

### 2.11.1. Rodzaje instalacji elektrycznych

Podział instalacji elektrycznych można przeprowadzić według wielu kryteriów. Pierwszym kryterium podziału jest rodzaj silnika napędowego pojazdu. Zgodnie z tym kryterium rozróżniamy instalacje samochodów:

- wyposażonych w silnik o zapłonie iskrowym (tzw. silnik ZI),
- wyposażonych w silnik o zapłonie samoczynnym (tzw. silnik ZS),
- hybrydowych spalinowo-elektrycznych oraz elektrycznych.

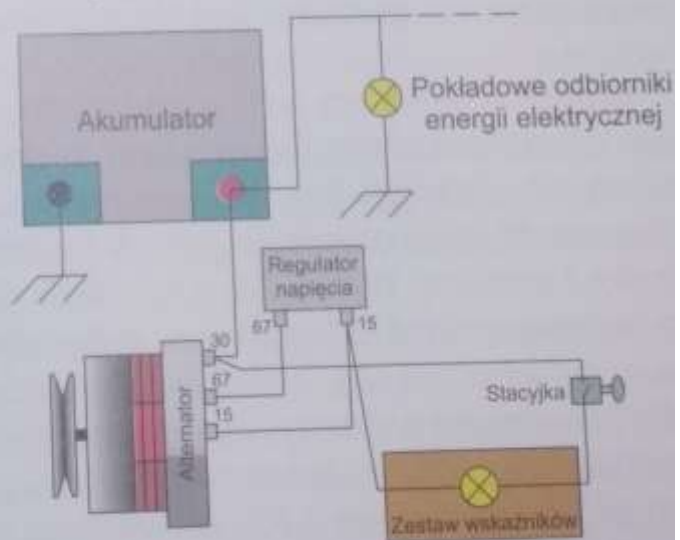
W instalacjach samochodów napędzanych silnikami spalinowymi o zapłonie iskrowym można wyodrębnić obwód niskonapięciowy oraz obwód wysokonapięciowy, który jest częścią instalacji zapłonowej. W odróżnieniu od instalacji samochodów z silnikiem ZI, w samochodach z silnikiem ZS nie ma obwodu wysokonapięciowego. Zamiast niego występuje obwód elektryczny wstępnego podgrzewania powietrza.

Niezależnie od rodzaju spalinowego silnika napędowego, instalacja niskonapięciowa jest zasilana za pośrednictwem akumulatora o napięciu znamionowym 12 V w samochodach osobowych lub 24 V w samochodach ciężarowych oraz za pośrednictwem alternatora. Alternator jest obcowzbudną prądnicą trójfazową prądu przemiennego z prostownikiem unipolaryzującym ten prąd. Akumulator zasilają odbiorniki elektryczne samochodu, gdy silnik nie pracuje lub jego prędkość obrotowa jest na tyle nieduża, że napięcie wyjściowe alternatora jest mniejsze od napięcia występującego na zaciskach akumulatora. Alternator przejmuje rolę akumulatora przy większych prędkościach obrotowych silnika, około 2000 obr/min i więcej.

Podzespołem dostosowującym rodzaj źródła energii elektrycznej zasilającego instalację niskonapięciową pojazdu do prędkości obrotowej spalinowego silnika napędowego jest układ elektroniczny zwany potocznie regulatorem napięcia –

rys. 2.32. Regulator ten wraz z prostownikiem prostującym prąd wyjściowy alternatora jest zamontowany najczęściej na jego obudowie. Ze względu na przejrzystość, na rys. 2.32 regulator napięcia przedstawiono jako oddzielny podzespół.

W samochodach hybrydowych spalinowo-elektrycznych oba silniki napędowe, elektryczny i spalinowy, współpracują synergicznie, tzn. mogą się wzajemnie wspomagać w chwilach dużego obciążenia, np. podczas przyspieszania lub poko-



Rys. 2.32. Uproszczony schemat samochodowej elektrycznej instalacji zasilającej

nywania wzniesień. W ruchu miejskim pojazd jest napędzany silnikiem elektrycznym i może się poruszać z prędkością maksymalną nieprzekraczającą 60 km/h. Współpraca obu jednostek napędowych jest możliwa dzięki:

- urządzeniu rozdzielającemu moc obu silników i kontrolującemu pracę generatora, pełniącego rolę analogiczną do roli alternatora pojazdów tradycyjnych oraz także bezstopniowej przekładni automatycznej, pozwalającej na bezstopniowy dobór prędkości obrotowej silnika;
- układowi elektronicznemu kontrolującemu przepływ mocy między obu silnikami i optymalizującemu ten przepływ, z zachowaniem minimalnej emisji związków szkodliwych przez silnik spalinowy.

W obecnie produkowanych pojazdach hybrydowych moce obu silników napędowych mają zbliżone wartości (ok. 50 do 70 kW). Wystarczy proste przeliczenie, aby określić wartość prądu płynącego w przewodach łączących akumulator z elektrycznym silnikiem napędowym. W tym celu założmy, że nasz samochód hybrydowy jest napędzany silnikiem elektrycznym o mocy  $P_{en} = 50$  kW, który jest zasilany akumulatorem o napięciu znamionowym  $U_n = 12$  V. Do wyznaczenia wartości natężenia prądu  $I$  zasilającego ten silnik należy przekształcić zależność (2.46), opisującą moc odbiorników prądu stałego, do postaci:

$$I = \frac{P_{en}}{U_n} = \frac{50\,000}{12} \approx 4167 \text{ A} \quad (2.94)$$

Z odpowiednich tabel wynika, że przekrój  $S$  przewodu, przez który przepływa prąd o natężeniu 400 A, nie może być mniejszy niż  $150 \text{ mm}^2$ , a średnica tego przewodu jest równa:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 150}{3,14}} \approx 14 \text{ mm} \quad (2.95)$$

Jeśli zastosujemy 11 takich przewodów do zasilania silnika, to będzie mógł nimi płynąć prąd o natężeniu  $I = 11 \cdot 400 = 4400$  A. Wiązka płaska 11 przewodów będzie miała szerokość  $s = 11d = 11 \cdot 14 \text{ mm} = 154 \text{ mm} = 15,4 \text{ cm}$ . Po uwzględnieniu grubości izolacji przewodów szerokość ta będzie znacznie większa.

Drugim problemem technicznym, który należy wyjaśnić, jest tzw. pojemność jednogodzinna akumulatora, której miarą są amperogodziny, oznaczane symbolem Ah. Definicję tego parametru przedstawiono w rozdziale 7 podręcznika. Pojemność akumulatora  $Q_{1h}$  określa wartość prądu obciążającego akumulator przez 1 godzinę. W związku z tym silnik elektryczny napędzający cyprzez 1 h samodzielnie pojazd hybrydowy musi być dołączony bezpośrednio do akumulatora o pojemności  $Q_{1h} \leq 4200$  Ah. Każdy z użytkowników pojazdów samochodowych zna gabaryty (wymiary zewnętrzne) akumulatora ołowowego o pojemności  $Q_{1h} \approx 50$  Ah. Jeżeli dysponujemy tylko takimi akumulatorami, to uzyskanie pojemności około 4200 Ah wymaga równoległego połączenia aż 84 akumulatorów. Uwzględniając średnicę przewodów łączących elektryczny silnik napędowy z baterią akumulatorów, wymiary zewnętrzne akumulatorów oraz ich

masę, stwierdzimy, że pojazdem hybrydowym, którego silnik elektryczny jest zasilany za pomocą baterii akumulatorów ołowiowych o łącznej pojemności 4200 Ah, będzie się mógł poruszać jedynie kierowca.

Aby wyeliminować tę niedogodność, współczesne pojazdy hybrydowe wyposażono w małogabarytowe baterie akumulatorów niklowo-wodorkowych, niklowo-kadmowych lub litowych o napięciu znamionowym osiągającym wartość 500 V bądź w ogniwa paliwowe o napięciu nieprzekraczającym 350 V. Zastosowanie zarówno w pojazdach hybrydowych, jak i pojazdach elektrycznych akumulatorów o napięciu znamionowym rzędu kilkuset woltów pozwoliło na zmniejszenie przekroju, a tym samym średnicy, przewodów łączących akumulator z silnikiem elektrycznym.

W celu wyjaśnienia tego problemu obliczmy przekrój przewodów łączących silnik o mocy 50 kW z akumulatorem o napięciu znamionowym 500 V. Postępując podobnie jak w przykładzie przedstawionym wcześniej, obliczmy prąd zasilający silnik:

$$I = \frac{P_{en}}{U_n} = \frac{50\,000}{500} = 100 \text{ A} \quad (2.96)$$

Przy takiej wartości prądu zasilającego silnik może być połączony z akumulatorem tylko jednym przewodem o przekroju 150 mm<sup>2</sup>, o średnicy 14 mm, a nie wiązką przewodów o średnicy 15,4 cm.

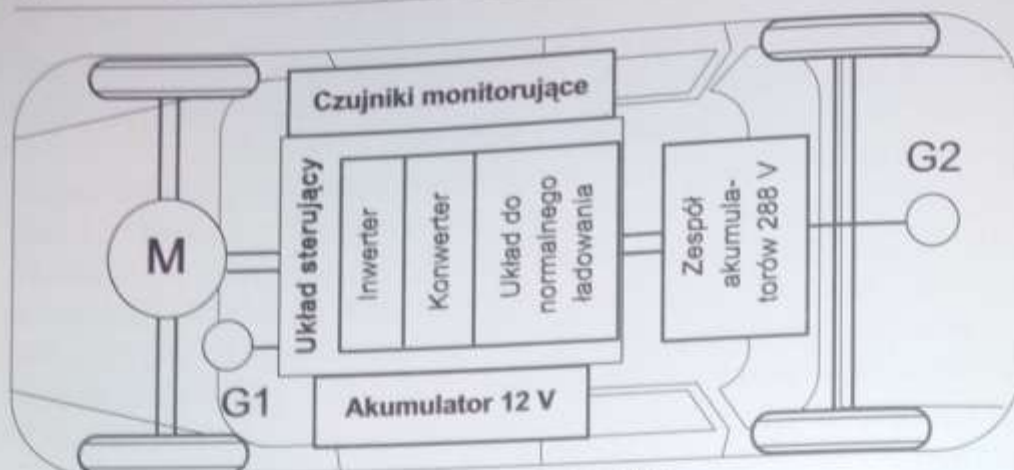
Przedstawione przykłady uzmysławiają, że w pojazdach hybrydowych wyposażonych w silnik spalinowy oprócz tradycyjnej niskonapięciowej instalacji elektrycznej występuje również instalacja średniego napięcia, zasilająca silnik elektryczny.

Układy elektroniczne, stanowiące integralną część wyposażenia współczesnych pojazdów samochodowych, są przystosowane do zasilania za pośrednictwem źródeł napięcia o wartości 12 V. W związku z tym w pojazdach hybrydowych i elektrycznych wyposażonych w baterie o napięciu kilkuset woltów, do zasilania instalacji niskonapięciowej 12 V jest wykorzystywany specjalny układ elektroniczny, zwany przetwornicą, obniżający z minimalnymi stratami energetycznymi poziom napięcia baterii pojazdu do poziomu napięcia pracy instalacji niskonapięciowej samochodu – rys. 2.33.

Kolejnym kryterium podziału elektrycznych instalacji samochodowych jest liczba przewodów przeznaczonych do przekazywania informacji lub energii elektrycznej. Zgodnie z tym kryterium instalacje dzielimy na **jedno-** i **dwuprzewodowe**.

W instalacjach **jednoprzewodowych** nadwozie pojazdu jest dołączone do ujemnego bieguna akumulatora i stanowi tzw. masę dla wybranej grupy odbiorników energii elektrycznej. Do tej grupy odbiorników należą: rozrusznik, sygnał dźwiękowy, żarówki oświetlenia zewnętrznego i wewnętrznego pojazdu oraz podzespoły układu zapłonowego.

Do grupy odbiorników zasilanych jednoprzewodowo należy zaliczyć również podzespoły elektroniczne zamykane przez producentów w hermetycznych obu-



Rys. 2.33. Schemat funkcjonalny samochodu RAV4EV  
 M – silnik elektryczny, G1 – gniazdo ładowania normalnego, G2 – gniazdo ładowania szybkiego

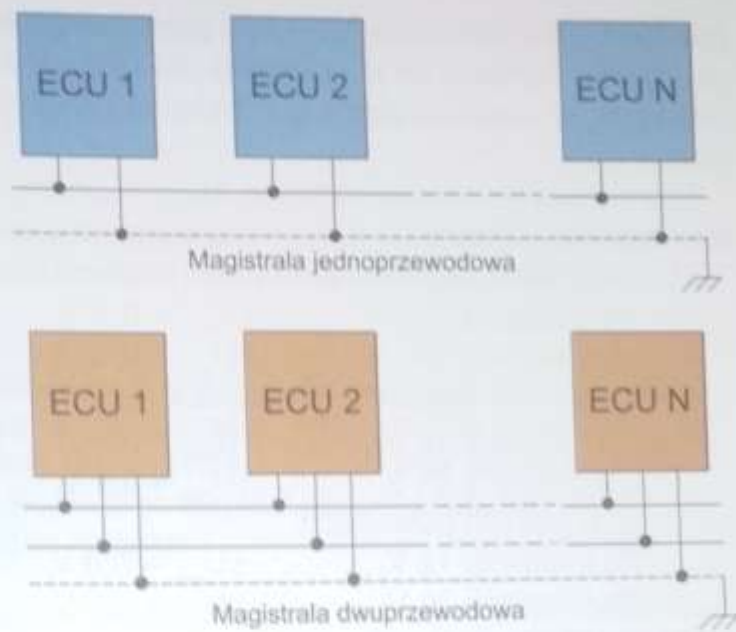
dowach metalowych lub plastikowych. Podzespoły takie są wyposażone w gniazda przystosowane do zasilania **dwuprzewodowego**, tzn. są przystosowane do podłączenia dodatniego i ujemnego przewodu zasilającego, co może sugerować pracę urządzenia bez kontaktu elektrycznego z przewodzącymi elementami nadwozia pojazdu. W rzeczywistości czynniki ekonomiczne powodują, że projektanci i konstruktorzy elektrycznych instalacji pojazdu łączą ujemny biegun gniazda zasilającego układu elektronicznego z masą pojazdu za pośrednictwem połączenia gwintowego i w ten sposób działanie dwuprzewodowej instalacji elektrycznej jest ograniczone. Bardzo często w literaturze podzespoły elektroniczne z dwubiegunowym gniazdem zasilającym są zaliczane do grupy podzespołów dołączonych do dwuprzewodowej instalacji elektrycznej.

Do czasu wprowadzenia do techniki samochodowej magistrali informatycznych, jedynym kryterium podziału instalacji elektrycznych samochodów była liczba przewodów zasilających podzespoły elektryczne i elektroniczne. Obecnie praktycznie wszystkie samochody są wyposażone w takie magistrale i dlatego podział elektrycznych instalacji samochodów musi również uwzględniać ten fakt.

W **samochodowych magistralach informatycznych** transmisja danych między użytkownikami magistrali może się odbywać za pośrednictwem jednego lub dwóch przewodów (rys. 2.34).

W transmisyjnej linii jedнопrzewodowej przepływ sygnału zamyka się przez przewodzące części nadwozia samochodu i dlatego linia taka jest narażona na zakłócenia elektromagnetyczne oraz sama jest źródłem takich zakłóceń. Ze względu na małą odporność na zakłócenia, za pośrednictwem linii jedнопrzewodowych są przekazywane z małą szybkością sygnały logiczne o poziomach zbliżonych do wartości napięcia akumulatora. Taką linią transmisyjną jest interfejs LIN przeznaczony do łączenia nieskomplikowanych podzespołów pojazdu, tj. drzwi, elektrycznie sterowanych szyb i okna dachowego, czujnika deszczu, regulatora alternatora, silników zmieniających położenie foteli itp.

Szybkoszienne sygnały informacyjne o poziomach logicznych nieprzekraczających +5 V w pojazdach samochodowych są przekazywane za pośrednictwem



Rys. 2.34. Jedнопrzewodowa i dwuprzewodowa magistrala sygnałowa

magistrali dwuprzewodowych (rys. 2.34). W celu zwiększenia odporności na zakłócenia, przewody elektryczne tych magistrali są dodatkowo skręcone, tworząc skrętkę podobną do skrętki telefonicznej. W pojazdach samochodowych w ten sposób konstruuje się między innymi magistrale CAN klasy A, B i C.

Proszę zrobić notatkę zawierającą elementy samochodowej instalacji wraz z krótkim opisem tych elementów.

Notatkę proszę wysłać na adres [nauczyciel1az@wp.pl](mailto:nauczyciel1az@wp.pl)