

XXXIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ



Zawody II stopnia

Zadania dla grupy elektryczno-elektronicznej

Zadanie 1

W wielu nowatorskich projektach inżynierskich dotyczących źródeł energii wiele uwagi poświęca się obecnie jednemu z najnowocześniejszych sposobów magazynowania energii elektrycznej polegającego na zastosowaniu elektromechanicznego magazynu energii w postaci wirującej maszyny elektrycznej. Maszyna ta w czasie magazynowania energii pracuje jak silnik natomiast, podczas odbioru energii jest generatorem. Na rys.1 przedstawiono schemat takiego elektromechanicznego magazynu energii w postaci maszyny homopolarnej. Wirnik maszyny (rys.2) wykonany jest ze stali niemagnetycznej o gęstości $\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ i ma kształt walca o wysokości $h = 15 \text{ cm}$. Wytrzymałość doraźna na rozciąganie, materiału z jakiego wykonano walec, ma wartość $R_r = 1,8 \text{ GPa}$.

Wirnik maszyny zawieszony w specjalnych łożyskach, wiruje z prędkością $n = 20000 \text{ obr/min}$ i jest otoczony dwoma magnesami trwałymi, które wytwarzają pole magnetyczne o indukcji $B = 0,5 \text{ T}$ przenikające bryłę wirnika prostopadle do płaszczyzny jego podstawy. Rezystancja wewnętrzna maszyny ma wartość $R_w = 0,0005 \Omega$.

Obliczyć:

1. – Promień wirnika R , jeżeli maksymalna prędkość liniowa punktów na powierzchni bocznej wirnika jest opisana wzorem:

$$V_M \cong \sqrt{\frac{R_r}{\rho}}. \quad (1)$$

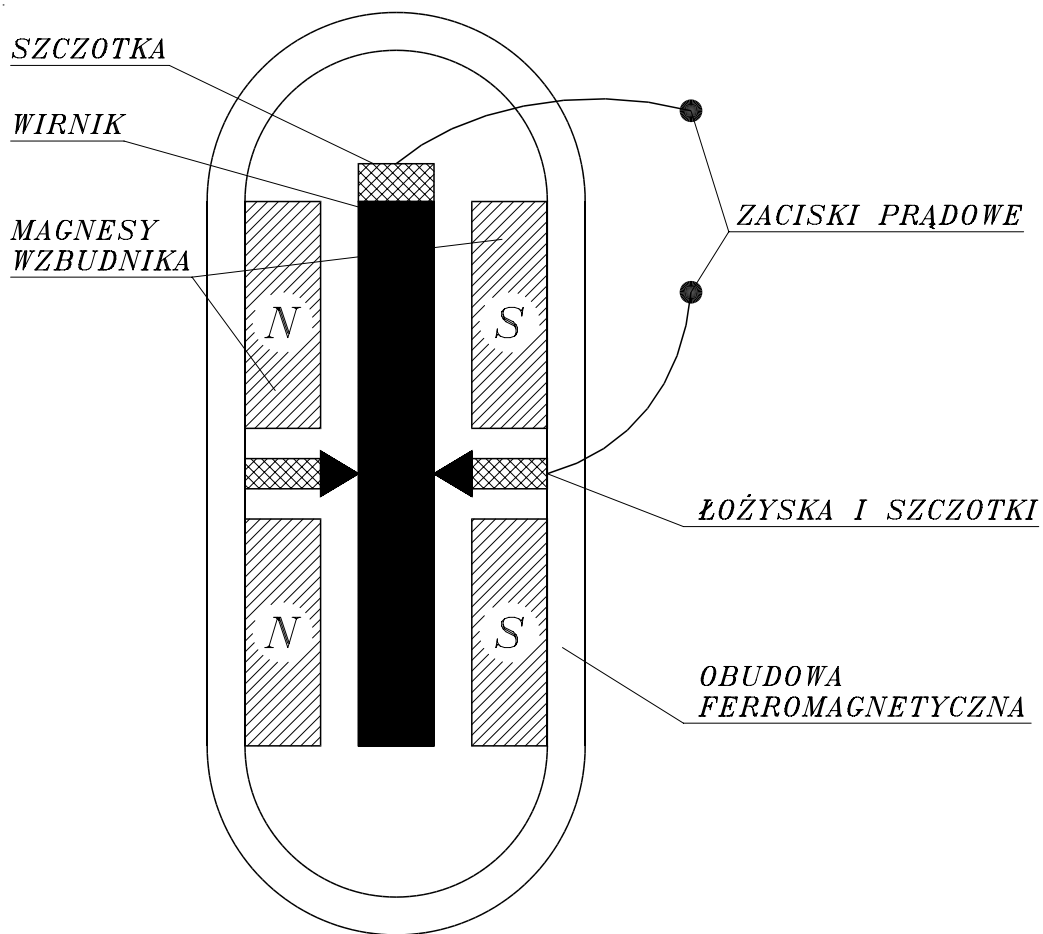
2. – Energię wirującego wirnika i jej gęstość masową.
3. – Chwilową wartość mocy, przy założeniu, że prędkość obrotowa nie zmienia się, a do maszyny dołączono zewnętrzny rezystor o rezystancji $R_{zw} = 0,001 \Omega$, jeżeli napięcie indukowane w wirniku można obliczyć ze wzoru:

Partnerem Olimpiady jest firma Polkomtel S.A. operator sieci Plus GSM

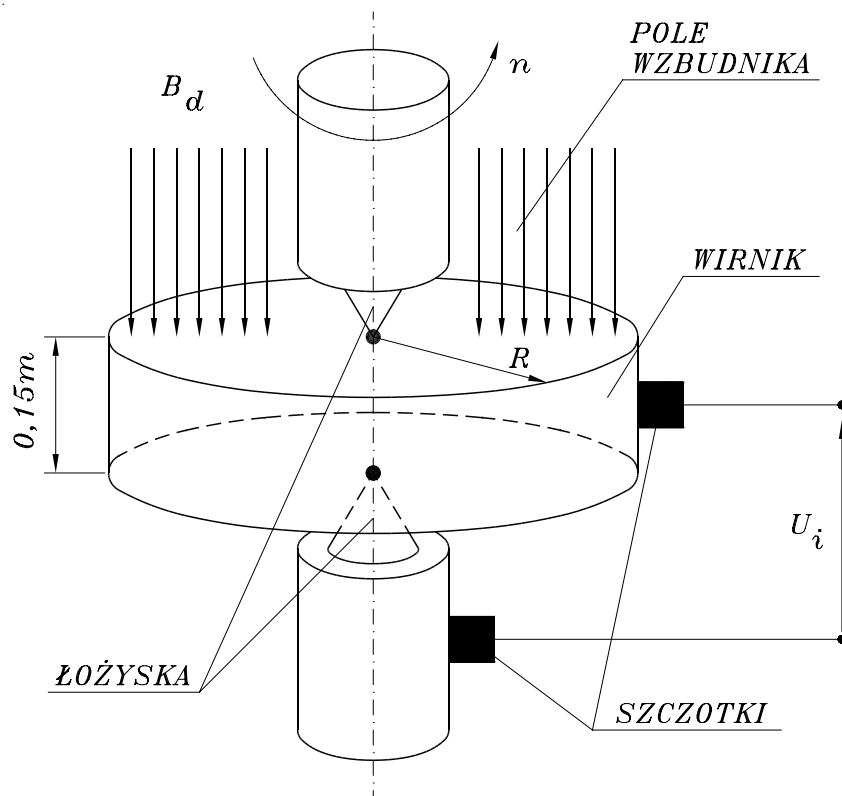
$$U_i = \frac{R^2}{2} \cdot \omega \cdot B, \quad (2)$$

gdzie: ω – prędkość kątowna wirnika.

4. – Jaką pojemność elektryczną będzie miał kondensator, w którym przy napięciu U_i można zmagazynować taką samą ilość energii co w wirującym wirniku. Przeprowadzić dyskusję wyniku.



Rys.1. Elektromechaniczny magazyn energii - maszyna homopolarna



Rys.2. Wirnik maszyny homopolarnej

Autor: G. Kamiński
Koreferent: P. Fabijański

Zadanie 2

Zaprojektuj układ sterujący pracą pomp A , B , C na podstawie sygnałów pochodzących z czujników a , b , c , d , e , f , g , h (rys.1). Układ powinien sterować pracą pomp o różnej wydajności ($A = 10 \text{ m}^3/\text{h}$, $B = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, $C = 30 \text{ m}^3/\text{h}$), tak, aby utrzymać poziom cieczy w zbiorniku pomiędzy punktami a i b . Sygnały dwustanowe (0 lub 1) pochodzące z czujników a i b są absolutnie priorytetowe. W przypadku gdy poziom cieczy w zbiorniku znajdzie się powyżej czujnika a ($a = 1$) wszystkie pompy powinny zostać natychmiast wyłączone ($A = B = C = 0$), gdy poziom cieczy w zbiorniku znajdzie się poniżej poziomu czujnika b ($b = 1$) to wszystkie pompy powinny zostać natychmiast załączone ($A = B = C = 1$). Sygnały dwustanowe z czujników c , d , e , f , g , h określają szybkość v wypływu cieczy ze zbiornika.

$$c = 1 \text{ dla } 0 \text{ m}^3/\text{h} < v < 10 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

$$d = 1 \text{ dla } 10 \text{ m}^3/\text{h} \leq v < 20 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

$$e = 1 \text{ dla } 20 \text{ m}^3/\text{h} \leq v < 30 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

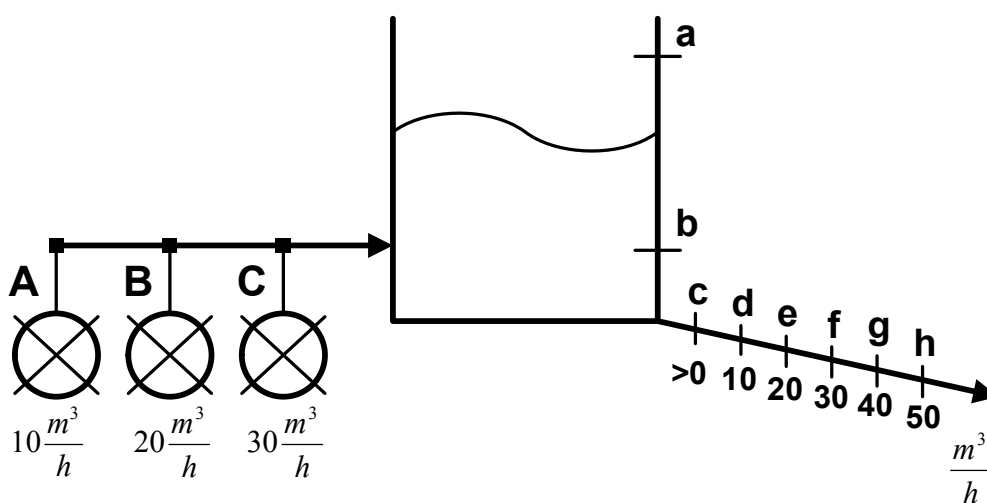
$$f = 1 \text{ dla } 30 \text{ m}^3/\text{h} \leq v < 40 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

$$g = 1 \text{ dla } 40 \text{ m}^3/\text{h} \leq v < 50 \text{ m}^3/\text{h} ,$$

$$h = 1 \text{ dla } v \geq 50 \text{ m}^3/\text{h} .$$

Należy zauważyć, że przy określaniu wypływu cieczy ze zbiornika zawsze tylko jeden czujnik wystawia wartość 1 (tzn. zawsze na wyjściu tylko jednego czujnika wypływu jest jedynka, a sygnały na wyjściach pozostałych czujników są równe zero).

Wydajność aktualnie załączonych pomp powinna przewyższać wypływ cieczy ze zbiornika (np. dla wypływu $< 20 \text{ m}^3/\text{h}$ wybieramy wydajność pomp rzędu $20 \text{ m}^3/\text{h}$ itd.), ale zawsze powinna pracować jak najmniejsza liczba pomp.

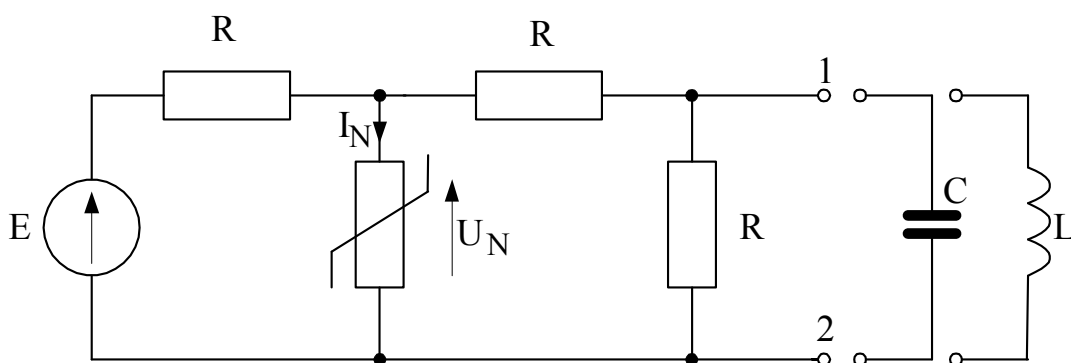


Rys.1.

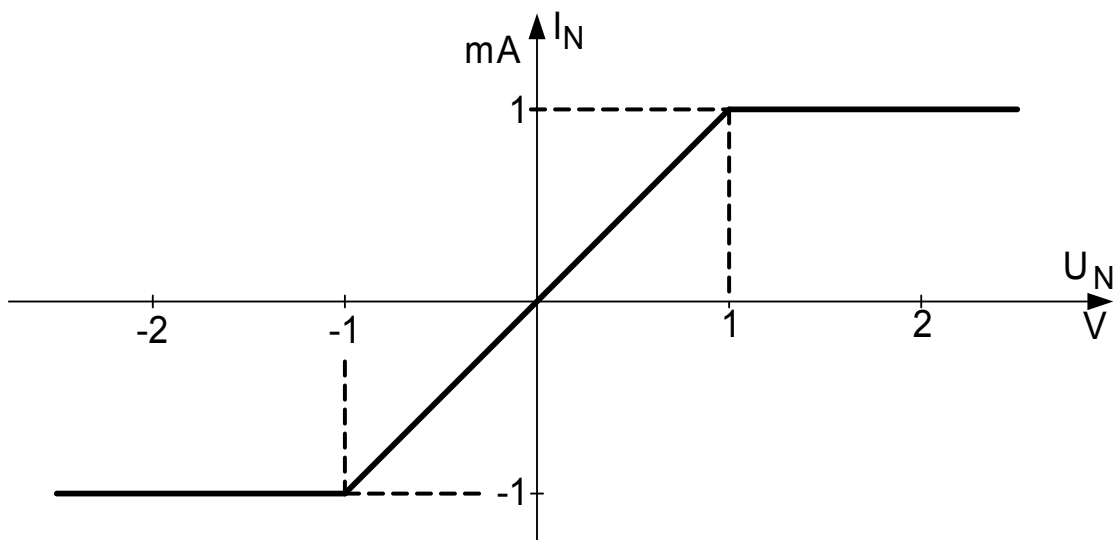
Autor: A. Olszewski
Koreferent: P. Fabijański

Zadanie 3

Do zacisków 1–2 obwodu przedstawionego na rys.1 dołączono raz kondensator o pojemności $1 \mu\text{F}$, a raz cewkę o indukcyjności 1 H . Jaki warunek powinna spełniać siła elektromotoryczna źródła napięcia stałego E zasilającego obwód, aby w stanie ustalonym, przy stałej wartości prądu płynącego przez element nieliniowy, energia pola elektrycznego w kondensatorze C była równa energii pola magnetycznego w cewce L . Charakterystyka prądowo-napięciowa elementu nieliniowego jest przedstawiona na rys.2.



Rys.1.



Rys.2.

Autor: S. Wincenciak
Koreferent: P. Fabijański