



Regulator HHO...

Regulator HHO jest urządzeniem elektronicznym pracującym jako regulator PWM zapewniający optymalną produkcję gazu HHO zasila- jącego silnik spalinowy. Dzięki niemu oszczędność paliwa sięga 30%. Spalając gaz HHO wraz z podstawowym paliwem, przyczyniamy się do zmniej- szenia emisji spalin

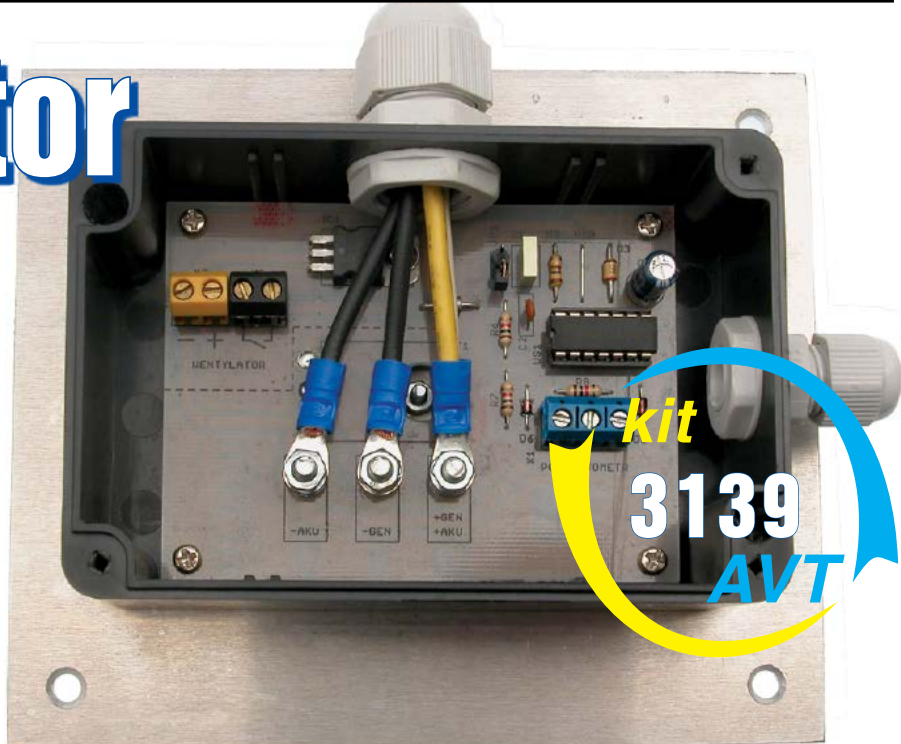
Do czego to służy?

Regulator HHO można nazwać inaczej generatorem gazu Browna. Zasada dzia- łania generatora jest w gruncie rzeczy bardzo prosta. W dużej mierze cały proces opiera się na dobrze nam znanej elektroli- zie. Elektrolyza wody (rysunek 1) jest pro- cesem rozkładu wody na wodór (powstają- cy na katodzie) i tlen (powstający na anodzie), odbywający się pod wpływ- em przepływającego prądu elek- trycznego. Część aktywna generatora to blisko ułożone równolegle wzglę- dem siebie anody i katody, które wykonane są ze stali nierdzewnej.

Proces ten przebiega następująco:
 $2H_2O \rightarrow 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$

W całym procesie wodór nie jest nigdzie magazynowany, co zwięk- szałoby prawdopodobieństwo jego wybuchu, dlatego jest on spalany na bieżąco przez silnik spalinowy. Mieszanka ta doprowadzana jest do ukła- du dolotowego silnika, skąd wraz z zasasywanym powietrzem trafia do komory spalania,

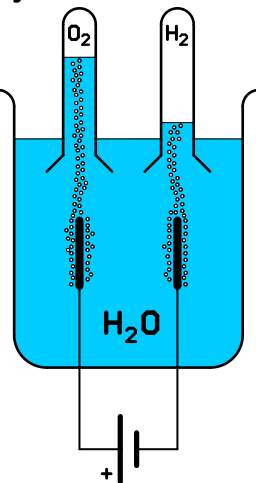
gdzie jest spala- na wraz z podsta- wowym paliwem. W zależności od pojemności sil- nika, różne jest zapotrzebowanie na gaz HHO. Należy je dobrać, stosując generator o odpowiedniej wydajności oraz regulując jego wydajność natę- żeniem prądu,



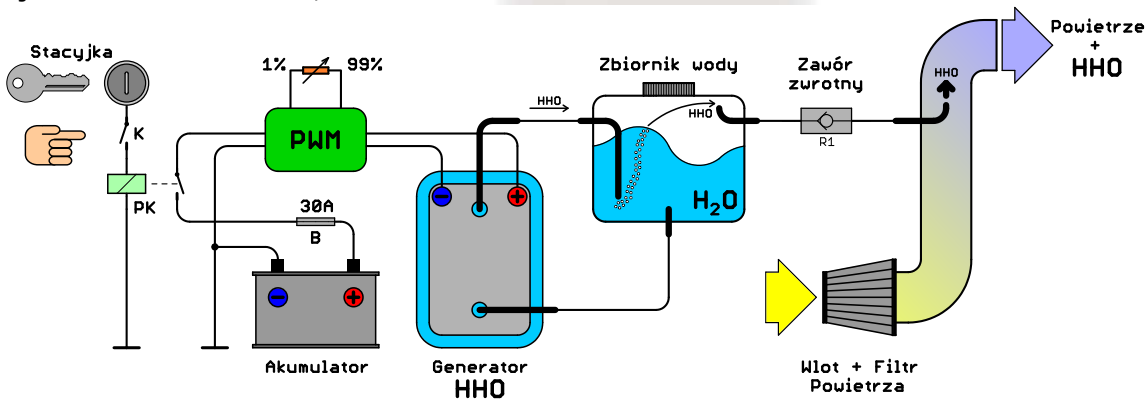
którym jest zasilany. Precyzyjne ustawie- nie poboru prądu przez generator, który jest bezpośrednio podłączony do źródła zasilania, jest w praktyce bardzo skom- plikowane. Powodem tego problemu jest zmiana temperatury

elektrolitu w czasie pracy generatora, im wyższa temperatura wewnątrz genera- tora, tym większy prąd maksymalny, który pobiera generator. W przypadku, gdy obu- dowa wykonana jest z tworzywa sztucz- nego bądź kompozytu, sytuacja taka może

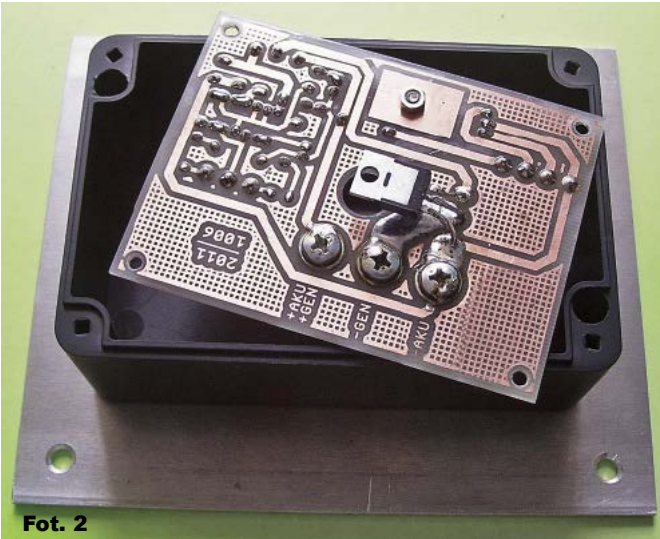
Rys. 1



Rys. 2



Fot. 1



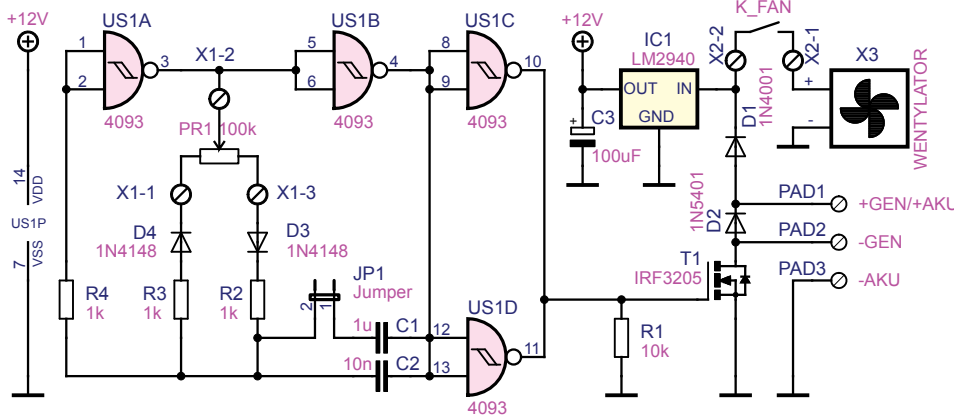
Fot. 2

doprowadzić do jej uszkodzenia lub do nadmiernego obciążania alternatora.

Do regulacji natężenia prądu można wykorzystać przedstawiony projekt regulatora HHO. Schemat instalacji wytwarzania i obiegu HHO znajduje się na rysunku 2.

Według różnych opinii, w procesie wytwarzania i spalania gazu HHO, który podnosi wartość energetyczną mieszanki paliwowo-powietrznej, można spodziewać się oszczędności paliwa rzędu 10 do 30%, w zależności od sposobu jazdy i stanu technicznego pojazdu. Oszczędność ma wynikać nie tylko z zastąpienia części dotychczasowego paliwa gazem HHO, ale i całkowitego spalania mieszanki paliwowej. Według licznych opinii odczuwalne jest zwiększenie elastyczności silnika zwłaszcza na niższych obro-

Rys. 3



tach. Można także z obserwować równiejszą, cichszą i spokojniejszą pracę silnika. Jeśli chodzi o moc, należałoby ją sprawdzić na hamowni, by potwierdzić prawdziwość doniesień kierowców stosujących HHO w swoich pojazdach.

Warto dodać kilka słów o zbiorniku wody i zaworze zwrotnym, który znajduje się w instalacji HHO (rysunek 2). Oprócz

podstawowego zadania, jakie ma spełniać zbiornik z wodą destylowaną (magazyn elektrolitu), służy ona też za płuczkę gazową. Płuczkę gazową w Internecie i literaturze oznacza się słowem „Bubbler”. Służy ona do oczyszczania interesujących nas gazów z innych gazów oraz par różnych substancji. Jedna z rurek płuczki (dłuższa) to wlot – do wpuszczania gazu. Krótsza to wylot – którym wylatuje przepłukany gaz. Zasada działania płuczki jest prosta: zanieczyszczenia reagują z jej zawartością (substancją absorbującą), zaś interesujący nas gaz nie – dlatego tylko on przechodzi dalej do kolektora dolotowego silnika. W tym przypadku substancją absorbującą jest woda destylowana, a eliminowanymi zanieczyszczeniami są: tlenki kwasowe silnych kwasów (np. SO_3 , NO_2), halogenowodory, amoniak oraz pary substancji dobrze rozpuszczalnych w wodzie. Dzięki takiej konfiguracji zbiornika wody

z płuczką, silnik jest zabezpieczony przed uszkodzeniami chemicznymi – przede wszystkim jego elementy aluminiowe oraz stalowe. Zawory zwrotne stosowane są wszędzie tam, gdzie wymagany jest przepływ medium tylko w jednym kierunku. W tym przypadku mowa o gazie HHO. Zawór zwrotny zabezpiecza naszą instalację przed wybuchem gazu znajdującego się w dolocie powietrza do silnika. Wybuch może zdarzyć się, gdy zapłon silnika jest źle ustawiony i nastąpi on podczas otwartego zaworu dolotowego.

Jak to działa?

PWM jest to metoda regulacji sygnału prądowego lub napięciowego, polegająca na zmianie szerokości impulsu o stałej amplitudzie. Poprzez regulację wypełnienia sygnału kontrolowana jest ilość prądu, dostarczana do generatora HHO. Dzięki pracy impulsowej w regulatorze prawie nie występują straty, czyli sprawność jest bliska 100%. Prezentowany regulator doczekał się kilku wersji, począwszy od prostego generatora z dwiema bramkami NAND do wersji obecnej. Wersje różnią się tylko nieznacznie. Ułożenie elementów na PCB jest identyczne. Na zdjęciach jest wersja 1 a w opisie 4. Wszystkie wersje pracują tak samo poprawnie.

Schemat ideowy regulatora znajduje się na rysunku 3. Bramki US1A, US1B pracują w układzie generatora z regulowanym wypełnieniem sygnału wyjściowego. Częstotliwość wyznacza pojemność C2 lub C1 i C2 oraz rezystancja potencjometru PR1 dołączonego do złącza X1 wraz z R2, R3. Kondensator C1 dołączony jest za pomocą zworki (jumpera) JP1 tak, by mógł zmienić częstotliwość pracy generatora. Jak wynika z prób, warto wyposażyć

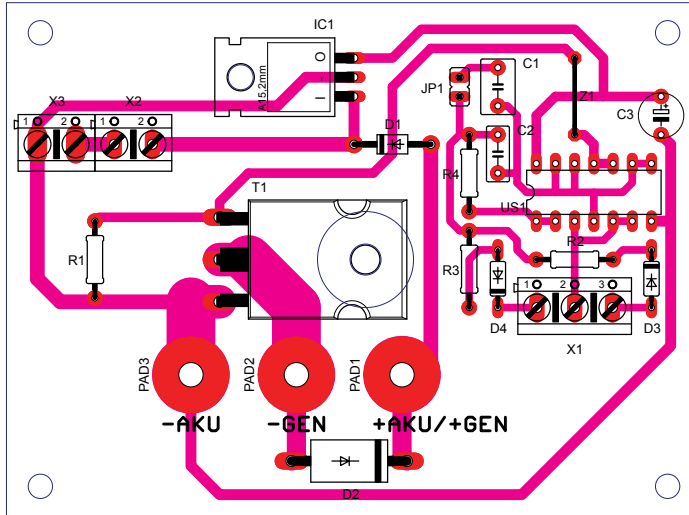
układ w taką możliwość zmiany częstotliwości, ponieważ budowa i częstotliwość pracy generatora HHO ma znaczący wpływ na ilość wytwarzanego gazu. Podczas przeprowadzania prób kondensatory te mogą mieć wartości: $C1=1\mu F$, $C2=10nF$. Potencjometr PR1 ma wartość 100kΩ. Połączone równolegle bramki U1C, U1D sterują tranzystorem T1 IRF3205. Jego parametry podstawowe to $I_D=110A$, $V_{DS}=55V$, $R_{DS(on)}=8m\Omega$ oraz $P_D=200W$. Są to parametry w zupełności wystarczające, by

skutecznie zasilić generator HHO.

Potencjometr PR1 pozwala zmieniać współczynnik wypełnienia generowanego przebiegu w bardzo szerokich granicach od około 1% do około 99%. Przebieg impulsowy podany na bramkę T1 cyklicznie otwiera i zamyka tranzystor, a średnia moc dostarczana do elektrolizera (generatora HHO) jest zależna od współczynnika wypełnienia przebiegu z generatora dwubramkowego. Ze względu na pracę o charakterze impulsowym straty w tranzystorze T1 są małe i w przypadku obciążenia do 100W radiator może być symboliczny. W przypadku pracy z większymi mocami trzeba wyposażyć go w większy radiator. W przypadku pracy z elektrolizem prądy mogą sięgać 20A i więcej. Warto między przełącznikiem PK (rysunek 2) załączającym zasilanie a regulatorem HHO wpiąć amperomierz o zakresie 30A. Dzięki niemu będzie można dokładnie wyregulować ilość prądu przepływającego przez generator gazu.

Montaż i uruchomienie

Przed montażem i uruchomieniem regulatora należy przygotować (plastikową) obudowę Z-57. W pierwszym etapie trzeba dokładnie wyznaczyć, gdzie ma pojawić się otwór na tranzystor, który będzie mocowany do zewnętrznego radiatora. Jest nim blacha aluminiowa o grubości 3mm i wymiarach 12,5x15cm. Fotografije, zamieszczone w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru, dokładnie prezentują poszczególne etapy, które pokrótce opiszę. Dobrym rozwiązaniem jest wydrukowanie i wycięcie wzoru płytki (rysunek 4). Prowizorycznie przyklejamy szablon przezroczystą taśmą i nożykiem do tapet 5mm nacinamy papier wokół konturu tranzystora tak, by pozostał ślad na plastikowej obudowie – **fotografia 3** (także zdjęcie F05 w Elportalu). Po usunięciu szablonu pozostanie nam zarys wycięcia. W rogach otrzymanego prostokąta



Rys. 4

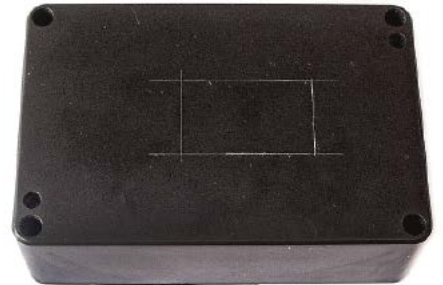
punktami punktujemy miejsca na otwory (F06). Zapunktowane miejsca przewiercamy wiertłem o średnicy 1–3mm, aby mieć ładnie wykonane rogi otworu (F07). Proste krawędzie otworu można wyciąć wyrzynarką. Ja w moim modelu popełniłem błąd podczas zaznaczania krawędzi tranzystora i otwór jest większy od wymaganego (F08-12 w Elportalu). W zależności od posiadanego radiatora jego montaż będzie indywidualny dla każdego, kto będzie wykonywał opisywany regulator HHO, więc pominię ten etap.

Zastosowany w modelu tranzystor to IRF3205, lecz rozstaw nóżek i kontur pochodzi z większego IRFP2907Z w obudowie TO-247 (TOP3), co pozwala łatwiej wykonać otwór o odpowiednim rozmiarze (**fotografie 6 i 7**). Aby obudowa zachowała swoją szczelność, do przeprowadzenia przewodów przez jej ścianki należy użyć dławic kablowych. Dla przewodów prądowych (+/-AKU oraz +/- GEN) będzie to dławica PG13,5 lub PG16, a dla przewodu potencjometru – PG9 (F27). Gdy radiator pasuje do obudo-

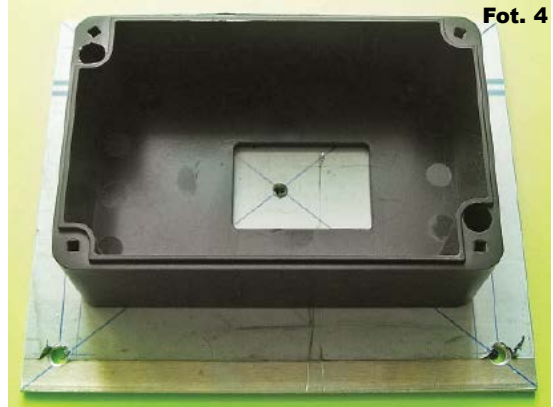
wy i ma wszystkie potrzebne otwory do zainstalowania tranzystora, można wykonać uszczelnienie na styku obudowy i radiatora za pomocą silikonu szklarskiego – ma bardzo dużą przyczepność do gładkich powierzchni i jest odporny na podwyższoną temperaturę. Ja użyłem jeszcze taśmy dwustronnej na cienkiej gąbce (F20 i F21). W tak przygotowanej obudowie (F22) bezpiecznie można zainstalować płytkę z elektroniką.

Montaż układu należy wykonać na płytce z rysunku 4. Jest on klasyczny i nie ma potrzeby się o nim rozpisywać, aż do momentu instalacji tranzystora T1. Tranzystor ten trzeba zamocować na płytce PCB po stronie lutowania. Aby mieć

Fot. 3



Fot. 4



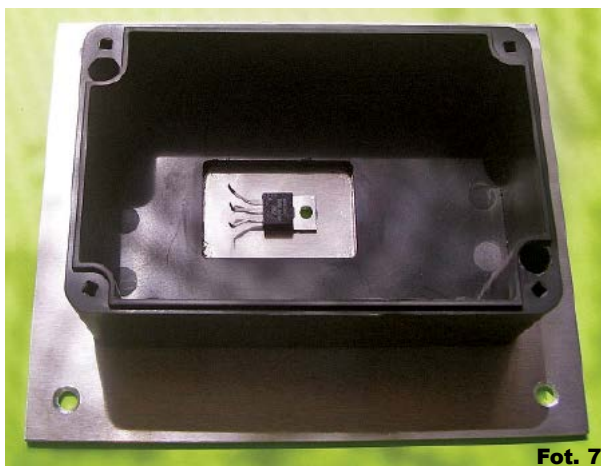
Fot. 6



Fot. 5



możliwość przylutowania tranzystora od spodu na wymaganej odległości od płytki, dobrym rozwiązaniem jest wykonanie przelotek. Będą one spełniały jeszcze jedną ważną funkcję – wzmocnią miejsce lutowania tranzystora i uchronią ścieżki płytki przed uszkodzeniem (F25). Wykonałem je z niez izolowanych końcówek kablowych – rurki do zaciskania na odizolowanych końcach przewodu typu linka. W miejscach ich instalacji rozwierciłem płytkę PCB tak, by pasowały ciasno.



Fot. 7

Ścieżki, którymi będzie płynął duży prąd, warto pocynować lub wzmocnić, dolutowując drut. Ja wystający po przeciwnej stronie nadmiar końcówki przycięłem na odległość 2mm od niej i rozprasowałem płaskim śrubokrętem. Kolejnym etapem jest wykrępowanie nóżek tranzystora tak, by pasowały do poszerzonego rozstawu (TO220 -> TO3) otworów i przykręcenie go na stałe do radiatora. Przed przykręceniem tranzystora do blachy aluminiowej warto wyposażyć go w podkładkę i tulejkę izolacyjną, a powierzchnię styku posmarować pastą termoprzewodzącą. Dzięki takiemu połączeniu mamy pewność, że blacha aluminiowa nie przyczyni się do powstania zwarcia instalacji HHO z instalacją elektryczną samochodu. Zmontowany układ bez tranzystora T1 koniecznie trzeba bardzo starannie skontrolować, czy

elementy nie zostały wlutowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych.

W razie konieczności demontażu płytki z obudowy tranzystor od radiatora można odkręcić kluczem nasadowym umieszczonym w otworze w laminacie znajdującym się nad tranzystorem. Po skontrolowaniu poprawności montażu można przejść do nałożenia płytki na tranzystor i przylutować jego nóżki do punktów lutowniczych – przelotek (F27). Teraz bez obaw można dołączyć zasilacz 12–15V oraz obciążenie, np. żarówkę i sprawdzić, czy układ reguluje jej natężenie światła. Jeżeli układ będzie bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów, od razu będzie poprawnie pracował.

Na koniec należy wykonać wiązkę elektryczną z odpowiednich przewo-

Wykaz elementów

R1	.....	10kΩ
R2-R4	.....	1kΩ
C1	.....	1μF
C2	.....	10nF
C3	.....	100μF
D1	.....	1N4007
D2	.....	1N5401
D3,D4	.....	1N4148
IC1	.....	LM2940CT-12
US1	.....	4093
T1	.....	IRF3205, IRFP2907Z
X1	.....	ARK3 + potencjometr 100kΩ
X2,X3	.....	ARK2
JP1	.....	goldpin + jumper
PAD1-3	.....	śruby + nakrętki M4

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3139.

dów. Przewody mocowane do punktów PAD1, 2, 3 trzeba zakończyć końcówkami kablowymi oczkowymi o wewnętrznej średnicy równej średnicy zastosowanych śrub. W przypadku przedstawianego rozwiązania są to 3 śruby M4, a przewód jest o przekroju 6mm². Przewód łączący potencjometr PR1 z płytką PCB musi mieć 3 żyły. Aby sprawnie działał w tak trudnym środowisku, jakim jest samochód, powinien to być przewód co najmniej 3x0,5mm² w podwójnej izolacji. Jeśli chodzi o wentylator (X3) i włącznik (X2), przewody mogą mieć przekrój 0,5mm². Wentylator (np. „komputerowy”) można zastosować do studzenia nagrzewającego się podczas pracy generatora HHO bądź do studzenia radiatora w przypadku, gdy będzie on mały, a prąd płynący przez tranzystor duży.

W samochodzie, w którym został zainstalowany układ do wytwarzania gazu HHO według schematu z rysunku 2, oszczędność w paliwie (benzyna) w cyklu mieszanym, czyli miasto/trasa, wyniosła 20%. Jest to czysty zysk po odliczeniu kosztów wykonania instalacji HHO. Aby zysk był większy, należy eksperymentować z wielkością generatora HHO oraz ustawieniami opisywanego regulatora i elektrolitem.

MS

Od Redakcji.

Temat generatorów HHO, a konkretnie ich wpływu na koszty użytkowania samochodu, jest co najmniej dyskusyjny. Publikujemy ten materiał, który pierwotnie powstał jako rozwiązanie zadania 193 Szkoły Konstruktorów dlatego, że pomimo kontrowersji istnieje zainteresowanie takimi układami. Wyrazem tego zainteresowania są listy, telefony i e-maile do Redakcji EdW oraz do Sklepu i Pracowni AVT.