

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ

Роман ШЕВЧЕНКО

Навчальна дисципліна

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ
НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ**

Лабораторна робота 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ АС.

Мета роботи:

1. Формування навичок дослідження перехідних характеристик елементів АС.
2. Одержання навичок чисельного дослідження автоматичних систем.
3. Одержання навичок обробки графічних результатів дослідження.

Час проведення заняття: 160 хвилин.

Методичну розробку склав
доцент кафедри АСБтаІТ



Вячеслав ДУРСЄВ

ХАРКІВ 2024

План проведення заняття.

1 пара

- | | | |
|----|---|----------|
| 1. | Оголошення теми та мети заняття | 2 хвил. |
| 2. | Інструктаж по техніці безпеки | 3 хвил. |
| 3. | Письмове опитування по теоретичному матеріалу | 10 хвил. |
| 4. | Розрахунки та дослідження перехідних характеристик елементів АС: Лінеаризація диференціальних рівнянь АС, визначення передаточної функції, визначення еквівалентної передаточної функції АС | 65 хвил. |

2 пара

- | | | |
|----|--|----------|
| 5. | Виконання індивідуальних завдань та захист роботи: Дослідити вплив динамічних параметрів K и T реальної позиційної ланки на її перехідні характеристики $y(\infty)$ і t_R . Дослідити вплив динамічних параметрів K и T реальної позиційної ланки другого порядку на її перехідні характеристики $y(\infty)$ і t_R . | 78 хвил. |
| 6. | 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.

Тема роботи: дослідження перехідних характеристик елементів АС.

Мета роботи:

1. Формування навичок дослідження перехідних характеристик елементів АС.
2. Одержання навичок чисельного дослідження автоматичних систем.
3. Одержання навичок обробки графічних результатів дослідження.

2. Інструктаж по техніці безпеки

1. Ведучий викладач проводить інструктаж по техніці безпеки під час проведення заняття:
2. – включення ПЕОМ виконується тільки з дозволу викладача;
3. – категорично забороняється самостійне підключення складників ПЕОМ;
4. – при порушенні ізоляції проводів та інших порушеннях нормального функціонування комп'ютерів негайно повідомити викладачу, усувати несправності самостійно категорично заборонено;
5. – при появі диму або інших ознак спалахування або порушення роботи необхідно вимкнути комп'ютер і негайно повідомити викладачу.

6. Другий викладач в цей час заповнює журнал по техніці безпеки.

3. Письмове опитування по теоретичному матеріалу

1. Особливості нелінійних АС.
2. Загальні відомості про істотно нелінійні елементи АС.
3. Оптимальне керування в нелінійних АС.

4. Розрахунки та дослідження перехідних характеристик елементів АС

Лінеаризація диференціальних рівнянь АС

Завдання 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 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, ^0K ;
 F – площа прохідного перетину, м^2 ; q – відносна щільність струму.

Виконати лінеаризацію при

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

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:

$$\frac{\Delta G_{\hat{A}}}{G_{\hat{A}0}} = \frac{\Delta P^*}{P^*_{0}} - 0,5 \frac{\Delta T^*}{T^*_{0}} + \frac{\Delta q}{q_0}.$$

Замінімо абсолютні відхилення на відносні:

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

Завдання 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:

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

Привести рівняння до стандартної форми запису

Завдання Привести ДР до стандартного виду:

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

Рішення:

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

Завдання 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:

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

Визначення передаточної функціїЗавдання Визначити передаточну функцію:

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

Рішення:

$$5pY + Y = 3X ;$$

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

Завдання Визначити передаточну функцію:

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

Рішення:

$$32\ddot{y} + 2\dot{y} + y = 1,5\bar{x};$$

$$32p^2Y + 2pY + Y = 1,5X.$$

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

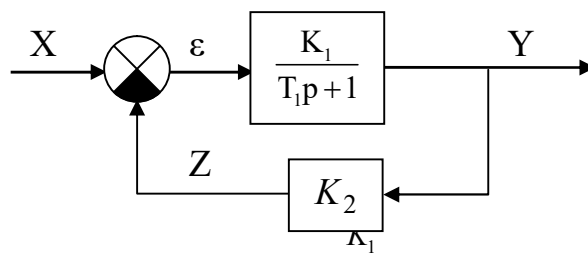
Завдання Записати ДР по відомій передаточній функції:

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

Рішення:

$$(3p+1)pY = 5X, \quad 3p^2Y + pY = 5X,$$

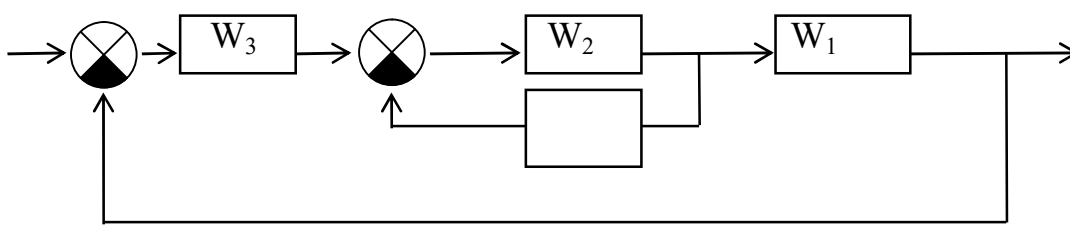
$$3\ddot{y} + \dot{y} = 5\bar{x}.$$

Визначення еквівалентної передаточної функції АСЗавдання Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:

Рішення:

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

$$\text{де } K = \frac{K_1}{1 + K_1K_2}; \quad T = \frac{T_1}{1 + K_1K_2}.$$

Завдання Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:

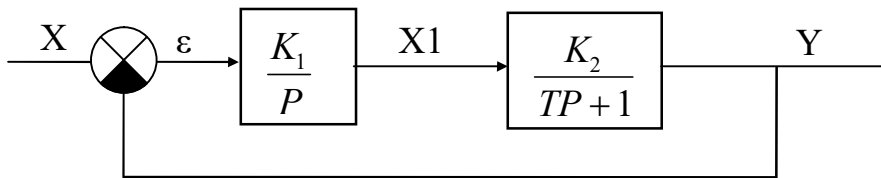
$$W_4$$

Рішення:

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

$$= \frac{\frac{\quad}{+}}{\frac{\quad}{+} + \frac{\quad}{+}} = \frac{\quad}{+ + +}$$

Завдання Визначити еквівалентну передаточну функцію АС:



Рішення:

$$= \frac{\frac{\quad}{+}}{\frac{\quad}{+} + \frac{\quad}{+}} = \frac{\quad}{(+) +} ;$$

$$W_{e\dot{a}} = \frac{1}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1} ;$$

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

Письмове опитування по матеріалам заняття

Ведучий викладач видає кожному курсанту індивідуальне завдання, яке містить теоретичне питання та практичну задачу. Другий викладач контролює роботу курсантів на місцях, а ведучий – решти курсантів, причому необхідно щоб курсанти працювали самостійно.

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

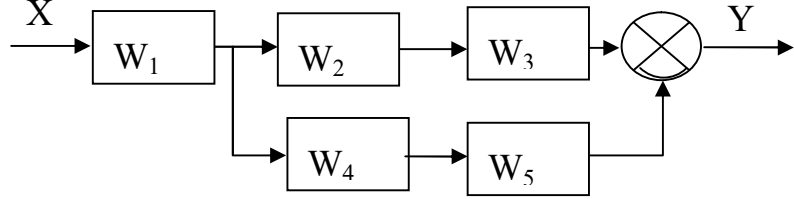
Питання письмового опитування

ВАРІАНТ №1

1. Визначити W_p ПФ для: $2\dot{y} + \ddot{y} = 3\ddot{x}$;

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:

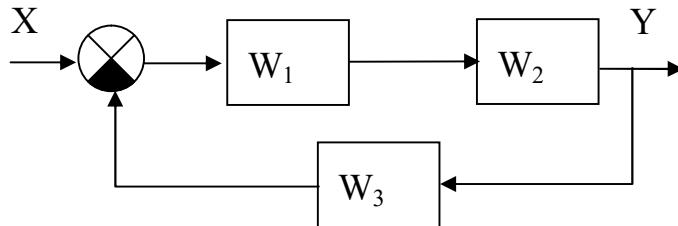


ВАРІАНТ №2

1. Записати ДР по відомій ПФ: $W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{4}{2p+1}$;

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:

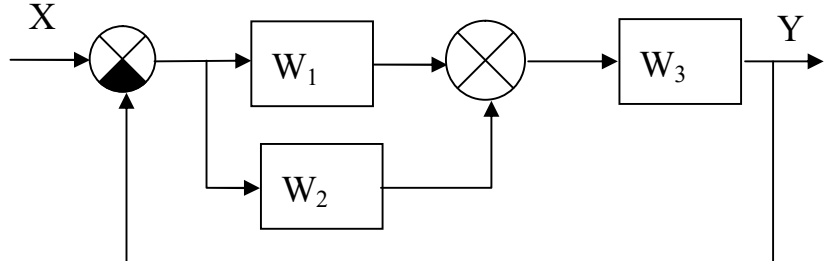


ВАРІАНТ №3

1. Визначити W_p для: $4\ddot{y} + 5\dot{y} = 3\dot{x}$;

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:

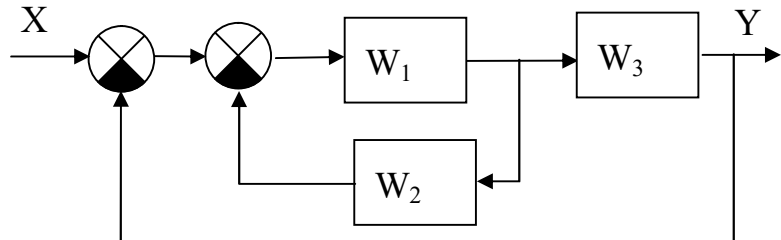


ВАРІАНТ №4

1. Записати ДР по відомій ПФ: $W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{5p}{3p^2 + 2p + 1}$.

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:

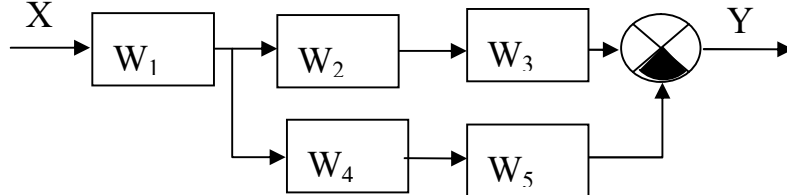


ВАРІАНТ № 5

1. Визначити W_p для: $20\dot{\bar{y}} + 2\bar{y} = 6\bar{x}$.

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

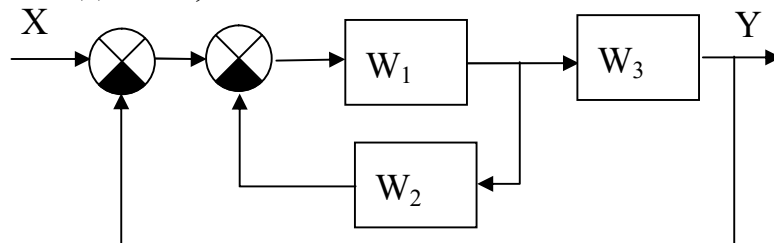
3. Визначити ПФ_{екв} АС:

ВАРІАНТ № 6

1. Записати ДР по відомій ПФ: $W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{5}{3p^2 + 2p + 1}$

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

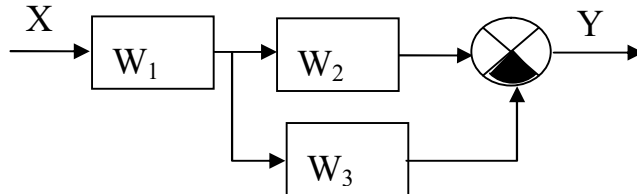
3. Визначити ПФ_{екв} АС:

ВАРІАНТ № 7

1. Визначити W_p для: $6\ddot{\bar{y}} + \dot{\bar{y}} + 2\bar{y} = 6\bar{x}$

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

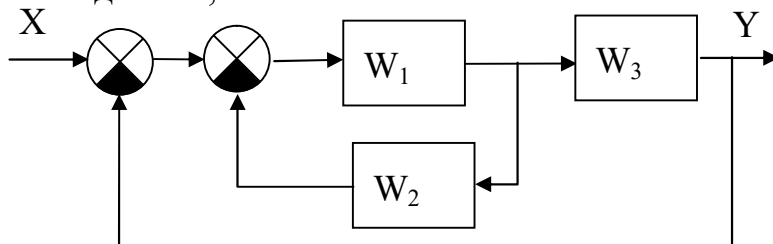
3. Визначити ПФ_{екв} АС:

ВАРІАНТ № 8

1. Записати ДР по відомій ПФ: $W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{5}{2p + 1}$

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:

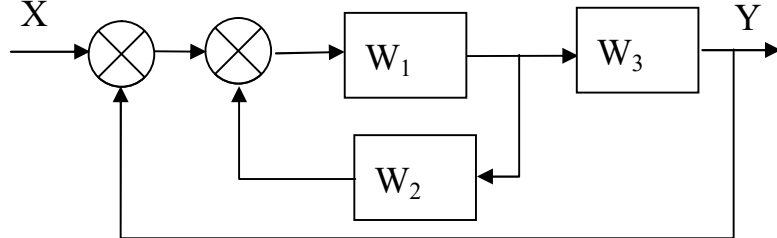


ВАРІАНТ № 9

1. Записати ДР по відомій ПФ: $W(p) = \frac{Y}{X} = \frac{5p}{2p+1}$

2. Визначити ПФ, зобразити ПХ для п.1;

3. Визначити ПФ_{екв} АС:



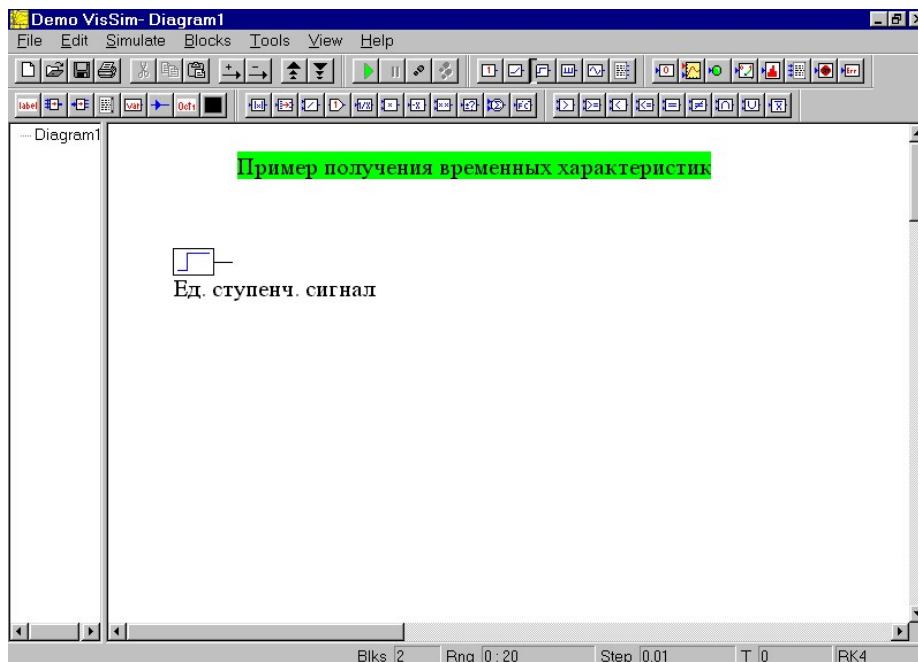
Побудова часових характеристик елементів пожежної автоматики в системі VisSim

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.

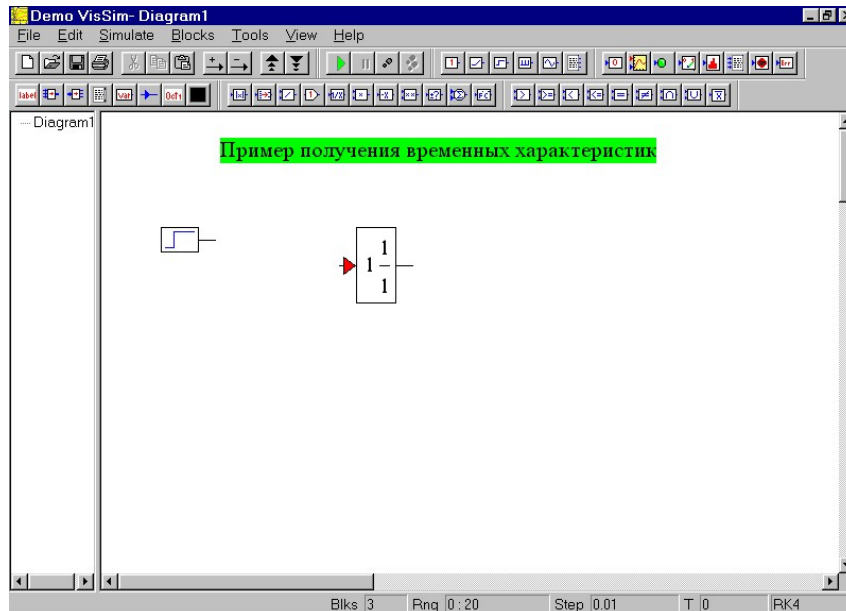
Другий викладач закінчує перевіряти роботи.

Алгоритм роботи по отриманню часових характеристик

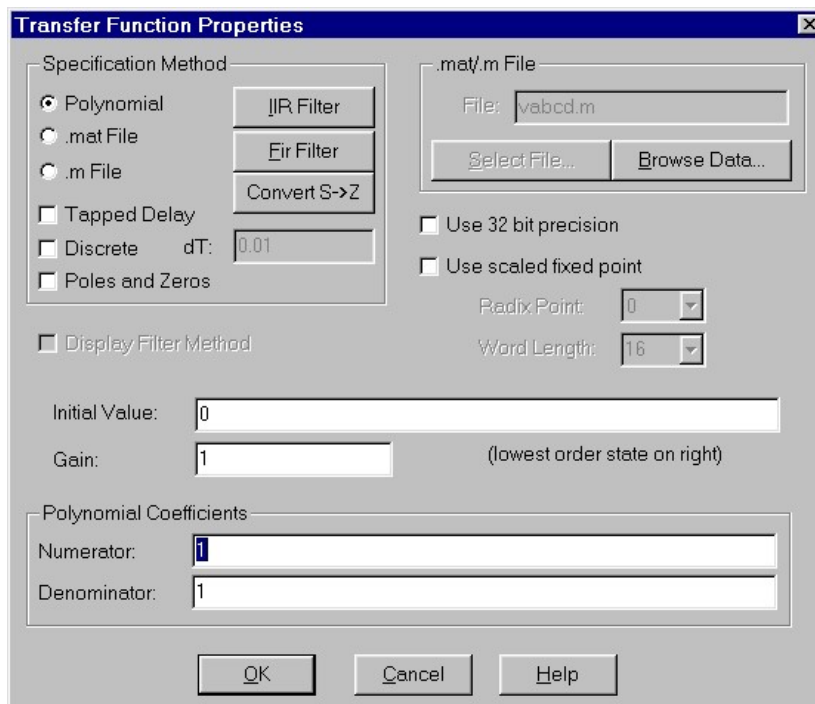
На робочому полі встановити піктограму одиничного ступінчастого сигналу



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

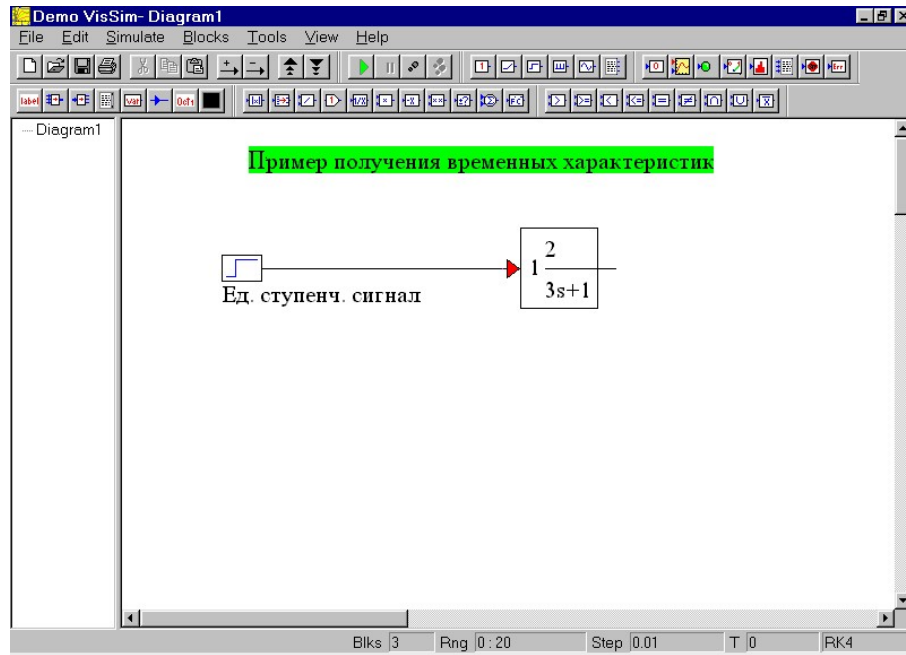


Вказати значення полінома чисельника та знаменника. Для цього підводимо курсор до піктограми і натискаємо праву клавішу миші

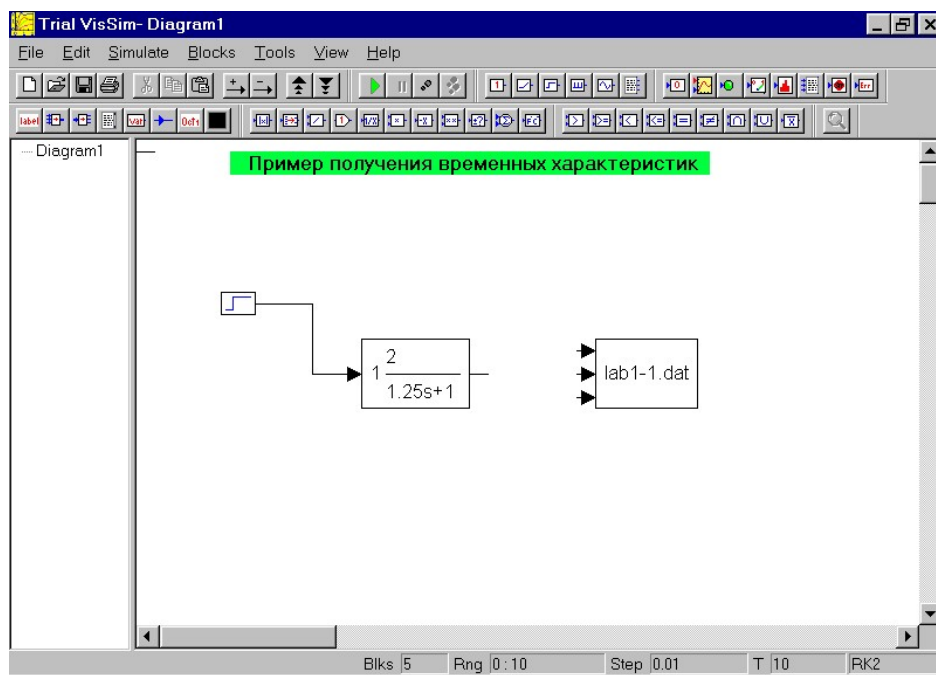


У вікні Polynomial Coefficient задаємо значення коефіцієнтів чисельника та знаменника передаточної функції відповідно до індивідуального завдання

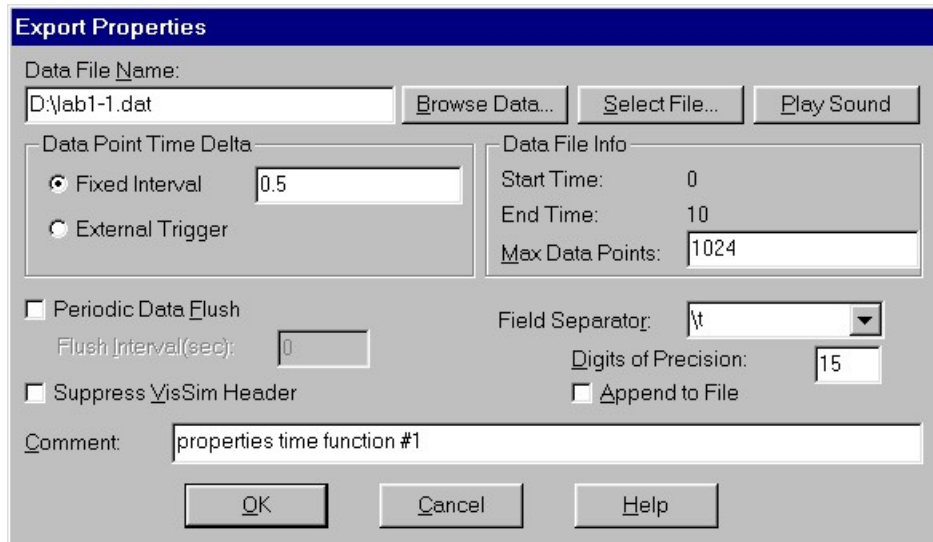
Поеднати вихід генератора одиничного сигналу з входом передаточної функції



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

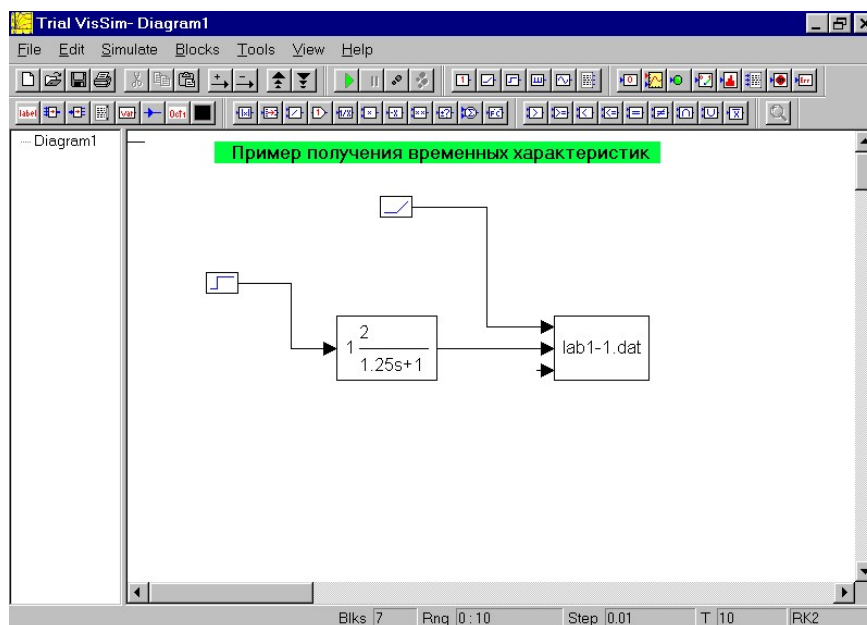


Задати властивості цього блоку, для цього навести курсор на піктограму export і натиснути праву клавішу миші



натиснути кнопку Select File...та вказати місце на жорсткому диску де буде розташований файл результатів розрахунку lab1-1-.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

Над піктограмою передаточної функції встановити піктограму вхідного сигналу що змінюється лінійно

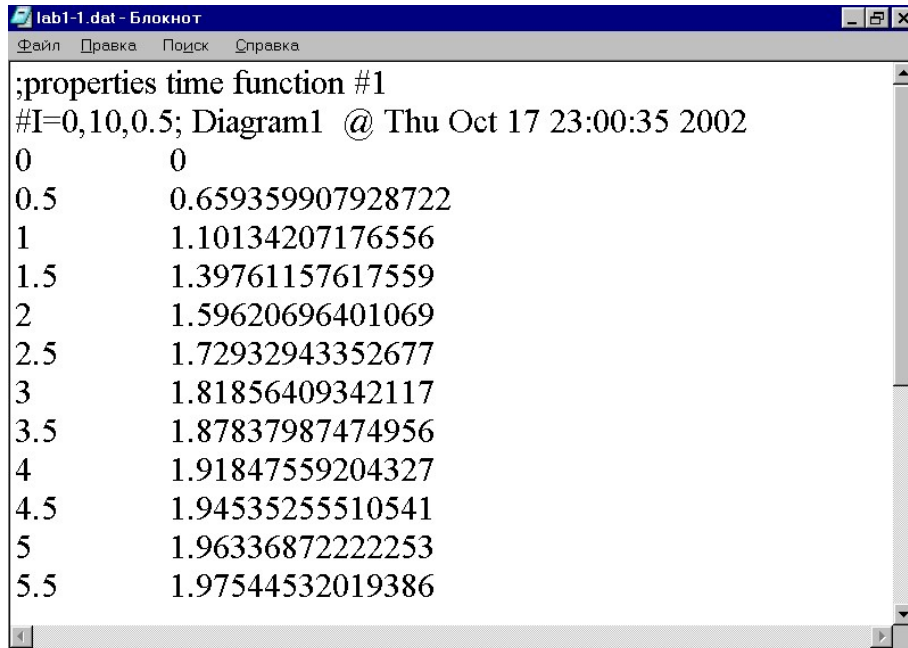


Поеднати перший вхід піктограми export з виходом піктограми сигналу що лінійно змінюється, а другий вхід з виходом передаточної функції.

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

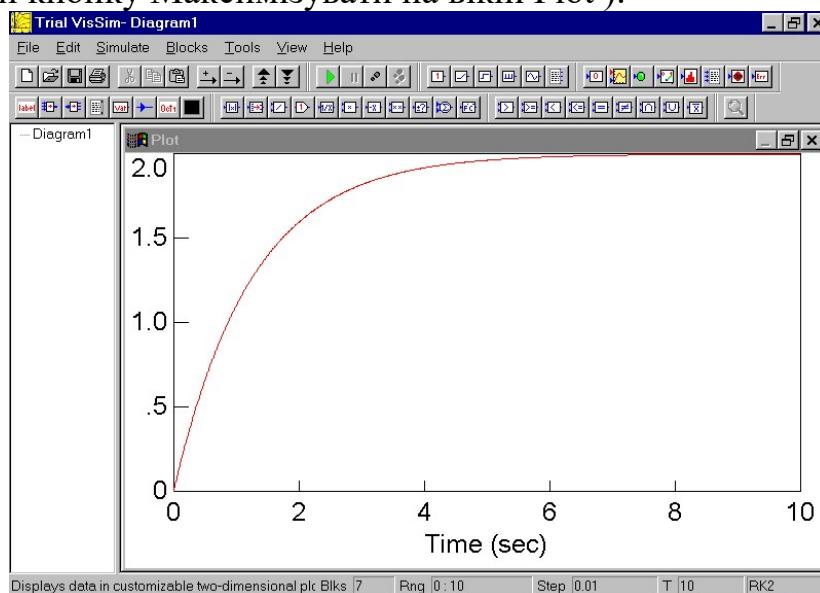
Розглянути результати розрахунків. Навести курсор на піктограму export і натиснути праву клавішу миші, натиснути кнопку Browse Data... На екрані

з'явиться наступне вікно



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.

5. Виконання індивідуальних завдань та захист роботи

Кожному курсанту видається індивідуальне завдання, 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.

Завдання: Дослідження ПХ реальної позиційної ланки
(датчик теплового ПП)

Дослідження впливу величини вхідного сигналу на ПХ

Виконання роботи.

1.1. Записати рівняння динаміки АС: $T\dot{\bar{y}} + \bar{y} = K\bar{x}$

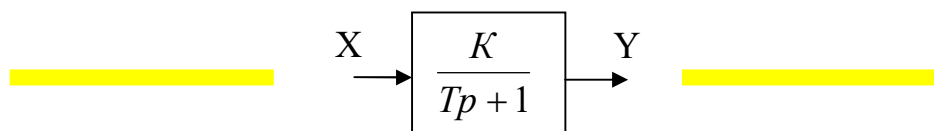
1.2. Записати передаточну функцію АС:

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

1.3. Записати перехідну функцію:

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

1.4. Скласти функціональну схему АС:



1.5. План експерименту:

Таб.1.

№ графіка	1	2
K	2	2
T	1	1
$x(t)$	1	2
Визначити по графіку		
t_R	3	3

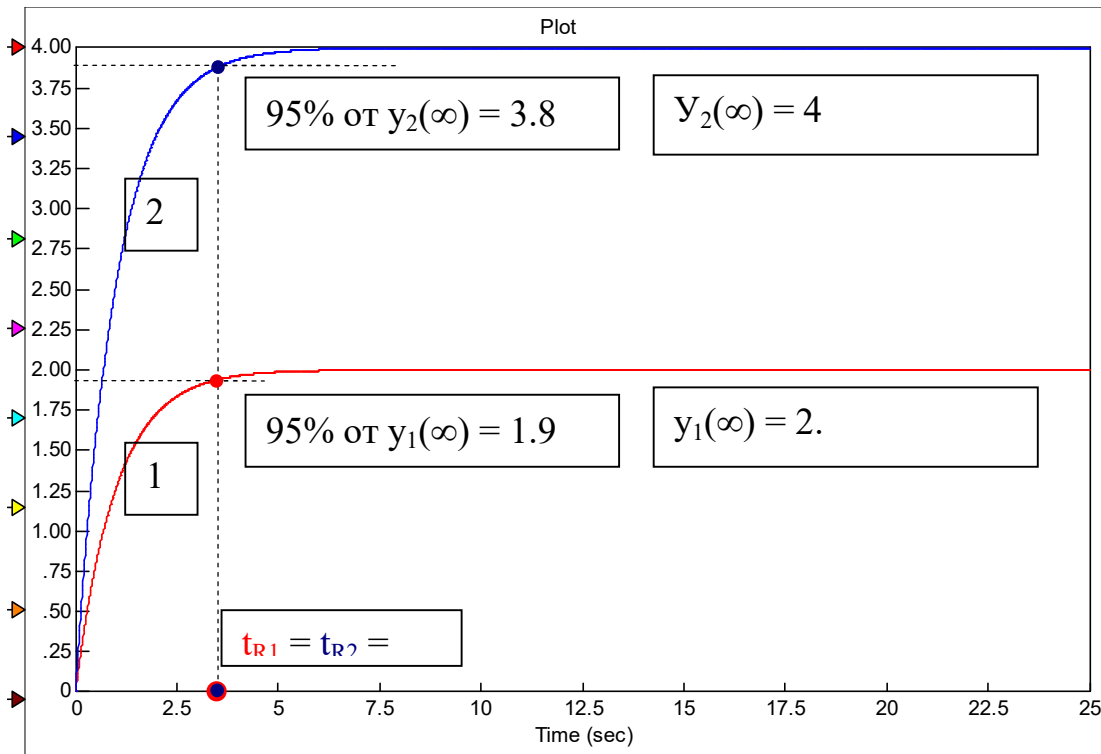
$y(\infty)$	2	4
-------------	---	---

1.6. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умов входу ПХ в 5% зону от $y(\infty)$;

Отримані дані заносяться в Таб.1



На основі отриманих даних, зробити висновки по ЛР.

Висновки:

1. У лабораторній роботі досліджувався вплив величини вхідного сигналу на перехідні показники позиційних ланок.

2. З графіків 1, 2 видно, що рівень вихідного сигналу пропорційний до рівня вхідного сигналу.

$$\bar{y}(\infty) = K \bar{x}$$

3. З графіків 1, 2 видно, що рівень вхідного сигналу не впливає на час перехідного процесу t_R . При цьому:

$$t_R = 3T$$

Завдання 2.

Дослідження ПХ ідеальної інтегруючої ланки

(Зміна температури в приміщенні при пожежі)
Дослідити вплив постійного часу на вигляд ПХ

Виконання роботи.

2.1. Записати рівняння динаміки АС:

$$\text{_____} \quad T\dot{\bar{y}} = \bar{x} \quad \text{_____}$$

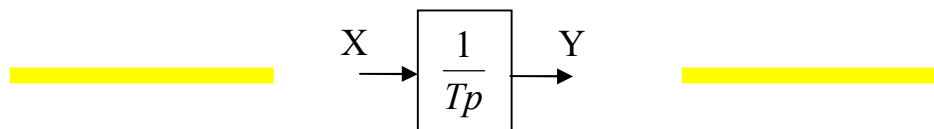
2.2. Записати передаточну функцію АС:

$$\text{_____} \quad W(p) = \frac{1}{Tp} \quad \text{_____}$$

2.3. Записати перехідну функцію:

$$\text{_____} \quad \bar{y}(t) = \frac{1}{T}t \quad \text{_____}$$

2.4. Скласти функціональну схему АС:



2.5. Скласти план експерименту: Таб.1.

№ графіка	1	2
T	1	0,5
$x(t) = a(t)$	1	1
Визначити за графіками		
α		

(Замість К, Т номер за списком / робоче місце)

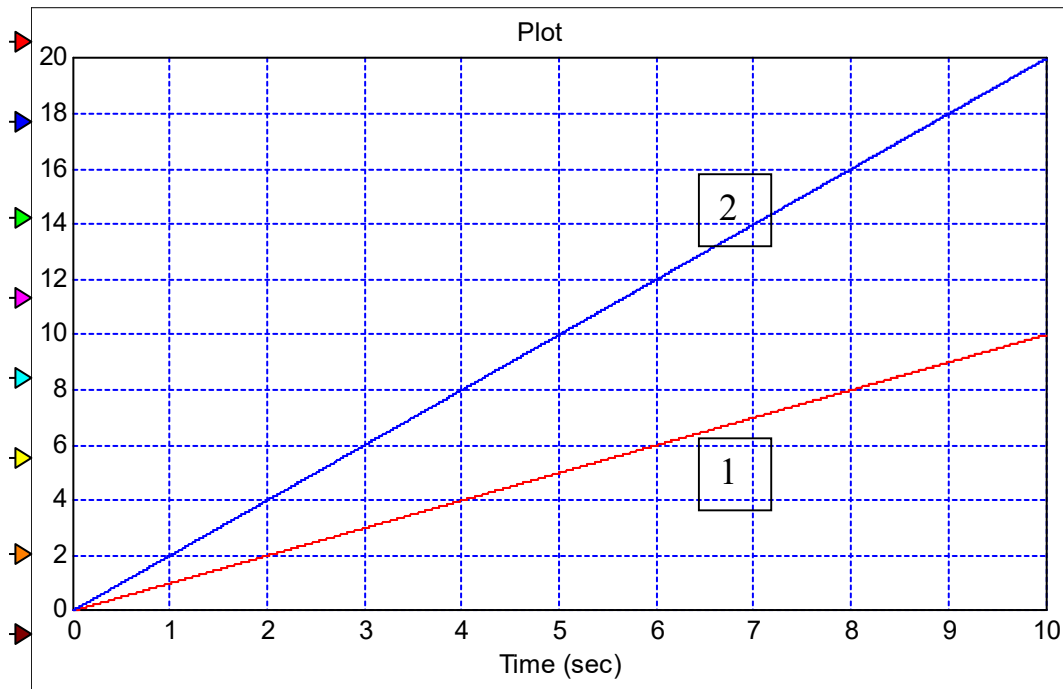
2.6. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити угол наклона α :

$$\alpha = \arctg (1/T)$$

Отримані дані занести в в Таб.1



2.7. На основі отриманих даних, зробити висновки по ЛР.

Висновки:

1. В лабораторной работе исследовалось влияние постоянной времени T на ПХ идеального интегрирующего звена.

2. Из графиков 1, 2 видно, что при изменении постоянной времени T , угол наклона ПХ α изменяется.

Завдання3.

Исследование ПХ идеального дифференцирующего звена
(реальный измеритель скорости)

Исследовать влияние постоянной времени на вид ПХ

Виконання роботи.

3.1. Записати рівняння динаміки АС:

$$T \frac{dy}{dt} + y = K \frac{dx}{dt}$$

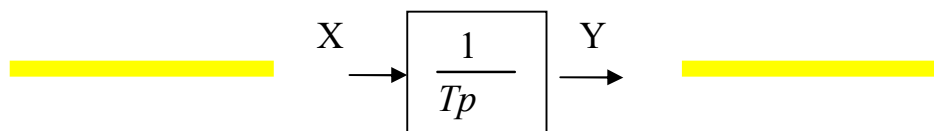
3.2. Записати передаточну функцію АС:

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

3.3. Записати перехідну функцію:

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

3.4. Скласти функціональну схему АС:



3.5. Скласти план експерименту:

Таб.1.

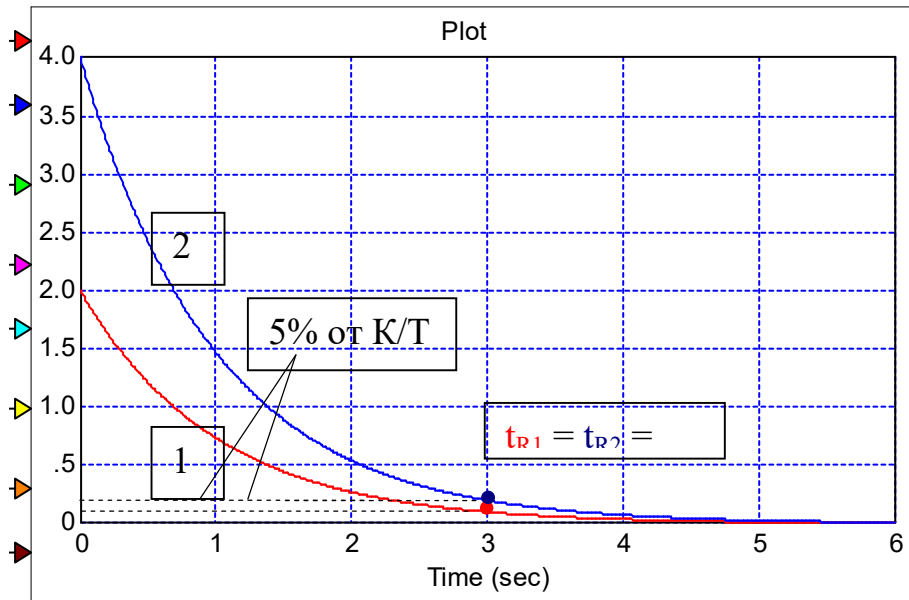
№ графіка	1	2
K	4	4
T	1	2
$x(t)$	1	1
Визначити за графіками		
t_R	3	6
$y(\infty)$	4	2

3.6. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умов входу ПХ в 5% зону от K/T ;

Полученные данные заносятся в Таб.1



1.7. На основі отриманих даних, зробити висновки по ЛР.

Висновки:

1. графіків 1, 2 видно, що при зміні постійного часу реальної ланки, що диференціює, змінюється максимальне значення вихідного сигналу:

$$\bar{y}_{\max} = \frac{K}{T}$$

І час перехідного процесу: $t_R = 3T$

2. Чим менша постійна часу T , тим краще ПХ реальної ланки, що диференціює, відповідає ПХ ідеальної диференціюючої ланки.

Завдання 4

Експериментальне дослідження ПХ (тепловий диференційний СП):

Дослідження впливу співвідношення постійних часу датчику теплового диференційного СП на вид ПХ

Виконання роботи.

3.1. Записати рівняння динаміки АС:

$$T_1 \dot{\bar{y}}_1 + \bar{y}_1 = K\bar{x}$$

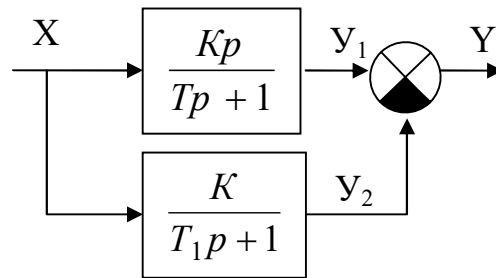
$$T_2 \dot{\bar{y}}_2 + \bar{y}_2 = K\bar{x}$$

$$Y = y_1 - y_2$$

3.2. Записати передаточну функцію АС:

$$W_1(p) = \frac{Y_1}{X} = \frac{K}{T_1 p + 1}; \quad W_2(p) = \frac{Y_2}{X} = \frac{K}{T_2 p + 1}.$$

3.3. Скласти функціональну схему АС:



3.4. Визначимо W_{Σ} .

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{Y}{X} = W_1(p) - W_2(p) = \frac{K}{T_1 p + 1} - \frac{K}{T_2 p + 1};$$

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{K(T_2 p + 1) - K(T_1 p + 1)}{(T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1)} = \frac{KT_2 p - KT_1 p + K - K}{(T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1)}.$$

Тоді:

$$W_{\Sigma}(p) = \frac{KT_2 p - KT_1 p}{(T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1)} = \frac{\hat{E}(T_2 - T_1)\delta}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)\delta + 1}.$$

Якщо $T_1 \ll T_2$, то

$$W_{\Sigma}(p) \approx \frac{\hat{E} T_2 \delta}{T_2 \delta + 1}$$

Реальна диференціююча ланка

3.5. Скласти план експерименту:

Таб.1.

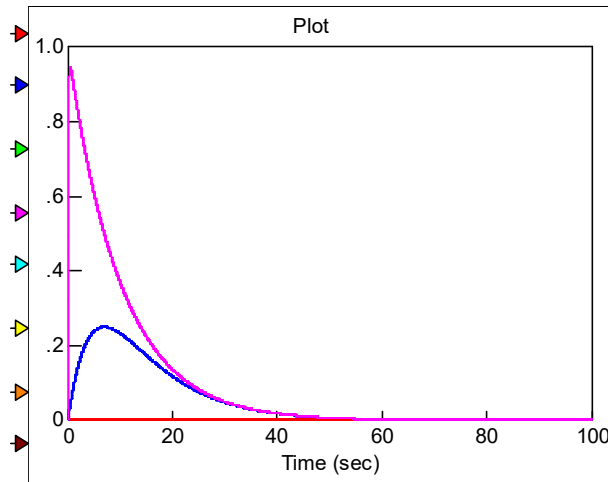
№ графіка	1	2	3
K	1	1	2
T_1	10	5	0.1
T_2	10	10	10
Визначення за графіками			
K_{Σ}			
t_R			

3.5. Зобразити ПХ.

На графіках ПХ виконати наступні дії:

- підписати отримані графіки ПХ;
- визначити t_R з умов входу ПХ в 5% зону от $y(\infty)$;

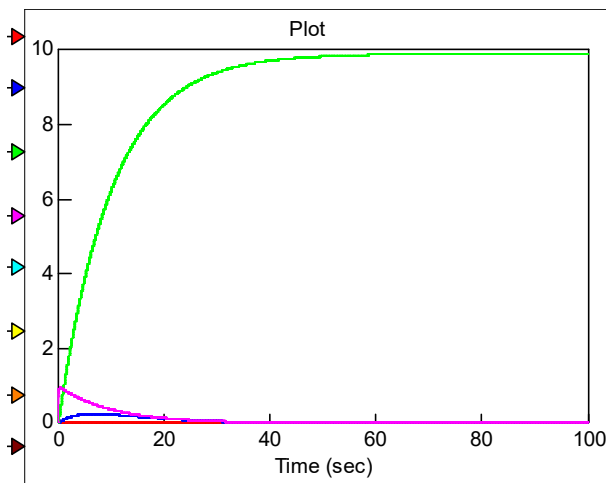
Отримані дані занести в Таб.1



1. Аналіз графіків 1,2,3 показує, що із зменшенням інерційності T_1 , ПХ АС стає схожим з ПХ реальної диференціюючої ланки.

2. При співвідношенні інерційностей ланок $T_1/T_2 = 1/100$ ПХ АС вже наближається до ПХ реальної диференціюючої ланки.

При додаванні ідеальної інтегруючої ланки, АС враховує зміну вхідного сигналу швидкість зростання температури.



АС – диференціальний сповіщувач (графік 4), відпрацьовує зростання температури та видає сигнал у вигляді ПХ реальної позиційної ланки

Захист лабораторної роботи кожен курсант здійснює індивідуально, після попередньої теоретичної підготовки .

Слухачі самостійно закінчують оформлення звіту з лабораторної роботи, обов'язково в звіті повинно бути:

- тема та мета роботи;
- основні етапи роботи;

- за результатами досліджень повинні бути висновки.

Видача завдання на самопідготовку

1. Теорія автоматичного управління. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Н.І. Бурау, Д.О. Півторак; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – С 05-15.

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42076/1/TAU_praktykum.pdf