

# System zasilania gazem LPG II-generacji.

Autor: voytec ([s\\_wojtek@tlen.pl](mailto:s_wojtek@tlen.pl))

Poniższy tekst jest wynikiem moich zmagania i poszukiwań związanych z instalacją gazową II-gen. Zaznaczam że nie jestem instalatorem LPG i moja wiedza opiera się na źródłach internetowych oraz własnych doświadczeniach.

Mam też nadzieję, że na skutek wywołanych dyskusji oraz nowych doświadczeniach będę mógł go aktualizować.

Przewiduję rozbudowę o rozdział w których będę mógł opisać swoje (i nie tylko) problemy z instalacją i sposób ich rozwiązania.

Jeśli nie zgadzasz się z jakimkolwiek stwierdzeniem zamieszczonym w tym tekście napisz do mnie.

Jeśli masz jakieś informacje, którymi chcesz się podzielić aby wzbogacić ten dokument napisz.

---

Wersja:

0.1 (16-01-2007) - początek ☺

0.2 (17-01-2007) - dodany rozdział „Sterownik i jego funkcje”. Niewielkie poprawki.

0.3 (12-08-2007) - drobne poprawki i uzupełnienia w rozdziale „jak oszukuje”, dodany rozdział „Pompa paliwa”.

0.4 (05-09-2008) - poprawki: współpraca sterownik - attuator, funkcje sygnału TPS (w oparciu o uwagi użytkownika: wszim).

---

## Jak to działa.

Gaz w postaci płynnej jest transportowany metalowymi (miedzianymi) rurkami ze zbiornika do reduktora, w którym następuje jego rozprężanie. Ponieważ procesowi rozprężania towarzyszy znaczne obniżenie temperatury gazu konieczne jest dostarczenie do reduktora ciepłej wody z układu chłodzenia pojazdu.

**Uwaga ! Przy bardzo niskich temperaturach otoczenia i zimnym silniku (niskiej temperaturze płynu w układzie chłodzenia) może nastąpić zamrożenie i zablokowanie reduktora.**

W reduktorze gaz z pierwszej komory, w której następuje rozprężanie przepływa przez zawór do drugiej komory. Zaworem steruje membrana na którą oddziałuje podciśnienie istniejące w układzie dolotowym podczas pracy silnika. Gdy zwiększamy obroty podciśnienie rośnie - zmienia położenie membrany i otwiera zawór zwiększając dawkę gazu. Wstępne uchYLENIE zaworu można ustalić za pomocą śruby regulacyjnej na reduktorze - regulacja wolnych obrotów. Miedzy komorami istnieje jeszcze drugie połączenie (bypass) zamykane innym zaworem niezależnym od membrany reduktora i sterowanym z zewnątrz tzw. regulacja stałej dawki gazu.

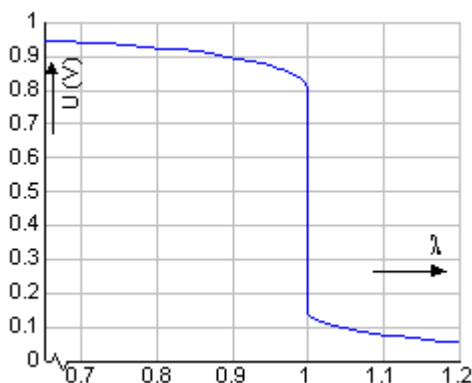
**Podczas eksploatacji silnika zasilanego benzyną dopływ gazu jest odcięty dwoma elektrozaworami umieszczonymi na wyjściu z butli i na wejściu do reduktora.**

Istniejące w kolektorze dolotowym podciśnienie wysysa gaz z reduktora przez rurę łączącą reduktor z mikserem. W mikserze gaz miesza się z zasysanym powietrzem i w postaci mieszanki trafia do cylindrów gdzie zostaje spalony.

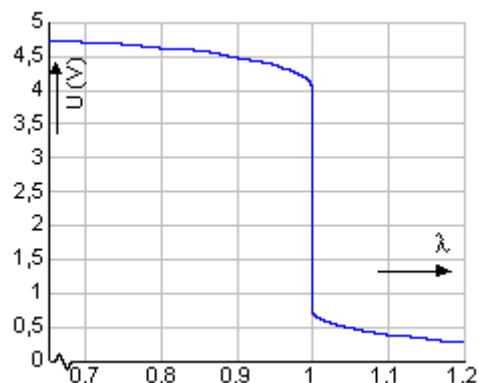
**Uwaga ! Duży wpływ na wielkość podciśnienia ma szczelność układu dolotowego pomiędzy filtrem powietrza a cylindrami silnika. Jeśli na skutek uszkodzenia (nieszczelności) podciśnienie się zmniejszy ilość zasysanego gazu będzie niewystarczająca dla stworzenia prawidłowej mieszanki z powodu mniejszego otwarcia zaworu. Również stan filtra powietrza będzie wpływał na wartość podciśnienia im bardziej zabrudzony tym większe podciśnienie oraz zużycie gazu.**

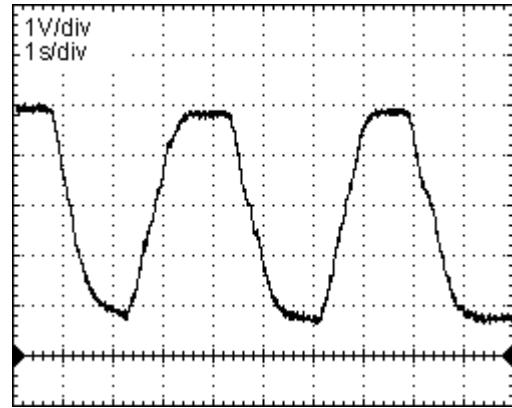
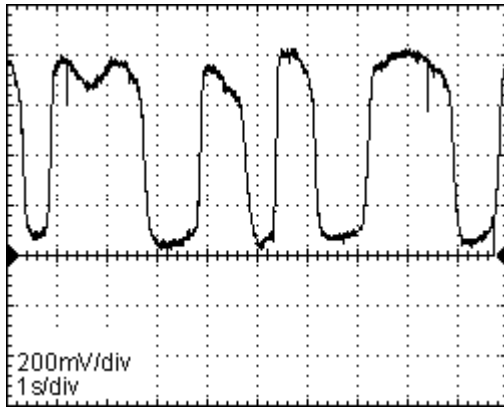
Proces ustalania stosunku gaz-powietrze kontrolowany jest przez układ składający się z: sondy Lambda, sterownika LPG i zaworu zwanego attuatorem. Układ sterujący ustala położenie zaworu za pośrednictwem silnika krokowego w takiej pozycji aby skład mieszanki podawanej do silnika był stechiometryczny (odpowiedni stosunek ilości gazu do ilości powietrza) a robi to na podstawie wskazań napięcia sondy Lambda umieszczonej w układzie wydechowym. Jeśli mieszanka jest za bogata zawór się przymyka a jeśli za uboga otwiera. Prawidłowa praca układu regulacji objawia się oscylacją napięcia na sondzie Lambda między wartościami odpowiadającymi mieszance ubogiej i bogatej (napięcia te zależne są od typu sondy - patrz rysunek).

Sonda 1V



Sonda 5V





Za pomocą odpowiedniego oprogramowania możemy wpływać na parametry: zakres pracy aktuatora i PWA - pozycję wyjściową aktuatora. Oraz wiele innych parametrów sterownika takich jak Cut-off, wzbogacanie przy przyspieszaniu itp. - to jednak zależy już od typu sterownika i jest jedynie dodatkiem wzbogacającym jego funkcje.

Prawidłowe działanie układu zasilania gazem powinny zapewnić reduktor (zwany też parownikiem) i mikser. Układ sterujący to tylko dodatek zapewniający odpowiednią normę czystości spalin. Pamiętajmy że ilość gazu dostarczanego do silnika zależy przede wszystkim od położenia zaworu w reduktorze a więc podciśnienia w układzie dolotowym. Aktuator ustawiony jest najczęściej w okolicach połowy swego maksymalnego otwarcia (PWA=100 do 110) i oscyluje wokół tej pozycji w zakresie +/- 20 do 30 kroków tylko w celu korekcji składu mieszanki przy ustalonych obrotach silnika (stałej pozycji membrany reduktora).

W układach LPG I generacji występowały tylko: reduktor i mikser oraz tzw. register (ręcznie ustawiany zawór na rurze łączącej reduktor z mikserem) - i takie rozwiązanie też działało ☺

Reduktor powinien być tak wyregulowany aby przy braku podciśnienia (silnik wyłączony) w rurze doprowadzającej gaz do miksera istniało niewielkie nadciśnienie (gaz wypływa w niewielkiej ilości) przy aktuatorze ustawionym na PWA. A podczas pracy silnika otwarcie aktuatora nie powinno odbiegać od wartości PWA, gdyż odpowiednią dawkę gazu zapewnia zawór w reduktorze. Oczywiście bezwładność układu dolotowego i układu regulacji będzie powodować wahania pozycji aktuatora ale pozycja ta nie powinna pozostawać w dużej rozbieżności z ustalonym PWA bo jest to tylko dowodem na to że mamy źle wyregulowany reduktor a sterownik LPG próbuje np. wzbogacić mieszankę otwierając aktuator ponad PWA ale nic to nie daje bo ilość gazu ogranicza zawór w reduktorze.

## Sterownik i jego funkcje.

Podstawowa funkcja sterownika to jak już pisałem powyżej ustalenie odpowiedniego składu mieszanki. Aby jednak wykorzystać możliwości

zastosowanego w nim układu mikroprocesorowego producenci dodają inne funkcje mające wpływ na trwałość instalacji, oszczędność itp.

### Co odczytuje ?

Sygnały odczytywane przez sterownik to impulsy obrotów silnika i napięciowy sygnał sondy Lambda. Dodatkowo może być on podłączony do czujnika położenia przepustnicy i czujnika temperatury reduktora (cieczy chłodzącej silnik).

### Czym steruje ?

Na podstawie odebranych sygnałów sterownik ustawia położenie aktuatora oraz załącza lub odłącza napięcie do elektrozaworów odcinających dopływ gazu. Ważnym zagadnieniem jest też współpraca naszego sterownika z jednostką sterującą pracą silnika (ECU) podczas pracy na benzynie.

**Aby nasz sterownik LPG prawidłowo odczytywał wartości z czujników musimy ustawić opcje dostosowujące go do danego typu czujników w jakie wyposażony jest silnik.**

### Jak steruje ?

Sposób wykorzystania odbieranych sygnałów zależy od pomysłowości twórców danego sterownika. Główne cele to:

- bezpieczeństwo - ochrona przed wyciekem gazu,
- ochrona silnika - zapewnienie właściwych warunków pracy,
- ochrona środowiska - czystość spalin.

Informacja o prędkości obrotowej silnika mówi sterownikowi, że silnik pracuje i jeśli pracuje na LPG to w przypadku zaniku tego sygnału automatycznie przełącza się na zasilanie benzyną.

**Uwaga ! zanikający lub słaby sygnał informujący o prędkości obrotowej silnika może być przyczyną samoczynnego przełączenia instalacji na zasilanie benzyną.**

Sygnał prędkości obrotowej wykorzystywany jest też do przełączania instalacji na zasilanie LPG gdy osiągną one pewien ustalony w sterowniku próg. Przełączenie to może być wykonane przy wzroście obrotów silnika lub przy ich spadku. W niektórych systemach próg i sposób przełączania ustala się za pomocą przełącznika LPG-benzyna.

W nowych sterownikach warunkiem przełączenia na zasilanie LPG może być też informacja o osiągnięciu przez reduktor odpowiedniej temperatury. Ma to na celu ochronę reduktora przed szkodliwym wpływem niskiej temperatury podczas rozprężania gazu.

Sygnał prędkości obrotowej wykorzystywany jest też przy funkcji „cut-off”. Jej zadaniem jest zmniejszenie ilości zasysanego gazu podczas hamowania silnikiem. Działanie funkcji polega na przyknięciu aktuatora do pewnej wartości (poniżej PWA)

w chwili gdy obroty silnika maleją a jednocześnie są większe od ustalonego progu. Ustalenie dolnego progu obrotów jest ważne aby nie zmniejszać ilości dostarczanego gazu na niskim poziomie obrotów gdyż gwałtowne naciśnięcie pedału przyspieszenia spowoduje obciążenie silnika i znaczne zubożenie mieszanki.

**Uwaga ! Ustalenie bardzo niskiego poziomu otwarcia attuatora i niskiego progu obrotów dla funkcji cut-off może spowodować zubożenie mieszanki gazowo-powietrznej przy nagłym otwarciu przepustnicy. Uboga mieszanka = wybuch !**

Sygnal z czujnika położenia przepustnicy (TPS) informuje sterownik o stopniu jej otwarcia. Zasadnicza funkcja tego sygnału to informacja czy silnik pracuje na „wolnych obrotach” - przepustnica zamknięta (TPS = wartość minimalna), czy może wolne obroty wynikają z obciążenia silnika - przepustnica otwarta (TPS > wartość minimalna). Inny sposób wykorzystania tego sygnału jest funkcja wzbogacania mieszanki przy przyspieszaniu. W chwili gdy otwieramy przepustnicę rośnie podciśnienie w układzie dolotowym powodując przemieszczenie membrany reduktora i zwiększenie otwarcia znajdującego się w nim zaworu. Aby attuator (który w tym momencie może znajdować się w pozycji PWA+max. zakres otwarcia) nie ograniczał wpływu podciśnienia na membranę wprowadzono funkcję wzbogacenia, która po wykryciu odpowiedniej wartości napięcia na TPS powoduje dodatkowe otwarcie attuatora. Wartość napięcia na TPS i stopień otwarcia attuatora ustawiamy w parametrach sterownika. Sygnal TPS używany jest również w funkcji cut-off.

**Jak oszukuje ?**

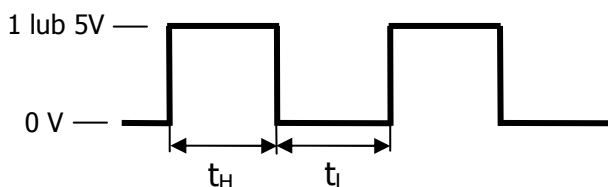
### **Sonda lambda**

Ponieważ parametry mieszanki zapewniające odpowiednią jakość spalin przy zasilaniu benzyną i LPG różnią się podczas zasilania gazem konieczne jest informowanie jednostki sterującej pracą silnika (ECU) o prawidłowej zawartości tlenu w spalinach. Dokonuje się tego za pomocą **układu emulacji sondy Lambda**. Układ ten wytwarza przebieg w postaci fali prostokątnej tak aby wartość średnia mierzonego napięcia odpowiadała wartości dla mieszanki stechiometrycznej.

W niektórych instalacjach zamiast przebiegu prostokątnego symuluje się odłączenie lub zwarcie do masy sondy Lambda. W takim przypadku zaświeci nam się jednak lampka błędu „Check Engine” a ECU przechodzi w tryb pracy awaryjnej. Instalatorzy zapobiegają świeceniu lampki wpinając w jej obwód przekaźnik, który wyłącza ją podczas pracy silnika na LPG, co uniemożliwia zasygnalizowanie innych błędów występujących podczas pracy silnika.

**Uwaga ! Ustawienie właściwych parametrów sygnału emulacji ma duży wpływ na prawidłową pracę niektórych jednostek sterujących silnikiem podczas zasilania benzyną. W czasie pracy na LPG sygnał emulacji jest niezależny od innych sygnałów rejestrowanych przez ECU co powoduje jej przeprogramowanie i niewłaściwe sterowanie silnikiem przy pracy na benzynie.**

Sygnal emulacji jest przebiegiem prostokątnym. Większość sterowników LPG umożliwia zmianę parametrów tego sygnału. Dokonujemy tego przez ustawienie czasu trwania stanu wysokiego  $t_H$  (ok. 1 lub 5V) i niskiego  $t_L$  (ok. 0V) a czasem odstępu między seriami impulsów  $t_O$ . Odpowiednie wartości tych parametrów są jednak zależne od ECU i sondy lambda (charakterystyki układu sterowania składem mieszanki tzn. czasu reakcji układu regulacji na zmianę składu mieszanki) i najlepiej dobrać je wykorzystując tzw. metodę prób i błędów.



W moim przypadku - silnik X18XE, ECU Simtec 56.5, sonda lambda 5V, sterownik LPG Elpigaz Voila+ - sprawdziły się wartości podawane przez innych użytkowników tzn.  $t_H = 0,6$  [sek] i  $t_L = 0,8$  [sek] oraz  $t_O = 0$  [sek]

### Wtryskiwacze.

Innym elementem, który podczas zasilania silnika paliwem LPG jest wyłączony są wtryskiwacze. W tym przypadku ECU musi jednak wykrywać wtryskiwacze jako sprawnie działające. Dlatego oszukujemy ECU poprzez zastosowanie **emulatora wtryskiwaczy**.

### Pompa paliwa

Wyłączanie pompy podczas zasilania silnika paliwem LPG jest kwestią sporną wśród użytkowników instalacji LPG. Jednym z argumentów przeciw jej wyłączaniu jest to, że w silnikach z wtryskiem wielopunktowym przepływające paliwo pełni również rolę czynnika chłodzącego, którego brak może niekorzystnie wpłynąć na pracę i trwałość wtryskiwaczy. Zwolennicy tego rozwiązania jako argument podają wydłużenie żywotności pompy paliwa.

**Uwaga ! Pamiętaj, że jeżdżąc na LPG z włączoną pompą paliwa musisz jej zapewnić właściwe warunki pracy, czyli paliwo w baku. Pompa pracująca na sucho bardzo szybko się zatrze.**