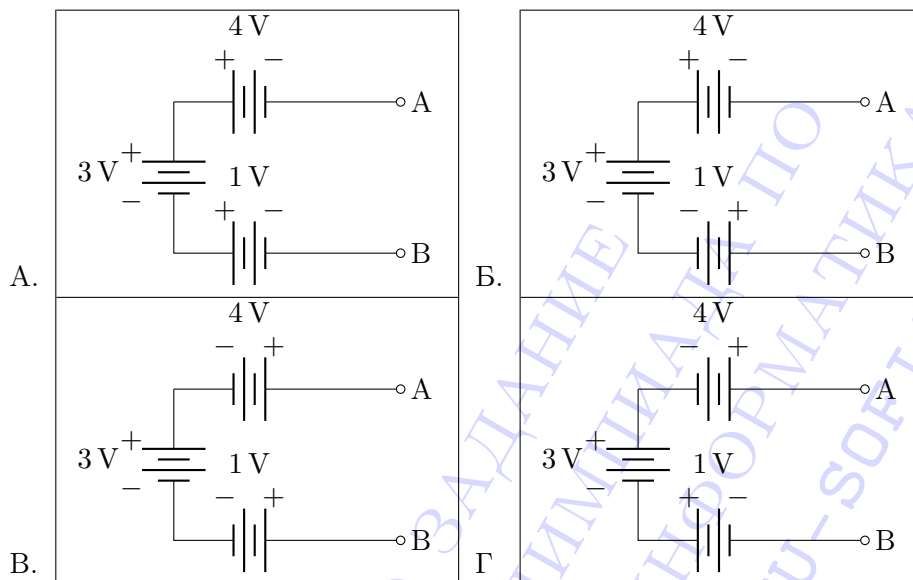


ПРИМЕРЕН ТЕСТ
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ЕЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАТИКА

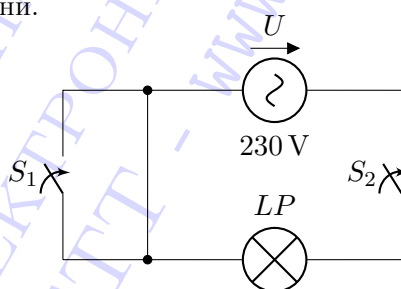
Първа част - тестови въпроси

1. [3 т.] При коя от показаните схеми напрежението $U_{AB} = 8\text{ V}$?



2. [3 т.] Фигура 1 показва примерна схема на включване на лампа LP през източник U и ключове S_1 и S_2 . Каква трябва да е конфигурацията на включване, за да светне лампата LP ?

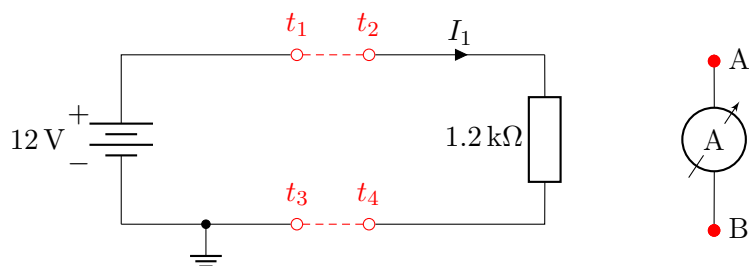
- А. S_1 включен, S_2 изключен;
- Б. S_1 изключен, S_2 включен;
- В. S_1 и S_2 включени;
- Г. S_2 и S_1 изключени.



Фигура 1: Схема на свързване

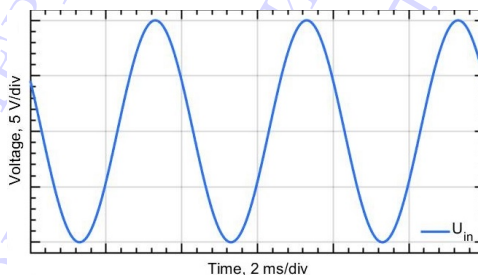
3. [3 т.] Как бихте конфигурирали връзките в схемата, от фигура 2, за да се измери тока през веригата?

- А. $A \rightarrow t_1$, $B \rightarrow t_3$, $t_3 \rightarrow t_4$ и $t_1 \rightarrow t_2$;
- Б. $A \rightarrow t_2$, $B \rightarrow t_1$, $t_3 \rightarrow t_2$ и $t_1 \rightarrow t_2$;
- В. $A \rightarrow t_1$, $B \rightarrow t_2$ и $t_3 \rightarrow t_4$;
- Г. $A \rightarrow t_3$, $B \rightarrow t_1$ и $t_4 \rightarrow t_2$;



Фигура 2: Схема на свързване на амперметър

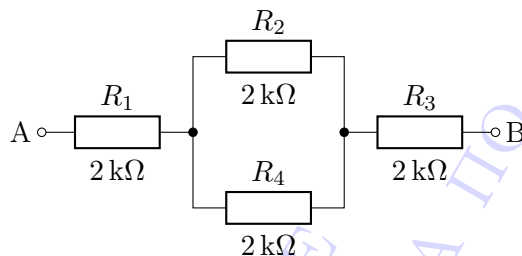
4. 3 т. Ако имате три съпротивления по $1.8\text{ k}\Omega$, кое е най-малкото съпротивление, което може да получите от тях?
- A. $200\ \Omega$;
 B. $400\ \Omega$;
 B. $600\ \Omega$;
 Г. $800\ \Omega$.
5. 3 т. Фигура 3 показва изменението на напрежението U_{in} във времето. Определете периода на сигнала.
- A. 0.05 kHz ;
 Б. 5 kHz ;
 B. 1 ms ;
 Г. 2 ms .

Фигура 3: Периодичен сигнал U_{in}

6. 3 т. Определете U_{PP} (напрежението от връх до връх) на сигнала U_{in} от фигура 3.
- A. 2 V ;
 Б. 5 V ;
 B. 10 V ;
 Г. 20 V .
7. 3 т. Определете честотата на сигнала U_{in} от фигура 3.
- A. 50 Hz ;
 Б. 500 Hz ;
 B. 1 ms ;
 Г. 2 ms .

8. 3 т. Определете стойността на еквивалентното съпротивление от схемата, показана на фигура 4.

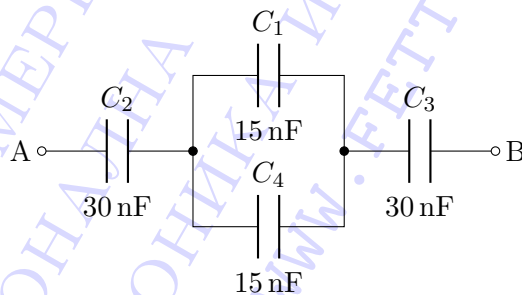
- А. 500Ω ;
- Б. 5000Ω ;
- В. $10 \text{ k}\Omega$;
- Г. $50 \text{ k}\Omega$.



Фигура 4

9. 3 т. Определете стойността на еквивалентния капацитет от схемата, показана на фигура 5.

- А. 10 nF ;
- Б. 20 nF ;
- В. 30 nF ;
- Г. 60 nF .



Фигура 5

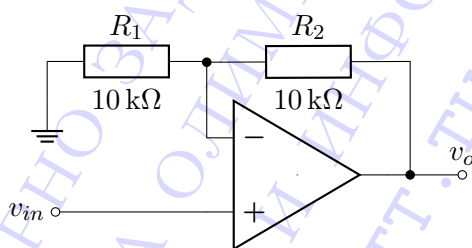
10. 3 т. Кое е най-голямото десетично число, което може да запишете със седем бита?

- А. 127;
- Б. 128;
- В. 63;
- Г. 255.

11. 3 т. Числото $1100011000110100_{(2)}$ е:

- А. Нечетно;
- Б. Четно;
- В. Нито едното.

12. 3 т. Отбележете правилното съотношение:
- А. $0101\ 0101_{(2)} < 56_{(10)}$;
 - Б. $0101\ 0101_{(2)} > 56_{(10)}$;
 - В. $56_{10} = 56_{(16)}$;
 - Г. $0101\ 0101_{(2)} > 55_{(16)}$.
13. 3 т. Числото $AA_{(16)}$, представено в двоична бройна система, е:
- А. 01100101;
 - Б. 11011011;
 - В. 10101010;
 - Г. 11100011.
14. 3 т. Определете коефициента на усилване A на неинвертиращия усилвател, показан на фигура 6, ако $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ и $R_2 = 10\text{ k}\Omega$.
- А. 1;
 - Б. 2;
 - В. 10;
 - Г. 100.



Фигура 6

15. 3 т. Каква функция изпълнява следният код?

```

int Val_an;
void setup ()
{
  Serial.begin(115200);
}
void loop ()
{
  Serial.println(Val_an);
  Val_an = analogRead(A0);
  if (Val_an > 512)
  {
    Serial.println("TOO HIGH");
  }
  delay(100); }

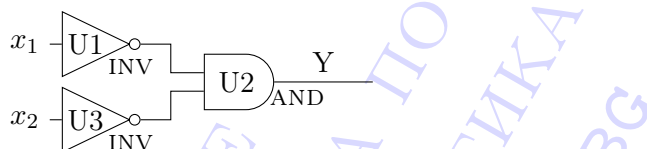
```

- А. Измерва напрежението на аналоговия вход "A0" и изпраща измерените стойности към компютър по Wi-Fi канал за данни. Ако стойността е по-малка от 512, алармира с TOO HIGH;
- Б. Измерва напрежението на аналоговия вход "A5" и изпраща измерените стойности към компютър по серийна шина за данни. Ако стойността е по-малка от 512, алармира;

- В. Измерва напрежението на аналоговия вход "A0" и изпраща измерените стойности към компютър по серийна шина за данни. Ако стойността е повече от 512, алармира с TOO HIGH;
- Г. Измерва напрежението на аналоговия вход "A5" и изпраща измерените стойности към компютър по серийна шина за данни. Ако стойността е повече от 512, алармира.

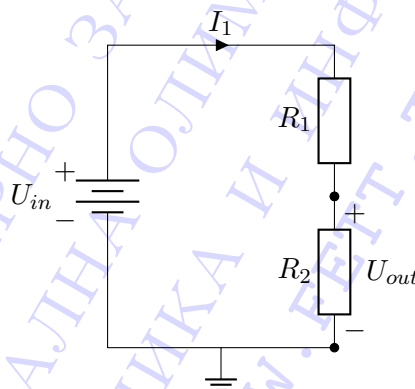
Втора част

16. [5 т.] Изведете логическата функция и таблицата на истинност за схемата показана на фигура 7.



Фигура 7

17. [5 т.] Фигура 8 показва напрежителен делител $R_1 - R_2$, с входно напрежение $U_{in} = 9\text{ V}$, съпротивления $R_1 = 2\text{ k}\Omega$ и $R_2 = 1\text{ k}\Omega$. Определете изходното напрежение U_{out} и тока I_1 .



Фигура 8: Делител на напрежение $R_1 - R_2$

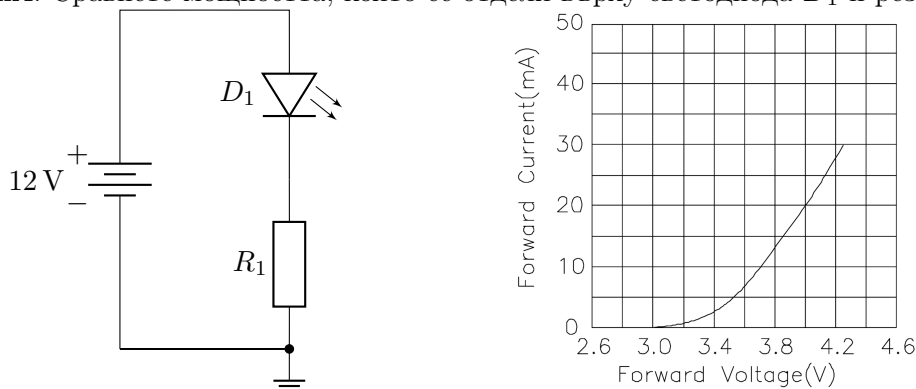
18. [5 т.] Таблица 1 показва таблицата на истинност на логическа функция сравняваща две едноразредни числа. Синтезирайте принципната схема на компаратора?

Таблица 1

a	b	$Y_{a>b}$	$Y_{a=b}$	$Y_{a<b}$
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

19. [5 т.] Входната мощност P_{in} на AC/DC преобразувател е 5 W . Изходното напрежение $U_{out} = 5\text{ V}$, а максималният изходен ток е $I_{out} = 600\text{ mA}$. Определете коефициента на полезно действие η ?

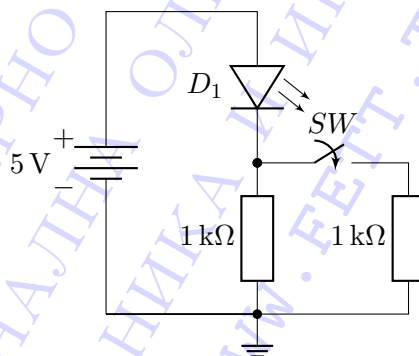
20. [5 т.] Фигура 9 показва схема на свързване на светодиод (фиг. 9а) и неговата волт-амперна характеристика (фиг. 9б). Оразмерете R_1 , така че през диода да тече ток 20 mA. Сравнете мощността, която се отделя върху светодиода D_1 и резистора R_1 .



- (а) Схема на свързване на светодиод (б) Волт-амперна характеристика на използвания светодиод

Фигура 9

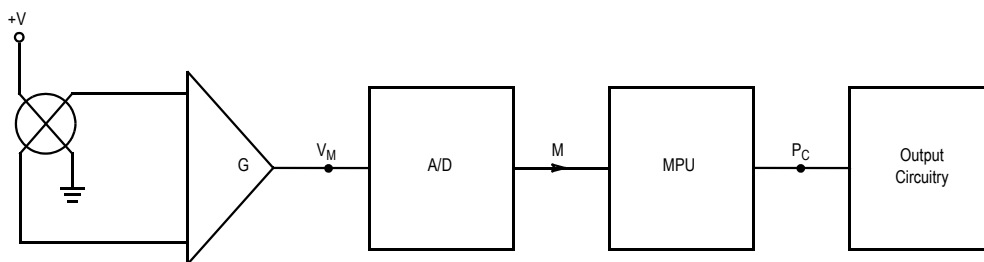
21. [5 т.] Фигура 10 показва свързването на светодиод с пад на напрежение в права посока $U_F = 2V$ и нормално отворен ключ (SW). Определете промяната в състоянието на светодиода при затварянето на ключа. Обосновайте отговора си чрез определяне на тока през светодиода при отворен и затворен ключ.



Фигура 10: Схема на свързване на светодиод

22. [5 т.] Реализирайте с блок схема алгоритъм за намиране на най-голямото и най-малкото от 3 числа A , B и C .
23. [5 т.] Реализирайте функция на програмен език по ваш избор за намиране на най-голямото и най-малкото от 3 числа A , B и C .
24. Фигура 11 показва блокова схема на система за измерване на налягане, чиято максимална стойност достига до 400 kPa. Използва се сензор за налягане, за да се преобразува въздействащото налягане в напрежение. Аналоговият изходен сигнал (от сензора) се усилва от усилвател G и се преобразува в цифров вид от аналогово-цифров преобразувател A/D с опорно напрежение $U_{ref} = 5V$. Преобразуваната стойност се обработва от микроконтролера MPU.

Чувствителността на сензора е $S = 2.5\text{ mV/kPa}$ (изходното напрежение на сензора се променя с 2.5 mV при промяна на въздействащото налягане с 1 kPa).



Фигура 11: Блокова схема

- (а) т. Изчислете какъв трябва да е коефициентът на усилване на усилвателя G , за да може да се измерва в целия работен диапазон ($0 \div 400 \text{ kPa}$, $0 \div 5 \text{ V}$).
- (б) т. Изчислете каква минимална разредност е необходима на аналогово-цифровия преобразувател, за да може налягането да бъде измервано с разделителна способност до 0.2 kPa .
- (в) т. За така избраната разредност изчислете аналоговата стойност на един U_{LSB} (увеличаването на изходната стойност на АЦП-то с един LSB, least significant bit, на каква промяна на входното напрежение отговаря)?
- (г) т. Определете минималната честота на дискретизация на аналогово цифровия преобразувател, при условие, че най-високочестотната компонента на сигнала е 50 Hz ?
- (д) т. При определени разредност и честота на дискретизация, какъв обем памет ще е необходим за да могат да се съхраняват данните от измервания за 600 s ?

РЕШЕНИЯ

Задача 1. Г.

Задача 2. Б. Само ключ S2.

Задача 3. В. $A \rightarrow t_1$, $B \rightarrow t_2$ и $t_3 \rightarrow t_4$.

Задача 4. В. 600 Ω .

Задача 5. Г. 2 ms.

Задача 6. Г. 20 V.

Задача 7. Б. 500 Hz.

Задача 8. Б. 5 k Ω .

Задача 9. А. 10 nF.

Задача 10. А. 127.

Задача 11. Б. Четно.

Задача 12. Б. $0101\ 0101_{(2)} > 56_{(10)}$.

Задача 13. В. $1010\ 1010_{(2)}$.

Задача 14. Б. 2.

Задача 15. В. Измерва напрежението на аналоговия вход "А0" и изпраща измерените стойности към компютър по серийна шина за данни. Ако стойността е по-голяма от 512, алармира с ТОО HIGH;

Задача 16. Реализираната логическа функция от въпрос 16 е $Y = \overline{x_1 \cdot x_2}$, което след преобразуване се получава $Y = \overline{x_1} \cup \overline{x_2}$. Таблица 2 показва таблицата на истинност.

Таблица 2

x_1	x_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Задача 17. Фигура 8 показва делител на напрежение. Стойността на изходното напрежение U_{out} може да се изрази както следва:

$$U_{out} = I_1 \times R_2 \quad (9)$$

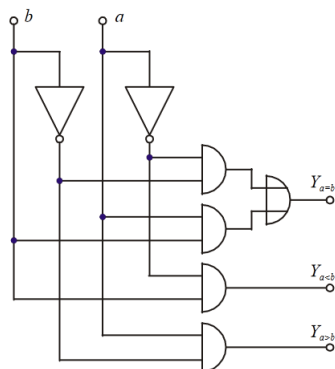
Следователно, за да изчислим U_{out} , трябва да се намери стойността на тока I_1 . Стойността на тока I_1 зависи от източника на напрежение U_{in} и от стойността на съпротивленията R_1 и R_2 и може да се изчисли както следва,

$$I_1 = \frac{U_{in}}{R_1 + R_2} = \frac{9\text{ V}}{2\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega} = 3\text{ mA} \quad (10)$$

Стойността на U_{out} е равна на:

$$U_{out} = I_1 \times R_2 = 3\text{ mA} \times 1\text{ k}\Omega = 3\text{ V} \quad (11)$$

Задача 18. Комбинационните логически схеми, които сравняват две числа a и b се наричат компаратори. В резултат на сравняването е възможно едно от трите състояния: $a = b$, $a < b$ и $a > b$. Един от най-лесните за реализация компаратори на равенство е схемата **ИЗКЛЮЧВАЩО ИЛИ**, показана на фигура 12. Тя реализира таблицата на истинност



Фигура 12: Изключващо "ИЛИ"

(табл. 1) от въпрос 18.

Задача 19. Коефициентът на полезно действие η се дефинира, както следва,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%, \quad (12)$$

където P_{out} изходната мощност на преобразувателя, а P_{in} е входната му мощност. По условие входната мощност е $P_{in} = 5 \text{ W}$, а изходната мощност може да изчислим, както следва,

$$P_{out} = U_{out} \times I_{out} = 5 \text{ V} \times 600 \text{ mA} = 3 \text{ W} \quad (13)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{3 \text{ W}}{5 \text{ W}} \times 100\% = 60\% \quad (14)$$

Задача 20. От първи закон на Кирхоф е видно, че токът през резистора R_1 и светодиода D_1 е един и същ. Стойността на тока във веригата (I) зависи от пада на напрежение на светодиода U_{D_1} и стойността на резистора R_1 . Според втория закон на Кирхоф, за затворен контур на електрическа верига, електродвижещото напрежение във веригата е равно на алгебричната сума на падовете на напреженията в електрическата верига или както следва,

$$12 \text{ V} = U_{D_1} + I \times R_1 \quad (15)$$

От предходната зависимост може да изведе на стойността на R_1 , и при зададена стойност на тока през диода от $I = 20 \text{ mA}$, получава се както следва,

$$R_1 = \frac{12 \text{ V} - U_{D_1}}{I} = \frac{12 \text{ V} - U_{D_1}}{20 \text{ mA}} \quad (16)$$

От приложената волт-амперна характеристика може да се определи стойността на пада на напрежение на светодиода U_{D_1} за ток през диода $I_{D_1} = 20 \text{ mA}$. Стойността на $U_{D_1} = 4 \text{ V}$. При така определената стойност на U_{D_1} , за стойността на R_1 се получава

$$R_1 = \frac{12 \text{ V} - 4 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = \frac{8 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 400 \Omega \quad (17)$$

Задача 21. За да се определи промяната в състоянието на диода, трябва да се определи I_{open} - токът когато ключът е отворен и I_{closed} - токът когато ключът е затворен.

Когато ключа SW е отворен, тока през веригата е равен на:

$$I_{open} = \frac{5 \text{ V} - U_F}{1 \text{ k}\Omega} = \frac{3 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA} \quad (18)$$

Когато ключа SW е затворен, тока през веригата е равен на:

$$I_{closed} = \frac{5V - U_F}{R_{eq}} \quad (19)$$

където R_{eq} е еквивалентното съпротивление на двете паралелно свързани съпротивления. Съпротивлението R_{eq} е равно на:

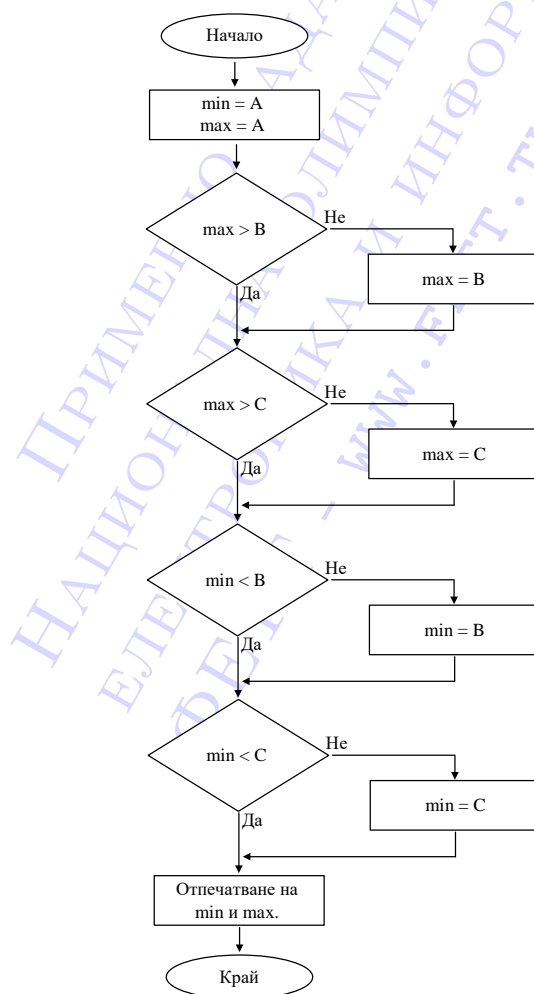
$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1\text{ k}\Omega \times 1\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega + 1\text{ k}\Omega} = 500\ \Omega \quad (20)$$

Така за тока I_{closed} се получава:

$$I_{closed} = \frac{5V - 2V}{500\ \Omega} = 6\text{ mA} \quad (21)$$

В заключение се получава, че тока през диода I_{open} е 3 mA, а тока I_{closed} е 6 mA или тока през диода е два пъти по-голям когато ключа е затворен. Светодиода ще свети по-силно, когато тока през него в по-голям или когато ключа е затворен.

Задача 22. Едно от възможните решения е показано на блоковата диаграма от фигура 13



Фигура 13: Блокова диаграма

Задача 23. Приложено е едно от възможните решения, реализирано на програмния език C.

```

void min_max_print(int A, int B, int C)
{
    int minimum;
    int maximum;
    minimum = A;
    maximum = A;
    if (minimum > B) minimum = B;
    if (minimum > C) minimum = C;
    if (maximum < B) maximum = B;
    if (maximum < C) maximum = C;
    printf("The minimum value is: %d\n", minimum);
    printf("The maximum value is: %d\n", maximum);
}

```

Задача 24. Въпрос 24(a): Коефициента на усилване на усилвателя G се определя както следва:

$$A_G = \frac{U_{G_{OUT}}}{U_{G_{IN}}} = \frac{5 \text{ V}}{U_{G_{IN}}} \quad (22)$$

където $U_{G_{OUT}}$ е изходното напрежение на усилвателя G , а $U_{G_{IN}}$ входното му напрежение. За да се осигурят минимални изкривявания на изходния сигнал, трябва да е спазено неравенството

$$U_{G_{OUT_{MAX}}} \geq A_G \times U_{G_{IN}} \quad (23)$$

или максимално допустимото изходно напрежение на усилвателя $U_{G_{OUT_{MAX}}}$ трябва да е по-голямо или равно на произведението на входния сигнал $U_{G_{IN}}$ и избраният му коефициент на усилване A_G . За приложената схема $U_{G_{IN}}$ е изходното напрежение на сензора $U_{S_{OUT}}$. Максималното изходно напрежение на сензора $U_{S_{OUT_{MAX}}}$ е равно на:

$$U_{S_{OUT_{MAX}}} = 400 \text{ kPa} \times 2.5 \text{ mV/kPa} = 1000 \text{ mV} = 1 \text{ V} \quad (24)$$

От уравнения 22 и 23 се получава:

$$A_G \leq \frac{U_{G_{OUT}}}{U_{G_{IN}}} = \frac{5 \text{ V}}{U_{S_{OUT}}} = \frac{5 \text{ V}}{1 \text{ V}} = 5 \quad (25)$$

Избираме коефициент на усилване $A_G = 5$.

Въпрос 24(б): При така избрания коефициент на усилване $A_G = 5$ се получава, че при промяна на налягането с 0.2 kPa ($\Delta P = 0.2 \text{ kPa}$) изходното напрежение на усилвателя ще се промени както следва:

$$U_{G_{OUT}} = A_G \times \Delta P \times S = 5 \times 0.2 \text{ kPa} \times 2.5 \text{ mV/kPa} = 2.5 \text{ mV} \quad (26)$$

Следователно, стойността на най-младшия бит на АЦП-то (U_{LSB}) трябва да бъде по-малка или равна на 2.5 mV :

$$U_{LSB} \leq 2.5 \text{ mV} \quad (27)$$

Опорното напрежение на АЦП-то е 5 V . Необходимата разредност на АЦП-то е равна на:

$$2^n \geq \frac{5 \text{ V}}{2.5 \text{ mV}} \approx 2000 \Rightarrow n = 11 \quad (28)$$

Следователно, минимално необходимата разредност на АЦП-то е 11 бита, но тъй като 11 битови АЦП-та не са масово разпространени, избираме разредността да бъде $n = 11$

Въпрос 24(в): При избрана разредност от 12 бита и опорно напрежение от 5 V, за стойността на едно U_{LSB} се получава:

$$U_{LSB} = \frac{5 \text{ V}}{2^n} = \frac{5 \text{ V}}{4096} \approx 1.22 \text{ mV} \quad (29)$$

Въпрос 24(г): Съобразено с критерия на Найкуист-Шенон за честота на дискретизиране е известно, че минималната честота на дискретизация трябва да е поне два пъти по-висока от най-високочестотната компонента на сигнала. По условие най-високочестотната компонента на сигнала е 50 Hz, следователно минималната честота на дискретизация е 100 Hz.

Въпрос 24(д): Паметта обикновено е съставена от две думи по 8 бита (16 бита). За всяка секунда запис с честота 100 Hz ще са необходими 1600 b. За 10 минутен запис ще са необходими $1600 \text{ b} \times 600 \text{ s} = 960000 \text{ b} \approx 0.92 \text{ Mb}$

ПРИМЕРНО ЗАДАНИЕ
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО
ЕЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАТИКА
ФЕТТ - WWW.FETT.TU-SOFIA.BG

ДОПЪЛНИТЕЛНИ ЗАДАЧИ ЗА САМОПОДГОТОВКА

1. [5 т.] Даден е едномерен масив A съставен от N елемента, като $N < 200$. Да се напише програма, която изчислява средно-аритметичната стойност на елементите, в даден интервал $[B, C] = x | B \leq x \leq C$, минималната и максималната стойност на елементите на масива и техните индекси.
2. [5 т.] Да се напише програма, която пресмята и извежда лицето на окръжност с радиус r . Ако числото r не е положително, трябва да извежда съобщение за грешка.
3. [5 т.] Опишете основни функции на операционна система (ОС). Опишете ядрото и обвивката. Опишете архитектурите на операционните системи - монолитни, многослойни и архитектура с микроядра.
4. [5 т.] Посочете видовете компютърни мрежи според физическия слой. Обяснете кръгова мрежа и методите на комуникация по мрежата. Обяснете мрежи от тип звезда и методите за комуникация по мрежата.
5. [5 т.] Обяснете предназначението на RAM паметта и посочете видовете RAM памети. Избройте най-важните характеристики на RAM паметите.
6. [5 т.] Формулирайте понятието ROM памет. Посочете видовете ROM памети. Обяснете функциите на $BIOS$.