Федеральное агентство по образованию Новомосковский институт (филиал)

Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования

"Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Кафедра: ВТИТ

Предмет: Надежность, эргономика, качество АСОИУ

РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ

"Расчет структурной надежности системы"

Группа: АС-06-1

Студент: Токарева А.А.

Преподаватель: Прохоров В.С.

Новомосковск 2010

1. Задание

По структурной схеме надежности технической системы в соответствии с вариантом задания, требуемому значению вероятности безотказной работы системы и значениям интенсивностей отказов ее элементов требуется:



1. Построить график изменения вероятности безотказной работы системы от времени наработки в диапазоне снижения вероятности до уровня 0.1 - 0.2.

2. Определить - процентную наработку технической системы.



3. Обеспечить увеличение - процентной наработки не менее, чем в 1.5 раза за счет:



а) повышения надежности элементов;

б) структурного резервирования элементов системы.

Все элементы системы работают в режиме нормальной эксплуатации (простейший поток отказов). Резервирование отдельных элементов или групп элементов осуществляется идентичными по надежности резервными элементами или группами элементов. Переключатели при резервировании считаются идеальными.

На схемах обведенные пунктиром m элементов являются функционально необходимыми из n параллельных ветвей.

1

2

3

4

5

6

7

14

13

11

12

10

8

9

15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | , % | Интенсивность отказов элементов, | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 11 | 95 | 0,1 | 5,0 | | 1,0 | 5,0 | | 10,0 | | 5,0 | | | 1,0 | | | 0,2 |

2. Расчетная часть

Расчет начинаем с упрощения исходной схемы.

Элементы 2, 3, 4, 5 и 6 образуют мостиковую схему. Заменяем эти элементы на элемент A. Вероятность безотказной работы элемента A определяется по теореме разложения:



Учитывая, что p2=p3 =p5=p6, получаем:



Элементы 7-8 соединены параллельно. Заменяем элементы 7-8 на элемент B.

По условию, интенсивности отказов элементов 7-8 равны. Следовательно, вероятность безотказной работы элемента B определяется по формуле:



Элементы 9-11 также соединены параллельно. Заменяем группу этих элементов на элемент C. Интенсивности отказов элементов 9-10 также равны, поэтому вероятность безотказной работы элемента C определяется по формуле:



Элементы 12, 13 и 14 образуют соединение "2 из 3". Интенсивность отказов этих элементов равна. Следовательно, для определения вероятности безотказной работы можно воспользоваться комбинаторным методом:



После замены элементов структурная схема системы примет вид:

1

A

B

C

D

15

Элементы 1, A, B, C, D и 15 соединены последовательно, следовательно, вероятность безотказной работы все системы определяется по формуле:



Согласно расчетам в Microsoft Excel и исходным данным наименее надежными элементами являются 7-8, 2-3, 5-6 и 9-10.

Наработку необходимо увеличить с γ=0,018342\*106 ч. до 0,027513\*106 ч.

Повышение надежности системы можно провести двумя способами:

1. Заменой малонадежных элементов на более надежные.
2. Структурным резервированием элементов.

Первый способ

Заменяем элементы 7-8, имеющие λ=10\*10-6 1/ч, на элементы с λ=5\*10-6 1/ч; элементы 2-3, 5-6 и 9-10 с λ=5\*10-6 1/ч на элементы с λ=3\*10-6 1/ч. Новые значения рассчитаны в Excel.

При этом вероятность безотказной работы системы вырастет с 0,899281 до 0,960344.

Второй способ

Используем постоянно включенный резерв. Подключаем параллельно дополнительные элементы:

1

2

3

4

5

6

7

14

13

11

12

10

8

9

15

9’

7’

8’

При этом увеличивается вероятность безотказной работы квазиэлементов B и C. Новые значения рассчитаны в Excel.

При этом вероятность безотказной работы системы вырастет с 0,899281 до 0,95307.

Расчет вероятности безотказной работы системы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент |  | Наработка | | | | | | | | | |
|  |  | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,018342 | 0,027513 |
| Исходная система | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,1 | 0,999 | 0,997004 | 0,995012 | 0,993024 | 0,99104 | 0,98906 | 0,987084 | 0,985112 | 0,998167 | 0,997252 |
| 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 | 5 | 0,951229 | 0,860708 | 0,778801 | 0,704688 | 0,637628 | 0,57695 | 0,522046 | 0,472367 | 0,91237 | 0,871478 |
| 4, 12, 13, 14 | 1 | 0,99005 | 0,970446 | 0,951229 | 0,932394 | 0,913931 | 0,895834 | 0,878095 | 0,860708 | 0,981825 | 0,972862 |
| 7, 8 | 10 | 0,904837 | 0,740818 | 0,606531 | 0,496585 | 0,40657 | 0,332871 | 0,272532 | 0,22313 | 0,832419 | 0,759475 |
| 15 | 0,2 | 0,998002 | 0,994018 | 0,99005 | 0,986098 | 0,982161 | 0,97824 | 0,974335 | 0,970446 | 0,996338 | 0,994513 |
| A | - | 0,995206 | 0,960722 | 0,901641 | 0,827332 | 0,745426 | 0,661677 | 0,580126 | 0,503406 | 0,984469 | 0,966556 |
| B | - | 0,990944 | 0,932825 | 0,845182 | 0,746574 | 0,64784 | 0,554939 | 0,47079 | 0,396473 | 0,971917 | 0,942147 |
| C | - | 0,999884 | 0,997297 | 0,989177 | 0,974246 | 0,952416 | 0,924286 | 0,890816 | 0,853108 | 0,999327 | 0,997877 |
| D | - | 0,999705 | 0,997431 | 0,993096 | 0,986906 | 0,979052 | 0,969709 | 0,959041 | 0,947198 | 0,999021 | 0,997831 |
| P |  | 0,982835 | 0,88348 | 0,737454 | 0,581536 | 0,438308 | 0,318425 | 0,224407 | 0,154182 | 0,95 | 0,899281 |
| Повышение надежности заменой малонадежных элементов | | | | | | | | | | | |
| (2, 3, 5, 6, 9, 10, 11)' | 3 | 0,970446 | 0,913931 | 0,860708 | 0,810584 | 0,763379 | 0,718924 | 0,677057 | 0,637628 | 0,946461 | 0,920776 |
| (7, 8)' | 5 | 0,951229 | 0,860708 | 0,778801 | 0,704688 | 0,637628 | 0,57695 | 0,522046 | 0,472367 | 0,91237 | 0,871478 |
| A' | - | 0,998237 | 0,984873 | 0,96017 | 0,926343 | 0,88554 | 0,839727 | 0,790636 | 0,739743 | 0,994182 | 0,987198 |
| B' | - | 0,997621 | 0,980598 | 0,951071 | 0,912791 | 0,868687 | 0,821029 | 0,77156 | 0,721603 | 0,992321 | 0,983482 |
| C' | - | 0,999974 | 0,999362 | 0,997297 | 0,993204 | 0,986752 | 0,977794 | 0,96632 | 0,952416 | 0,999847 | 0,999503 |
| P' |  | 0,992561 | 0,954045 | 0,890969 | 0,811591 | 0,723367 | 0,63249 | 0,543709 | 0,460366 | 0,980023 | 0,960344 |
| Повышение надежности с помощью резервирования элементов | | | | | | | | | | | |
| B'' | - | 0,999918 | 0,995487 | 0,976031 | 0,935775 | 0,875984 | 0,801921 | 0,719937 | 0,635755 | 0,999211 | 0,996653 |
| C'' | - | 0,999994 | 0,999624 | 0,997606 | 0,992395 | 0,982757 | 0,967969 | 0,947815 | 0,922495 | 0,999941 | 0,999727 |
| P'' |  | 0,991845 | 0,945028 | 0,858882 | 0,742491 | 0,611542 | 0,481891 | 0,365123 | 0,267344 | 0,977279 | 0,95307 |



Вывод: по полученным графикам видно, что замена элементов более эффективна для повышения надежности, особенно если систему планируется использовать в течение продолжительного времени.