

**АВТОМАТИКА РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ  
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Практичне заняття  
ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ**

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:**

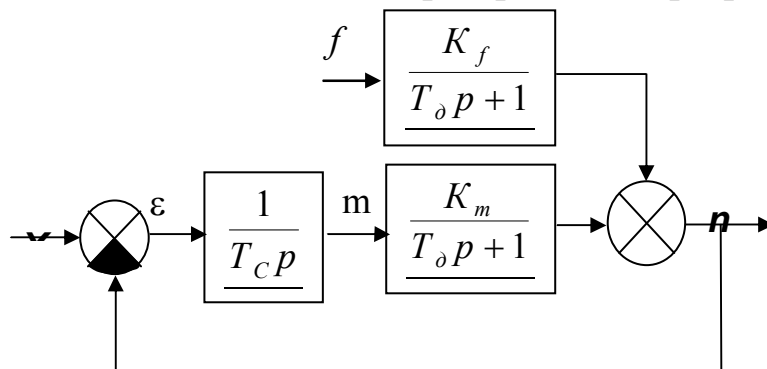
1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збурювання на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні 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  $W_{n/n_{\text{зад}}}(p)$ .

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

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

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

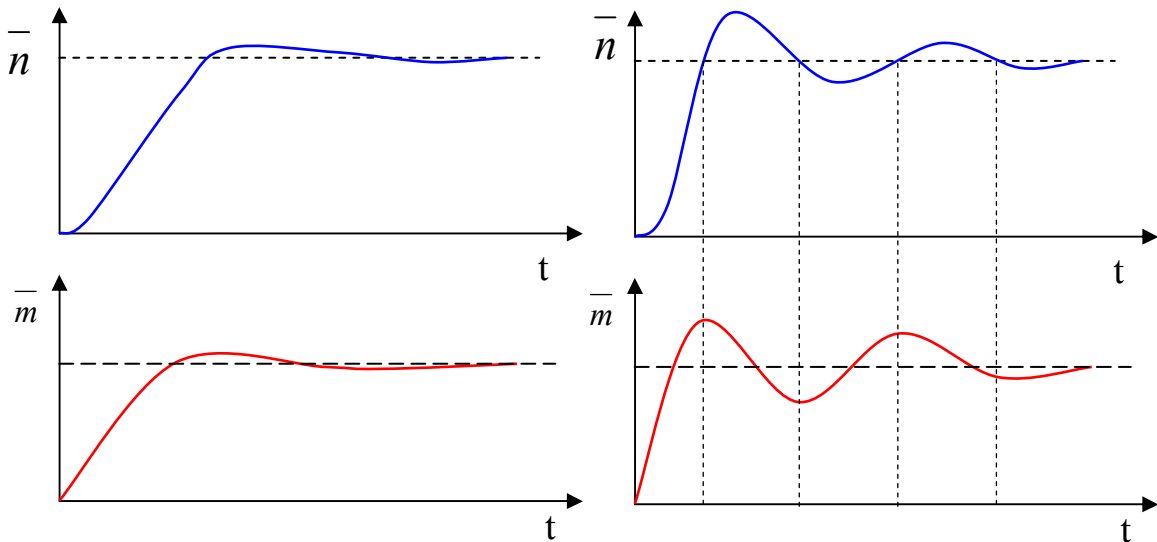
Мінімальний час перехідного процесу  $t$  відповідає декременту загасання  $d=0,7$ , при цьому перехідний процес виходить плавним з перерегулюванням не більш 5%.

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

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

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

#### 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:**

$T_\delta = 0,2$  за списком в класному журналі;  $K_m = 1$ ;  $K_f = 1$ ;

час регулювання  $t_{R\text{ зад}} = \frac{T_\delta}{2}$ .

**План виконання роботи:**

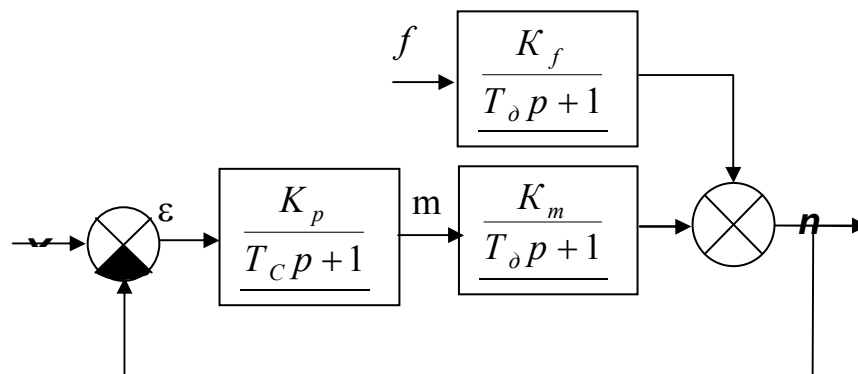
1. Записати рівняння динаміки САР.
2. Скласти функціональну схему САР.
3. Виконати розрахунок САР методом стандартних коефіцієнтів.
4. Виконати дослідження перехідних процесів САР при дії східчастого сигналу перенастроювання і зовнішнього збурювання на ЕОМ. Обробити і проаналізувати отримані графічні 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:  $\bar{\varepsilon} = \bar{n}_{\text{зад}} - \bar{n}$

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

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

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

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

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

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%.

$$t_{R \min} = 3 T_{\text{cap}} \quad (1)$$

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

Розділимо рівняння 1 на рівняння 2, одержимо:

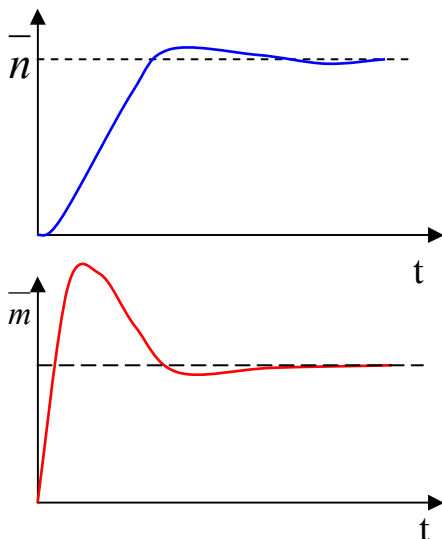
$$\frac{T_{\text{cap}}}{2d} = \frac{T_p T_d}{T_p + T_d} \Rightarrow t_{R \min} = 4,2 \frac{T_p T_d}{T_p + T_d}$$

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

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

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

#### 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.