

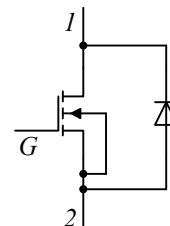
XLIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

Zawody II stopnia

Zadania dla grupy elektryczno-elektronicznej

Zadanie 1

Chcąc wyznaczyć podstawowe parametry tranzystora w stanie załączenia i podstawowe parametry opisujące aproksymowaną odcinkami charakterystykę statyczną diody półprzewodnikowej, półprzewodnikowy przyrząd mocy (rys.1), w skrócie zwany PPM, składający się z tranzystora unipolarnego MOSFET i diody dołączono do regulowanego źródła prądu i wykonano trzy testy.



Rys.1. Półprzewodnikowy przyrząd mocy (PPM)

Test 1: Dodatni biegun źródła prądowego dołączono do zacisku 1, ujemny do zacisku 2 PPM. Pomędzy bramkę G tranzystora i zacisk 2 PPM przyłożono napięcie $U_{G2} = 15 \text{ V}$.

Po ustawieniu prądu źródła zasilania $I = 20 \text{ A}$ zmierzono napięcie na zaciskach PPM i otrzymano wynik $U_{12} = 2 \text{ V}$.

Test 2: Odłączono źródło napięcia U_{G2} i zwarto bramkę G tranzystora z zaciskiem 2 PPM, odwrócono biegunowość źródła zasilania, tzn.: ujemny biegun źródła prądowego dołączono do zacisku 1, a dodatni do zacisku 2 PPM i wykonano dwa pomiary. Dla prądu źródła zasilania $I_1 = -10 \text{ A}$ napięcie U_{12-1} było równe $-1,5 \text{ V}$, a dla prądu źródła zasilania $I_2 = -20 \text{ A}$, U_{12-2} było równe -2 V .

Test 3: Podobnie jak w teście 2 ujemny biegun źródła prądowego dołączono do zacisku 1, a dodatni do zacisku 2 PPM, pomiędzy bramkę G tranzystora i zacisk 2 PPM przyłożono (podobnie jak w teście 1) napięcie $U_{G2} = 15 \text{ V}$ i zmierzono prąd źródła zasilania I_x , przy którym dioda wchodzi w stan przewodzenia oraz spadek napięcia U_{12} , jeżeli prąd źródła zasilania jest równy -20 A .

Zakładając, że charakterystyka wyjściowa tranzystora MOSFET w stanie załączenia jest liniowa oraz charakterystyka diody jest aproksymowana dwudcinkowo obliczyć:

Patronem honorowym OWT jest Minister Gospodarki.

Organizatorem OWT jest Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT.

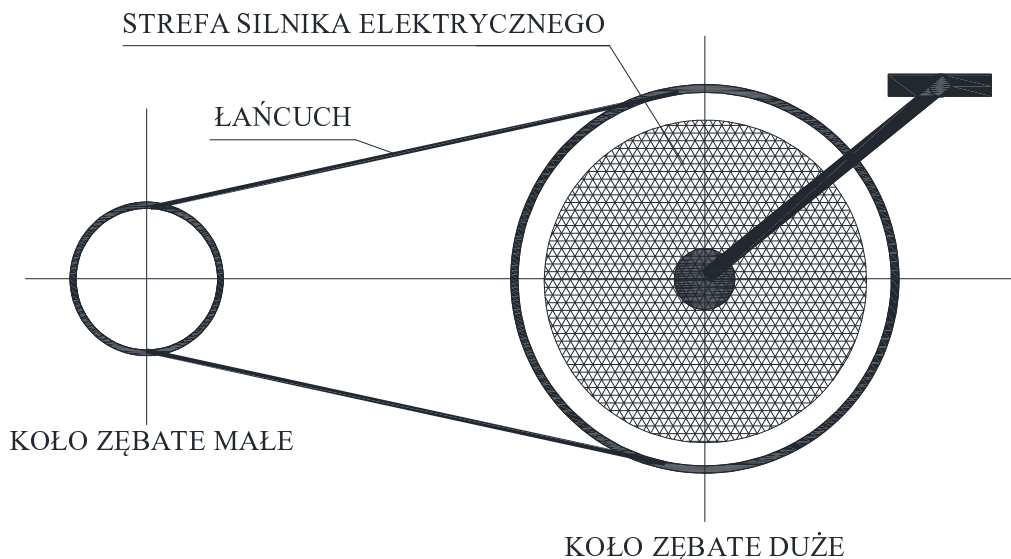
Olimpiada jest finansowana ze środków MEN.

1. rezystancję dynamiczną $r_{DS(ON)}$ tranzystora MOSFET w stanie załączenia,
2. charakterystyczne parametry diody: U_{F0} – napięcie progowe oraz r_F – rezystancję dynamiczną,
3. minimalną wartość prądu źródła zasilania I_x , przy którym w trakcie wykonywania trzeciego testu dioda znajdzie się na granicy stanu przewodzenia,
4. spadek napięcia U_{DS} zmierzony podczas trzeciego testu, jeżeli prąd źródła zasilania jest równy -20 A.

Autor: Jacek Rąbkowski
Koreferent: Paweł Fabijański

Zadanie 2

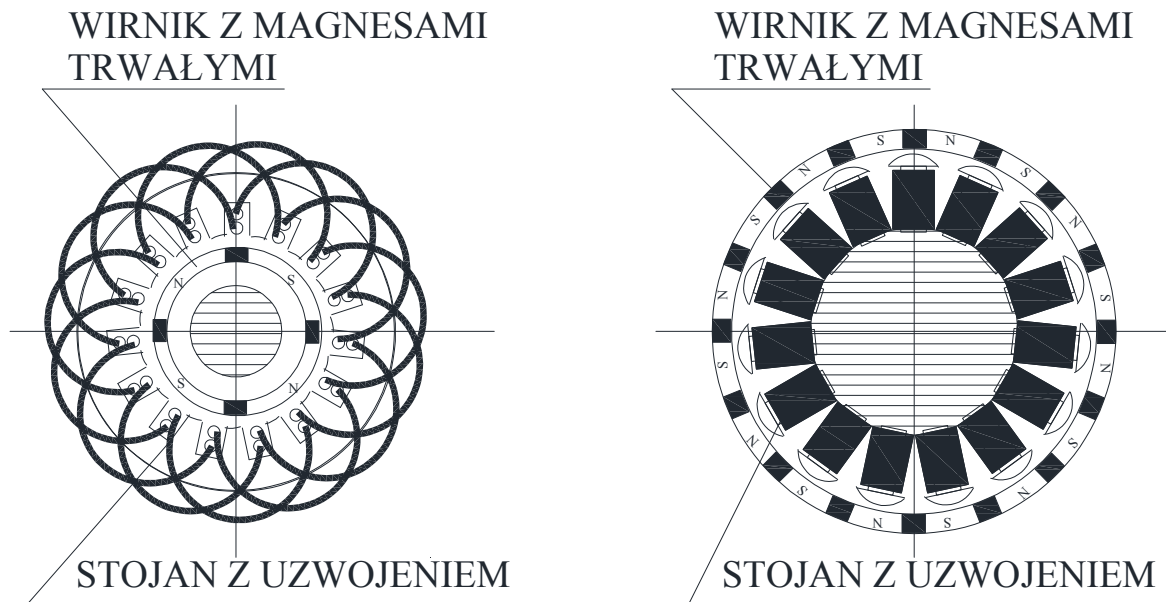
W nowoczesnych konstrukcjach rowerów z klasyczną przekładnią łańcuchową (rys.1) często stosuje się dodatkowy napęd elektryczny, w którym silnik pracuje w cyklu dorywczym, tzn. pomaga rowerzyście w utrzymaniu stałej prędkości jazdy przy zmiennych parametrach ruchu. Taki złożony napęd wymaga zastosowania odpowiedniego przekształtnika energoelektronicznego oraz dodatkowych mechanicznych układów sprzęgających, które jednak przy rozwiązaniu niniejszego zadania nie są istotne.



Rys.1. Rowerowa przekładnia łańcuchowa

Istnieje szereg ciekawych rozwiązań konstrukcyjnych dotyczących umieszczenia w rowerze silnika elektrycznego. W zadaniu przyjęto, że silnik prądu stałego ze wzbudzeniem magneto-elektrycznym jest umieszczony w suporcie i jest sprzęgnięty mechanicznie z układem pedałów, przy czym można tu zastosować:

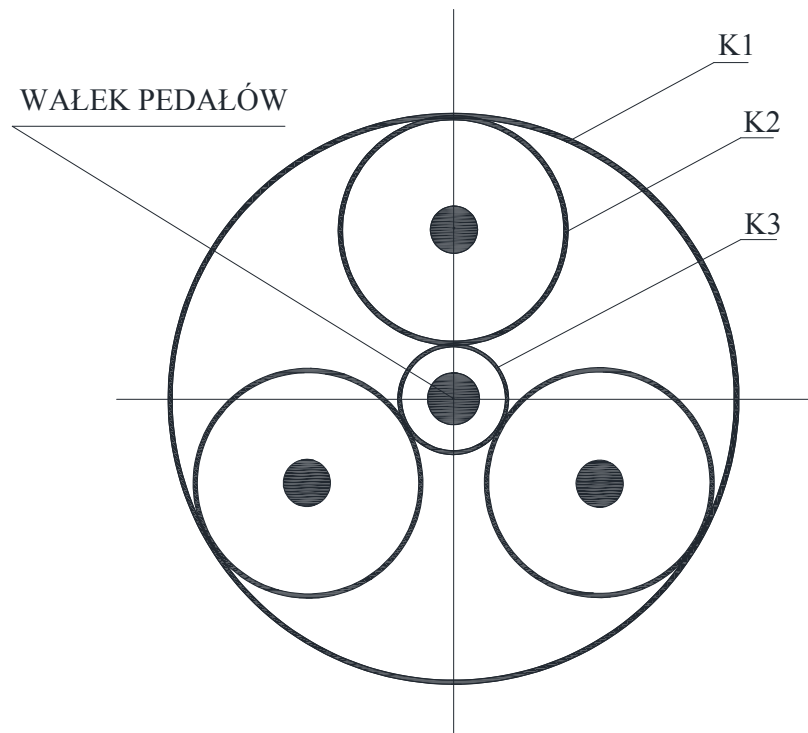
1. silnik szybkoobrotowy (rys.2a) sprzęgnięty z dużym kołem napędowym przekładni łańcuchowej przez przekładnię planetarną (rys.3) lub
2. silnik wolnoobrotowy (rys.2b) bezpośrednio sprzęgnięty z dużym kołem napędowym przekładni łańcuchowej.



Rys.2. Szkice konstrukcyjne silników prądu stałego ze wzbudzeniem magnetoelektrycznym,
a) silnik szybkoobrotowy, b) silnik wolnoobrotowy

Podstawowe parametry konstrukcyjne roweru są następujące:

- średnica koła jezdnego roweru (z ogumieniem) $D_k = 20$ cali,
- średnica koła małego przekładni łańcuchowej $D_m = 100$ mm,
- średnica koła dużego przekładni łańcuchowej $D_d = 200$ mm,
- średnica koła $K1$ przekładni planetarnej $D_1 = 200$ mm,
- średnica koła $K3$ przekładni planetarnej $D_3 = 30$ mm.



Rys.3. Szkic przekładni planetarnej

Przyjmując, że maksymalna ustalona prędkość jazdy rowerem jest równa $V_M = 25 \frac{\text{km}}{\text{godz}}$, sprawność układu energoelektronicznego zasilającego silnik $\eta_e = 95\%$, sprawność przekładni planetarnej $\eta_p = 97\%$ oraz znając następujące parametry silnika:

- napięcie znamionowe $U_N = 36 \text{ V}$,
- prąd znamionowy $I_N = 8,5 \text{ A}$,
- moc znamionowa $P_N = 250 \text{ W}$,
- rezystancja uzwojenia twornika $R = 500 \text{ m}\Omega$,
- moc strat w rdzeniu $P_{Fe} = 0,5 P_{Cu}$, gdzie P_{Cu} - moc strat w uzwojeniu,
- straty mechaniczne $P_m = 5 \text{ W}$

obliczyć:

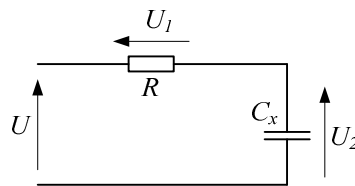
1. prędkości obrotowe silników dla dwóch wariantów napędu (wyniki podać w obr/min),
2. średnicę koła pośredniczącego $K2$ w przekładni planetarnej,

3. sprawności poszczególnych silników w %,
4. sprawności układu napędowego z silnikiem szybkoobrotowym i z silnikiem wolnoobrotowym (wyniki podać w %).

Autor: Grzegorz Kamiński
Koreferent: Paweł Fabijański

Zadanie 3

Chcąc wyznaczyć parametry R_G , C_G w szeregowym schemacie zastępczym nieznanego rzeczywistego kondensatora C_X zbudowano układ jak na rys. 1 i zasilono go z sieci elektroenergetycznej, Rezystancja R w obwodzie pomiarowym jest równa 20Ω . Po wykonaniu pomiarów napięć zaznaczonych na rysunku uzyskano następujące wyniki $U = 230 \text{ V}$, $U_1 = 62 \text{ V}$, $U_2 = 221 \text{ V}$.



Rys.1. Schemat obwodu pomiarowego

Obliczyć parametry zastępcze R_G , C_G kondensatora wykorzystanego w tym doświadczeniu. Jaką wartość ma $\text{tg } \delta$ – tangens kąta stratności tego kondensatora i rezystancja R_R zastosowanego dielektryka?

Autor: Piotr Fabijański
Koreferent: Paweł Fabijański