

# Akumulatory w praktyce elektronika

## Akumulatory kwasowo-ołowiowe

część 2



Niniejszy artykuł jest kontynuacją materiału z poprzedniego numeru EdW i dotyczy jednego typu akumulatorów. W znanych od stu pięćdziesięciu lat akumulatorach **kwasowo-ołowiowych** elektrolitem zawsze jest roztwór kwasu siarkowego, a płyty zbudowane są z ołowiu. Napięcie nominalne ogniwa wynosi 2V. Starszego typu akumulatory samochodowe wymagały okresowej obsługi, konkretnie dolewania wody i kontroli gęstości elektrolitu. Większość nowszych ani nie wymaga takich zabiegów, ani ich nie umożliwia – są to tak zwane akumulatory bezobsługowe. Stosowane są powszechnie w samochodach. Oprócz nich bardzo popularne są obecnie tak zwane akumulatory żelowe o napięciach 6V i 12V o pojemnościach 1...100Ah, zamknięte w szczelnych obudowach, nie wydzielające żadnych szkodliwych wycieków, mogące dzięki temu pracować nawet w mieszkaniu (np. w centralkach alarmowych). W tych kwasowych akumulatorach elektrolit nie wycieknie, bo albo przez dodatek odpowiedniej substancji ma postać galarety – żelu (stąd nazwa), albo też zastosowane są inne sposoby, skutecznie eliminujące ryzyko wycieku elektrolitu. Warto podkreślić, że akumulatory żelowe nie są oddzielnym rodzajem akumulatorów – to najprawdziwsze akumulatory kwasowo-ołowiowe o specyficznej budowie, uniemożliwiającej wylanie elektrolitu.

Gdy akumulator pracuje w samochodzie, sprawa jest oczywista. Nominalne napięcie w instalacji samochodu wynosi 14,4V. O właściwe napięcie i prąd ładowania dba w samochodzie regulator napięcia, który steruje pracą alternatora. Więcej uwagi trzeba poświęcić ładowaniu tylko wtedy, gdy taki akumulator pracuje poza samochodem. Dawniej stosowano prymitywne sposoby ładowania, a dość skutecznym wskaźnikiem naładowania było tzw. gazowanie elektrolitu (rozkład wody na tlen i wodór w procesie elektrolizy). Dobrym wskaźnikiem stanu naładowania był także pomiar gęstości elektrolitu za pomocą aerometru. W nowoczesnych bezobsługowych akumulatorach z ciekłym elektrolitem dolewania wody nie jest wymagane, a w wielu przypadkach wręcz niemożliwe, niemniej też nie należy dopuścić do inten-

sywnego gazowania. Nie wolno też dopuszczać do przeładowania akumulatorów żelowych, bo może się to skończyć ich definitywnym uszkodzeniem.

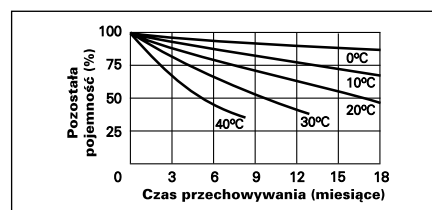
Z kolei całkowite rozładowanie do zera też jest bardzo szkodliwe i zazwyczaj wiąże się z nieodwracalną utratą pojemności. Akumulatory kwasowe nie powinny być rozładowywane poniżej 1,35V/na ogniwo (zaleca się rozładowanie tylko do 1,7...1,8V/ogniwo). Gdy coś takiego się zdarzy, trzeba jak najszybciej naładować akumulator.

**Akumulator powinien być przechowywany w możliwie niskiej temperaturze.** Mniejsze jest wtedy samorozładowanie i znacznie dłuższa żywotność. Jest to niebagatelna sprawa: o ile w temperaturze pokojowej spodziewany czas pracy akumulatora żelowego (utrata 50% pojemności) wynosi około pięciu lat, to przy temperaturze otoczenia +35°C przypuszczalna trwałość zmniejszy się trzykrotnie, a przy temperaturze +60°C – kilkunastokrotnie! **Rysunek 1** pokazuje, jak akumulator traci ładunek wskutek samorozładowania w różnych temperaturach. Z drugiej strony niskie temperatury zmniejszają pojemność. **Rysunek 2** pokazuje tę zależność przy różnych prądach rozładowania. Wskazuje wyraźnie, że pojemność zależy od prądu rozładowania. Nominalna pojemność określana jest w temperaturze pokojowej przy stosunkowo małym prądzie rozładowania (C/20) – patrz punkt A na charakterystyce. Przy temperaturze 0°C i dużym prądzie rozładowania równym 1C ten sam w pełni naładowany akumulator będzie miał tylko około 35% pojemności znamionowej – wskazuje to punkt B.

### „Domowe” sposoby ładowania

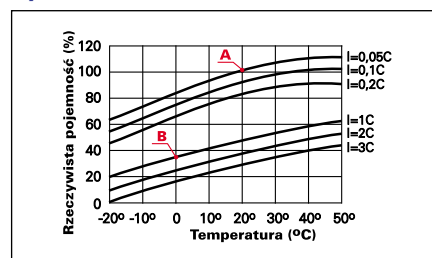
Dawniej do ładowania akumulatorów kwasowych często wykorzystywano najróżniejsze prostowniki własnej konstrukcji. **Rysunek 3** pokazuje kilka przykładów. Trzeba uprzytomnić sobie, że różnego typu samoróbki mają nieprzewidywalne parametry i nie sposób okre-

ślić, ile energii dostarczone do akumulatora. Prąd ładowania wyznaczony jest tu przez wiele czynników, w tym napięcie sieci oraz właściwości transformatora i akumulatora. Prostowniki takie mogą łatwo doprowadzić do przeładowania.



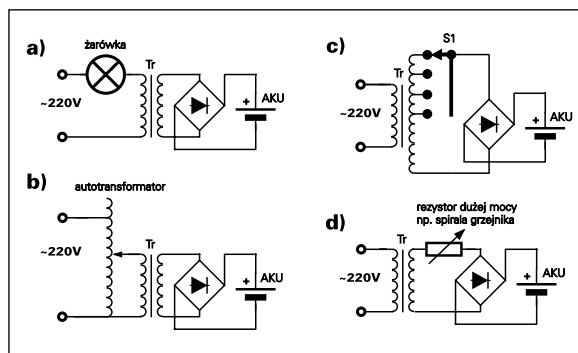
Rys. 1

Rys. 2



W przypadku akumulatorów starego typu zdawały one jako tako egzamin, bo sygnałem do zakończenia ładowania było intensywne gazowanie. W nowych typach nie powinno się dopuszczać do gazowania, dlatego opisane właśnie prostowniki domowej roboty mogą poważnie zmniejszyć pojemność i skrócić czas służby akumulatora.

Rys. 3



Ponieważ ogromna większość nowoczesnych akumulatorów ma szczelne obudowy, więc stare, sprawdzone i skuteczne metody kontroli stanu i naładowania akumulatora przez pomiar gęstości elektrolitu są dziś całkowicie bezużyteczne. Pozostaje jeden jedyny sposób – pomiar napięcia na zaciskach. Na szczęście w akumulatorach kwasowych, w przeciwieństwie do zasadowych, napięcie ma ścisły i przewidywalny związek ze stanem naładowania, co pozwala w prosty sposób kontrolować proces ładowania.

### Zasilacze buforowe

Akumulatory kwasowe, zwłaszcza żelowe o pojemności do kilkudziesięciu amperogodzin, bardzo często pracują w tak zwanym trybie buforowym (standby), jako baterie rezerwowe. Oznacza to, że cały czas podłączone są do źródła napięcia, do zasilacza.

Rysunek 4 pokazuje prosty układ pracy buforowej – zasilacz stabilizowany z ograniczeniem i akumulator są połączone ze sobą równolegle. Dodatkowa dioda na wyjściu zasilacza uniemożliwia „cofanie się” prądu z akumulatora do zasilacza, gdy zabraknie napięcia sieci. Ogranicznik prądu w zasilaczu trzeba tak ustawić, by maksymalny prąd ładowania nie przekroczył 0,3C.

U w a g a !

**W buforowym trybie pracy** należy ustawić na akumulatorze 12-woltowym napięcie **13,5...13,8V**

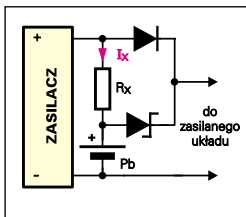
(na 6-woltowym 6,8...6,9V). Odpowiada to 2,25...2,3V na ogniwo. Akumulator kwasowy cały czas pozostaje pod takim bezpiecznym napięciem, jest naładowany i stale gotowy do pracy. Jeśli napięcie to byłoby nieco wyższe, nic tragicznego się nie stanie, jednak żywotność akumulatora będzie mniejsza. Z kolei napięcie niższe od podanego też nie grozi awarią, ale przy niższym napięciu akumulator nie zostanie w pełni naładowany.

Podanego zakresu 13,5...13,8V nie należy traktować jako nieprzekraczalnych granic bezpiecznej pracy. Jest to zakres optymalnych warunków i korzystnej zależności trwałość/pojemność. W trybie buforowym należy więc w miarę możliwości pracować przy takim napięciu, wiedząc, że zmiana napięcia o 0,2V w jedną czy drugą stronę nie jest żadną tragedią.

Wcześniej wspomniane było, że podobnie mogą pracować akumulatory zasadowe – tamte jednak mogą w takim napięciowym trybie przeformować się i nie zgromadzą pełnego ładunku. Natomiast akumulatory kwasowe doskonale sprawdzają się w trybie buforowym przy napięciu 2,25...2,3V/ogniwo

i można mieć pewność, że stale są gotowe do pracy i że dysponują pełną pojemnością.

Teoretycznie w trybie buforowym akumulator kwasowy mógłby też pracować nie z ustalonym napięciem, tylko z ustalonym prądem konserwującym, jak na **rysunku 5** (porównaj rysunek 4 w EdW 8/2002). Niektóre źródła podają rozmaite wartości prądu konserwującego: 0,005C (C/200)...0,01C (C/100), a nawet 0,02C (C/50). Należy wziąć pod uwagę, że przy znacznym prądzie konserwującym napięcie na akumulatorze na pewno wzrośnie powyżej zalecanych granic, co z kolei według niektórych źródeł może niekorzystnie wpłynąć na trwałość. Dlatego akumulatory kwasowe powinny zawsze pracować w układach przy stałym napięciu. O ile dla akumulatorów zasadowych lepiej jest stosować sposób z ustalonym prądem konserwującym o wartości około 0,01C, o tyle dla akumulatorów kwasowych zdecydowanie lepiej jest stosować sposób ze stałym napięciem 2,25...2,3V/ogniwo według **rysunku 5**. Akumulatory kwasowe i zasadowe mają w tym względzie odwrotne właściwości.



Rys. 5

### Praca cykliczna

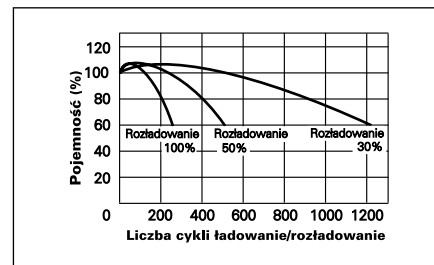
Praca cykliczna to taka, kiedy akumulator jest naładowany, a następnie rozładowany, ponownie naładowany i tak dalej. Całkowite rozładowanie nie oznacza, że napięcie na zaciskach spadnie do zera, tylko do napięcia 1,5...1,8V na ogniwo, co dla akumulatora 12-woltowego daje 9...10,8V. Rozładowanie do zera jest zdecydowanie szkodliwe i najczęściej wiąże się ze znaczną, nieodwracalną utratą pojemności. Bardzo duży wpływ na żywotność akumulatora ma też głębokość wyładowania. **Rysunek 6** pokazuje utratę pojemności w funkcji liczby cykli ładowanie/rozładowanie przy różnych głębokościach rozładowania. Interpretacja wykresu może być niejednoznaczna, ale warto zapamiętać ważny wniosek praktyczny: w miarę możliwości **korzystniej jest zastosować akumulator o pojemności większej niż wymagane minimum i nie rozładowywać go do końca** (zaleca się wyładowanie do napięcia 1,9...2,0V/ogniwo), bo wtedy znacznie wzrośnie trwałość. Różnica ceny mniejszego i większego akumulatora nie jest znacząca, a trwałość, jak pokazuje rysunek 6, wzrośnie dużo, nawet kilkakrotnie.

W materiałach firmowych proponuje się kilka metod ładowania, a do tego szereg wykresów, co często przestrasza praktyków, którzy nie chcą wgłębiać się w szczegóły. Na szczęście akumulatory kwasowe nie wymagają ścisłych procedur ładowania. Można na-

wet powiedzieć, że są dość tolerancyjne, nawet w przypadku błędów. Należy tylko przestrzegać podstawowych zasad:

- **napięcie końcowe ładowania nie powinno przekraczać 15V,**
- **maksymalny prąd ładowania nie powinien być większy niż 0,3C.**

Minimalnego prądu ładowania się nie określa. Przy znikomych prądach nowy sprawny akumulator powoli się naładuje, ale w starym, zużyтым ten sam prąd nie pokryje nawet strat samowyładowania.



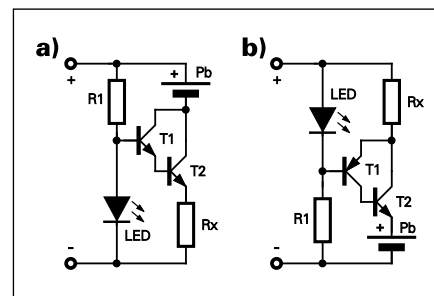
Rys. 6

W praktyce można wykorzystać prostą metodę ładowania prądem o niezmiennym wartości (0,1...0,3C) przez czas potrzebny na władowanie 120% pojemności znamionowej (1,2C).

Przykładowo akumulator o pojemności 10Ah można ładować: prądem 1A przez 12 godzin, prądem 1,2A przez 10 godzin, prądem 2A przez 6 godzin, prądem 3A przez 4 godziny, prądem 4A przez 3 godziny.

Metoda wydaje się prosta i łatwa, ale w praktyce bywa bardzo rzadko stosowana, bo wymaga układu zapewniającego prąd o niezmiennym wartości (źródło prądowe) oraz wyłącznika czasowego. Nie uwzględnia także zmian pojemności pod wpływem starzenia.

Rys. 7



Przy prądach rzędu kilku amperów proste źródło prądowe, na przykład według **rysunku 7**, wymagałoby zastosowania potężnych tranzystorów mocy T2 i radiatorów do nich. Na szczęście dzięki charakterystycznym właściwościom akumulatorów kwasowych układy ładowarek można znacznie uprościć. Zostanie to omówione w następnej części artykułu.

Jerzy Częstochowski