

V.A. POGHOSYAN, R.A. MANUKYAN

**THE WORKING ENVIRONMENT OF THE ONLINE SYSTEM FOR
DETERMINING THE CHARACTERISTICS OF MULTIPARAMETERIC
MATRICES**

The working environment of the online computing system for determining the characteristics of multiparameter matrices is developed.

Keywords: Web service, data formats, online API, multiparameter matrices.

ՀՏԴ 62-50

Ա.Թ. ՈՒԼԻԿՅԱՆ, Ս.Ա. ԱՐԳԱՐՅԱՆ

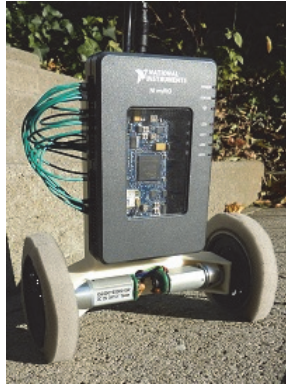
**ԵՐԿԱՆԻՎ ՇԱՐԺԱԿԱՆ ՌՈՐՈՏԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ
ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԵՐՖԵՅՍ**

Հիմք ընդունելով ավտոմատ կառավարման համակարգերի (ԱԿՀ) ելքային ազդանշանների պարամետրերի ընտրության արմատների տեղադրման մեթոդը, կառուցվել է երկանիվ շարժական ոռոտի նախագծման և հետազոտման համար գրաֆիկական ինտերֆեյս LabVIEW ծրագրավորման միջավայրում: Կառավարման որակը հաշվի առնելու նպատակով որպես սահմանափակում ընդգրկվել է ԱԿՀ-ի տատանողականության ցուցանիշը:

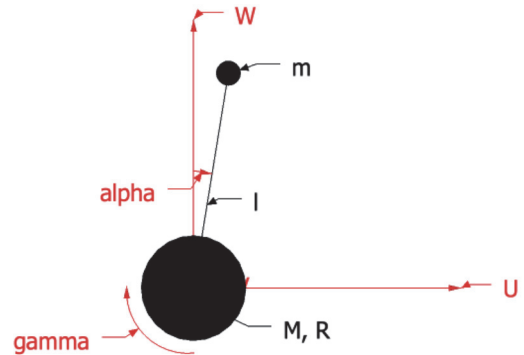
Առանցքային բաներ. ավտոմատ կառավարման համակարգ, վիճակի տարածության, փոխանցման ֆունկցիա, տատանողականության ցուցանիշ, արմատների տեղադրման մեթոդ:

Ժամանակակից տեխնիկայի զարգացմանը զուգընթաց ավտոմատ կառավարման համակարգերի (ԱԿՀ) խնդիրների լուծումը ավելի պարզ է դառնում, քանի որ ինժեներական ծրագրավորման լեզուներ MATLAB-ի և LabVIEW-ի [1] միջոցով հնարավոր է լուծել բարդ խնդիրներ:

Աշխատանքը նվիրված է երկանիվ շարժական ոռոտի (ԵՇՌ) կառավարման համակարգի նախագծման համար ստեղծված գրաֆիկական ինտերֆեյսին, որի միջոցով կարելի է արագ և շատ պարզ իրականացնել երկանիվ շարժական ոռոտի հետազոտումը: Նկ. 1-ում բերված է երկանիվ շարժական ոռոտ, որը կառավարվում է MyRIO կառավարման սարքի միջոցով: Ներկայացված է երկանիվ շարժական ոռոտի երկրաչափական տեսքը հարթության մեջ (նկ. 2): Այն ունի երկու ազատության աստիճան:



Նկ. 1. Երկանիվ շարժական ռոբոտ

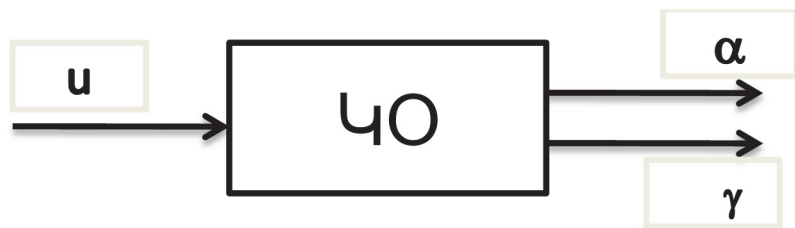


Նկ. 2. Երկանիվ շարժական ռոբոտի երկրաչափական տեսքը հարթությունում

Երկանիվ շարժական ռոբոտը (ԵՇՌ) նկարագրվում է հետևյալ հիմնական պարամետրերով. անվի շառավիղ՝ R , մարմնի կենտրոնից մինչև անիվ եղած հեռավորություն՝ L , երկու անիվների զանգվածներ՝ $M/2$, մարմնի զանգվածը ընդունել ենք որպես նյութական կետ և նշանակել՝ m :

Եթե երկանիվ շարժական ռոբոտը շարունակի շարժումը միայն x առանցքի երկայնքով, ապա կառաջանան 2 անկյուններ՝ α և γ , որտեղ α -ն մարմնի դիրքի և ուղղահայաց առանցքի կազմած անկյունն է, իսկ γ -ն՝ անվի պտտման անկյունը:

Այսպիսով, ԵՇՌ-ը մեկ մուտքով և երկու ելքով համակարգ է, որի կառուցվածքային սխեման բերված է նկ. 3-ում:



Նկ. 3. Օբյեկտի կառուցվածքային սխեման

Համակարգը նկարագրվում է հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումներով՝

$$ml^2 \ddot{\alpha} - mgl \sin \alpha = T_{\text{Մոտ}} - \mu \dot{\alpha} + \mu \dot{\gamma}, \quad (1)$$

$$R(m + 2M) \ddot{\gamma} = T_{\text{Մոտ}} - \mu \dot{\gamma} + \mu \dot{\alpha} : \quad (2)$$

Համակարգը կարող է գծայնացվել միայն փոքր անկյունների դեպքում ($\sin(\alpha) \approx \alpha$):

Հավասարակշռման պայմանն ուսումնասիրելու համար ընդունում ենք, որ զրոյական դիրքը $\alpha=0$ -ն է:

Համակարգի վիճակի տարածության մոդելը կարտահայտվի հետևյալ կերպ՝

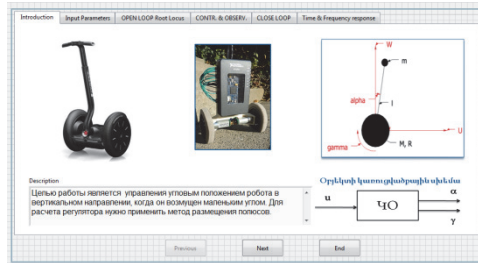
$$\begin{bmatrix} \dot{\alpha} \\ \ddot{\alpha} \\ \dot{\gamma} \\ \ddot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{g}{l} & \frac{-\mu}{ml^2} & 0 & \frac{\mu}{ml^2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{\mu}{R(m+2M)} & 0 & \frac{-\mu}{R(m+2M)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \alpha \\ \dot{\alpha} \\ \gamma \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{ml^2} \\ 0 \\ \frac{1}{R(m+2M)} \end{bmatrix} \cdot T_{Mot}, \quad (3)$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \alpha \\ \dot{\alpha} \\ \gamma \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (4)$$

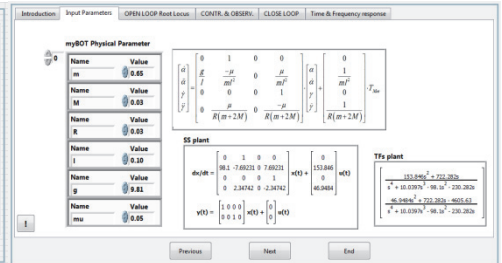
γ անկյան փոփոխությունը հանգեցնում է α անկյան թեքման, հետևաբար՝ երկանիվ շարժական ոռոտորը սկսում է տեղում ետ ու առաջ շարժում, որը կատարվում է անիվների անկյան շնորհիվ:

Ետազոտման համար ստեղծվել է իրական սարքի թվային օրինակի գրաֆիկական ինտերֆեյս, որը բաղկացած է 6 ենթապատուհաններից՝ ներածության (նկարագրություն), պարամետրերի ներմուծման, բաց համակարգի հետազոտման, կառավարելիության և դիտելիության, փակ համակարգի հետազոտման, Ժամանակային և հաճախականային բնութագրերի դուրսբերման:

Առաջին պատուհանում նկարագրվում է երկանիվ շարժական ոռոտոր՝ կառուցվածքային սխեմայի տեսքով, երկրաչափորեն և նպատակը (նկ. 4) [1]: Next կոճակի միջոցով կարելի է փոխել պատուհանը, որից հետո կարտապատկերվի երկրորդ՝ պարամետրերի ներմուծման պատուհանը (նկ. 5), որտեղ մուտքագրելով համապատասխան երկանիվ շարժական ոռոտորի ֆիզիկական պարամետրերը, կստացվեն համակարգի վիճակի տարածության մոդելը և փոխանցման ֆունկցիաները:

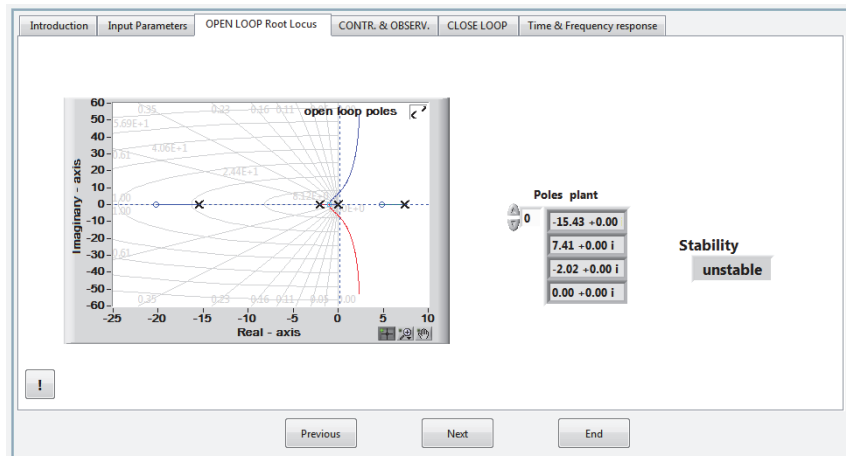


Նկ. 4. Համակարգի նկարագրությունը



Նկ. 5. Համակարգի ՎՏՄ-ն և ՓՖ-ն

Ինչպես հայտնի է, գծային համակարգի կայունության համար անհրաժեշտ է և բավարար, որպեսզի A մատրիցի սեփական արժեքներն ունենան բացասական իրական մասեր: Գտնենք A մատրիցի սեփական արժեքները (նկ. 6):



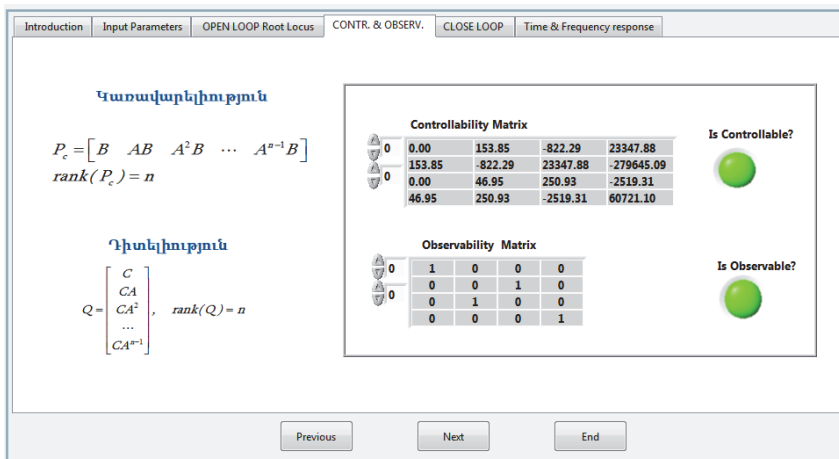
Նկ. 6. Բաց համակարգի բևեռները

Ինչպես երևում է արմատային հոդոգրաֆից, երկանիվ շարժական ոռոտը ներկայացնում է անկայուն համակարգ, քանի որ աջ կիսահարթությունում ունի բևեռ [2-5]:

Համակարգի կայունացումը հավասարակշռության վերին դիրքում ապահովելու համար անհրաժեշտ է նախագծել կազավորիչ: Օբյեկտի սեփական արժեքները տեղաշարժելու համար այն պետք է ընդգրկել հետադարձ կապով: Եվ այդ նպատակով իրականացվել է վիճակի կարգավորիչի սինթեզ, որի համար կիրառվել է արմատների տեղադրման մեթոդը:

Մեթոդի էությունն այն է, որ օգտագործելով հետադարձ կապը՝ ըստ վիճակի կարելի է առաջադրել փակ համակարգի ցանկալի արմատների դիրքերը: Իսկ տրված դիրքերը կարող են որոշվել կարգավորման որակին առաջադրված

պահանջներից: Դրա համար նախնական համակարգը պետք է ամբողջությամբ լինի կառավարելի: Նկ. 7-ում հաշվարկվում և որոշվում է՝ արդյոք համակարգը կառավարելի ու դիտելի է (նկ. 7):



Նկ. 7. Համակարգի կառավարելիությունը և դիտելիությունը

Վիճակի կարգավորիչն իրականացնում է բացասական հետադարձ կապ վիճակի վեկտորի բոլոր բաղադրիչների համար, որը կատարվում է փակ համակարգի բևեռներին ցանկալի դիրքեր առաջադրելով: Եթե համակարգի մոդելը տրված է հետևյալ տեսքով՝

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (5)$$

ապա վիճակի կարգավորիչը բնութագրվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$u = -K\bar{x} = -(K_1 K_2 K_3 K_4) \cdot (x_1; x_2; x_3; x_4) = -(K_1 x_1 + K_2 x_2 + K_3 x_3 + K_4 x_4), \quad (6)$$

որտեղ K -ն կարգավորիչի գործակիցների մատրիցն է, x -ը՝ վիճակի փոփոխականների վեկտորը: Հետադարձ կապի վեկտորի չափողականությունը n է, որը վիճակի փոփոխականների քանակն է: (6) բանաձևը տեղադրելով (5)-ի մեջ՝ կստանանք հետևյալը.

$$\dot{x} = Ax - BKx = (A - BK)x \quad (7)$$

Փակ համակարգի բնութագրիչ հավասարման արմատները կստացվեն՝

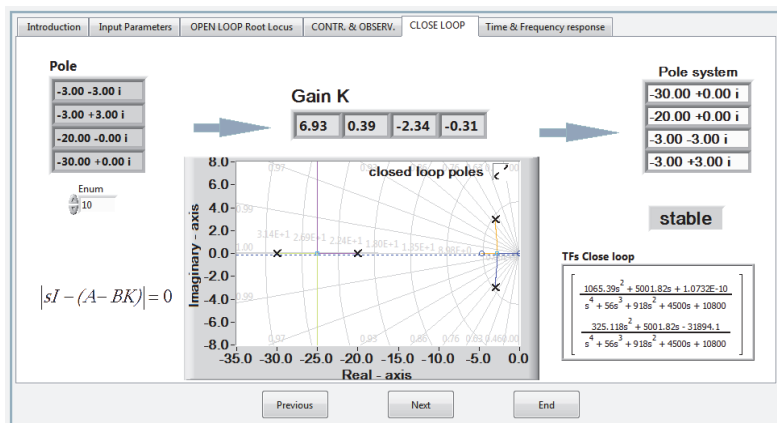
$$|sI - (A - BK)| = 0 \quad (8)$$

$A-BK$ փակ համակարգի վիճակի մատրիցը պետք է ունենա ցանկալի սեփական արժեքներ, որոնք ապահովվում են կարգավորիչի K մատրիցի ընտրությամբ: Դա նշանակում է, որ ղեկավարման ազդանշանը որոշվում է՝ ելնելով համակարգի տվյալ պահի վիճակից: Հետադարձ կապով համակարգի կարգավորիչի հաշվարկի համար պետք է գտնել ուժեղացման K մատրիցը: Նկ. 8-ում ցույց է տրված, թե ինչպես կարելի է օգտագործել վիճակի K ուժեղացման գործակիցը: Սինթեզը սկսվում է սեփական արժեքների նշանակմամբ, բնականաբար, ձախ կիսահարթությունից:

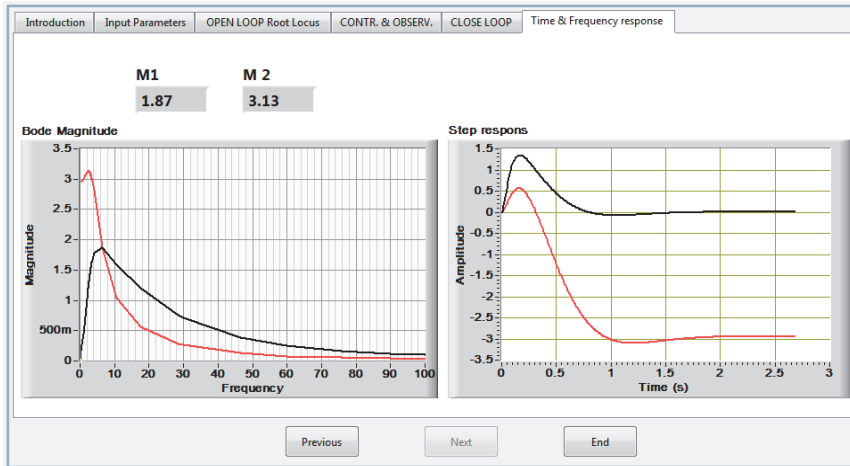
Նկ. 8-ում բերված է ցանկալի բևեռների ընտրման արդյունքում ստացված K ուժեղացման գործակիցները, որոնք կիրառելով հետադարձ կապում՝ ստացվում են համապատասխան փակ համակարգի փոխանցման ֆունկցիաները և արմատային հոդոգրաֆները, որից հետո անմիջապես կստացվի (նկ. 9) ժամանակային և հաճախականային տիրույթներում տվյալ փակ համակարգի արձագանքը:

M1-ը և M2-ը ստացված տատանողականության ցուցանիշներն են:

Ունենալով առաջադրված տատանողականության ցուցանիշը՝ կարելի է հետազոտման միջոցով գտնել այն ուժեղացման գործակիցները, որոնք կբավարարեն խնդրի պայմանը:



Նկ. 8. Կարգավորիչի սինթեզը



Նկ. 9. Համակարգի ժամանակային և հաճախականային բնութագրերը

Եզրակացություն: Ուսումնասիրվել է երկանիվ շարժական ոռոտ համակարգը, որն անկայուն է: Իրականացվել է համակարգի նախագծում ըստ վիճակի փոփոխականների: Կիրառվել է արմատների տեղադրման մեթոդը. Հաշվարկվել և նախագծվել է կարգավորիչ, որն ապահովում է համակարգի կայունությունը: Գրաֆիկական ինտերֆեյսի միջոցով կատարվել է համակարգի հետազոտում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. NI LabVIEW Control Design and Simulation Module. Abgerufen am 18.11.2013. <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/de/nid/209850>.
2. **Бесекерский В.А., Попов Е.П.** Теория систем автоматического управления. - СПб.: Профессия, 2003. - 752 с.
3. **Дорф Р., Бишоп Р.** Современные системы управления. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 832 с.
4. **Ким Д.П.** Теория автоматического управления.-Том 1,2. - М.: Физматлит, 2004.- 288с.
5. Теория автоматического управления /Под ред. А.В. Нетушила. Том 1. - М.: Высшая школа, 1976. – 400 с.

А.Т. УЛИКЯН, С.А. АБГАРЯН

**ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ**

На основе метода размещения полюсов для выбора параметров выходных сигналов систем автоматического регулирования (САР) построен графический интерфейс в среде программирования LabVIEW с целью проектирования и исследования двухколесного мобильного робота. Для учета качества управления в число ограничений вводится показатель колебательности САР.

Ключевые слова: автоматическая система управления, пространство состояний, передаточная функция, показатель колебательности, метод размещения полюсов.

A.T. ULIKYAN, S.A. ABGARYAN

**GRAFICAL INTERFACE FOR INVESTIGATING THE CONTROL
SYSTEM OF A TWO-WHEELED MOBILE ROBOT**

On the basis of the pole placement method for selecting the parameters of the output signals of the control system (CS), a graphical interface in the LabVIEW programming environment to design and research of a two-wheeled mobile robot is built. To consider the control quality, the index of oscillation of the control systems is introduced as a restriction.

Keywords: automatic control system, state space, the transfer function, the index of oscillation, the method of the pole placement.

ՀՏԴ 681.5.015:629.735

Ա.Վ. ԴԱՎԹՅԱՆ, Ա.Ջ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ, Ս.Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

**ԱՆՕԴԱԶՈՒԹՅՈՂ ՍԱՐՔԻ ԵՐԿԱՌԱՆՑՔ ԳԻՐՈԿԱՅՈՒՆԱՑՎԱԾ
ՀԱՐԹԱԿԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ԵՎ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄԸ**

Փորձնական նմուշի միջոցով ուսումնասիրվում են փոքր անօդաչու թռչող ապարատների (ԱԹԱ) երկառանցք գիրոկայունացված հարթակի ավտոմատ կառավարումը և մոդելավորումը LabVIEW գրաֆիկական ծրագրավորման միջավայրում: Կատարվել է հարթակի լաբորատոր փորձարկումներից ստացված արդյունքների վերլուծություն:

Առանցքային բառեր. բազմաչափ կառավարման համակարգ, անօդաչու թռչող ապարատ, գիրոսկոպ, տվիչ, գիրոկայունացված հարթակ, երկառանցք կարդանային կախոց:

Տեխնոլոգիաների զարգացմանը զուգընթաց ԱԹԱ-ների արտադրությունը մեծ ճանաչում ձեռք բերեց: ԱԹԱ-ներն ունեն պարզ կառուցվածք, բազմաֆունկցիոնալ են, այդ իսկ պատճառով կիրառվում են՝