

Օ.Հ. ՕՇԱՆՅԱՆ, Շ.Ն. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

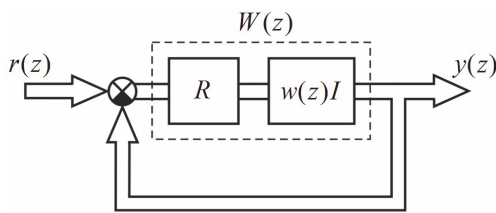
ԴԻՍԿՐԵՏ ՄԻԱՏԻՊ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱՐԿԱՐԳԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄՆ ՈՒ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ SISOCOTROLSYSCAD ՓԱԹԵԹԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Հետազոտվում են դիսկրետ միատիպ և պարզ սիմետրիկ բազմաչափ համակարգերը՝ SISOControlSysCad փաթեթի միջոցով: Փաթեթը կիրառվում է միաչափ, այսինքն՝ ունի մեկ մուտք և մեկ ելք՝ անընդհատ և դիսկրետ համակարգերի ուումնասիրելու դեպքում, երբ միաչափ անընդհատ համակարգից հեշտությամբ կարելի է անցնել դիսկրետ համակարգի, ընտրելով ընդհատման պարբերությունը: Ներկայացված է եռաչափ միատիպ համակարգի վերլուծության թվային օրինակ:

Առանցքային բառեր. դիսկրետ բազմաչափ կառավարման համակարգ, միատիպ համակարգ, պարզ սիմետրիկ համակարգ, բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիա:

Տարբեր տեխնիկական կիրառություններում, օրինակ՝ ավիա-տիեզերական տեխնիկայում, քիմիական ու պողպատի արդյունաբերությունում և բազմաթիվ այլ ոլորտներում լայնորեն օգտագործվում են, այսպես կոչված, միատիպ բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգեր (ՄԲԱԿՀ) [1,2]: Դրանցում առանձին կապուլիներն ունենում են միատեսակ փոխանցման ֆունկցիաներ: Կապուլիների միջև փոխադարձ կապերը կոչտ են և բնութագրվում են իրական թվային մատրիցով:

N - չափանի դիսկրետ միատիպ ԲԱԿՀ-երի մատրիցային կառուցվածքային սխեման z -հարթությունում բերված է նկ. 1-ում, որտեղ $w(z)$ - ն առանձին կապուլիների միևնույն փոխանցման ֆունկցիան է, R -ը՝ կոչտ փոխկապակցված կապերի $N \times N$ - չափանի թվային մատրիցը:



Նկ. 1. Դիսկրետ միատիպ ԲԱԿՀ-երի կառուցվածքային սխեման z - ձևափոխության տիրույթում

Միատիպ ԲԱԿՀ-երի բերված անընդհատ մասի առանձին կապուլիների $w(s)$ փոխանցման ֆունկցիաներում կիրառելով z - ձևափոխությունը՝ ստացվում է $w(z)$ փոխանցման ֆունկցիան (1).

$$w(z) = \frac{M(z)}{D(z)}, \quad (1)$$

$$w(s) = w_p(s)w_H(s), \quad (2)$$

որտեղ $W_p(s)$ -ն առաձին կապուղիներում կառավարման անընդհատ օբյեկտի փոխանցման ֆունկցիան է, $W_H(s)$ -ը՝ զրոական կարգի էքստրապոլյատորի փոխանցման ֆունկցիան՝

$$W_H(s) = \frac{1 - \exp(-Ts)}{s}. \quad (3)$$

Բաց դիսկրետ միատիպ ԲԱԿ-երի $W(z)$ փոխանցման մատրիցը (նկ.1.) հավասար է՝

$$W(z) = w(z)R: \quad (4)$$

Բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաների (ԲՓՖ) մեթոդի կիրառումը հնարավորություն է տալիս կապուղիների կամայական N քանակով դիսկրետ միատիպ համակարգերի հետազոտումը հանգեցնել N հատ միաչափ համակարգերի հետազոտմանը [3,4]:

Հիմնվելով բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաների (ԲՓՖ) մեթոդի վրա, բաց բնութագրիչ համակարգերի $q_i(z)$ փոխանցման ֆունկցիաները առանձին կապուղիներում տարբերվում են $W(z)$ փոխանցման ֆունկցիայից միայն λ_i թվային գործակցով, որտեղ λ_i ($i = 1, 2, \dots, N$) -ը R մատրիցի սեփական արժեքներն են.

$$q_i(z) = \lambda_i w(z) = \lambda_i \frac{M(z)}{D(z)}, i = 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

ուստի միատիպ ԲԱԿ-երի կայունության վերլուծությունն ավելի պարզ է դառնում:

ԲԱԿ-ում կարևոր տեղ ունեն պարզ սիմետրիկ ԲԱԿ-երը, որոնց $W(z)$ փոխանցման մատրիցի բոլոր անկյունագծային տարրերի փոխանցման ֆունկցիաները նույնն են, նույնն են նաև բոլոր ոչ անկյունագծային տարրերի փոխանցման ֆունկցիաները՝

$$W(z) = \begin{pmatrix} w_0(z) & w_1(z) & w_1(z) \\ w_1(z) & w_0(z) & w_1(z) \\ w_1(z) & w_1(z) & w_1(z) \end{pmatrix} : \quad (6)$$

Անկախ N առանձին կապուղիներից, պարզ սիմետրիկ ԲԱԿ-երն ունեն միայն երկու տաբեր ԲՓՖ-ներ, որոնք դիսկրետ համակարգի համար ունեն հետևյալ տեսքը՝

$$q_i(z) = w_0(z) + (N - 1)w_1(z), \quad (7)$$

$$q_2(z) = q_3(z) = \dots = q_N(z) = w_0(z) - w_1(z), \quad (8)$$

որտեղ $q_1(z)$ ԲՓՖ-ն կոչվում է միջինացված շարժման փոխանցման ֆունկցիա, իսկ մնացած ԲՓՖ-ները՝ հարաբերական շարժման փոխանցման ֆունկցիաներ:

Օրինակ. Դիտարկենք անընդհատ եռաչափ միատիպ համակարգ, ենթադրելով, որ բոլոր կապուղիներում իմպուլսային տարրերն աշխատում են համաժամանակյա ընդհատման $T_s = 0.01$ չ/պարբերությամբ:

Քանի որ համակարգը միատիպ է, ուստի $W_1(s)$, $W_2(s)$ և $W_3(s)$ փոխանցման ֆունկցիաները նույն են՝ $W(s) = W_1(s) = W_2(s) = W_3(s)$, և ունեն հետևյալ տեսքը՝

$$W(s) = \frac{7500}{s(s+2)(s+40)(s+80)}: \quad (9)$$

Վերջինս ունի նաև կապուղիների միջև փոխադարձ կապերի հետևյալ թվային մատրիցը՝

$$R = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & -0.01 \\ 0.05 & 0.86 & 0.5 \\ 0.02 & 0.5 & 0.86 \end{pmatrix}: \quad (10)$$

R մատրիցի սեփական արժեքները կլինեն՝

$$\lambda_1 = 1.3675, \quad \lambda_2 = 0.8996, \quad \lambda_3 = 0.3649, \quad (11)$$

այսինքն՝ բոլոր երեք սեփական արժեքները իրական թվեր են:

Համաձայն բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաների մեթոդի (ԲՓՖ), քանի որ այն թույլ է տալիս N -չափանի փոխկապակցված դիսկրետ ԲԱԿ-երի վերլուծությունը հանգեցնել N հատ առանձին միաչափ բնութագրիչ համակարգերի կայունության վերլուծության, միատիպ համակարգերի դեպքում ԲՓՖ-երը կունենան հետևյալ տեսքը՝

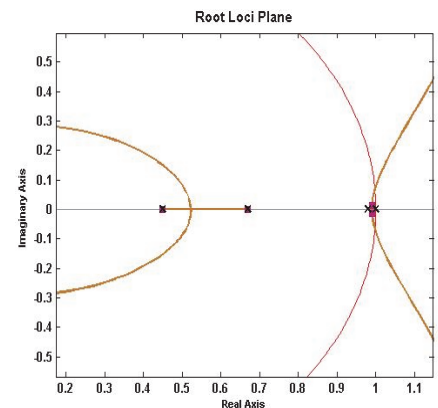
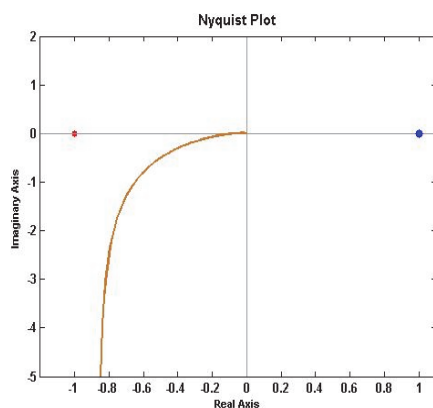
$$q_1(s) = \lambda_1 w(s) = \frac{10256.25}{s(s+2)(s+40)(s+80)}, \quad q_2(s) = \lambda_2 w(s) = \frac{6747}{s(s+2)(s+40)(s+80)},$$

$$q_3(s) = \lambda_3 w(s) = \frac{2736.7}{s(s+2)(s+40)(s+80)}:$$

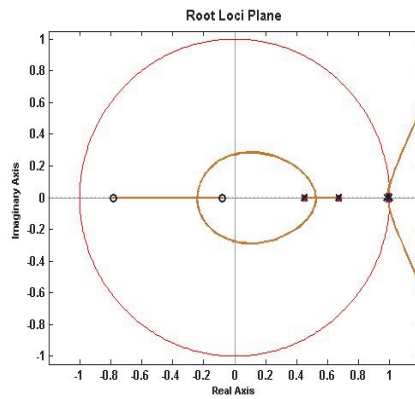
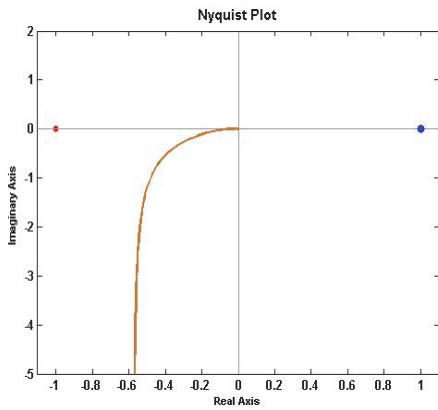
Ստացված բնութագրիչ համակարգերի հետազոտման համար օգտագործվել է *SISOControlSysCad* փաթեթը Matlab ծրագրային միջավայրում [5]: Այն նախատեսված է միաչափ անընդհատ և դիսկրետ համակարգերի հետազոտման համար և աշխատում է իրական թվային գործակիցներով:

Միատիպ համակարգերի փոխադարձ կապերի R մատրիցի λ_i սեփական արժեքները կարող են լինել իրական և կոմպլեքս համալուծ: Քանի որ իրականում կոմպլեքս համալուծ թվային գործակիցներով համակարգեր գոյություն չունեն, Matlab ծրագրային փաթեթը կոմպլեքս գործակիցների դեպքում որոշ հաշվարկներ չի կատարում, արմատային հոդոգրաֆները չի կառուցում: Այս հարցը լուծելու համար *SISOControlSysCad* փաթեթի ծրագրային կոդում կատարվել են որոշակի փոփոխություններ, որպեսզի հնարավոր լինի աշխատել և՛ իրական, և՛ կոմպլեքս թվային գործակիցներով:

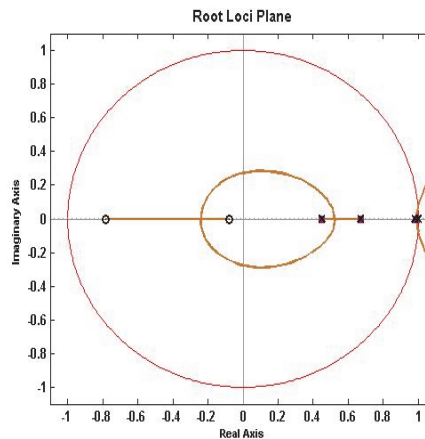
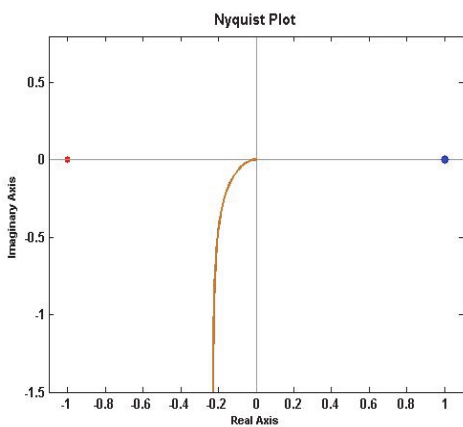
Բերված թվային օրինակում միատիպ համակարգի R մատրիցի λ_i սեփական արժեքները իրական են, և ստացված միաչափ բնութագրիչ համակարգերի համապատասխան՝ Նայքվիսթի հետազոտման և արմատային հոդոգրաֆները ներկայացված են նկ.2-ում:



ա) $q_1(z)$



$p) q_2(z)$



$q) q_3(z)$

Նկ. 2. Դիսկրետ եռաչափ համակարգի բնութագրիչ փոխանցման ֆունկցիաների՝ $w), p), q)$, Նայքվիստի հետազոտությունը և արմատային հետազոտությունը, երբ $T_s = 0.01$ վ

Բերված են դիսկրետ համակարգերի արմատային հետազոտությունը, որտեղ խաչերով և շրջանակներով նշված են բևեռներն ու բաց համակարգի զրոները, իսկ քառակուսիներով՝ փակ համակարգի արմատները: Հետազոտելից երևում է, որ $q_1(z), q_2(z), q_3(z)$ բնութագրիչ հետազոտությունը, ըստ կայունության Նայքվիստի չափանիշի, չեն ընդգրկում $-1(j0)$ կետը, իսկ արմատները տեղաբաշխված են միավոր շրջանագծի ներսում: Քանի որ ստացված առանձին միաչափ համակարգերը կայուն են, հետևաբար՝ միատիպ դիսկրետ եռաչափ համակարգը կայուն է:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Gasparyan O.N.** Linear and Nonlinear Multivariable Feedback Control: A Classical Approach. - John Wiley & Sons, UK, 2008.- 356p.
2. **Գասպարյան Օ.Ն.** Теория многосвязных систем автоматического регулирования.- Ереван: Изд-во "Асогик", 2010.-380с.
3. **Albertos P., Sala A.** Multivariable Control Systems: An Engineering Approach.- Springer, 2004. –358p.
4. **Chen Chi-Tsong.** Analog and Digital Control System Design.- Sounder College Publishing, 2006. -609p.
5. **Using MATLAB,** The MathWorks, Inc, 2014.

Օ.Գ. ՕԳԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОТИПНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА SISOCONTROLSYSCAD

Проведено исследование многомерных систем управления с одинаковыми передаточными функциями отдельных каналов и жесткими взаимными связями (так называемых однотипных систем) с помощью пакета SISOControlSysCad. Этот пакет используется при проектировании одномерных, т.е. имеющих один вход и один выход, непрерывных и дискретных систем путем выбора соответствующего периода прерывания. Показано, как на основе метода характеристических передаточных функций можно провести исследование дискретных однотипных систем с произвольным числом каналов N . Приведен числовой пример анализа трехмерной однотипной системы.

Ключевые слова: многомерная дискретная система управления, однотипная система, простая симметричная система, характеристическая передаточная функция.

Օ.Ն. ՕԿԱՆՅԱՆ, Ս.Ն. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

DESIGN AND INVESTIGATION OF DISCRETE UNIFORM CONTROL SYSTEMS USING THE SISOCONTROLSYSCAD PACKAGE

Discrete uniform control systems using the SISOControlSysCad package are investigated. Uniform control systems is multivariable systems with identical transfer functions of separate channels and rigid cross-connections. This package is used at the design of continuous systems, through which one-dimensional continuous system easily can pass to a discrete system, by choosing the interruption time. It is shown that the application of the characteristic transfer function method allows to reduce the investigation of the discrete uniform systems with an arbitrary number of channels N to the investigation of N one-dimensional systems. A numerical example of analysis of a three-dimensional uniform system is presented.

Keywords: multi-dimensional discrete system, uniform system, simple symmetric system, characteristic transfer function.