



# Основе аутоматског управљања



*Шифра: САУ 210-0041*

проф. Драган В. Лазич

[dlazic@mas.bg.ac.rs](mailto:dlazic@mas.bg.ac.rs)

*Катедра за аутоматско управљање  
Машински факултет Универзитета у Београду*

- <http://au.mas.bg.ac.rs>,  <http://au.mas.bg.ac.rs/el>
- e-mail: [dlazic@mas.bg.ac.rs](mailto:dlazic@mas.bg.ac.rs)
- кабинет: Стара зграда МФ - тзв. Завод за физику, Рузвелтова 1а - сутерен
- телефон: 230
- пријем студената: уторком од 13<sup>00</sup> – 15<sup>00</sup> сати
- Литература
  - ”Основе аутоматског управљања”, скрипта са 
  - Драган В. Лазић, Милан Р. Ристановић, ”Увод у Матлаб”, Машински факултет, 2012.

- Активности током семестра путем 
- Три домаћа задатка
- Два теста
- Два колоквијума
- максимално 70 бодова
- Завршни испит:
  - усмени (у јунском испитном року организује се само усмени део испита) или
  - рачунарски путем 
  - максимално 30 бодова



## Рачунарске провере знања:


бр.бодова

● Домаћи задатак 1	2
● Тест 1	10
● Домаћи задатак 2	4
● Тест 2	10
● Колоквијум 1	15
● Домаћи задатак 3	4
● Колоквијум 2	25

Укупно 70



Студент на крају семестра има  $x$  бодова:

- $x < 20$  нису положили испит
  - могу све испочетка **само** у наредном циклусу
- $20 \leq x < 50$  морају на завршни (усмени или електронски ) испит
- $x \geq 50$  могу на завршни усмени испит
  - већ имају оцену између 6 и 8




Укупан број бодова  $x$  одређује оцену:


- 6 (*шест*)  $50 \leq x < 60$
- 7 (*седам*)  $60 \leq x < 70$
- 8 (*осам*)  $70 \leq x < 80$
- 9 (*девет*)  $80 \leq x < 90$
- 10 (*десет*)  $90 \leq x \leq 100$

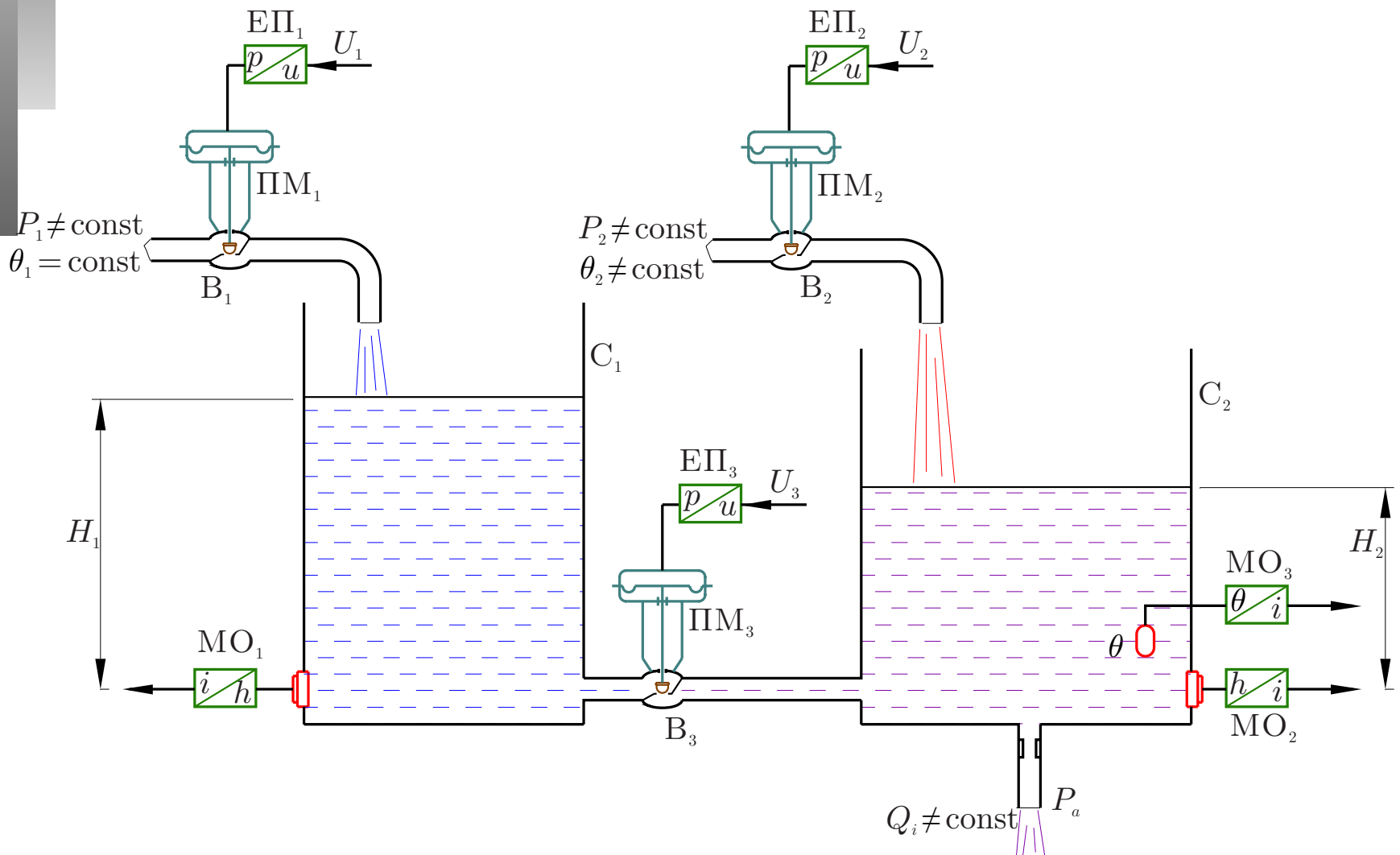
Данашњим даном се свим студентима  
**ресетује** број прикупљених бодова на **0**.

: <http://au.mas.bg.ac.rs/el>

Студент чији је број индекса 123/2011 се пријављује на  на следећи начин

- **username:** 123\_2011
- **password:** Student123!2011

Студенти могу да се пријаве на  **само** током прве три недеље наставе и **једино** предајом Домаћег задатка 1 се уписују на курс.





Величина која битно утиче на рад система а настала је ван њега је његова **улазна величина** (ознака  $X_u$ ).

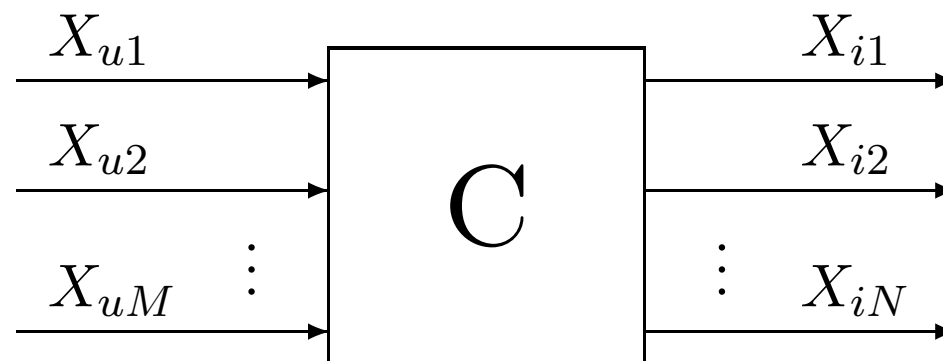
Систем може да има више улазних величина, нпр.  $M$ , у ознаци  $X_{u1}, X_{u2}, \dots, X_{uM}$ , које могу да се усвоје за елементе  $M$ -димензионалног **вектора улаза** (краће **улаз**)  $\mathbf{X}_u, \mathbf{X}_u \in R^M$ :

$$\mathbf{X}_u = \begin{pmatrix} X_{u1} \\ X_{u2} \\ \vdots \\ X_{uM} \end{pmatrix} = \left( X_{u1} \quad X_{u2} \quad \dots \quad X_{uM} \right)^T. \quad (1)$$

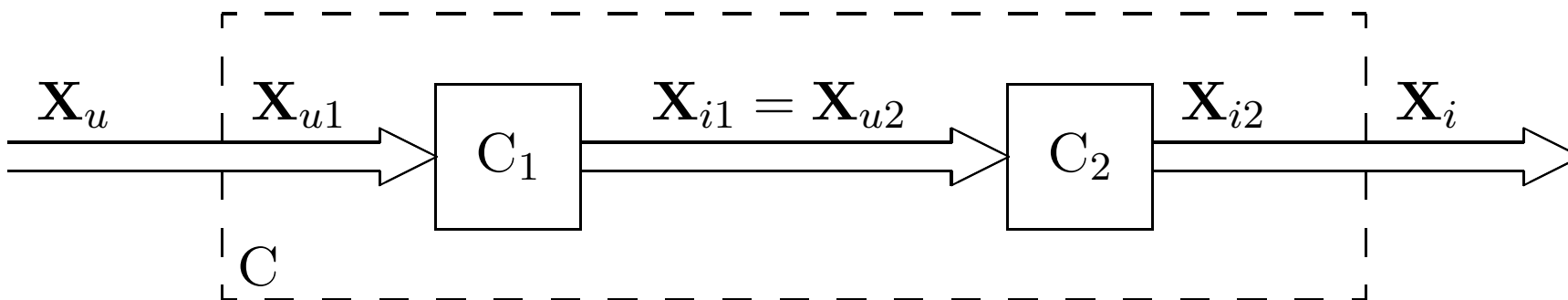
Величина чија вредност и чије промене вредности представљају резултат рада система, а за чије вредности и промене смо заинтересовани је **излазна величина** система (ознака  $X_i$ ). Систем може да има више излазних величина, нпр.  $N$ , у ознаци  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iN}$ , које могу да се усвоје за компоненте  $N$ -димензионалног **вектора излаза** (краће **излаз**)  $\mathbf{X}_i$ ,  $\mathbf{X}_i \in R^N$ :

$$\mathbf{X}_i = \begin{pmatrix} X_{i1} \\ X_{i2} \\ \vdots \\ X_{iN} \end{pmatrix} = \left( X_{i1} \quad X_{i2} \quad \dots \quad X_{iN} \right)^T. \quad (2)$$

Дијаграм система је симболички, графички приказ система  $S$  у облику правоугаоника, на којем су све улазне величине приказане једноструким стрелицама усмереним ка систему, а све излазне величине су приказане једноструким стрелицама усмереним од система ка околини.

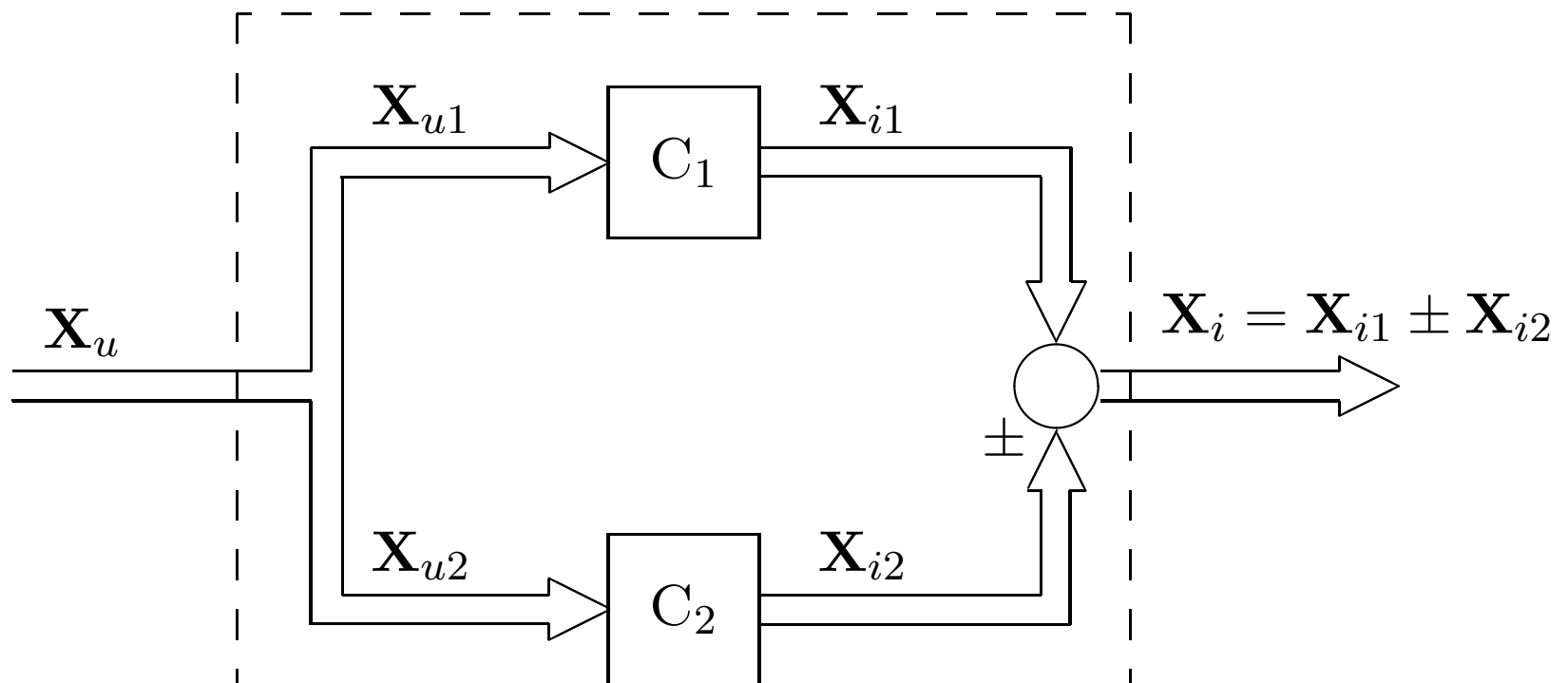


Системи  $C_1$  и  $C_2$  су **редно спрегнути** у систем  $C$  ако и само ако је улаз  $X_u$  целог система  $C$  уједно и улаз  $X_{u1}$  система  $C_1$ , чији је излаз  $X_{i1}$  истовремено улаз  $X_{u2}$  система  $C_2$ , а његов излаз  $X_{i2}$  уједно излаз  $X_i$  целог система  $C$ , при чему систем  $C_2$  не делује на систем  $C_1$ . Систем  $C$  је редна спрега система  $C_1$  и  $C_2$ , а они су подсистеми система  $C$ .



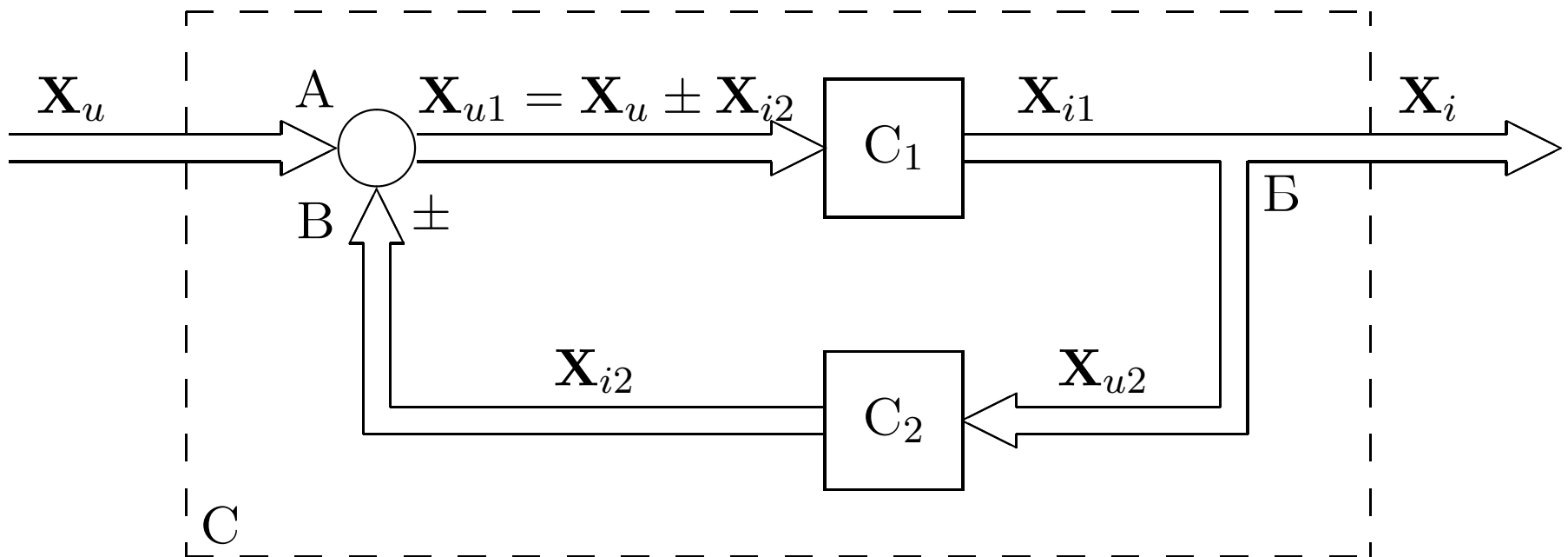
## ПАРАЛЕЛНА СПРЕГА

Системи  $C_1$  и  $C_2$  су **паралелно спрегнути** у систем  $C$  ако и само ако је улаз  $X_u$  целог система  $C$  истовремено и улаз  $X_{u1}$  система  $C_1$  и улаз  $X_{u2}$  система  $C_2$ , а излаз  $X_i$  целог система је алгебарски збир излаза  $X_{i1}$  система  $C_1$  и излаза  $X_{i2}$  система  $C_2$ , при чему системи  $C_1$  и  $C_2$  не делују један на други.



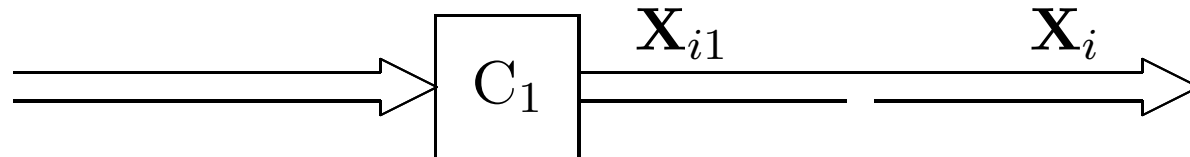
## ПОВРАТНА СПРЕГА

Системи  $C_1$  и  $C_2$  су **повратно спрегнути** у систем  $C$  ако и само ако је улаз  $X_{u1}$  система  $C_1$  алгебарски збир улаза  $X_u$  целог система  $C$  и излаза  $X_{i2}$  система  $C_2$ , а излаз  $X_{i1}$  система  $C_1$  је истовремено излаз  $X_i$  целог система  $C$  и улаз  $X_{u2}$  система  $C_2$ . Систем  $C$  је систем са повратном спрегом, а системи  $C_1$  и  $C_2$  су његови подсистеми.

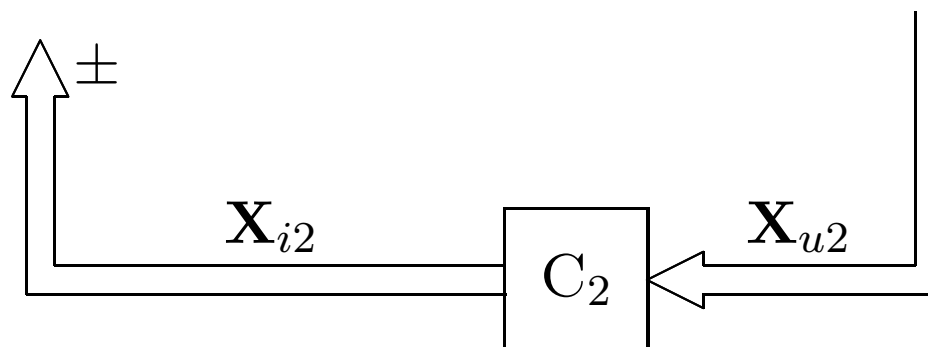


## ПОВРАТНА СПРЕГА

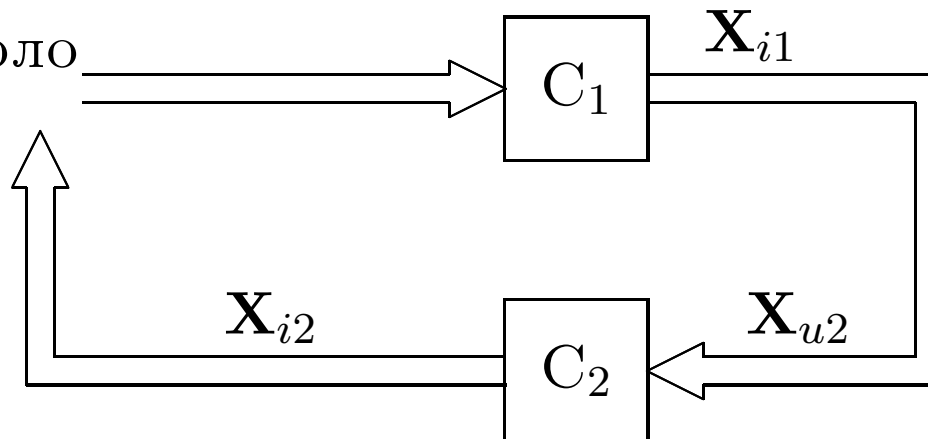
- главна грана



- повратна грана (позитивна или **негативна**)



- отворено коло



Улазна величина објекта која настаје и мења се независно од његовог жељеног динамичког понашања је његова **поремећајна величина**, у ознаци  $Z$ , а ако их има више, нпр.  $P$ ,  $Z_1, Z_2, \dots, Z_P$ , могу да се усвоје за елементе  $P$ -димензионалног **вектора поремећаја** (краће **поремећај**)  $\mathbf{Z}$ ,  $\mathbf{Z} \in R^P$ :

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_P \end{pmatrix} = \left( Z_1 \quad Z_2 \quad \dots \quad Z_P \right)^T. \quad (3)$$

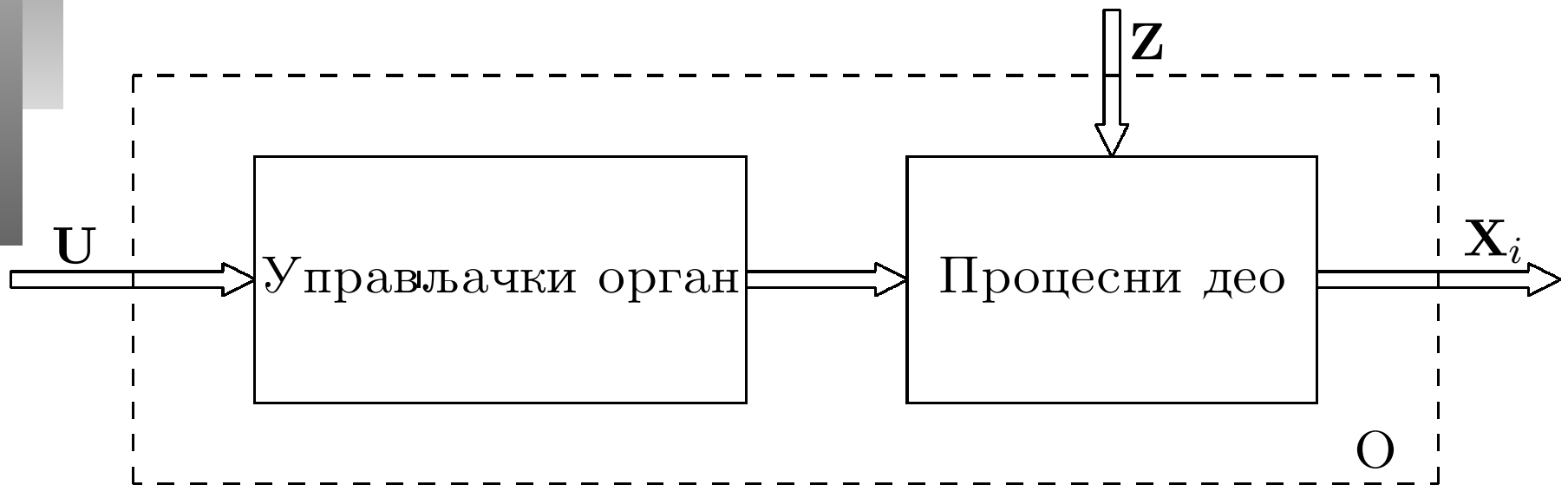


## УПРАВЉАЧКА ВЕЛИЧИНА

Улазна величина објекта која се ствара на основу његовог жељеног динамичког понашања  $X_{i ж}$ , да би својим дејством на тај објект обезбедила његово жељено динамичко понашање у номиналном радном режиму, односно његово задовољавајуће динамичко понашање у произвољним радним условима, је његова **управљачка величина**, у ознаци  $U$ , а ако их је више, нпр.  $R$ ,  $U_1, U_2, \dots, U_R$ , могу да се представе као  $R$ -димензионални **вектор управљања** (краће **управљање**)  $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{U} \in R^R$ :

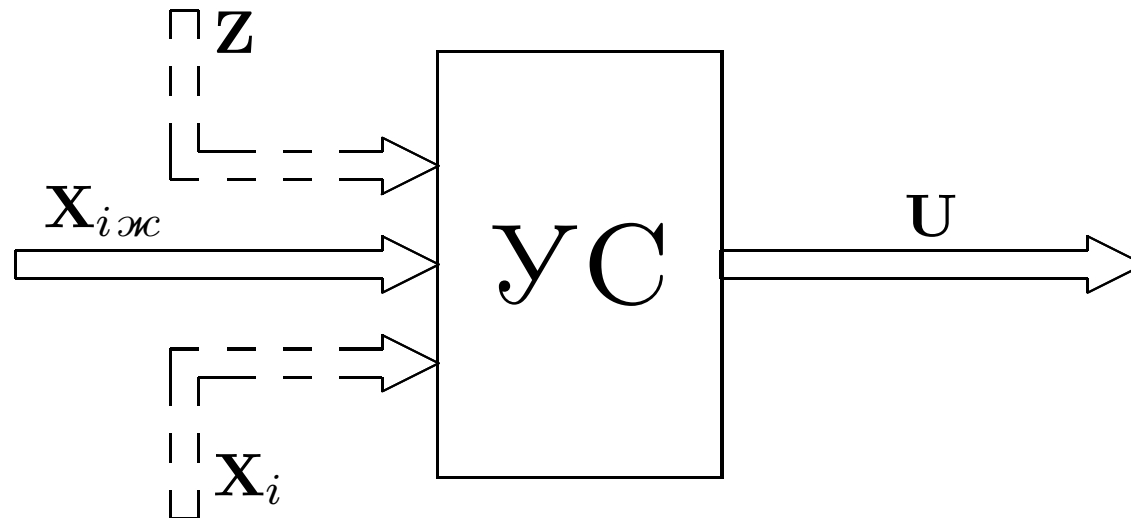
$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \\ \vdots \\ U_R \end{pmatrix} = \left( U_1 \quad U_2 \quad \dots \quad U_R \right)^T . \quad (4)$$

# СТРУКТУРНИ ДИЈАГРАМ ОБЈЕКТА



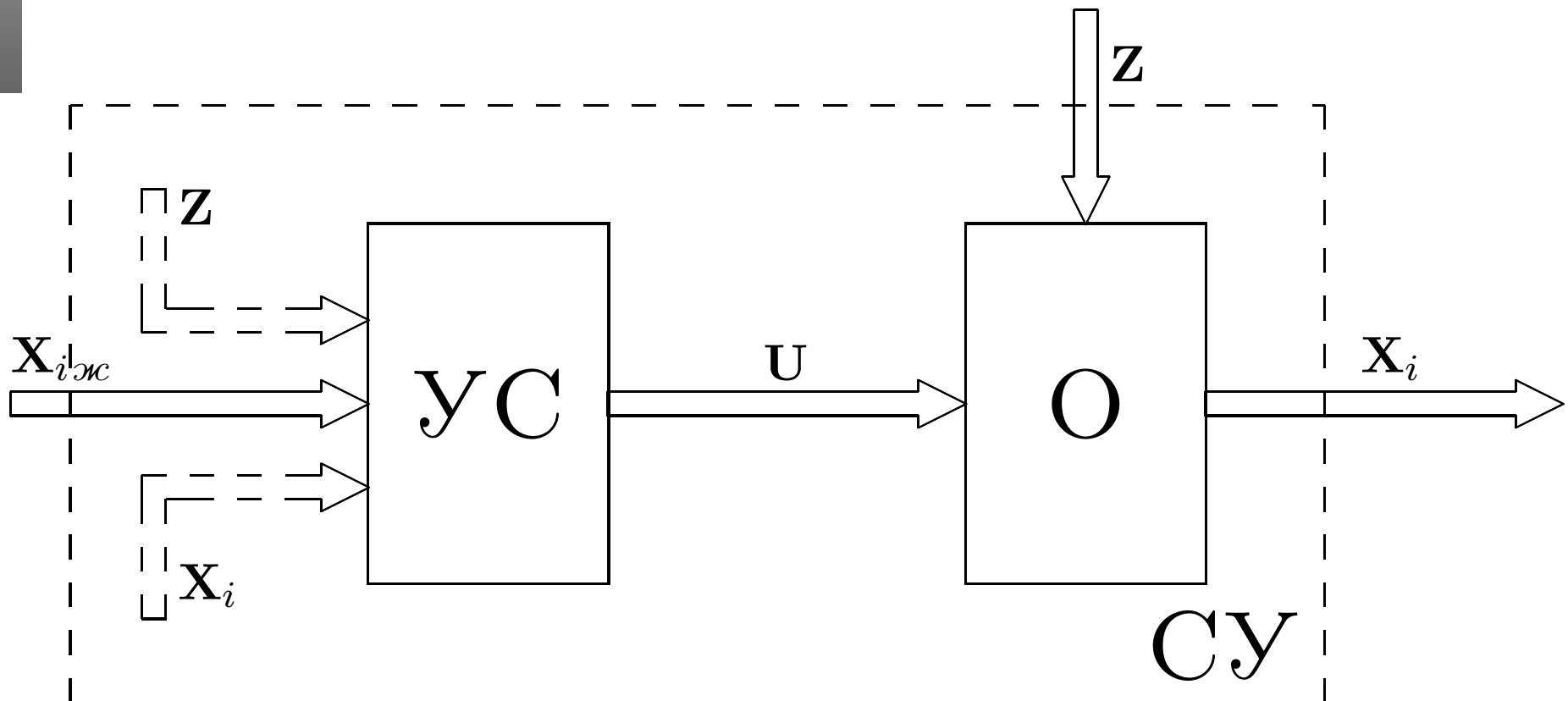
- $U$  - управљање (управљачке величине)
- неуправљани објект  $\Rightarrow U \Rightarrow$  *управљани објект*
- $X_i$  - управљани излаз (управљане величине)

Систем чија је излазна величина управљање за дати објект је **управљачки систем** за дати објект.

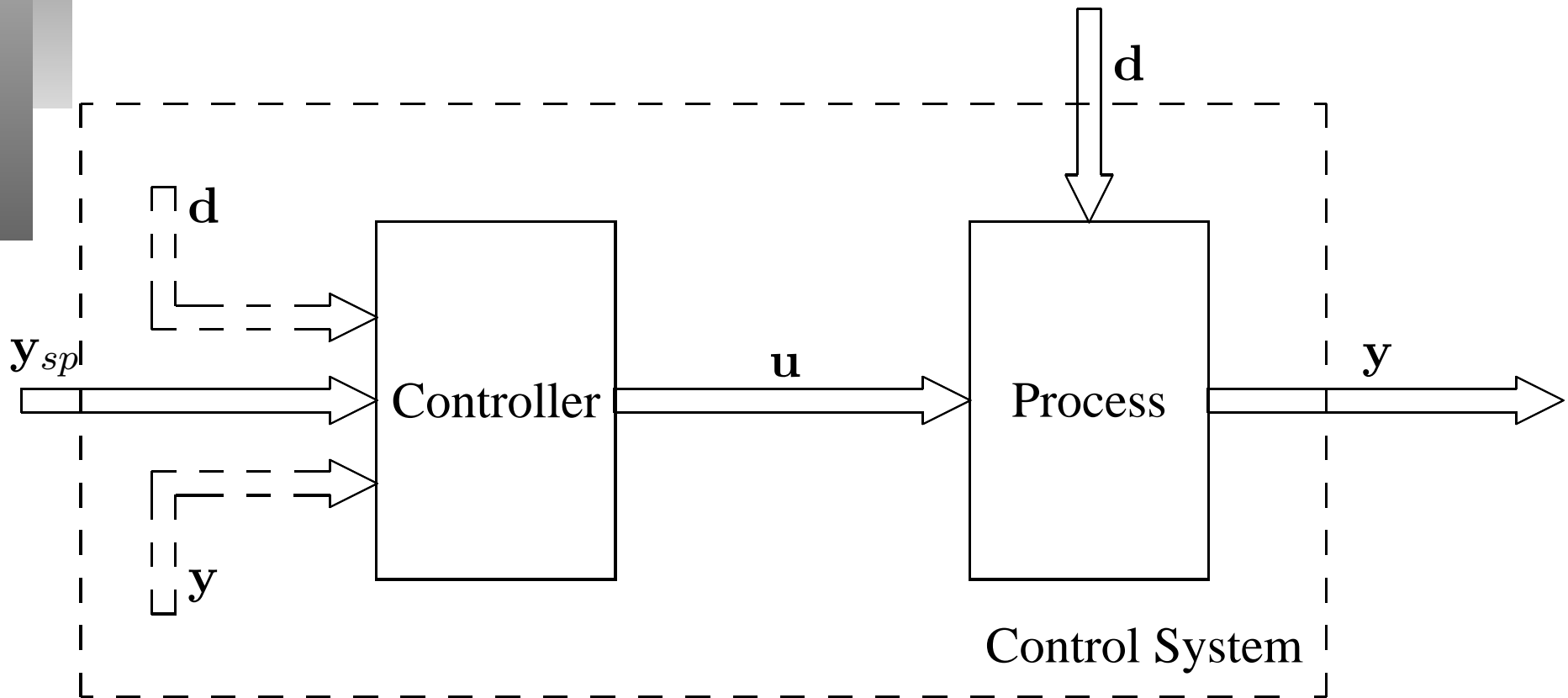


- $X_{i ж}$  - жељена вредност излаза  $X_i$

Систем који се састоји из објекта и управљачког система за тај објект, које повезује управљање је **систем управљања**.



Уобичајене ознаке у светској литератури



● Katsuhiko Ogata, "Modern Control Engineering", Prentice Hall

● K. J. Åström, "Control System Design", Lecture Notes for ME 155A