

# Демонстрационен пример

## Модул 1:

### Системи и управление

Курс: Теория на Управлението 1

Автор: доц. д-р Александър Ищев



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”*

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*

***Инвестира във вашето бъдеще!***

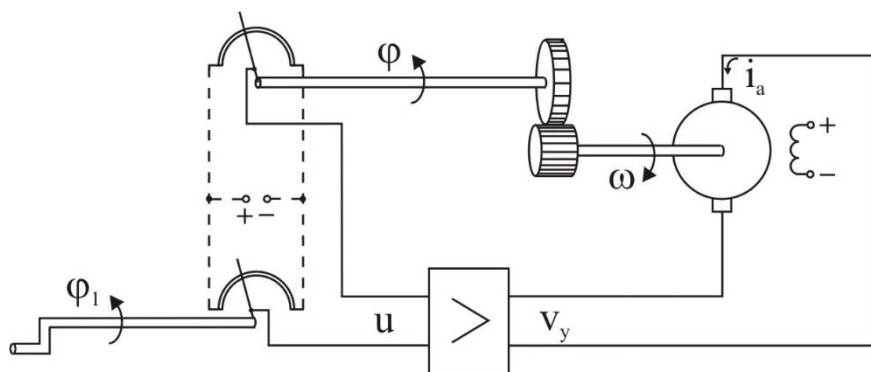


стр. 1 от 5

## ПОТЕНЦИОМЕТРИЧНА СЛЕДЯЩА СИСТЕМА

В този ресурс от Модул 1, чрез разглеждане на пример за една система за автоматично управление (САУ), се илюстрират основни понятия от ТУ1, свързани със: видове системи; принципи на управление, основни компоненти и основни променливи в системи за управление; типови регулатори и се обосновават накратко основните раздели на този курс.

### Принципна схема и основни променливи



Фиг. 1.1 Принципна схема на системата

**Вход** на системата е ъгълът на завъртане  $\varphi_1$  на “задаващата ос”. **Изход** е ъгълът на завъртане  $\varphi$  на “отработващата” ос. Предназначението на системата е да “*следи*” промените на  $\varphi_1$ , като осигурява съответна на него промяна на  $\varphi$ . За целта към двете оси са прикрепени плъзгачи на еднакви потенциометри. При  $\varphi = \varphi_1$  потенциалите на двата плъзгача са еднакви и напреженията на входа и на изхода на диференциалния усилвател са равни на нула. Двигателят и включеният към него редуктор са неподвижни и равенството между ъглите се запазва. При поява на разлика между двата ъгъла (например при промяна на  $\varphi_1$ ) на входа на усилвателя се появява пропорционално на тази разлика (*грешката*) напрежение. Усилено от усилвателя, то (*управляващото въздействие*) предизвиква завъртане на оста на двигателя, а чрез редуктора - и на отработващата ос в намаляваща грешката посока. Движението продължава докато ъгловото положение на отработващата ос не се изравни с това на задаващата. Ще отбележим, че установен режим на тази САУ е възможен само при отсъствие на напрежение на изхода и съответно на входа на диференциалния усилвател, т.е. при *нулева грешка*.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

*Инвестира във вашето бъдеще!*



Европейски социален фонд

## Вид на системата

- Ако приемем, че системата е добре конфигурирана и настроена, нейният изход  $\varphi(t)$  ще следи достатъчно точно заданието  $\varphi_1(t)$ . Входните и изходните сигнали на всички звена на системата ще бъдат достатъчно малки и те ще работят в линейните зони на своите характеристики. При това условие е достатъчно обосновано да бъдат използвани линейни модели за тях. Тогава и цялата система ще бъде **линейна**.
- Не се очакват промени във времето на параметрите на системата (коэффициенти, времеконстанти) т.е. тя е **стационарна**.
- Сигналите на входове и на изходите на всички звена от системата могат да се променят във всеки момент от времето, т.е. тя е **непрекъсната**.
- Системата е **едномерна**, т.к. има един вход  $\varphi_1$  и един изход  $\varphi$ .
- В системата се осъществява автоматично (без участието на човек) управление на нейния изход  $\varphi$ . Следователно тя е **система за автоматично управление**.
- Чрез схемата за измерване на разсъгласуването (реализирана с двата потенциометъра) се извършва сравняване между входната и изходната променливи, което е база за определяне на управлението. Следователно е реализиран **принципът на обратната връзка**.
- Напрежението на изхода на усилвателя (**управляващото устройство**) е пропорционално на **грешката**  $\varepsilon$ . Следователно в него е реализиран **пропорционален (П) закон на управление**.
- Общото на системите за стабилизация, за програмно управление и следящите системи е в задаването чрез входа на желан изходен сигнал. Разликата е във вида на входния сигнал и понякога е условна, в смисъл, че една и съща САУ може да работи в различни режими. Едно възможно приложение на разглежданата САУ е като част от автопилот на летящ обект. Ако обектът (например самолет) трябва да поддържа постоянен курс, то заданието  $\varphi_1$  не се променя във времето и **системата е за стабилизация**. Ако обектът (например крилата ракета) трябва да се движи по зададена траектория, то  $\varphi_1(t)$  се променя по съответна програма и системата работи като **система с програмно управление**. Ако обектът (например противосамолетна ракета) трябва да следи някаква движеща се цел, то входната променлива  $\varphi_1(t)$  не е известна предварително. Тя се



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

**Инвестира във вашето бъдеще!**



Европейски социален фонд

определя от радиолокационни или оптически устройства, а **системата е следяща**.

- По-горе беше споменато, че, при постоянно задание, системата ще има **нулева грешка установен режим**. Такава системи се нарича **астатическа**, за разлика от други САУ (статически), за които грешките са даже необходими за тяхното функциониране.

### Основни задачи за анализ и синтез.

Програмната система MATLAB/SIMULINK и нейния Control system toolbox позволяват да се решат редица задачи по моделиране, анализ и синтез на САУ. Решаването на такива конкретни задачи е илюстрирано в демонстрационните примери към следващите модули. На фиг.1.2 е показана получена чрез графика на отработване на грешката  $\varepsilon(t)$  на разглежданата САУ при един конкретен избран набор на нейните параметри и определено начално отклонение  $\varepsilon(0)$  от установения режим на работа  $\varepsilon(t)=0$ . Целта е със следващото разглеждане да се илюстрира смисълът от основните раздели на изучаваната в този курс (ТУ1).

От графиката се вижда, че системата достига до установеното си състояние (нулева грешка в установен режим) след затихващи колебания около него.

При някои други стойности на параметрите на системата, обаче, може да се окаже, че възникналите колебания са с нарастваща амплитуда. Тогава казват, че системата е неустойчива. Установен режим няма въобще да бъде достигнат, което, разбира се, е недопустимо. Изследването на **устойчивост** е един от важните въпроси на **анализа** на САУ. Но то не е достатъчно. Достатъчно бързо ли се достига до евентуалния установен режим? Желателно ли е например да има колебания в курса на самолета, особено ако той е пътнически? И други изисквания могат да се поставят към изискванията и към методите за анализ на **качеството** на системата. Разбира се, не е достатъчно да се установи, че системата е неустойчива или пък, че е устойчива, но не удовлетворява поставените към нея изисквания. Освен методите за анализ, проектантът трябва да разполага и със съответни методи за **корекция/синтез** на САУ, методи с помощта на които той да направи обосновани промени в нея, така че изискванията да бъдат удовлетворени. Както анализът, така и синтезът могат да се извършат, ако се разполага с подходящи за съответната задача математични **модели и характеристики** на системата или обекта.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз

**Инвестира във вашето бъдеще!**



Европейски социален фонд

**Изводът** е, че за успешно решаване на основните задачи, свързани с анализа и синтеза (*изследване на устойчивост, изследване на качество и синтез* на САУ) трябва да се изучат и усвоят редица *математични модели и характеристики* на системата, както и възможните трансформации между тях. Това е и основният предмет на следващите модули в курса, илюстрирани в редица случаи и върху разгледаната по-горе САУ.



Европейски съюз

**ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042**

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през  
целия живот и развитие на компетенции”**

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на  
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,  
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*

***Инвестира във вашето бъдеще!***



стр. 5 от 5