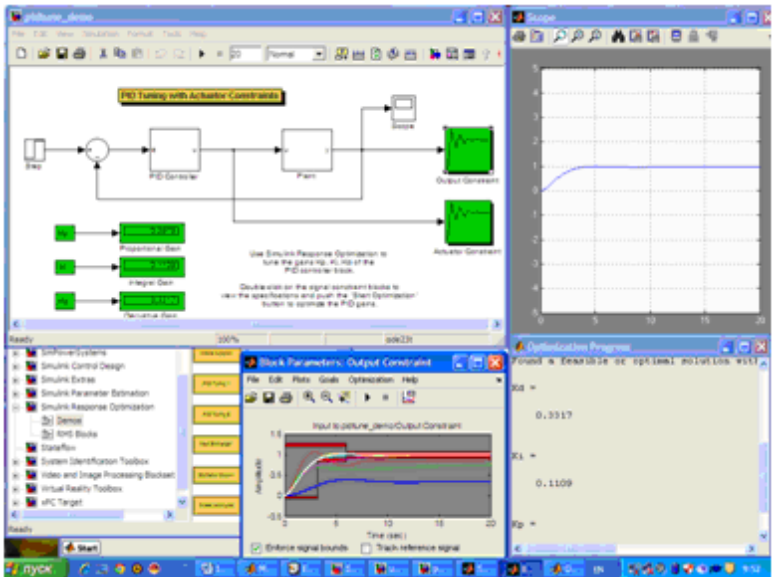


F.H.ƏLƏKBƏRLİ
U.X.AĞAYEV
M.S.SALMANOV

İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN AVTOMATLAŞDIRILMASI



Sumqayıt – 2014

F.H.ƏLƏKBƏRLİ
U.X.AĞAYEV
M.S.SALMANOV

**İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN
LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN
AVTOMATLAŞDIRILMASI**

Sumqayıt – 2014

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL
NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

F.H.ƏLƏKBƏRLİ, U.X.AĞAYEV,
M.S.SALMANOV

İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN
LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN
AVTOMATLAŞDIRILMASI

(Dərs vəsaiti)

*Azərbaycan Respublorasının Thsil
Nazirliyinin 29.05.2014 tarixli
659 saylı əmri ilə dərs vəsaiti kimi
Təsdiq edilmişdir*

Sumqayıt – 2014

Fazil Həzin oğlu Ələkbərli
Ulduz Xeyrulla oğlu Ağayev
Mətləb Süleyman oğlu Salmanov

İdarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsinin
avtomatlaşdırılması

(Dərs vəsaiti)

Rəy verənlər: professor Q.Ə.Rüstəmov (AzTU)
professor C.F.Məmmədov (SDU)

Elmi redaktor: professor M.A.Əhmədov (SDU)

Dərs vəsaitində avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin quruluşu, təminatlarının ümumi şərh və idarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsində istifadə edilən əsas alqoritmlərin izahı verilir. Dərs vəsaiti 050628- “Proseslərin avtomatlaşdırılması mühəndisliyi” ixtisasının tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Vəsaitdə digər ixtisasların tələbələri də istifadə edə bilər.

Mündəricat

| | Səh. |
|--|------|
| Giriş..... | 6 |
| 1. ALS-in təsnifatı..... | 7 |
| 2. ALS-in effektivliyi..... | 9 |
| 3. Layihələndirmənin mərhələləri..... | 10 |
| 4. Sınaqlar..... | 14 |
| 5. ALS-in quruluşu..... | 15 |
| 6. ALS-in təminatları..... | 16 |
| 6.1. ALS-in texniki təminatı..... | 17 |
| 6.1.1. Prosessorlar..... | 17 |
| 6.1.2. Prosessorun iş rejimləri..... | 20 |
| 6.1.2.1. Proqramların sayına görə iş rejimi..... | 20 |
| 6.1.2.2. Məlumat mübadiləsinə görə iş rejimləri..... | 23 |
| 6.1.3. Yaddaş qurğuları..... | 24 |
| 6.1.4. Displeylər..... | 26 |
| 6.1.5. Çap qurğuları..... | 27 |
| 6.1.6. Obyektlə əlaqə qurğuları..... | 28 |
| 6.1.6.1. Analıq-rəqəm çeviriciləri (ARÇ)..... | 29 |
| 6.1.6.2. Rəqəm-analıq çeviriciləri (RAÇ)..... | 31 |
| 6.1.6.3. Diskret siqnalların qəbul edilməsi qurğuları DSQE(Q)..... | 32 |
| 6.1.6.4. Diskret siqnalları obyektə vermə qurğuları (DSOV(Q))..... | 33 |
| 7. ALS-in proqram təminatı..... | 34 |
| 8. ALS-in istifadəçiləri..... | 36 |
| 9. ALS-in məlumat təminatı..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 10. ALS –in lingvistik təminatı..... | 41 |
| 11. ALS vasitəsilə identifikasiyaetmə..... | 44 |
| 11.1. İdentifikasiyaetmənin ümumi sxemi..... | 44 |
| 11.2. İşəburaxma əyriləri əsasında ötürmə funksiyalarınin təyini..... | 47 |
| 11.2.1. Obyektin tipinin təyin edilməsi (struktur identifikasiya)..... | 47 |
| 11.2.2. Obyektin parametrik identifikasiyası..... | 51 |
| 11.2.2.1. Gücləndirici və inteqrallayıcı manqaların parametrlərinin təyini..... | 51 |
| 11.2.2.2. Ətalətli (aperiodik) manqanın parametrlərinin təyini..... | 53 |
| 11.2.2.3. II dərəcəli aperiodik manqanın parametrlərinin təyini..... | 55 |
| 11.2.2.4. Rəqsi manqanın parametrlərinin təyini..... | 57 |
| 11.2.2.5. Ətalətli-inteqrallayıcı manqanın parametrik identifikasiyası..... | 59 |
| 12. Təhliletmənin avtomatlaşdırılması..... | 60 |
| 12.1. Dayanıqlığın təhlili..... | 61 |
| 12.1.1. Raus dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi..... | 62 |
| 12.1.2. Hurvis dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi..... | 64 |
| 12.1.3. Mixaylov dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi... | 66 |
| 12.1.4. Naykvist dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi... | 68 |
| 12.2. Keyfiyyətin təhlili..... | 69 |
| 12.2.1. Keçid prosesinə görə keyfiyyət göstəricilərinin təyini..... | 69 |
| 12.2.2. Tezlik üsulu ilə keyfiyyətin tədqiqi..... | 72 |
| 12.2.3. Köklərin paylanmasına görə keyfiyyətin tədqiqi..... | 74 |

| | |
|--|-----|
| 12.2.4. İnteqral göstəricilərə görə keyfiyyətin tədqiqi..... | 77 |
| 13. Sintezmənin avtomatlaşdırılması..... | 78 |
| 13.1. Tənzimləmə sistemlərinin struktur intezi..... | 79 |
| 13.2. Tənzimləmə sistemlərinin parametrik sintezi...80 | |
| 13.2.1. Bir konturlu tənzim sistemlərinin sintezi..... | 80 |
| 13.2.2. Kombinə edilmiş ATS-lərin intezi..... | 85 |
| 13.2.3. Kaskad tənzim sistemlərinin sintezi..... | 87 |
| 13.3.1. Kaskad tənzim sistemlərinin ümumi quruluşu..... | 87 |
| 13.3.2. Əsas və köməkçi tənzimləyicilərin ekvivalent obyektlərinin təyini..... | 90 |
| 13.3.3. Tənzimləyicilərin hesabı..... | 91 |
| 13.4. Çoxölçülü sistemlərin sintezi..... | 93 |
| 13.4.1. Çoxölçülü obyektin təsviri..... | 93 |
| 13.4.2. Avtonom tənzimləmə sisteminin sintezi..... | 95 |
| 13.4.3. Çarpaz sistemlərin sintezi..... | 97 |
| 14. Konstruktor və texnoloji layihələndirmənin avtomatlaşdırılması..... | 103 |
| Ədəbiyyat..... | 106 |
| Əlavələr..... | 107 |

Giriş

Kompüter texnikasının meydana gəlidiyi vaxtdan onlar layihələndirmə işlərində tətbiq edilmişlər. İlk zamanlar əsasən hesablama işlərinin yerinə yetirilməsində, sonralar isə həm hesablama işlərində, həm də layihə sənədlərinin alınmasında istifadə edilir. Layihələndirmənin avtomatlaşdırılması həm layihələndirmə prosesinin sürətləndirilməsinə, həm də alınan layihənin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə səbəb olur.

Layihənin keyfiyyətinin yüksəldilməsi əsasən aparılan hesabatların dəqiqliyinin yüksəldilməsi və çoxvariantlı layihələrdən ən yaxşısının seçilməsi hesabına əldə olunur. Əl ilə layihələndirmə zamanı yalnız bir layihə variantı hazırlanır və təbii ki, yeganə variant optimal ola bilməz.

Fənnin məqsədi idarəetmə sahəsində hazırlanan mütəxəsisələrdə ALS-in ümumi qurulma prinsipləri haqqında müəyyən nəzəri bilik vermək və ALS-də işləmək vərdişləri yaratmaqdır.

Fənn digər ixtisas fənləri ilə bu və digər dərəcədə əlaqəlidir. Digər fənlərdə alınan nəzəri biliklər həm ALS-in qurulması, həm də onlardan istifadə zamanı tətbiq olunur. Məsələn, tənzim sisteminin qurulması üzrə ALS yaradılsa, təbii ki, həmin sistemin komponenti kimi dinamik modellərinin alınması üçün təcrübənin qoyulması, təcrübənin nəticəsinə görə modellərin qurulması,

müxtəlif quruluşlu tənzim sistemlərinin sintez olması, sintez olunmuş sistemlərin tədqiq edilməsi (dayanıqlığın və keyfiyyət göstəricilərin təyini) və s. işləri yerinə yetirən alqoritmlər və proqram təminatı hazırlanmalıdır.

1. ALS-in təsnifatı

ALS müxtəlif əlamətlərə görə təsnifata bölünür:
I . Layihələndirmə obyektinin tipinə görə ALS-lər 9 növ olur:

1. Maşınqayırma məmulatları ALS-i;
2. Cihazqayırma məmulatları ALS-i;
3. Maşınqayırma və cihazqayırma texnoloji proseslərinin ALS-i;
4. Tikinti məmulatları ALS-i;
5. Tikinti məmulatları texnoloji proseslərinin ALS-i;
6. Proqram məmulatları ALS-i;
7. Təşkilatı işlərin ALS-i;
- 8 və 9. Deyilən qruplara aid olmayan obyektlər üçün ehtiyat saxlanılmışdır.

II. Avtomatlaşdırmanın səviyyəsinə görə ALS-lər aşağı, orta və yüksək avtomatlaşdırma səviyyələrinə bölünür:

Əgər layihələndirmə işinin 25%-ə qədər avtomatlaşdırılırsa, belə ALS aşağı səviyyəli; 25 % -dən 50%-ə qədər - orta səviyyəli; 50% -dən yuxarı olduqda isə yüksək səviyyəli ALS hesab edilir.

III. Layihələndirmə mərhələlərinin əhatə edilməsinə görə ALS-lər bir mərhələli, çox mərhələli və kompleks ALS-ə bölünür:

Əgər layihələndirmə mərhələlərindən yalnız biri avtomatlaşdırılırsa, belə sistem birmərhələli; iki və daha çox mərhələləri əhatə edirsə – çox mərhələli; bütün mərhələlər əhatə edilirsə kompleks ALS hesab edilir.

IV. Layihələndirmə obyektinin mürəkkəblik dərəcəsinə görə ALS-lər sadə, orta mürəkkəb, mürəkkəb, çox mürəkkəb, həddən ziyadə mürəkkəb ALS-lərə bölünür (obyektin mürəkkəbliyi dedikdə onu təşkil edən standart və qeyri standart elementlərin sayı nəzərdə tutulur):

Əgər elementlərin sayı 100-ə qədər olarsa obyekt sadə; 1000-ə qədər - orta mürəkkəb; 10000 –ə qədər – mürəkkəb; 1000000-ə qədər - çox mürəkkəb; 1000000-dan çox olduqda həddən ziyadə mürəkkəb sayılır.

V. Layihə sənədlərinin sayına görə ALS-lər aşağı, orta və yüksək məhsuldarlıqlı ALS-lərə bölünür (sənəd vahidi kimi A11 formatı götürülür):

Sənədlərin sayı 1000-ə qədər olduqda aşağı məhsuldarlıqlı; 1000÷10000 – orta; 10000-dən çox olduqda yüksək məhsuldarlıqlı ALS hesab edilir.

VI. ALS-in texniki quruluşunun səviyyələrinə görə bir səviyyəli, iki səviyyəli və üç səviyyəli ALS-lərə bölünür:

Bir səviyyəli ALS-lər yalnız bir kompüter bazasında yaradılır. İkisəviyyəli ALS-lərdə bir-birinə şəbəkə vasitəsilə birləşmiş kompüter texnikasından istifadə edilir. Onlardan biri mərkəzi olub ümumi layihə məsələlərini, digərləri isə ayrı-ayrı xüsusi layihə məsələlərini yerinə yetirir. Üç səviyyəli ALS-lər iki səviyyəli ALS-lərdən qrafik məlumatları daxil və çap etmə qurğuları ilə təchiz edilməklə alınır.

2. ALS-in effektivliyi

ALS-in effektivliyi həm kəmiyyətə, həm də keyfiyyətə təyin edilir. ALS-in kəmiyyətə effektivliyi

$$J = (C_r - C_a) n$$

ifadəsilə hesablanır. C_r və C_a - uyğun olaraq əl ilə və avtomatlaşdırılmış layihələndirmə zamanı bir layihəyə çəkilən xərclər, n - bir ildə istehsal olunan layihənin sayıdır. C_r və C_a kəmiyyətləri bir çox amillərdən asılıdır. Bu amillərə müxtəlif enerji xərcləri, əmək haqqı xərcləri, kompüterlərin amortizasiya xərcləri, müxtəlif fondlara ayırmalar və s. aiddir.

Keyfiyyətə görə ALS-in effektivliyi həm onun optimallığına, həm də layihənin fiziki icrasına görə təyin edilir. Layihənin optimallığı dedikdə alternativ variantların sayı və onların içərisindən ən yaxşısının seçilməsi nəzərdə tutulur. Təbii ki, alternativ

variantların sayı nə qədər çox olarsa, layihə də bir o qədər optimal olar.

Layihənin fiziki icrasının keyfiyyəti həm hesablama işlərinin keyfiyyətindən, həm də qrafiki sənədlərin yerinə yetirilmə keyfiyyətindən asılıdır. Hesablama işlərinin keyfiyyəti hesablama üsullarının dəqiqliyindən və ədədlərin təsvir formalarından asılıdır. Kəmiyyətlərin təsvir formaları dedikdə sürüşən vergüllü ədədlər üçün maşın yaddaşına ayrılan baytların sayı nəzərdə tutulur. Məlum olduğu kimi belə ədədlər adi dəqiqliklə və ikiqat dəqiqliklə təsvir oluna bilər. İkiqat dəqiqliklə təsvir olunmada dəqiqlik daha yüksəkdir.

3. Layihələndirmənin mərhələləri

Layihələndirmə prosesi ideyadan başlayaraq, həmin ideyanın praktikada həyata keçirilməsinə qədər bir neçə mərhələlərdən ibarət yaradıcı prosesdir. Bu mərhələlər aşağıdakılardır:

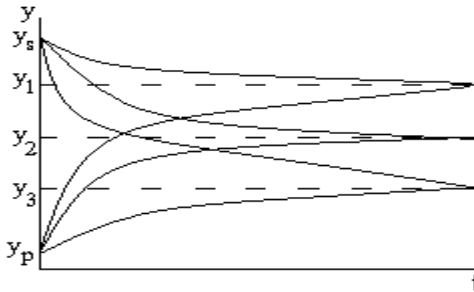
- texniki tapşırığın hazırlanması;
- ilkin layihələndirmə;
- eskiz layihələndirmə;
- texniki - işçi layihələndirilmə;
- seriyalı istehsal;
- sənaye istismarı.

Layihələndirmə prosesi texniki tapşırığın hazırlanmasından başlayır və növbəti bütün

mərhələlərin yerinə yetirilməsi üçün texniki tapşırıq əsas hüquqi sənəddir.

Texniki tapşırıq (TT) layihələndirilən obyektin bütün xüsusiyyətlərini, layihələndirmə xərclərini və s. bu kimi bir çox şərtləri əks etdirən sənəddir. Texniki tapşırıq sifarişçi ilə layihəçi arasında bir neçə danışıqlar və görüşlər nəticəsində hasil olur. Son nəticədə layihəçi tərəfindən hazırlanır, sifarişçi tərəfindən təsdiqlənir.

TT-ın razılaşdırılması prosesini qrafiki olaraq şəkil 1-dəki kimi göstərmək olar:



Şəkil 1. Texniki tapşırıqın razılaşdırılması

Şəkildə: t -zaman, y -layihənin səviyyə göstəricisidir. O cümlədən, y_s -sifarişçinin başlanğıcda arzu etdiyi səviyyə, y_p -layihəçinin başlanğıcda təklif etdiyi səviyyə, y_3 -layihəçinin son dəfə yerinə yetirdiyi layihədə nail olduğu səviyyə, y_2 -müasir ümumdünya səviyyəsi, y_1 -ümumdünya səviyyəsidən yuxarı səviyyədir.

Əgər y_3 səviyyəsində razılığa gəlirlərsə, onda layihə 100% yerinə yetirilir. Lakin, layihə mənəvi cəhətdən köhnəlmiş olur və ümumdünya səviyyəsindən geri qalır. Sifarişçi uduzmuş olur.

Əgər y_2 səviyyəsində razılığa gəlirlərsə, layihənin yerinə yetirilməsinə zəmanət yüksəkdir, amma 100% deyil və alınan layihə müasir tələbata cavab verir. Heç bir tərəf uduzmur.

Əgər y_1 səviyyəsində razılığa gəlirlərsə, layihənin yerinə yetirilməsinə heç bir zəmanət yoxdur. Əgər layihə yerinə yetirilərsə o, dünya miqyasında ən qabaqcıl layihə olur. Bu halda sifarişçi yüksək səviyyəli layihə əldə etməklə, layihəçi isə öz səviyyəsini yüksəltməklə və dünyada lider mövqeyinə çıxmaqla hər iki tərəf udmuş olur.

İlkin layihələndirmə çox zaman tədqiqat-axtarış mərhələsi də adlanır. Bu mərhələdə mövcud uyğun işlərin öyrənilməsi yerinə yetirilir və bunun nəticəsində layihələndirilən obyektin ən ümumi quruluşu müəyyənləşdirilir. Mərhələnin nəticəsi kimi tədqiqat-axtarış hesabatı tərtib edilir.

Eskiz layihələndirmə mərhələsində daha ciddi işlər görülür. Layihələndirilən obyektin ümumi quruluşu, elementləri və onlar arasındakı əlaqələr müəyyənləşdirilir. Zəruri olan texniki vəsaitlər seçilir. Həll olunan məsələlərin alqoritmləri və onların proqramları işlənir. Müxtəlif təcrübələr aparılır və mərhələnin nəticəsi kimi eskiz layihəsi və layihələndirilən obyektin bir ədəd nümunəsi

hazırlanır. Eskiz layihə mərhələsi başa çatdıqdan sonra xüsusi dəvət edilmiş ekspertlərin iştirakı ilə sifarişçi qarşısında o, layihəçi tərəfindən müdafiə edilir və müdafiəyə görə eskiz layihəsinə rəy verilir. Rəy müsbət olduqda layihələndirmənin növbəti mərhələləri yerinə yetirilir. Rəy mənfi olduqda isə əvvəlki istənilən mərhələlərin birindən başlayaraq təkrar yerinə yetirilə bilər. Bu zaman TT-da düzəlişlər də aparıla bilər və növbəti mərhələlər yalnız eskiz layihəsinin təkrar müdafiəsinə müsbət rəy aldıqdan sonra yerinə yetirilir. Bəzi hallarda isə mənfi rəyin nəticəsinə görə layihələndirmə prosesi dayandırıla bilər.

Texniki - işçi layihə (TİL) təsdiq olunmuş TT və müsbət rəy almış eskiz layihəsi əsasında yerinə yetirilir. TİL layihələndirilən obyektin hazırlanması və istismarı üçün material və məlumatları əks etdirən sənəddir. Burada hazır alınacaq detalların spesifikasiyası, hazırlanacaq detalların isə cizgiləri, hazırlanma texnologiyası, prinsiplial sxemlər, quraşdırma sxemləri, elektrik sxemləri, alqoritmlər, proqramların mətnləri və istismar üçün təlimatlar verilir.

Seriya istehsal mərhələsində layihələndirilən obyekt müəyyən sayda istehsal edilir və bu mərhələdə layihəyə müəyyən düzəlişlər edilə bilər.

Sənaye istismarı mərhələsində layihələndirilən obyekt layihəçi və sifarişçinin iştirakı ilə sənaye şəraitində tətbiq edilir və bu zaman yenə də bu və ya

digər layihə düzəlişləri aparıla bilər. Yalnız müəyyən edilmiş müddət ərzində uğurlu sənaye sınağından keçdikdən sonra həmin obyekt kütləvi şəkildə istehsal olunur və tətbiq edilir.

4. Sınaqlar

Layihələndirmənin müxtəlif mərhələlərində layihə işlərinin yerinə yetirilməsinin dürüstlüyünü müəyyən etmək üçün müxtəlif sınaqlar aparılır. Sınaqların aşağıdakı növləri vardır:

- laboratoriya sınaqları;
- birləşmiş sınaqlar;
- natura sınaqları;
- yarımənənaye sınaqları;
- təhvil-təslim sınaqları.

Laboratoriya sınaqları layihələndirilən qurğunun fiziki və ya riyazi modelləri üzərində laboratoriya şəraitində layihəçi tərəfindən aparılır. Bu zaman onun funksional vəzifələrini yerinə yetirə bilmək qabiliyyətinə fikir verilir.

Birləşmiş sınaqlar mahiyyətcə laboratoriya sınağının eynidir. Laboratoriya sınağından fərqli olaraq burada sifarişçinin nümayəndəsi də iştirak edir.

Natura sınaqları layihələndirilən obyektin öz üzərində xüsusi seçilmiş daha sərt şəraitdə aparılır.

Yarımənənaye sınağı zamanı layihələndirilən obyekt əvvəl qısa müddətə sonra isə mütəmadi olaraq sınaq müddəti artırılaraq müəyyən vaxt ərzində

sənaye şəraitində sınaqdan keçirilir. Bu zaman sifarişçinin nümayəndələri də həmin sınaqda iştirak edir. Layihəçinin nümayəndələri sifarişçinin nümayəndələrini obyektə istismar üçün hazırlayır. Yalnız bu sınaqdan çıxmış obyekt təhvil-təslim sınağına verilir.

Təhvil-təslim sınağı layihələndirilən obyektin istismarı şəraitində xüsusi təşkil edilmiş komisiya qarşısında nümayişindən ibarətdir. Nəticədə təhvil-təslim aktı təsdiq edilir.

5. ALS-in quruluşu

Layihələndirmə obyektinin tipindən asılı olmayaraq bütün ALS-lər ümumi quruluşa malik olub layihələndirici və xidmətçi altsistemlərdən ibarətdir.

Layihələndirici altsistem bilavasitə layihə işlərini yerinə yetirir. Xidmətçi alt-sistem isə layihələndirici altsistemin öz işini yerinə yetirməsi üçün ona şərait yaradır.

Layihələndirici altsistem öz növbəsində asılı və qeyri-asılı hissələrdən ibarətdir. Asılı hissə layihələndirmə obyektinin tipindən asılı olan layihə işlərini, asılı olmayan hissə isə layihələndirmə obyektinin tipindən asılı olmayan layihə işlərini yerinə yetirirlər.

İdarəetmə sistemi ALS-ində asılı hissəyə tənzim sistemlərinin sintezi və təhlil üsulları, bəzi

optimallaşdırma üsulları (maksimumluq prinsipi, dinamik proqramlaşdırma), dinamik modellərin identifikasiyası üsulları, texniki vəsaitlərin seçilməsi, yerləşdirilməsi və əlaqələndirilməsi, avtomatlaşdırma sxemlərinin tərtibi və s. aiddir. Asılı olmayan hissəyə isə bir çox standart riyazi üsullar (tənliklərin. tənliklər sisteminin, diferensial tənliklərin həll üsulları), bəzi optimallaşdırma üsulları (xətti proqramlaşdırma, qeyri-xətti proqramlaşdırma), bəzi identifikasiya üsulları (statik modellərin alınması) və s. daxildir.

Xidmətçi alt sistemə məlumatların daxil edilməsi, müxtəlif qurğulara (display, çapetmə qurğuları və s.) verilməsi, saxlanması, yeniləşdirilməsi, toplanması və müxtəlif məsələlər arasında məlumat əlaqəsinin yaradılması və s. bu kimi işləri yerinə yetirən hissə aiddir.

6. ALS-in təminatları

ALS-i təşkil edən elementlər funksional təyinatlarına görə müəyyən qruplara bölünür və onun təminatları adlanır. ALS-in təminatları aşağıdakılardır:

- texniki təminat;
- riyazi (alqoritmik) təminat;
- proqram təminatı;
- məlumat təminatı;
- linqvistik (dil) təminat;
- metodik təminat;

- təşkilati təminat.

ALS-in texniki təminatını onun öz funksiyalarını yerinə yetirməsi üçün tələb edilən bütün texniki vəsaitlər kompleksi təşkil edir.

Riyazi təminat ALS-də istifadə olunan standart və qeyri standart riyazi üsulların və hesabatlارın alqoritmlərindən ibarətdir.

Proqram təminatı bütün hesablama, idarəetmə, məlumat mübadiləsi, proqramlar hazırlığı işlərini və s. yerinə yetirən proqramlar kompleksindən ibarətdir.

ALS-in məlumat təminatını onun işində lazım olan ilkin məlumatlar, aralıq və son nəticələr təşkil edir.

Linqvistik təminatı ALS-in yaradılması və istismarı zamanı istifadə olunan şərti işarələr, kodlaşdırmalar, proqramlaşdırma dilləri, ünsiyyət formalarından ibarətdir.

Metodik təminatı ALS-i istismar etmək üçün zəruri olan izahatlar, təlimatlar və bu kimi digər metodik vəsaitlər təşkil edir.

Təşkilati təminatı ALS-in normal fəaliyyətini təmin etmək üçün lazım olan ştat vahidləri və onların hər birinin funksiyalarını normallaşdıran sənəd təşkil edir.

6.1. ALS-in texniki təminatı.

ALS-in öz funksiyasını yerinə yetirməsi üçün istifadə olunan texniki vəsaitlər kompleksi onun texniki təminatını təşkil edir. Texniki təminatın əsas elementi hesablama maşınıdır. Hesablama maşınları bir neçə əsas elementdən ibarətdir.

6.1.1. Prosesorlar

Prosesorlar kompüterlərin mərkəzi elementi olub, kompüterin ümumi işini idarə edir, hesablama və məntiqi əməliyyatları və məlumat mübadiləsini yerinə yetirirlər. Kompüterin tipindən asılı olaraq onlarda bir və ya bir neçə prosesör ola bilər. Onlardan biri mərkəzi, digərləri isə köməkçi prosesörlardır.

Yeganə prosesörü olan kompüterlərdə yuxarıda göstərilən bütün əməliyyatları həmin prosesör yerinə yetirir. Bir neçə prosesörü olan kompüterlər isə mərkəzi prosesör idarəetmə və hesablama işlərini, köməkçi prosesörlər isə məlumat mübadiləsi işlərini yerinə yetirir.

Prosesörünü xarakterizə edən göstəricilər onların məhsuldarlığı və əməllər sistemidir. Prosesörün məhsuldarlığı kimi vahid zaman ərzində

həll edilən məsələlərin sayı götürülür. Lakin, bu üsulla prosesörün fəaliyyətini qiymətləndirmək çətin olduğu üçün onların sürət göstəricilərindən istifadə edilir. Maşın əməlləri sürətlərinə görə qruplara bölünür, hər bir qrup üçün prosesörün sürəti və yaxud həmin qruplardan birinin sürəti və digər qruplar ilə əlaqə əmsalları göstərilir.

Hazırda prosesörün sürət göstəricisi kimi onun takt impulsları generatorunun tezliyindən istifadə edilir. Bu kəmiyyət Meqaherslərlə (Mhs) ölçülür.

Prosesörün əməllər sistemi dedikdə onun yerinə yetirə biləcəyi maşın əməllərinin növləri nəzərdə tutulur. Ümumiyyətlə maşın əməlləri aşağıdakı qruplara bölünür:

- məntiqi əməllər;
- tam ədədlərin toplanması və çıxılması əməlləri;
- tam ədədlərin vurulması-bölünməsi əməlləri;
- həqiqi ədədlərin toplanması-çıxılması əməlləri;
- həqiqi ədədlərin vurulması-bölünməsi əməlləri;
- məlumat mübadiləsi əməlləri;
- registr üzərində əməllər və s.

Bir qədər sadə maşınlarda bir çox əməliyyatlar (məsələn, tam ədədlərin vurulması və bölünməsi, həqiqi ədədlər üzərində bütün əməliyyatlar) prosesör tərəfindən bilavasitə deyil, xüsusi proqramlar vasitəsilə yerinə yetirilir. Daha mükəmməl maşınlarda isə bu əməliyyatlar prosesör tərəfindən yerinə yetirilir.

Deyildiyi kimi köməkçi pro세서 xarici qurğularla əməli yaddaş qurğuları arasında məlumat mübadiləsini yerinə yetirir. Onlar iki növ olur. Sürətli və asta işləyən qurğularla məlumat mübadiləsi aparan pro세서lar. Sürətli qurğularla məlumat mübadiləsi aparan pro세서lar eyni zamanda yalnız bir qurğu ilə işləyir. Yavaş qurğularla məlumat mübadiləsi aparan pro세서lar isə eyni zamanda bir neçə qurğular ilə işləyirlər. Hər hansı bir qurğu ilə məlumat mübadiləsi aparılması lazım gəldikdə əsas pro세서 uyğun köməkçi pro세서ya məlumat mübadiləsi aparılacaq qurğunun ünvanını, əməli yaddaşda məlumatın yerləşdiyi (və ya yerləşəcəyi) ünvanı və mübadilənin istiqaməti haqqında məlumatı verir və özü növbəti hesablama işləri ilə məşğul olur. Köməkçi pro세서 isə aldığı göstərişə əsasən uyğun məlumat mübadiləsini yerinə yetirir.

6.1.2. Pro세서un iş rejimləri

Pro세서un iş rejimi iki göstəriciyə görə müəyyən edilir:

1. Proqramların sayına görə.
2. Məlumat mübadiləsinin formasına görə.

6.1.2.1. Proqramların sayına görə iş rejimi

Proqramların sayına görə iş rejimi 2 növ olur - birproqramlı və çoxproqramlı.

Birproqramlı rejimdə müəyyən müddət ərzində maşının yaddaşında yalnız bir proqram olur və yalnız onu icra edir. Birproqramlı rejim fərdi və paket rejimlərinə bölünür. Fərdi rejimdə maşında bilavasitə hər bir istifadəçi özü işləyir və maşının işini öz istədiyi kimi idarə edir. Bütün nəsil maşınlar həmin rejimdə işləyə bilmiş və indiki fərdi kompüterlərdə də məhz əsasən bu rejim istifadə edilir.

Paket rejimində maşının işini idarə edən göstərişlər əvvəlcədən müəyyən fayl şəklində hazırlanır. Bir qədər keçmişdə, yəni maşınların hələ qıt olduğu zaman bu fayllar perfokartada olurdu və həmin perfokartlar dəsti maşına xidmət edən operatora verilirdi. Operator həmin paket vasitəsilə məsələn maşında həll edərək nəticəni istifadəçiyə qaytarırdı və beləliklə də, maşın vaxtının səmərəliliyi yüksəlirdi.

İndiki maşınlarda isə paket rejimindən eyni əməliyyatların yerinə yetirilməsi zamanı istifadə edilir. Bu halda həmin əməliyyatları yerinə yetirmək üçün göstərişlər diskdə xüsusi fayla yazılır və maşın həmin fayldan ardıcıl olaraq göstərişləri götürərək öz işini qurur.

Çoxproqramlı rejimdə eyni zamanda maşının yaddaşında bir neçə proqram yerləşir və həmin proqramlar müəyyən qayda ilə icra olunurlar. Çoxproqramlı rejim vaxtın bölünməsi və supervizor rejimlərinə bölünür.

Vaxtın bölünməsi rejimində prosessorun ümumi vaxtı çox kiçik hissəciklərə (kvant) bölünür. Növbə ilə hər bir kvantda maşının yaddaşında olan bir proqramın müəyyən hissəsi yerinə yetirilir və beləliklə dairəvi qaydada proqramlar ardıcıl-paralel olaraq icra olunurlar.

Supervizor rejimi əsasən texnoloji proseslərin idarə olunması üçün istifadə olunan rejimdir. Əgər bir maşın vasitəsilə müxtəlif periodlarla müxtəlif idarəetmə məsələləri həll edilərsə onda supervizor rejimindən istifadə edilir. Bu rejimin mahiyyəti aşağıdakı kimidir.

Maşında yerinə yetiriləcək bütün proqramlar maşına daxil edilir. Hər bir proqrama aid aşağıdakı göstəricilər maşına verilir:

- proqramın üstünlük dərəcələri;
- proqramların fazaları, yəni birinci icra vaxtı;
- proqramların periodları, yəni iki icra vaxtı arasındakı müddət.

Bu göstəricilərə uyğun olaraq prosessor hər bir proqramı onun vaxtı çatdıqda icra edir. Lakin, bu zaman aşağıdakı hal alınır: hər hansı bir proqramın icra olunduğu vaxt üstünlük dərəcəsi ondan yüksək olan hər hansı digər proqramın növbəti icra vaxtı çatırsa, onda prosessor cari icra etdiyi proqramın işini dayandırır. Üstünlük dərəcəsi yüksək olan proqramı icra edir. Yalnız onun icrası başa çatdıqdan sonra işi dayandırılmış proqramın icrası davam etdirilir.

Əgər maşında n ədəd proqram varsa, belə dayandırılmanın ümumi səviyyəsi $n - 1$ ola bilər.

6.1.2.2. Məlumat mübadiləsinə görə iş rejimləri

Məlumat mübadiləsinə görə prosessorun 3 iş rejimi olur:

- gözləmə rejimi;
- saxlama rejimi;
- birbaşa ötürmə rejimi.

Əgər maşında yalnız əsas prosessor varsa, bu rejimlər ona aiddir. Digər halda isə köməkçi prosessorlara aiddir.

Gözləmə rejimində prosessor xarici qurğuya növbəti məlumat hissəsini ötürür və qurğudan hazırlıq signalını gözləyir. Qurğudan hazırlıq signalı gəldikdə prosessor növbəti məlumat hissəsini ötürür. Bu rejim prosessor üçün ən səmərəsiz rejimdir. Bu rejimdən adətən maşının ayrı-ayrı qurğuların işini yoxlayan testlərdə və sadə proqramlarda istifadə olunur.

Kəsmə rejimində prosessor növbəti məlumat hissəsini xarici qurğuya ötürür və özü hazırlıq signalı gözləmədən hesabat işlərini yerinə yetirir. Xarici qurğu növbəti məlumat hissəsini qəbul etməyə hazır olduqda prosessoru xüsusi signal göndərir. Həmin signala görə prosessor cari hesabat işlərini dayandırır,

xarici qurğuya yeni məlumat hissəsini göndərir və dayandırdığı işləri davam etdirir. Bu rejim ən çox istifadə olunan rejimdir. Bu rejimdən prosessor eyni zamanda bir neçə qurğu ilə məlumat mübadiləsi apara bilər.

Birbaşa ötürmə rejimində prosessor heç bir hazırlıq siqnalı gözləmədən ardıcıl olaraq məlumat hissələrini xarici qurğuya ötürür. Bu yalnız elə xarici qurğular ola bilər ki, onların məlumatı qəbul etmə sürəti prosessorun məlumatı ötürmə sürətinə bərabər olsun.

6.1.3. Yaddaş qurğuları

Yaddaş qurğuları proqramları və məlumatları yadda saxlamaq üçündür. Yaddaş qurğularını xarakterizə edən göstəricilər onların tutumları və müraciət vaxtıdır. Tutum vahidi kimi bayt, Kilobayt (Kbayt), Meqabayt (Mbayt), Qiqabayt (Qbayt), Terabayt (Tbayt) istifadə edilir:

Bayt = 8 bit;

Kbayt = 1024 bayt;

Mbayt = 1024 Kbayt;

Qbayt = 1024 Mbayt;

Tbayt = 1024 Qbayt.

Yaddaşa müraciət vaxtı dedikdə məlumat vahidinin yaddaşa yazılmasına və ya oxunmasına sərf olunan vaxt başa düşülür. Adətən yazılmaya sərf edilən vaxt oxunmaya sərf olunan vaxtdan böyük olur.

Çünkü yaddaşa yazılan məlumat oradan, oxunaraq ilkin məlumatla müqayisə edilir. Yaddaşa müraciət vaxtı yaddaşın tipindən asılı olaraq saniyələr (s), millisaniyələr (ms), mikrosaniyələr (mks), nanosaniyələrlə (ns) ölçülür. Yaddaş qurğularının aşağıdakı növləri vardır:

- əməli yaddaş qurğuları (ƏYQ - RAM);
- ifrat sürətli yaddaş qurğuları (İSYQ - Çashe memory);
- passiv yaddaş qurğuları (PYQ - BİOS);
- xarici yaddaş qurğuları (XYQ).

ƏYQ cari icra olunan proqramları, onların istifadə etdikləri ilkin verilənləri, aralıq və son nəticələri yadda saxlamaq üçündür. Müasir kompüterlərin yaddaş qurğularının tutumu Mbaytlarla, müraciət vaxtı isə ns ilə ölçülür.

İSYQ prosessorun tərkibində olub, yalnız onun işində istifadə olunur. Onlara müraciət vaxtı ƏYQ-nun müraciət vaxtından azı bir tərtib (10 dəfə) kiçik olur. Onların tutumu Kbaytlarla ölçülür.

PYQ-ları bəzi standart proqramları yadda saxlamaq üçündür. Bu yaddaş qurğusunun tutumu Kbaytlarla ölçülür. Müraciət vaxtı isə ƏYQ-da olduğu kimidir. PYQ-dan məlumatı prosessor yalnız götürə bilər. Oraya məlumatın yazılması isə xüsusi qurğuların köməyiylə yerinə yetirilir.

XYQ-ları proqramları və məlumatı uzun müddət yadda saxlamaq və lazım gəldikdə ƏYQ-na vermək üçündür. Bu yaddaş qurğusunun tipindən asılı

olaraq onların tutumu və müraciət vaxtı müxtəlifdir. Hazırda isə XYQ kimi maqnit diskləri, disketlər, lazer disklər və Flashlər istifadə olunur. Bu qurğuların tutumları Mbayt və Qbaytlar ilə ölçülür. Müraciət vaxtları isə saniyə və onun hissələri ilə müəyyən edilir.

6.1.4. Displeylər

Displeylər maşınla insan arasında operativ əlaqə qurğusudur. İş prinsipinə görə displeylər 3 növ olur - simvolik, qrafik və kombinə olunmuş displeylər. Hazırda bunlardan yalnız axırincısı - kombinə olunmuş displeylər istifadə olunur.

Simvolik displeylər yalnız mətni məlumatları maşına vermək və maşından qəbul etmək üçündür. Qrafik displeylər qrafik məlumatı və məhdud həcmdə mətni məlumatı maşına daxil etmək və ya maşından ekrana vermək üçündür. Bu displeydə nəyi isə ekranda təsvir etmək üçün xüsusi elektron qələmlərdən istifadə edilirdi. Simvolik və qrafik displeylərin imkanları az olduqları üçün onlardan artıq istifadə edilmir.

Kombinə edilmiş displeylər həm mətni məlumatlarla, həm də qrafik məlumatlarla işləməyə imkan verir. Bunun üçün displayin rejimi seçilir. Məs. Basic dilində screen n-dən istifadə etmək olar. $n=0$ olduqda simvolik, $n>0$ olduqda isə uyğun qrafik rejim seçilir. Adi Basic dilində yalnız $n=1,2$

qiymətini ala bilər. $n=1$ rəngli rejimdir və ekranda sətir və sütunların sayı 200×320 -dir. Qeyd edək ki, qrafik rejimdə ekranda qeyd edilən məlumat 200×320 nöqtələr (piksel) toplusu kimi təsvir edilir və hər bir nöqtə 4 rəng ala bilər. $n=2$ rejimində isə ekran ağ-qara rejimdə işləyir. Lakin ekranda nöqtələrin sayı 200×640 , yəni 2 dəfə artır. TurboBasicdə $n=12$ rejimində displey rəngli rejimdə işləyir və nöqtələrin sayı 480×640 olur. Yəni məlumat daha yüksək dəqiqliklə təsvir edilir. Bu rejimdə rənglərin sayı 16-dır. Daha mükəmməl sistemlərlə displeylərdə nöqtələrin sayı daha çoxdur və mümkün rənglərin sayı $256 \times 3 = 768$ -yə bərabərdir. Həmin displeylərdə hər bir nöqtənin rəngini vermək üçün 3 Bayt ayrılır. Kombinə edilmiş displeylər vasitəsilə mətni məlumat hər 2 istiqamətdə, qrafik məlumat isə yalnız məşindən ekrana verilə bilər.

6.1.5. Çap qurğuları

Çap qurğuları mətni sənədlərin alınması üçündür. Müxtəlif vaxtlarda çap qurğusu kimi müxtəlif qurğulardan teletayp aparatı, yazı makinası, paralel və ardıcıl çapetmə qurğuları, lazer qurğuları, şırnaqlı qurğulardan istifadə edilmişdir və edilir. Bu qurğular öz iş prinsipinə görə zərbəli və zərbəsiz olurlar. Zərbəli qurğularda işarələrin kağıza köçürülməsi xüsusi çəki və iynələrin mexaniki zərbəsi vasitəsilə rəngləyici lentin üzərindəki rəngin kağıza həkk

edilməsi ilə yerinə yetirilir. Zərbəsiz qurğularda isə müxtəlif üsullarla yerinə yetirilir. Məs, şırnaqlı qurğularda rəng çox nazik şırnaq vasitəsilə kağız üzərinə püskürülür və qurudulur.

Lazer printerində isə lazer şüası ilə baraban üzərində ionlaşma gedir və baraban üzərinə xüsusi rəng buraxılır. Rəng barabanın yalnız ionlaşan hissəsinə yapışır. Barabandan kağıza köçürülür və qurudulur.

Paralel çapetmə qurğularında bir sətərə çap ediləcək işarələr praktik olaraq eyni zamanda çap edilir. Ardıcıl çapetmə qurğularında isə bir sətərə çap ediləcək işarələr soldan sağa və sağdan sola ardıcıl olaraq çap edilir. Hazırda əsasən ardıcıl və zərbəsiz çapetmə qurğularından istifadə edilir.

6.1.6. Obyektlə əlaqə qurğuları

Obyektlə əlaqə qurğuları (OƏQ) idarəedici maşınla idarəetmə obyektini arasında avtomatik məlumat mübadiləsi aparmaq üçündür. Bu qurğulardan hazırda fasiləsiz texnoloji proseslər hesablama texnikası vasitəsilə idarə olunduqda istifadə olunur. Hətta onu qeyd edək ki, hazırda hətta hər bir verici və icra mexanizmi belə qurğularla fərdi təchiz edilir və onlar hesablama texnikasının digər modul prinsipli qurğuları kimi ümumi şinlər vasitəsilə lokal kompüter şəbəkəsinə qoşula bilər.

Maşınla obyekt arasında iki tip siqnalların mübadiləsi aparılır: analoq (fasiləsiz) və diskret siqnallar. Hər bir siqnal həm obyektədən kompüterə, həm də kompüterdən obyektə ötürülə bilər. Beləliklə, ümumi şəkildə bu siqnalların mübadiləsi üçün istifadə olunan obyektlə əlaqə qurğuları 4 növ olur:

- analoq siqnalların obyektədən maşına verilməsi üçün;
- analoq siqnalların maşından obyektə verilməsi üçün;
- diskret siqnalların obyektədən maşına verilməsi üçün;
- diskret siqnalların maşından obyektə verilməsi üçün.

Bu qurğuların hər biri ayrıca modul kimi, kompleks şəkildə və yaxud ayrı-ayrı cihazlara quraşdırılmış şəkildə ola bilər. Hazırda daha çox məhz sonuncu variantdan geniş istifadə edilərək intellektual vericilər və icra mexanizmləri yaradılır.

6.1.6.1. Analıq-rəqəm çeviriciləri (ARÇ)

ARÇ çıxışı fasiləsiz siqnal olan vericilərlə maşın arasında əlaqə yaratmaq üçündür. Yəni istənilən vaxt maşın vericilərin çıxışındakı fasiləsiz siqnalın cari qiymətini bilmək istədikdə analıq-rəqəm çevirici həmin siqnalın cari qiymətinə mütənasib olan ədədi siqnal alır və prosessora verir.

Qeyd edək ki, analoq siqnallar bir neçə standart həddə ola bilər. Məsələn: $0 \div 5$ mA; $-0.5 \div 0.5$ V; $-10 \div 10$ V; $4 \div 20$ mA.

ARÇ – nin tipindən asılı olaraq onun giriş siqnalı göstərilən həddlərin birindən ola bilər. Vericilərin çıxış siqnalı isə mV – la (termocüt), Om – la (müqavimət termometri); kqq/sm² (pnevmatik vericilər) ölçülən siqnallar olduğu halda həmin vericiləri ARÇ –nin girişinə qoşmaq üçün əlavə uzlaşdırıcı çeviricilərdən istifadə olunur.

Adətən ARÇ –nin bir girişi olur və həmin giriş vasitəsilə yalnız bir vericidən məlumat qəbul edilir. Belə ARÇ –nin imkanını artırmaq üçün çox zaman komutatorlardan istifadə olunur. Əgər ARÇ –nin girişində komutator yoxdursa, onda prosessor yalnız ARÇ –yə çevirməni aparmaq əmrini verir və ARÇ çevirməni apardıqdan sonra prosessor məlumatı onun çıxış registrindən (ÇR) qəbul edir. Girişinə kommutator qoşulmuş variantda isə prosessor əvvəlcə kommutatora hansı vericini ARÇ –nin girişinə qoşmaq əmrini verir, yalnız qoşulma prosesi yerinə yetirildikdən sonra prosessor ARÇ –yə çevirmə əməliyyatını aparmaq üçün göstəriş verir və nəticəni götürür. Müasir idarəetmə sistemlərində istifadə olunan ARÇ-lər 2 və ya 4 girişli olurlar.

ARÇ –nin dəqiqliyi onun çıxış registrinin 2-lik mərtəbələrinin sayından asılıdır. Əgər çıxış registrinin (ÇR) 2-lik mərtəbələrinin sayı m –dirsə, onda alınan maksimum kod

$$M = 2^m - 1$$

olur və çevirmənin mütləq xətası

$$\Delta x \leq 0.5 \frac{X_{max}}{M}$$

kimi təyin edilir. X_{max} – giriş siqnalının maksimum qiymətidir.

Adətən ARÇ –nin çıxış reqistrinin 2 –lik mərtəbələrinin sayı $8 \div 12$ bit həddində olur.

6.1.6.2. Rəqəm-analoq çeviriciləri (RAÇ)

RAÇ rəqəmsal tənzimləmə sistemlərində maşının yaddaşında alınan ədədi idarəedici təsiri fasiləsiz siqnala çevirərək icra mexanizminə və ya lokal tənzimləyiciyə vermək üçündür. RAÇ onun girişinə verilən ədədə mütənasib olaraq çıxışda fasiləsiz siqnal alır və həmin siqnalı girişinə növbəti ədədi siqnal verilənə qədər sabit qiymətdə saxlayır.

Tipindən asılı olaraq RAÇ-nin çıxış siqnalı yuxarıda göstərilən həddən biri ($0 \div 5$ mA; $-0.5 \div 0.5$ V; $-10 \div 10$ V; $4 \div 20$ mA) ola bilər. Əgər RAÇ-ın çıxış siqnalı icra mexanizminin giriş siqnalı ilə eyni həddə olmazsa, onda yenə də aralıq uzlaşdırıcı çeviricilərdən istifadə olunur. Məsələn: çıxış siqnalı $0 \div 5$ ma həddində olan RAÇ-la giriş siqnalı $0,2 \div 1$ kq/sm² həddində olan pnevmatik icra mexanizmi arasında əlaqə yaratmaq üçün elektropnevmatik çeviricidən istifadə edilir. Hazırda intellektual icra

mexanizmindən istifadə edilir ki, RAÇ onun öz daxilində qurlaşdırılmışdır.

RAÇ-ın bir neçə çıxışı olur və hər çıxış bir icra mexanizmini idarə edir. RAÇ-ın dəqiqliyi onun giriş registrinin 2-lik mərtəbələrinin sayı ilə müəyyən olunur. Adətən mərtəbələrin sayı $8 \div 12$ bit həddində olur.

6.1.6.3. Diskret siqnalların qəbul edilməsi qurğuları (DSQEQ)

Diskret siqnalların qəbul edilməsi qurğuları 2 mövqeli vericilər (rele kontaktları, tumbler, düymələr və s.) və yaxud çıxış siqnalının qiyməti şərti 0 və 1 götürülən adi fasiləsiz siqnal vericiləri ola bilər .

Diskret siqnal qəbuledicisi çox girişli olur. Girişlərin sayı adətən 8 və ya 16 olub hər girişə bir ədəd ikivəziyyətli verici qoşulur. İki vəziyyətli verici kimi rele və ya maqnit buraxıcının kontaktları, tumblerlər, elektrik açarları və düymələri və s. götürülə bilər. DSQEQ-nin çıxış registri onun girişinin sayına bərabər olan ikilik mərtəbələrə malikdir və çıxış registrinin hər bir mərtəbəsi uyğun giriş vericisinin vəziyyətini əks etdirir. Əgər giriş vericisi (rele kontaktı) açıqdırsa, uyğun mərtəbənin qiyməti «0», qapalı olduqda isə «1» alınır. Prosessor istədiyi vaxt DSQEQ-nin çıxış registrindən məlumatı götürür və bu zaman çıxış registrinin mərtəbələrinin qiyməti dəyişmir. Beləliklə, DSQEQ-nin çıxış

registrinin dərəcələrinin (mərtəbələrinin) qiyməti uyğun vericilərin vəziyyətindən asılıdır.

6.1.6.4. Diskret siqnalları obyektə vermə qurğuları (DSOVQ)

Bu qurğular iki vəziyyətli icra mexanizmlərinə idarəedici təsirləri vermək üçündür. İki vəziyyətli icra mexanizmi kimi releləri, maqnit buraxıcılarını, siqnal lampalarını, zəngləri, sirenalrı və s. göstərmək olar. Bu qurğunun bir neçə çıxışı olur və hər bir çıxışa bir ədəd ikivəziyyətli icra mexanizmi qoşulur. Çıxışların sayı 8 və ya 16 olur.

Processor qurğunun çıxışlarının sayı qədər “0” və “1”-dən ibarət məlumatı qurğunun giriş registrinə verir və həmin “0” və “1”-lərə uyğun olaraq uyğun icra mexanizmini işə salır və işini dayandırır.

Giriş registrinin qiyməti vahid olan mərtəbələrə uyğun icra mexanizmləri işə düşür, qiyməti sıfır olan mərtəbələrə uyğun icra mexanizmlərin isə işi dayandırılır və ya işə salınmır. İcra mexanizmlərinin işləyib-ışləməmək vəziyyəti növbəti giriş siqnalı processor tərəfindən verilənə qədər qurğu tərəfindən davam etdirilir.

Qeyd edək ki, adətən bu qurğuların gücü az olur. Daha güclü icra mexanizmlərini işlətmək üçün aralıq relelərdən istifadə olunur.

7. ALS-in proqram təminatı

ALS-in proqram təminatı baza, ümumsistem və xüsusişədirilmiş proqramlara bölünür.

Baza proqramları hər bir növ maşının özü üçün nəzərdə tutulan proqramlar kompleksidir və bu proqramlar maşının təyinatından asılı olmayaraq yaradılır. Baza proqramları vasitəsilə digər proqramlar hazırlanır və maşının işi idarə olunur. Baza proqramlarına əməliyyat sistemləri, örtük proqramları, proqramlaşdırma dillərinin translyatorları, interpretatorları, yığıcılar, yükləyicilər və s. aiddir.

Ümumisistem proqramları layihələndirmə obyektindən asılı olmayan proqramlardır. Ümumsistem proqramlarının funksiyası: istifadəçilərin sorğularını daxil və emal etmək; layihələndirmə zamanı layihəçi ilə sistem arasında dialoq əlaqəsini təşkil etmək; məlumatların idarə edilməsi; ümumsistem məsələlərinin həlli və s.

Bu proqramlara aiddir: monitor dialoq sistemi; məlumat bazasını idarəetmə sistemi; məlumat-axtəriş sistemi; həndəsi və qrafik prosessorlar; qrafik və mətni məlumatları yaratma proqramları; ümumtexniki hesablatları aparan proqramlar.

Baza və ümumsistem proqramları birlikdə maşının əməliyyat sistemini təşkil edirlər və onların mühitində xüsusişədirilmiş proqramlar işləyirlər.

Xüsusişədirilmiş proqramlar isə hər bir həll ediləcək məsələdən asılı olaraq tərtib edilən

proqramlardır. O cümlədən ALS-in xüsusişdirilmiş proqramları bilavasitə layihələndirmə işlərinin yerinə yetirilməsi məsələlərini realizasiya edən proqram modullarından ibarətdir. Bu proqramlar layihələndirmə obyektindən asılı olaraq dəyişir. Xüsusi proqramlar ALS-i yaradanlar tərəfindən tərtib edilir.

ALS-in proqram təminatının yaradılmasının aşağıdakı prinsipləri var:

- sistem vahidliyi komponentlərarası əlaqənin bütövlüyünü təmin etmək;
- birgəlik, yəni ALS-də istifadə olunan bütün kod, dil, işarə, məlumat və əlaqələrin birə fəaliyyətini təmin etmək və sistemin açıq quruluşunu saxlamaq;
- standartlıq, yaradılan bütün proqramların unifikasiya edilməsi, tipikləşdirilməsi və standartlara cavab verməsi;
- inkişaflıq, yəni yaradılan sistem onun inkişaf etməsinə - yeni proqramların sistemə daxil edilməsi, lazımsız proqramların sistemindən çıxarılmasına imkan verməlidir. Belə sistemlərə açıq sistemlər deyilir. Əks təqdirdə isə sistem qapalı sistem adlanır.

ALS-in proqram təminatına aşağıdakı tələbatlar qoyulur:

- adaptivlik - müxtəlif şəraitdə işləməyə uyğunlaşma;
- evolyusiyalıq - sistemin inkişaf etdirilə bilmə qabiliyyəti;
- mobillik - müxtəlif texniki vəsaitlərlə işləmə;

- çeviklik - proqramların cəld dəyişdirilə bilmə qabiliyyəti;
- reaktivlik - istifadəçinin sorğularına tez cavab vermə;
- etibarlıq - alınan nəticələrin düzgünlüyünə zəmanət vermə;
- yığcamlıq – minimum texniki vəsait tələb etmə.

8. ALS istifadəçiləri

ALS istifadəçilərini 3 kateqoriyadan olan mütəxəssislərə bölmək olar:

- **ALS-i yaradanlar** həm layihələndirmə obyektini, həm də ALS yaratma üzrə yüksək səviyyəli mütəxəssislər olub, onlar ALS-in ümumi quruluşunu, onların ayrı-ayrı elementlərini, elementlər arasındakı əlaqələri, ayrı-ayrı məsələlərin alqoritmlərini, sistem proqramlarını hazırlayırlar, konkret şərait üçün ALS-i generasiya edir və sazlayırlar;

- **tətbiqi proqramçılar** proqram təminatının qurulma prinsiplərini, layihələndirmə obyektinin problemlərini bilən, ümumsistem proqram təminatından istifadə etməklə xüsusiləşdirilmiş proqramlar yaratmağa qabil olan mütəxəssislərdir.

- **layihəçilər** layihələndirmə problemlərini yaxşı bilən və ALS-in vasitəsilə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə işini yerinə yetirən mütəxəssislərdir.

Onların ALS-in quruluşunu, qurulma prinsiplərini bilmələri vacib deyil.

9. ALS-in məlumat təminatı.

Hər bir avtomatlaşdırılmış sistemlərdə olduğu kimi ALS-in işi zamanı müxtəlif tipli və böyük həcmli məlumatdan istifadə edilir. Həmin məlumatı toplamaq, saxlamaq, müxtəlif məsələlərdən alıb digərlərinə vermək və s. bu kimi işlər yerinə yetirilməlidir. Bu işlər iki qaydada yerinə yetirilə bilər: bir qədər sadə (primitiv) qaydada və yüksək səviyyədə. Bir qayda olaraq mükəmməl sistemlərdə məlumat təminatı verilənlər bankı (VB) şəklində təşkil edilir. VB məlumat bazasından (MB) və məlumat bazasının idarəetmə sistemindən (MBİS) ibarətdir. MB üzərində bu və ya digər əməliyyatlar aparılan müxtəlif tipli kəmiyyətlərdən, MBİS isə MB-nı yaradan və MB üzərində əməliyyatlar aparan proqramlardan ibarətdir. Məlumat təminatının VB şəklində təşkil edilməsi ona aşağıdakı keyfiyyətləri verir:

- izafiliyin (eyni məlumatın təkrar edilməsi) aradan qaldırılması;
- məlumatın dürüslüyü, yəni məlumat bazasında olan istənilən məlumatın zamana və kəmiyyətə görə düzlüyü;

- kənar müdaxilələrdən mühafizə, yəni icazəsi olmayan istifadəçilərin məlumat bazasından istifadə edə bilməməsi;

- istifadəçinin qeyri-asılılığı, yəni məlumatın harada və necə yerləşməsindən asılı olmayaraq istifadəçinin onu əldə etməsi. Məlumat bazasına müraciət müxtəlif səviyyələrdə, o cümlədən, məntiqi və fiziki səviyyədə olur. İstifadəçi məlumat bazasına məntiqi səviyyədə müraciət edir, yəni yalnız ona lazım olan məlumatın adını verir. MBİS isə həmin məlumatın yerləşdiyi qurğunu, faylı və s. fiziki olaraq təyin edir və istifadəçiyə çatdırır.

MB fayllardan, fayllar isə sətirlərdən ibarətdir. Hər sətir bir obyekt haqqında müxtəlif məlumatları daşıyır. Məsələn: Dövlət tələbə qəbulu komisiyasının MB - da hər sətirdə bir abituriyent haqqında anket məlumatı saxlanılır. Hər bir sətir bir neçə müxtəlif tipli kəmiyyətlərdən ibarətdir və bu kəmiyyətlər elementlər adlanır. Element MB-nın bölünməyən ən kiçik hissəsidir və istifadəçi MB-nın yalnız elementlərinə müraciət edə bilər. MB-nın elementləri bir-biri ilə bu və digər əlaqədə olurlar. Bu əlaqələrə MB-nın modeli deyilir. Müxtəlif modeli MB-dan istifadə edilir. Daha çox istifadə olunan relyasion, səviyyəli və şəbəkəli modellərdir.

Relyasion tipli məlumat bazası cədvəldən ibarətdir. Cədvəlin hər sətiri bir obyekti ifadə edən elementlərdən, hər sütunu isə bütün obyektlərin eyni göstəricisini ifadə edən kəmiyyətlərdən ibarətdir. Öz

sadəliyinə görə relyasion tipli MB daha geniş istifadə olunur. Relyasion modeli MB yaradıldıqda ilk növbədə başlıq - sətirlərin quruluşu müəyyən edilir, yəni sətirləri təşkil edən hər bir elementin xarakteri (tipi, uzunluğu və s.) verilir. Sonra isə başlığa uyğun olaraq elementlərin ədədi və mətni qiymətləri verilir. Aşağıda sadə anket məlumatından ibarət “Anket” faylı nümunəsi verilmişdir.

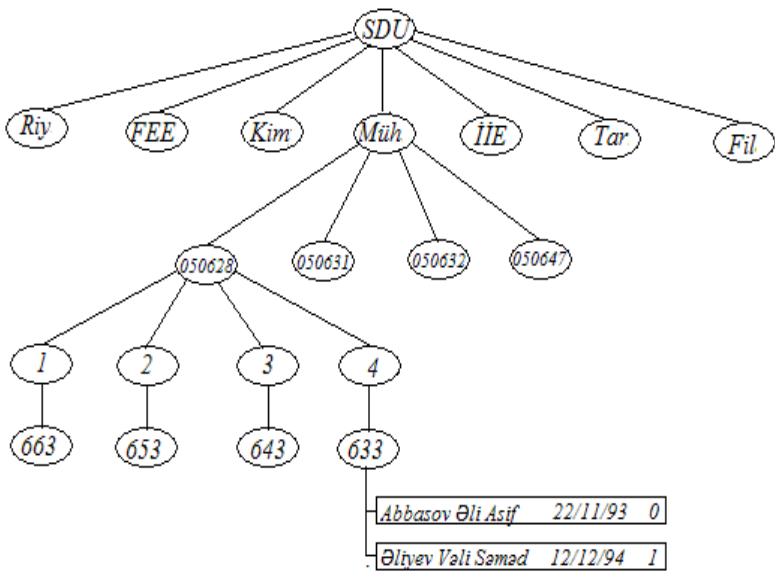
| S.s. | S.a.a | Fak | Qrup | İxtisas | Kurs | Təvəllüdü | HM |
|------|--------------|------|------|---------|------|-----------|----|
| 1 | Abbasov Ə.A. | Müh. | 633 | 050628 | 4 | 22/11/93 | 0 |
| 2 | Əliyev V.S. | Müh. | 633 | 050628 | 4 | 12/12/94 | 1 |

və s.

Qara hərflərlə faylın başlığı, adi hərflərlə isə məzmunu verilir. **S.s.** (Sıra sayı) və **Kurs** elementləri ədəd tipli, **S.a.a.**, **Fak.**, **Qrup**, **İxtisas** elementləri mətn tipli, **Təvəllüdü** elementi tarix tipli, **HM** (hərbi mükəlləfiyyəti) elementi isə məntiq tipli kəmiyyətlərdir. Göründüyü kimi belə məlumat bazasında eyni kəmiyyətlər, məsələn: fakültə, qrup, ixtisas, kurs bir neçə sətirdə təkrarlanır. Bu isə relyasion tipli məlumat bazasının mənfə cəhətidir.

Relyasion MBİS-ə misal olaraq dBASE, ORACLE, DELPHİ, ACCESS, PARADOX sistemlərini göstərmək olar.

Səviyyəli MB ağacşəkilli qrafdan ibarətdir. Qraf həndəsi olaraq zirvə adlanan nöqtələr və onları birləşdirən qövslər (istişamətli xətlər) və/və ya tillərdən (istişamətsiz xətlər) ibarətdir. Qraflarda qapalı dövrlər (konturlar) ola bilər. Ağac qrafda isə dövrə olmur. Yuxarıda baxılan misalı səviyyəli modeli MB kimi şəkil 2-dəki kimi təsvir etmək olar.



Şəkil 2

Şəkildən görüldüyü kimi artıq heç bir element təkrarlanmır. Belə quruluşlu MB ilə işləyən MBİS kimi CODASYL, KVANT-M və MİRİS sistemlərini göstərmək olar.

Şəbəkəli MB quruluşca daha mürəkkəbdir. Belə MB iki növ fayllardan ibarət olur. Əsas məlumatın yerləşdiyi fayllar və həmin faylların elementləri arasındakı əlaqəni göstərən idarəedici fayllar. Şəbəkəli MBİS – ə misal olaraq CODASYL, SETEOR sistemlərini göstərmək olar.

10. ALS – in linqvistik təminatı

ALS –in həm yaradılması, həm də istismarı zamanı istifadə olunan şərti işarələr, kodlaşdırma sistemi, proqramlaşdırma dilləri, ünsiyyət üsulları ALS-in linqvistik təminatını təşkil edir. Dediklərimizdən birinci 3-ü ilə informatika dərslərində tanış olmuşuq. Burada isə yalnız ünsiyyət, yəni dialoq üsulları ilə tanış olacağıq. Aydınır ki, hər bir sistemdə olduğu kimi ALS-də də daima istifadəçi ilə kompüter qarşılıqlı məlumat mübadiləsində olurlar. Odur ki, onların məlumat mübadiləsi dialoq adlanır. Dialoq elə təşkil edilməlidir ki, tərəflər bir-birini birmənalı başa düşüb, bir-birinin sorğularına düzgün cavab verə bilsinlər. Maşının istifadəçiyə verdiyi sorğular daha determinik olub əvvəlcədən sistemi yaradanlar tərəfindən hazırlandığı üçün digər tərəfdən isə həmin məlumatların istifadəçi tərəfindən qəbul edildiyi, yəni istifadəçilərin daha intellektual olduqları üçün maşının istifadəçilərə verdiyi sorğuların anlaşılması problem yaratmır. Əsas problem istifadəçinin maşına verdiyi sorğuların maşın tərəfindən anlaşılmasındadır. Bunun 20-dən çox müxtəlif üsulları məlum olsa da praktikada daha çox aşağıdakılar istifadə olunur:

1. Sadə əmrlər
2. “hə/yox” cavabı tələb edən suallar
3. Menyü
4. Anket

5. Kvazitəbii dil

Qeyd edək ki, ALS istifadəçinin sorğularını qəbul edərək həmin sorğuya uyğun olaraq istifadəçiyə müəyyən məlumatları verir və ya bu və digər layihə işlərini yerinə yetirir. Yəni istənilən halda ALS-in proqram təminatının müəyyən hissəsi işləyir. Bu ayrı-ayrı proqram vahidləri və ya bir proqramın müəyyən hissələri ola bilər. Beləliklə, dialoqun məqsədi istifadəçiyə lazım olan işi yerinə yetirmək üçün proqram təminatının uyğun hissəsinin icra etdirilməsindən ibarətdir.

Sadə əmrlər bütün nəsil maşınlarda istifadə olunmuş və ya bu gün də istifadə olunur. Mahiyyəti aşağıdakı kimidir: maşının yerinə yetirdiyi hər bir funksiya qısa şərti işarələrlə adlandırılır və maşının yaddaşında həmin şərti adlar və yerinə yetiriləcək uyğun proqram hissəsinin adı və ünvanı lüğət şəklində saxlanılır. İstifadəçi hər dəfə ona lazım olan əməliyyatın adını daxil edir. Daxil edilən məlumatı əsasən maşın lüğətdə axtarıb uyğun adı tapır və uyğun proqramı icra edir.

Bu üsul çox sadə üsuldür, maşın istifadəçini həmişə bir mənalı başa düşür. Üsulun çatışmamazlığı əmrlərin yadda saxlanmasıdır.

«Hə/ yox» üsulundan budaqlanma yalnız 2 istiqamətdə aparıldıqda istifadə edilir, bu zaman maşın ekrana həmin budaqlardan hansının seçilməsi üçün uyğun sual çıxarır və cavabında istifadəçi maşına «hə» və ya «yox» cavabı verir. Həmin cavaba

uyğun olaraq maşın proqramların bu və ya digər budağı üzrə əməliyyat aparılır. Bu üsul da realizasiya olunmaq baxımından sadədir, həmişə maşın istifadəçini bir mənalı başa düşür, çatışmamazlığı isə istifadəçinin hərəkətlərinin yalnız qoyulan suallar çərçivəsində məhdudiyətlidir.

Sadə əməllər üsulunda dialoqun təşəbbüsçüsü istifadəçi olduğu halda, «hə/yox» üsulunda dialoqun təşəbbüsçüsü maşındır.

Menyu əslində «hə/yox» dialoqunun genişləndirilmiş variantıdır. Bu halda displeyin ekranına mətn və qrafik şəkildə sistemin yerinə yetirdiyi funksiyalar çıxarılır. İstifadəçi isə onlardan lazım olanı seçir. Bunun üçün o, müxtəlif hallarda müxtəlif seçmə üsulundan istifadə edə bilər. Məsələn, seçilən əməliyyatın nömrəsini daxil edə bilər, $\uparrow \downarrow \rightarrow \leftarrow$ düymələri vasitəsilə işıqlı pəncərəni uyğun yerə hərəkət etdirə bilər, «siçan» vasitəsilə, barmağı ilə və s. seçə. İmkanlarının genişliyinə görə hazırda menyudan daha geniş istifadə edilir. Bu üsul da mahiyyətinə görə sadədir. Həmişə maşın istifadəçini bir mənalı başa düşür. Təşəbbüskar maşındır. Çatışmamazlığı yenə də istifadəçinin menyu çərçivəsində məhdudlaşdırılmasıdır.

Dialoqun anket formalarından məsələnin həllində əlavə məlumatların tələb etdiyi vaxt istifadə olunur. Bunun üçün ekrana boş yerləri olan forma çıxarılır. İstifadəçi isə həmin boş yerləri zəruri məlumatla doldurur. Bu üsul bəzən «boş yerlərin

doldurulması» üsulu da adlanır. Bu üsul da sadədir, birmənalı başa düşülür, təşəbbüskar maşındır.

Kvazitəbii dil üsulunun mahiyyəti dialoqun adi danışiq dilində aparılmasıdır və bu zaman danışiq dilinin bütün prinsip və qaydalarından istifadə olunur. Lakin, hər bir texniki sistemdə istifadə olunan sözlərin sayı (leksikon tərkibi) məhdud olduğu üçün kvazitəbii dil adlanır. Üsulun çatışmamazlığı onun realizasiya olmasının çətinliyi, maşın istifadəçini bir neçə cəhətdən sonra bir mənalı başa düşə bilər və bəzi hallarda başa düşməyə də bilər. Müsbət cəhəti isə istifadəçinin tam sərbəst olmasıdır. Qeyd edək ki, hər bir sistemdə münasiblikdən asılı olaraq dialoqun bütün formalarından istifadə etmək olar.

11. ALS vasitəsilə identifikasiya etmə

11.1. İdentifikasiya etmənin ümumi sxemi

Obyektinin riyazi modellərin alınmasına identifikasiya etmə deyilir. İdentifikasiya etmə obyektinin ilkin tədqiqi, təcrübələrin təşkili, məlumatın toplanması və toplanmış məlumatın əsasında riyazi modellərin alınmasından ibarətdir. İdentifikasiya etmə iki mərhələdən - struktur və parametrik identifikasiya mərhələlərindən ibarətdir.

Struktur identifikasiya mərhələsinin nəticəsində obyektin keyfiyyət göstəriciləri, yəni onun xətti-qeyri/xətti, stasionar – qeyri/stasionar, birölçülü -

çoxölçülü, determinik - stoxastik, fasiləsiz - diskret və s. bu kimi xüsusiyyətləri təyin edilir və bunun əsasında obyektə ifadə edən riyazi modelin tipi və quruluşu təyin edilir. Bu mərhələ adətən nəzəri araşdırmalara və müşahidələrə əsasən aparılır, təcrübənin neçə aparılması - aktiv və ya passiv təcrübələrdən istifadə olunması müəyyən edilir

Aktiv təcrübələrdə əvvəlcədən planlaşdırılmış qayda üzrə obyektə nümunəvi həyacan siqnalları verilir və obyektin həmin siqnala olan reaksiyası qeyd edirlər. Aktiv təcrübə nəticəsində alınan model daha keyfiyyətli olub, az məlumat tələb edir. Lakin, aktiv təcrübələri sənaye obyektində aparmaq bir çox obyektiv və subyektiv çətinliklərlə rastlaşır.

Passiv təcrübələrdə obyektə kənardan heç bir müdaxilə etmədən yalnız tətqiqatçını maraqlandıran kordinatlar qeyd edilir. Bu üsul istənilən sənaye obyektinə tətbiq edilə bilər. Hətta arxiv materiallarından istifadə edilə bilər. Lakin bu üsulla alınan modelin keyfiyyəti aşağı olub, tələb olunan məlumatın həcmi böyük olur.

İdarəedici və ölçü kanalları ilə kompüterə qoşulmuş texnoloji proseslərdə hər iki təcrübə üsulunu özündə birləşdirən kompromis üsulu adlanan təcrübə də istifadə edilə bilər. Bu təcrübənin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, displeydə prosesin gedşinə nəzarət edərək giriş koordinatları elə dəyişdirilir ki, prosesin çıxış koordinatları buraxıla bilən həddə dəyişsin. Bu təcrübə mahiyyətinə görə

aktiv təcrübədir, lakin bu zaman koordinatların dəyişməsi təsadüfi xarakter daşdığına görə onların emalı üçün statistik üsullar tətbiq edildiyindən passiv təcrübəyə aid edilir. Yəni, hər iki üsulun müsbət cəhətlərindən istifadə olunur.

Parametrik identifikasiya mərhələsində toplanmış məlumatla əsasən modelin parametrləri təyin edilir.

Təcrübələrin qoyuluşundan və alınan riyazi modelin tipindən asılı olaraq müxtəlif identifikasiya üsulları tətbiq edilir. Əgər dinamik modellər alınarsa, onda aktiv təcrübələr əsasında modellərin alınması üçün qrafoanalitik üsul, Simoyu üsulu, Ələkbərov üsulu, Nağıyev üsulu, kompromis təcrübənin nəticəsində alınan məlumatlara görə ən kiçik kvadratlar üsulu (ƏKKÜ), passiv təcrübələrə görə isə Sovodolnikov-Uskov üsulu tətbiq edilir.

Statik modellərin alınması üçün ƏKKÜ, baş komponentlər üsulu, reqressiya, korrelyasiya təhlili üsulları və s. tətbiq edilir. Adları çəkilən mərhələ və üsulların hamısı və ya bəziləri avtomatlaşdırılmış şəkildə aparıla bilər.

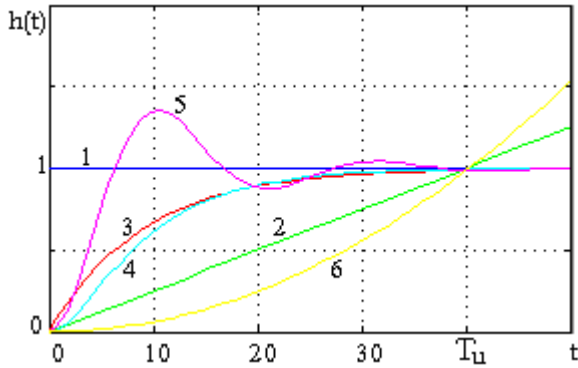
11.2. İşəburaxma əyriləri əsasında ötürmə funksiyalarının təyini

11.2.1. Obyektin tipinin təyin edilməsi (struktur identifikasiya)

Əvvəlcə qeyd edək ki, baxılan alqoritmlər obyektin tam determinik olduğu hallar üçün keyfiyyətli nəticə almağa imkan verir. Lakin məlum olduğu kimi hər bir obyektə müəyyən maneə siqnalları da, olur. Odur ki, belə obyektlər üçün aşağıda baxılacaq alqoritmləri tətbiq etməzdən əvvəl onlardan alınan siqnallar süzgəclənməlidir. Bundan əlavə baxılan alqoritmlərin tətbiqi məlumatın T intervalı ilə kompüter vasitəsilə toplanması şəraitində mümkündür. İzahatın sadəliyi üçün qrafikdən istifadə edilsə də nəzərə almaq lazımdır ki, maşının yaddaşında qrafiki məlumat ədədlər ardıcılığı şəklində yerləşir. Yəni alqoritmlər ədədlər ardıcılığı ilə işləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Üsulun mahiyyəti elementar manqaların keçid xarakteristikalarının qarşılıqlı münasibətinə əsaslanır. Şəkil 3-də ətalətsiz (1 xətti), inteqrallayıcı (2 xətti), birinci (3 əyrisi) və ikinci dərəcəli (4 əyrisi) aperiodik, rəqsi (5 əyrisi), ətalətli-inteqrallayıcı (6 əyrisi) manqaların keçid xarakteristikaları verilmişdir. Manqaların parametrləri elə seçilmişdir ki, inteqrallayıcı manqadan başqa hamısının keçid xarakteristikası təqribən eyni səviyyədə (vahid), eyni

zamanda q ararlaşırlar. İnteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikası isə dig er manqaların keçid xarakteristikalarının q ararlaşma vaxtı və səviyyəsi nöqtəsindən keçir. Bu x susiy et yalnız onların qarşıqlı münasibətlərini araşdırmaq  c n olub, sonra veriləcək alqoritmlərə heç bir təsiri yoxdur.



Şəkil 3

Şəkildən elementar manqaların keçid xarakteristikalarının aşağıdakı qarşıqlı münasibətlərini göstərmək olar:

a) Birinci dərəcəli aperiodik manqanın keçid xarakteristikası (3 əyrisi) $(0, T_u)$ intervalında ətalətsiz (1 xətti) və inteqrallayıcı (2 xətti) manqaların keçid xarakteristikalarının arasında yerləşir;

b) İkinji dərəcəli aperiodik manqanın keçid xarakteristikası (4 əyrisi) $(0, T_u)$ intervalında h mish  ətalətsiz manqanın keçid xarakteristikasından (1 xətti) aşağıda olmaqla həmin intervalın başılanğıcında

inteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikasından (2 xətti) aşağıda, sonra isə ondan yuxarıda yerləşir;

ç) Rəqsi manqanın keçid xarakteristikası (5 əyrisi) $(0, Tu)$ intervalının başlanğıc anında ani olaraq sıfırdan kiçik, yəni inteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikasından (2 xətti) aşağıda, sonra isə həmişə ondan yuxarıda olmaqla ətalətsiz manqanın keçid xarakteristikası (1 xətti) ətrafında rəqs edir;

d) Ətalətli-inteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikası (6 əyrisi) $(0, Tu)$ intervalında ətalətsiz (1 xətti) və inteqrallayıcı (2 xətti) manqaların keçid xarakteristikalarından aşağıda yerləşir.

Elementar manqaların keçid xarakteristikalarının qarşılıqlı münasibəti onların tipinin avtomatik identifikasiyasına imkan verir.

Fərz edək ki, təcrübə nəticəsində keçid xarakteristikası haqqında məlumat

$$Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT]) \quad (1)$$

ardıcılığı şəklindədir. $Y_{qer} = y[rT]$ keçid xarakteristikasının son və qərarlaşmış qiymətidir.

Təcrübədən alınan $y[rT]$ qiymətinə görə şəkl.3-dəki 1 və ya 2 xarakteristikalarına uyğun nəzəri ədədlər ardıcılıqları

$$\begin{aligned} Y_{nez1} &= (y_1[0T], y_1[1T], y_1[2T], \dots, y_1[rT]), \\ y_1[iT] &= y_1[rT], \quad i=0,1,\dots,r \end{aligned} \quad (2)$$

və

$$Y_{nez2} = (y_2[0T], y_2[1T], y_2[2T], \dots, y_2[rT]),$$

$$y_2[iT] = \frac{i}{r} y[rT], \quad i = 0, 1, \dots, r \quad (3)$$

kimi təyin edilir. Manqaların tipi istisna etmə yolu ilə aşağıdakı alqoritmə uyğun təyin edilir:

1. Təcrübədən alınan (1) ardıcılığı ilə nəzəri (2) ardıcılığının bərabərliyi yoxlanılır. Əgər $Y_{tec} = Y_{ne1}$ ödənirsə, obyekt ətalətsiz manqadır, əks təqdirdə 2-ci bəndə keçid edilir;

2. Təcrübədən alınan (1) ardıcılığı ilə nəzəri (3) ardıcılığının bərabərliyi yoxlanılır. Əgər $Y_{tec} = Y_{nez}$ ödənirsə, onda obyekt inteqrallayıcı manqadır, əks təqdirdə 3-cü bəndə keçid edilir;

3. Təcrübədən alınan (1) ardıcılığının başlanğıc və son qiymətlərdən başqa bütün nöqtələrdə (2) ardıcılığından kiçik və (3) ardıcılığından böyük olması yoxlanılır. Əgər $Y_{nez1} > Y_{tec} > Y_{nez2}$ şərti ödənirsə, onda obyekt birinci dərəcəli aperiodik manqadır, əks təqdirdə 4-cü bəndə keçid edilir;

4. Təcrübədən alınan (1) ardıcılığının başlanğıc və son qiymətlərdən başqa bütün nöqtələrdə (2) və (3) ardıcılıqlarından kiçik olması yoxlanılır. Əgər $Y_{nez1} > Y_{tec}$ və $Y_{nez2} > Y_{tec}$ şərti ödənirsə, onda obyekt ətalətli-inteqrallayıcı manqadır, əks təqdirdə 5-ci bəndə keçid edilir;

5. Təcrübədən alınan (1) ardıcılığının $y(0T)$ qiymətindən başqa başlanğıcda (3) ardıcılığından kiçik olması və bütün nöqtələrdə (2) ardıcılığından

kiçik olması yoxlanılır. Əgər bu şərtlər ödənirsə onda obyekt ikinci dərəcəli aperiodik, əks təqdirdə rəqsi manqadır.

11.2.2. Obyektin parametrik identifikasiyası

Məqsəd (1) ardıcılığına görə ötürmə funksiyaları gücləndirici, inteqrallayıcı, birinci və ikinci dərəcəli aperiodik, rəqsi və ətalətli-inteqrallayıcı manqalara uyğun tənzipləmə obyektlərinin ötürmə funksiyalarının parametrlərini təyin etməkdir.

İzahatın əyaniliyi məqsədlə əvvəlcə hər bir manqa üçün uyğun qrafo-analitik üsulun özü, sonra isə onun kompüter alqoritmi verilir. Sadəlik üçün obyektin gücləndirmə əmsalı **Vahid** götürülmüşdür. Lakin, bu alqritmin ümumiliyinə xələl gətirmir.

11.2.2.1. Gücləndirici və inteqrallayıcı manqanın parametrik identifikasiyası

Gücləndirici (ətalətsiz) manqanın keçid xarakteristikası şəkil 4 – dəki, tənliyi

$y(t) = Kx(t)$, ötürmə funksiyası isə $W(s) = K$ kimidir.

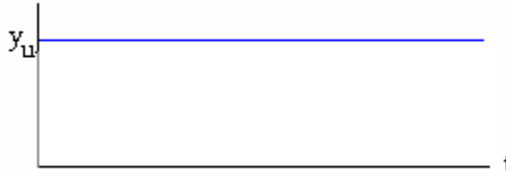
Gücləndirmə əmsalı keçid xarakteristikasına əsasən

$$K = \frac{y_u}{x_u}, \quad (4)$$

$Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığına görə isə

$$K = \frac{y[rT]}{\Delta x} \quad (5)$$

ifadələri ilə təyin edilir. Δx - girişə verilən təkannın qiymətidir.

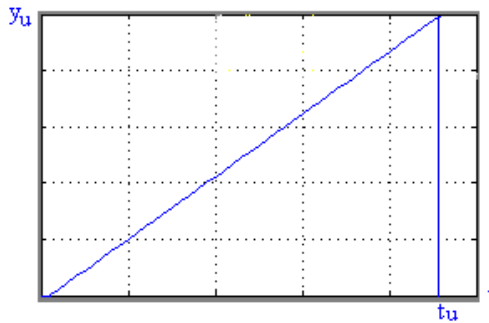


Şəkil 4

İnteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikası

şəkil 5 – dəki, tənliyi $y(t) = \frac{K}{t_u} \int_0^t x(t) dt$,

ötürmə funksiyası isə $W(s) = \frac{K}{t_u s}$ kimidir. t_u - şərti



Şəkil 5

qərarlaşma vaxtıdır. Məlum olduğu kimi inteqrallayıcı manqanın keçid xarakteristikası qərarlaşmır və odur ki, onun keçid xarakteristikasının qərarlaşma vaxtı şərti, yəni təcrübənin davam etmə müddəti götürülür.

İnteqrallayıcı manqanın gücləndirmə əmsalı keçid xarakteristikasına görə $K = \frac{y_u}{x_u} t_u$,

$Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığına görə isə $K = \frac{y[rT]}{\Delta x} rT$ ifadələri ilə təyin edilir.

11.2.2.2. Ətalətli (apeniodik) manqanın parametrik identifikasiyası

Manqanın diferensial tənliyi

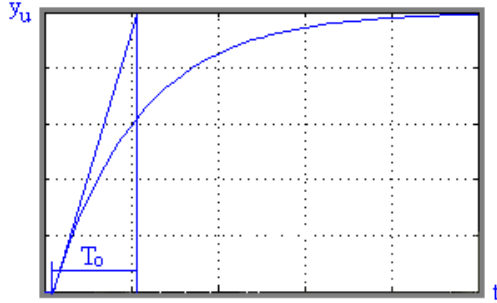
$$T_o y'(t) + y(t) = Kx(t),$$

ötürmə funksiyası

$$W(s) = \frac{K}{T_o s + 1},$$

keçid xarakteristikası isə şəkil 6 – dakı kimidir.

T_o - manqanın zaman sabiti olub həndəsi olaraq şəkildə göstərildiyi kimi, yəni keçid xarakteristikasının başlanğıcında ona çəkilən toxunanın qərarlaşma xəttini kəsməsinə qədər sərf olunan vaxtla təyin edilir. Bu kəmiyyəti keçid xarak-



Şəkil 6

teristikasının istənilən nöqtəsinə çəkilən toxunanın toxunma nöqtəsi ilə toxunanın qərarlaşma xəttini kəsməsinə qədər sərf olunan vaxtla da təyin etmək olar.

T_o kəmiyyəti $Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığına görə isə

$$T_o = \frac{y_u - y[iT]}{y[(i+1)T] - y[iT]} T \quad (6)$$

ifadəsi ilə təyin edilir. i - 0-dan $r/2$ - dək ixtiyari tam ədəddir. Ardıcılığın başlanğıcı üçün (6) ifadəsi

$$T_o = \frac{y_u - y[0T]}{y[1T] - y[0T]} T$$

kimi olacaqdır.

11.2.2.3. İkinci dərəcəli aperiodik manqanın parametrik identifikasiyası

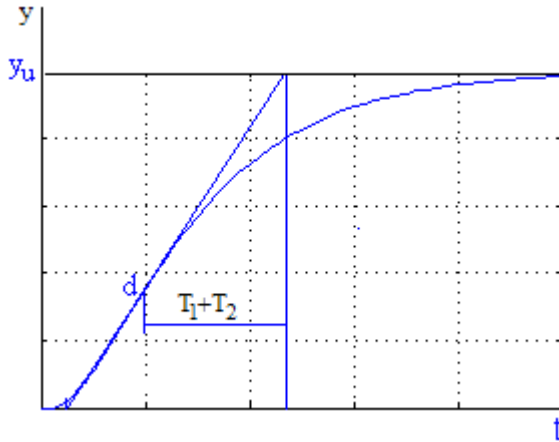
Manqanın diferensial tənliyi

$$T_1 T_2 y''(t) + (T_1 + T_2) y'(t) + y(t) = Kx(t),$$

ötürmə funksiyası

$$W(s) = \frac{K}{T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2) s + 1},$$

keçid xarakteristikası isə şəkil 7-dəki kimidir. Sırf kompüter hesabları $T_1 + T_2$ və $T_1 T_2$ kəmiyyətlərini təyin etmək üçün aşağıdakı alqoritm daha effektivdir.



Səkili 7

Qeyd edək ki, şəkil 7-də d nöqtəsi keçid xarakteristikasının dönmə nöqtəsi olub, həmin nöq-

tədə xarakteristikasının ikinci törəməsi sıfır olur və ya törəmə olur. Odur ki, d nöqtəsini $Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığına əsasən dəqiq təyin etmək mümkün deyil. Lakin, məlumdur ki, d nöqtəsindən solda xarakteristikasının ikinci törəməsi müsbət və ondan sağda isə mənfi işarəlidir. Odur ki, həmin nöqtə axtarış yolu ilə tapılır: $Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığının başlanğıcından başlayaraq hər bir nöqtədə keçid xarakteristikasının ikinci törəməsinin işarəsi

$$\text{sign}(y''[iT]) = \frac{y[(i+1)T] - 2y[iT] + y[(i-1)T]}{T^2}, i=1,2,\dots$$

ifadəsi ilə təyin edilməklə əməliyyat ikinci törəmənin işarəsi dəyişənədək davam etdirilir. Fərz edək ki, ikinci törəmənin ilk mənfi işarəsi $i = k$ qiymətindədir. Onda ikinci törəmənin son müsbət işarəsi $i = k - 1$ qiymətində olacaqdır. Beləliklə,

$$Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$$

ardıcılığından $T_1 + T_2$ kəmiyyəti ücbucaqların oxşarlığına görə

$$a = \frac{y[rT] - y_d}{y[kT] - y_d} \frac{T}{2}, \quad y_d = \frac{y[kT] + y[(k-1)T]}{2}$$

ifadələri ilə təyin edilir. $T_1 T_2$ hasilini təyin etmək üçün keçid xarakteristikasının $t = 0$ nöqtəsində ikinci törəməsindən istifadə edilir. Manqanın

$$y(t) = K \left(1 + \frac{T_1}{T_2 - T_1} e^{-\frac{1}{T_1}t} - \frac{T_2}{T_2 - T_1} e^{-\frac{1}{T_2}t} \right) \cdot 1(t)$$

keçid xarakteristikasının ikinci törəməsi

$$y''(t) = K \frac{1}{T_2 - T_1} \left(\frac{1}{T_1} e^{-\frac{1}{T_1}t} - \frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_2}t} \right) \cdot 1(t)$$

$t = 0$ qiymətində $y''(0) = K \frac{1}{T_1 T_2}$ olur. Buradan

$T_1 T_2 = K / y''(0)$. Beləliklə, $T_1 T_2$

$$Y_{rec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$$

ardıcılığından

$$T_1 T_2 = K T^2 / (y[0T] - 2y[1T] + y[2T])$$

kimi təyin edilir.

11.2.2.4. Rəqsi manqanın parametrik identifikasiyası

Manqanın diferensial tənliyi

$$T^2 y''(t) + 2\xi T y'(t) + y(t) = Kx(t),$$

ötürmə funksiyası

$$W(s) = \frac{K}{Ts^2 + 2\xi Ts + 1},$$

keçid xarakteristikası isə səkil 8-dəki kimidir. T - manqanın zaman sabiti, ξ - dempferləmə əmsalındır və

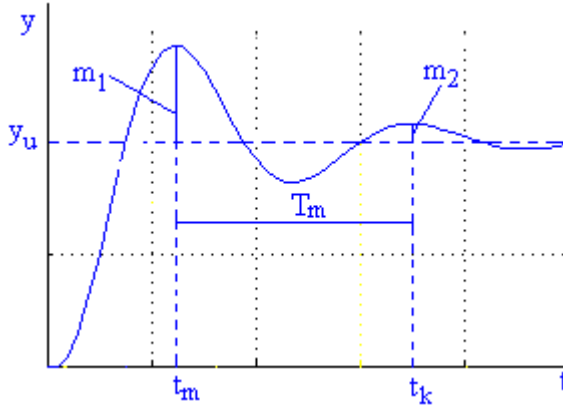
$0 < \xi < 1$.

Manqanın parametrləri keçid xarakteristikasından

$$\omega_m = \frac{2\pi}{T_m}, \quad \beta = \frac{1}{T_m} \ln \frac{m_1}{m_2}, \quad T = \frac{1}{\sqrt{\omega_m^2 + \beta^2}}, \quad \xi = \beta T$$

ifdələri ilə təyin edilir. T_m, m_1, m_2 kəmiyyətləri

$$Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$$



Şəkil 8

ardıcılığın aşağıdakı kimi təyin edilir: ardıcılığın başlanğıcından başlayaraq ardıcılıqdakı maksimal kəmiyyət $y[mT]$ və onun absisi $t_m = mT$ tapılır. Həmin nöqtədən başlayaraq ardıcılıqda ən kiçik kəmiyyət, sonra isə ardıcılığın qalan hissəsində yenidən ən böyük kəmiyyət təyin edilir. Həmin kəmiyyət $y[kT]$, absisi $t_k = kT$ olarsa onda rəqs periodu $T_m = t_k - t_m$ ifadəsi ilə təyin edilir. m_1, m_2 kəmiyyətləri isə ardıcılıqdan

$$m_1 = y[mT] - y[rT]$$

$$m_2 = y[kT] - y[rT]$$

ifadələri ilə hesablanır.

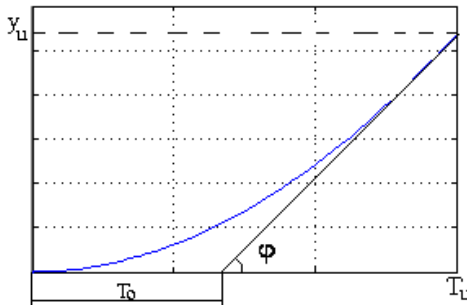
11.2.2.5. Ətalətli-inteqrallayıcı manqanın parametrik identifikasiyası

Manqanın diferensial tənliyi

$$T_0 y''(t) + y'(t) = Kx(t), \text{ ötürmə funksiyası}$$

$$W(s) = \frac{K}{T_0 s^2 + s},$$

keçid xarakteristikası isə şəkil 9-dakı kimidir.



Şəkil 9

Manqanın parametrləri həndəsi olaraq (şəkil 9) şəkildə göstərildiyi kimi, yəni zaman sabiti (T_0) koordinat başlanğıcından şərti qərarlaşma nöqtəsində keçid xarakteristikasına çəkilən toxunanın absis oxunu kəsmə nöqtəsinə qədər parça, gücləndirmə əmsalı isə həmin toxunanın mailliyi ilə, daha doğrusu

$$K = tg\varphi = \frac{y_u}{T_u - T_0}$$

ifadəsilə təyin edilir. Manqanın parametrləri $Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığından

$$T_0 = T_u - \frac{y[rT]}{y[rT] - y[(r-1)T]} T,$$

$$K = \frac{y[rT]}{T_u - T_0}$$

ifadələri ilə hesablanır.

12. Təhliletmənin avtomatlaşdırılması

Təhliletmə dedikdə quruluşu və parametrləri məlum olan hər hansı bir obyektin, o cümlədən idarəetmə sisteminin müxtəlif keyfiyyət göstəricilərinin, müxtəlif şəraitdə və təsirlər altında özünü aparmasının öyrənilməsi nəzərdə tutulur. İdarəetmə sistemlərinin təhlili müxtəlif cəhətlərdən aparıla bilər. O cümlədən, tənzim sistemlərinin təhlili dedikdə, onların dayanıqlığının araşdırılması, birbaşa və dolayı üsullarla müxtəlif keyfiyyət göstəricilərinin öyrənilməsi, xarici həyacanların və bəzi parametrlərin dəyişməsinin dayanıqlığa və keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin öyrənilməsi və s. bu kimi işlər daxildir.

12.1. Dayanıqlığın təhlili

Xarici həyacan verilib, götürüldükdən sonra: tənzimlənən kəmiyyətin əvvəlki qiyməti bərpa olunursa, sistem dayanıqlı; tənzimlənən kəmiyyət əvvəlki qiymətindən monoton olaraq və ya amplitudu böyüyən rəqslərlə uzaqlaşarsa dayanıqsız; düz xətt boyunca artarsa və ya sabit amplitudlu rəqs edərsə neytral sistemdir.

Tənzim sistemlərinin dayanıqlığını tədqiq etmək üçün onun

$$W(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}, n \geq m \quad (7)$$

ötürmə funksiyasından və ya

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0 \quad (8)$$

xarakteristik tənliyindən istifadə edilir. Məlum olduğu kimi ATS-in dayanıqlığının kafi şərti (8) xarakteristik tənliyinin həqiqi köklərinin və kompleks köklərinin həqiqi hissələrinin sıfırdan kiçik olması, yəni bütün köklərinin sol yarımmüstəvidə yerləşməsidir. Dayanıqlığın zəruri şərti isə xarakteristik tənliyin bütün əmsallarının sıfırdan böyük (və ya eyni işarəli) olmasıdır. Sistemin tərtibi böyük olduqda xarakteristik tənliyin köklərinin təyini çətinləşdiyi üçün dolayı üsullardan, yəni dayanıqlıq kriterilərindən istifadə edilir.

Dayanıqlıq kriteriləri cəbri və tezlik kriterilərinə bölünür. Cəbri kriterilərə Raus və Hurvis,

tezlik kriterilərinə isə Mixaylov və Naykvist kriteriləri aiddir.

Raus, Hurvis və Mixaylov kriteriləri dayanıqlığın tədqiqi üçün xarakteristik tənliklərdən, Naykvist kriterisi isə açıq sistemin ötürmə funksiyasından istifadə edir. Bütün kriterilərlə dayanıqlığı tədqiq etmək üçün ilk növbədə dayanıqlığın zəruri şərti, yəni xarakteristik tənliyin əmsallarının sıfırdan böyük (və ya eyni işarəli) olması yoxlanılır.

12.1.1. Raus dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi

Raus kriterisi ilə dayanıqlığın yoxlanılması üçün

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0$$

xarakteristik tənliyin əmsallarından cədvəl tərtib edilir (cədvəl 1).

Cədvəl 1

| | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|--|
| $c_{1,1}=a_n$ | $c_{2,1}=a_{n-2}$ | $c_{1,3}=a_{n-4}$ | ... | |
| $c_{2,1}=a_{n-1}$ | $c_{2,2}=a_{n-3}$ | $c_{2,3}=a_{n-5}$ | ... | |
| $c_{3,1}=c_{1,2}-r_3 c_{2,2}$ | $c_{3,2}=c_{1,3}-r_3 c_{2,3}$ | $c_{3,3}=c_{1,4}-r_3 c_{2,4}$ | ... | |
| $c_{4,1}=c_{2,2}-r_4 c_{3,2}$ | $c_{4,1}=c_{2,3}-r_4 c_{3,3}$ | $c_{4,3}=c_{2,4}-r_4 c_{3,4}$ | ... | |
| | | | ... | |
| $c_{n,1}$ | $c_{n,2}$ | 0 | 0 | |
| $c_{n+1,1}$ | 0 | 0 | 0 | |

Raus kriterisinə görə dayanıqlıq şərti **cədvəlin birinci sütun elementlərinin sıfırdan böyük olmasıdır**. Cədvəlin birinci sütununda olan işarə dəyişmələri xarakteristik tənliyin sağ köklərinin sayını müəyyən edir.

Raus kriterisinin avtomatlaşdırılmasının alqoritmi aşağıdakı kimidir:

1. (8) xarakteristik tənliyinin əmsalları xüsusi birölçülü massivə daxil edilir

$$A_n = a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_0;$$

2. Cədvəlin sütunlarının sayı

$$k = \begin{cases} \frac{n+1}{2}, & \text{əgər } n \text{ tək ədədirsə} \\ \frac{n}{2} + 1, & \text{əgər } n \text{ cüt ədədirsə} \end{cases}$$

ifadəsi ilə, sətirlərin sayı isə $n+1$ -ə bərabər təyin edilir. Cədvəli ifadə edən massiv $R(n+1, k)$ kimi təyin edilir;

3. R massivinin birinci və ikinci sətir elementləri A massivinin elementlərindən cədvələ uyğun olaraq düzəldilir. Üçüncü və növbəti sətirlərin elementləri isə

$$R(i, j) = R(i-2, j+1) - r(i)R(i-1, j+1)$$

$$r(i) = R(i-2, 1) / R(i-1, 1), \quad i = 3, 4, \dots$$

ifadələri vasitəsilə doldurulur;

4. R massivinin birinci sütununda işarə dəyişmələrinin sayı

$$m = \sum_{i=1}^n m_i, \quad m_i = \begin{cases} 1, & R(i,1) \cdot R(i+1,1) < 0 \\ 0, & R(i,1) \cdot R(i+1,1) > 0 \end{cases}$$

ifadələri ilə təyin edilir. Eyni zamanda cədvəlin birinci sütununda qiyməti “sıfır” olan elementlərin sayı kn müəyyən edilir.

5. m və kn kəmiyyətlərinə görə sistemin vəziyyəti haqqında məlumat aşağıdakı kimi təyin edilir:

$m > 0$, sistem dayanıqsızdır və xarakteristik tənlik m ədəd sağ kökə malikdir;

$m = 0$ və $kn > 0$, sistem neytraldır;

$m = 0$ və $kn = 0$, sistem dayanıqlıdır.

Əlavələrdə Raus kriterisinin MATLAB proqramı verilmişdir.

12.1.2. Hurvis dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi

Hurvis kriterisi ilə dayanıqlığı tədqiq etmək üçün sistemin

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0$$

xarakteristik təliyinin əmsallarından determinant təşkil edilir:

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} & \cdots & 0 \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} & \cdots & 0 \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_1 & a_0 \end{vmatrix}.$$

Determinantın bütün baş diaqonal minorları hesablanır:

$$\Delta_1 = a_{n-1}; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} \\ a_n & a_{n-2} \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} \end{vmatrix}; \quad \dots$$

$$\Delta_{n-1} = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} & \cdots \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & a_1 \end{vmatrix}, \quad \Delta_n = a_0 \Delta_{n-1}$$

Tənziqləmə sisteminin dayanıqlı olması üçün bütün baş diaqonal minorları sıfırdan böyük, yəni $\Delta_1 > 0$, $\Delta_2 > 0$, $\Delta_3 > 0$, ..., $\Delta_{n-1} > 0$, $\Delta_n > 0$ olmalıdır.

Minorların qiymətini hesablamaq üçün isə əgər kompüterdə hazır proqram varsa, ondan istifadə etmək lazımdır. Bu məqsədlə MATLAB-ın **det**

funksiyasından istifadə etmək olar. Əlavələrdə Hurvis kriterisinin MATLAB proqramı verilmişdir.

12.1.3. Mixaylov dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi

Mixaylov kriterisi ilə dayanıqlığı tədqiq etmək üçün tənzim sisteminin

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0$$

xarakteristik çoxhədlisinə əsasən Mixaylov hodoqrafı qurulur və hodoqrafın vəziyyətinə görə sistemin dayanıqlığı haqqında mühakimə yürüdüür. Mixaylov hodoqrafı aşağıdakı ardıcılıqla qurulur:

1. Xarakteristik çoxhədlidə $s = j\omega$ əvəzləməsi edilir;
2. Alınan ifadənin cüt qüvvətli toplananlarından ibarət həqiqi hissə $R(\omega)$ və tək qüvvətli toplananlarından ibarət xəyali hissə $I(\omega)$ alınır;
3. ω - ya sıfırdan sonsuzluğadək qiymətlər verilərək $(R(\omega), jI(\omega))$ kordinat sistemində hodoqraf qurulur.

Hodoqraf əllə qurulduqda qarşıya çıxan hər bir məsələni tədqiqatçı öz duyumu ilə həll edir. Lakin, həmin işin avtomatlaşdırılması zamanı müəyyən çətinliklər meydana gəlir və onların həlli xüsusi yanaşmalar tələb edir. MATLABın **nyquist** funksiyasından istifadə etməklə Mixaylov hodoqrafını qurmaq olar. Həmin funksiya sistemin (mənzilin,

obyektin) verilmiş ötürmə funksiyasına görə onun amplitud-faz-tezlik xarakteristikasını (AFTX) qurmaq üçündür. Xarakteristik çoxhədliyə görə Mixaylov hodoqrafını qurmaq üçün onu (xarakteristik çoxhədlini) MATLABın **tf** funksiyası vasitəsilə ötürmə funksiyasının surəti, məxrəc kimi isə “1” (vahid) vermək lazımdır:

$$W = tf([a_n \ a_{n-1} \dots \ a_1 \ a_0], 1)$$

$$nyquist(W)$$

Alınan qrafikin miqyasından və sistemin parametrlərindən asılı olaraq hodoqrafın başlanğıc hissəsi aydın olmadıqda qrafikin istənilən yerində Mousun sağ düyməsini basdıqda açılan pəncərədə **Properties** opsiyasını seçdikdə açılan növbəti pəncərədə absis və ordinat oxlarına məhdudiyət qoymaqla həmin hissəni böyütmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, **nyquist** funksiyası hodoqrafı ω -nın $-\infty$ -dan $+\infty$ -dək qiymətləri üçün qurur. Hodoqrafın ω -nın $-\infty$ -dan 0-dək qiymətlərinə uyğun hissəsini yox etmək üçün qrafikin istənilən yerində Mousun sağ düyməsini basdıqda açılan pəncərədə **Show → Negative Frequencies** əməliyyatını aparmaq lazımdır.

Mixaylov hodoqrafına görə sistemin dayanıqlığı belə təyin edilir: **hodoqraf** $\omega = 0$ **qiymətində həqiqi oxun müsbət tərəfində** a_0 **nöqtəsindən başlayaraq müsbət (saat əqrəbinin əksi) istiqamətində növbə ilə xəyali və həqiqi oxları kəsərək** $n-1$ **rübü tam keçib,** n -ci **rübdə sonsuzluğa** ($\omega = \infty$ **qiymətində**) **getməlidir.**

12.1.4. Naykvist dayanıqlıq kriterisinin alqoritmi

Naykvist kriterisi açıq sistemin vəziyyətinə və amplitud-faza-tezlik xarakteristikasına görə uyğun vahid mənfi əks əlaqəli qapalı sistemin dayanıqlığını tədqiq etməyə imkan verir. Qeyd etmək lazımdır ki, açıq sistem adətən tərtibləri ikidən böyük olmayan mənzillərin ardıcıl birləşməsindən ibarət olur. Odur ki, açıq sistemin xarakteristik çoxhədlisi həmin mənzillərin xarakteristik çoxhədlilərinin hasilinə bərabər və açıq sistemin xarakteristik tənliyinin kökləri mənzillərin xarakteristik tənliklərinin köklərindən ibarət olur. Digər tərəfdən açıq sistemin gecikməsi (onu təşkil edən mənzillərin gecikmələrinin cəmi) onun dayanıqlığına təsir etmir. Açıq tənzim sisteminin dayanıqlığını təyin etmək heç bir çətinlik törətmir. Yəni, açıq sistemi təşkil edən mənzillərin xarakteristik tənliklərinin köklərini tapmaq lazım gəlir və bu ən mürəkkəb halda kvadrat tənliklərin həll edilməsindən ibarət olur. Beləliklə, açıq sistemin vəziyyətini və onun xarakteristik tənliyinin köklərini harada yerləşmələrini müəyyən etmək çox sadədir.

Tənzimləmə nəzəriyyəsində izahatın aydınlığı üçün əvvəlcə açıq sistemin üç vəziyyətinə uyğun olaraq qapalı sistemin dayanıqlıq şərtləri, sora isə ümumiləşmiş dayanıqlıq şərti verilir. Odur ki, burada yalnız ümumiləşmiş dayanıqlıq şərti verməklə kifayətlənək: **açıq sistem dayanıqsız olub, onun xarakteristik tənliyinin k ədəd sağ kökü olarsa,**

uyğun qapalı sistemin dayanıqlı olması üçün açıq sistemin AFTX-nın həqiqi oxu $(-\infty, -1)$ intervalında müsbət (yuxarıdan aşağı) və mənfi (aşağıdan yuxarı) istiqamətlərdə kəsmələrinin fərqi $\frac{k}{2}$ -yə bərabər olmalıdır. $k=0$ olduqda açıq sistem dayanıqlı və ya neytral olur.

Açıq sistemin AFTX-nı qurmaq üçün MATLAB-ın **nyquist** funksiyasından istifadə etmək lazımdır. Açıq sistemin ötürmə funksiyası

$$W(s) = \frac{B(s)}{A(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} e^{-\tau s}, \quad n \geq m$$

olarsa, AFTX-nı qurmaq üçün aşağıdakı operatorlar kifayətdir:

$$W = tf([b_m \ b_{m-1} \ \dots \ b_1 \ b_0], [a_n \ a_{n-1} \ \dots \ a_1 \ a_0], 'ioDelay', \tau)$$

$$nyquist(W)$$

12.2. Keyfiyyətin təhlili

12.2.1. Keçid prosesinə görə keyfiyyət göstəricilərinin təyini

Daha çox istifadə olunan üsul tənzim sisteminin girişinə vahid təkan verərək onun keçid prosesinin qurulmasıdır.

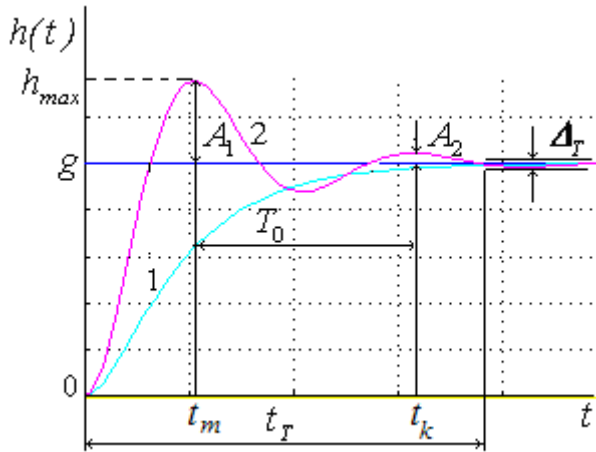
1. Keçid prosesinin qurulması. Keçid prosesinin qurulmasının müxtəlif üsulları vardır.

Onlardan avtomatlaşdırma üçün daha universal olanı fərq tənliklərindən istifadə edilməsidir. MATLAB-da keçid prosesi **Step** funksiyasının vasitəsilə qurulur.

$$W = ff([b_m \ b_{m-1} \dots \ b_1 \ b_0], [a_n \ a_{n-1} \dots \ a_1 \ a_0])$$

$step(W)$

2. Keçid prosesindən keyfiyyət göstəricilərinin təyini. Fərz edək ki, keçid prosesi hər hansı bir üsulla qurulmuşdur və şəkil 10-da verilən formalardan biridir. Şəkildə: 1- aperiodik keçid prosesi, 2- rəqsi keçid prosesidir. Digər formalı keçid prosesləri də ola bilər. Lakin, bununla keyfiyyət göstəricilərinin növləri dəyişmir.



Şəkil 10

Keçid prosesinin keyfiyyət göstəriciləri aşağıdakılardır və keçid prosesi MATLAB-da qurulduqda onlar vizual olaraq təyin edilir:

- keçid prosesinin xarakteri – əsasən rəqsi və ya aperiodik olur,

- tənzimləmə müddəti nəzəri olaraq $t_T \rightarrow \infty$ da olsa da, praktikada keçid xarakteristikasının Δ_T - buraxıla bilən xəta zolağına daxil olma vaxtı ilə müəyyən edilir;

- ifrat tənzimləmə

$$\sigma = \frac{h_{max} - g}{g} 100\%,$$

- rəqslərin məxsusi tezliyi

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0},$$

- rəqslərin sönmə dərəcəsi

$$\psi = \frac{A_1 - A_2}{A_1},$$

- tənzimləmə müddətinə düşən rəqslərin sayı

$$N = \frac{t_T}{T_0},$$

- tənzimlənən kəmiyyətin maksimal dəyişmə sürəti

$$\left(\frac{dh}{dt} \right)_{\max} = tg\alpha$$

ifadələri ilə təyin edilir.

Keçid prosesinin bu göstəricilərinin əksəriyyətində istifadə edilən kəmiyyətlər keçid xarakteristikası haqqında məlumat $Y_{tec} = (y[0T], y[1T], y[2T], \dots, y[rT])$ ardıcılığı

şəklində verildikdə avtomatik olaraq paraqraf 11.2 -də verilən alqoritmlərlə təyin edilir. O cümlədən: keçid prosesinin xarakteri keçid xarakteristikalarının qarşılıqlı münasibətinə əsasən təcrid etmə yolu ilə (paraqraf 11.2.1); tənzimləmə müddəti $t_T = rT$ ifadəsilə, h_{\max} - ardıcılıqdakı ən böyük kəmiyyət olub axtarış yolu ilə, $A1 = m1$, $A2 = m2$, $T_o = t_k - t_m$ ifadələri ilə (paraqraf 11.2.2.4) təyin edilir. Tənzimlənən kəmiyyətin maksimal dəyişmə sürəti isə həmin ardıcılıqdan

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)_{\max} = \max\left(\frac{y[iT] - y[(i-1)T]}{T}\right), i = 1, 2, \dots, r$$

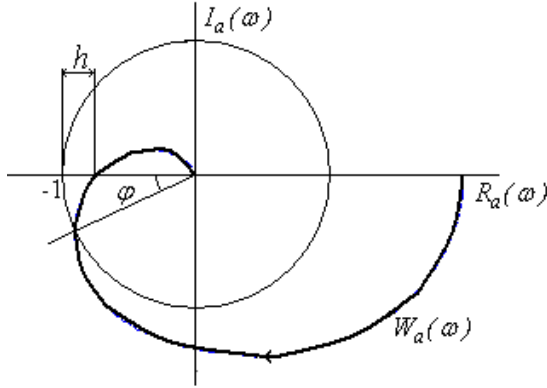
ifadəsilə axtarış yolu ilə təyin edilir.

12.2.2. Tezlik üsulu ilə keyfiyyətin tədqiqi

Tənzimləmə sisteminin müxtəlif tezlik xarakteristikalarından istifadə etməklə onun bu və digər keyfiyyət göstəricilərini təyin etmək mümkündür. Məsələn:

1. **Açıq sistemin AFTX-dan istifadə edərək** qapalı sistemin fazaya və amplituda görə dayanıqlıq ehtiyatını müəyyən etmək olar (Şəkil 11). Şəkilə: h - açıq sistemin AFTX – nın həqiqi oxu $(-1,0)$ intervalında kəsmə nöqtəsilə $(-1, j0)$ nöqtəsi arasında məsafə olub, qapalı sistemin amplituda görə dayanıqlıq ehtiyatı; φ - AFTX-nın vahid radiuslu

çevrəni kəsmə nöqtəsini koordinat başlanğıcı ilə birləşdirən xətlə həqiqi ox arasında bucaq olub qapalı sistemin fazaya görə dayanıqlıq ehtiyatıdır.



Şəkil 11

Açıq sistemin AFTX-nın qurulma qaydası artıq məlumdur. φ - bucağı

$$\varphi = \arctg \frac{I_a(\omega_k)}{R_a(\omega_k)}$$

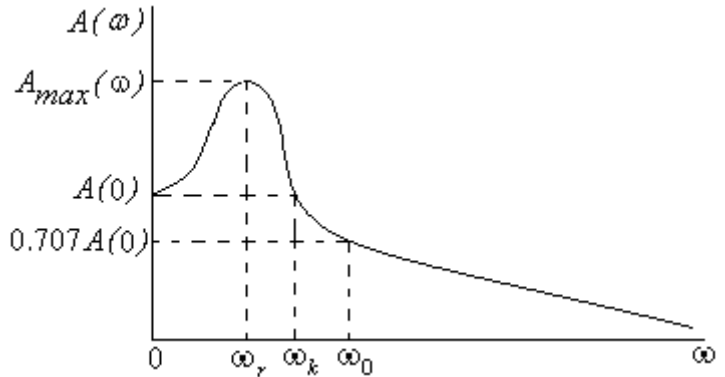
ifadəsi ilə təyin edilir. ω_k - AFTX-nın modulunun vahidə bərabər olduğu tezlikdir:

$$A(\omega_k) = \sqrt{R_a^2(\omega_k) + I_a^2(\omega_k)} = 1.$$

Amplituda görə dayanıqlıq ehtiyatı $h = 1 - |R_a(\omega_1)|$ ifadəsilə təyin edilir. ω_1 - AFTX-nın həqiqi oxu $(-1, 0)$ intervalında kəsmə tezliyidir: $I(\omega_1) = 0$.

Avtomatlaşdırılmış tədqiqat zamanı tezliyin ω_k və ω_1 qiymətləri axtarış yolu ilə təyin edilir.

2. Amplitud-tezlik xarakteristikasına görə tənzimləmə sisteminin rəqslilik göstəricisi (M), rezonans tezliyi (ω_r), buraxma zolağı $[0, \omega_0]$ və kəsmə tezliyi (ω_k) qiymətləndirilir (Şəkil 12):



Şəkil 12

-rəqslilik göstəricisi

$$M = \frac{A_{max}(\omega)}{A(0)}$$

ifadəsilə hesablanır və $1.1 \leq M \leq 1.5$ buraxılabilən sayılır;

- **rezonans tezliyi** (ω_r) amplitudun maksimum qiymətinə uyğun gələn tezlikdir. Həmin tezlikdə olan harmonik signal sistemdən ən yüksək güclənmə ilə keçir;

- **buraxma zolağı** tezliyin $\omega = 0$ -dan $\omega = \omega_0$ -dək olan intervalıdır. Buraxma zolağı çox enli

olmamalıdır. Əks təqdirdə sistem yüksək tezliklərə həssas olur;

- **kəsmə tezliyi** (ω_k) amplitud-tezlik xarakteristikasının qiyməti $A(\omega_k) = A(0)$ olan nöqtəsinin absisidir. Kəsmə tezliyi dolayısı ilə tənzimləmə müddətini təyin edir - $t_T \cong (1 \div 2) \frac{2\pi}{\omega_k}$.

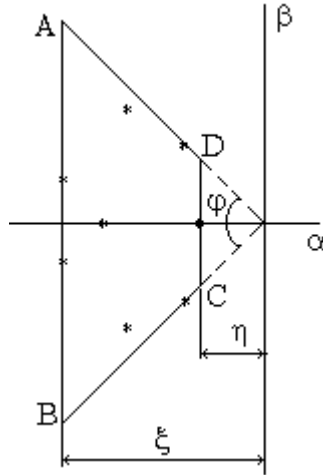
12.2.3. Köklərin paylanmasına görə keyfiyyətin tədqiqi

Məlum olduğu kimi tənziləmə sisteminin dayanıqlığının kafi şərti onun

$$A(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0$$

xarakteristik tənliyinin köklərinin sol yarımmüstəvidə yerləşməsidir. Köklərin sol yarımmüstəvidə neçə yerləşməsi tənzimləmə sisteminin keyfiyyətinə təsir edir. Xəyali oxa ən yaxın kök sistemin dayanıqlıq dərəcəsinə, köklərin həqiqi və ya kompleks olması isə keçid prosesinin rəqsliliyinə təsir edir. Dayanıqlı sistemin xarakteristik tənliyinin köklərini oturacağı xəyali oxa paralel olan bərabəryanlı $ABCD$ trapesiyası ilə əhatə etmək olar (Şəkil 13): şəkildən görüldüyü kimi trapesiyanın AB oturacağı xarakteristik tənliyin xəyali oxdan ən uzaq kökü (və ya qoşma kompleks kökləri) ilə; CD oturacağı xəyali oxa ən yaxın kökü (və ya qoşma kompleks kökləri) ilə; yanlarının meyl bucağı isə ən böyük β/α nisbətinə malik qoşma kompleks köklərlə təyin edilir.

Tənzimləmə sisteminin dayanıqlıq dərəcəsi η , keçid prosesinin rəqsliliyi isə φ bucağı ilə Tənzimləmə sisteminin dayanıqlıq dərəcəsi η , keçid prosesinin rəqsliliyi isə φ bucağı ilə qiymətləndirilir.



Şəkil 13

Tənzimləmə müddətini $t_T \leq \frac{1}{\eta} \ln \frac{1}{\Delta}$ ifadəsi ilə qiymətləndirmək olar: Δ - buraxıla bilən statik xətdir və adətən $\Delta=0.05$ götürülür.

Avtomatlaşdırılmış təhlil zamanı η , ξ və η kəmiyyətləri

$$\eta = \min(|\alpha_i|), \quad i = \overline{1, n},$$

$$\xi = \max(|\alpha_i|), \quad i = \overline{1, n},$$

$$\varphi = \max\left(\frac{|\beta_i|}{|\alpha_i|}\right), \quad i = \overline{1, n},$$

ifadələri ilə təyin edilirlər: α_i - xarakteristik tənliyin həqiqi kökləri və ya kompleks köklərinin həqiqi hissəsi, β_i - xarakteristik tənliyin kompleks köklərinin xəyali hissəsidir.

12.2.4. İnteqral göstəricilərə görə keyfiyyətin tədqiqi

Yuxarıda baxılan təhlil üsulları tənzimləmə sistemlərinin daxili mahiyyətlərinə əsaslanırlar. İnteqral göstəricilər isə tənzimləmə sistemlərinin keyfiyyətini dolayı kəmiyyətlərlə qiymətləndirir.

Tənzimləmə keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün aşağıdakı ifadələrdən istifadə edilir:

$$J_1 = \int_0^t \varepsilon(t) dt,$$

$$J_2 = \int_0^t |\varepsilon(t)| dt,$$

$$J_3 = \int_0^t \varepsilon^2(t) dt,$$

$$J_\tau = \int_0^t (\varepsilon^2(t) + \tau^2 (\dot{\varepsilon}(t))^2) dt,$$

$$J_t = \int_0^t t^m \varepsilon(t) dt, \quad m = 1, 2, \dots$$

Bu ifadələrdə: $\varepsilon(t) = g - x(t)$ olub, tənzimləmə xətasıdır.

Avtomatlaşdırılmış tədqiqat zamanı bu inteqrallar cəmləmə ilə əvəz edilirlər:

$$J_1 = T \sum_{i=0}^n \varepsilon[iT],$$

$$J_2 = T \sum_{i=0}^n \text{abs}(\varepsilon[iT]),$$

$$J_3 = T \sum_{i=0}^n \varepsilon^2[iT],$$

$$J_\tau = T \sum_{i=0}^n (\varepsilon^2[iT] + \tau^2(\varepsilon[iT] - \varepsilon[(i-1)T])^2),$$

$$J_t = T \sum_{i=0}^n (iT)^2 \varepsilon[iT].$$

J_1, J_t göstəricilərindən aperiodik keçid proseslərini, J_2, J_3, J_τ göstəricilərindən isə istənilən keçid prosesini qiymətləndirmək üçün istifadə edilir.

13. Sintezetmənin avtomatlaşdırılması

Sintezetmə dedikdə verilmiş idarəetmə obyektini üçün qarşıya qoyulan tələbatları ödəyən idarəetmə sisteminin quruluşunun və parametrlərinin təyin edilməsi nəzərdə tutulur. Sintezetmə 2 mərhələdən ibarətdir:

- struktur sintezetmə;

- parametrik sintezetmə.

Struktur sintezetmə mərhələsində idarəetmə sisteminin quruluşu, parametrik sintezetmə mərhələsində isə idarəedici qurğuların (tənzimləyici, kompensator, korreksiya edici və s.) parametrlərinin ədədi qiymətləri təyin edilir.

13.1. Tənzimləmə sistemlərinin struktur sintezi

Tənzimləmə sisteminin quruluşunun təyin edilməsi idarəetmə obyektinin dinamik quruluşundan asılıdır:

- obyekt birölcülü olub xüsusi xarici həyəcanlara məruz qalmaqda birkonturlu;
- birölcülü obyekt güclü xarici həyəcanlara məruz qaldıqda kombinə edilmiş;
- əsas idarəetmə kanalının gecikməsi böyük olub, eyni zamanda onun kiçik gecikməyə malik əlavə kanallara malik olan obyektlərə kaskad;
- obyekt çoxölçülü olduqda tələbatdan asılı olaraq bu və ya digər çox ölçülü;
- qeyri-stasionar obyektlər üçün adaptiv;
- qeyri-müəyyənliyi yüksək olan obyektlərə daha müasir (qeyri-səlis, neyron, genetik alqoritmlər, xaos nəzəriyyələrinə əsaslanan) idarəetmə sistemləri seçilir.

13.2. Tənzimləmə sistemlərinin parametrik sintezi

13.2.1. Bir konturlu tənzim sistemlərinin sintezi

Birkonturlu ATS-in müxtəlif sintez üsulları vardır: təqribi üsullar, tezlik üsulları, köklərin paylanması görə sintez üsulu, inteqral kriterilərə görə sintez üsulu və s.

Təqribi üsullar mühəndis praktikasında daha çox istifadə olunur. Onlar tənzimləyicinin tipindən və keçid prosesinin növündən asılı olaraq tənzimləyicinin parametrləri ilə obyektin parametrləri arasında asılılıqlar analitik, qrafik və ya cədvəl şəklində verilir. Bu halda adətən obyekt sadə -

$$W_o(p) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s} \quad (10)$$

gecikməyə malik aperiodik və ya

$$W_o(s) = \frac{K}{s} e^{-\tau s} \quad (11)$$

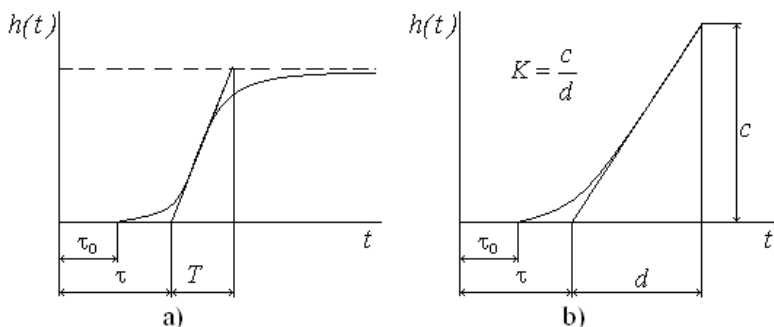
inteqrallayıcı manqa şəklində götürülür. Obyektin tərtibi yüksək -

$$W_o(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)\dots(T_ns + 1)} e^{-\tau_o s}$$

və ya

$$W_o(s) = \frac{K}{s(T_1s + 1)(T_2s + 1)\dots(T_ns + 1)} e^{-\tau_o s}$$

şəklində olduqda o, uyğun olaraq (10) və ya (11) ifadəsi ilə aproksimasiya edilir (Şəkil 14). Bu zaman



Şəkil 14

obyektin tərtibinin azalması onun gecikməsinin artması ilə kompensasiya edilir ($\tau > \tau_0$).

Cədvəl 2-də sadə idarəetmə obyektləri üçün aperiodik, 20% ifrat tənzimləməyə malik və orta kvadratik meyletməsi minimum olan keçid proseslərini təmin edən mütənasib (P), inteqrallayıcı (İ), mütənasib-inteqrallayıcı (PI) və mütənasib-inteqrallayıcı-diferensiallayıcı (PID) tənzimləyicilərin sazlama parametrlərinin obyektin parametrlərindən asılılıq ifadələri verilmişdir.

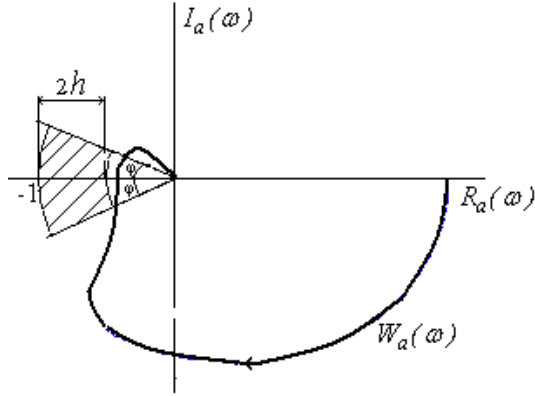
Avtomatlaşdırma zamanı cədvəldəki kəmiyyətlər yaddaşda saxlanılır. Sintez zamanı isə obyektin parametrləri daxil edilir; tənzimləyicinin tipi, keçid prosesinin tipi göstərilir və bu göstəricilərə əsasən tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir.

Cədvəl 2

| Tənzimləyici | $W_o(s) = \frac{k}{T_p + 1} e^{-\tau s}$ | | | $W(s) = \frac{k}{p} \cdot e^{-\tau s}$ | | |
|--------------|--|---|---|---|--|---|
| | aperiodik | $\sigma_{max}=20\%$ | min J_3 | aperiodik | $\sigma_{max}=20\%$ | min J_3 |
| P | $K_p = \frac{0,3}{k\tau/T}$ | $K_p = \frac{0,7}{k\tau/T}$ | $K_p = \frac{0,9}{k\tau/T}$ | $K_p = \frac{0,37}{k\tau}$ | $K_p = \frac{0,7}{k\tau}$ | – |
| I | $T_i = 4,5kT$ | $T_i = 1,7kT$ | $T_i = 1,7kT$ | – | – | – |
| PI | $K_p = \frac{0,6}{k\tau/T}$ $T_i = 0,8\tau + 0,5T$ | $K_p = \frac{0,7}{k\tau/T}$ $T_i = \tau + 0,3T$ | $K_p = \frac{1}{k\tau/T}$ $T_i = \tau + 0,35T$ | $K_p = \frac{0,46}{k\tau}$ $T_i = 5,75\tau$ | $K_p = \frac{0,7}{k\tau}$ $T_i = 3\tau$ | $K_p = \frac{1,045}{k\tau}$ $T_i = 4,3\tau$ |
| PID | $K_p = \frac{0,95}{k\tau/T}$ $T_i = 2,4\tau$ $T_d = 0,4\tau$ | $K_p = \frac{1,2}{k\tau/T}$ $T_i = 2\tau$ $T_d = 0,4\tau$ | $K_p = \frac{1,4}{k\tau/T}$ $T_i = 1,3\tau$ $T_d = 0,5\tau$ | $K_p = \frac{0,65}{k\tau}$ $T_i = 5\tau$ $T_d = 0,23\tau$ | $K_p = \frac{1,1}{k\tau}$ $T_i = 2\tau$ $T_d = 0,37\tau$ | $K_p = \frac{1,365}{k\tau}$ $T_i = 1,6\tau$ $T_d = 0,5\tau$ |

Bu üsulun müsbət cəhəti onun sadəliyində, mənfə cəhəti isə alınan nəticənin qeyri optimal olması və əsasən sadə obyektlər üçün yararlı olmasıdır.

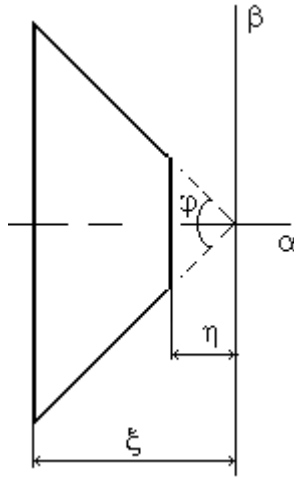
Tezlik üsullarının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, tənzimləyicinin parametrlərinin elə qiymətləri axtarılır ki, həmin qiymətlərdə seçilmiş tezlik xarakteristikası istənilən formada olsun. Misal kimi açıq sistemin AFTX-dan istifadə edilməsinə baxaq. Sintez zamanı əvəlcədən verilmiş amplituda (h) və fəzaya (φ) görə dayanıqlıq ehtiyatına malik qadağan zonası müəyyən edilir (Şəkil 15-də ştriklənmiş sahə). Tənzimləyicinin sazlama parametrlərinin elə qiymətləri təyin edilir ki, açıq sistemin AFTX-sı qadağan zonasından keçməsin.



Şəkil 15

Qeyri-avtomatlaşdırılmış sintez zamanı tənzimləyicinin parametrləri analitik ifadələrlə, avtomatlaşdırılmış sintezdə isə axtarış yolu ilə təyin edilir. Bunun üçün tənzimləyicinin parametrləri dəyişdirilərək hər dəfə AFTX qurulur və onun qadağan zonasından keçib-keçməməsi yoxlanılır.

Köklərin paylanması görə sintez üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, tənzimləyicinin sazlama parametrlərinin elə qiymətləri seçilir ki, tənzimləmə sisteminin xarakteristik tənliyinin kökləri əvvəlcədən müəyyən edilmiş trapesin daxilinə düşsünlər. Trapesin yeri rəqslik dərəcəsi (φ), dayanıqlıq ehtiyatı (h) və ξ kəmiyyətləri müəyyən edilir (Şəkil 16).



Şəkil 16

İnteqral kriterilərə görə sintezetmənin mahiyyəti tənzimləyicinin parametrlərinin elə qiymətlərinin təyin edilməsidir ki, həmin qiymətlərdə seçilmiş inteqralın qiyməti minimum olsun. İnteqral kriterisi kimi

$$J_1 = \int_0^t \varepsilon(t) dt \rightarrow \min,$$

$$J_2 = \int_0^t |\varepsilon(t)| dt \rightarrow \min,$$

$$J_3 = \int_0^t \varepsilon^2(t) dt \rightarrow \min,$$

$$J_\tau = \int_0^t (\varepsilon^2(t) + \tau^2 (\dot{\varepsilon}(t))^2) dt \rightarrow \min,$$

$$J_t = \int_0^t t^m \varepsilon(t) dt \rightarrow \min, \quad m = 1, 2, \dots$$

ifadələrdən istifadə edilir. Bu ifadələrdə

$$\varepsilon(t) = g - x(t)$$

olub, tənzimləmə xətasıdır.

Avtomatlaşdırılmış sintezetmə zamanı bu inteqrallar cəmləmə ilə əvəz edilirlər:

$$J_1 = T \sum_{i=0}^n \varepsilon[iT] \rightarrow \min,$$

$$J_2 = T \sum_{i=0}^n \text{abs}(\varepsilon[iT]) \rightarrow \min,$$

$$J_3 = T \sum_{i=0}^n \varepsilon^2[iT] \rightarrow \min,$$

$$J_\tau = T \sum_{i=0}^n (\varepsilon^2[iT] + \tau^2 (\varepsilon[iT] - \varepsilon[(i-1)T])^2) \rightarrow \min,$$

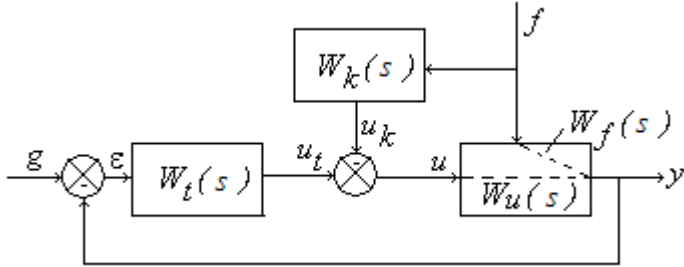
$$J_t = T \sum_{i=0}^n (iT)^2 \varepsilon[iT] \rightarrow \min.$$

13.2.2. Kombinə edilmiş ATS-in sintezi

Sadəlik üçün fərz edək ki, obyektə yalnız bir nəzarət olunan həyəcan təsir edir. Belə obyektin kombinə edilmiş ATS-in quruluşunu şəkil 17-dəki kimi təsvir etmək olar.

Şəkildə: g - tapşırıq, ε - meyletmə, u_t - tənzimləyici təsir, u_k - kompensasiyaedici təsir, f - nəzarət olunan xarici həyəcan, y - tənzimlənən kəmiyyət, $W_t(s)$ -

tənzimləyicinin, $W_k(s)$ - kompensatorun, $W_u(s)$ - obyektin idarəedici və $W_f(s)$ - obyektin həyəcan kanalının ötürmə funksiyalarıdır.



Şəkil 17

Kombinə edilmiş ATS-in sintezi iki mərhələdən ibarətdir:

1. Tənzimləyicinin sintezi;
2. Kompensatorun sintezi.

Birinci mərhələdə həyəcan təsiri (f), kompensator ($W_k(s)$) və obyektin həyəcan kanalı ($W_f(s)$) nəzərə alınmadan obyektin idarəedici kanalının $W_u(s)$ ötürmə funksiyasına əsasən birkonturlu tənzimləmə sisteminin sintezi üsullarından biri ilə tənzimləyicinin tipi və parametrləri müəyyən edilir.

İkinci mərhələdə kompensatorun ötürmə funksiyası

$$W_k(s) = \frac{W_f(s)}{W_u(s)}$$

ifadəsi ilə təyin edilir. Məlum olduğu kimi

$$W_f(s) = \frac{B_f(s)}{A_f(s)} e^{-\tau_f s}, \quad W_u(s) = \frac{B_u(s)}{A_u(s)} e^{-\tau_u s},$$

və kompensatorun ötürmə funksiyası

$$W_k(s) = \frac{B_f(s)A_u(s)}{A_f(s)B_u(s)} e^{-(\tau_f - \tau_u)s} = \frac{B_k(s)}{A_k(s)} e^{-\tau_k s}$$

kimi təyin edilir. Kombinəedilmiş ATS-in qurulması üçün $B_k(s)$ çoxhədlisinin tərtibi $A_k(s)$ çoxhədlisinin tərtibindən böyük olmamalı və $\tau_k \geq 0$ olmalıdır. Əgər bu şərtlərdən hər hansı biri ödənməzsə, onda kombinəedilmiş sistemi tətbiq etmək olmaz.

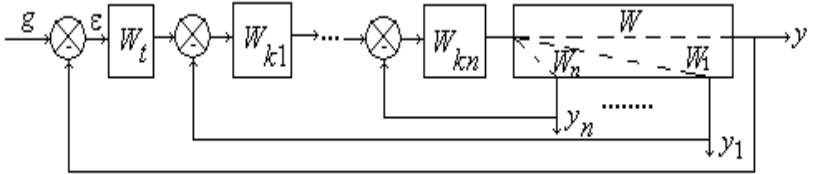
Beləliklə, kombinəedilmiş ATS-in avtomatlaşdırılmış sintezi tənzimləyicinin avtomatlaşdırılmış sintezi və kəsrin kəsre bölünməsindən ibarətdir.

13.3. Kaskad tənzim sistemlərinin sintezi

13.3.1. Kaskad tənzim sistemlərinin ümumi quruluşu

Obyektin əsas kanalı üzrə gecikməsi böyük və o, gecikməsi kiçik olan əlavə kanallara malik olduqda həmin obyekt üçün kaskad tənzimləmə sistemi tətbiq

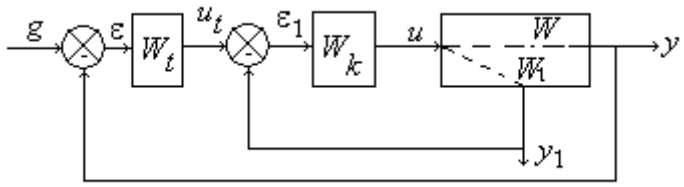
edilir. Kaskad ATS çoxkonturlu olub, konturların sayı obyektin əsas və əlavə kanallarının sayı ilə müəyyən edilir (Şəkil 18).



Şəkil 18

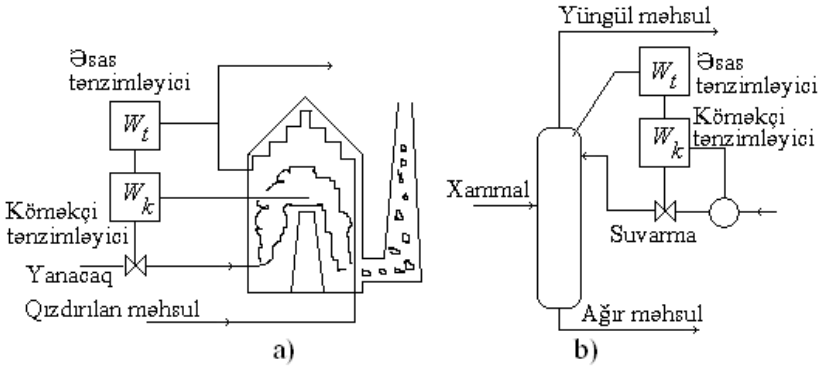
Şəkildə: W_t - əsas tənzimləyici; W_{k1}, \dots, W_{kn} - köməkçi tənzimləyicilər; W - obyektin əsas, W_1, \dots, W_n - obyektin əlavə kanalları; y - əsas, y_1, \dots, y_n - əlavə tənzimlənən kəmiyyətlərdir.

Prinsipcə iki-, üç- və s.-konturlu kaskad ATS ola bilər. Lakin, praktikada əsasən ikikonturlu ATS tətbiq edilir (Şəkil 19). Şəkildən görünür ki, əsas W_t tənzimləyicinin çıxışı u_t köməkçi W_k tənzimləyiciyə tapşırıq kimi verilir. Köməkçi W_k tənzimləyicinin çıxışı u isə obyektə idarəedici təsir kimi verilir. Beləliklə, yeganə u təsiri ilə y və y_1 kəmiyyətləri tənzimlənir. Odur ki, kaskad ATS-dən əsas tənzimlənən y kəmiyyətinin lazım olunan dəqiqliklə, y_1 kəmiyyətinin isə buraxıla bilən həddən kənara çıxmamasını təmin etmək tələb edilir.



Şəkil 19

Kaskad ATS-in tətbiq sahələrinə misal olaraq: qızdırıcı sobaların çıxış (əsas tənzimlənən kəmiyyət) və aşırım divarı üzərində (əlavə tənzimlənən kəmiyyət) temperaturların yanacaq xəttindəki (Şəkil 20a); rektifikasiya kolonunun yuxarı temperaturu (əsas tənzimlənən kəmiyyət) və soyuq suvarmanın sərfinin (əlavə tənzimlənən kəmiyyət) suvarma xəttindəki (Şəkil 20b) icra orqanları ilə tənzimlənməsini göstərmək olar.

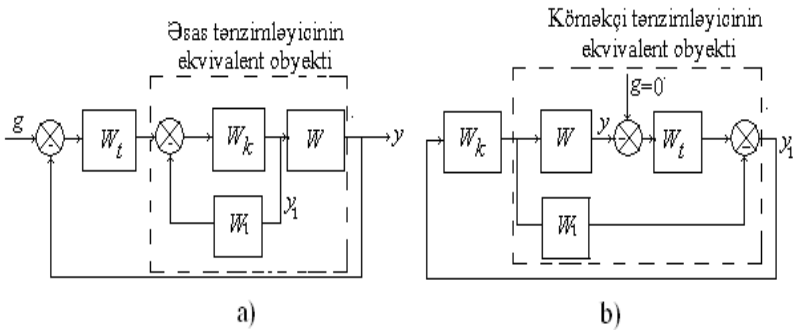


Şəkil 20

zimplənən kəmiyyət) və soyuq suvarmanın sərfinin (əlavə tənzimlənən kəmiyyət) suvarma xəttindəki (Şəkil 20b) icra orqanları ilə tənzimlənməsini göstərmək olar.

13.3.2. Əsas və köməkçi tənzimləyicilərin ekvivalent obyektlərinin təyini

Kaskad tənzimləmə sistemində tənzimləyicilərin sayı birdən çox olduğu üçün tənzimləyicilərin hesabı iterasiya üsulu ilə aparılır və bu zaman tənzimləyicilərin ekvivalent obyektlərindən istifadə edilir. Şəkil 19-da verilmiş kaskad ATS-in əsas və köməkçi tənzimləyicilərin ekvivalent obyektləri uyğun olaraq şəkil 21 a, b-də qırıq xəttlə əhatə olunmuş hissələrdən ibarətdir. Ekvivalent obyektlərin ötürmə funksiyalarını təyin etmək üçün siruktur sxemlərdə ekvivalent çevirmələr edilmişdir.



Şəkil 21

Şəkildən əsas tənzimləyicinin ekvivalent obyekti

$$W_t^e = \frac{W_k W}{1 + W_k W_1} \quad (12)$$

və köməkçi tənzimləyicinin ekvivalent obyekti

$$W_k^e = -(WW_t + W_1), \quad g = 0 \text{ olduqda} \quad (13)$$

kimi təyin edilir.

Hesabat zamanı tənzimləyicilərin ekvivalent obyektlərinin başlanğıc qiymətlərindən istifadə edilir. Onların başlanğıc qiymətləri kimi

$$W_{t_0}^e = \frac{W}{W_1} \quad (14)$$

və

$$W_{k_0}^e = -W_1 \quad (15)$$

götürülür.

13.3.3. Tənzimləyicilərin hesabı

Kaskad ATS-də əsas tənzimləyicidən dəqiqlik, köməkçi tənzimləyicidən isə cəldlik tələb olunduğu üçün adətən əsas tənzimləyici kimi Pİ və ya PİD, köməkçi tənzimləyici kimi isə P və ya Pİ seçilir. Yəni, əsas və köməkçi tənzimləyicilər cütlüyü (Pİ,P) və ya (PİD, Pİ) kimi təyin edilir. Deyildiyi kimi tənzimləyicilərin hesabı iterasiya şəklində aparılır. Obyektin əsas və əlavə kanallarının gecikmələrindən asılı olaraq hesabat əsas və ya köməkçi tənzimləyicidən başlayır:

I. Obyektin əsas kanalının gecikməsi (τ) əlavə kanalın gecikməsindən (τ_1) çox böyük ($\tau \gg \tau_1$) olarsa, onda hesabat əsas tənzimləyicidən başlayır. Hesabatın hər iterasiyası iki addımdan ibarətdir:

Birinci iterasiya:

- birinci addımda əsas tənzimləyicinin ekvivalent obyektinin başlanğıc qiymətinə görə birkonturlu tənzimləmə sisteminin məlum sintez üsullarının biri ilə əsas tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

- ikinci addımda əsas tənzimləyicinin birinci addımda təyin edilən sazlama parametrləri köməkçi tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq köməkçi tənzimləyicinin parametrləri təyin edilir;

İkinci iterasiya:

- birinci addımda köməkçi tənzimləyicinin birinci iterasiyada təyin edilən parametrləri əsas tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq əsas tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

- ikinci addımda əsas tənzimləyicinin ikinci iterasiyanın birinci addımında təyin edilən sazlama parametrləri köməkçi tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq köməkçi tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

Bu qayda ilə iterasiyalar $|F_i - F_{i-1}| \leq \varepsilon$ şərti ödənənədək davam edir. F - tənzimləyicilərin parametrlərindən asılı funksiya, i - iterasiyanın nömrəsi, ε - seçilmiş kiçik kəmiyyətdir.

II. Obyektin əsas və əlavə kanallarının keçikmələri yaxın ($\tau > \tau_1$) olarsa, onda hesabat köməkçi tənzimləyicidən başlayır:

Birinci iterasiya:

- birinci addımda köməkçi tənzimləyicinin ekvivalent obyektinin başlanğıc qiymətinə görə köməkçi tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

- ikinci addımda köməkçi tənzimləyicinin birinci addımda təyin edilən sazlama parametrləri əsas tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq əsas tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

İkinci iterasiya:

- birinci addımda əsas tənzimləyicinin birinci iterasiyada təyin edilən parametrləri köməkçi tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq köməkçi tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

- ikinci addımda köməkçi tənzimləyicinin ikinci iterasiyanın birinci addımında təyin edilən sazlama parametrləri əsas tənzimləyicinin ekvivalent obyektində nəzərə alınaraq əsas tənzimləyicinin sazlama parametrləri təyin edilir;

Bu halda da iterasiyalar $|F_i - F_{i-1}| \leq \varepsilon$ şərti ödənənədək davam edir.

13.4. Çoxölçülü sistemlərin sintezi

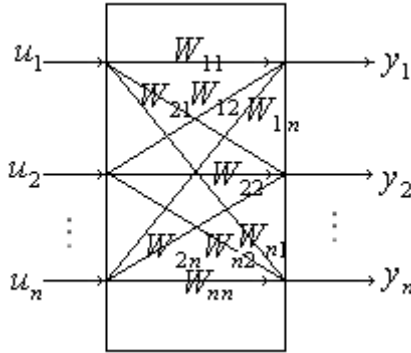
13.4.1. Çoxölcülü obyektin təsviri

Çoxölçülü tənzimləmə sistemləri çoxölçülü obyektlərə tətbiq edilir. Çoxölçülü obyektlərin ölçüsü

onların idarəedici giriş və idarə olunan çıxışlarının sayına görə təyin edilir.

Çoxölçülü obyektlər iki cür ola bilər. Hər bir idarəedici giriş yalnız bir idarə olunan çıxışa təsir edir. Belə idarəetmə obyekti tənzimləmə nöqtəyi nəzərindən maraqlı kəsb etmir. Çünki, hər bir kanal üçün tənzimləyici adi qayda ilə sintez edilir, yəni n -ölçülü sistemin sintezi n ədəd birkonturlu ATS-lərin sintezinə gətirilir.

İdarəetmə nöqtəyi nəzərindən girişlər digər çıxışlara da təsir etdiyi halda maraqlıdır. Belə obyektlərə **çoxölçülü çoxəlaqəli** obyektlər deyilir (Şəkil 22).

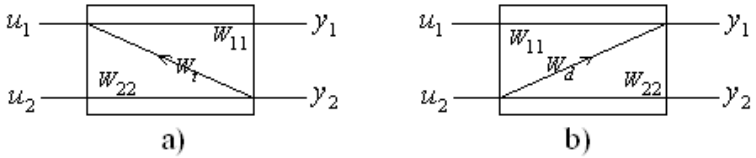


Şəkil 22

Şəkildə: u_1, u_2, \dots, u_n - obyektin idarəedici (tənzimləyici) girişləri, y_1, y_2, \dots, y_n - tənzimlənən çıxış koordinatları, W_{ii} - obyektin u_i girişi ilə y_i çıxışı arasında idarəedici, W_{ji} - isə u_i girişi ilə y_j çıxışı

($i \neq j$) arasında çarpaz kanallardır. Obyektin u_i girişi onun y_i çıxışı üçün «məxsusi», y_j çıxışı ($i \neq j$) üçün isə “yad” giriş adlanır.

Çarpaz kanallar düz və əks istiqamətli ola bilər. Ekvivalent çevirmələr vasitəsilə həmişə əks istiqamətli (Şəkil 23a) kanalları düz istiqamətli (Şəkil 23b) kanallara gətirmək olur: $W_d = W_{22}W_tW_{11}$.



Şəkil 23

Tənzimləməyə qoyulan tələbatdan asılı olaraq belə obyektlər üçün müxtəlif çoxölçülü tənzim sistemləri tətbiq edilir. Bu sistemlərdən avtonom sistemləri, çarpaz sistemləri və fərdi kriterilərə görə işləyən sistemləri göstərmək olar.

13.4.2. Avtonom tənzimləmə sisteminin sintezi

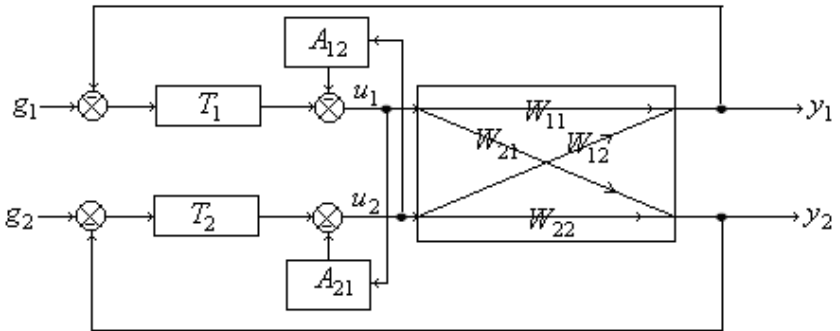
İdarəetmə obyektində olan çarpaz əlaqələrə təbii, idarəedici hissədə olan çarpaz əlaqələrə isə süni çarpaz əlaqələr deyilir. Süni çarpaz əlaqələrlə təbii çarpaz əlaqələrin təsirləri kompensasiya edilərək bütün idarə olunan çıxışların bütün «yad» girişlərdən qeyi-asılılığı təmin edilirsə, belə sistemə avtonom tənzimləmə sistemi deyilir. Sadəlik üçün ikiölçülü

avtonom tənziyləmə sisteminə baxaq. Belə sistemin struktur sxemi şəkil 24-dəki kimidir.

Şəkildə: W_{11} və W_{22} - obyektin idarəedici, W_{12} və W_{21} - çarpaz kanalların, T_1 və T_2 – meyletməyə görə işlənən tənziyləyicilərin, A_{12} və A_{21} – avtonomluğu təmin edən kompensatorların ötürmə funksiyalarıdır.

Avtonom sistemlərin sintezi iki mərhələdən ibarətdir:

Birinci mərhələdə təbii və süni çarpaz əlaqələr nəzərə alınmadan idarəedici kanalların W_{11} və W_{22} ötürmə funksiyalarına əsasən birkonturlu tənziyləyişlərinin sintezi üsullarından biri ilə uyğun olaraq T_1 və T_2 tənziyləyiciləri sintez edilir.



Şəkil 24

İkinci mərhələdə isə A_{12} və A_{21} avtonomluq kompensatorlarının ötürmə funksiyaları uyğun olaraq

$$A_{12} = \frac{W_{12}}{W_{11}}, \quad A_{21} = \frac{W_{21}}{W_{22}}$$

ifadələri ilə təyin edilir.

Qeyd edək ki, burada da avtonomluq kompensatorlarının ötürmə funksiyalarının məxrəcinin tərtibi surətin tərtibindən, W_{12} kanalının gecikməsi W_{11} kanalının gecikməsindən və W_{21} kanalının gecikməsi W_{22} kanalının gecikməsindən böyük və ya ona bərabər olmalıdır.

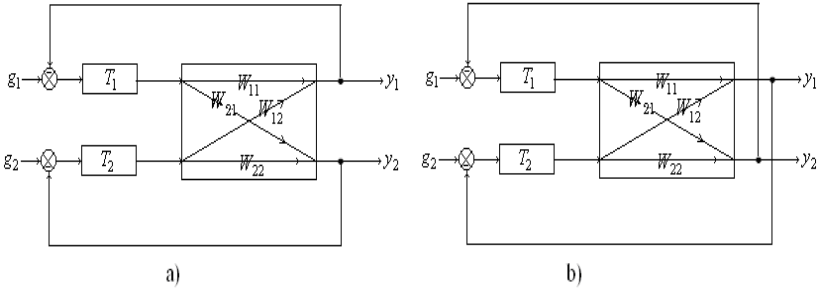
Ümumi halda isə u_i girişi ilə y_j çıxışı ($i \neq j$) arasında W_{ji} - isə çarpaz kanalının y_i çıxışına təsirini dəf edən kompensatorun ötürmə funksiyası $A_{ij} = \frac{W_{ij}}{W_{ii}}$ ifadəsi ilə təyin edilir. W_{ji} kanalının gecikməsi W_{ii} kanalının gecikməsindən kiçik olmamalıdır. Deyilən şərtlər ödənmədikdə avtonomluğu yaratmaq mümkün deyil. Beləliklə, avtonom tənzimləmə sistemlərinin sintezi birkonturlu tənzimləmə sistemləri üçün tənzimləyicilərin sintezi və kəsrlərin nisbətini təyin etməkdən ibarətdir.

13.4.3. Çarpaz sistemlərin sintezi

Çoxölçülü obyektlərdə bəzən ilk baxışda idarəedici kimi qəbul edilən kanalların obyektin

çıxışlarına təsiri çarpaz kimi qəbul edilən kanalların təsirindən zəif olur. Belə halda çarpaz qəbul edilən kanallardan idarəedici kanallar kimi istifadə etmək daha məqsəduyğundur.

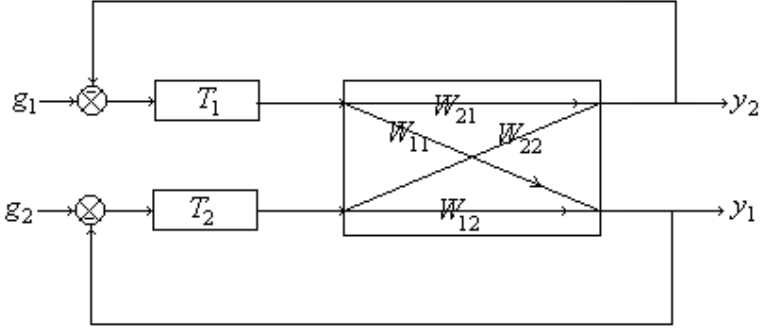
Şəkil 25a -da verilmiş ikiölçülü tənzim sistemində W_{12} və W_{21} çarpaz kanallardan idarəedici kanallar kimi istifadə etmək istəsək, onda yalnız əks əlaqə xətlərinin yerini dəyişmək kifayətdir (Şəkil 25b). Bu halda T_1 tənzimləyicisi W_{21} kanalı vasitəsilə



Şəkil 25

y_2 koordinatını, T_2 tənzimləyicisi isə W_{12} kanalı vasitəsilə y_1 koordinatını tənzimləyir. W_{11} və W_{22} kanalları isə çarpaz kanallara çevirilir (Şəkil 26).

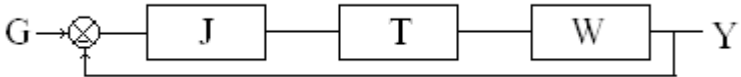
Baxılan nümunələrdən görüldüyü kimi ikiölçülü sistemlərdə idarəedici və çarpaz kanalların funksiyalarını dəyişdirmək xüsusi bir problem yaratmır. Lakin, obyektin ölçüsü 3 və daha çox olduqda artıq məsələnin həlli çətinləşir.



Şəkil 26

Çarpaz tənzimləmə sisteminin məqsədi obyektin mövcud kanallarından daha effektiv idarəedici kanalların seçilməsidir. Yalnız idarəedici kanallar düzgün seçildikdən sonra alınan sistemə lazım gələrsə avtonomluğu tətbiq etmək olar.

Çoxölçülü çarpaz sistemlərin sintezi yalnız avtomatlaşdırılmış sistemlər vasitəsilə yerinə yetirilə bilər. Bunun üçün çoxölçülü sistem şəkil 27-dəki kimi təsvir edilir.



Şəkil 27.

Şəkildə:

$Y^T = |y_1 \ y_2 \dots y_n|$ - tənzimlənən kəmiyyətlər vektoru;

$G^T = |g_1 \ g_2 \dots g_n|$ - tapşırıq təsvirləri vektoru;

$W = \begin{vmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2n} \\ \vdots & & & \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nn} \end{vmatrix}$ - çoxölçülü obyektin ötürmə

funksiyaları matrisi;

$T = \begin{vmatrix} T_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & T_2 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 0 & 0 & \dots & T_n \end{vmatrix}$ - tənzimləyicilərin ötürmə

funksiyalarından ibarət diaqonal matrisi;

J - qoşucu matris olub onun istənilən sətir və ya sütununda yalnız bir ədəd «1», qalan elementləri isə «0» -dir. Məsələn:

$$J = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \quad \text{və ya} \quad J = \begin{vmatrix} 0 & 0 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 1 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix} \quad \text{və yaxud}$$

$$J = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 \\ \vdots & & & \\ 0 & 1 & \dots & 0 \end{vmatrix} \quad \text{və s.}$$

J matrisinin mümkün variantlarının sayı $n!$ - a bərabərdir. n - çoxölçülü sistemin ölçüsüdür. J matrisinin tərkibi tənzimləmə sisteminin quruluşunu, yəni hansı tənzimləyicinin hansı çıxış kordinatını idarə etməsini müəyyən edir. Əgər $J_{ik} = 1$ olarsa, onda T_i tənzimləyicisi W_{ik} kanalı ilə y_k çıxış kordinatını idarə edir.

Sadəlik üçün 3-ölçülü ($n=3$) sistemin (Şəkil 28) qoşucu matrislərinə baxaq:

$$J_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad J_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}, \quad J_3 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix},$$

$$J_4 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad J_5 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}, \quad J_6 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

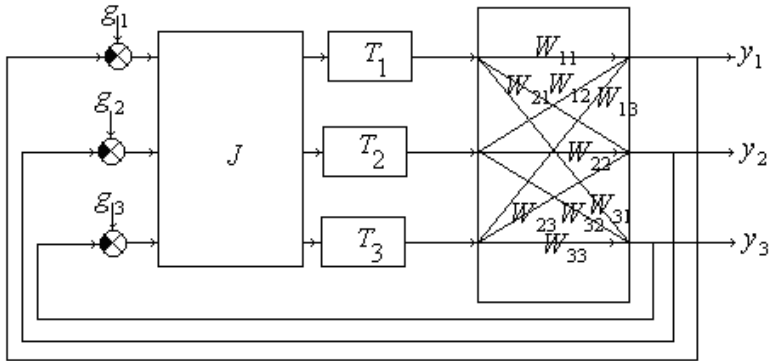
Qoşucu matris:

$J = J_1$ olduqda T_1 tənzimləyicisi y_1 koordinatını, T_2 tənzimləyicisi y_2 koordinatını, T_3 tənzimləyicisi y_3 koordinatını;

$J = J_2$ olduqda T_1 tənzimləyicisi y_1 koordinatını, T_2 tənzimləyicisi y_3 koordinatını, T_3 tənzimləyicisi y_2 koordinatını;

⋮

$J = J_6$ olduqda T_1 tənzimləyicisi y_3 koordinatını, T_2 tənzimləyicisi y_2 koordinatını, T_3 tənzimləyicisi y_1 koordinatını tənzimləyir.



Şəkil 28

Belə sistemin sintezi yalnız avtomatlaşdırılmış şəkildə yerinə yetirilə bilər. Avtomatlaşdırılmış sintez zamanı J qoşucu matrisinin J_1 -dən $J_{n!}$ -a qədər bütün variantlarında sistemin tənzimləyiciləri və ümumiləşmiş keyfiyyət göstəricisi təyin edilir. Bütün

variantlar icərisindən ən yaxşısı seçilir və beləliklə, ən effektiv idarəedici kanallar təyin edilir. Hesabat zamanı şəkil 27-dəki sistemin açıq hissəsinin ötürmə funksiyaları matrisi $W_a = WTJ$ ifadəsilə təyin edilir. Çoxölçülü sistemin ümumiləşmiş keyfiyyət göstəricisi kimi müxtəlif funksiyalar, məsələn,

$$I = \int_0^t (\lambda_1 \varepsilon_1^2 + \lambda_2 \varepsilon_2^2 + \dots + \lambda_n \varepsilon_n^2) dt \rightarrow \min ,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$$

götürülə bilər: $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ - çəki əmsallarıdır. Onların qiymətləri ilə müxtəlif tənzimlənən kəmiyyətin vacibliyi müəyyən edilir. λ_i - nin qiyməti nə qədər böyük olarsa, onun aid olduğu tənzimlənən kəmiyyət daha vacib hesab edilir. Sadə halda çəki əmsalları bərabər, yəni $\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_n = \frac{1}{n}$ götürülə bilər.

14. Konstruktor və texnoloji layihələrin avtomatlaşdırılması

Konstruktor layihələndirilməsi dedikdə layihələndirilən obyektin konstruktiv quruluşunun hesablanması və qrafiki sənədlərin alınması nəzərdə tutulur. Müxtəlif sahələr üçün konstruktor layihələndirilməsi öz xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənə bilər. Bununla belə müxtəlif sahələrdə tez-tez rast gəlinən konstruktor layihə məsələlərinə yığma (komponovka), yerləşdirmə və birləşdirmə (trasirovka) məsələləri aiddir. Yığma

məsələsində layihələndirilən obyektin funksional vəzifəsindən asılı olaraq onu təşkil edən standart elementlər seçilir, qeyri-standard elementlər isə fərdi olaraq layihələndirilir. İdarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsində yığma məsələsi kimi idarəetmə sistemlərini təşkil edən texniki vəsaitlərin, cihazların, hesablama texnikasının, vericilərin, çeviricilərin və s. seçilməsi aiddir. Bunun nəticəsində layihəyə aid vəsaitlərin spesifikasiyası tərtib olunur. Yığma məsələsinin kriterisi kimi müxtəlif göstəricilərdən istifadə oluna bilər. Məsələn, uçan aparatlar üçün belə göstərişi kimi ümumi cəkinin minimum olması, lokomotivlər üçün cəkinin maksimum olması, idarəetmə sistemləri üçün xərclərin minimum olması və s. götürülə bilər.

Yerləşdirmə məsələsinin mahiyyəti seçilmiş avadanlıqların optimal yerləşdirilməsini həll etməkdən ibarətdir. Bu zaman kriteri kimi daha az sahədən istifadə etmə, bir-biri ilə əlaqəli hissələrin aralarındakı məsafənin minimum olması, təmir və xidmət işlərinin rahatlığı və s. götürülə bilər. Elektron cihazları layihələndirildikdə digər göstəricilərlə yanaşı istilik ayıran detalların bir-birinin yanında olmaması şərti götürülür. İdarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsində yerləşdirmə məsələsi kimi mərkəzi nəzarət otağında lövhələrin yerləşdirilməsi və lövhələrdə II cihazların, siqnallayıcı vasitələrin və s. yerləşdirilməsi götürülə bilər.

Birləşdirmə məsələsinin mahiyyəti sistemi təşkil edən ayrı-ayrı elementlərin əlaqələndirilməsini həll etməkdir. Bu məsələ müstəvi üzərində yığılan obyektlərin layihələndirilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Çünki bu zaman əlaqə xətlərinin kəşimə məsələləri həll edilməlidir. Birləşdirmə məsələsinin kriterisi kimi birləşdirici xətlərin ümumi uzunluğunun minimum olması, birləşdirici xətlərin kəşimlərinin minimum olması, elektron sxemlərində təbəqələrin və təbəqələrarası əlaqələrin minimum olması və s. götürülür.

Texnoloji layihələndirmə məsələsində layihələndirilən obyektin ayrı-ayrı detallarının hazırlanması və obyektin özünün həmin detallardan hansı ardıcılıqla yığılması məsələsi yerinə yetirilir. Bu layihələndirilmədə əsasən tipik əməliyyatlar üsulundan istifadə edilir. Yəni görülməli ümumi iş ayrı-ayrı tipik əməliyyatlara bölünür və həmin əməliyyatlar ehtiva ardıcılıqla yerinə yetirilir ki, ümumi iş daha rahat və səmərəli başa gəlsin. Misal üçün, hər hansı bir tənzimləmə obyektini üçün tənzim sistemlərinin layihələndirilməsi məsələsində tipik əməliyyatlara baxaq:

1. İdarəetmə obyektinin öyrənilməsi.
2. Təcrübənin təşkili və məlumatın toplanması.
3. Toplanmış məlumat əsasında riyazi modelin alınması.
4. Tənzimləyicinin sintezi.
5. Tənzim sisteminin dayanıqlığının tədqiqi.

6. Tənzim sisteminin keyfiyyətinin tədqiqi.

7. Tənzim sisteminin bilavasitə idarəetmə obyektində tədqiqi.

Tənzim sisteminin layihələndirilməsi əməliyyatları göstərilən ardıcılıqla yerinə yetirilməlidir.

Ədəbiyyat

1. Rüstəmov Q.Ə. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi. I hissə. Bakı, “Nasir” nəşriyyatı, 2003
2. Rüstəmov Q.Ə. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi: Matlab/Simulinkdə modelləşdirmə. I hissə. 2-ci nəşr. Bakı, “Elm və təhsil” nəşriyyatı, 2012.
3. Əhmədov M.A., Hüseynov A.H., Məmmədov C.F. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin əsasları. – Sumqayıt, 2003
4. Системы автоматизированного проектирования. Учеб. Пособие для вузов: В 9 кн. –М: Высш. Шк., 1986
5. Разработка САПР. В 10 кн. -М: Высш. шк., 1990
6. Тищенко И.М. Введение в проектирование систем управления. –М.: Высш.шк., 1986

ƏLAVƏLƏR

```
% Raus kriterisi ile dayanigligin teyini
n=3; % xarakteristik tenliyin tertibi
a=[1 2.0 1.1 2.2]; % xarakteristik tenliyin emsallar;
sa=0; as=0;
for i1=1:n+1
    sa=sa+abs(a(i1));
    as=as+a(i1);
end
if sa==abs(as)
    if as<0
        for i1=1:n+1
            a(i1)=abs(i1);
        end
    end
end
k=fix(n/2);
if n==2*k
    m=k+1;
else
    m=(n+1)/2;
end
n1=n+1;
r=zeros(n1,m);
for i1=1:m
    r(1,i1)=a((i1-1)*2+1);
    if 2*i1<=n+1
        r(2,i1)=a((i1-1)*2+2);
    end
end
for j1=3:n1
    for i1=1:m
        if i1+1<=m
            r(j1,i1)=r(j1-2,i1+1)-r(j1-1,i1+1)*r(j1-2,1)/r(j1-1,1);
        end
    end
end
disp(['Raus cedveli'],r)
pk=0;nk=0;
for i1=1:n
```

```

if r(i1,1)*r(i1+1,1)<0
    pk=pk+1;
end
end
nk=0;
for i1=1:n1
    if r(i1,1)==0
        nk=nk+1;
    end
end
if pk>0
    disp(['Sistem dayanigsizdir.Sag koklerin sayi=',num2str(pk)])
end
if pk==0
    if nk>0
        disp(['Sistem neytraldir'])
    end
end
if pk+nk==0
    disp(['Sistem dayaniglidir'])
end
end

```

```

% Hurvis kriterisi ile dayanigligin teyini
n=3; %Xarakteristik tenliyin tertibi
a=[-0.1 -0.6 -1.8 -2.2];%Xarakteristik tenliyin emsallari
sa=0; as=0;
for i1=1:n+1
    sa=sa+abs(a(i1));
    as=as+a(i1);
end
if sa==abs(as)
    if as<0
        for i1=1:n+1
            a(i1)=abs(a(i1));
        end
    end
end
h=zeros(n,n);
%determinantin gurulmasi
for i1=1:n
    for j1=i1:n
        k1=i1+1+2*(j1-i1);
        if k1<=n+1
            h(i1,j1)=a(k1);
        end
    end
end
for i1=2:n
    for j1=i1:-1:1
        k1=i1+1+2*(j1-i1);
        if k1>=1
            h(i1,j1)=a(k1);
        end
    end
end
[h] %Hurvis cedveli
%Minorlarin qurulmasi ve hesabi
pk=0;
nk=0;
for i1=1:n
    di1=zeros(i1,i1);
    for j1=1:i1
        for k1=1:i1

```

```
        di1(j1,k1)=h(j1,k1);
    end
    end
    d1=det(di1);
    if d1<0
        pk=pk+1;
    end
    if d1==0
        nk=nk+1;
    end
    end
    end
    if pk>0
        disp(['Sistem dayanigsizdir'])
    end
    if nk>0
        disp(['Sistem neytraldir'])
    end
    if pk+nk==0
        disp(['Sistem dayaniglidir'])
    end
    end
```