

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

Практичне заняття

**Лінеаризація диференціальних рівнянь. Форми запису диференціальних
рівнянь автоматичних систем. Функціональна схема і її перетворення.
Визначення перехідних характеристик елементів АС.**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

Ціль заняття: Закріплення знань, отриманих на лекціях і самостійній роботі. Прищеплювання навичок по визначенню перехідних функцій і характеристик динамічних ланок і їх з'єднань.

План проведення практичного заняття

Навчальні питання:

Вступ.....	5хв
Основна частина:.....	150хв
Рішення задач у дошки:.....	120хв
Самостійне рішення задач:.....	30хв
Заключна частина.....	5хв

НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О. Основи пожежної автоматики. С. 07-12.
2. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янка О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.–279с.

План проведення заняття.

1.	Оголошення теми та мети заняття	2 хвил.
2	Інструктаж по техніці безпеки	5 хвил.
3	Лінеаризація диференціальних рівнянь АС	25 хвил.
4	Визначення передаточної функції	20 хвил.
5	Визначення еквівалентної передаточної функції АС	23 хвил.
6	Письмове опитування по матеріалам заняття	10 хвил.
7	Побудова часових характеристик елементів пожежної автоматики в системі VisSim	15 хвил.
8	Виконання індивідуальних завдань	40 хвил.
9.1	Дослідити вплив динамічних параметрів K и T реальної позиційної ланки на її перехідні характеристики $y(\infty)$ і t_R	20
9.2	Дослідити вплив динамічних параметрів K и T реальної позиційної ланки другого порядку на її перехідні характеристики $y(\infty)$ і t_R	20
10	Прийняття захисту	17
11	Видача завдання на самопідготовку	2 хвил.

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти

записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Інструктаж по техніці безпеки

Ведучий викладач проводить інструктаж по техніці безпеки під час проведення заняття:

- включення ПЕОМ виконується тільки з дозволу викладача;
- категорично забороняється самостійне підключення складників ПЕОМ;
- при порушенні ізоляції проводів та інших порушеннях нормального функціонування комп'ютерів негайно повідомити викладачу, усунути несправності самостійно категорично заборонено;
- при появі диму або інших ознак спалахування або порушення роботи необхідно вимкнути комп'ютер і негайно повідомити викладачу.

Другий викладач в цей час заповнює журнал по техніці безпеки.

3. Лінеаризація диференціальних рівнянь АС

Завдання 1.1. Лінеаризувати рівняння датчика повітряної швидкості:

$$U = K \frac{\rho V^2}{2}$$

де: U – напруга; V – повітряна швидкість;
 ρ - щільність повітря; K - коефіцієнт пропорційності.

Виконати лінеаризацію рівняння при $V = V_0$, вважаючи, що « K » і « ρ » є постійними величинами.

Рішення: Виконаємо попереднє логарифмування:

$$\ln U = \ln K + \ln \rho + 2 \ln V - \ln 2$$

Дорівнюємо диференціали правої і лівої частини рівняння в крапці $V = V_0$:

$$\left(\frac{dU}{U} \right)_0 = 2 \left(\frac{dV}{V} \right)_0 .$$

Замінімо диференціали кінцевими збільшеннями:

$$\frac{\Delta U}{U_0} = 2 \frac{\Delta V}{V_0} .$$

Замінімо абсолютні відхилення на відносні:

$$\bar{U} = 2\bar{V} .$$

Завдання 3.1 Лінеаризувати рівняння витрати газу через випускний насадок:

$$G_B = m \cdot \frac{P^*}{\sqrt{T^*}} \cdot F \cdot q$$

де: m – коефіцієнт витрати; P^* - повний тиск, Па; T^* - повна температура, $^{\circ}\text{K}$;
 F - площа прохідного перетину, m^2 ; q – відносна щільність струму.

Виконати лінеаризацію при

$$P^* = P_0 ; T^* = T_0^* ; F^* = F_0^* ; q = q_0$$

Рішення: Виконаємо попереднє логарифмування:

$$\ln G_B = \ln m + \ln P^* - 0,5 \ln T^* + \ln F + \ln q$$

Дорівнюємо диференціали лівої і правої частини рівняння в точці «0»:

$$\frac{dG_B}{G_{B0}} = \frac{dP^*}{P^*_0} - 0,5 \frac{dT^*}{T^*_0} + \frac{dq}{q_0} .$$

Замінімо диференціали на кінцеві збільшення перемінних:

$$\frac{\Delta G_A}{G_{A0}} = \frac{\Delta P^*}{P^*_0} - 0,5 \frac{\Delta T^*}{T^*_0} + \frac{\Delta q}{q_0} .$$

Замінімо абсолютні відхилення на відносні:

$$\bar{G}_B = \bar{P}^* - 0,5 \bar{T}^* + \bar{q}$$

Завдання 3.2 Лінеаризувати рівняння витрати води через зрошувач:

$$Q = \mu \cdot f \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \Delta P}$$

Виконати лінеаризацію рівняння при $f=f_0$; $\Delta P = \Delta P_0$, вважаючи що μ і ρ постійні

Рішення: Виконаємо попереднє логарифмування:

$$\ln Q = \ln \mu + \ln f - 0,5 \ln 2 + 0,5 \ln \rho + 0,5 \ln \Delta P .$$

Дорівнюємо диференціали лівої і правої частини рівняння в точці «0»:

$$\left(\frac{dQ}{Q} \right)_0 = \left(\frac{df}{f} \right)_0 + 0,5 \left(\frac{d(\Delta P)}{\Delta P} \right)_0 .$$

Замінімо диференціали на кінцеві збільшення перемінних:

$$\frac{\Delta Q}{Q_0} = \frac{\Delta f}{f_0} + 0,5 \frac{\Delta(\Delta P)}{\Delta P_0} .$$

Замінімо абсолютні відхилення на відносні:

$$\bar{Q} = \bar{f} + 0,5 \bar{\Delta P}$$

4. Привести рівняння до стандартної форми запису

Завдання 4.1 Привести ДР до стандартного виду:

$$10 \dot{\bar{y}} + 2 \bar{y} = 4 \bar{x} .$$

Рішення:

$$\frac{10 \dot{\bar{y}}}{2} + \bar{y} = \frac{4 \bar{x}}{2}; \quad 5 \dot{\bar{y}} + \bar{y} = 2 \bar{x} .$$

Завдання 4.2 Привести ДР до стандартного виду:

$$12 \ddot{\bar{y}} + 7 \dot{\bar{y}} + 4 \bar{y} = 6 \bar{x}; \quad T^2 \ddot{\bar{y}} + 2dT \dot{\bar{y}} + 4\bar{y} = K\bar{x}$$

Рішення:

$$\frac{12}{4}\ddot{y} + \frac{7}{4}\dot{y} + y = \frac{6}{4}\bar{x}; \quad 3\ddot{y} + 1,75\dot{y} + y = 1,5\bar{x}; \quad T^2=3; \quad 2dT=1,75; \quad T=1,7; \quad d=0,5.$$

5. Визначення передаточної функції

Завдання 5.1. Визначити передаточну функцію:

$$5\dot{y} + y = 3\bar{x}.$$

Рішення:

$$5pY + Y = 3X; \\ W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{5}{3p+1}.$$

Завдання 5.2 Визначити передаточну функцію:

$$64\ddot{y} + 4\dot{y} + 2y = 3\bar{x}.$$

Рішення:

$$32\ddot{y} + 2\dot{y} + y = 1,5\bar{x}; \quad 32p^2Y + 2pY + Y = 1,5X.$$

$$W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{1,5}{32p^2 + 2p + 1}.$$

Завдання 5.3 Записати ДР по відомій передаточній функції:

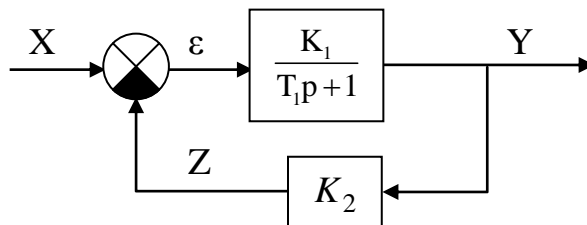
$$W(P) = \frac{Y}{X} = \frac{5}{(3P+1)P}$$

Рішення:

$$(3p+1)pY = 5X, \quad 3p^2Y + pY = 5X, \\ 3\ddot{y} + \dot{y} = 5\bar{x}.$$

6. Визначення еквівалентної передаточної функції АС

Завдання 6.1 Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:

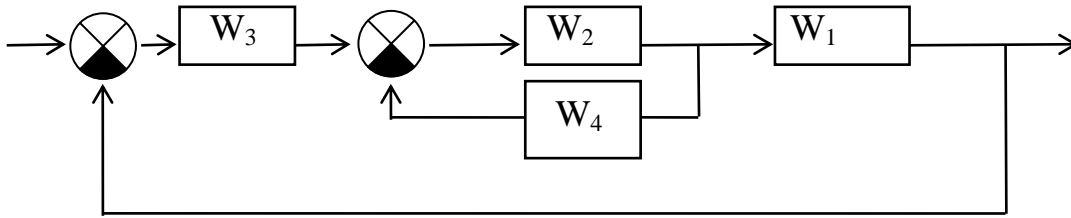


Рішення:

$$W(P) = \frac{Y}{X} = \frac{\frac{K_1}{T_1P+1}}{1 + \frac{K_1}{T_1P+1}K_2} = \frac{K_1}{(T_1P+1) + K_1K_2} = \frac{K}{TP+1},$$

$$\text{де } K = \frac{K_1}{1 + K_1 K_2} ; \quad T = \frac{T_1}{1 + K_1 K_2} .$$

Завдання 6.2 Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:

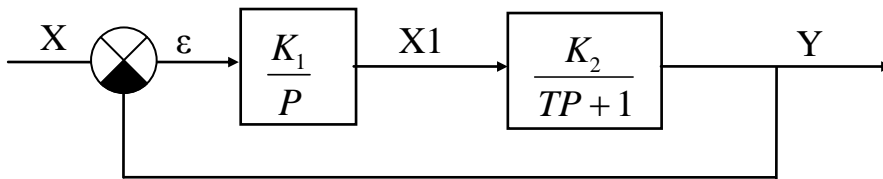


Рішення:

$$W_{2,4} = \frac{W_2}{1 + W_2 \cdot W_4} ; \quad W_{3,2,4,1} = W_3 \cdot W_{2,4} \cdot W_1$$

$$W_{\text{д\`e}} = \frac{W_3 \cdot \frac{W_2}{1 + W_2 \cdot W_4} \cdot W_1}{1 + \frac{W_1 \cdot W_2 \cdot W_3}{1 + W_2 \cdot W_4}} = \frac{W_1 W_2 W_3}{W_1 W_2 W_3 + W_2 W_4 + 1}$$

Завдання 6.3 Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:



Рішення:

$$W_{\text{д\`e}} = \frac{\frac{K_1}{P} \cdot \frac{K_2}{TP+1}}{1 + \frac{K_1}{P} \cdot \frac{K_2}{TP+1}} = \frac{K_1 K_2}{P(TP+1) + K_1 K_2} ;$$

$$W_{\text{д\`e}} = \frac{1}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1} ;$$

$$T_1^2 = \frac{T}{K_1 K_2} ; \quad T_2 = \frac{1}{K_1 K_2}$$

Задача 2.1

Скласти функціональну схему АС, по вихідній системі диференціальних рівняння її елементів:

$$T_1 \dot{y} = \bar{z} ;$$

$$T_2 \dot{\bar{z}} + \bar{z} = \bar{x} .$$

Рішення: запишемо рівняння в операторній формі:

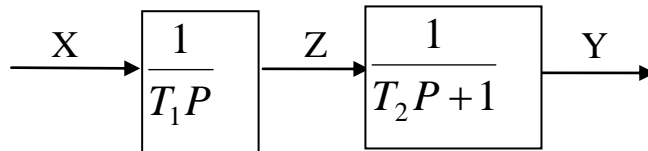
$$T_1PY = Z ;$$

$$T_2PZ + Z = X .$$

Отже: $Y = \frac{1}{T_1 \cdot P} \cdot Z$; $Z = \frac{1}{T_2P + 1} X$. $Y = \frac{1}{T_1P} \cdot \frac{1}{T_2P + 1} \cdot X$.

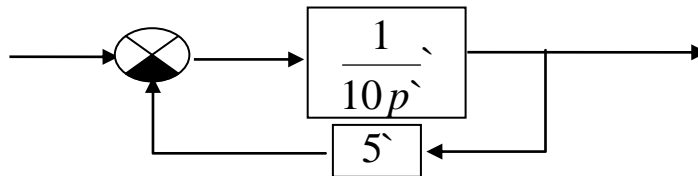
Далі: $Y = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot X$, де: $W_1(p) = \frac{1}{T_1P}$; $W_2(p) = \frac{1}{T_2P + 1}$.

Складемо функціональну схему АС:



Задача 2.2

Визначити перехідну функцію і зобразити перехідну характеристику АС з наступною функціональною схемою:



Рішення:

Визначимо еквівалентну передатну функцію АС:

$$W(p) = \frac{\frac{1}{10p}}{1 + 5 \cdot \frac{1}{10p}} = \frac{1}{10p + 5} .$$

Запишемо рівняння динаміки АС в операторній формі:

$$10pY + 5Y = X$$

Визначимо динамічні параметри АС:

$$2pY + Y = 0,2 \cdot X , \text{ отже } T=2\text{с}, K=0,2$$

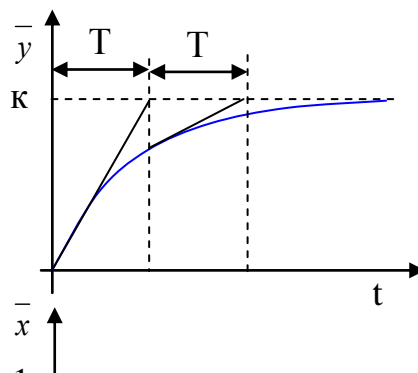
Запишемо рівняння динаміки АС у стандартному виді:

$$2\dot{\bar{y}} + \bar{y} = 0,2\bar{x} .$$

Одержали рівняння реальної позиційної ланки. Перехідна функція має вид:

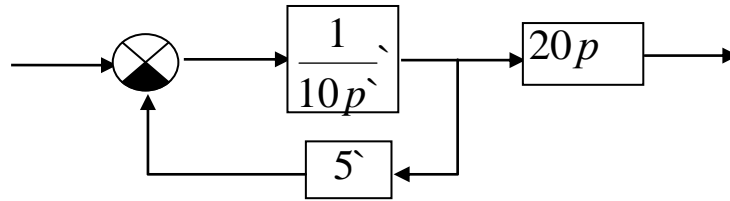
$$\bar{y}(t) = K \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}}) = 0,2 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{2}}) .$$

Перехідна характеристика:



Задача 2.3

Визначити перехідну характеристику і зобразити перехідну функцію АС з функціональною схемою:

**Рішення:**

Визначимо еквівалентну передатну функцію АС:

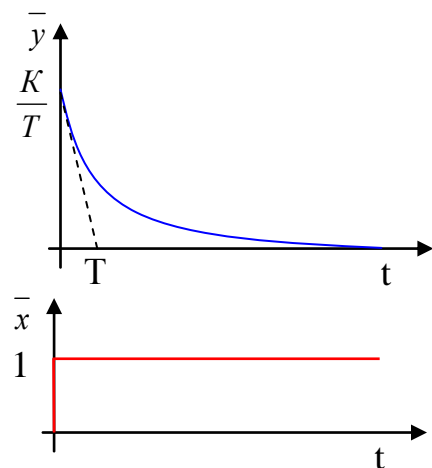
$$W(p) = \frac{1}{10p} \cdot 20p = \frac{20p}{10p+5} = \frac{4p}{2p+1}$$

Передатна функція відповідає реальному (інерційному) ланці, що диференціює.

Динамічні параметри ланки:

$$K=4; \quad T=2\text{с.}$$

Перехідна характеристика:

**Задача 2.4**

Визначити перехідну функцію і зобразити перехідну характеристику АС з рівнянням динаміки:

$$12\ddot{y} + 10\dot{y} + 2\bar{y} = 6\bar{x}$$

Запишемо рівняння в стандартному виді:

$$6\ddot{y} + 5\dot{y} + \bar{y} = 3\bar{x}$$

Динамічні параметри системи:

$$K=3; \quad T = \sqrt{6}\text{с}; \quad d = \frac{5}{2T} = \frac{5}{2\sqrt{6}} > 1.$$

Декремент загасання більше одиниці, отже перехідний процес аперіодичний. Визначимо корені характеристичного рівняння:

$$p_{1,2} = \frac{-5 \pm \sqrt{25 - 4 \cdot 6 \cdot 1}}{2 \cdot 6} = \frac{-5 \pm 1}{12}.$$

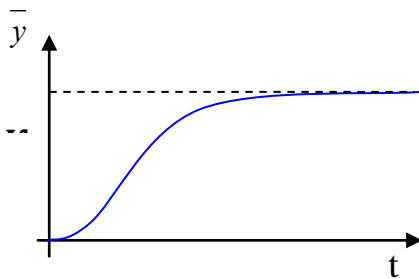
$$p_1 = -\frac{1}{3}; \quad p_2 = -\frac{1}{2}.$$

Позначимо: $T_1 = -\frac{1}{p_1} = 3$; $T_2 = -\frac{1}{p_2} = 2$.

Перехідна функція і характеристика мають вид:

$$\bar{y}(t) = K \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{T_2}{T_2 - T_1} e^{-\frac{t}{T_2}} \right).$$

Перехідна характеристика складається з двох експонент і відповідно до характеру перехідного процесу називається аперіодичної.



Особливості графіка:

1. При $t=0 \rightarrow \dot{\bar{y}} = 0$.
2. Є точка перегибу.

7. Письмове опитування по матеріалам заняття

Ведучий викладач видає кожному курсанту індивідуальне завдання (Додаток Б), яке містить теоретичне питання та практичну задачу. Другий викладач контролює роботу курсантів на місцях біля вікна, а ведучий – решти курсантів, причому необхідно щоб курсанти працювали самостійно, користуватися можна тільки довідковими таблицями [1, стор. 34].

Після написання роботи другий викладач перевіряє роботи курсантів, а ведучий викладач продовжує заняття.

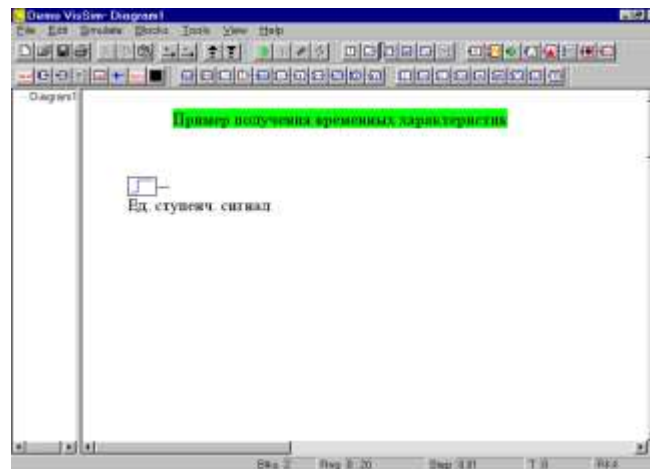
8. Побудова часових характеристик елементів пожежної автоматики в системі VisSim

Даний матеріал подається **ведучим викладачем** з демонстрацією можливостей програми VisSim на персональному комп'ютері (за допомогою програми NetOp Scool), важливі моменти даються під запис, послідовність виконання певних операцій дається під запис.

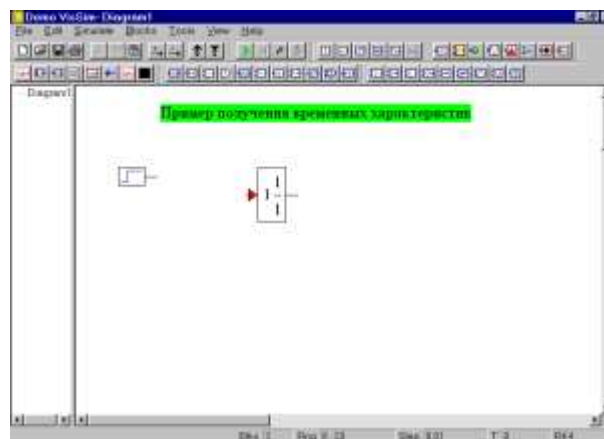
Другий викладач закінчує перевіряти роботи.

Алгоритм роботи по отриманню часових характеристик

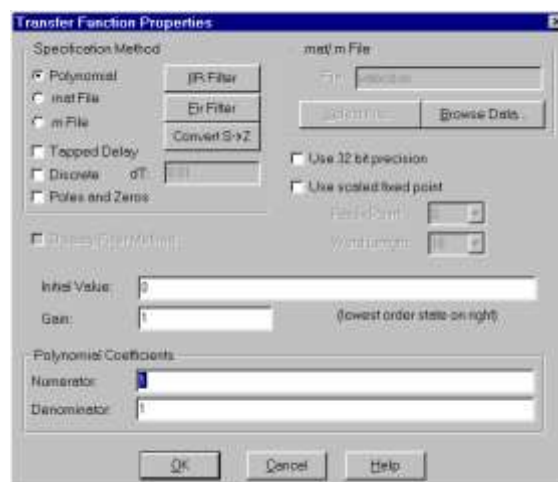
8.1 На робочому полі встановити піктограму одиничного ступінчастого сигналу



8.2 Правіше встановити піктограму передаточної функції. Для цього послідовно обираються пункти меню Bloks –Linear system – transferFunction

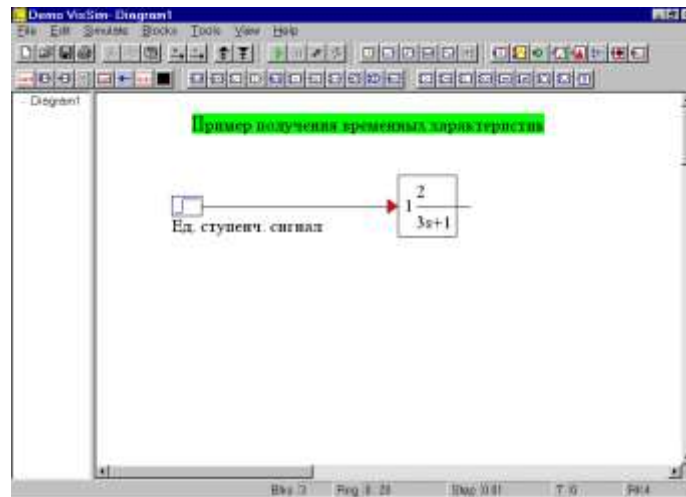


8.3 Вказати значення полінома чисельника та знаменника. Для цього підводимо курсор до піктограми і натискаємо праву клавішу миші

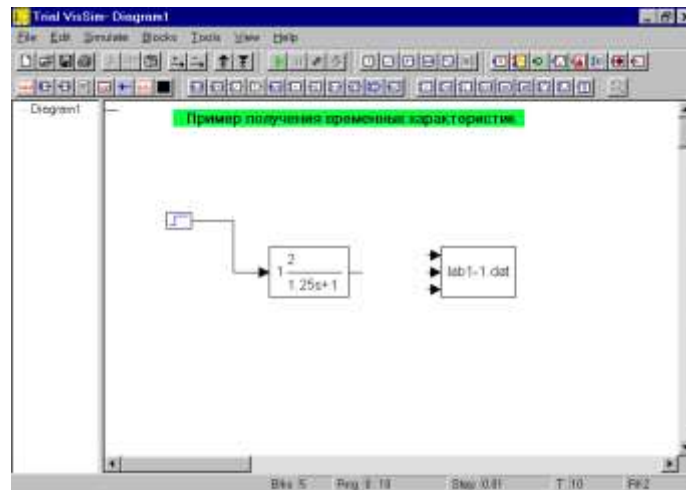


У вікні **Polynomial Coefficient** задаємо значення коефіцієнтів чисельника та знаменника передаточної функції відповідно до індивідуального завдання

8.4 Поєднати вихід генератора одиничного сигналу з входом передаточної функції



8.5 Встановити піктограму вихідного сигналу типу export (натискаючи третю зправа кнопку у верхньому ряду).

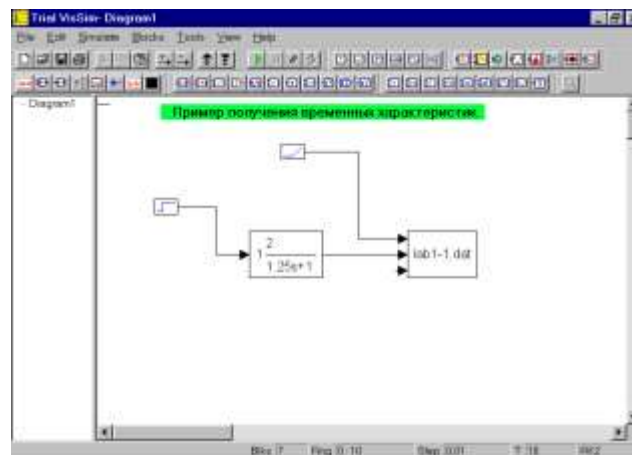


Задати властивості цього блоку, для цього навести курсор на піктограму **export** і натиснути праву клавішу миші



натиснути кнопку **Select File...** та вказати місце на жорсткому диску де буде розташований файл результатів розрахунку **lab-1- .dat** в полі **Data File Name** повинно з'явитись путь та ім'я файлу, в якому будуть зберігатись результати розрахунків. В полі **Data Point Time Delta** записати значення шагу виводу даних **Fixed Interval 0.5**

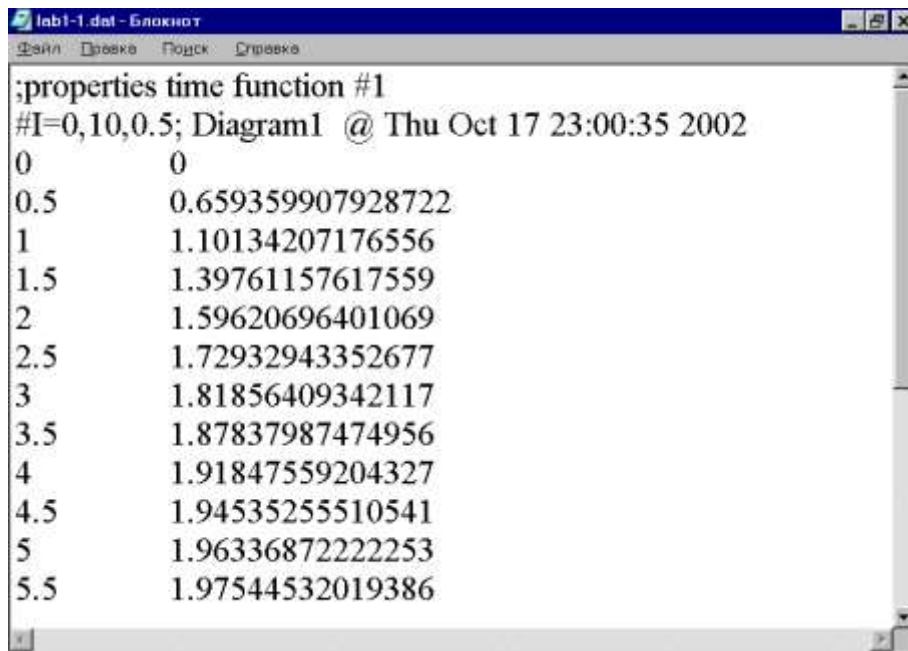
8.6 Над піктограмою передаточної функції встановити піктограму вхідного сигналу що змінюється лінійно



Поєднати перший вхід піктограми **export** з виходом піктограми сигналу що лінійно змінюється, а другий вхід з виходом передаточної функції.

8.7 Виконати розрахунки, для цього необхідно натиснути клавішу F5 на клавіатурі або кнопку Go на панелі кнопок.

8.8 Розглянути результати розрахунків. Навести курсор на піктограму export і натиснути праву клавішу миші, натиснути кнопку Browse Data... На екрані з'явиться наступне вікно



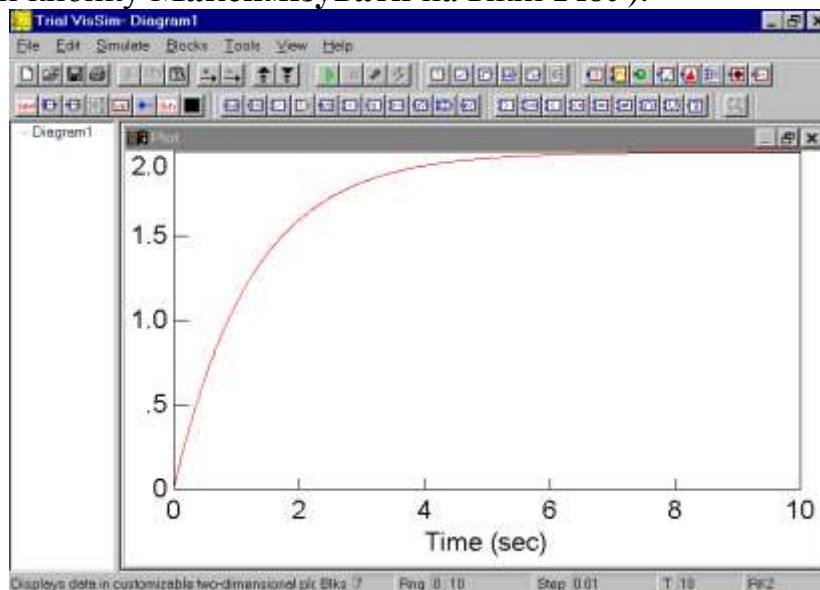
```

;properties time function #1
#I=0,10,0.5; Diagram1 @ Thu Oct 17 23:00:35 2002
0      0
0.5    0.659359907928722
1      1.10134207176556
1.5    1.39761157617559
2      1.59620696401069
2.5    1.72932943352677
3      1.81856409342117
3.5    1.87837987474956
4      1.91847559204327
4.5    1.94535255510541
5      1.96336872222253
5.5    1.97544532019386

```

Перша колонка містить значення поточного часу а друга значення вихідного сигналу. Переписати отриманні данні до зошита у вигляді таблиці, округляючи значення вихідного сигналу до однієї соті. За отриманими даними збудувати графік перехідного процесу.

Натиснути кнопку **Plot**, розташувати піктограму під зображенням передаточної функції. Поєднати вихід передаточної функції з одним з входів графіку. Виконати розрахунок (натиснути клавішу **F5**). Розгорнути отриманий графік на все робоче поле (натиснути кнопку **Максимізувати** на вікні **Plot**).



Перевірити зображення на моніторі з графіком перехідної функції що збудована за табличними даними. Повернутися в попереднє становище натиснувши кнопку **Мінімізувати**.

8.9 Виконання індивідуальних завдань.

Кожному курсанту видається індивідуальне завдання (Додаток Б), яке курсанти виконують самостійно, за допомогою ПЕОМ та алгоритму роботи, який знаходиться на кожному робочому місті. В кожній робочій групі (1 комп'ютер – 2 курсанта) призначається старший з числа найбільш встигаючих курсантів, який відповідає за вірність виконання інструкцій на комп'ютері. За 1-м – 4-м робочими місцями закріплюється ведучий викладач, за 5-м – 10-м другий викладач. Обидва викладачі в цей час слідкують за перебігом роботи на робочих місцях і відповідають на запитання, що постають індивідуально або дають пояснення для всієї групи.

10. Видача завдання на самопідготовку.

по наступним джерелам:

1. Абрамов Ю. А. Основи пожарной автоматики. МВД Украины, Харьков ХГТУСА, 1993г. Стор. 17-45.0
2. Методические указания к практическим и индивидуальным занятиям по дисциплине "Пожарная автоматика" /составители Ю.А. Абрамов, Харьков: ХГТУСА, 1994 г. Стор. 22-30

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту



Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ.
ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АС**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

1.	Оголошення теми та мети заняття	2 хвил.
2	Інструктаж по техніці безпеки	5 хвил.
3	Визначення стійкості АС	45 хвил.
5	Визначення еквівалентної передаточної функції АС	23 хвил.
6	Письмове опитування по матеріалам заняття	10 хвил.
7	Побудова елементів пожежної автоматики в системі VisSim	15 хвил.
8	Виконання індивідуальних завдань	40 хвил.
9.1	Дослідження стійкості АС	40
10	Прийняття захисту	17
11	Видача завдання на самопідготовку	2 хвил.

Мета роботи: надбання практичних навичок визначення стійкості елементів та пристроїв систем пожежної автоматики за допомогою пакетів прикладних програм.

Завдання 1. Досліджувати стійкість реального позиційного ланки (модель пожежного насоса). Виконати дослідження впливу постійної часу T на стійкість реального позиційного ланки.

Виконання роботи.

1.1. Записати рівняння динаміки АС:

$$T\ddot{y} + \dot{y} = \dot{x}$$

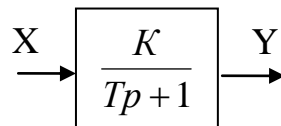
1.2. Записати передаточну функцію АС:

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1}$$

1.3. Записати перехідну функцію:

$$\bar{y}(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

1.4. Скласти функціональну схему АС:



1.5. Скласти план експерименту:

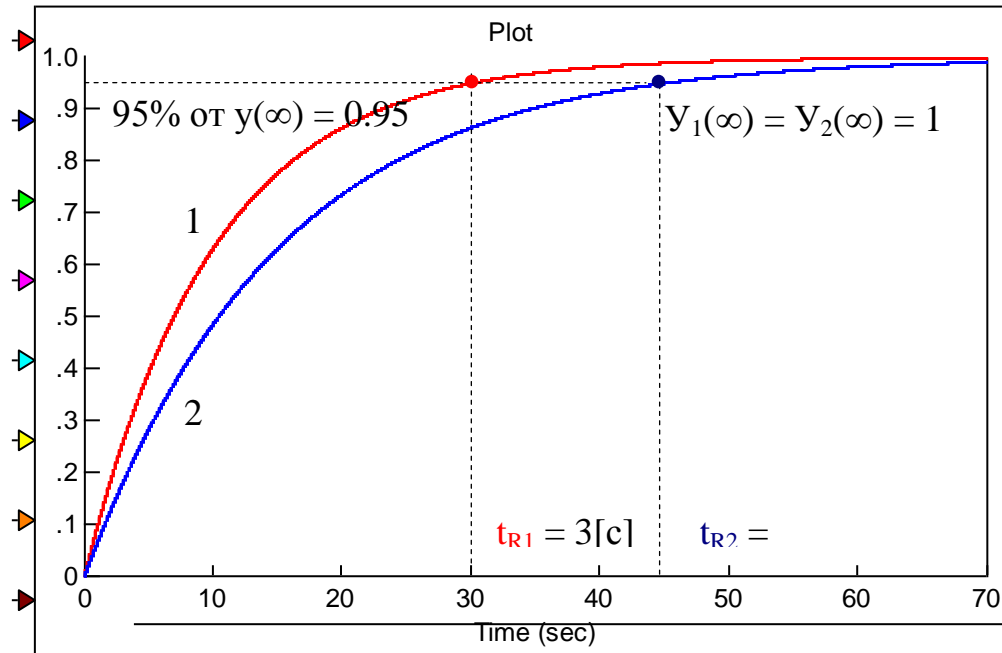
Таб.1.

№ графіка	1	2
K	1	1
T	N по списку	N по списку + 5
Визначити по графікам		
t_R		
$y(\infty)$		

1.6. Зобразити ПХ. На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умови входу ПХ в 5% зону від y (сполучна лінія);

Отримані дані заносяться в Таб.1



1.7. На підставі отриманих даних зробити і записати висновки по ЛР.

Висновок:

1. У завданні 1 досліджувався вплив постійної часу T на стійкість реальних позиційних ланок.
2. З графіків 1, 2 видно, що зміну постійної часу T не знижує стійкість реальних позиційних ланок.
3. АС, що складається з 1 реального позиційного ланки – завжди стійка.

Завдання 2. Дослідити стійкість позиційної ланки 2-порядку (пожежна помпа). Виконати дослідження впливу декременту загасання d на стійкість позиційної ланки 2-порядку.

Виконання роботи.

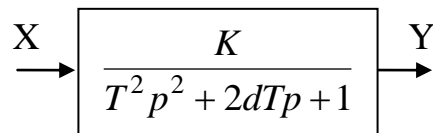
2.1. Записати рівняння динаміки АС:

$$T^2 \ddot{y} + 2dT \dot{y} + \bar{y} = K\bar{x} .$$

2.2. Записати передаточну функцію АС:

$$W(p) = \frac{K}{T^2 p^2 + 2dTp + 1}$$

2.4. Скласти функціональну схему АС:



2.5. Скласти план експерименту:

Таб.1.

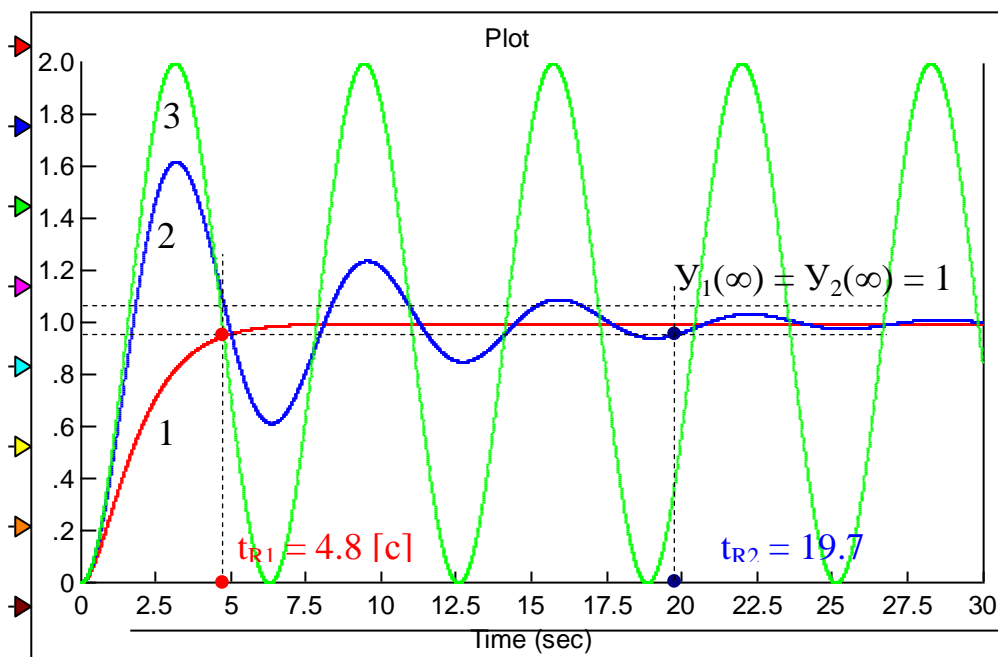
№ графіка	1	2	3
K	1	1	1
T	1	1	1
d	1	0.3	0
t_R	4.8	19.7	–
$y(\infty)$	1	1	–

2.6. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умови входу ПХ в 5% зону від y (сполучна лінія);

Отримані дані заносяться в Таб.1



2.7. На підставі отриманих даних зробити і записати висновки по ЛР.

Висновок:

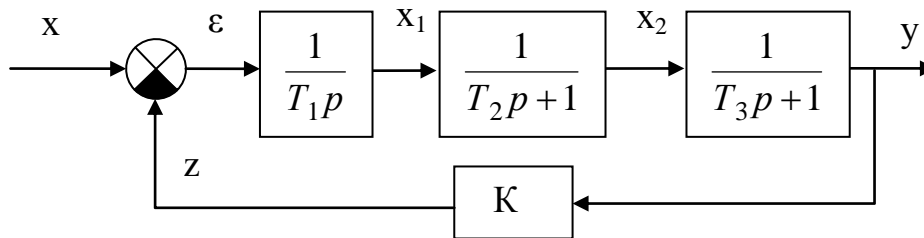
1. У завданні 2 досліджувалося впливу декременту загасання d на стійкість позиційної ланки 2-Порядку.
2. З графіків 1, 2, 3 видно, що зміна декременту загасання d впливає на стійкість позиційного ланки 2-порядку: - ланки 1 і 2 – стійкі; - Ланка 3 ($d=0$) - не стійка;
3. Зростання декременту загасання d , призводить до підвищення стійкості АС.

Завдання 3.

Дослідити стійкість замкненої АС (система підтримки тиску води в АУВПТ). Виконати дослідження впливу $K_{кр}$ на стійкість АС 3-порядку. Дослідити поведінку системи, при $K > K_{кр}$; $K < K_{кр}$. Визначити запас стійкості по амплітуді і фазі.

Виконання роботи.

3.1. Зобразити функціональну схему АС:



3.2. Записати рівняння динаміки АС:

ОУ: $T_3 \dot{\bar{y}} + \bar{y} = \bar{x}_2$;
РЕГУЛЯТОР: $T_2 \dot{\bar{x}}_2 + \bar{x}_2 = \bar{x}_1$; $T_1 \dot{\bar{x}}_1 = \bar{\varepsilon}$;
 $\bar{\varepsilon} = \bar{x} - \bar{z}$; $\bar{z} = K \bar{y}$.

3.3. Визначити $K_{кр}$

$$W_{\text{екв}} = \frac{\frac{1}{T_1 p} \cdot \frac{1}{T_2 p + 1} \cdot \frac{1}{T_3 p + 1}}{1 + \frac{1}{T_1 p} \cdot \frac{1}{T_2 p + 1} \cdot \frac{1}{T_3 p + 1} \cdot K} = \frac{\frac{1}{T_1 p} \cdot \frac{1}{T_2 p + 1} \cdot \frac{1}{T_3 p + 1}}{\frac{T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1) + K}{T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1)}};$$

$$W_{\text{екв}} = \frac{\frac{1}{T_1 p} \cdot \frac{1}{T_2 p + 1} \cdot \frac{1}{T_3 p + 1}}{\frac{T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1) + K}{T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1)}} = \frac{1}{T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1) + K};$$

АС на межі стійкості, якщо:

$$T_1 p (T_2 p + 1) (T_3 p + 1) + K = 0;$$

Тоді:

$$T_1 T_2 T_3 p^3 + T_1 T_2 p^2 + T_1 T_3 p^2 + T_1 p + K = 0$$

$$T_1 T_2 T_3 p^3 + T_1 (T_2 + T_3) p^2 + T_1 p + K = 0$$

Умова стійкості системи 3-порядку: $K > 0$

$$T_1 (T_2 + T_3) \cdot T_1 > T_1 T_2 T_3 \cdot K = 0$$

Тоді:
$$K < \frac{T_1 (T_2 + T_3) \cdot T_1}{T_1 T_2 T_3},$$

або:
$$K < \frac{T_1 (T_2 + T_3)}{T_2 T_3}.$$

3.5. Скласти план експерименту:

Таб.1.

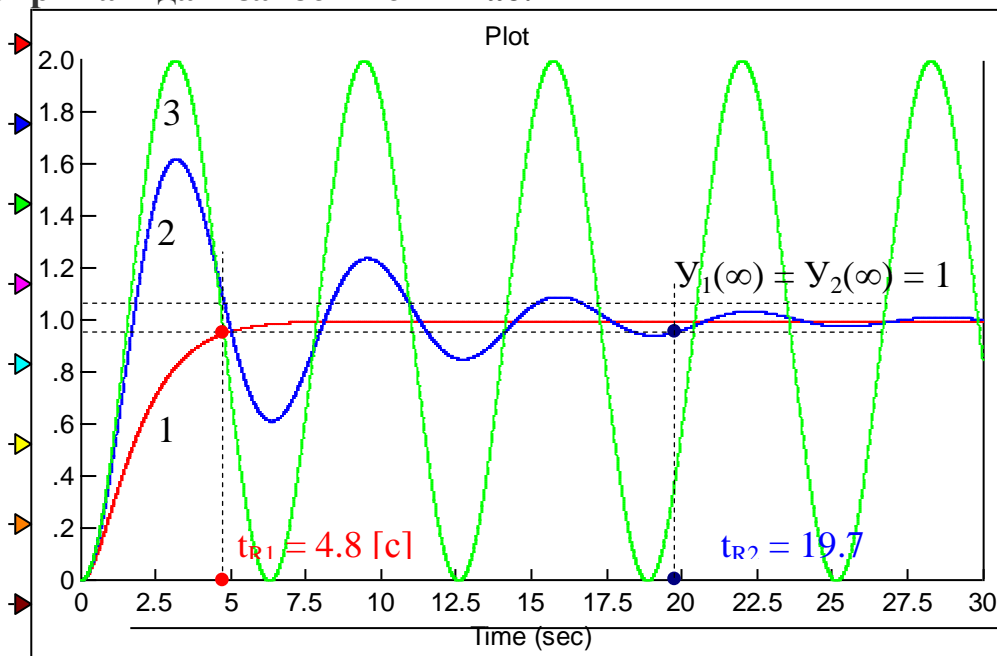
№ графіка	1	2	3
T	N по списку	1	1
K	$K_{кр}$	$K > K_{кр}$	$K < K_{кр}$
t_R			
$y(\infty)$			

3.6. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умови входу ПХ в 5% зону від y (сполучна лінія);

Отримані дані заносяться в Таб.1



3.7. На підставі отриманих даних зробити і записати висновки по ЛР.

Висновок:

1. У завданні 3 досліджувалося впливу декременту загасання d на стійкість позиційної ланки 2-Порядку.
2. З графіків 1, 2, 3 видно, що зміна декременту загасання d впливає на стійкість позиційного ланки 2-порядку:
 - ланки 1 і 2 – стійкі;
 - Ланка 3 ($d=0$) - не стійка;
3. Зростання декременту загасання d , призводить до підвищення стійкості АС.

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

- | | | |
|----|---|----------|
| 1. | Оголошення теми та мети заняття | 2 хвил. |
| 2. | Інструктаж по техніці безпеки | 3 хвил. |
| 3. | Письмове опитування по матеріалам попередніх занять | 5 хвил. |
| 4. | Розрахунки регуляторів і дослідження перехідних характеристик САР | 8 хвил. |
| 5. | Виконання індивідуальних завдань | 60 хвил. |
| 6. | Видача завдання на самопідготовку | 2 хвил. |

Ціль роботи:

1. Формування навичок визначення динамічних параметрів автоматичних систем.
2. Закріплення навичок чисельного дослідження динамічних систем.
3. Закріплення навичок обробки графічних результатів дослідження.

Завдання: 1

Розрахувати І-регулятор і дослідити перехідні характеристики САР частоти n обертів пожежного насосу із параметрами:

$$T_{\partial} = \mathcal{L}^{\circ} \text{ за списком в класному журналі; } K_m = 1; K_f = 1.$$

План виконання роботи:

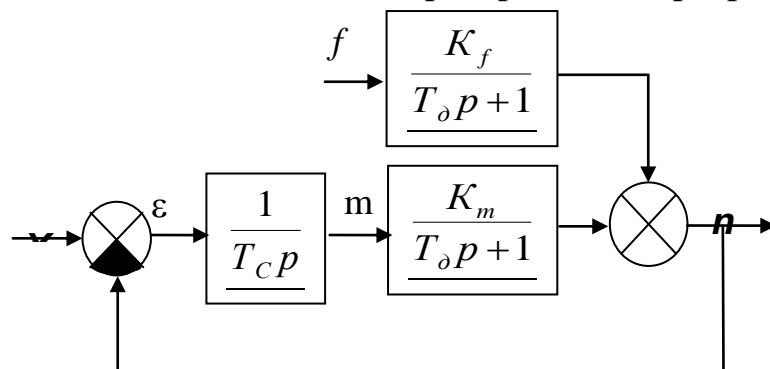
1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збурювання на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні результати.
5. Зробити висновки.

Виконання роботи**1. Рівняння динаміки:**

- об'єкта регулювання: $T_{\partial} \dot{\bar{n}} + \bar{n} = K_m \bar{m} + K_f \bar{f}$

- регулятора: $T_p \dot{\bar{m}} = \bar{\varepsilon}$

- вимірювального пристрою: $\bar{\varepsilon} = \bar{n}_{\text{зад}} - \bar{n}$

2. Функціональна схема системи при проведенні розрахунків:**3. Розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.**

Визначимо передатну функцію $W_{n/n_{\text{зад}}}(p)$.

$$W_{n/n_{\text{зад}}}(p) = \frac{1}{1 + \frac{1}{T_p p} \cdot \frac{K_m}{T_{\partial} p + 1}} = \frac{1}{1 + \frac{K_m}{T_p T_{\partial} p^2 + T_p p + K_m}}$$

Приведемо отримане вираження до стандартного виду, розділивши чисельник і знаменник на K_m , одержимо:

$$W_{n/n_{зад}}(p) = \frac{1}{\frac{T_P T_d}{K_m} p^2 + \frac{T_P}{K_m} p + 1} = \frac{1}{T_{cap}^2 p^2 + 2dT_{cap} p + 1}$$

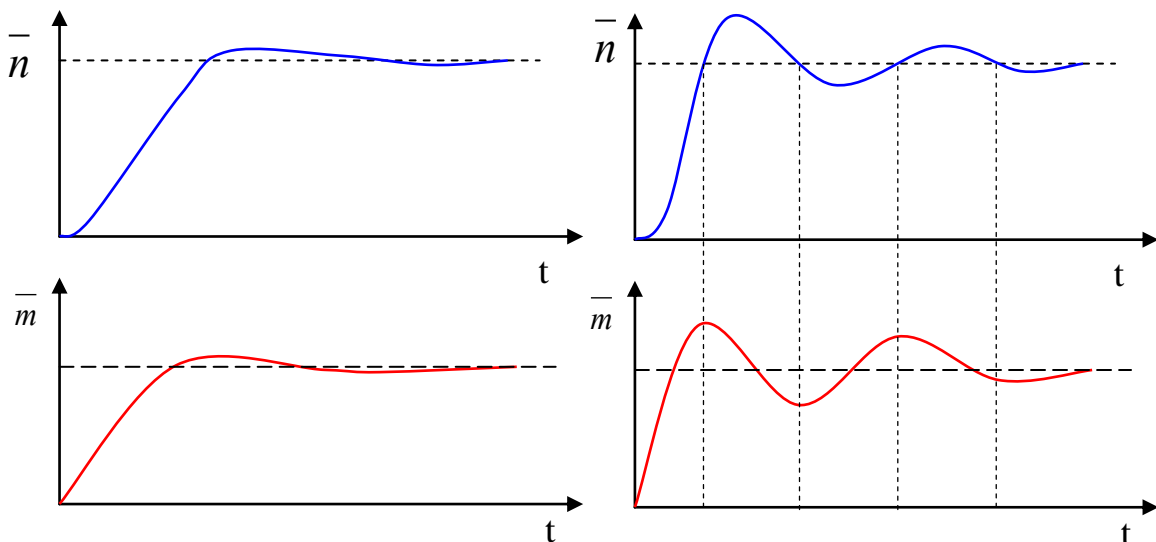
Мінімальний час перехідного процесу t відповідає декременту загасання $d=0,7$, при цьому перехідний процес виходить плавним з перерегулюванням не більш 5%.

$$t_{Rmin} = 3T_{cap}; T_{cap}^2 = \frac{T_P T_d}{K_m}; 2dT_{cap} = \frac{T_P}{K_m} \quad \text{Вирішивши}$$

отриману систему рівнянь відносно t_{Rmin} і T_c , одержимо:

$$\frac{T_{cap}}{2d} = T_d, \quad \Rightarrow t_{Rmin} = 4,2T_d, \quad \Rightarrow T_{P,opt} = 1,96T_d \cdot K_m$$

4. Результати досліджень



Висновки

1. Мінімальний час регулювання визначається інерційністю об'єкта і не залежить від властивостей регулятора. Для одержання найкращої якості регулювання параметри регулятора повинні відповідати властивостям об'єкта управління.
2. Низькі динамічні властивості І-регулятора порозуміваються відсутністю надлишкового регулюючого впливу на початковому етапі регулювання і попереднього зменшення регулюючого впливу на кінцевому етапі регулювання.
3. Підвищення швидкодії регулятора приводить до погіршення якості регулювання.

Завдання: 2

Розрахувати П-регулятор і дослідити перехідні характеристики САР частоти n обертів пожежного насосу із параметрами:

$T_\delta = 1$ за списком в класному журналі; $K_m = 1$; $K_f = 1$;

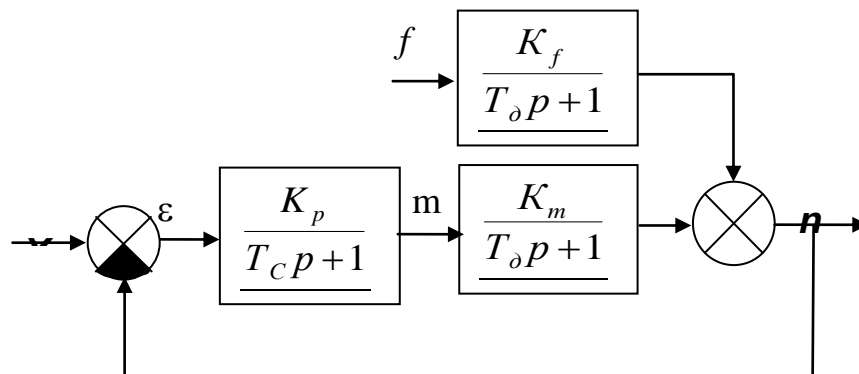
час регулювання $t_{Rзад} = \frac{T_\delta}{2}$.

План виконання роботи:

1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збурювання на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні результати.
5. Зробити висновки.

Виконання роботи**1. Рівняння динаміки:**

- об'єкта регулювання: $T_\delta \dot{\bar{n}} + \bar{n} = K_m \bar{m} + K_f \bar{f}$
- регулятора: $T_c \dot{\bar{m}} + \bar{m} = K_p \bar{\varepsilon}$
- вимірювального пристрою: $\bar{\varepsilon} = \bar{n}_{зад} - \bar{n}$

2. Функціональна схема системи при проведенні розрахунків:**3. Розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.**

Визначимо передатну функцію $W_{n/n_{зад}}(p)$.

$$W_{n/n_{зад}}(p) = \frac{\frac{K_p}{T_p p + 1} \cdot \frac{K_m}{T_d p + 1}}{1 + \frac{K_p}{T_p p + 1} \cdot \frac{K_m}{T_d p + 1}} = \frac{K_p \cdot K_m}{T_p T_d p^2 + (T_p + T_d)p + (1 + K_p K_m)}$$

Приведемо отримане вираження до стандартного виду, розділивши чисельник і знаменник на $1 + (K_p K_m)$, одержимо:

$$W_{n/n_{зад}}(p) = \frac{\frac{K_p \cdot K_m}{1 + K_p K_m}}{\frac{T_p T_d}{1 + K_p K_m} p^2 + \frac{(T_p + T_d)}{1 + K_p K_m} p + 1} = \frac{K_{cap}}{T_{cap}^2 p^2 + 2d T_{cap} p + 1}$$

Видно, що розглянута АС описується ланкою 2-го порядку, властивості якого відомі. Мінімальний час перехідного процесу t відповідає декременту загасання $d=0,7$, при цьому перехідний процес виходить плавним з перерегулюванням не більш 5%.

$$t_{R \min} = 3T_{cap}$$

$$T_{cap}^2 = \frac{T_p T_d}{1 + K_p K_m}; \quad (1) \quad 2d T_{cap} = \frac{T_p + T_d}{1 + K_p K_m} \quad (2)$$

Розділимо рівняння 1 на рівняння 2, одержимо:

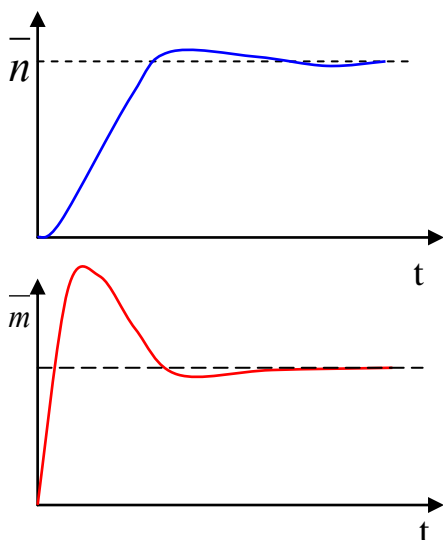
$$\frac{T_{cap}}{2d} = \frac{T_p T_d}{T_p + T_d} \Rightarrow t_{R \min} = 4,2 \frac{T_p T_d}{T_p + T_d}$$

Задаючи величину $K_p=1 \dots 10 \dots 100$, легко визначити значення T_c .

$$T_p = \frac{t_p T_d}{4,2 T_d - t_p}; \quad T_p = \frac{T_{CAP} T_d}{2d T_d - T_{CAP}};$$

$$K_p = \left(\frac{T_p T_d}{T_{CAP}^2} - 1 \right) / K_M; \quad K_p = \left(\frac{T_p + T_d}{2d T_{CAP}} - 1 \right) / K_M.$$

4. Результати дослідження



Висновки:

1. Мінімальний час регулювання залежить від властивостей регулятора. Чим вище швидкодія регулятора (менше T_p), тим менше час регулювання. При цьому якість перехідного процесу не погіршується.

2. Високі динамічні можливості П-регулятора порозуміваються великими надлишковими регулюючими впливами на початковому етапі регулювання. Велика помилка – великий вплив. І попереднім зменшенням регулюючого впливу на кінцевому етапі.

Щоб зменшити час регулювання, необхідно

створити як можна більше регулююче вплив на

початковому етапі регулювання.

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
СИНТЕЗ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

Ціль заняття: Закріплення знань, отриманих на лекціях і самостійній роботі. Прищеплювання навичок по визначенню перехідних функцій і характеристик динамічних ланок і їх з'єднань.

План проведення практичного заняття № 2

Навчальні питання:

Вступ	5хв
Основна частина:	150хв
Рішення задач у дошки:.....	120хв
Самостійне рішення задач:.....	30хв
Заключна частина	5хв

НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О. Основи пожежної автоматики. С. 07-12.
2. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янка О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.–279с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1. Вступ:

- перевірка наявності і зовнішнього вигляду тих, які навчаються;
- оголошення теми і мети заняття;
- коротко узагальнити теоретичні положення, необхідні в роботі.

3. Основна частина:

1. При підготовці до заняття № 2 курсанти повинні проробити лекційний матеріал по темі № 2 і літературу [1] 2.1 ; 2.2 ; 3.1.
2. Опитування по лекційному матеріалі проводиться усно.
3. При роботі в дошки необхідно змінювати курсантів у ході рішення задач для охоплення більшої кількості курсантів і активізації роботи.
4. При рішенні задач припустиме використання конспектів.
5. Під час заняття рекомендується перевірити в курсантів конспекти лекцій.

4. Висновок:

- підведення підсумків і досягнення мети заняття;
- оцінка роботи курсантів;
- видача завдання на самостійну підготовку;
- вирішити задачі [2]: 1.6, 1.8, 2.3, 4.15, 5.15, 7.19.

Завдання: 1

Розрахувати параметри регулятора (І-регулятор), що забезпечує статизм САР $\bar{\varepsilon} \leq 0,02 N_{\bar{e}}$ з/с при дії зовнішнього впливу, що збурює, виду $\dot{f} = 0,01$, і час регулювання $t_R = 3 N_{\bar{e}}$ з/с. Динамічні параметри двигуна:

$$T_{\partial} = N_{\bar{e}} \text{ записком в класному журналі}; K_m = 2; K_f = 2.$$

План виконання роботи:

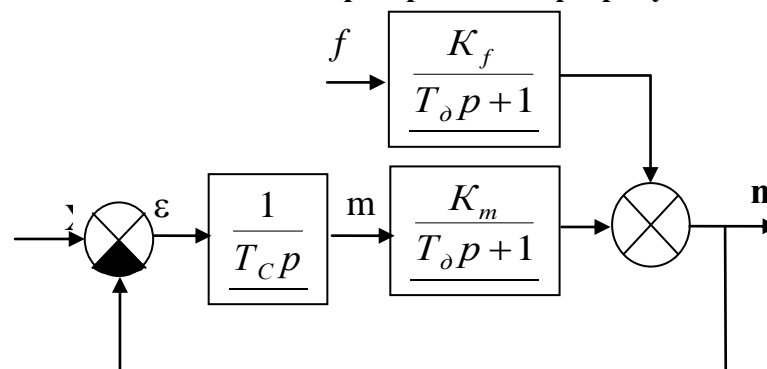
1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збурювання на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні результати.
5. Зробити висновки.

Виконання роботи**1. Рівняння динаміки:**

- об'єкта регулювання: $T_{\partial} \dot{n} + \bar{n} = K_m \bar{m} + K_f \bar{f}$

- регулятора: $T_D \dot{m} = \varepsilon$

- вимірювального пристрою: $\bar{\varepsilon} = \bar{n}_{зд} - \bar{n}$

2. Функціональна схема системи при проведенні розрахунків:**3. Розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.**

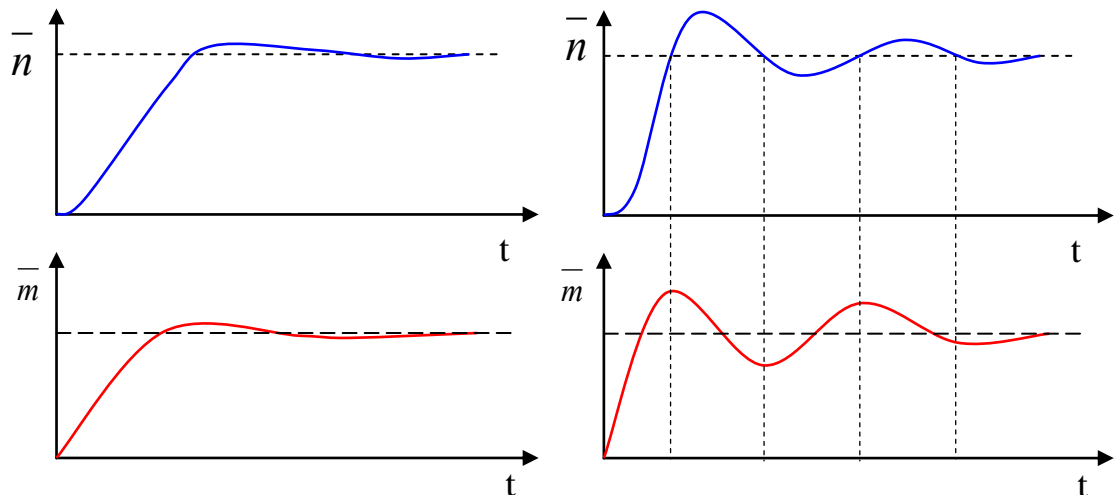
$$t_{R \min} = 3T_{cap} \quad ; \quad T_{cap}^2 = \frac{T_p T_d}{K_m} \quad ; \quad 2d T_{cap} = \frac{T_p}{K_m}$$

Вирішивши отриману систему рівнянь відносно $t_{R \min}$ і T_c , одержимо:

$$\frac{T_{cap}}{2d} = T_{\partial} \quad , \quad \Rightarrow t_{R \min} = 4,2 T_{\partial} \quad , \quad \Rightarrow T_{p, \text{opt}} = 1,96 T_{\partial} \cdot K_m$$

$$\bar{\varepsilon}_f(\infty) = -\frac{K_f T_p a}{K_m} \quad ; \quad T_p = \frac{\bar{\varepsilon}_f(\infty) \cdot K_m}{K_f \cdot a}$$

4. Результати досліджень



Висновки

1. Мінімальний час регулювання визначається інерційністю об'єкта і не залежить від властивостей регулятора. Для одержання найкращої якості регулювання параметри регулятора повинні відповідати властивостям об'єкта управління.
2. Низькі динамічні властивості І-регулятора порозуміваються відсутністю надлишкового регулюючого впливу на початковому етапі регулювання і попереднього зменшення регулюючого впливу на кінцевому етапі регулювання.
3. Підвищення швидкодії регулятора приводить до погіршення якості регулювання.

Завдання: 2

Розрахувати параметри регулятора (П-регулятор), що забезпечує статизм САР

$\bar{\varepsilon} \leq 0,02 \text{ № з/с}$ при дії зовнішнього впливу, що збуджує виду $\bar{f} = 0,01$ і час

регулювання $t_R = 3 \text{ № з/с}$. Динамічні параметри двигуна:

$T_o = \text{№}$ записком в класному журналі;; $K_m = 2$; $K_f = 2$.

План виконання роботи:

1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збудування на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні результати.
5. Зробити висновки.

Виконання роботи

1. Рівняння динаміки:

- об'єкта регулювання:

$$T_o \dot{\bar{n}} + \bar{n} = K_m \bar{m} + K_f \bar{f}$$

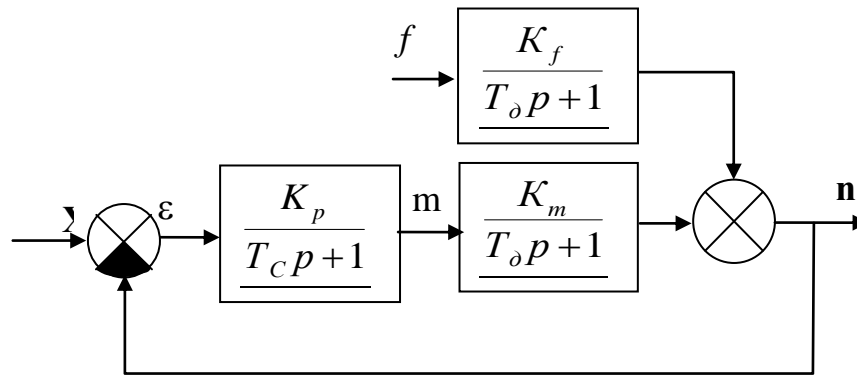
- регулятора:

$$T_c \dot{\bar{m}} + \bar{m} = K_p \bar{\varepsilon}$$

- вимірювального пристрою:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{n}_{\text{зд}} - \bar{n}$$

2. Функціональна схема системи при проведенні розрахунків:



3. Розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.

$$t_{R \min} = 3T_{cap}; \quad T_{cap}^2 = \frac{T_p T_d}{1 + K_p K_m}; \quad 2dT_{nad} = \frac{\dot{O}_p + \dot{O}_i}{1 + \hat{E}_\delta \hat{E}_m}$$

$$\frac{T_{cap}}{2d} = \frac{T_p T_d}{T_p + T_d} \Rightarrow t_{R \min} = 4,2 \frac{T_p T_d}{T_p + T_d}$$

$$T_p = \frac{t_p T_d}{4,2 T_d - t_p}; \quad T_p = \frac{T_{CAP} T_d}{2d T_d - T_{CAP}}; \quad K_p = \left(\frac{T_p T_d}{T_{CAP}^2} - 1 \right) / K_M;$$

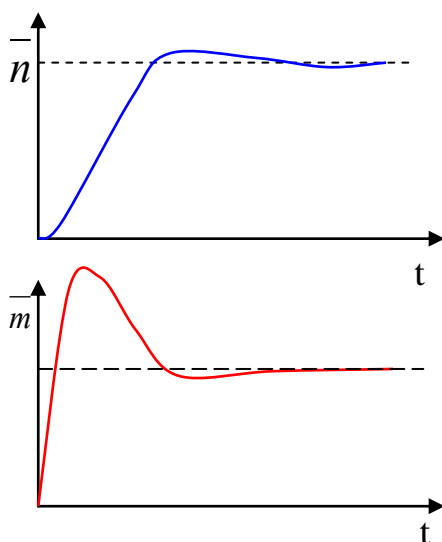
$$K_p = \left(\frac{T_p + T_d}{2d T_{CAP}} - 1 \right) / K_M.$$

$$\bar{\varepsilon}_f(\infty) = \frac{-K_f \cdot a}{1 + K_p K_m}$$

$$K_p = \frac{\frac{K_f \cdot a}{\bar{\varepsilon}_f(\infty)} - 1}{K_m};$$

$$T_p = (1 + K_p K_m) 2d T_{cap} - T_d$$

4. Результати дослідження



Висновки:

1. Мінімальний час регулювання залежить від властивостей регулятора. Чим вище швидкодія регулятора (менше T_p), тим менше час регулювання. При цьому якість перехідного процесу не погіршується.

2. Високі динамічні можливості П-регулятора порозуміваються великими надлишковими регулюючими впливами на початковому етапі регулювання. Велика помилка – великий вплив. І попереднім зменшенням регулюючого впливу на кінцевому етапі.

Щоб зменшити час регулювання, необхідно

Додаток А.

ВИСНОВОК: були розглянуті поняття синтезу АС с регуляторами, які працюють за П, І – законами управління. Показані переваги та недоліки цих автоматичних систем.

ЗАВДАННЯ НА САМОПІДГОТОВКУ1.

Ю.А. Абрамов “Основы пожарной автоматики”. Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1993, с 230-280.

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
МЕТОДИ ТА ПОГРІШНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ. ПРИЛАДИ
ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ, ТИСКУ, РІВНЯ, ЩІЛЬНОСТІ,
ВИТРАТ, ОСВІТЛЕНOSTІ**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

1.	Оголошення теми та мети заняття	2 хвил.
2.	Опитування по матеріалам попередніх занять	8 хвил.
3.	Визначення погрішностей роботи приладів.	55 хвил.
4.	Визначення принципів контролю температури	30 хвил.
5.	Визначення принципів контролю тиску	30 хвил.
6.	Виконання контрольної роботи	30 хвил.
7.	Підведення підсумків та видача завдання на самопідготовку	5 хвил.

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Письмове опитування по матеріалам попередніх занять

Ведучий викладач надає теоретичні питання (Додаток А). Другий викладач контролює роботу курсантів (студентів) на місцях.

Визначення принципів контролю тиску. Визначення погрішностей роботи приладів.

РОБОЧЕ МІСЦЕ № 1
ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ

- 1) Манометри технічні МТ, ДМ
- 2) Вакуумметри технічні ДВ-05
- 3) Моновакуумметри технічні ДА-05
- 4) Манометри електроконтактні
- 5) Цифрові манометри та вакуумметри

План роботи:

1. Назва приладу
2. Визначити та записати призначення приладу
3. Визначити та записати принцип приладу
4. Визначити та записати основні данні приладу
5. Виконати додаткове завдання

Визначення принципів контролю температури та освітленості

РОБОЧЕ МІСЦЕ № 2

ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ОСВІТЛЕНОСТІ

- 1) ТЭТ-2
- 2) ТХК-2088
- 3) Пірометр «Оптик»
- 4) Пірометр «Квант»
- 5) Люксметр Ю116

План роботи:

1. Назва приладу
2. Визначити та записати призначення приладу
3. Визначити та записати принцип приладу
4. Визначити та записати основні данні приладу
5. Виконати додаткове завдання

Видача завдання на самопідготовку.

по наступним джерелам:

1. Абрамов Ю. А. Основи пожарной автоматики. МВД Украины, Харьков ХГТУСА, 1993г.
2. Авомастика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янку О.А. та інш.
3. Конспект.

Питання для усного опитування

1. Методи вимірювань; 2. Погрішність виміру; 3. Клас точності вимірника
4. Вимірювальні прилади

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИНИ**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

- | | | |
|----|---|----------|
| 1. | Оголошення теми та мети заняття | 2 хвил. |
| 2. | Опитування по матеріалам попередніх занять | 8 хвил. |
| 3. | Визначення принципів контролю складу газів | 45 хвил. |
| 4. | Виконання контрольної роботи | 20 хвил. |
| 5. | Підведення підсумків та видача завдання на самопідготовку | 5 хвил. |

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Письмове опитування по матеріалам попередніх занять

Ведучий викладач надає теоретичні питання (Додаток А). Другий викладач контролює роботу курсантів (студентів) на місцях.

3. Визначення принципів контролю складу газів

РОБОЧЕ МІСЦЕ
ПРИЛАДИ ДЛЯ АНАЛІЗУ СКЛАДУ ГАЗІВ

- 1) СТХ-17-3
- 2) Сигнально-відсічна система SSO-2004
- 3) ДТХ-127-1, ДТХ-128-1

План роботи:

1. Ознайомлення з технічною документацією та конструкцією приладу.
2. Записати назву та призначення приладу
3. Визначити та записати принцип приладу
4. Визначити та записати основні данні приладу
5. Виконати додаткове завдання

Сповіщувачі повинні реагувати, як мінімум, на один з наведених нижче газів при концентрації в межах:

CO_2 – 1000 ÷ 1500 ppm;

CO – 20 ÷ 80 ppm;

C_xH_y – 10 ÷ 20 ppm.

По чутливості до CO сповіщувачі ділять на два класи:

1-й клас - 20 ÷ 40 ppm;

2-й клас - 41 ÷ 80 ppm.

Примітка. Сповіщувачі можуть реагувати на інші гази, що однозначно свідчать про виникнення загоряння, відповідно до ТУ на сповіщувачі.

1.2.2. Нижня межа вибухонебезпеки (НМВ) – концентрація Ch об'єму газу в повітрі, нижче якої газова атмосфера вибуху не виника. Вимірюється в %.

Робота ГСП полягає в контролі концентрації Ch вибухонебезпечних газів відносно НМВ, тобто до досягнення атмосфери вибуху.

Видача завдання на самопідготовку.

по наступним джерелам:

1. Абрамов Ю. А. Основи пожарной автоматики. МВД України, Харьков ХГТУСА, 1993г.

2. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янку О.А. та інш.

3. Конспект.

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

**Практичне заняття
РОБОТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ КОНТРОЛЮ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ**

Методичну розробку склав:
Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

- | | |
|---|----------|
| 1. Оголошення теми та мети заняття | 2 хвил. |
| 2. Опитування по матеріалам попередніх занять | 8 хвил. |
| 3. Визначення принципів роботи електронних приладів контролю технологічних параметрів | 45 хвил. |
| 4. Виконання контрольної роботи | 20 хвил. |
| 5. Підведення підсумків та видача завдання на самопідготовку | 5 хвил. |

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Письмове опитування по матеріалам попередніх занять

Ведучий викладач надає теоретичні питання (Додаток А). Другий викладач контролює роботу курсантів (студентів) на місцях.

1. Електронний автоматичний урівноважений міст

Урівноважений міст призначений для безупинного виміру, запису та регулювання температури.

Він працює в комплекті з термометрами опорів стандартних градувань, тобто має відповідність заданої межі виміру – градуювання термометра опорів.

Мостова вимірювальна схема використовується більше 100 років.

Можливість виміру і фізична сутність роботи її вперше розглянуті в роботах французького дослідника Шарля Крісті (1833 р.) і приблизно в ці ж роки англійським дослідником Уінстоном.

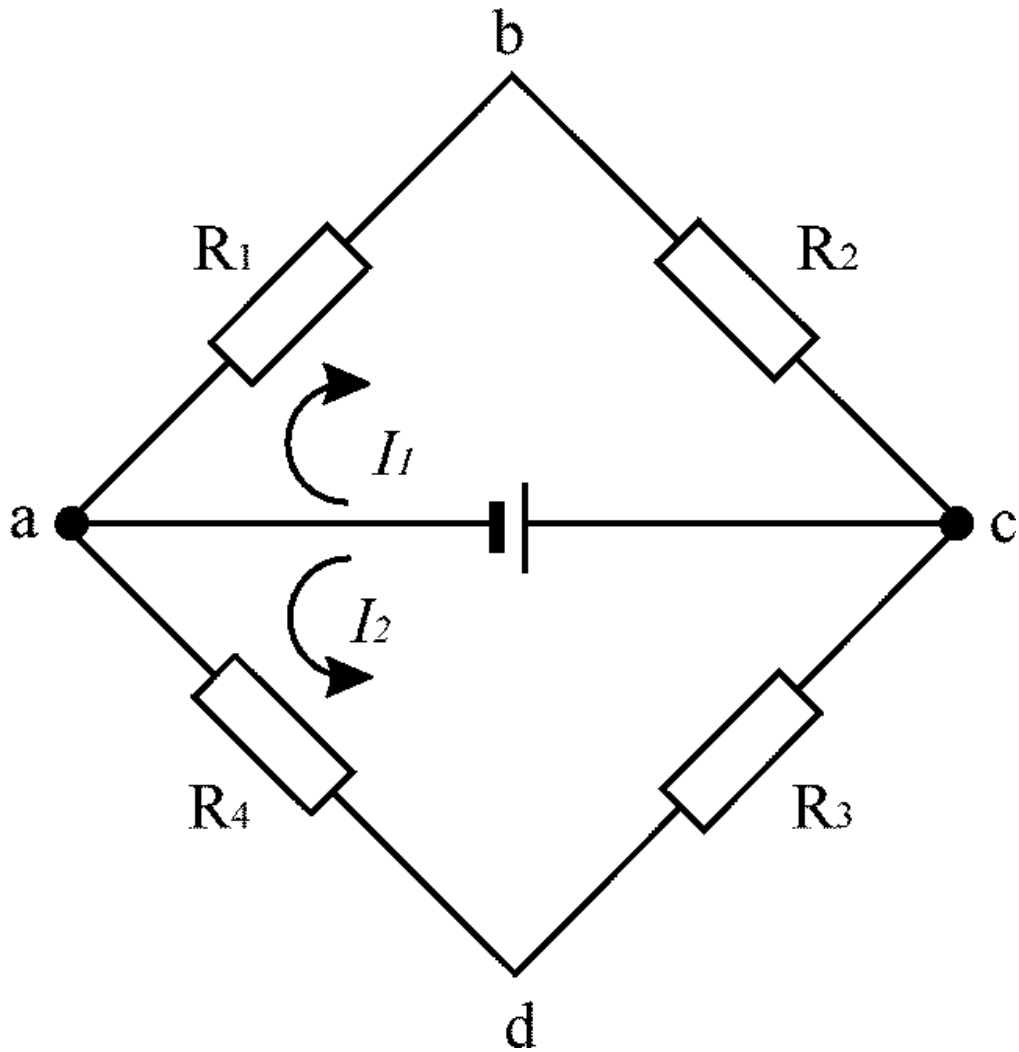


Рис. 1 – Схема рівноважного моста:
 R_1, R_2, R_3, R_4 – резистори;
 ac – діагональ живлення; bd – діагональ виміру

Вимір заснований на дотриманні певного співвідношення (рівноваги) між опорамі (плечима) мосту.

Врівноважений міст - на вершинах вимірювальної діагоналі різниця потенціалів $U_{bd} = 0$.

Цьому стану відповідає рівність падінь напруг:

$$U_1 = U_4 ; \quad U_2 = U_3 . \quad (1)$$

За законом Ома

$$U_1 = J_1 R_1; \quad U_2 = J_1 R_2; \quad U_3 = J_2 R_3; \quad U_4 = J_2 R_4. \quad (2)$$

$$R_1 R_3 = R_2 R_4, \quad (3)$$

Рівняння (3) - класична умова рівноваги мостової схеми: якщо добутки опорів протилежних плечей мостової схеми рівні між собою, то на вершинах вимірювальної діагоналі відсутня різниця потенціалів.

Цей метод називається нульовим методом виміру опорів.

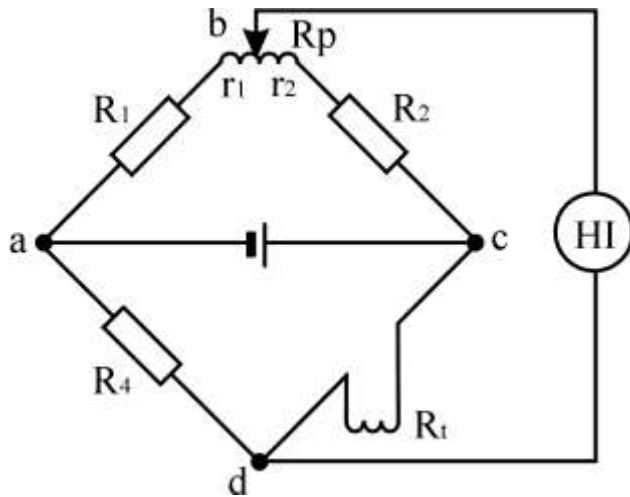


Рис. 2 – Вимірювальний міст:
 R_p – реохорд;
 HI – нуль-індикатор

Рівновага моста
 $R_1 R_t = R_2 R_4$
 З урахуванням
 опорів реохорда r_1 і r_2 :
 $(R_1 + r_1) R_t = (R_2 + r_2) R_4$.

Якщо різниця потенціалів між точками bd дорівнює нулю, струм через нуль-гальванометр не протікає і його стрілка установиться на нульовій позначці.

При зміні температури величина R_t зміниться і міст розбалансується. Щоб відновити рівновагу, необхідно змінити величину опору реохорда, перемістивши його рухливий контакт.

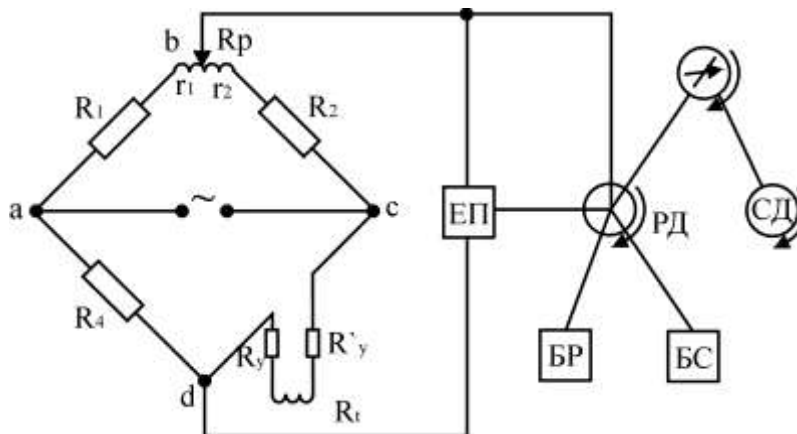


Рис. 3 – Схема автоматичного електронного самописного рівноважного моста перемінного струму :
 ЕП – електронний підсилювач; РД – реверсивний двигун

При зміні температури, зміниться температура термометра і величина його електричного опору R_t . Вимірювальний міст, що складається з опорів R_1, R_2, R_4 та живиться від обмотки силового трансформатора, розбалансується.

В діагоналі моста b-d з'явиться напруга небалансу U_{bd} . Вона подається на вхід електронного підсилювача ЕП та надходить на реверсивний двигун РД і надає руху його ротору.

Залежно від знака розбалансу, ротор реверсивного двигуна обертається в відповідний бік, переміщуючи движок реохорда R_p , стрілку і перо по шкалі приладу доти, поки вимірювальний міст не прийде в стан рівноваги.

Напруга на вході електронного підсилювача ЕП в цьому випадку стане рівною нулю, електродвигун РД зупиниться, а прилад покаже вимірювану температуру.

2 Електронний автоматичний потенціометр

Електронний автоматичний потенціометр призначений для виміру, запису і регулювання температури від -200°C до $+2000^{\circ}\text{C}$.

Застосовується потенціометричний (компенсаційний) метод виміру, заснований на зрівноважуванні (компенсації) вимірюваної ТЕРС відомою різницею потенціалів, утвореною допоміжним джерелом живлення.

Матеріали термопари: залізо-копель, копель-алюмель, хромель-алюмель, платина-платинородій та ін.

Залежність термоелектрорушійної сили (ТЕРС) від зміни температури - лінійна.

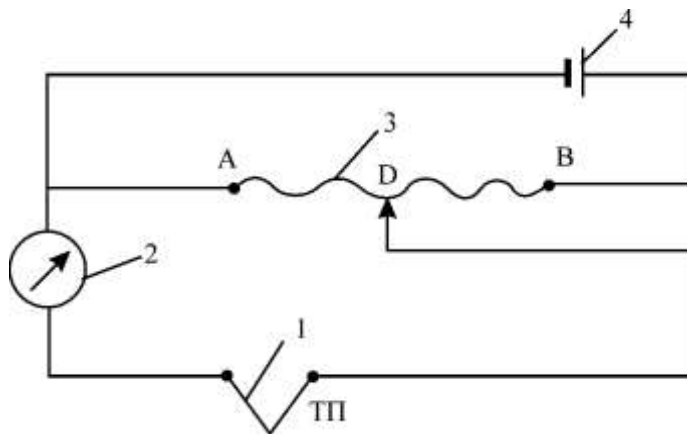


Рис. 4 – Принципова схема компенсаційного методу виміру:

- 1 – термопара; 2 – вимірювальний прилад;
- 3 – реохорд; 4 – джерело живлення

Термопара підключена так, що її струм на ділянці R_{AD} йде в тому ж напрямку, що і від джерела живлення В. Різниця потенціалів між точкою А і будь-якою проміжною точкою Д пропорційна опору R_{AD} .

Пересуваючи рухливий контакт Д за умови, що $E_{ТП} < E_B$, можна знайти таке його положення, при якому струм у ланцюзі термопари буде рівен 0. Тоді ТЕРС термопари дорівнює величині спадання напруги на ділянці опору R_{AD} .

Така схема використовується для виміру температури в переносних приладах.

Недолік: ЕРС залежить від сталості струму в ланцюзі реохорда.

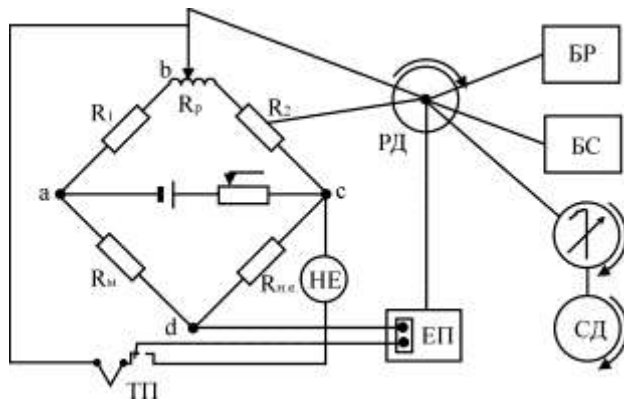


Рис. 5 – Принципова схема електронного потенціометра:
 HE – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

Рис. 5 – Принципова схема електронного потенціометра:
 HE – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

ВИСНОВКИ

Таким чином, вимірювана ЕРС термопарі компенсується спаданням напруги на опорі R_p , величина якого залежить від положення движка реохорда.

Якщо ЕРС термопарі не дорівнює падінню напруги на зазначених опорах, то різниця напруг, що з'являється на вершинах вимірювального моста b і d, подається на каскад перетворення, який складається з вібраційного перетворювача і вхідного трансформатора.

8. Видача завдання на самопідготовку.

по наступним джерелам:

1. Абрамов Ю. А. Основи пожарной автоматики. МВД Украины, Харьков ХГТУСА, 1993г.
2. Автоматика для запобігання вибухам і пожегам. Посібник./ Дерев'янко О.А. та інш.
3. Конспект.

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБІТ
полковник служби цивільного захисту

Олександр ДЕРЕВ'ЯНКО

Практичне заняття

Робота електронних приладів контролю технологічних параметрів

Заняття розробив:

Доцент кафедри АСБтаІТ
полковник служби цивільного захисту

Вячеслав ДУРЄЄВ

ХАРКІВ

План проведення заняття.

1.	Оголошення теми та мети заняття	2 хвил.
2.	Опитування по матеріалам попередніх занять	8 хвил.
3.	Основна частина	65 хвил.
4.	Вивчення роботи електронних приладів контролю технологічних параметрів	50 хвил.
7.	Виконання контрольної роботи	15 хвил.
8.	Підведення підсумків та видача завдання на самопідготовку	5 хвил.

1. Оголошення теми та мети заняття

Отримавши доповідь від чергового, ведучий викладач вітається з курсантами. Викладач перевіряє присутність курсантів на занятті, після чого вони займають робочі місця. Ведучий викладач повідомляє тему та мету заняття, курсанти записують їх у зошити. Другий викладач записує тему заняття до журналу навчальної групи.

2. Письмове опитування по матеріалам попередніх занять

Ведучий викладач надає теоретичні питання (Додаток А). Другий викладач контролює роботу курсантів (студентів) на місцях.

3. Визначення принципів контролю тиску. Визначення погрешностей роботи приладів.

1. Електронний автоматичний урівноважений міст

Урівноважений міст призначений для безупинного виміру, запису та регулювання температури.

Він працює в комплекті з термометрами опорів стандартних градувань, тобто має відповідність заданої межі виміру – градування термометра опорів.

Мостова вимірювальна схема використовується більше 100 років.

Можливість виміру і фізична сутність роботи її вперше розглянуті в роботах французького дослідника Шарля Кристі (1833 р.) і приблизно в ці ж роки англійським дослідником Уїнстоном.

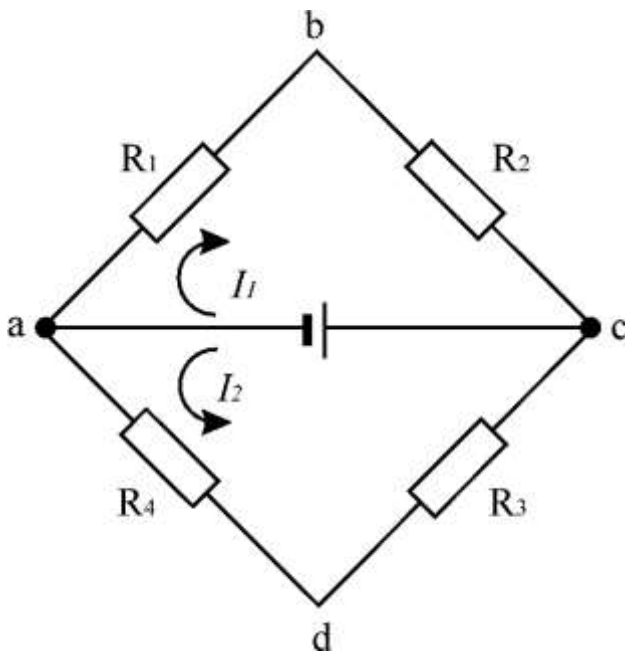


Рис. 1 – Схема рівноважного моста:

R_1, R_2, R_3, R_4 – резистори;

ac – діагональ живлення; bd – діагональ виміру

Вимір заснований на дотриманні певного співвідношення (рівноваги) між опорами (плечима) мосту.

Врівноважений міст - на вершинах вимірювальної діагоналі різниця потенціалів $U_{bd} = 0$.

Цьому стану відповідає рівність падінь напруг:

$$U_1 = U_4; \quad U_2 = U_3. \quad (1)$$

За законом Ома

$$U_1 = J_1 R_1; \quad U_2 = J_1 R_2; \quad U_3 = J_2 R_3; \quad U_4 = J_2 R_4. \quad (2)$$

$$R_1 R_3 = R_2 R_4, \quad (3)$$

Рівняння (3) - класична умова рівноваги мостової схеми: якщо добутки опорів протилежних плечей мостової схеми рівні між собою, то на вершинах вимірювальної діагоналі відсутня різниця потенціалів.

Цей метод називається нульовим методом виміру опорів.

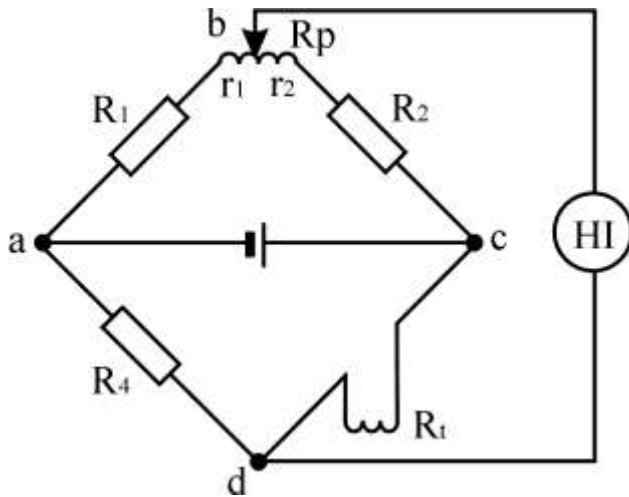


Рис. 2 – Вимірювальний міст:

R_p – реохорд;

HI – нуль-індикатор

Рівновага моста

$$R_1 R_t = R_2 R_4$$

З урахуванням

опорів реохорда r_1 і r_2 :

$$(R_1 + r_1) R_t = (R_2 + r_2) R_4.$$

Якщо різниця потенціалів між точками bd дорівнює нулю, струм через нуль-гальванометр не протікає і його стрілка установиться на нульовій позначці.

При зміні температури величина R_t зміниться і міст розбалансується. Щоб відновити рівновагу, необхідно змінити величину опору реохорда, перемістивши його рухливий контакт.

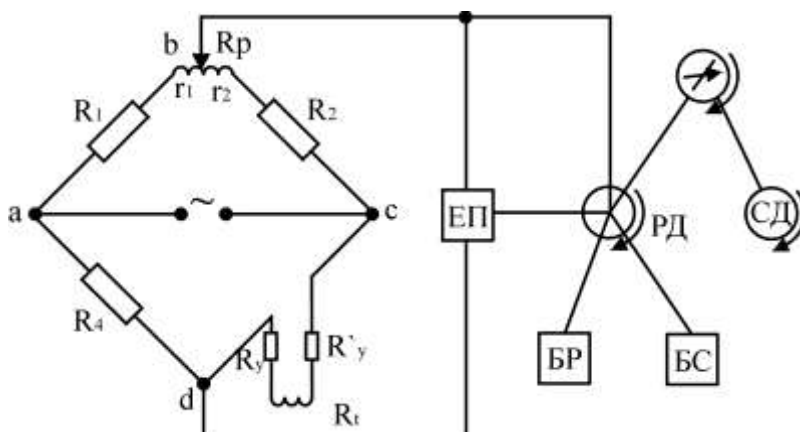


Рис. 3 – Схема автоматичного електронного самописного рівноважного моста перемінного струму :

ЕП – електронний підсилювач; РД – реверсивний двигун

При зміні температури, зміниться температура термометра і величина його електричного опору R_t . Вимірювальний міст, що складається з опорів R_1, R_2, R_4 та живиться від обмотки силового трансформатора, розбалансується.

В діагоналі моста b-d з'явиться напруга небалансу U_{bd} . Вона подається на вхід електронного підсилювача ЕП та надходить на реверсивний двигун РД і надає руху його ротору.

Залежно від знака розбалансу, ротор реверсивного двигуна обертається в відповідний бік, переміщуючи движок реохорда R_p , стрілку і перо по шкалі приладу доти, поки вимірювальний міст не прийде в стан рівноваги.

Напруга на вході електронного підсилювача ЕП в цьому випадку стане рівною нулю, електродвигун РД зупиниться, а прилад покаже вимірювану температуру.

2 Електронний автоматичний потенціометр

Електронний автоматичний потенціометр призначений для виміру, запису і регулювання температури від -200°C до $+2000^\circ\text{C}$.

Застосовується потенціометричний (компенсаційний) метод виміру, заснований на зрівноважуванні (компенсації) вимірюваної ТЕРС відомою різницею потенціалів, утвореною допоміжним джерелом живлення.

Матеріали термопари: залізо-копель, копель-алюмель, хромель-алюмель, платина-платинородій та ін.

Залежність термоелектрорушійної сили (ТЕРС) від зміни температури - лінійна.

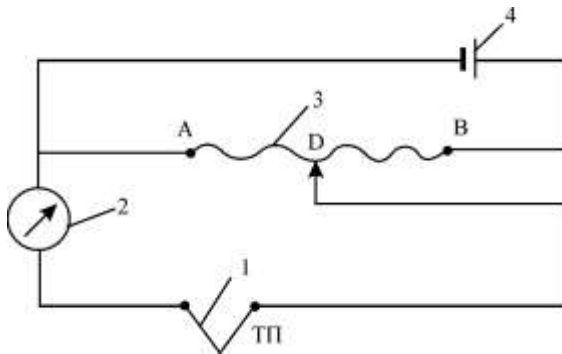


Рис. 4 – Принципова схема компенсаційного методу виміру:

1 – термопара; 2 – вимірювальний прилад;

3 – реохорд; 4 – джерело живлення

Термопара підключена так, що її струм на ділянці R_{AD} йде в тому ж напрямку, що і від джерела живлення В. Різниця потенціалів між точкою А і будь-якою проміжною точкою Д пропорційна опору R_{AD} .

Пересуваючи рухливий контакт Д за умови, що $E_{ТП} < E_B$, можна знайти таке його положення, при якому струм у ланцюзі термопари буде рівен 0. Тоді ТЕРС термопари дорівнює величині спадання напруги на ділянці опору R_{AD} .

Така схема використовується для виміру температури в переносних приладах.

Недолік: ЕРС залежить від сталості струму в ланцюзі реохорда.

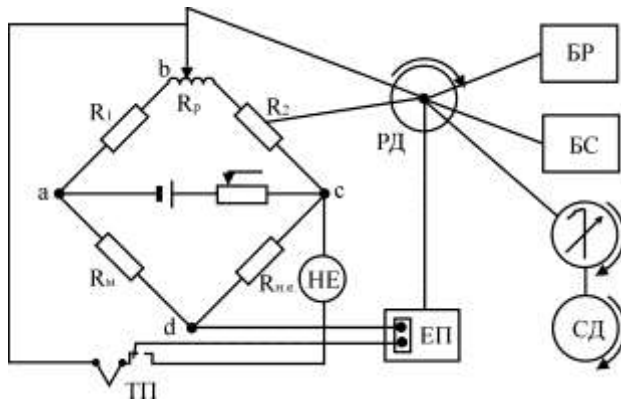


Рис. 5 – Принципова схема електронного потенціометра:
 НЕ – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

Рис. 5 – Принципова схема електронного потенціометра:
 НЕ – нормальний елемент; РД – реверсивний двигун;
 БР – блок регулювання; БС – блок сигналізації

Таким чином, вимірювана ЕРС термопари компенсується спаданням напруги на опорі R_p , величина якого залежить від положення движка реохорда.

Якщо ЕРС термопари не дорівнює падінню напруги на зазначених опорах, то різниця напруг, що з'являється на вершинах вимірювального моста b і d , подається на каскад перетворення, який складається з вібраційного перетворювача і вхідного трансформатора.

8. Видача завдання на самопідготовку.

по наступним джерелам:

1. Абрамов Ю. А. Основи пожарной автоматики. МВД Украины, Харьков ХГТУСА, 1993г.
2. Авомастика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янку О.А. та інш.
3. Конспект.