

RYS. 9. BEZROZDZIELACZOWY ELEKTRONICZNY UKŁAD ZAPŁONOWY STEROWANY PRZEZ JEDNOSTKĘ STERUJĄCĄ SILNIKA

Zastosowanie stosunkowo stałego czasu spoczynku w połączeniu z ograniczeniem prądu pozwala, aby energia pola magnetycznego w cewce zapłonowej była prawie niezmienna niezależnie od prędkości obrotowej silnika i normalnych zmian napięcia akumulatora. Te elektroniczne układy zapłonowe były zatem określane mianem układów zapłonowych o stałej energii.

Współczesne elektroniczne układy zapłonowe

Elektroniczne sterowanie kątem wyprzedzenia zapłonu

Choć elektroniczne układy zapłonowe wczesnego typu zapewniały elektroniczne sterowanie czasem spoczynku i niezawodne elektroniczne przełączanie prądu przepływającego przez uzwojenie pierwotne cewki, nadal wykorzystywały mechanizmy mechanicznego przyspieszania i opóźniania zapłonu. Układy te nie były w stanie zapewnić optymalnego kąta wyprzedzenia zapłonu przy wszystkich prędkościach obrotowych i obciążeniach silnika. Wskutek coraz bardziej restrykcyjnych przepisów dotyczących emisji spalin,

konieczna stała się bardziej precyzyjna i niezawodna regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu. Doprowadziło to do wprowadzenia sterowania elektronicznego, które konsekwentnie zapewniało optymalny kąt wyprzedzenia zapłonu w szerokim zakresie warunków eksploatacyjnych.

Układ sterowania i integracja z innymi modułami silnika

Elektroniczne układy zapłonu przeszły stopniową ewolucję w latach 80. i 90., otrzymując dodatkowe funkcje i możliwości. Bardziej zaawansowane elektroniczne systemy zapłonu wykorzystywały zaawansowane komputery lub jednostki sterujące silnika (ECU), jednak zapłon, wtrysk paliwa, emisje i inne funkcje związane z silnikiem wciąż stanowiły osobne układy. Ponieważ wszystkie te układy były sterowane komputerowo i wymagały tych samych lub podobnych informacji o pracy silnika, zostały wkrótce zintegrowane, tworząc jeden system sterowania silnikiem wykorzystujący jeden komputer lub jednostkę sterującą silnika do kompleksowej obsługi wszystkich układów.

Jednostka sterująca silnika umożliwia wykorzystanie dodatkowych i szczegó-

wych informacji o pracy jednostki napędowej, dostarczanych przez różne czujniki (rys. 9). Czujniki są wykorzystywane do wykrywania takich warunków eksploatacyjnych silnika, jak prędkość i pozycja wału korbowego, pozycja wałka rozrządu, przepływ masowy powietrza, pozycja przepustnicy i temperatura płynu chłodzącego. Informacja z czujników jest przekazywana do jednostki sterującej silnika, która następnie wylicza optymalny kąt wyprzedzenia zapłonu na podstawie wstępnie zaprogramowanej mapy. W dalszej kolejności jednostka sterująca silnika przekazuje sygnał do modułu zapłonowego. Włącza on i odłącza dopływ prądu do uzwojenia pierwotnego. W wielu układach zapłonowych moduł zapłonowy jest również zintegrowany z jednostką sterującą silnika.

Punkty odniesienia dla kąta opóźnienia zapłonu i czujniki prędkości obrotowej

Przykładowy układ zapłonowy przedstawiony na rys. 9 posiada czujnik indukcyjny zlokalizowany obok wału korbowego. W przykładzie tarcza wirnika ma 60 punktów odniesienia, z których każdy odpowiada obrotowi wału korbowego o 6°. Gdy wał korbowy i tarcza obracają się, każdy z punktów odniesienia przesuwa się obok czujnika indukcyjnego, co powoduje indukcję niewielkiego impulsu elektrycznego do cewki zlokalizowanej w korpusie czujnika.

Do jednostki sterującej zapłonem przekazywana jest seria impulsów, dzięki którym otrzymuje ona informację o prędkości i pozycji wału korbowego. Brakujący ząbek na tarczy wirnika powoduje powstanie unikalnego impulsu (jak pokazano na oscyloskopie na rys. 9). Dostarcza on nadrzędne odniesienie dla pozycji wału korbowego, wskazujące jego konkretną pozycję (zazwyczaj GMP dla cylindra 1). Wykorzystując informacje podawane przez czujnik, jednostka sterująca jest w stanie obliczyć dokładną pozycję kątową wału korbowego, a następnie wyznaczyć bardzo precyzyjny kąt wyprzedzenia zapłonu.

W różnych układach zapłonowych stosowane są tarcze wirnika, stanowiące często część przedniego koła pasowego

silnika lub koła zamachowego. Tarcze mogą mieć od 2 aż do 360 punktów odniesienia.

Układ zapłonowy bezrozdzielaczowy z wieloma cewkami zapłonowymi (DLI)

Wcześniej podkreślono, że jedną z głównych wad stosowania pojedynczej cewki zapłonowej jest to, że przy wysokich prędkościach obrotowych silnika czas spoczynku potrzebny do wytworzenia w cewce zapłonowej pola magnetycznego o pełnej mocy jest skrócony. Problem ten dotyczy w szczególności silników o dużej prędkości obrotowej, sześciocylindrowych i o większej liczbie cylindrów. Czas spoczynku stał się obecnie jeszcze bardziej krytyczny, ponieważ współczesne cewki zapłonowe muszą dostarczać wyższe napięcia niż w przeszłości, aby zapewnić lepszy zapłon i wyższą sprawność spalania.

Oczywistym rozwiązaniem jest wykorzystanie po jednej cewce dla każdej świecy zapłonowej, co pokazano na rys. 10. Dzięki temu każda cewka potrzebuje ładować się tylko raz w jednym pełnym cyklu silnika. W silniku

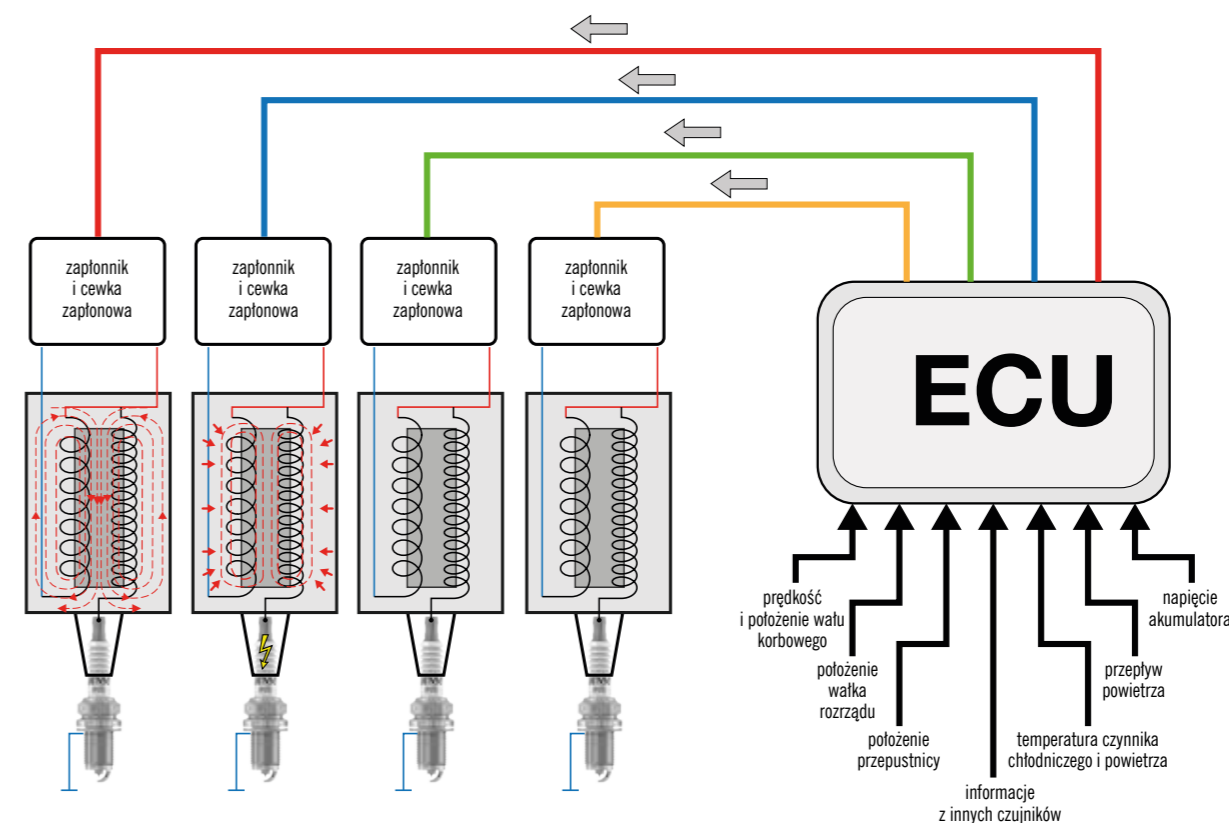
12-cylindrowym z pojedynczą cewką konieczne byłoby 12-krotne ładowanie cewki na każde 2 obroty wału korbowego. Indywidualne cewki dla każdej świecy zapłonowej wymagają zastosowania dla wszystkich cewek osobnego modułu zapłonowego. Moduły te mogą być zintegrowane z jednostką sterującą silnika lub umieszczone oddzielnie. Jednak obecnie używa się cewek zapłonowych z modułem zapłonowym umieszczonym w zespole cewki (np. cewki „prętowe” Denso).

Kolejną zaletą stosowania indywidualnych cewek zapłonowych jest to, że palec i kopułka rozdzielacza nie są już potrzebne, co eliminuje możliwość wystąpienia łuku elektrycznego na stykach kopułki, ogranicza konieczność konserwacji i poprawia niezawodność.

Niektóre rodzaje bezrozdzielaczowych układów do połączenia cewek zapłonowych ze świecami nadal wykorzystywały izolowane przewody zapłonowe. W większości współczesnych układów sterowania silnikiem cewki zapłonowe są umieszczone bezpośrednio w świecach zapłonowych, co eliminuje konieczność stosowania przewodów. Dzięki

nowym technologiom zwiększyły się możliwości komputerów. Jeden komputer potrafi wykonać pracę, która dawniej wymagała kilku urządzeń. Podobnie jest w przypadku jednostek sterujących silnikiem. Współcześnie większość pojazdów jest wyposażona w tylko jedną jednostkę, która steruje całością pracy silnika, w tym układem zapłonowym, wtryskiem paliwa, układem recyrkulacji spalin itd. Do jednostki sterującej silnika docierają informacje z różnych czujników.

Możliwość sterowania indywidualnymi cewkami zapłonowymi pozwala jednostce sterującej silnika całkowicie wyłączyć którąkolwiek z cewek (oraz powiązany wtryskiwacz paliwa) w razie wystąpienia przerwy w zapłonie w cylindrze. Przerwa w zapłonie zwiększa poziom szkodliwych emisji, jednak niespalone lub częściowo spalone paliwo i nadmiar tlenu przejdą następnie do konwertera katalitycznego. Konwerter katalityczny stanie się wówczas nieefektywny, a długotrwała ekspozycja na nadmiar tlenu i niespalone paliwo (które w rzeczywistości może się zapalić w konwerterze) spowoduje jego uszkodzenie. ■



RYS. 10. BEZROZDZIELACZOWY ELEKTRONICZNY UKŁAD ZAPŁONOWY STEROWANY PRZEZ JEDNOSTKĘ STERUJĄCĄ SILNIKA