



„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2016/2017

Zadania z elektrotechniki na zawody III stopnia

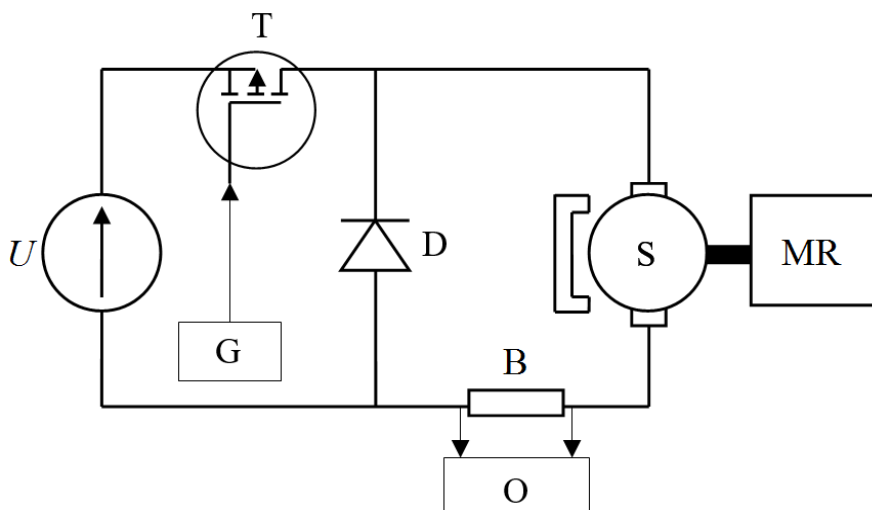
Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III stopień olimpiady zawiera 4 zadania otwarte.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów za 4 zadania do zdobycia to 40 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, telefonów komórkowych itp. jest zabronione.

Życzymy powodzenia!

Zadanie 1

W celu określenia indukcyjności twornika silnika komutatorowego S ze wzbudzeniem od magnesów trwałych, zestawiono układ pomiarowy pokazany na rysunku. Składa się on ze źródła napięcia stałego U o wartości 48 V i o zanedbywalnie małej rezystancji wewnętrznej, a pomiędzy tym źródłem i silnikiem zastosowano elementy, tworzące przerywacz prądu stałego o strukturze obniżającej napięcie: tranzystor T (kluczowany sygnałem z generatora G impulsów prostokątnych o stałej częstotliwości i stałym wypełnieniu) oraz diodę D. Silnik jest obciążony maszyną roboczą MR. Wykorzystując bezindukcyjny bocznik B i podłączony do niego oscyloskop O, zarejestrowano i wyskalowano przebieg prądu twornika. Okazało się, że podczas jednego okresu kluczkowania tranzystora prąd twornika narasta praktycznie liniowo od wartości 5 A do wartości 6 A w czasie 25 μ s, a następnie praktycznie liniowo maleje do wartości 5 A w czasie 45 μ s. Określić wartość indukcyjności twornika. Przyjąć, że spadek napięcia na przewodzącym tranzystorze T i na przewodzącej D są sobie równe. Zaniedbać wpływ pulsacji prądu twornika na pulsacje spadku napięcia na rezystancjach, przez które płynie ten prąd, a także wpływ pulsacji prądu twornika na pulsacje prędkości silnika.



Zadanie 2

Pojazd elektryczny napędzany silnikiem indukcyjnym klatkowym ma przewieźć ładunek po pochyłej, równomiernie wznoszącej się drodze. Długość tej drogi wynosi 80 m, a różnica wysokości, którą ma pokonać pojazd, wynosi 5 m. Masa pojazdu, wraz z ładunkiem, wynosi 500 kg. Dane znamionowe silnika: moc 3 kW, napięcie 24,0 V, prędkość obrotowa wirnika 1435 obr/min, stosunek momentu rozruchowego do momentu znamionowego silnika $\lambda_r = 2,3$. Silnik napędza dwa koła pojazdu, każde o średnicy 0,33 m, przez przekładnię o sprawności równej 92% i o przełożeniu równym $i = 5,00$. Oznacza to, że koła pojazdu mają prędkość obrotową mniejszą pięć razy od prędkości obrotowej silnika. Moment bezwładności elementów pojazdu wprowadzanych w ruch obrotowy, sprowadzony do wału silnika, wynosi $0,08 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, przy czym na 25% tej wartości wpływ mają elementy na wejściu przekładni, czyli wirujące z prędkością silnika. Jaka będzie wartość przyspieszenia pojazdu w chwili ruszania? Rozruch pojazdu polega na zasileniu silnika napięciem o częstotliwości znamionowej i o wartości skutecznej równej 26,0 V, a po wytworzeniu przez silnik momentu rozruchowego następuje zwolnienie mechanicznego hamulca postojowego. Przyjąć, że prędkość jest przekazywana przez przekładnię bezstratnie, a moment strat przekładni nie zależy od prędkości silnika. Siła wynikająca z oporów ruchu (opory toczenia kół i opory powietrza) przy zerowej prędkości pojazdu jest równa 160 N.

Zadanie 3

Określ wielkość rocznych, jałowych strat energii w trójfazowej linii elektroenergetycznej prądu przemiennego o napięciu znamionowym 10 kV (uwaga: napięcia znamionowe sieci elektroenergetycznych są napięciami międzyfazowymi). Do obliczeń przyjąć: współczynnik strat dielektrycznych izolacji kabli $\text{tg } \delta = 0,003$, pojemność jednostkową linii kablowych $C' = 0,39 \frac{\mu\text{F}}{\text{km}}$, częstotliwość napięcia sieci $f = 50 \text{ Hz}$, długość linii kablowej $l = 7 \text{ km}$.

Zadanie 4

Bęben wirówki jest bezpośrednio napędzany trójfazowym silnikiem indukcyjnym klatkowym o danych znamionowych: moc 1,1 kW, prędkość obrotowa wirnika 2880 obr/min, napięcie 400 V, prąd 2,35 A, współczynnik mocy 0,84, moment bezwładności wirnika $0,0013 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Moment bezwładności bębna wirówki wynosi $0,0500 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Moment strat mechanicznych elementów wirujących, spowodowany tarciami w łożyskach maszyny indukcyjnej i wirówki oraz oporami powietrza, zależy liniowo od wartości prędkości, przy czym przy prędkości równej i bliskiej zeru wynosi $0,2 \text{ N}\cdot\text{m}$, a przy prędkości znamionowej maszyny indukcyjnej wynosi $1,5 \text{ N}\cdot\text{m}$. Silnik zasilany jest z falownika napięciowego PWM (wykorzystującego modulację szerokości impulsów), którego część silnoprądową tworzy klasyczna mostkowa konfiguracja sześciu tranzystorów, a do każdego z tranzystorów przyłączona jest w sposób odwrotnie-równoległy dioda. Na wejściu tego falownika, w obwodzie pośredniczącym prądu stałego, znajduje się kondensator o pojemności 2,2 mF. Obwód pośredniczący zasilany jest przez trójfazowy prostownik sieciowy, mostkowy z sieci trójfazowej $3 \times 230/400 \text{ V}$. Opisany układ napędowy w stanie ustalonym zapewnia wirowanie bębna z prędkością równą prędkości znamionowej silnika indukcyjnego. W pewnej chwili rozpoczyna się proces liniowego zmniejszenia do zera częstotliwości harmonicznej podstawowej napięcia wyjściowego falownika, który trwa przez 6,00 s. Obliczyć wartość napięcia na kondensatorze po zakończeniu tego procesu. Przyjąć, że w chwili rozpoczęcia opisanego procesu falownik przestaje pobierać energię z prostownika sieciowego. Przyjąć też, że napięcie zasilające prostownik sieciowy ma kształt idealnie sinusoidalny. Spadki napięcia na diodach prostownika sieciowego oraz na tranzystorach i na diodach w falowniku można zaniedbać. Należy też przyjąć, że sprawność przemiany energii przez silnik indukcyjny podczas opisanego procesu ma wartość stałą i równą sprawności znamionowej silnika.

WSKAZÓWKA: $E_s = \int x^n \cdot dt = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$, przy czym $n \neq -1$.

Opracowali:

dr inż. Sylwester Adamek,
dr inż. Leszek Jaroszyński,
dr inż. Marek Niechaj

Sprawdził:

dr inż. Mirosław Miszewski

Zatwierdził:

Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady
dr hab. inż. Sławomir Cieślik