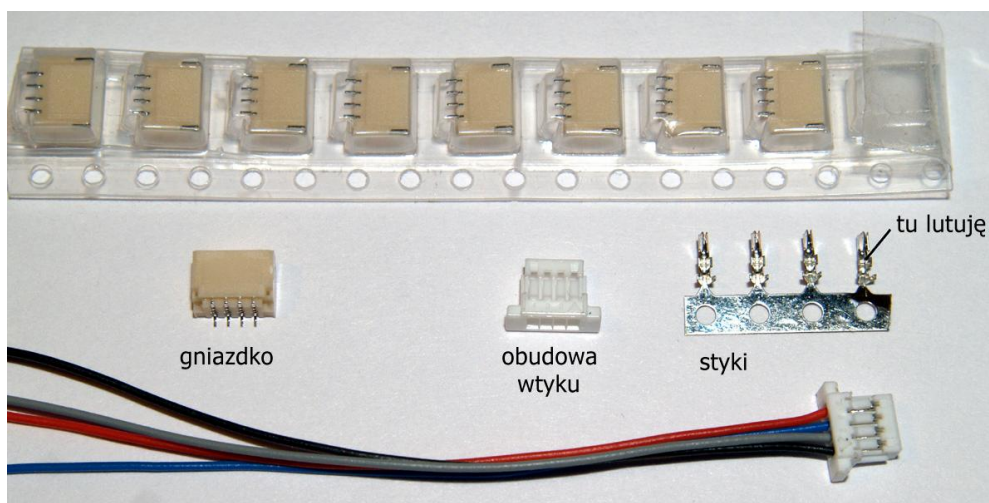
Do starych lokomotyw Gutzold czy Piko z ramą o szerokości ~ 12 mm dobrze pasują głośniczki „kostka cukru” o wymiarach 11 x 15 x 11 mm z komorą rezonansową - lewy dolny róg zdjęcia. Mają 4 lub 8 Ω i moc 0,5 - 1W. Mniejsza kostka ma 8 x 10 x 11 mm ale oporność około 24 Ω . Odtwarzanie jest ciche i pojedynczo ten głośnik nie nadaje się do lokomotyw, minimum to dwa połączone równoległe. Łącząc je trzeba ustawić zgodną fazę ruchu membran w obu głośniczkach.

Okrągłe i podłużne głośniki przeznaczyłem do większych lokomotyw parowych i spalinowych.

Skuteczność głośnika „kostka” z małą membraną jest niewielka i dodana komora jakby ją powiększa, bez niej głośnik jest za cichy. Jeśli jednak wymiar głośnika z komorą jest za duży można ją nieco zmniejszyć. W kilku zmniejszyłem komorę z 8 do 5 mm grubości. Sprawność głośnika odrobinę spadła, za to zmieścił się z przodu lokomotywy w mniejszym wycięciu. Komorę trzeba delikatnie odkleić nie uszkodzając membrany i jej zawieszenia. Szlifujemy ją na płaskim papierze ściernym do potrzebnej grubości. Potem całość czyścimy i przyklejamy komorę powtórnie. Wewnątrz nie mogą zostać żadne śmieci by głośnik nie brzęczał. Nie zmniejszać komory poniżej 5 mm, spadnie głośność i odtwarzanie niższych dźwięków.

Do sprawdzania głośniczków używam odtwarzacza MP3 z nagrany na karcie pamięci „Tańcem z szablami” i ustawionym na stałe wzmacnieniem. Słychać odtwarzanie niskich i wysokich tonów i siłę głosu każdego głośnika więc łatwo je porównać. Wyłapiemy też wszelkie wady głośnika, jak brzęczenie membrany.

DEKODER I MODUŁ DŹWIĘKU.



Do połączeń modułów Susi z dekoderni (i programatorem) potrzebny jest wtyk i gniazdko SUSI. Gniazdko i wtyki są miniaturowe z rozstawem pinów 1 mm. Dość trudne do kupienia ale upolowałem je przez internet. Gniazdko mają oznaczenie BM04-SRSS-TB, wtyczki JST-SHR04V-S-B lub JST-04SR-3. Przewody do gniazdko lutujemy podobnie jak do dekodera, pocynowane 1 mm końcówki.

Styki cynujemy minimalnie i szybko lutujemy bo grozi zmięknięcie tworzywa i styk będzie trzymał się słabo, może go wypchnąć wkładana wtyczka. W dekodernach DH16A gniazdka lutujemy na płytce dekodera, są pola stykowe 4 połączeń i dwa dla mocowania gniazdka.

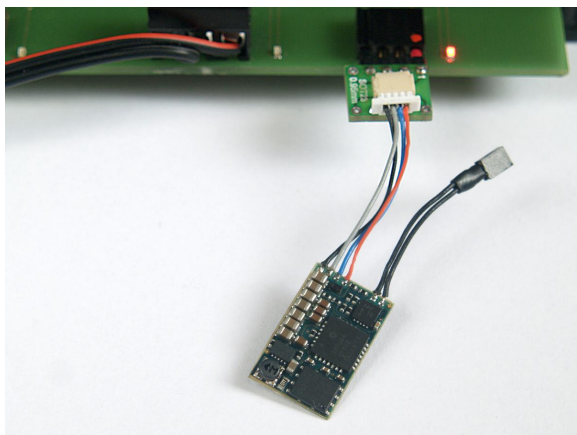
Z wtyczkami jest trudniej. Do ich blaszek stykowych jest przewidziana jakaś mała zaciskarka. Nie mam jej i kabelki lutuję do blaszek. Milimetrowe pocynowane końcówki wkładam między pierwsze łapki (patrz zdjęcie) i podgrzewam lutownicą aż cyna z kabelka mocno złapie. Nie można użyć więcej cyny bo miejsce lutowania będzie za grube i styk nie wejdzie do obudowy wtyku.

Blaszki na czas lutowania przyklejam taśmą klejącą do większego kawałka tektury.

Po przylutowaniu pierwsze łapki zaciskam na przylutowanym przewodzie a drugie na jego izolacji.

Potem odłamuję styki od łączącej je blaszki i pojedynczo wciskam do obudowy. Trzeba to zrobić równo by styki trafiły na otwory obudowy i zaklinowały się. Wtyczek ze stykami kupujemy więcej niż potrzeba bo przy składaniu jeden krzywo wciśnięty styk to zmarnowana wtyczka, rozebrać i poprawić już się nie da.

Każdą zrobioną wtyczkę wkładamy i wyjmujemy ze trzy razy z gniazdka a potem sprawdzamy omomierzem połączenia kabelków przez gniazdo - wtyk.

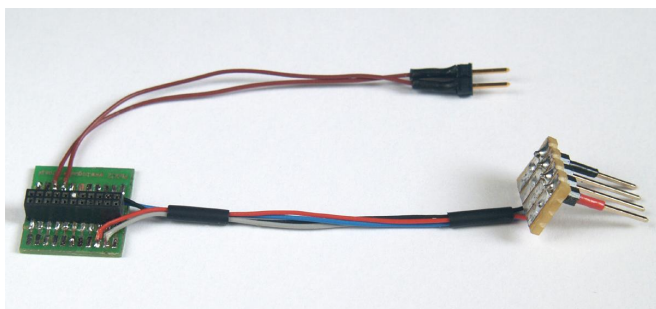


Gniazdko i wtyk Susi są potrzebne do połączenia modułów z dekodernem jazdy.

Wgranie projektu dźwięku i aktualizacji dla modułu dźwięku i innych modułów wymaga ich połączenia z wyjściem Susi Programatora.

Można kupić z nim lub dorobić samemu płytkę z gniazdem Susi i czterema bolcami pasującymi do gniazda w programatorze, rozstaw - 2,54 mm.

Na zdjęciach samoróbka z podłączonym modułem SH10A.



Jeśli używamy dekodera jazdy i dźwięku SD połączenie przez Susi nie jest niezbędne do wgrania projektu, można wgrać przez tory. Do dekodernów z wtykiem PluX można użyć przejściówki PluX <> Susi.

Na zdjęciu przejściówka zrobiona z gniazda dekodera na płytce, małej płytce z bolcami i kilku kabelków. Dodałem podłączenie do używanego większego głośnika.

Dekoder wyjmujemy z lokomotywy i wstawiamy w przejściówkę łącząc ją z gniazdem Susi programatora. Tak samo można zrobić przejściówkę do dekodernów jazdy i dźwięku z gniazdem 21 pin.

W opisie „Dekodery” wspomniałem o użyciu kolorowych kabelków.



Przez internet można kupić zestawy w 10 kolorach - po lewej stronie zdjęcia. Kabelki mają zewnętrzną średnicę 0,7 mm i dobrą izolację nie topiącą się szybko podczas lutowania.

W najmniejszych lokomotywach używam też kabelków z prawej strony zdjęcia. Są cieńsze, 0,5 mm, i mają odporniejszą na podgrzewanie izolację.

Wszystkie kabelki o niewielkim przekroju miedzianego przewodu wytrzymują obciążenia występujące w lokomotywach, tym bardziej że połączenia są z reguły krótkie.

OŚWIETLENIE

We wszystkich przerabianych lokomotywach i wagonach wymieniam stare żarówkowe oświetlenie na LED. Typowa żarówka przy 12V pobiera 30 - 50 mA, moc tracona do 0,6 W. Przy dłuższym świeceniu żarówki silnie się grzeją i uszkadzają obudowy z tworzywa. W starych lokomotywach na skutek podgrzewania żarówkami często powstawały wokół nich wykruszenia.

Wstawiam LED 3 - 5 mm pasujące w miejsca usuniętych żarówek. Likwiduję pozostałe po żarówkach połączenie oświetlenia z ramą lokomotyw. Do innych lamp montuję LED SMD.

Zależnie od świateł lokomotyw wstawiam je w obudowy reflektorów, jak w BN150, lub lutuję na płytce a w lampy na obudowie wklejam światłowody, np. tylne światła BN150.

Najtrudniej montuje się małe LED SMD bezpośrednio w obudowach lamp. Do połączeń używam cienkich drucików DNE 0,1 mm o dwóch kolorach emalii co pozwala ustalić ich biegunowość.

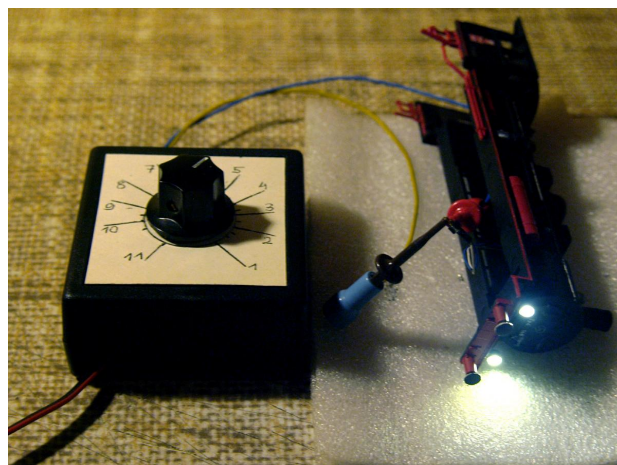
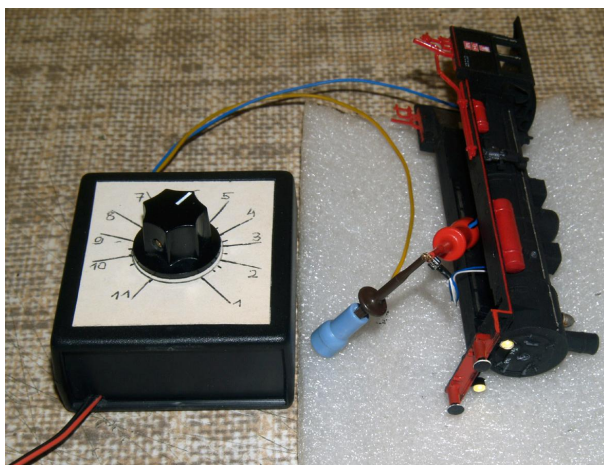
Sprawdzam je omomierzem na każdym etapie montażu. Po przyłutowaniu drucików i po wklejeniu w lampy gdy klej jeszcze mokry i łatwo się cofnąć. Następnie po wprowadzeniu drucików do obudowy (mogły się złamać) i po ich szeregowym połączeniu z drugą i ewentualnie trzecią diodą.

Omomierz z baterią 3V pozwala sprawdzić (i zaświeci) tylko pojedynczą LED. Już przy dwóch połączonych szeregowo napięcie jest za niskie i diody nie przewodzą. Trzeba użyć zasilacza i dobrać opornik.

Przy sterowaniu z wzmacniaczy 10764 Roco napięcie stałe na prostowniku dekodera ma około 16V.

Do takiego napięcia dobieram oporniki wszystkich lamp lokomotyw i oświetlenia wagonów.

Nie przesadzać z jasnością, wagon oświetlający cały pokój wygląda nienaturalnie.



By wciąż nie podłączać prowizorycznie potencjometru montażowego zrobiłem pudełeczko z potencjometrem liniowym 10 k Ω i dodanym szeregowo opornikiem 1 k Ω zabezpieczającym diody przed spalaniem gdy przypadkowo skręcę potencjometr na minimum.

Prosta skala i nie trzeba mierzyć oporności a dwoma małymi chwytakami podłączę się do każdego światła.

Orientacyjnie pomierzyłem używane LED-y. Białe SMD 2 mm i zwykłe 3 mm świecą jasno przy napięciu 2,6 - 2,7 V pobierając 1 - 2,5 mA. Dalsze zwiększenie napięcia do 2,8 V daje nieznaczny wzrost jasności za to prąd wzrasta trzykrotnie i dioda SMD jest już ciepła. Czerwone LED SMD 2 mm świecą jasno przy 2 V i prądzie około 8 mA. Zwiększenie napięcia do 2,2 V daje wzrost prądu do 16 mA a jasność rośnie tylko o 10 - 15% i dioda jest wyraźnie ciepła.

W wagonach podtrzymanie zasilania nie będzie zbyt duże. Przeważnie zmieścimy kondensatory 470 - 1000uF więc duży pobór prądu przez LED-y może mimo podtrzymania dać przygasanie oświetlenia.

Do wagonów najwygodniej użyć samoprzylepnych pasków z szeregiem LED. Dopasujemy ilość diód i długość pasków i łatwo przykleimy je do dachu.

Dla różnego oświetlenia korytarza i przedziałów można użyć dwóch pasków.

PŁYTKI POŁĄCZEŃ robię z uniwersalnych płytek z rastrem 2,5 mm.

Na nich lutuję większość elementów, dławiki, kondensator, oporniki i połączenia z dekoderelem.

Przy małym rastrze 2,5 mm dość łatwo przez przecinanie i łączenie ścieżek dopasować płytki do potrzeb i miejsc w lokomotywach.

Używam możliwie małych zwykłych elementów i elementów SDM. Te drugie łatwo przyłutować na przeciętych ścieżkach lub do ścieżek sąsiednich.

Nie robię trawionych płytek bo do każdej lokomotywy potrzebna byłaby inna, no maksymalnie po dwie dla niektórych podwójnych lokomotyw.

NARZĘDZIA

Do lutowania przewodów do dekodów i płytek używam dwóch lutownic z grotami o średnicy ~ 1 mm. Stara 15W / 24V z dwoma wymiennymi grotami i nowa 8W / 12V z małym grotom. Przy lutowaniu ślimaków do rurek i innych mosiężnych elementów potrzebna większa moc, używam lutownicy 30W / 230V.

Do prac mechanicznych przydatne są typowo modelarskie małe narzędzia. Dobre są diamentowe, jak tarczki do cięcia, pilniki iglaki i małe frezy - tną dobrze wszelkie materiały. Używam wiertel o średnicach 0,3 - 8 mm. Do małych przydatny jest ręczny uchwyt by wiercić z wycuciem, szczególnie w częściach z tworzywa. Elektryczna mini wiertarka może topić tworzywo i wyrwać sporą dziurę zamiast 1 mm otworu. Natomiast napęd typu Dremel jest wygodny do cięcia metalu tarczami, frezowania i wiercenia otworów. Ale często używam starej ręcznej wiertarki przy wierceniu w ramie i obciążeniu lokomotywy. Przy przeróbkach części mechanicznej z metalowymi ramami przydają się gwintowniki i narzynki M2 i M2,5 - typowe gwinty w modelach Gutzold czy Piko. Gwintować można i w częściach z tworzywa byle gwint był dłuższy od 2 milimetrów. Zaletą połączeń śrubowych jest dobry i łatwy montaż czy demontaż.

Omomierz jest potrzebny nie tylko do lamp ale i kontroli wszelkich połączeń i braku zwarc z ramą. Miernik uniwersalny pozwala na pomiar napięć i prądów. Pamiętajmy że jest on przystosowany do pomiarów napięć zmiennych (przemienne) zbliżonych do sinusoidy. Przy torach zasilanych sygnałem prostokątnym wskazania będą zależą od miernika. Mój stary wskazówkowy UM200 na zakresie 30V zmiennego pokazuje 19V, więcej tylko o 1,1V w stosunku do 17,9V w oknie Status centralki „z21”. Przy dużych różnicach kierować się wskazaniem „z21” - patrz opis „Sterowanie”.

Do przeróbek mechaniki lokomotyw, wymiany silników czy ich konserwacji i regulacji przydaje się zasilacz napięcia stałego. Używam zasilacza ze stabilizacją w zakresie 2,4 - 24 volt i prądzie ograniczonym do 1 A. Do zasilacza wstawiłem cyfrowy wyświetlacz napięcia i prądu. Kierując się poborem prądu łatwo wyregulujemy mechaniczną przekładnię napędu i ustawienie silnika względem koła odbiorczego przekładni ślimakowej. Podobnie ustalamy docisk odbieraków do kół.

Przebudowywany starszy tabor z reguły wymaga poprawek malowania, a często malowania całego modelu. Oprócz kompletu różnych pędzelków bardzo przydatny jest mały aerograf z małym kompresorem. Tylko nim pomalujemy równo większe obudowy lokomotyw czy wagonów.



Używam aerografu z dyszą 0,35 mm co pozwala malować całe wagony i małe elementy.

„Kabina lakiernicza” to gazety na tekturze i stole. Wyciąg zastępuje otwarte okno, zimą trudno malować.

Do kółka z tektury przykręcone gniazdko bananowe. W imadle wtyczka jako oś. Wklejone dwie listewki pozwalają malować tabor dowolnie go obracając i pochylając.

Do malowania imadło zasłaniam gazetą a wagon miałby przy malowaniu ścian zasłonięty dach.

Jak widać aerograf nie rozpyla farby na wszystkie strony, gazety są brudne tylko w kierunku malowania. Przy malowaniu co jakiś czas paru wagonów czy lokomotywy takie rozwiązanie całkowicie wystarcza.

W lokomotywach parowych często prócz obudowy maluję podwozie i koła. Podwozia zależnie od możliwości maskowania maluję aerografem lub pędzelkiem. Koła tylko pędzelkami. Na kołach maluję też białe opaski na krawędziach i tu natrafiłem na pewien problem. Lokomotywa z napędem leżała na boku i opaski malowałem na kręcących się kołach co dawało równe malowanie.

Przy przebudowie BR 52 z napędem w tendrze takie malowanie było niemożliwe a obracając ręcznie koła nie pomalujemy opasek równo bo będą zatrzymania i wachnięcia obrotów.

MALOWANIE OPASEK NA KOŁACH

Zrobiłem prosty przyrząd do malowania kółek.

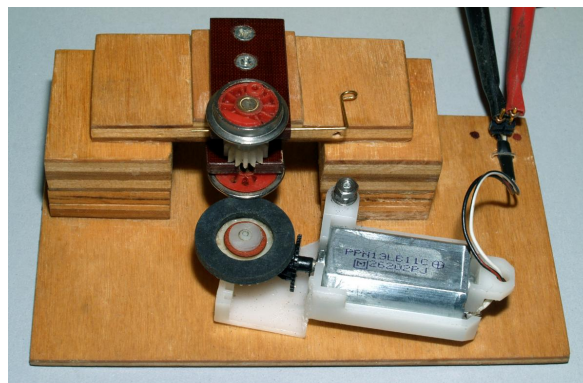
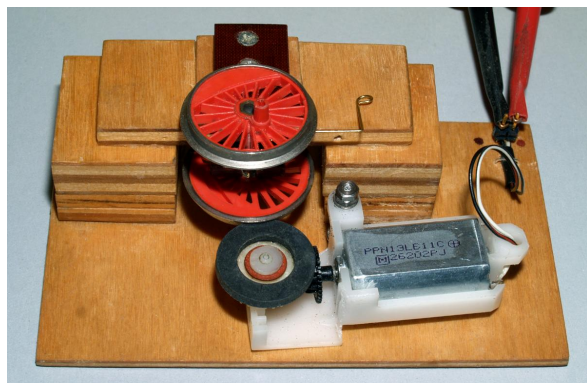


Podstawa do uchwytów kół z kawałków sklejk.
Same uchwyty z tekstolitu grubości 3 mm z wycięciami na oś kół - typowo 2,5 mm.

Rozstaw uchwytów musi być równy szerokości ramy lokomotywy z niewielkim luzem by koła lekko się w nich obracały.

Na górze oś jest blokowana cienkim drutem wsuwanym w otwórki górnego uchwytu gdyż przy docisku gumowej rolki koło się przechylało.

Napęd silniczkiem z zapasów, z obudową - uchwytem i przekładnią kątową oraz naklejonym gumowym pierścieniem trafiającym na bieżnię dolnego kółka. Silnik jest umocowany obrotowo i dociskany do kół niewidoczną na zdjęciu sprężynką co zapewnia napęd wszelkich większych i mniejszych malowanych kółek.



Na zdjęciach koła od BR03 o średnicy 23 mm i małe koła od BR106 o średnicy 12,7 mm.

Wymiary podstawy trzeba tak dobrać by różne kółka mieściły się w uchwyt.

Robimy też w podstawie łukowate wycięcie dla kół z trybem napędowym na osi.

Natomiast rozstaw uchwytów nie pozwala wstawić do nich kół z zębatką nie na osi ale z boku, jak koła od zabawkowej BR80 z węższą ramą.

Do malowania najlepszy jest cienki i dość twardy pędzelek z krótkim włosiem. Przy miękkim i dłuższym dochodzi do zawijania się włosków na bieżnię kół i ich zabrudzenia farbą, trzeba potem skrobać patyczkiem do czystego metalu.

Również przy przebudowie BR52 natrafiłem na popękane zębátky przenoszące napęd ze ślimaków na osie kół w wózkach napędowych tendra.

NAPRAWA ZĘBATEK

Najstarsze tekstolitowe kółka zębate pracują doskonale do dziś. Nowsze poliamidowe wytrzymują kilkanaście lat po czym lubią pękać. Zwiększa się odległość między zębami blokując przekładnię.

Przy wcześniejszych przebudowach zębátky wymieniałem. Niestety zapas się skończył i zostały tylko uszkodzone. Spróbowałem je naprawić i mam dobrze działający napęd.



Skleiłem zębatki cyjanopaniem i ściśnięte spinaczami do białej szczy całej noc.

Oryginalnie całe zębatki są mocno wciskane na osie by bez poślizgu przenosić napęd. Sklejane i tak samo wciskane prawdopodobnie pękają w miejscu klejenia. W zębatkach cienkim iglakiem rozpiłowałem wewnętrzne otwory, tak by wchodziły na oś z niewielkim oporem i bez żadnego luzu - piłując trzeba co chwilę przymierzać. Dla napędu bez poślizgu zębatki przykleiłem do osi. Na gładki metal klej słabo złapie więc w każdej osi wypilowałem cztery małe dołki w miejscu na zębatkę.

Nakleiłem taśmę ustalającą położenie zębatek, posmarowałem klejem i wsunąłem zębatki na miejsce. Po wyschnięciu kleju usunąłem jego nadmiar a w miejscu klejenia wycinałem resztki kleju między zębami trybu.

Zębki trybu w miejscu klejenia nie mogą być wyższe od pozostałych gdyż będą blokowały przekładnię, w razie zacięć trzeba je minimalnie ściąć lub spiłować.

Złożyłem wózki napędowe z naprawionymi zębatkami wstawiając po jednej dobrej i jednej naprawianej do każdego wózka (z czterech dwie były uszkodzone). Przy próbie kręcenia napęd działał dobrze do chwili zmiany kierunku obrotów, wtedy zacięło się i silnik stanął.

Jedną z zębatek przykleiłem w nieco innym położeniu i po zmianie kierunku obrotów zaczęła o uchwyt łożyska wału ze ślimakami. Spiłowałem na skos około milimetra uchwytu i problem zniknął.

Nasmarowałem wszystkie zębatki, ślimaki i osie średnim smarem, podobnie osie kół. Złożony ponownie napęd działa bardzo dobrze w obu kierunkach. Pobór prądu bez skoków, żadnych zacięć i szarpnięć osi. Napęd zachowuje się jakby nigdy nie był naprawiany.

Dołożyłem obciążenie tendra i przy wadze 365 gramów zrobiłem testową jazdę na prąd stały.

Tender jeździł po próbnym torze z różnymi prędkościami w obu kierunkach przez dłuższy czas. Klejone zębatki wytrzymały te wszystkie próby więc naprawa jest udana.

Wymieniając zębatki trzeba z osi ściągnąć jedno z kół. Jest mocno osadzone i po ponownym założeniu nie może mieć żadnego luzu. Gdyby luz pojawił się to można do wnętrza otworu włożyć kilka bardzo cienkich miedzianych drucików z kabelka i koło wcisnąć na oś po czym obciąć na równo wystające druciki.

Pęknięcie koła z metalowym pierścieniem jest mało prawdopodobne ale nie przesadzać z grubością i ilością wkładanych drucików.