



**„EUROELEKTRA”**  
**Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej**  
**Rok szkolny 2017/2018**

**Zadania z elektroniki na zawody II stopnia**

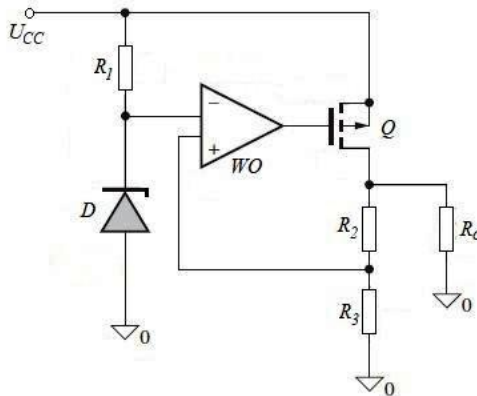
**Instrukcja dla zdającego**

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. II stopień olimpiady zawiera 6 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów za 6 zadań do zdobycia to 60 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.**

Dla układ z rysunku wyznaczyć:



- prąd płynący przez diodę Zenera
- napięcie i prąd dla rezystora obciążenia  $R_o$
- napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego
- prąd drenu tranzystora
- moc wydzieloną na tranzystorze

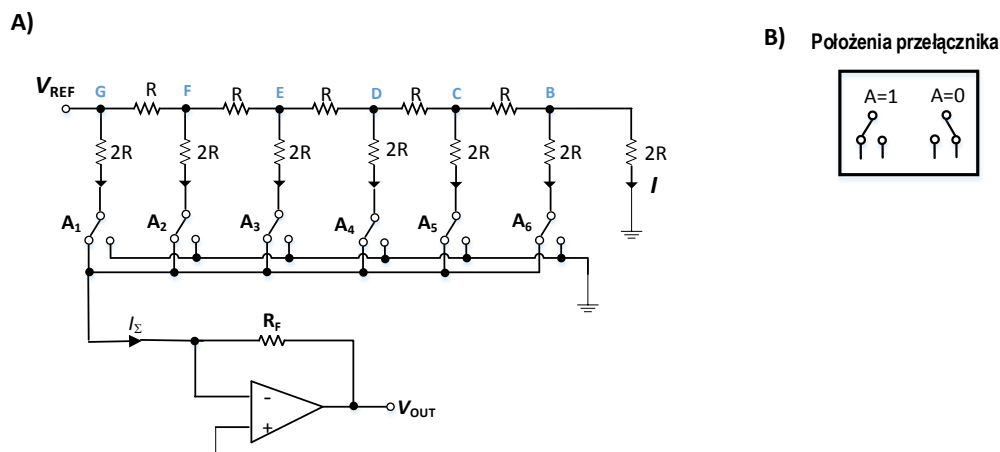
**Dane:**

- napięcia zasilania układu  $U_{CC} = +20V$
- napięcie przebicia diody Zenera  $U_{BR} = 5V$
- wartości rezystorów  $R_1 = 1k\Omega$ ;  $R_2 = 20k\Omega$ ;  $R_3 = 10k\Omega$ ;  $R_o = 15\Omega$ ;
- tranzystor MOSFET z kanałem indukowanym typu  $p$  o parametrach: napięcie progowe  $U_T = -1,5V$ ; współczynnik  $\beta = 50 \text{ mA/V}^2$
- wzmacniacz operacyjny idealny

## Zadanie 2.

Wyznacz napięcie wyjściowe  $V_{OUT}$  6 bitowego przetwornika cyfrowo-analogowego z obwodem drabinkowym R-2R (pokazanego na poniższym rysunku) w funkcji napięcia  $V_{REF}$ , rezystancji  $R$  i  $R_F$  oraz wartości przełączników  $A$ .

W celu poprawnego i analitycznego wyznaczenia wartości  $V_{OUT}$ , w kolejnych krokach wylicz i wyznacz (symbolicznie, tj. bez podanych wartości  $V_{REF}$ ,  $R_F$ ,  $R$ ): rezystancje widziane z punktów B, C, D, E, F, G, wartości prądów wpływających do poszczególnych przełączników 'A' oraz prąd wpływający do wzmacniacza  $I_\Sigma$ .



### Uwaga w zadaniu należy założyć, że:

a) gdy przełącznik  $A_i=0$  to  $i$ -ty rezystor połączony jest do masy, natomiast gdy  $A_i=1$  to  $i$ -ty rezystor połączony jest do wejścia wzmacniacza operacyjnego. Poglądowy obraz przełącznika pokazany jest na rysunku B).

b) wartość prądu płynącego przez rezystor  $2R$  (patrz prawa strona rysunku A) wynosi  $I$ , natomiast prądu wpływającego do wzmacniacza wynosi  $I_\Sigma$ .

c) prace bez analitycznego wyznaczania wyżej podanych elementów (tj. takie gdzie podane są tylko końcowe wartości) nie będą punktowane.

## Zadanie 3.

Zaprojektuj z wykorzystaniem przerzutników D, detektor sekwencji 011 (rozpoczynając od lewej strony czyli 0) z trzema wyjściami oznaczającymi ile bitów zostało prawidłowo wprowadzonych (wyjścia podłączone są do diod LED; 1 bit wprowadzony prawidłowo to jedna dioda LED świeci się, 2 bit wprowadzony prawidłowo to dwie diody się świecą, itd.).

### Uwaga:

Dokonaj pełnej analizy układu, narysuj graf stanów, napisz tabelę wzbudzeń przerzutników, napisz wszystkie wymagane wzory, narysuj schemat logiczny układu.

## Zadanie 4.

Ciepłomierze są przyrządami pomiarowymi służącymi do określenia oddawanej lub pobieranej ilości ciepła. Nowoczesne ciepłomierze składają się z przetwornika przepływu – przepływomierza, przetwornika wskazującego oraz pary czujników temperatury – termorezystory.

Jeden czujnik temperatury umieszczony jest na dopływie, a drugi na odpływie. Obydwa czujniki powinny charakteryzować się zbliżonymi wartościami błędów pomiarowych – tworzyć parę, aby mogły być użyte w ciepłomierzu.

Przeprowadzono badanie trzech czujników termorezystancyjnych Pt 500 w trzech temperaturach charakterystycznych 40°C, 80°C i 120°C [PN-EN 60751]. Uzyskane wyniki zawarto w tabelicy 1.

**Tablica 1.** Wyniki pomiarów temperatury czujnikami Pt 500

Temperatura zmierzona czujnikiem wzorcowym $T_w$ [°C]	Temperatura zmierzona czujnikami badanymi $T$ [°C]		
	Czujnik 1	Czujnik 2	Czujnik 3
40,4	37,6	36,5	37,8
79,9	79,4	75,8	79,6
119,8	113,7	107,4	114,0

Korzystając z definicji błędu bezwzględnego, błędu względnego i granicznego błędu względnego uzupełnić tablicę 2 (**przepisz uzupełnioną tabelę do arkusza odpowiedzi**) oraz określ, które z czujników tworzą parę i mogą być wykorzystane w ciepłomierzu.

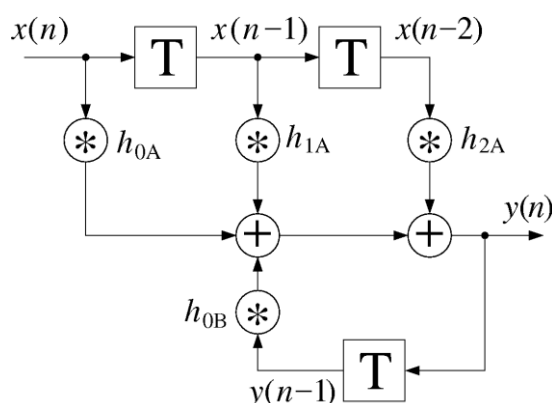
**Tablica 2.** Wartości błędów pomiarowych dla badanych czujników

Badany czujnik	Temperatura wzorcową $T_w$ [°C]	Błąd bezwzględny $\Delta T$ [°C]	Błąd względny $\delta T$ [%]	Graniczny błąd względny $\delta T_{gr}$ [%]
Czujnik 1	40,4			
	79,9			
	119,8			
Czujnik 2	40,4			
	79,9			
	119,8			
Czujnik 3	40,4			
	79,9			
	119,8			

### Zadanie 5

Dany jest układ jak na rysunku. Wartości współczynników  $h$  są następujące:

- $h_{0A} = 0.25$ ,  $h_{1A} = 0.5$ ,  $h_{2A} = 0.25$ ,  $h_{0B} = 0.25$
- $h_{0A} = 0.25$ ,  $h_{1A} = 0.5$ ,  $h_{2A} = 0.25$ ,  $h_{0B} = 0$
- $h_{0A} = 0.25$ ,  $h_{1A} = -0.5$ ,  $h_{2A} = 0.25$ ,  $h_{0B} = 0$



**A)** Napisz równanie układu, tj. zależność  $y(n)$  w funkcji wejścia, używając oznaczeń pokazanych na rysunku ( $x$ ,  $y$ ,  $h$ ).

**B)** Jaka będzie odpowiedź układu (sygnał  $y(n)$ ) w każdym z wymienionych przypadków (a, b, c), dla następującej sekwencji wejściowej:  $x(n) = \{0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$

**C)** Scharakteryzuj przedstawiony układ dla poszczególnych przypadków opisanych powyżej:

- dla przypadków (a, b, c) napisz, czy układ jest filtrem o skończonej odpowiedzi impulsowej czy nieskończonej odpowiedzi impulsowej i uzasadnij swoją odpowiedź,
- dla przypadków (b, c) napisz, czy jest to filtr dolnoprzepustowy, czy górnoprzepustowy.

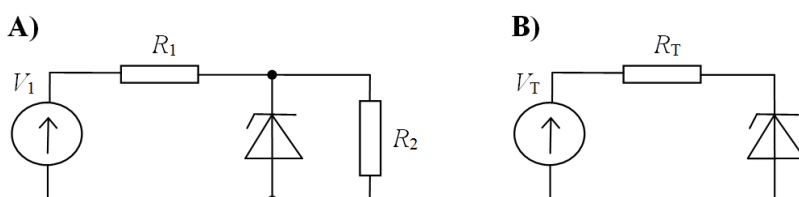
W celu sprawdzenia tego z jakim filtrem mamy do czynienia, można posłużyć się sygnałami np.:

$$x(n) = \{\dots, 1, -1, 1, -1, 1, -1, \dots\} \text{ oraz}$$

$$x(n) = \{\dots, 1, 1, 1, 1, 1, \dots\}$$

### Zadanie 6.

Rysunek oznaczony literą A) przedstawia źródło napięciowe  $V_1$ , dwa rezystory  $R_1$  i  $R_2$  i diodę stabilizacyjną. Model z rysunku A) można uprościć do postaci pokazanej na rysunku B), wykorzystując źródło Thevenina i źródło Nortona.



Wyznacz, jak napięcie  $V_T$  i rezystancja  $R_T$  z rysunku B) są powiązane z napięciem  $V_1$ , rezystorem  $R_1$  i rezystorem  $R_2$  z rysunku A), tzn. jakie są parametry funkcji  $V_T = V_T(V_1, R_1, R_2)$  i funkcji  $R_T = R_T(V_1, R_1, R_2)$ .

#### **Opracował:**

dr hab. inż. Rafał Długosz, prof. UTP  
 dr hab. inż. Ryszard Wojtyna, prof. UTP  
 dr inż. Łukasz Saganowski  
 dr inż. Tomasz Talaśka  
 dr inż. Sławomir Andrzej Torbus

#### **Sprawdził:**

dr inż. Tomasz Talaśka

#### **Zatwierdził:**

dr hab. inż. Sławomir Cieślak, prof. UTP  
*Przewodniczący Rady Naukowej  
 Olimpiady*