



Artur BOGUTA

IMPULSOWA REGENERACJA AKUMULATORÓW OŁOWIOWYCH

Streszczenie

W obecnych czasach, w których intensywnie szuka się alternatywnych źródeł energii, a także walczy się z zanieczyszczeniem środowiska, akumulatory odgrywają coraz większą rolę. Przemysł motoryzacyjny coraz więcej pieniędzy przeznacza na badania dotyczące ogniw galwanicznych oraz produkuje coraz więcej pojazdów z napędem hybrydowym lub elektrycznym. Mimo wdrażania nowych rozwiązań oraz konstrukcji, akumulatory kwasowo-ołowiowe są wciąż najpopularniejszymi bateriami ogniw odwracalnych stosowanymi w pojazdach. Ich produkcja sięga setek milionów sztuk rocznie. Przez różne rozwiązania techniczne próbuje się wydłużyć okres ich trwałości, ale nieodpowiednie użytkowanie skraca ich żywotność. Odpowiedni sposób eksploatacji akumulatorów jest ściśle związany z posiadaną wiedzą dotyczącą budowy, sposobu działania, prawidłowej diagnostyki oraz procesów chemicznych zachodzących w ogniwach.

WSTĘP

W celu częściowej regeneracji zasiarczonego akumulatora wykorzystuje się metody chemiczne lub elektryczne. Metody chemiczne często związane są z dodawaniem środków chemicznych do elektrolitu lub jego wymianą. Proces ten niekiedy wymaga wymontowania akumulatora a tym samym z unieruchomienia auta.

Metody elektryczne polegają na ładowaniu akumulatora małym prądem. Akumulatory zasiarczone charakteryzują się dużą rezystancją, która przy zastosowaniu prostownika często uniemożliwia jego ładowanie. Akumulator taki w początkowej fazie ładowania wymaga znacznie wyższego napięcia ładowania w celu osiągnięcia odpowiedniego prądu ładowania.

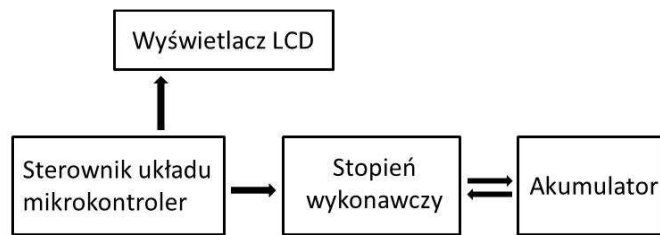
Dobrym sposobem na regenerację akumulatora jest zastosowanie prądu ładującego w postaci krótkotrwałych impulsów prądowych o znacznej amplitudzie.

W pracy przedstawiono metodę ładowania impulsowego wykorzystującą energię zgromadzoną w polu magnetycznym dławika indukcyjnego.

Celem pracy było sprawdzenie skuteczności elektrycznej regeneracji akumulatorów z wykorzystaniem metody impulsowej.

1. BUDOWA UKŁADU REGENERATORA

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy układu do regeneracji akumulatorów ołowiowych. Składa się on ze sterownika opartego na mikrokontrolerze Atmega8, stopnia wykonawczego i wyświetlacza LCD, na którym można kontrolować parametry pracy układu. Stopień końcowy został przedstawiony na rys. 2. Wykorzystuje on tranzystor unipolarny Q1 oraz dławiki L1 i L2, które zostały nawinięte na ferrytowych rdzeniach toroidalnych.

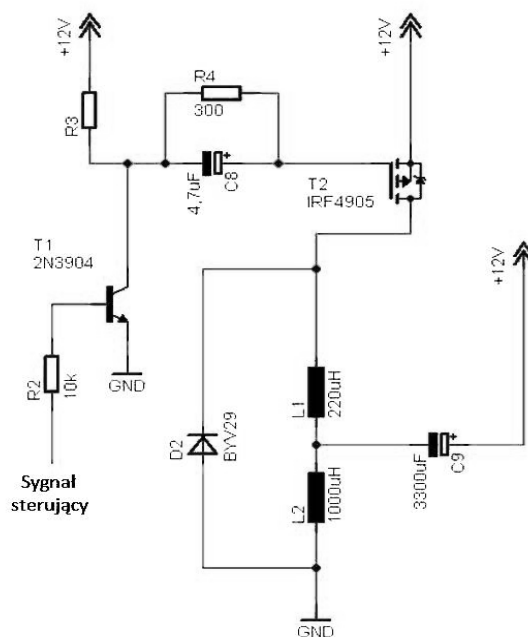


Rys. 1. Schemat blokowy regeneratora akumulatorów

Pracę układu regeneratora nadzoruje mikrokontroler Atmega8, który wykorzystuje oryginalny program sterujący pracą stopnia końcowego. Mikrokontroler nadzoruje temperaturę stopnia końcowego oraz wartość napięcia na akumulatorze. Zasada działania tego układu polega na odpowiednimysterowaniu tranzystora Q1 z uwzględnieniem temperatury stopnia końcowego i napięcia na zaciskach akumulatora. W czasie pracy układu wartości chwilowa impulsu prądowego płynącego przez akumulator dochodzi do kilkudziesięciu A natomiast wartość chwilowa napięcia przekracza kilkanaście V powyżej napięcia akumulatora (12V). Tak duże napięcie pojawiające się na klemach powstaje tylko w przypadku mocno zużytego akumulatora o dużej rezystancji wewnętrznej. Użycie dławików L1 i L2 do wytworzenia impulsu elektrycznego umożliwia regenerację mocno zaszarczonych akumulatorów o wysokiej rezystancji wewnętrznej.

Generowanie impulsów regenerujących zostało zrealizowane za pomocą modulatora sygnału PWM. Częstotliwość pracy układu została dobrana eksperymentalnie tak żeby uzyskać jak największe wartości chwilowe prądu i napięcia, które pojawiają się na klemach akumulatora. Największe wartości napięcia i prądu uzyskano przy częstotliwości impulsów wynoszących około 1kHz. Została ona zaprogramowana w programie Bascom, a następnie wgrana do pamięci mikrokontrolera wraz z programem nadzorującym pracę układu.

Wypełnienie sygnału PWM (duty-cycle) ustawione, na 5%, co oznacza, że czas włączenia tranzystora Q1 wynosi około 50 μ s przy częstotliwości 1kHz. Wybór czasu załączenia tranzystora wynika z niedopuszczenia do nasycenia rdzenia dławika. Nasycenia rdzenia dławika powodowałoby przepływ dużego prądu i uszkodzenie elementów wykonawczych.

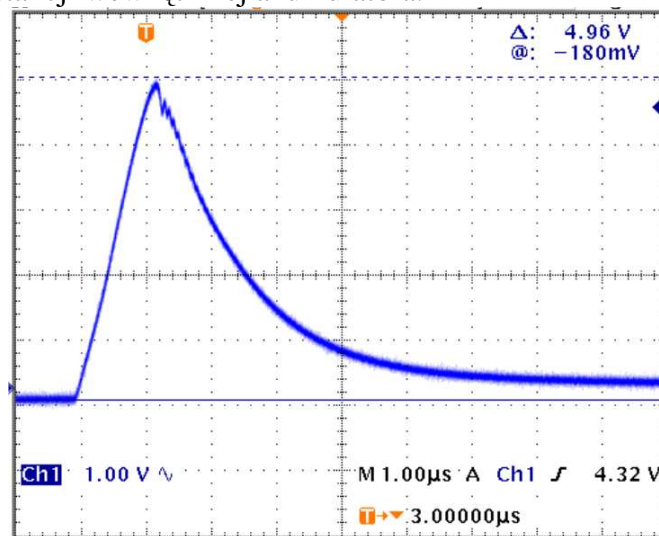


Rys. 2. Stopień wykonawczy układu do regeneracji akumulatorów [1]

Do pomiaru napięcia i temperatury zostały wykorzystane przetworniki analogowo cyfrowe mikrokontrolera oraz przetwornik temperatura napięcie typu LM35. Układ ten kontroluje temperaturę tranzystora Q1, który steruje prądem płynącym w układzie. Gdy temperatura tranzystora przekracza 90°C zostaje zmniejszony czas załączenia tranzystora w celu zabezpieczenia układu przed przegrzaniem. Parametry pracy układu są na bieżąco kontrolowane i wyświetlane są na wyświetlaczu LCD, a elementy wykonawcze są chłodzone wentylatorem.

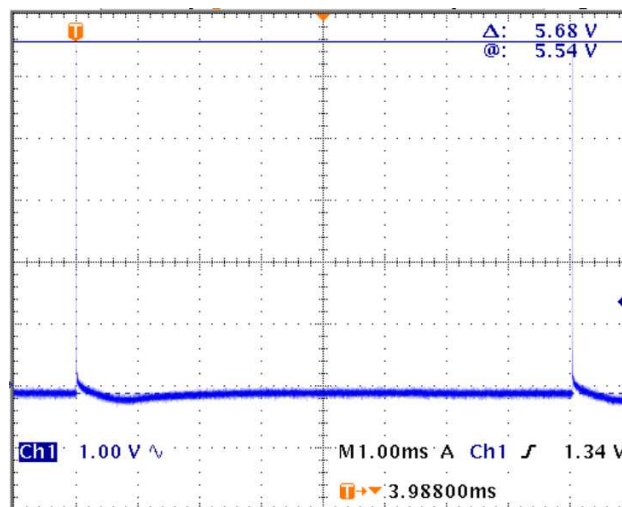
Układ regeneratora akumulatorów posiada złącze ISP, dzięki któremu można go podłączyć do programatora i zmodyfikować program sterujący pracą układu.

Na rys.3 przedstawiono przebieg impulsu napięciowego wytwarzanego przez układ regeneracji akumulatorów. Impuls napięciowy ma wartość około 5V. Niska jego wartość wynika z małej rezystancji wewnętrznej akumulatora.

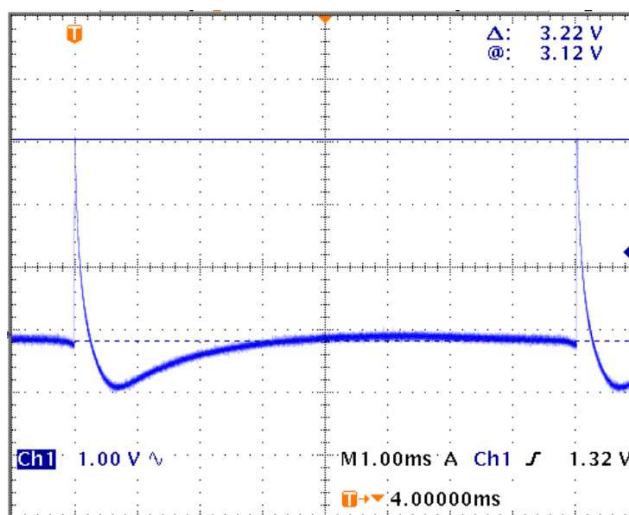


Rys. 3. Kształt przebiegu napięcia na zaciskach akumulatora w czasie pracy układu regeneratora

Na rys. 5 przedstawiono przebieg prądu płynącego przez regenerowany akumulator. Prąd ten zmierzono wykorzystując rezystor wzorcowy szeregowy 0,1W i oscyloskop cyfrowy Tektronix TDS 3032. Chwilowy spadek napięcia na tym rezystorze dochodził do 3,2 V, co oznacza, że wartość chwilowa prądu ładowania dochodziła do 32A.



Rys. 4. Impulsy napięciowe na zaciskach akumulatora w czasie pracy układu



Rys.5. Przebieg impulsów prądowych przepływających przez akumulator w czasie regeneracji

Z przedstawionych rysunków 3, 4 i 5 wynika, że chwilowe napięcia i prądy pojawiające się w czasie pracy układu osiągają znaczne wartości. Duże wartości prądów przyczyniają się do regeneracji zasiarczonych płyt akumulatora.

2. BADANIA

Do badania skuteczności zbudowanego układu wykorzystano akumulatory, które były eksploatowane przez okres kilku lat i wykazywały małą pojemności w stosunku do ich danych znamionowych. Akumulatory sprawdzono testerem Bosch Bat 121 i wszystkie według testera nadawały się do wymiany. W celu określenia pojemności zużytych akumulatorów naładowano je impulsowym prostownikiem automatycznym Tronic T4X. Prostownik wyłącza się automatycznie, gdy napięcie na akumulatorze przekroczy 14,4 V a po wyłączeniu pracuje on w stanie uśpienia i podtrzymuje stan naładowania akumulatora. Po naładowaniu akumulatory rozładowano w celu określenia ich pojemności. Rozładowanie akumulatorów wykonano za pomocą źródła prądowego, które przez cały czas trwania pomiaru utrzymywało stałą wartość prądu. Gdy napięcie na zaciskach akumulatora spadło do wartości 10,8V pomiar czasu rozładowania był zakończony. Akumulatory zostały następnie poddane procesowi odsiarczania przez okres trzech tygodni. Po tym okresie akumulatory ponownie naładowano a następnie rozładowano w celu sprawdzenia ich pojemności.

Wyniki pomiarów przedstawione w tabeli 1 wskazują znaczne zwiększenie pojemności akumulatorów.

Tab. 1. Wyniki regeneracji akumulatorów

Regenerowany akumulator	Pojemność przed regeneracją	Pojemność po regeneracji	Wzrost pojemności
Typ	Ah	Ah	Ah
YB10L-A2, 12V/11Ah/160A	6,2	7,4	1,2
Centra 35Ah/260A	20,4	30,1	9,7
Delkor 64-26GL.MF 12V/80Ah/630A	48,5	53,6	5,1
Centra Futura 12V/60Ah/600A	35,8	41,2	5,4
Centra Plus 12V/70Ah/540A	39,5	46,1	6,6

PODSUMOWANIE

Akumulatory poddane regeneracji wykazują zwiększenie ich pojemności elektrycznej. Dla akumulatorów o małej pojemności odnotowano znaczną poprawę ich parametrów. Akumulator o największej pojemności zregenerował się w najmniejszym stopniu. Wynika to z małych prądów wytwarzanych przez układ dla tak dużej pojemności akumulatora.

Zastosowanie mikrokontrolera w układzie umożliwiło bieżącą kontrolę procesu regeneracji.

Urządzenie może zostać wyposażone w moduł diagnozujący akumulator, przez co mogłoby stać się urządzeniem bezobsługowym.

W dalszym etapie badań planowane jest sprawdzenie jak trwała jest taka regeneracja oraz planowana jest modyfikacja układu pozwalająca na dobór parametrów pracy układu w zależności od znamionowej pojemności akumulatora.

PULSE REGENERATION LEAD ACCUMULATORS

Abstract

At the present time, which strongly looking for alternative sources of energy, and you fight pollution, batteries, playing an increasingly important role. The automotive industry, more and more money is spent on research into primary cells and produces more and more hybrid vehicles or electric. Despite the implementation of new solutions and construction, lead-acid batteries are still the most popular batteries used in vehicles. Their production dates back hundreds of millions of units per year. For various technical solutions are trying to extend their life, but inappropriate use shortens their life. Appropriate way battery life is closely linked to our knowledge concerning the structure, behavior, proper diagnosis and processes of the battery.

BIBLIOGRAFIA

1. Grąż G.: Akumulatory samochodowe, diagnostyka i pomiary. Stanowisko do regeneracji akumulatorów. Praca magisterska, Politechnika Lubelska 2011,
2. Styła S.: Problemy w ocenie stanu technicznego samochodowych akumulatorów ołowiowych. I Sympozjum Naukowe Elektryków i Informatyków. Materiały pokonferencyjne. Lublin 2011,
3. Czerwiński A.: Akumulatory baterie ogniwa. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2012,
4. Pijanowski B.: Akumulator. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1986.
5. Borkowski A.: Zasilanie urządzeń elektronicznych. WKiŁ 1990

Autor:

dr inż. Artur BOGUTA– Politechnika Lubelska