

Waldemar Holubowski¹, Andrzej Sikora², Adam Zielonka¹

¹ Instytut Matematyki, Politechnika Śląska

² Instytut Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Śląska

WYKORZYSTANIE MASZYNY Z MAGNESAMI TRWAŁYMI DO ODZYSKU ENERGII ZE STANOWISK DO ĆWICZEŃ WYSIŁKOWYCH

APPLICATION OF PERMANENT MAGNET MACHINE FOR ENERGY RECUPERATION FROM CARDIO WORKOUT STANDS

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji pozyskiwania energii elektrycznej ze stanowisk do ćwiczeń fizycznych. Stanowiska powszechnie używane w siłowniach czy klubach fitness proponuje się przekonstruować w taki sposób, aby możliwy był odzysk energii. Jako przetwornik energii mechanicznej wytwarzanej przez ćwiczącego w energię elektryczną zastosowano maszynę z magnesami trwałymi, którą cechuje wysoka sprawność. Zamiana energii mechanicznej w elektryczną pozwala na szersze wykorzystanie wytworzonej energii. Uzyskaną energię można magazynować lub wykorzystać bezpośrednio na oświetlenie, ogrzewanie wody, klimatyzowanie pomieszczeń, czy przesył do sieci elektroenergetycznej.

Abstract: The paper presents the concept of acquiring electrical energy from the gymnastic workstations. The stations commonly used in gyms of fitness clubs may be reconstructed in such a way that energy may be recovered from them. Mechanical energy output by the exercising person may be converted to electrical energy by a transducer. We used a permanent magnet machine which is characterized by high efficiency. The conversion of mechanical energy into electrical makes it possible to use this energy in a variety of ways. This energy may be stored or used directly for lighting, heating of water, air-conditioning of rooms or it may also be transmitted to the power grid.

Słowa kluczowe: maszyna z magnesami trwałymi, odzysk energii

Keywords: permanent magnet machine, energy recuperation

1. Wstęp

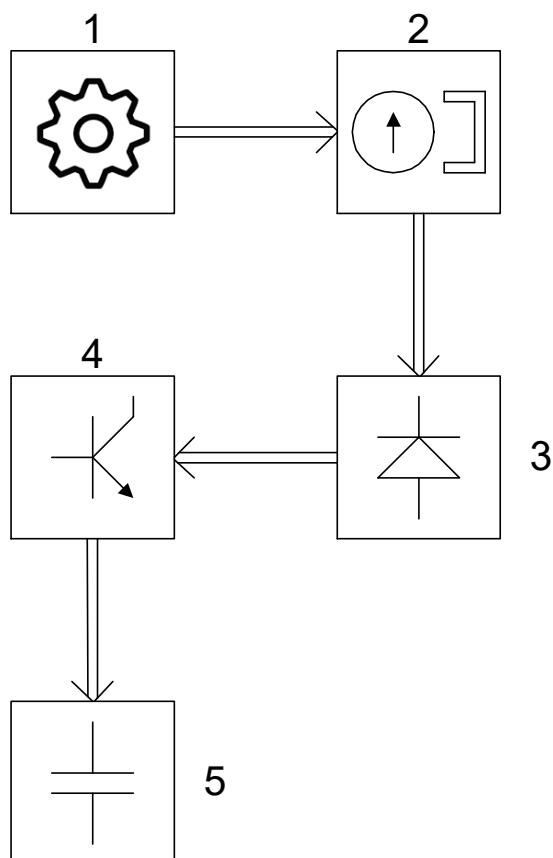
Współcześnie dąży się do oszczędności energii, a tym samym minimalizacji zużycia paliw kopalnianych. W wielu miejscach spotkać można innowacyjne rozwiązania, których celem jest pozyskiwanie nawet niewielkiej ilości energii ze źródeł odnawialnych [1-4] np. przydomowe elektrownie słoneczne, kolektory słoneczne podgrzewające wodę, oświetlenie z panelami fotowoltaicznymi itp. Ponadto promowany jest zdrowy tryb życia, w którym aktywność fizyczna odgrywa znaczącą rolę. Wiele osób aktywnie uczestniczy w zajęciach fizycznych, w których wykorzystywane są różnego rodzaju stanowiska, zadające obciążenie ćwiczącej osobie. Stanowiska te w większości przypadków energię wytworzoną przez osobę ćwiczącą rozpraszają w postaci ciepła. Poniżej zaproponowany zostanie sposób przekształcania energii wytworzonej przez osobę ćwiczącą w energię elektryczną, która może być bezpośrednio zużyta w dowolnym celu lub zmagazynowana. W przypadku pojedynczego stanowiska ilość

odzyskanej energii nie będzie duża, ale odzyskując ją z wielu stanowisk w siłowni, czy klubie fitness ilość ta może być znacząca.

2. Realizacja stanowiska

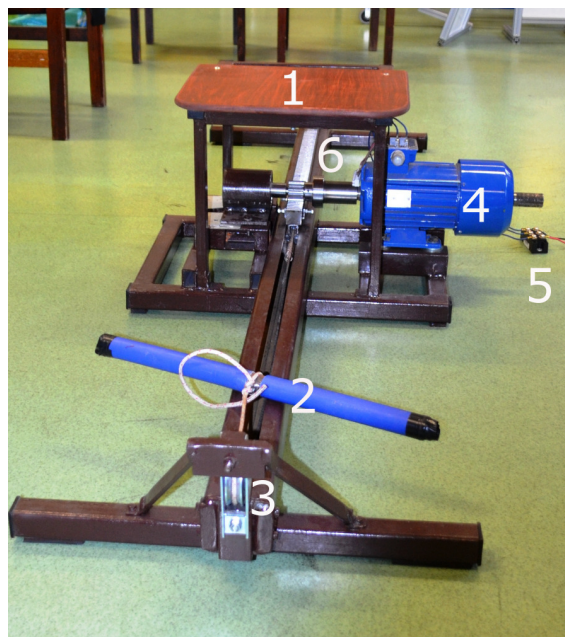
W rozdziale tym zaproponowana zostanie koncepcja budowy przykładowego stanowiska pozwalającego zamienić energię osoby ćwiczącej w energię elektryczną.

Na Rys. 1 przedstawiono schemat blokowy stanowiska, na którym przez 1 oznaczono układ mechaniczny, odpowiedzialny za wprowadzenie w ruch obrotowy wał maszyny elektrycznej z magnesami trwałymi [5] (blok 2). Blok oznaczony przez 3 to mostek diodowy prostujący napięcie wytwarzane w maszynie, natomiast przez 4 oznaczony został układ energoelektroniczny pozwalający na regulację prądu pobieranego ze stanowiska, a tym samym regulację obciążenia osoby ćwiczącej. Poprzez 5 oznaczono zasobnik energii, którym może być np. superkondensator.

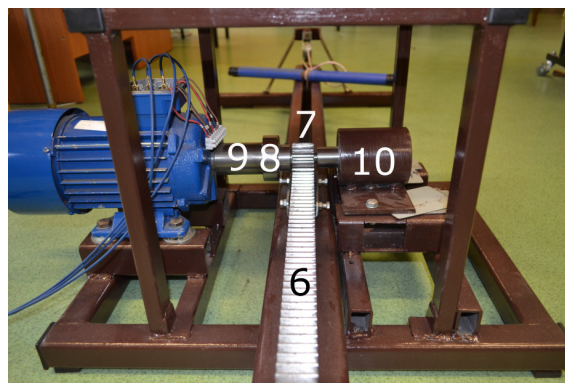


Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska

Jako przykładowa realizacja, odpowiadająca powyższemu schematowi, zbudowane zostało stanowisko służące do ćwiczeń fizycznych, które zamienia ruchy posuwisto-zwrotne w ruch obrotowy maszyny elektrycznej. Na stanowisku tym ćwiczący w pozycji siedzącej wykonując ruch obiema rękami przemieszcza element przekładni mechanicznej w jednym kierunku, natomiast powrót odbywa się bez udziału ćwiczącego za pomocą elementu sprężystego. Przekładnia mechaniczna współpracuje ze sprzęgłem jednokierunkowym, którego zadaniem jest zapewnienie ruchu obrotowego maszyny elektrycznej tylko w jednym kierunku. Pobór energii z maszyny elektrycznej (obciążenie ćwiczącego) realizowany jest poprzez układ energoelektroniczny. Na Rys. 2 przedstawiono fotografię stanowiska, gdzie zaznaczono następujące elementy składowe: 1 - siedzisko ćwiczącego, 2 - uchwyt dźwigni, 3 - rolka prowadząca, 4 - maszyna z magnesami trwałymi, 5 - diody układu energoelektronicznego, 6 - listwa przekładni mechanicznej.



Rys. 2. Fotografia stanowiska: 1 - siedzisko ćwiczącego, 2 - uchwyt dźwigni, 3 - rolka prowadząca, 4 - maszyna z magnesami trwałymi, 5 - diody układu energoelektronicznego, 6 - listwa przekładni mechanicznej.

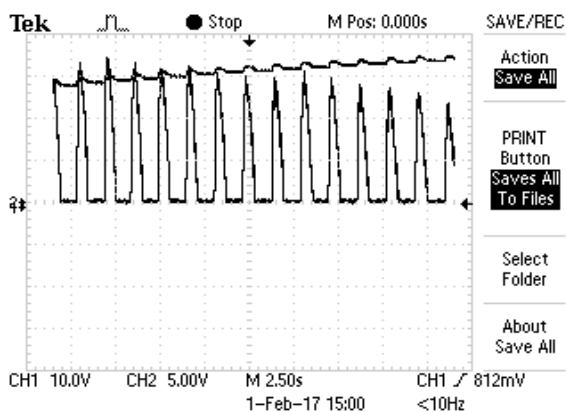


Rys. 3. Przekładnia mechaniczna: 6 - listwa przekładni mechanicznej, 7 - koło zębate przekładni mechanicznej, 8 - sprzęgło jednokierunkowe, 9 - wał silnika, 10 - podpora osi przekładni

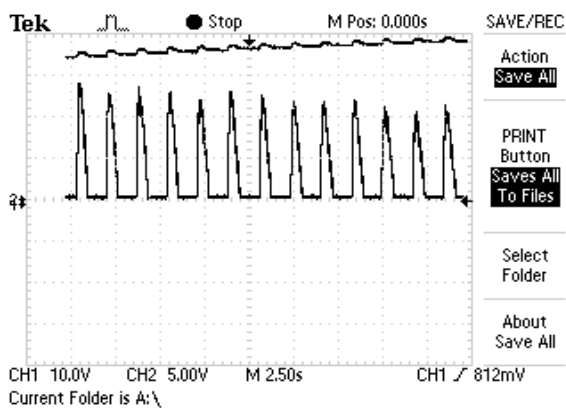
Rys. 3 przedstawia fragment stanowiska z zaznaczonymi elementami tworzącymi jednokierunkową przekładnię mechaniczną zamieniającą ruchy posuwistozwrotne na jednokierunkowy ruch obrotowy. Przekładnia ta składa się z: 6 - listwa przekładni mechanicznej, 7 - koło zębate przekładni mechanicznej, 8 - sprzęgło jednokierunkowe, 9 - wał silnika, 10 - podpora osi przekładni.

3. Pomiary

Na zbudowanym stanowisku przeprowadzono pomiary mające na celu określenie ile energii można pozyskać podczas ćwiczeń. W trakcie pomiarów wytwarzana energia była magazynowana w baterii superkondensatorów o pojemności 58F. Wykonano pomiary prądu i napięcia baterii superkondensatorów w celu wyznaczenia zgromadzonej w nim energii. Poniżej na Rys. 4 i Rys. 5 przedstawiono zrzuty ekranu oscyloskopu przedstawiające przebieg prądu i napięcia podczas przykładowych dwóch serii ćwiczeń, trwających ok. 25s każda. Na rysunkach tych przebieg prądu ma charakter pulsujący, co wynika ze specyfiki pracy ćwiczącego (pracuje pod obciążeniem w jednym kierunku), natomiast napięcie rośnie.



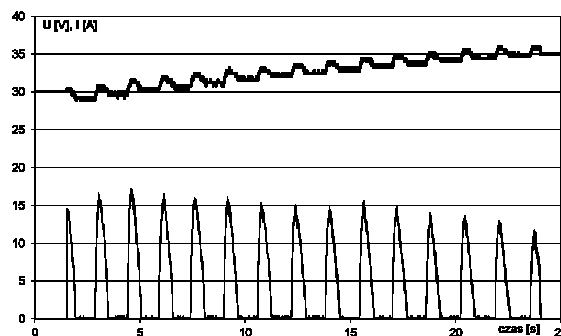
Rys. 4. Przebieg prądu i napięcia zarejestrowany na ekranie oscyloskopu podczas pierwszej przykładowej serii ćwiczeń



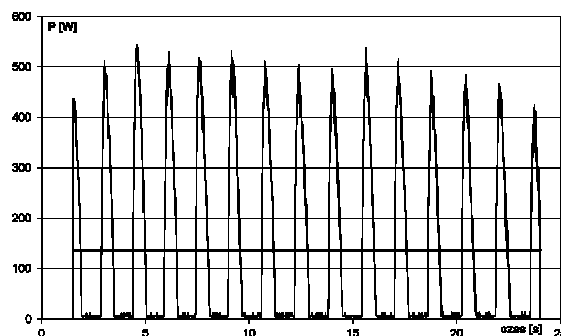
Rys. 5. Przebieg prądu i napięcia zarejestrowany na ekranie oscyloskopu podczas drugiej przykładowej serii ćwiczeń

Na podstawie zarejestrowanych danych obliczono moc dostarczaną do baterii superkondensatorów oraz ilość energii pozyskaną w trakcie zarejestrowanych serii ćwiczeń. Wy-

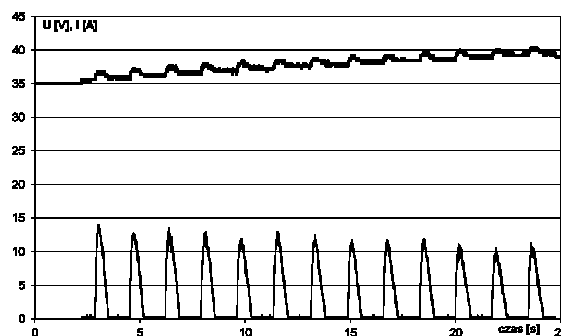
niki obliczeń przedstawiono na rysunkach 6a i 6b dla serii pierwszej ćwiczeń. Na rysunkach 7a i 7b dla drugiej serii ćwiczeń. Na rysunkach tych linią przerywaną zaznaczono średnią moc dostarczaną do super-kondensatora podczas danej serii ćwiczeń. Zarejestrowane dane liczbowe pozwoliły na określenie ilości energii zgromadzonej w baterii superkondensatorów podczas każdej z serii ćwiczeń. Energia zgromadzona w baterii superkondensatorów podczas pierwszej serii ćwiczeń wyniosła 2356 J natomiast podczas drugiej serii 2146 J.



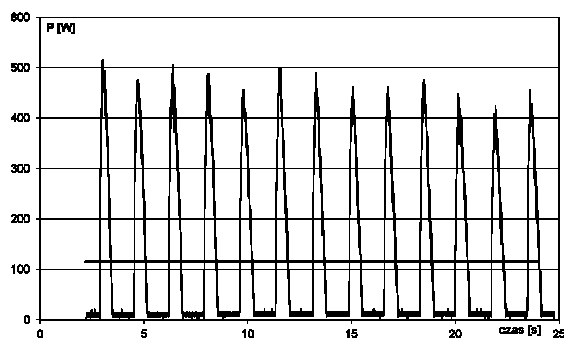
Rys. 6a. Przebieg prądu i napięcia zarejestrowany podczas pierwszej przykładowej serii ćwiczeń



Rys. 6b. Przebieg mocy chwilowej zarejestrowany podczas pierwszej przykładowej serii ćwiczeń oraz zaznaczona moc średnia dla okresu 25s



Rys. 7a. Przebieg prądu i napięcia zarejestrowany podczas drugiej przykładowej serii ćwiczeń



Rys. 7b. Przebieg mocy chwilowej zarejestrowany podczas drugiej przykładowej serii ćwiczeń oraz zaznaczona moc średnia dla okresu 25s

4. Podsumowanie

Autorzy wykonali we własnym zakresie przedstawione w pracy stanowisko i przeprowadzili na nim serię pomiarów. Stanowisko nie zostało zoptymalizowane pod względem mechanicznym, a jedynie posłużyło do zrealizowania wstępnych pomiarów pozwalających określić jaki rząd energii można pozyskać w trakcie ćwiczeń na przykładowym stanowisku siłowni. Wyniki pomiarów zarejestrowane zostały w trakcie ćwiczeń realizowanych przez autorów stanowiska (osoby nie uprawiające regularnie tego typu ćwiczenia). Uwzględniając, że odzyskana w trakcie ćwiczeń średnia moc była na poziomie 100W i przyjmując, że na siłowni takich stanowisk jest wiele i są wykorzystywane przez dłuższy okres czasu to istnieje możliwość odzyskania znacznej ilości energii, która jest aktualnie marnowana.

5. Literatura

- [1]. M. Fice: "Prosumenckie technologie zasobnikowe", *Energetyka prosumencka. Pierwsza próba konsolidacji*. Red. Jan Popczyk, Robert Kucęba, Krzysztof Dębowski, Waldemar Jędrzejczyk. Politechnika Częstochowska. Wydział Zarządzania. Częstochowa: Sekcja Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, 2014, s. 169-173.
- [2]. K. Barczak, M. Fice, D. Węcel: "Kompilacja odnawialnych źródeł energii dla prosumenckiej mikroinfrastruktury energetycznej", *Prosumenckie społeczeństwo a energetyka prosumencka - problemy wdrażania innowacyjnych ścieżek rozwoju OZE*. Red.: Adam Bartoszek, Marcin Fice, Ewa Kurowska, Edyta Sierka. Katowice: Uniwersytet Śląski, 2015, s. 381-406.
- [3]. M. Fice M., K. Dębowski: "Energy management in a semi off-grid prosumer micro system". *Selected Issues of Electrical Engineering and Electronics (WZEE), 2016 13th, Rzeszów, IEEE Xplore Digital Library*.

[4]. R. Setlak, M. Fice: "Samochód jako podstawowe i awaryjne źródło energii dla prosumenckiej mikro-infrastruktury energetycznej (PME)", *Rozdział w monografii Prosumenckie społeczeństwo, a energetyka prosumencka. Problemy wdrażania innowacyjnych ścieżek rozwoju OZE, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice 2015*.

[5]. A. Sikora, A. Zielonka: "Stanowisko do badania silnika BLDC z możliwością zadania prędkości i momentu obciążenia", *Zagadnienia maszyn, napędów i pomiarów elektrycznych. T. 1. Wrocław: Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, 2012, s. 291-297*.