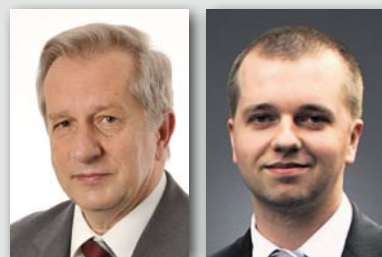


# Sterowanie wtryskiwaczami elektromagnetycznymi CR (cz.I)



LABORATORIUM BADAWCZO-DIAGNOSTYCZNE FIRMY GŁADYSEK BOSCH SERVICE



**JERZY GŁADYSEK**  
**MICHAŁ GŁADYSEK**  
GŁADYSEK BOSCH SERVICE

W 2009 ROKU BOSCH WPROWADZIŁ NA RYNEK PRZYSTAWKĘ DO STOŁÓW PROBIERCZYCH DIESLA, NP. EPS 815, UMOŻLIWIJĄCĄ TESTOWANIE WTRYSKIWACZY ELEKTROMAGNETYCZNYCH SYSTEMÓW CR (ANG. COMMON RAIL) FIRM DELPHI I DENSO

Rozpowszechnione wraz z tym urządzeniem opisy skomplikowanych procedur nastawczych stały się podstawą niniejszej publikacji. Wyjaśnia ona mechanizmy procesu sterowania wtryskiwaczami od strony elektrycznej, będąc równocześnie rozszerzoną, polskojęzyczną instrukcją obsługi dla użytkowników

odpowiedniego sprzętu testującego, a także dla pracowników warsztatów zajmujących się nowoczesnymi systemami wtryskowymi diesla. Może być zatem pomocna w kształtowaniu profili sterujących wtryskiwaczy podczas ich badania na urządzeniu testującym EPS 200A firmy Bosch.

## Standaryzowane profile sygnałów

Głównym celem stosowania standaryzowanych profili elektrycznych sygnałów sterujących wtryskiwaczami CR jest uzyskanie powtarzalności wtryskiwanych dawek paliwa. Profile te wykorzystywane są zarówno podczas testów wtryskiwaczy CR na profesjonalnych

stołach probierczych diesla, jak i w normalnej pracy systemów wtryskowych CR w pojeździe. Urządzenia testujące firmy Bosch umożliwiają samodzielną modyfikację profili poprzez ich edycję w odpowiednim oknie programu. Ta funkcja jest szczególnie przydatna podczas testowania wtryskiwaczy Delphi lub Denso, dla których nie przygotowano specjalnych baz danych takich, jak dla analogicznych produktów Boscha, gdzie do każdego numeru katalogowego wtryskiwacza jest przypisana charakterystyka z właściwym profilem sygnału sterującego.

Na rynku dostępne są też inne urządzenia, np. CRU\_2i firmy ZAPP, posiadające wbudowane bazy nominalnych wartości mierzonych dla niemalże wszystkich typów wtryskiwaczy CR, zarówno elektromagnetycznych, jak i piezoelektrycznych. Kolejne wersje oprogramowania wraz z zaktualizowaną bazą danych są dostępne w krakowskiej firmie CarTechnik, będącej generalnym importerem produktów firmy ZAPP.

Próby wykorzystania w nieprofesjonalnych urządzeniach testujących komputerowych baz danych pomiarowych wtryskiwaczy prowadzą zwykle do powstawania błędów pomiaru dawek paliwa. Podczas testowania wtryskiwaczy bez określenia profili sygnałów do ich wysterowania istnieje prawdopodobieństwo dużego rozrzutu wielkości dawek, czyli ich niepowtarzalności. Dotyczy to zwłaszcza małych dawek paliwa, przy których pomiar staje się szczególnie niewiarygodny.

Odpowiednie wyprofilowanie prądowych przebiegów sterujących minimalizuje wpływ różnych niekorzystnych czynników na wielkość wtryskiwanej dawki, a także na niepożądane opóźnienie momentu jej wtrysku.

## Cewka w obwodzie elektrycznym

Indukcyjność cewki, która jest miarą jej zdolności do przeciwstawiania się zmianom prądu w obwodzie elektrycznym, sprawia zarówno w początkowej fazie jego zamykania, jak i podczas rozłączania, czyli w tak zwanych stanach nieustalonych, że przebieg impulsu prądowego ulega swoistemu zdeformowaniu.

W momencie włączenia zasilania cewki następuje nieliniowy wzrost wartości prądu, aż do momentu uzyskania jego ustabilizowanego poziomu, wyznaczonego przez wartość napięcia zasilania  $U$  i rezystancji cewki  $R$ . Zgodnie z niżej podanym wzorem przebieg prądowy w cewce ma charakter funkcji wykładniczej, a szybkość jego narastania zależy od stałej czasowej cewki  $\tau$ , jak również od członu  $U/R$ , który dodatkowo determinuje maksymalną wartość prądu (stan ustalony). Jeśli założymy dla uproszczenia stałą wartość rezystancji  $R$  i indukcyjności  $L$ , przyspieszenie uzyskania oczekiwanej wartości prądu w cewce możemy osiągnąć jedynie poprzez zmianę wartości przyłożonego napięcia sterującego  $U$ .

Przebieg prądu w cewce:

$$i(t) = \frac{U}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Stała czasowa obwodu elektrycznego z indukcyjnością:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Oznaczenia użyte w powyższych wzorach:

- $i$  – prąd [A],
- $t$  – czas [s],
- $U$  – napięcie [V],
- $\tau$  – stała czasowa [s],
- $L$  – indukcyjność [H],
- $R$  – rezystancja [ $\Omega$ ],
- $e$  – podstawa logarytmów naturalnych.

Graficzne wyznaczanie stałej czasowej cewki ilustruje poniższy wykres [1].

Numerzy zaznaczonych na nim pozycji to kolejno:

- 1 – krzywa prądowa cewki elektrozaworu wtryskiwacza CR,
- 2 – poziom maksymalnego prądu płynącego przez cewkę dla ustalonych parametrów  $U/R$  (asymptota),
- 3 – styczna do krzywej prądowej wyznaczająca szybkość jej wznoszenia,
- 4 – poziom 63,2% wartości maksymalnego prądu, obowiązujący dla warunku:  $t = \tau$ ,
- 5 – wyznaczony przedział czasowy odpowiadający stałej czasowej, dla określonych parametrów  $L$  i  $R$ .

Wartość stałej czasowej cewki można odczytać na przecięciu się osi  $t(s)$  z pionową linią 5, usytuowaną w miejscu styku krzywej prądowej i poziomu 63,2% wartości maksymalnego prądu, tj.  $U/R$ .

Przy spełnieniu warunku  $t = \tau$ , powyższa zależność wynika ze wzoru:

$$i(t) = \frac{U}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{U}{R} (1 - e^{-1}) = 0,632 \frac{U}{R}$$

Odczytanie stałej czasowej przy wykorzystaniu stycznej do przebiegu prądowego przecinającej się z asymptotą 2 wydaje się trudniejsze, niemniej jednak otrzymana z wykresu wartość  $\tau$  będzie taka sama.

## Cewka w elektrozaworze

Problemem, z którym musieli się zmierzyć projektanci systemu CR, jest wpływ indukcyjności cewki elektrozaworu na czas reakcji kotwicy elektromagnesu. →

