



Rok szkolny 2022/2023 - zawody III stopnia

15 kwietnia 2023 roku

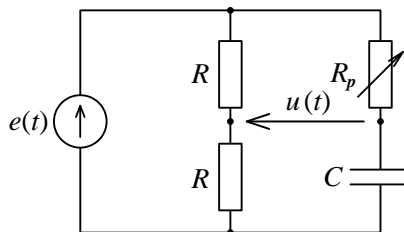
Instrukcja dla uczestników zawodów

Zawody III stopienia polegają na rozwiązaniu czterech zadań otwartych. Każdy uczestnik otrzymuje zestaw zadań oraz kartki przeznaczone na rozwiązania zadań opieczetowane przez organizatora zawodów. Uczestnik zawodów na każdej kartce wpisuje swój KOD identyfikacyjny oraz numer rozwiązywanego zadania. Rozwiązanie każdego zadania należy zapisać na osobnej kartce. Podczas zawodów można korzystać z przyborów do pisania, prostych kalkulatorów oraz tablic matematycznych. **Zabronione jest korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych i innych podobnych urządzeń.** Za poprawne rozwiązanie każdego zadania przyznawanych jest maksymalnie 10 punktów. Czas trwania zawodów wynosi 180 minut. Uczniowie po zakończeniu pracy oddają komisji rozwiązania razem z brudnopisem. Treść zadań można zabrać dopiero po zakończeniu zawodów przez wszystkich uczestników. **Rozwiązania zadań należy zapisywać czytelnym pismem. Prace nieczytelne mogą być przyczyną dyskwalifikacji uczestnika przez Komitet Główny Olimpiady.**

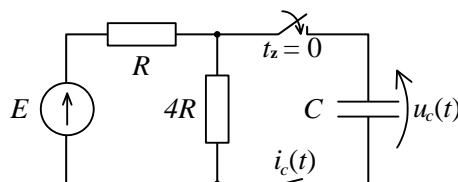
Życzymy powodzenia. Komitet Główny Olimpiady **EDU-ELEKTRA**

Zadania dla grupy tematycznej: ELEKTROTECHNIKA (ELEKTRYK)**Zadanie 1**

Na rysunku przedstawiony został schemat obwodu elektrycznego stanowiącego mostkowy przesuwnik fazowy napięcia sinusoidalnego. Obliczyć kąt przesunięcia fazowego pomiędzy napięciami $u(t)$ oraz $e(t)$ dla następujących danych: $f = 50$ Hz, $R_p = 217 \Omega$ oraz $C = 25,4 \mu\text{F}$. Jak należy zmienić pojemność C przy niezmiennych wartościach f oraz R_p , by ten kąt przesunięcia fazowego wzrósł dwukrotnie? Wyniki przedstawionych obliczeń i relacji pomiędzy napięciami występującymi w obwodzie przedstawić na wykresie wskazowym.

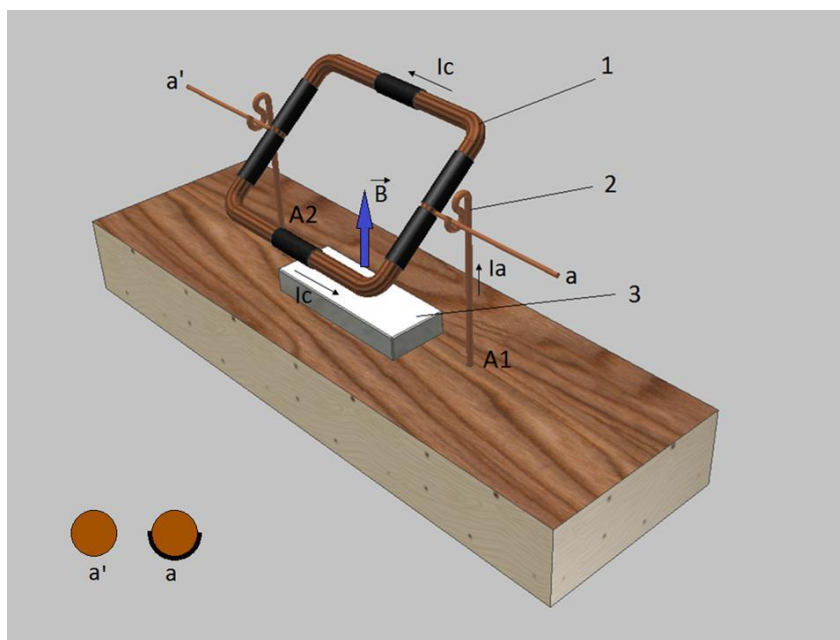
**Zadanie 2**

W obwodzie prądu stałego, którego schemat przedstawiony został na rysunku, $E = 24$ V, $R = 100 \Omega$. W chwili $t_z = 0$ równoległe do $4R$ podłączony został idealny kondensator o pojemności $C = 25 \mu\text{F}$, wstępnie naładowany do napięcia $u_C(0_-) = 10$ V. Obliczyć $i_C(0_+)$, czyli początkową wartość prądu płynącego przez kondensator tuż po zamknięciu łącznika.



Zadanie 3

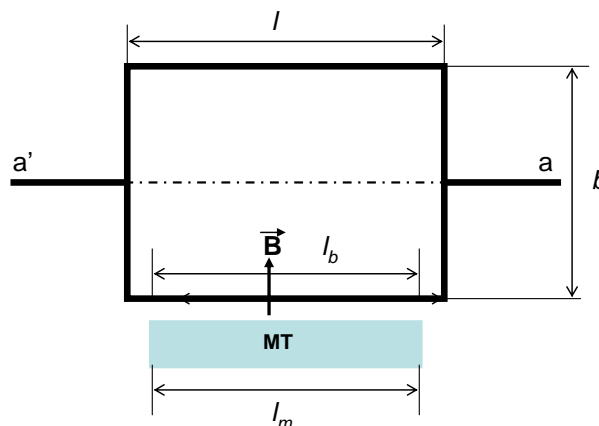
Rysunek 1 przedstawia koncepcję budowy prymitywnego silnika prądu stałego PSPS, który jest tematem zdania.



Rys. 1a Prymitywny silnik prądu stałego (PSPS) - model wirtualny: uzwojenie/cewka twornika (1), nieizolowane podpory miedziane A₁ i A₂, stojan/podstawa/ i magnes trwały (3)



Rys. 1b PSPS - model rzeczywisty/fizyczny



Rys. 1c PSPS - szkic uzwojenia/cewki twornika

PSPS składa się z: uzwojenia twornika/cewki (1), zawieszono na dwóch miedzianych podporach A₁ i A₂ (2), umocowanych w drewnianej podstawie. Pomiędzy podporami zamocowany jest magnes trwały (3), który jest źródłem pola magnetycznego/wzbudzenia. Podpory A₁ i A₂ pełnią funkcję łożysk (posadowienia cewki) i zacisków elektrycznych do podłączenia źródła zasilania o stałym napięciu (zasilacz, akumulator, bateria). Przepływ prądu w uzwojeniu i pole magnetyczne magnesu trwałego generuje moment magnetoelektryczny - moment obrotowy.

Uzwojenie wykonane jest z drutu o średnicy 1 mm, ma kształt prostokąta o długości $l = 50$ mm i szerokości $b = 40$ mm i liczbie zwojów $z = 6$. Wymiary magnesu: długość $l_m = 40$ mm, szerokość $b_m = 15$ mm i wysokość $h_m = 6$ mm. Podpory A₁ i A₂ wykonane są z nieizolowanego drutu miedzianego o średnicy 1,5 mm.

a) Uzasadnić:

- a1) Dlaczego na rys. 1 końcówka „a” cewki w miejscu posadowienia podpory A₁ ma usuniętą izolację na całym obwodzie drutu, a końcówka „a'” cewki tylko na połowie obwodu drutu?
- a2) Dlaczego w chwili rozruchu PSPS położenie cewki powinno być następujące: płaszczyzna cewki jest prostopadła do powierzchni magnesu, a nieizolowana część końcówki „a” cewki styka się z podporą A₁?

- a3) Dlaczego szczelina powietrzna, między bokiem cewki (bok położony tuż przy powierzchni magnesu), powinna mieć możliwie najmniejszą grubość/wysokość? Dotyczy to chwili/momentu rozruchu PSPS, kiedy płaszczyzna cewki jest (powinna być) prostopadła do powierzchni magnesu.
- a4) Dlaczego do obliczania momentu magnetoelektrycznego można uwzględnić długość tylko jednego boku cewki (boki równoległe do powietrzni magnesu)?
- a5) Dlaczego do obliczania momentu magnetoelektrycznego pomija się boki cewki prostopadłe do powietrzni magnesu?
- a6) Jaki jest kierunek działania siły Lorentza na bok cewki dla położenia cewki i zwrotów prądu podanych na rys. 1a. Nanieść wektora siły Lorentza na rys. 1a.
- b) Obliczyć:

Moment magnetoelektryczny (rozruchowy) dla warunków podanych w punkcie a2) (płaszczyzna cewki jest prostopadła do powierzchni magnesu).

Do obliczeń przyjąć następujące wartości: $l = 50 \text{ mm}$, $b = 40 \text{ mm}$, $l_m = 40 \text{ mm}$, indukcja magnetyczna w szczelinie powietrznej $B = 0,2 \text{ T}$. Natężenie prądu w cewce $I_C = 2,1 \text{ A}$.

Założyć: jednorodny rozkład indukcji B pola magnetycznego wzdłuż boku cewki, a długość części boku cewki l_b , sprzężonego z polem magnetycznym, równa jest długości magnesu l_m ($l_b = l_m$).

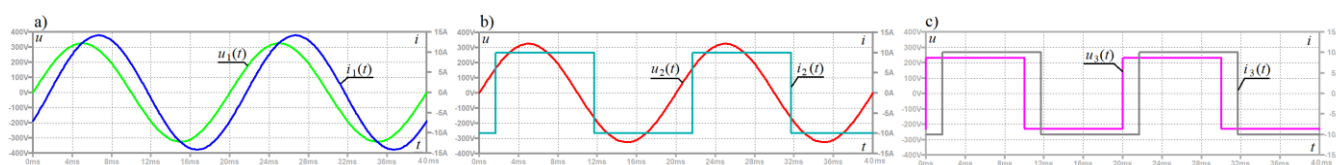
Zadanie 4

Na rysunku 1 przedstawione są przebiegi wartości chwilowych napięcia i prądu dwójnika w przypadku gdy:

- przebiegi napięcia i prądu są sinusoidami,
- przebieg napięcia jest sinusoidalny, a przebieg prądu ma kształt fali prostokątnej,
- przebieg napięcia i prądu ma kształt fali prostokątnej.

Są to przebiegi okresowe o częstotliwości 50 Hz . Przesunięcia fazowe między chwilami przejść przez oś czasu (miejscami zerowymi) przebiegów napięcia i prądu są identyczne dla każdego z przypadków i wynoszą $\pi/6 \text{ rad}$ (30°). Należy:

- podać definicje (wzory umożliwiające obliczenie): wartości skutecznych napięcia U_{RMS} i prądu I_{RMS} , mocy chwilowej $p(t)$, mocy czynnej P , mocy pozornej S i współczynnika mocy PF (Power Factor),
- wyznaczyć przebieg mocy chwilowej dla napięć i prądów korzystając z rysunków 2 i 3 (zał. 1)
- obliczyć dla każdego z przypadków a), b) i c):
 - wartość skuteczną napięcia U_{RMS} i prądu I_{RMS} ,
 - moc chwilową $p(t)$, moc czynną P i moc pozorną S ,
 - współczynnik mocy PF .



Rysunek 1. Przebiegi wartości chwilowych napięcia i prądu dwójnika w przypadku gdy: a) przebiegi napięcia i prądu są sinusoidami, b) przebieg napięcia jest sinusoidalny, a przebieg prądu ma kształt fali prostokątnej, c) przebieg napięcia i prądu ma kształt fali prostokątnej; $u_1(t) = u_2(t) = (2)^{1/2}230\sin\omega t \text{ V}$, $i_1(t) = (2)^{1/2}10\sin\omega t \text{ A}$, $u_3(t) = \pm 230 \text{ V}$, $i_2(t) = i_3(t) = \pm 10 \text{ A}$

Załącznik 1: Rysunek 2. Napięcie i prąd dwójnika w przypadku, gdy przebieg napięcia jest sinusoidalny, a przebieg prądu ma kształt fali prostokątnej – uzupełnić rysunek o przebieg mocy chwilowej

Załącznik 2: Rysunek 3. Napięcie i prąd dwójnika w przypadku, gdy przebieg napięcia i prądu ma kształt fali prostokątnej – uzupełnić rysunek o przebieg mocy

Załączniki 1 i 2 z narysowanymi wykresami dołączyć do rozwiązania zadania 4.