



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki



Zachodniopomorski  
Uniwersytet  
Technologiczny  
w Szczecinie



Ministerstwo  
Edukacji Narodowej



advanced  
protection  
systems



## „ELEKTROMECHATRON” II Ogólnopolska Olimpiada Elektroników i Mechatroników Rok szkolny 2023/2024

### Zadania dla grupy elektronicznej na zawody III stopnia

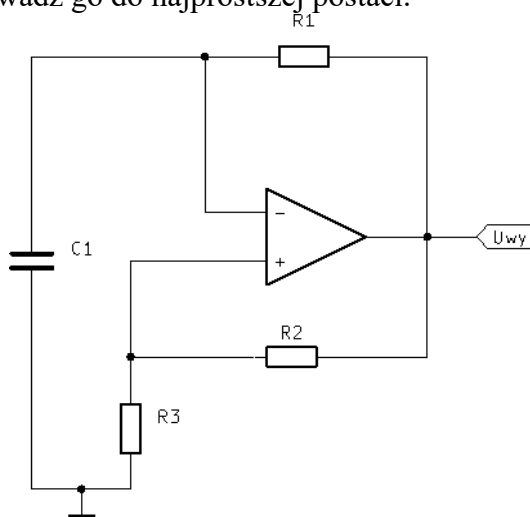
#### Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III stopień Olimpiady zawiera 5 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz z tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów do zdobycia za 5 zadań to 50 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych, itp. jest zabronione.

**Życzymy powodzenia!**

#### Zadanie 1.

Wyprowadź wzór na częstotliwość drgań generatora sygnału prostokątnego przedstawionego na poniższym rysunku. Zakładamy, że wzmacniacz operacyjny jest idealny i jest zasilany napięciem symetrycznym  $\pm 15$  V. Doprowadź go do najprostszej postaci.



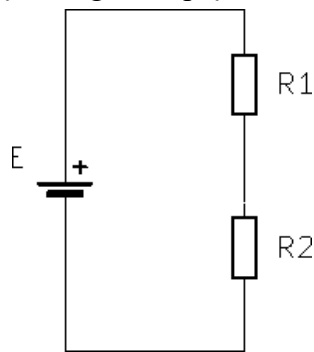
Wskazówka: wzór określający napięcie na kondensatorze w szeregowym obwodzie RC po podaniu na niego skoku napięcia:

$$U_C = E + (U_{C0} - E) \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

gdzie:  $U_{C0}$  – napięcie początkowe na kondensatorze,  $E$  – napięcie podane na wejście obwodu szeregowego RC,  $U_C$  – chwilowa wartość napięcia na kondensatorze.

### Zadanie 2.

Dany jest układ złożony ze źródła napięciowego o napięciu  $E$  oraz dwóch rezystorów  $R_1$  i  $R_2$ :



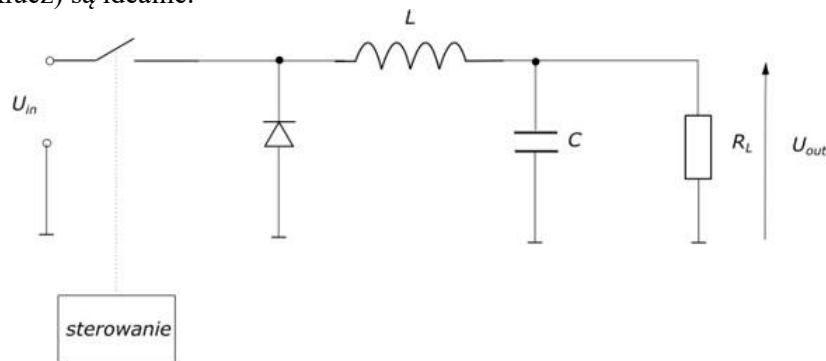
Oblicz dla jakiej wartości rezystora  $R_2$  moc na nim wydzielana będzie największa. Podaj wartość tej mocy.

Podpowiedź: wykorzystaj wzory na pochodne:

$$\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x) \cdot g(x) - f(x) \cdot g'(x)}{g^2(x)}$$
$$(x^a)' = a \cdot x^{a-1}$$

### Zadanie 3.

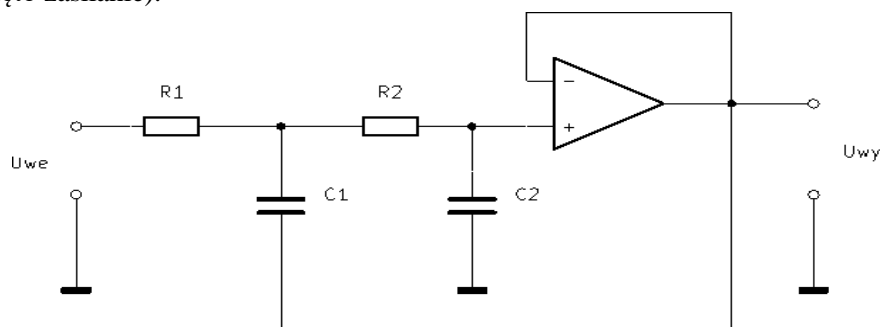
Wyprowadź wzór na napięcie wyjściowe (w funkcji współczynnika wypełnienia sygnału sterującego klucze  $D = \frac{t_c}{t_0 + t_c}$ , gdzie:  $t_0$  – czas, gdy klucz jest zamknięty,  $t_c$  – czas, gdy klucz jest otwarty) przetwornicy obniżającej napięcie (ang. *buck converter*) przedstawionej na poniższym rysunku. Załóż, że wszystkie elementy (także dioda i klucz) są idealne.



Podpowiedź: załóż, że napięcie na cewce jest równe:  $U_L = L \frac{\Delta i_L}{\Delta t}$

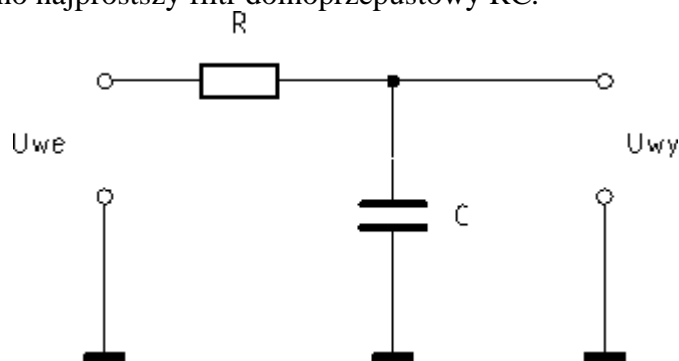
### Zadanie 4.

Wyznacz transmitancję  $k(s) = \frac{U_{wy}}{U_{we}}$ ,  $s = j\omega$  poniższego układu. Załóż, że wzmacniacz operacyjny jest idealny (na rysunku pominięto zasilanie).



**Zadanie 5.**

Na rysunku przedstawiono najprostszy filtr dolnoprzepustowy RC.



Wyznacz jego transmitancję ( $k(s) = \frac{U_{wy}}{U_{we}}, s = j\omega$ ). Następnie stosując przekształcenie (tzw. transformację biliniową):  $s = \frac{2}{T_p} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ , przekształć ten filtr do postaci cyfrowej. Podaj jego transmitancję  $k(z) = \frac{y(z)}{x(z)}$ , oraz równanie różnicowe pozwalające na wyznaczenie próbki sygnału wyjściowego  $y(n)$ . Załóż okres próbkowania  $T_p = 1$ . Podpowiedź:  $z^{-1}$  oznacza cofnięcie o jedną próbkę.