Пермский Государственный Технический Университет

 ***Курсовая работа***

по предмету: Автоматизация технологических процессов и

 производств.

Тема: Расчет настроек автоматического регулятора.

 Выполнил: ст-т гр. АТП-93

 Никулина Д. В.

 Проверил: Бильфельд Н. В.

 г. Березники, 1998

 Содержание.

1. Координаты кривых разгона.

 1.1 Схемы для Ремиконта.

 1.2 Координаты и график кривой разгона по возмущению.

 1.3 Координаты и график кривой разгона по заданию.

 1.4 Координаты и график кривой разгона по управлению.

2. Интерполяция по 3 точкам.

 2.1 Линейное сглаживание и график кривой разгона по возмущению.

 2.2 Линейное сглаживание и график кривой разгона по заданию.

 2.3 Линейное сглаживание и график кривой разгона по управлению.

3. Нормирование кривых разгона.

 3.1 Нормирование кривой разгона по возмущению.

 3.2 Нормирование кривой разгона по заданию.

 3.3 Нормирование кривой разгона по управлению.

4. Аппроксимация методом Симою.

 4.1 По возмущению.

 4.2 По заданию.

 4.3 По управлению.

5. Проверка аппроксимации методом Рунге - Кутта.

 5.1 По возмущению.

 5.2 По заданию.

 5.3 По управлению.

 5.4 Сравнение передаточных функций.

 5.5 Сравнение кривых разгона.

6. Расчет одноконтурной АСР методом Роточа.

**1. Задание**

Исследовать работу комбинированной автоматической системы управления в целом и ее отдельных контуров. Провести расчет оптимальных настроечных параметров регуляторов АСР.



**2. Координаты кривой разгона**

 С помощью программы связи ЭВМ с контроллером снимаем координаты кривой разгона.

 Для этого сначала поочередно программируем Ремиконт:

1. по возмущению

2. по заданию

3. по управлению



В программе тренды меняя задание добиваемся устойчивости систем.

 После того как системы установились приступаем к проведению эксперимента. Для этого устанавливаем алгоблок 11 с которого будем снимать кривую разгона, алгоблок 11 на который будем подавать скачек, амплитуду скачка 10 и интервал времени 0,5.

 После просмотра полученных точек кривых разгона удаляем одинаковые.

И строим соответствующие графики.

2.1 Координаты и график кривой разгона по каналу возмущения

 табл.2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 39,0000 | 22 | 11,0000 | 47,1500 |
| 2 | 1,0000 | 39,1500 | 23 | 11,5000 | 47,4500 |
| 3 | 1,5000 | 39,3500 | 24 | 12,0000 | 47,6000 |
| 4 | 2,0000 | 40,0000 | 25 | 12,5000 | 47,7000 |
| 5 | 2,5000 | 40,4000 | 26 | 13,0000 | 47,8500 |
| 6 | 3,0000 | 40,8000 | 27 | 13,5000 | 48,0500 |
| 7 | 3,5000 | 41,2000 | 28 | 14,0000 | 48,1000 |
| 8 | 4,0000 | 42,0500 | 29 | 14,5000 | 48,2000 |
| 9 | 4,5000 | 42,5000 | 30 | 15,0000 | 48,2500 |
| 10 | 5,0000 | 42,9000 | 31 | 15,5000 | 48,4000 |
| 11 | 5,5000 | 43,3000 | 32 | 16,0000 | 48,4500 |
| 12 | 6,0000 | 44,0500 | 33 | 16,5000 | 48,5000 |
| 13 | 6,5000 | 44,4000 | 34 | 17,0000 | 48,5500 |
| 14 | 7,0000 | 44,7500 | 35 | 17,5000 | 48,6500 |
| 15 | 7,5000 | 45,1000 | 36 | 19,0000 | 48,7000 |
| 16 | 8,0000 | 45,6500 | 37 | 19,5000 | 48,7540 |
| 17 | 8,5000 | 45,9000 | 38 | 20,0000 | 48,8000 |
| 18 | 9,0000 | 46,1500 | 39 | 21,5000 | 48,8500 |
| 19 | 9,5000 | 46,4000 | 40 | 22,0000 | 48,9000 |
| 20 | 10,0000 | 46,8000 | 41 | 26,5000 | 48,9500 |
| 21 | 10,5000 | 47,0000 | 42 | 27,0000 | 49,0000 |



2.2 Координаты и график кривой разгона для внутреннего канала

 табл.2.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 58,0000 | 30 | 15,0000 | 65,9500 |
| 2 | 1,0000 | 58,0500 | 31 | 15,5000 | 66,1000 |
| 3 | 1,5000 | 58,3000 | 32 | 16,0000 | 66,2000 |
| 4 | 2,0000 | 58,4500 | 33 | 16,5000 | 66,4000 |
| 5 | 2,5000 | 58,7000 | 34 | 17,0000 | 66,5000 |
| 6 | 3,0000 | 59,2000 | 35 | 18,5000 | 66,6000 |
| 7 | 3,5000 | 59,4500 | 36 | 18,0000 | 66,6500 |
| 8 | 4,0000 | 59,7000 | 37 | 18,5000 | 66,8000 |
| 9 | 4,5000 | 60,0000 | 38 | 19,0000 | 66,9000 |
| 10 | 5,0000 | 60,6000 | 39 | 19,5000 | 66,9500 |
| 11 | 5,5000 | 60,8500 | 40 | 20,0000 | 67,0500 |
| 12 | 6,0000 | 61,1500 | 41 | 20,5000 | 67,1500 |
| 13 | 6,5000 | 61,4500 | 42 | 21,0000 | 67,2000 |
| 14 | 7,0000 | 62,0000 | 43 | 21,5000 | 67,2500 |
| 15 | 7,5000 | 62,3000 | 44 | 22,0000 | 67,3000 |
| 16 | 8,0000 | 62,5500 | 45 | 22,5000 | 67,3500 |
| 17 | 8,5000 | 62,8000 | 46 | 23,0000 | 67,4000 |
| 18 | 9,0000 | 63,3000 | 47 | 23,5000 | 67,4500 |
| 19 | 9,5000 | 63,5500 | 48 | 24,0000 | 67,5000 |
| 20 | 10,0000 | 63,7500 | 49 | 24,5000 | 67,5500 |
| 21 | 10,5000 | 64,0000 | 50 | 25,0000 | 67,6000 |
| 22 | 11,0000 | 64,4000 | 51 | 26,0000 | 67,6500 |
| 23 | 11,5000 | 64,5500 | 52 | 26,5000 | 67,7000 |
| 24 | 12,0000 | 64,7500 | 53 | 28,0000 | 67,7500 |
| 25 | 12,5000 | 64,9500 | 54 | 29,0000 | 67,8000 |
| 26 | 13,0000 | 65,2500 | 55 | 31,5000 | 67,8500 |
| 27 | 13,5000 | 65,4000 | 56 | 32,0000 | 67,9000 |
| 28 | 14,0000 | 65,5500 | 57 | 39,0000 | 67,9500 |
| 29 | 14,5000 | 65,8500 | 58 | 39,5000 | 68,0000 |



2.3 Координаты и график кривой разгона основного контура

 табл 2.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 50,9500 | 30 | 14,5000 | 58,4000 |
| 2 | 0,5000 | 50,9500 | 31 | 15,0000 | 58,5500 |
| 3 | 1,0000 | 51,0000 | 32 | 15,5000 | 58,7500 |
| 4 | 1,5000 | 51,0500 | 33 | 16,0000 | 59,0000 |
| 5 | 2,0000 | 51,1000 | 34 | 16,5000 | 59,1500 |
| 6 | 2,5000 | 51,2000 | 35 | 17,0000 | 59,2500 |
| 7 | 3,0000 | 51,5000 | 36 | 17,5000 | 59,3500 |
| 8 | 3,5000 | 51,6500 | 37 | 18,0000 | 59,6000 |
| 9 | 4,0000 | 51,8500 | 38 | 18,5000 | 59,6500 |
| 10 | 4,5000 | 52,0500 | 39 | 19,0000 | 59,7500 |
| 11 | 5,0000 | 52,5000 | 40 | 19,5000 | 59,8500 |
| 12 | 5,5000 | 52,8000 | 41 | 20,0000 | 60,0000 |
| 13 | 6,0000 | 53,0500 | 42 | 20,5000 | 60,1000 |
| 14 | 6,5000 | 53,6000 | 43 | 21,0000 | 60,1500 |
| 15 | 7,0000 | 53,9000 | 44 | 21,5000 | 60,2000 |
| 16 | 7,5000 | 54,1500 | 45 | 22,0000 | 60,3000 |
| 17 | 8,0000 | 54,4500 | 46 | 22,5000 | 60,3500 |
| 18 | 8,5000 | 55,0000 | 47 | 23,0000 | 60,4000 |
| 19 | 9,0000 | 55,3000 | 48 | 23,5000 | 60,5000 |
| 20 | 9,5000 | 55,5500 | 49 | 24,0000 | 60,5500 |
| 21 | 10,0000 | 55,8500 | 50 | 25,0000 | 60,6000 |
| 22 | 10,5000 | 56,3500 | 51 | 25,5000 | 60,6500 |
| 23 | 11,0000 | 56,6000 | 52 | 26,0000 | 60,7000 |
| 24 | 11,5000 | 56,8500 | 53 | 27,0000 | 60,7500 |
| 25 | 12,0000 | 57,0500 | 54 | 27,5000 | 60,8000 |
| 26 | 12,5000 | 57,5000 | 55 | 30,0000 | 60,8500 |
| 27 | 13,0000 | 57,7000 | 56 | 30,5000 | 60,9000 |
| 28 | 13,5000 | 57,9000 | 57 | 36,0000 | 60,9500 |
| 29 | 14,0000 | 58,0500 | 58 | 36,5000 | 61,0000 |



3. **Интерполяция по трем точкам.**

В программе ASR, пользуясь пунктом “интерполировать по 3-м” поочередно считаем кривые разгона и строим соответствующий график.

3.1.Линейное сглаживание и график кривой разгона для внешнего контура

 табл. 3.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 38,9914 | 22 | 11,0000 | 47,2000 |
| 2 | 1,0000 | 39,1667 | 23 | 11,5000 | 47,4000 |
| 3 | 1,5000 | 39,5000 | 24 | 12,0000 | 47,5833 |
| 4 | 2,0000 | 39,9167 | 25 | 12,5000 | 47,7167 |
| 5 | 2,5000 | 40,4000 | 26 | 13,0000 | 47,8667 |
| 6 | 3,0000 | 40,8000 | 27 | 13,5000 | 48,0000 |
| 7 | 3,5000 | 41,3500 | 28 | 14,0000 | 48,1167 |
| 8 | 4,0000 | 41,9167 | 29 | 14,5000 | 48,1833 |
| 9 | 4,5000 | 42,4833 | 30 | 15,0000 | 48,2833 |
| 10 | 5,0000 | 42,9000 | 31 | 15,5000 | 48,3667 |
| 11 | 5,5000 | 43,4167 | 32 | 16,0000 | 48,4500 |
| 12 | 6,0000 | 43,9167 | 33 | 16,5000 | 48,5000 |
| 13 | 6,5000 | 44,4000 | 34 | 17,0000 | 48,5667 |
| 14 | 7,0000 | 44,7500 | 35 | 17,5000 | 48,6333 |
| 15 | 7,5000 | 45,1667 | 36 | 19,0000 | 48,7000 |
| 16 | 8,0000 | 45,5500 | 37 | 19,5000 | 48,7500 |
| 17 | 8,5000 | 45,9000 | 38 | 20,0000 | 48,8000 |
| 18 | 9,0000 | 46,1500 | 39 | 21,5000 | 48,8500 |
| 19 | 9,5000 | 46,4500 | 40 | 22,0000 | 48,9000 |
| 20 | 10,0000 | 46,7333 | 41 | 26,5000 | 48,9500 |
| 21 | 10,5000 | 46,9833 | 42 | 27,0000 | 49,0000 |



3.2. Линейное сглаживание и график кривой разгона для внутреннего контура

 табл 3.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 57,9667 | 30 | 15,0000 | 65,9667 |
| 2 | 1,0000 | 58,1167 | 31 | 15,5000 | 66,0833 |
| 3 | 1,5000 | 58,2667 | 32 | 16,0000 | 66,2333 |
| 4 | 2,0000 | 58,4833 | 33 | 16,5000 | 66,3667 |
| 5 | 2,5000 | 58,7833 | 34 | 17,0000 | 66,5000 |
| 6 | 3,0000 | 59,1167 | 35 | 18,5000 | 66,5833 |
| 7 | 3,5000 | 59,4500 | 36 | 18,0000 | 66,6833 |
| 8 | 4,0000 | 59,7167 | 37 | 18,5000 | 66,7833 |
| 9 | 4,5000 | 60,1000 | 38 | 19,0000 | 66,8833 |
| 10 | 5,0000 | 60,4833 | 39 | 19,5000 | 66,9667 |
| 11 | 5,5000 | 60,8667 | 40 | 20,0000 | 67,0500 |
| 12 | 6,0000 | 61,1500 | 41 | 20,5000 | 67,1333 |
| 13 | 6,5000 | 61,5333 | 42 | 21,0000 | 67,2000 |
| 14 | 7,0000 | 61,9167 | 43 | 21,5000 | 67,2500 |
| 15 | 7,5000 | 62,2833 | 44 | 22,0000 | 67,3000 |
| 16 | 8,0000 | 62,5500 | 45 | 22,5000 | 67,3500 |
| 17 | 8,5000 | 62,8833 | 46 | 23,0000 | 67,4000 |
| 18 | 9,0000 | 63,2167 | 47 | 23,5000 | 67,4500 |
| 19 | 9,5000 | 63,5333 | 48 | 24,0000 | 67,5000 |
| 20 | 10,0000 | 63,7667 | 49 | 24,5000 | 67,5500 |
| 21 | 10,5000 | 64,0500 | 50 | 25,0000 | 67,6000 |
| 22 | 11,0000 | 64,3167 | 51 | 26,0000 | 67,6500 |
| 23 | 11,5000 | 64,5667 | 52 | 26,5000 | 67,7000 |
| 24 | 12,0000 | 64,7500 | 53 | 28,0000 | 67,7500 |
| 25 | 12,5000 | 64,9833 | 54 | 29,0000 | 67,8000 |
| 26 | 13,0000 | 65,2000 | 55 | 31,5000 | 67,8500 |
| 27 | 13,5000 | 65,4000 | 56 | 32,0000 | 67,9000 |
| 28 | 14,0000 | 65,6000 | 57 | 39,0000 | 67,9500 |
| 29 | 14,5000 | 65,7833 | 58 | 39,5000 | 68,0000 |



3.3 Линейное сглаживание и график кривой разгона по основному каналу

 табл. 3.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 50,9500 | 30 | 14,5000 | 58,3333 |
| 2 | 0,5000 | 50,9500 | 31 | 15,0000 | 58,5667 |
| 3 | 1,0000 | 51,0000 | 32 | 15,5000 | 58,7667 |
| 4 | 1,5000 | 51,0500 | 33 | 16,0000 | 58,9667 |
| 5 | 2,0000 | 51,1167 | 34 | 16,5000 | 59,1333 |
| 6 | 2,5000 | 51,2667 | 35 | 17,0000 | 59,2500 |
| 7 | 3,0000 | 51,4500 | 36 | 17,5000 | 59,4000 |
| 8 | 3,5000 | 51,6667 | 37 | 18,0000 | 59,5333 |
| 9 | 4,0000 | 51,8500 | 38 | 18,5000 | 59,6667 |
| 10 | 4,5000 | 52,1333 | 39 | 19,0000 | 59,7500 |
| 11 | 5,0000 | 52,4500 | 40 | 19,5000 | 59,8667 |
| 12 | 5,5000 | 52,7833 | 41 | 20,0000 | 59,9833 |
| 13 | 6,0000 | 53,1500 | 42 | 20,5000 | 60,0833 |
| 14 | 6,5000 | 53,5167 | 43 | 21,0000 | 60,1500 |
| 15 | 7,0000 | 53,8833 | 44 | 21,5000 | 60,2167 |
| 16 | 7,5000 | 54,1667 | 45 | 22,0000 | 60,2833 |
| 17 | 8,0000 | 54,5333 | 46 | 22,5000 | 60,3500 |
| 18 | 8,5000 | 54,9167 | 47 | 23,0000 | 60,4167 |
| 19 | 9,0000 | 55,2833 | 48 | 23,5000 | 60,4833 |
| 20 | 9,5000 | 55,5667 | 49 | 24,0000 | 60,5500 |
| 21 | 10,0000 | 55,9167 | 50 | 25,0000 | 60,6000 |
| 22 | 10,5000 | 56,2667 | 51 | 25,5000 | 60,6500 |
| 23 | 11,0000 | 56,6000 | 52 | 26,0000 | 60,7000 |
| 24 | 11,5000 | 56,8333 | 53 | 27,0000 | 60,7500 |
| 25 | 12,0000 | 57,1333 | 54 | 27,5000 | 60,8000 |
| 26 | 12,5000 | 57,4167 | 55 | 30,0000 | 60,8500 |
| 27 | 13,0000 | 57,7000 | 56 | 30,5000 | 60,9000 |
| 28 | 13,5000 | 57,8833 | 57 | 36,0000 | 60,9500 |
| 29 | 14,0000 | 58,1167 | 58 | 36,5000 | 61,0000 |



4. Нормирование кривых разгона.

С помощью программы ASR в пункте нормировать последовательно производим нормирование сглаженных кривых и упорядочиваем время начиная с 0,0000, с шагом 0,5 для того чтобы привести полученную динамическую характеристику к единичному виду.

4.1 Нормированная кривая разгона для внешнего контура

 табл.4.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 0,0000 | 22 | 10,5000 | 0,8201 |
| 2 | 0,5000 | 0,0175 | 23 | 11,0000 | 0,8401 |
| 3 | 1,0000 | 0,0508 | 24 | 11,5000 | 0,8585 |
| 4 | 1,5000 | 0,0924 | 25 | 12,0000 | 0,8718 |
| 5 | 2,0000 | 0,1407 | 26 | 12,5000 | 0,8868 |
| 6 | 2,5000 | 0,1807 | 27 | 13,0000 | 0,9001 |
| 7 | 3,0000 | 0,2356 | 28 | 13,5000 | 0,9117 |
| 8 | 3,5000 | 0,2923 | 29 | 14,0000 | 0,9184 |
| 9 | 4,0000 | 0,3489 | 30 | 14,5000 | 0,9284 |
| 10 | 4,5000 | 0,3905 | 31 | 15,0000 | 0,9367 |
| 11 | 5,0000 | 0,4421 | 32 | 15,5000 | 0,9450 |
| 12 | 5,5000 | 0,4921 | 33 | 16,0000 | 0,9500 |
| 13 | 6,0000 | 0,5404 | 34 | 16,5000 | 0,9567 |
| 14 | 6,5000 | 0,5754 | 35 | 17,0000 | 0,9634 |
| 15 | 7,0000 | 0,6170 | 36 | 18,5000 | 0,9700 |
| 16 | 7,5000 | 0,6553 | 37 | 18,0000 | 0,9750 |
| 17 | 8,0000 | 0,6903 | 38 | 18,5000 | 0,9800 |
| 18 | 8,5000 | 0,7152 | 39 | 19,0000 | 0,9850 |
| 19 | 9,0000 | 0,7452 | 40 | 19,5000 | 0,9900 |
| 20 | 9,5000 | 0,7735 | 41 | 20,0000 | 0,9950 |
| 21 | 10,0000 | 0,7985 | 42 | 20,5000 | 1,0000 |



4.2 Нормированная кривая разгона для внутреннего контура

 табл.4.2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 0,0000 | 30 | 14,5000 | 0,7973 |
| 2 | 0,5000 | 0,0150 | 31 | 15,0000 | 0,8090 |
| 3 | 1,0000 | 0,0299 | 32 | 15,5000 | 0,8239 |
| 4 | 1,5000 | 0,0515 | 33 | 16,0000 | 0,8372 |
| 5 | 2,0000 | 0,0814 | 34 | 16,5000 | 0,8505 |
| 6 | 2,5000 | 0,1146 | 35 | 17,0000 | 0,8588 |
| 7 | 3,0000 | 0,1478 | 36 | 17,5000 | 0,8688 |
| 8 | 3,5000 | 0,1744 | 37 | 18,0000 | 0,8787 |
| 9 | 4,0000 | 0,2126 | 38 | 18,5000 | 0,8887 |
| 10 | 4,5000 | 0,2508 | 39 | 19,0000 | 0,8970 |
| 11 | 5,0000 | 0,2890 | 40 | 19,5000 | 0,9053 |
| 12 | 5,5000 | 0,3173 | 41 | 20,0000 | 0,9136 |
| 13 | 6,0000 | 0,3555 | 42 | 20,5000 | 0,9203 |
| 14 | 6,5000 | 0,3937 | 43 | 21,0000 | 0,9252 |
| 15 | 7,0000 | 0,4302 | 44 | 21,5000 | 0,9302 |
| 16 | 7,5000 | 0,4568 | 45 | 22,0000 | 0,9352 |
| 17 | 8,0000 | 0,4900 | 46 | 22,5000 | 0,9402 |
| 18 | 8,5000 | 0,5233 | 47 | 23,0000 | 0,9452 |
| 19 | 9,0000 | 0,5548 | 48 | 23,5000 | 0,9502 |
| 20 | 9,5000 | 0,5781 | 49 | 24,0000 | 0,9551 |
| 21 | 10,0000 | 0,6063 | 50 | 24,5000 | 0,9601 |
| 22 | 10,5000 | 0,6329 | 51 | 25,0000 | 0,9651 |
| 23 | 11,0000 | 0,6578 | 52 | 25,5000 | 0,9701 |
| 24 | 11,5000 | 0,6761 | 53 | 26,0000 | 0,9751 |
| 25 | 12,0000 | 0,6993 | 54 | 26,5000 | 0,9801 |
| 26 | 12,5000 | 0,7209 | 55 | 27,0000 | 0,9850 |
| 27 | 13,0000 | 0,7409 | 56 | 27,5000 | 0,9900 |
| 28 | 13,5000 | 0,7608 | 57 | 28,0000 | 0,9950 |
| 29 | 14,0000 | 0,7791 | 58 | 28,5000 | 1,0000 |



4.3 Нормированная кривая разгона по основному каналу

 табл. 4.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0,0000 | 0,0000 | 30 | 14,5000 | 0,7579 |
| 2 | 0,5000 | 0,0050 | 31 | 15,0000 | 0,7779 |
| 3 | 1,0000 | 0,0100 | 32 | 15,5000 | 0,7977 |
| 4 | 1,5000 | 0,0166 | 33 | 16,0000 | 0,8143 |
| 5 | 2,0000 | 0,0315 | 34 | 16,5000 | 0,8259 |
| 6 | 2,5000 | 0,0498 | 35 | 17,0000 | 0,8408 |
| 7 | 3,0000 | 0,0713 | 36 | 17,5000 | 0,8541 |
| 8 | 3,5000 | 0,0896 | 37 | 18,0000 | 0,8673 |
| 9 | 4,0000 | 0,1177 | 38 | 18,5000 | 0,8756 |
| 10 | 4,5000 | 0,1493 | 39 | 19,0000 | 0,8872 |
| 11 | 5,0000 | 0,1824 | 40 | 19,5000 | 0,8988 |
| 12 | 5,5000 | 0,2189 | 41 | 20,0000 | 0,9088 |
| 13 | 6,0000 | 0,2554 | 42 | 20,5000 | 0,9154 |
| 14 | 6,5000 | 0,2919 | 43 | 21,0000 | 0,9221 |
| 15 | 7,0000 | 0,3201 | 44 | 21,5000 | 0,9287 |
| 16 | 7,5000 | 0,3566 | 45 | 22,0000 | 0,9353 |
| 17 | 8,0000 | 0,3947 | 46 | 22,5000 | 0,9420 |
| 18 | 8,5000 | 0,4312 | 47 | 23,0000 | 0,9486 |
| 19 | 9,0000 | 0,4594 | 48 | 23,5000 | 0,9552 |
| 20 | 9,5000 | 0,4942 | 49 | 24,0000 | 0,9602 |
| 21 | 10,0000 | 0,5290 | 50 | 24,5000 | 0,9652 |
| 22 | 10,5000 | 0,5622 | 51 | 25,5000 | 0,9701 |
| 23 | 11,0000 | 0,5857 | 52 | 25,5000 | 0,9751 |
| 24 | 11,5000 | 0,6153 | 53 | 26,0000 | 0,9801 |
| 25 | 12,0000 | 0,6434 | 54 | 26,5000 | 0,9851 |
| 26 | 12,5000 | 0,6716 | 55 | 27,0000 | 0,9900 |
| 27 | 13,0000 | 0,6899 | 56 | 27,5000 | 0,9950 |
| 28 | 13,5000 | 0,7131 | 57 | 28,0000 | 1,0000 |
| 29 | 14,0000 | 0,7347 |  |  |  |



5. Аппроксимация методом Симою.

 С помощью программы ASR в пункту аппроксимации последовательно считаем площади каждой из кривой разгона для последующего получения уравнения передаточной функции.

 Для кривой разгона по внешнему контуру для объекта второго порядка получаем следующие данные:

 Значения площадей:

 F1= 6.5614

 F2= 11.4658

 F3= -4.5969

 F4= -1.1636

 F5= 44.0285

 F6= -120.0300

Ограничимся второй площадью. F1<F2, а F3 отрицательная. Следовательно для определения передаточной функции необходимо решить систему уравнений:

 a1 = F1 + b1

 a2 = F2 + b2 + b1 F2

 a3 = F3 + b3 + b2 F1 + b1 F2

 a1 = 6.5614 + b1

 a2 = 11.4658 + b1 6.5614

 0 = - 4.5969 + b1 11.4658

Решив систему получаем : b1 = 0.4

 a1 = 6.9614

 a2 = 14.0904

Тогда передаточная функция объекта второго порядка по внешнему контуру имеет вид:

 0.4 s

W(s)=-----------------------------

 2

 14.0904 s + 6.9614 s + 1

 Для кривой разгона по внутреннему контуру для объекта второго порядка получаем следующие данные:

 Значения площадей:

 F1= 9.5539

 F2= 24.2986

 F3= -16.7348

 F4= -14.7318

 F5= 329.7583

 F6= -1179.3989

Для определения передаточной функции решаем систему, так как F3<0.

 a1 = 9.5539 + b1

 a2 = 24.2986 + 9.5539 b2

 0 = -16.7348 + b1 24.2986

Решив систему получаем : b1 = 0.6887

 a1 = 10.2426

 a2 = 30.8783

Тогда передаточная функция объекта второго порядка по внутреннему контуру имеет вид:

 0.6887 s + 1

 W(s) = -----------------------------

 2

 30.8783s + 10.2426 s + 1

Для кривой разгона по заданию для объкта третьего порядка с запаздыванием получаем следующие данные:

 Значения площадей:

 F1= 10.6679

 F2= 38.1160

 F3= 30.4228

 F4= -46.5445

 F5= 168.8606

 F6= -33.3020

Так как F3<F2 и положительна, то ограничиваемся второй площадью и передаточная объекта третьего порядка по управлению имеет вид:

 1

W(s) =-------------------------------

 2

 38.1160 s + 10.6679 s + 1

6. Проверка аппроксимации методом Рунге - Кутта.

В программе ASR в пункте передаточная функция задаем полученные передаточные функции. И затем строим графики экспериментальной и аналитической кривых разгона (по полученной передаточной функции).

 6.1 Для кривой разгона по внешнему контуру

Устанавливаем для проверки методом Рунге-Кутта конечное время 27c, шаг 0,5с.



6.2 Для кривой разгона по внутреннему контуру

Устанавливаем конечное время 39с, шаг 0,5с.



 6.3 Для кривой разгона по основному каналу

При задании передаточной функции учитываем чистое запаздывание 0,08с.

Устанавливаем конечное время 32с, шаг изменения 0,5с.



Получили, что кривые разгона практически одинаковы, следовательно аппроксимация методом Симою сделана верно.

6.4 Сравнение экспериментальных и исходных передаточных функции:

 объект исходная экспериментальная

 передаточная передаточная

 функция функция

 второго порядка 1 0.6887 s

 по возмущению W(s)= ------------------ W(s)= -----------------------------

 2 2

 36 s + 12 s + 1 30,8783 s + 10.2426 s + 1

 второго порядка 1 0.4 s

 по заданию W(s)= ------------------------------ W(s)= -------------------------------

 2 2

 16,1604 s + 8,04 s + 1 14.0904 s + 6.9614 s + 1

 третьего порядка 1 1

 с запаздыванием W(s)= ------------------------------------- W(s)= -------------------------------

 по управлению 3 2 2

 91.125 s + 60.75 s + 13.5 s + 1 38.1160 s + 10.6679 s + 1

Анализируя таблицу можно сделать вывод о том, что передаточные функции второго порядка практически одинаковы, а третьего порядка значительно отличаются.

6.5 Сравнение экспериментальных и фактических кривых разгона.

Для исходных передаточных функций с помощью программы ASR, пунктов аппроксимация (создать передаточную функцию и изменить время) получим координаты кривых разгона и сравним их с экспериментальной кривой:

- по внешнему контуру



- по внутреннему контуру



- по основному каналу



Полученные значению передаточных функций не значительно отличают от фактических, что говорит о достаточно не большой погрешности между фактическими и экспериментальными данными.

**Расчет одноконтурной АСР методом Роточа.**

В программе Linreg задаем параметры объекта. Выбираем в качестве регулятора ПИ- регулятор. И рассчитываем его настройки:

**а) для экспериментальной передаточной функции.**

В программе Linreg задаем передаточную функцию объекта второго порядка с запаздыванием. Выбираем ПИ-регулятор и определяем его настройки.

Получаем kp = 1.0796

 Tu = 8.0434

В программе SIAM пользуясь следующей схемой для одноконтурной системы



Подаем скачек на сумматор, стоящий после запаздывания и получаем график переходного процесса по заданию:



Подаем скачек на сумматор, стоящий перед объектом и получаем график переходного процесса по возмущению:



**б) для фактической передаточной функции**

В программе Linreg задаем передаточную функцию объекта третьего порядка с запаздыванием. Выбираем ПИ-регулятор и определяем его настройки.

Получаем kp = 0.8743

 Tu = 8.3924

В программе SIAM пользуясь схемой для одноконтурной системы получаем

- переходный процесс по заданию:





**Расчет каскадной АСР методом Роточа.**

**а) для экспериментальной передаточной функции.**

Первоначально определим настройки внутреннего регулятора для внутреннего контура с передаточной функцией W1(s).

 0.4s + 1

W1(s) = --------------------------

 2

 14.0904s + 6.9614s +1

С помощью программы ASR получим АФХ по передаточной функции и определим значения u(m,w), v(m,w), a(m,w), w.



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| v(m,w) | u(m,u) | a(m,w) | w | kp | Tu |
| 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 1,0211 | -0,0678 | 1,0234 | 0,0100 | 15,0783 | 0,0109 |
| 1,0360 | -0,1398 | 1,0454 | 0,0200 | 7,4774 | 0,0211 |
| 1,0439 | -0,2151 | 1,0659 | 0,0300 | 4,9709 | 0,0307 |
| 1,0442 | -0,2931 | 1,0845 | 0,0400 | 3,7336 | 0,0395 |
| 1,0361 | -0,3728 | 1,1012 | 0,0500 | 3,0067 | 0,0475 |
| 1,0194 | -0,4531 | 1,1156 | 0,0600 | 2,5367 | 0,0547 |
| 0,9936 | -0,5329 | 1,1275 | 0,0700 | 2,2147 | 0,0609 |
| 0,9587 | -0,6108 | 1,1368 | 0,0800 | 1,9877 | 0,0660 |
| 0,9147 | -0,6857 | 1,1431 | 0,0900 | 1,1826 | 0,0701 |
| 0,8619 | -0,7559 | 1,1464 | 0,1000 | 1,1713 | 4,4754 |
| 0,8008 | -0,8203 | 1,1464 | 0,1100 | 1,6386 | 4,5739 |
| 0,7323 | -0,8775 | 1,1429 | 0,1200 | 1,1584 | 0,0749 |
| 0,6576 | -0,9263 | 1,1360 | 0,1300 | 1,5905 | 0,0737 |
| 0,5778 | -0,9658 | 1,1254 | 0,1400 | 1,6169 | 0,0711 |
| 0,4945 | -0,9953 | 1,1114 | 0,1500 | 1,6842 | 0,0668 |
| 0,4095 | -1,0143 | 1,0938 | 0,1600 | 1,8064 | 0,0609 |
| 0,3243 | -1,0229 | 1,0731 | 0,1700 | 2,0137 | 0,0533 |
| 0,2407 | -1,0214 | 1,0493 | 0,1800 | 2,3750 | 0,0438 |
| 0,1601 | -1,0103 | 1,0229 | 0,1900 | 3,0885 | 0,0324 |
| 0,0840 | -0,9906 | 0,9942 | 0,2000 | 5,0095 | 0,0000 |
| 0,0134 | -0,9635 | 0,9635 | 0,2100 | 26,1125 | 0,0034 |

Так как настройки регулятора не могут быть отрицательными то ограничимся 3 квадрантом. И с помощью программы на BASIC рассчитаем оптимальные настройки для ПИ - регулятора методом Стефани по следующим формулам:

 A^2(m,w) m 1

Tu = ------------------------ , kp = ---------- - ----------

 w(m^2+1)\* v(m,w) v(m,w) u(m,w)

наибольшее отношение kp/Tu и будет оптимальными настройками.

Получили что kp = 1.712763

 Tu = 4.47537

В программе SIAM с помощью схемы для одноконтурной системы без запаздывания получаем переходные процессы по заданию и по возмущению:



****

Сравнивая график кривой разгона по основному каналу и переходный процесс внутреннего контура каскадной системы делаем вывод о том, что за время запаздывания основного контура переходный процесс во внутреннем контуре затухнуть не успевает, следовательно передаточная функция эквивалентного объекта имеет вид:

 Wоб(s) \* Wp1(s)

Wоб(s) = --------------------------- =

 1 + Wоб1(s) \* Wp1(s)

 1 1

--------------------------------- \* (1,7128 + ---------- )

 2 4,4754s

 38,1160s + 10,6679s + 1

-------------------------------------------------------------- =

 0,4s + 1 1

1 + --------------------------- \* (1,7128 + ----------)

 2 4,4754s

 14,0904s + 6,9614s + 1

 3 2

 107.9987s + 67.4444s + 14.6247s + 1

= ---------------------------------------------------------------------------

 5 4 3 2

 4116.4785s + 3186.9547s + 969.316s + 138.1861s + 15.7294s + 1

Определяем настройки ведущего регулятора. Для ПИ-регулятора получаем:

kp = 0.1249

Tu = 5.4148

В программе SIAM с помощью схемы каскадной системы получаем переходный процесс по заданию:





С помощью схемы каскадной системы получаем переходный процесс по возмущению:





**б) для реальной передаточной функции.**

Определим настройки внутреннего регулятора для объекта второго порядка с передаточной функцией

 1

W1(s) =-------------------------

 2

 16,1604s + 8.04s + 1

Получаем следующие настройки регулятора: kp = 4.3959

 Tu = 6.5957

В программе SIAM пользуясь схемой одноконтурной системы без запаздывания получаем графики переходных процессов по заданию и по возмущению:





Сравнивая график кривой разгона по основному каналу и переходный процесс внутреннего контура каскадной системы делаем вывод о том, что за время запаздывания основного контура переходный процесс во внутреннем контуре затухнуть не успевает, следовательно передаточная функция эквивалентного объекта имеет вид:

 Wоб(s) \* Wp1(s)

Wоб(s) = --------------------------- =

 1 + Wоб1(s) \* Wp1(s)

 1 1

--------------------------------- \* (4.3959 + ---------- )

 3 2 6.5957s

91.125s + 60.75s + 13.5s + 1

-------------------------------------------------------------- =

 1 1

1 + ------------------------ \* (4.3959 + ----------)

 2 6.5957s

 16.1604s + 8.04s + 1

 3 2

 468.5449s + 249.2673s + 37.0334s + 1

= --------------------------------------------------------------------------------------------

 6 5 4 3 2

42696.154s + 49705.969s + 25770.6474s + 7229.3112s + 1076.6779s+71.4868s+ 1

Определяем настройки ведущего регулятора. Для ПИ-регулятора получаем:

 kp = 1.2822

 Tu = 6.3952

В программе SIAM с помощью схем для каскадной системы получим переходные процессы по заданию и по возмущению:





**Расчет комбинированной АСР.**

**а) для эксперементальной передаточной функции**

 **Расчет компенсирующего устройства**

В программе SIAM с помощью смоделированной схемы комбинированной системы без компенсатора получим соответствующий переходный процесс:





Определим передаточную функцию фильтра для структурной схемы где выход компенсатора поступает на вход регулятора по формуле:

 Wов(s)

Wф(s) = --------------------- ,

 Wоб(s) \* Wр(s)

где Wов(s) - передаточная функция канала по возмущению,

 Wоб(s) - передаточная функция объекта,

 Wp(s) - передаточная функция регулятора

 0,6887s + 1

 -----------------------------

 2

 30.8783 s + 10.2426 s + 1

Wф(s) = ---------------------------------------------------------- =

 1 1

 ------------------------------- \* (1.0796 + ---------- )

 2 8.0434 s

 38.8783 s + 10.6679 s + 1

 4 3 2

 232.5099 s + 40.1406 s + 98.6173 s + 8.6837 s

 = -----------------------------------------------------------

 3 2

 268.1379 s + 119.8220 s + 18.9263 s + 1

Настроечные параметры компенсирующего устройства будут оптимальными, если АФХ фильтра равны нулю при нулевой и резонансной частоте.

**б) для реальной передаточной функции**