

# **Elektromechanik pojazdów samochodowych**

## **Turnus 2**

### **Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych**

**Zajęcia 7.11.2020r.**

1. Przypomnienie jednostek elektrycznych.
2. Symbole i oznaczenia na schematach elektrycznych.
3. Rodzaje instalacji elektrycznych w pojazdach.
4. Przewody i złącza.
5. Bezpieczniki.
6. Akumulatory kwasowe.

## Wielkości elektryczne i magnetyczne, ich symbole i jednostki

Lp	Wielkość	Symbol wielkości	Jednostka miary w układzie SI		Relacje między jednostkami
			nazwa	oznaczenie	
1.	prąd elektryczny	I	amper	A	
2.	gęstość prądu	j	amper na metr kwadratowy	A/m <sup>2</sup>	
3.	ładunek elektryczny	Q	kulomb	C	
4.	gęstość powierzchniowa ładunku	$\sigma$	kulomb na metr kwadratowy	C/m <sup>2</sup>	
5.	natężenie pola elektrycznego	E	wolt na metr	V/m N/C	1 N/C = 1 V/m
6.	potencjał elektryczny napięcie elektryczne siła elektromotoryczna	V U E	wolt	V	
7.	indukcja elektryczna	D	kulomb na metr kwadratowy	C/m <sup>2</sup>	
8.	strumień indukcji elektrycznej strumień elektryczny	$\phi_D$	kulomb	C	
		$\phi_E$	niuton razy metr kwadratowy na kulomb	Nm <sup>2</sup> /C	
9.	pojemność elektryczna	C	farad	F	
10.	przenikalność elektryczna (stała dielektryczna) przenikalność elektryczna próżni przenikalność elektryczna względna	$\epsilon$	farad na metr	F/m	1 F/m = 1 C <sup>2</sup> /Nm <sup>2</sup>
		$\epsilon_0$			
		$\epsilon_r$			
		-			
11.	moment dipolowy elektryczny	p	kulombometr	C*m	
12.	natężenie pola magnetycznego koercja	H	amper na metr	A/m	
		H <sub>k</sub>			
13.	indukcja magnetyczna pozostałość magnetyczna	B	tesla	T	
		B <sub>0</sub>			
14.	strumień magnetyczny	$\phi$	weber	Wb	
15.	indukcyjność własna indukcyjność wzajemna	L	henr	H	1 H = 1 $\Omega$
		L <sub>12</sub>			
16.	przenikalność magnetyczna przenikalność magnetyczna próżni przenikalność magnetyczna względna	$\mu$	henr na metr	H/m	
		$\mu_0$			
		$\mu_r$			
17.	opór elektryczny rezystancja impedancja(moduł)	R Z	om	$\Omega$	
18.	moment elektromagnetyczny	$\mu$	ampert razy metr kwadratowy	A*m <sup>2</sup>	

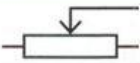










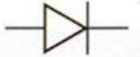
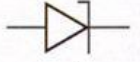

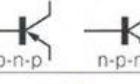



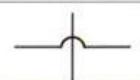
## Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar.

Przedrostek	Oznaczenie	Mnożnik
jotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000 = $10^{24}$
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 = $10^{21}$
eksa	E	1 000 000 000 000 000 000 = $10^{18}$
peta	P	1 000 000 000 000 000 = $10^{15}$
tera	T	1 000 000 000 000 = $10^{12}$
giga	G	1 000 000 000 = $10^9$
mega	M	1 000 000 = $10^6$
kilo	k	1 000 = $10^3$
hekto	h	100 = $10^2$
deka	da	10 = $10^1$
decy	d	0,1 = $10^{-1}$
centy	c	0,01 = $10^{-2}$
mili	m	0,001 = $10^{-3}$

Przedrostek	Oznaczenie	Mnożnik
mikro	$\mu$	0,000 001 = $10^{-6}$
nano	n	0,000 000 001 = $10^{-9}$
piko	p	0,000 000 000 001 = $10^{-12}$
femto	f	0,000 000 000 000 001 = $10^{-15}$
atto	a	0,000 000 000 000 000 001 = $10^{-18}$
zepto	z	0,000 000 000 000 000 000 001 = $10^{-21}$
jokto	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001 = $10^{-24}$

# Symbole na schematach elektrycznych

## Elementy obwodu

	potencjometr
	przewód elektryczny
	odbiornik, rezystor
	cewka indukcyjna (zwojnica)
	wyłącznik
	amperomierz
	woltomierz
	żarówka
	źródło napięcia stałego
	odgaślenie przewodu (węzeł)
	transformator jednofazowy
	dioda
	dioda Zenera
	dioda świecąca (LED)
	tranzystor bipolarny typu p-n-p lub n-p-n
	źródło napięcia zmiennego
	źródło prądu stałego
	połączenie dwóch przewodów
	skrzyżowanie dwóch przewodów bez połączenia

Symbole stosowane w schematach obwodów elektrycznych

## 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:

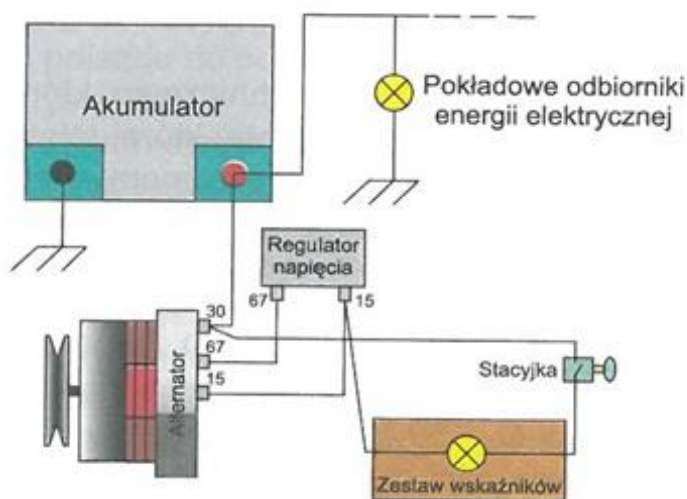
- wyposażonych w silnik o zapłonie iskrowym (tzw. silnik ZI),
- wyposażonych w silnik o zapłonie samoczynnym (tzw. silnik ZS),
- hybrydowych spalinowo-elektrycznych oraz elektrycznych.

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  $P_{en} = 50 \text{ kW}$ , który jest zasilany akumulatorem o napięciu znamionowym  $U_n = 12 \text{ V}$ . 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  $I = 11 \cdot 400 = 4400 \text{ A}$ . 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 napędzają cyprzez 1 h samodzielnie pojazd hybrydowy musi być dołączony bezpośrednio do akumulatora o pojemności  $Q_{1h} \leq 4200 \text{ Ah}$ . Każdy z użytkowników pojazdów samochodowych zna gabaryty (wymiary zewnętrzne) akumulatora ołowianego o pojemności  $Q_{1h} \approx 50 \text{ Ah}$ . 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.

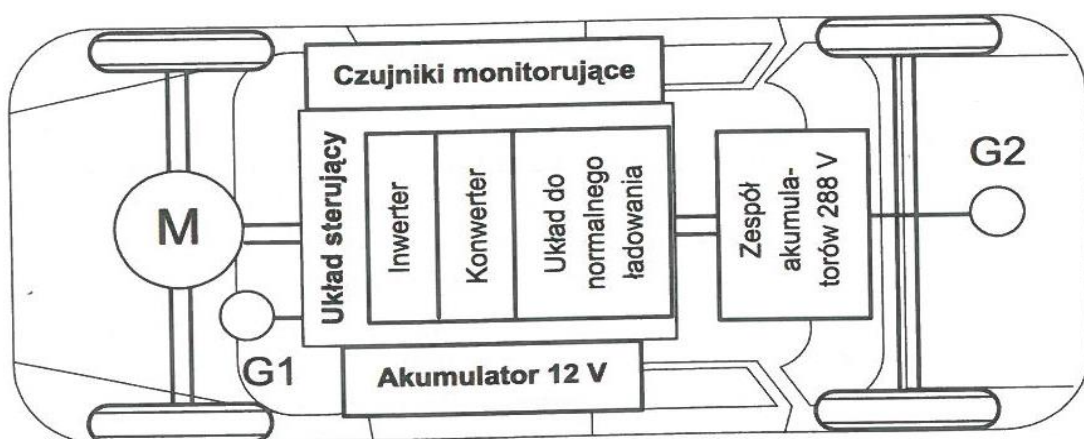
Przedstawione przykłady uzmysławiają, że w pojazdach hybrydowych wyposażonych w silnik spalinowy oprócz tradycyjnej niskonapięciowej instalacji elektrycznej występuje również instalacja średniego napięcia, zasilająca silnik elektryczny.

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.

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



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.

## Przewody, złącza i końcówki

W zależności od wartości napięcia zasilającego poszczególne obwody elektrycznej instalacji samochodowej, przewody – podobnie jak i te obwody – dzielimy na:

- niskonapięciowe (12/24 V DC),
- średniego napięcia (100...500 V),
- wysokonapięciowe stosowane w instalacji zapłonowej pojazdu.

Przewody niskonapięciowe łączą praktycznie wszystkie podzespoły elektryczne samochodu zasilane za pośrednictwem akumulatora lub alternatora niskonapięciowego 12 V lub 24 V DC.

Stosowane w technice motoryzacyjnej niskonapięciowe przewody elektryczne muszą być giętkie i odporne na wstrząsy oraz drgania. Właściwości takie można uzyskać, wykonując żyły tych przewodów w postaci linki skręconej z drutów o średnicy  $0,3 \pm 0,068$  mm w liczbie od 10 do 481, odpowiednio do przekroju czynnego określonego wartościami granicznymi  $1,0 \div 95$  mm<sup>2</sup>. W starszych samochodach stosowano przewody w izolacji gumowej, przeznaczonej do pracy w temperaturach od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ . Obecnie przewody w izolacji gumowej zastąpiono przewodami w izolacji polwinitowej o dopuszczalnym przedziale temperatur pracy od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Przekrój przewodów stosowanych w elektrycznych instalacjach samochodowych jest dobierany odpowiednio do gęstości prądu płynącego przez przewód, z uwzględnieniem dopuszczalnego spadku napięcia oraz dopuszczalnego na-

grzewania się przewodu. Uwzględnienie w obliczeniach wartości dopuszczalnego spadku napięcia na przewodzie powoduje, że przekrój przewodów instalacji elektrycznej zwiększa się proporcjonalnie do długości obliczanego odcinka przewodu.

Dopuszczalne spadki napięcia  $\Delta U_{dop}$  w poszczególnych obwodach instalacji elektrycznej samochodu mają następujące wartości:

a) w obwodzie zasilania (alternator – akumulator):

- dla instalacji 12 V..... $\Delta U_{dop} = 0,3$  V,
- dla instalacji 24 V..... $\Delta U_{dop} = 0,6$  V,

b) w obwodzie zasilania rozrusznika:

- dla instalacji 12 V..... $\Delta U_{dop} = 0,2$  V,
- dla instalacji 24 V..... $\Delta U_{dop} = 0,4$  V,

c) w pozostałych obwodach:

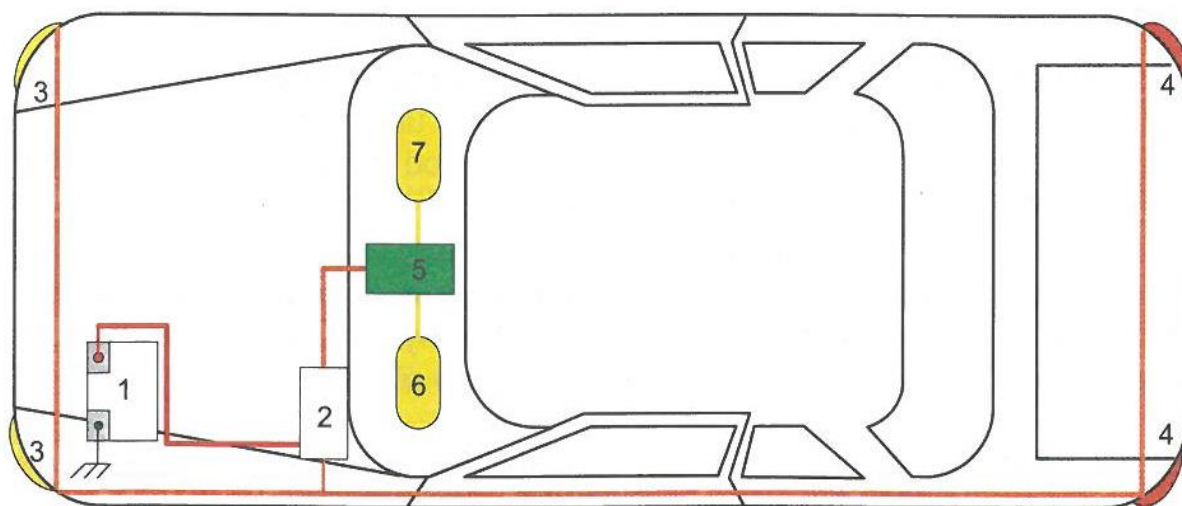
- dla instalacji 12 V..... $\Delta U_{dop} = 0,8$  V,
- dla instalacji 24 V..... $\Delta U_{dop} = 1,5$  V.

Przewody samochodowej instalacji elektrycznej prowadzone w określonym kierunku są grupowane w wiązki. Wiązki te są ułożone we wnętrzu nadwozia pojazdu, w miejscach osłoniętych, tak aby nie uległy uszkodzeniu. Jeśli jest konieczna zmiana drogi prowadzenia wiązki i przepuszczenie jej przez otwory w metalowych elementach nadwozia, to krawędzie tych otworów muszą być osłonięte ochroniaczami z tworzywa sztucznego lub z gumy. Ochroniacze takie nazywa się potocznie przepustami. Wiązki przewodów mocuje się do nadwozia za pomocą uchwyty z tworzywa sztucznego, ograniczających drgania przewodów, zapobiegając zmęczeniu materiału tych przewodów.

Ze względu na wytrzymałość mechaniczną, do wykonania wiązek wykorzystuje się przewody o przekroju większym niż  $1 \text{ mm}^2$ . Przykład rozmieszczenia wiązek przewodów elektrycznych zasilających oświetlenie zewnętrzne oraz poduszki powietrzne wewnątrz pojazdu przedstawiono na rys. 2.35.

Przewody elektryczne zgrupowane w wiązki różnią się barwą izolacji i są numerowane na schematach instalacji elektrycznej. Barwa oraz numer przewodu określają przeznaczenie przewodu. Przykładowy zestaw numerów przewodów oraz odpowiadające tym numerom barwy i przeznaczenie przewodów zestawiono w tabeli 2.6.

Oprócz przewodów elektrycznych grupowanych w wiązki w technice samochodowej stosuje się również płaskie plecionki miedziane bez izolacji, łączące kadłub silnika z nadwoziem samochodu. Przewody takie zamykają obwód prądu.



**Rys. 2.35.** Prowadzenie wiązek przewodów zasilających oświetlenie zewnętrzne oraz poduszki gazowe kierowcy i pasażera

1 – akumulator, 2 – skrzynka bezpieczników, 3 – lampy przednie, 4 – lampy tylne, 5 – sterownik poduszek gazowych, 6 – poduszka kierowcy, 7 – poduszka pasażera

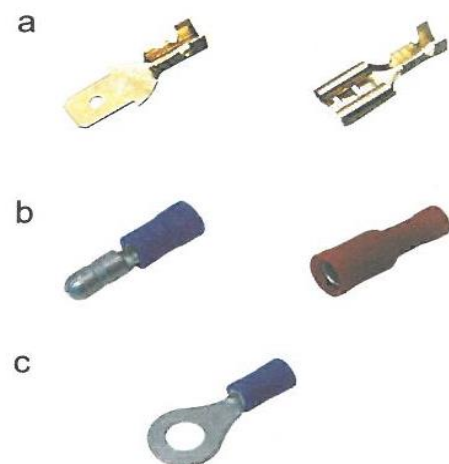
**Przykładowe oznaczenia wybranych przewodów na typowym schemacie elektrycznej instalacji samochodowej**

Numer przewodu	Barwa przewodu	Przeznaczenie przewodu
7	YE – żółty	Napięcie stale podłączone do czujnika
8	WH – biały	Sygnał czujnika
9	BN – brązowy	Masa sygnału
10	GY – szary	Sygnał z czujnika
14	VT – fioletowy	Napięcie zasilania dostarczone poprzez bezpiecznik za pośrednictwem stacyjki
15	GN – zielony	Napięcie zasilania dostarczone bez bezpiecznika za pośrednictwem stacyjki
29	OG – pomarańczowy	Napięcie zasilania dostarczane przez bezpiecznik cały czas
30	RD – czerwony	Napięcie zasilania dostarczane cały czas
31	BK – czarny	Masa
40	BU – niebieski	Impuls z przerywacza
50	GY – szary	Zacisk rozrusznika
89	OG – pomarańczowy	Napięcie zasilania (przez bezpiecznik) modułu elektronicznego
90	RD – czerwony	Napięcie zasilania (bez bezpiecznika) modułu elektronicznego
91	BK – czarny	Masa modułu elektronicznego

du rozruchowego przez masę pojazdu, którą jest nadwozie samonośne. Przekrój takich przewodów jest kilkakrotnie większy od przekrojów pozostałych przewodów instalacji elektrycznej samochodu. Dzięki temu minimalizuje się wpływ spadków napięcia występujących na innych elementach tzw. masy, łączących silnik z nadwoziem. Elementami tymi są linki sterujące oraz metalowe przewody hydrauliczne.

Do łączenia odcinków przewodów lub przewodów z podzespołami elektrycznymi i elektronicznymi w technice samochodowej stosuje się złącza konektorowe wsuwkowe płaskie lub rurkowe oraz konektory oczkowe (rys. 2.36).

Znormalizowana konstrukcja i wymiary połączeń konektorowych umożliwiają stosowanie ich do łączenia pojedynczych przewodów oraz w złączach zespolonych przeznaczonych do przyłączania odbiorników wieloobwodowych. Końcówki połączeń konektorowych są wykonywane z półtwardego mosiądzu lub blachy miedzianej i mogą być łączone przez zacisk z przewodami o średnicy 1 do 6 mm<sup>2</sup>.



**Rys. 2.36.** Wtyk i nasuwka konektora płaskiego (a), rurkowego (b) oraz konektor oczkowy (c)

Przewody łączone bezpośrednio z akumulatorem są wyposażone w specjalne odlewane końcówki, przystosowane do zaciskania na wyprowadzeniach akumulatora. Dawniej końcówki takie były łączone z przewodem za pomocą lutu miękkiego. Obecnie końcówki przewodów akumulatorowych są odlewane bezpośrednio na przewodzie.

## Zabezpieczenia instalacji, bezpieczniki

Instalacja elektryczna samochodu jest zabezpieczona przed skutkami zwarcia i przeciążeń za pomocą bezpieczników. Konsekwencją zwarcia lub przeciążenia obwodu elektrycznego jest przepływ prądu o wartości znacznie większej od wartości dopuszczalnej, dla której obliczono między innymi przekrój przewodów instalacji. Długotrwały przepływ takiego prądu może spowodować termiczne uszkodzenie izolacji przewodów.

Bezpieczniki stosowane w technice samochodowej, ze względu na zasadę działania, dzielimy na topikowe i termiczne automatyczne.



Rys. 2.37. Samochodowy bezpiecznik topikowy

Do zabezpieczenia instalacji samochodowych wykorzystuje się płytkowe bezpieczniki topikowe, w których elementem zabezpieczającym jest odcinek drutu lub blachy cynkowej o przekroju dobranym odpowiednio do wartości prądu, przy którym ma ulec przepaleniu. Budowę samochodowego bezpiecznika topikowego przedstawiono na rys. 2.37.

Obecnie najczęściej spotykamy aż trzy rodzaje takich bezpieczników: normalne, mini i maxi. Wymienione grupy różnią się jedynie wymiarami oraz wartościami prądów, do których są przystosowane. Bezpieczniki normalne oraz mini mają szerokość odpowiednio 19 mm i 11,9 mm, a szerokość bezpieczników maxi wynosi 35 mm. W handlu detalicznym bezpieczniki płytkowe są nazywane bezpiecznikami płaskimi i oznaczane symbolem ATO.

Typoszereg wartości prądu zadziałania bezpieczników normalnych oraz mini jest następujący: 1, 2, 3, 4, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25, 30 i 35 A. Bezpieczniki maxi są przystosowane do rozłączania prądów: 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90 oraz 100 A. Bezpieczniki normalne oraz miniaturowe (mini) są przeznaczone do zabezpieczenia obwodów instalacji mniej obciążonych. Takie bezpieczniki znajdują się w skrzynce zamocowanej wewnątrz pojazdu pod tablicą rozdzielczą. Ze względu na zakres wyłączanych prądów bezpieczniki w obudowach dużych (maxi) zabezpieczają obwody główne i są zamontowane w przedziale silnika, w pobliżu akumulatora.

Instalacje elektryczne samochodów producentów dalekowschodnich, podobnie jak instalacje samochodów europejskich i amerykańskich, są zabezpieczone również za pomocą bezpieczników topikowych. Jediną różnicą między bezpiecznikami stosowanymi w tych samochodach oraz w samochodach produ-

kowanych w pozostałych krajach świata jest kształt obudowy bezpiecznika oraz sposób połączenia go z instalacją elektryczną pojazdu.

Oprócz bezpieczników zbliżonych kształtem do bezpieczników płytkowych w pojazdach producentów dalekowschodnich oraz producentów amerykańskich są stosowane bezpieczniki rurkowe szklane o wymiarach  $\varnothing 10,3 \times 38$  mm – rys. 2.38.

Bezpieczniki takie są przystosowane do rozłączania prądów o wartościach: 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70 i 80 A, przy czym spotyka się je również w obwodach zasilających samochodowy sprzęt nagłaśniający. Do zabezpieczenia nietypowych odbiorników energii elektrycznej o dużej mocy wykorzystuje się również topikowe bezpieczniki nożycowe przystosowane do rozłączania prądu o wartościach: 60, 80, 100, 120, 150 i 200 A – rys. 2.39.

Bezpieczniki rurkowe szklane oraz nożycowe, w odróżnieniu od bezpieczników płytkowych, montuje się bezpośrednio na przewodach zasilających odbiornik energii, przy tym odbiorniku, w specjalnie do tego przeznaczonych gniazdach (rys. 2.38 i 2.39).

Przepalenie się bezpiecznika topikowego nie powinno spowodować sytuacji niebezpiecznej dla kierowcy i pasażerów pojazdu oraz dla innych użytkowników drogi, po której pojazd ten się porusza. Z tego względu wielu producentów zastępuje bezpieczniki topikowe zabezpieczające obwody instalacji elektrycznej decydujące o bezpieczeństwie zarówno pasażerów pojazdów, jak i użytkowników drogi, bezpiecznikami termicznymi wielokrotnego użytku (rys. 2.40).

Bezpiecznik termiczny po przerwaniu obwodu elektrycznego można ponownie włączyć za pomocą przycisku umieszczonego na jego obudowie. Działanie takiego bezpiecznika można porównać do działania zabezpieczenia termobimetalowego stosowanego w domowych urządzeniach elektromechanicznych. Jego zadanie polega na odkształceniu termobimetalu i rozwieraniu styków bezpiecznika, gdy przez zabezpieczony obwód przepływa prąd o wartości większej od znamionowej.

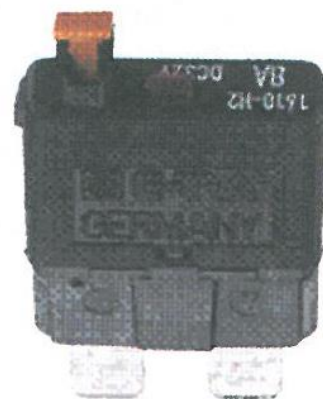
Cechą charakterystyczną zabezpieczenia elektrycznej instalacji samochodowej jest jego selektywność, polegająca na zabezpieczeniu pojedynczych odbior-



Rys. 2.38. Samochodowy bezpiecznik rurkowy wraz z obudową montowaną na przewodzie



Rys. 2.39. Samochodowy bezpiecznik nożycowy wraz z obudową montowaną na przewodzie



Rys. 2.40. Samochodowy bezpiecznik wielokrotnego użytku

ników lub ich zestawów oddzielnymi bezpiecznikami. System ten uwzględnia również bezpieczeństwo pojazdu oraz innych użytkowników drogi. Ze względu na ten warunek każde światło tylne powinno być zabezpieczone innym bezpiecznikiem, a światła drogowe i światła mijania nie mogą być zabezpieczone jednym bezpiecznikiem.

W instalacji samochodowej występują również połączenia elektryczne bez bezpieczników. Do grupy takich połączeń należą przewody łączące alternator, rozrusznik, stacyjkę oraz skrzynkę bezpieczników z akumulatorem. Wymienione podzespoły są połączone krótkimi, dobrze zaizolowanymi przewodami zmniejszającymi praktycznie do zera prawdopodobieństwo ich zwarcia z masą. Ze względu na specyfikę pracy nigdy nie zabezpiecza się obwodu zapłonowego oraz głównego obwodu rozrusznika.

## Przeływ prądu w elektrolitach

**Elektrolitami** nazywamy wodne roztwory kwasów, zasad i soli. Są to przewodniki drugiego rodzaju, w których przewodnictwo elektryczne ma charakter jonowy. Przyczyną powstawania jonów w elektrolitach jest dysocjacja, polegająca na rozpadzie cząsteczek pod wpływem wody. Dysocjację roztworu określa jej stopień zależny od stężenia i temperatury roztworu.

Źródłem pola elektrycznego w elektrolitach są dwie elektrody: anoda, dołączona do zacisku dodatniego (+) źródła napięcia, oraz katoda, dołączona do zacisku ujemnego (-) tego źródła (rys. 1.3).

Pole elektryczne skierowane od anody do katody jest przyczyną ruchu jonów w elektrolicie. Podczas tego ruchu jony nie wchodzi w reakcje chemiczne i dopiero po dotarciu do elektrod tracą swój ładunek. Jony ujemne (aniony) podążają do anody i oddają jej nadmiar elektronów, a jony dodatnie (kationy) po osiągnięciu katody łączą się z jej elektronami swobodnymi. W zależności od składników elektrolitu na katodzie wydzielą się wodór lub metal, na anodzie zaś zachodzi proces utleniania lub wydzielanie niemetalu.

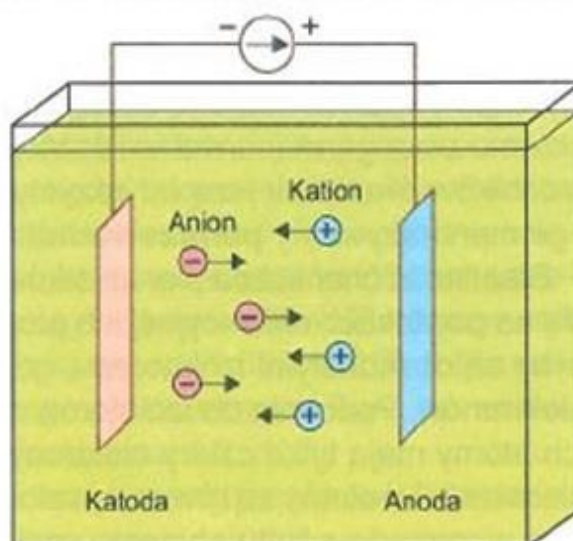
Zgodnie z prawem Faradaya, masa  $m$  substancji wydzielanej na elektrodzie podczas elektrolizy jest proporcjonalna do ładunku elektrycznego  $Q$  przepływającego przez elektrolit:

$$m = k Q = k I t \quad (1.4)$$

We wzorze tym  $Q$  jest całkowitym ładunkiem elektrycznym, który przepłynął przez elektrolit. Ładunek ten został przeniesiony przez prąd o natężeniu równym  $I$  płynący przez elektrolit w czasie  $t$ .

Występujący w zależności (1.4) współczynnik proporcjonalności  $k$  jest tzw. równoważnikiem elektrochemicznym, określającym masę substancji wydzielanej podczas elektrolizy, gdy przez elektrolit przepłynął ładunek 1 C. Współczynnik ten jest mierzony w  $\frac{\text{mg}}{\text{C}}$  i jest zróżnicowany dla różnych substancji, np. dla miedzi

ma wartość  $0,329 \frac{\text{mg}}{\text{C}}$ , dla srebra  $1,118 \frac{\text{mg}}{\text{C}}$ , a dla cynku  $0,339 \frac{\text{mg}}{\text{C}}$ .

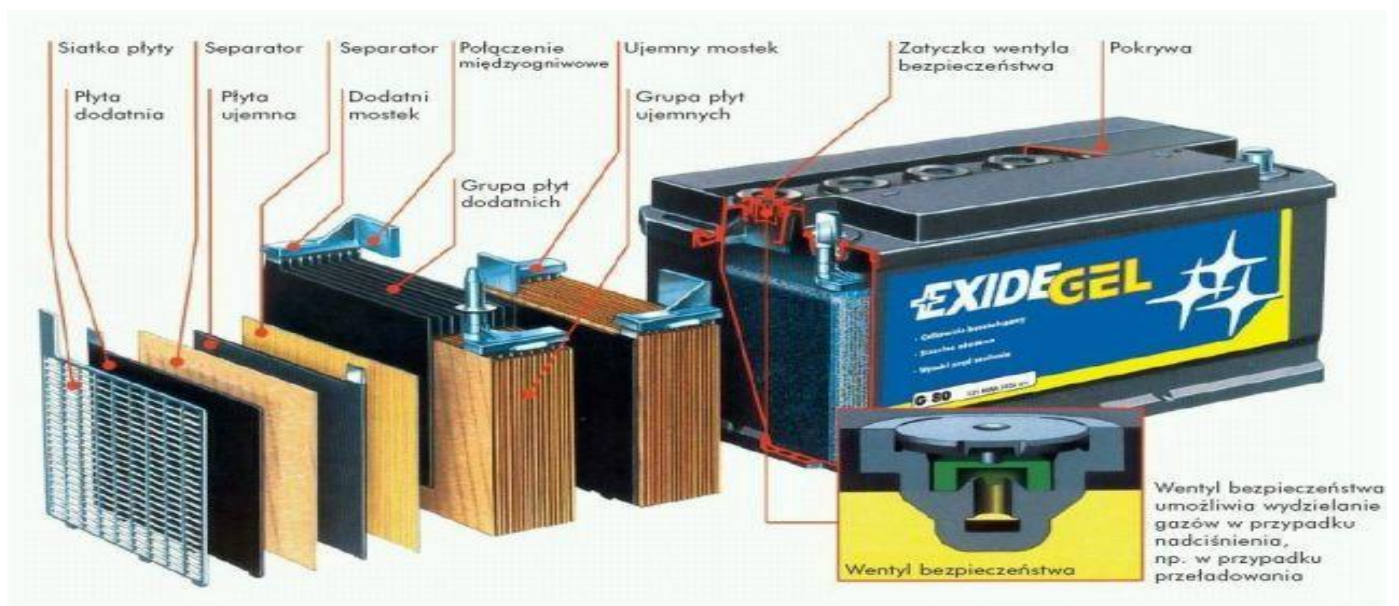


Rys. 1.3. Ruch nośników prądu w trakcie elektrolizy

Elektroliza ma szerokie zastosowanie w przemyśle. Za pomocą elektrolizy w wannach elektrolitycznych produkuje się czystą miedź, zwaną elektrolityczną. Elektrolizę stosuje się również do nanoszenia powłok antykorozyjnych i dekoracyjnych. Ponadto elektroliza stanowi podstawę działania elektrochemicznych źródeł napięcia elektrycznego.



## Budowa akumulatora kwasowego



### Parametry akumulatora kwasowego:

$U_z$  – napięcie znamionowe [V], ( $U_z = 2V \cdot i$ )

$i$  – liczba ogniw akumulatora

$I_z$  – prąd znamionowy [A]

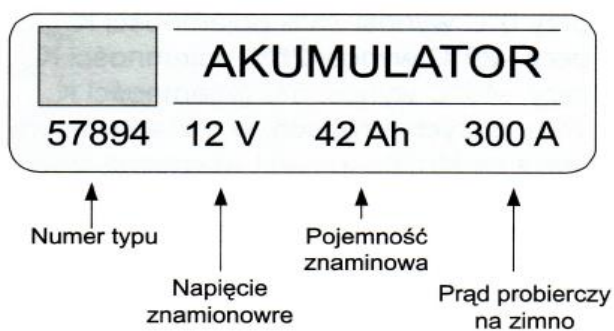
$Q_{20}$  – pojemność dwudziestogodzinna [Ah], ( $Q_{20} = I_z \cdot t_r$ )

$t_r$  – czas rozładowania ( $t_r = 20h$ )

$I_r$  – prąd rozruchowy [A],

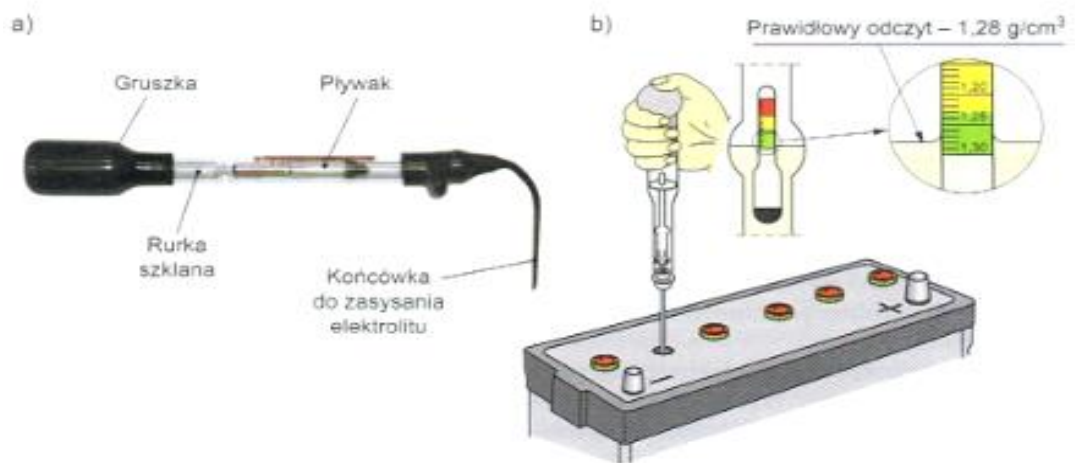
$\rho$  – gęstość elektrolitu [ $g/cm^3$ ]

w stanie naładowanym od 1.26 do 1.28  $g/cm^3$



Rys. 7.3. Tabliczka znamionowa akumulatora

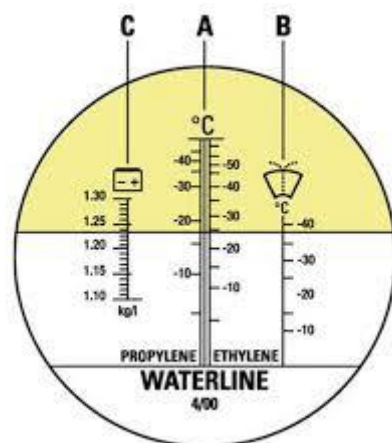
## Pomiar gęstości elektrolitu



## Pomiar gęstości areometrem



Refraktometr



Pomiar gęstości refraktometrem

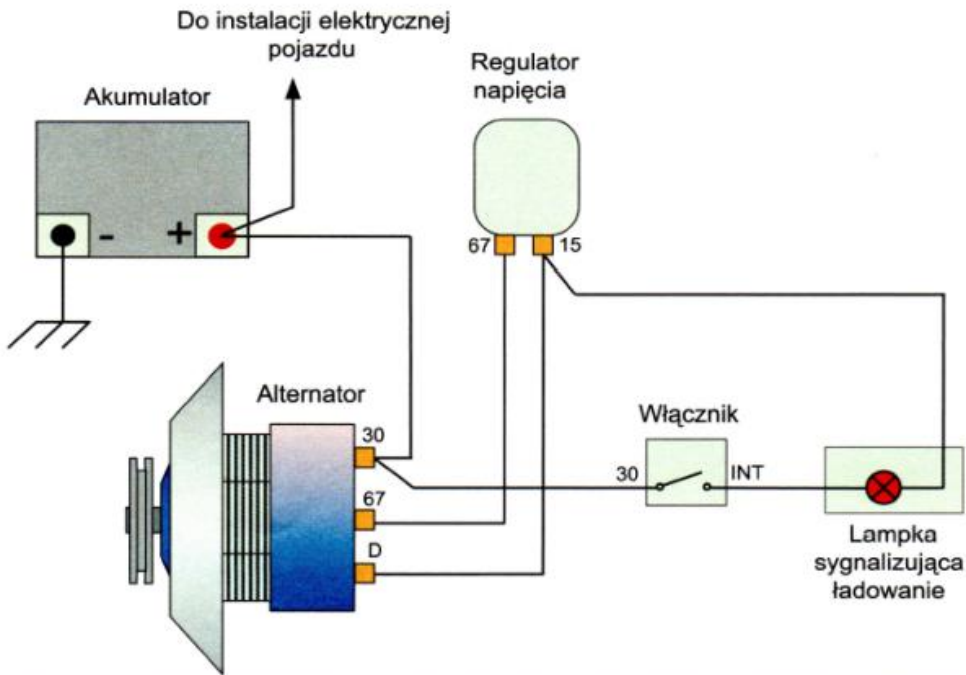
## Ładowanie akumulatora

Ładowanie akumulatora można wykonać różnymi typami prostowników. Najpopularniejsze są ładowarki w pełni automatyczne, w których wybiera się jedynie napięcie. Niektóre typy pozwalają na ustawienie prądu ładowania. **Najbezpieczniej ustawić wartość odpowiadającą około 10 proc. pojemności akumulatora**, np. 44 Ah ładujemy prądem 4 A. Zabieg ten trwa średnio około 8 godzin i po tym czasie ładowarka wyłącza się samoczynnie lub należy ją wyłączyć samodzielnie.

Odłączanie ładowarki jest w zasadzie najbardziej niebezpieczną czynnością. Teoretycznie może dojść nawet do wybuchu, ale bez przesady. **Wybuchowy jest wodór, który wydziela się tym intensywniej, im intensywniej ładujecie akumulator.** Dlatego do takich sytuacji zwykle dochodzi w warsztatach samochodowych, a nie w garażach, gdzie użytkownicy zwykle używają małych ładowarek. Niemniej jednak warto pamiętać, by do ładowanego akumulatora nie podchodzić z otwartym ogniem czy zapalonym papierosem.

Jeżeli ładowanie przebiega w garażu, warto najpierw lekko go przewietrzyć przed wyłączeniem ładowarki. **W pierwszej kolejności należy wyłączyć samą ładowarkę, dopiero później odpinać zaciski z akumulatora.** Jeżeli ładowarka jest włączona, zdejmowaniu zacisków z biegunów zawsze towarzyszy niebezpieczne iskrzenie. Jeżeli akumulator był ładowany ze zdjętymi klemami (odłączony od instalacji), warto chwilę odczekać, wywietrzyć pomieszczenie i dopiero wtedy założyć klemy. Należy się bowiem spodziewać przeskoku iskry w momencie zakładania drugiej klemy.

## Elementy układu zasilania



Rys. 7.1. Schemat funkcjonalny układu zasilania samochodu w energię elektryczną

### Zagadnienia do opracowania:

1. Jak dobiera się przekroje przewodów elektrycznych w obwodach?
2. Jaki jest cel zabezpieczania obwodów i jakie są rodzaje bezpieczników?
3. Jaki elektrolit wykorzystuje się w akumulatorach kwasowych samochodowych?
4. Jaka powinna być gęstość elektrolitu akumulatora kwasowego w stanie naładowanym jak można ją zmierzyć?
5. Jak dobieramy prąd ładowania akumulatora kwasowego?
6. Jakie zasady bezpieczeństwa należy zachować podczas ładowania akumulatora kwasowego?

Odpowiedzi proszę przysyłać na adres: [turnus2@bcebielsko.pl](mailto:turnus2@bcebielsko.pl), wpisując w temacie nazwę zajęć: Elektryczne i elektroniczne wyposażenie pojazdów samochodowych.