

# НАДЕЖДНОСТ НА ГАЗОСНАБДИТЕЛНИ СИСТЕМИ

## 7. Методи за моделиране

1

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### 1. Блок-диаграми и системи, които подлежат на поправка

#### ○ Блок-диаграми

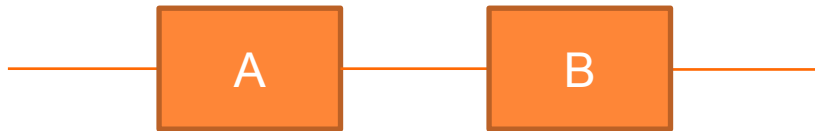
- Дефиниране на критерии за повреда: дефинира се какво съставлява повредата в системата, тъй като това определя кои елементи на компонентно ниво всъщност причиняват системата да спре да работи.
- Може да има повече от един тип системна повреда, в който случай се изисква определен брой определяния на надеждността.
- Тази стъпка е абсолютно основна, ако определянето на надеждността се иска да има някаква значимост

# 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

## 1. Блок-диаграми и системи, които подлежат на поправка

### ○ Блок-диаграми

- Дефиниране на блок-диаграма: необходимо е описването на системата като определен брой функционални блокове, които са свързани според ефекта на всяка повреда на блока върху цялата надеждност на системата

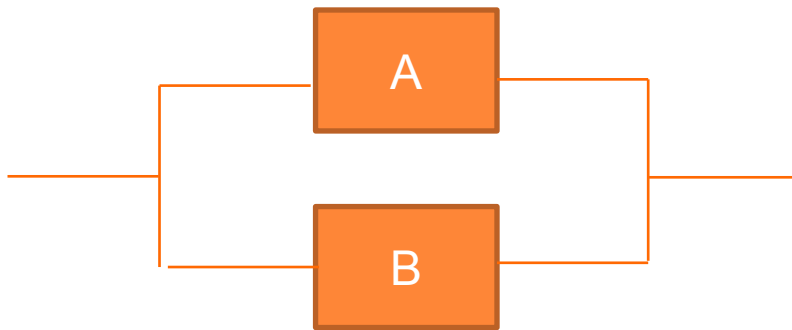


- Серийна диаграма представлява система от два блока, така че при повреда на единия блок се спира работата на цялата система

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### 1. Блок-диаграми и системи, които подлежат на поправка

- Блок-диаграми
  - Дефиниране на блок-диаграма:



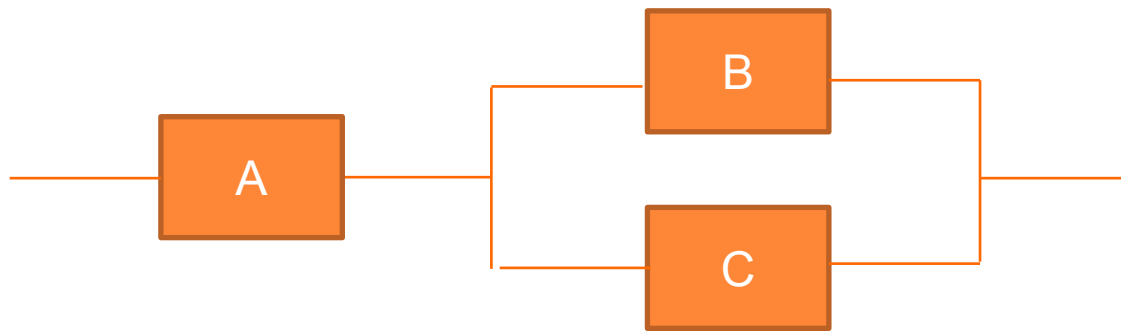
- Паралелна диаграма представлява система от два блока, така че при повреда и на двата блока се спира работата на цялата система

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### 1. Блок-диаграми и системи, които подлежат на поправка

#### ○ Блок-диаграми

- Дефиниране на блок-диаграма:



- Комбинация на серийна (последователна) и паралелна надеждност. Представлява система, която ще спре да работи, ако А се повреди, или ако и В и С едновременно се повредят. Повреда само в В или С е недостатъчно да причини повреда на цялата система

# 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

## 1. Блок-диаграми и системи, които подлежат на поправка

- Основни правила при дефиниране на блок-схеми:
  - 1) Всеки блок трябва да представлява максимален брой компоненти с цел да се опрости диаграмата
  - 2) Функцията на всеки блок трябва лесно да се определи
  - 3) Блоковете трябва да бъдат взаимно независими в това повреда в един блок не трябва да засяга вероятността за повреда в друг
  - 4) блоковете не трябва да съдържат значително дублиране; в противен случай добавянето на степен на повреда е рамките на блока няма да бъде валидно
  - 5) Всеки елемент, който може да се подменя трябва да бъде цял брой блокове
  - 6) Всеки блок трябва да съдържа единна технология, която е електронна или електронно-механична
  - 7) Трябва да има само една среда в рамките на блок

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на система при използване на правилата за вероятностите:
  - Нека разгледаме проста система дублирана с два елемента
  - Единият от двата трябва да работи, за да работи цялата система
  - За да аварира системата трябва и двата елемента да се повредят
  - Степен на повреда на един елемент на системата по дефиниция е  $\lambda$ .
  - При два елемента:  $2 \cdot \lambda$
  - Ако елемент не работи може да се каже, че не е наличен:  $\lambda \cdot \text{MDT}$  (MDT-средно време на повреда)
  - Степента на повреда на системата е:  $2 \cdot \lambda \cdot \lambda \cdot \text{MDT} = 2 \cdot \lambda^2 \cdot \text{MDT}$

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на система при използване на правилата за вероятностите:
  - За различни степени на повреда:  $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot (MDT_1 + MDT_2)$
  - Най-общо за  $m$  елемента, които се иска да работят от общо  $n$  (със същите степени на повреда и  $MDT$ )

$$\frac{n!}{(n-m)! \cdot (m-1)!} \cdot \lambda^{(n-m+1)} \cdot MDT^{(n-m)}$$



## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на система при използване на правилата за вероятностите:

бр. ел. n	1	$\lambda$			
	2	$2.\lambda^2.MDT$	$2.\lambda$		
	3	$3.\lambda^3.MDT^2$	$6.\lambda^2.MDT$	$3.\lambda$	
	4	$4.\lambda^4.MDT^3$	$12.\lambda^3.MDT^2$	$12.\lambda^2.MDT$	$4.\lambda$
		1	2	3	4
		бр., който се изисква, за да работи системата, m			

- Системна степен на повреда (открита)
  - \* Разглеждайки системната наличност, трябва да вземем под внимание средното време на повреда на системата, което не е същото като средното време на повреда на елемент

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на система при използване на правилата за вероятностите:
  - В примера за един от два елемента повредени, при случването на втората повреда, екипът за поддръжка ще бъде средно на  $\frac{1}{2}$  от поправката на първата повреда. В този случай системното време на повреда ще бъде  $MDT/2$
  - Тази предпоставка се прилага независимо дали има един или няколко работни екипа
  - Тъй като системната неналичност е произведението на системната степен на повреда и времето на повреда =  $2 \cdot \lambda^2 \cdot MDT \cdot MDT/2 = \lambda^2 \cdot MDT^2$
  - Най-общо времето за повреда за  $m$  елемента, които се изисква да работят от общо  $n$ , става:

$$\frac{MDT}{n - m + 1}$$

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### ○ Моделиране на система при използване на правилата за вероятностите:

- Разделяйки всяка клетка на предходната таблица на подходящото време на повреда, се получава следната таблица за системната неналичност:

бр. ел. n	1	$\lambda \cdot \text{MDT}$			
	2	$\lambda^2 \cdot \text{MDT}^2$	$2 \cdot \lambda \cdot \text{MDT}$		
	3	$\lambda^3 \cdot \text{MDT}^3$	$3 \cdot \lambda^2 \cdot \text{MDT}^2$	$3 \cdot \lambda \cdot \text{MDT}$	
	4	$\lambda^4 \cdot \text{MDT}^4$	$4 \cdot \lambda^3 \cdot \text{MDT}^3$	$6 \cdot \lambda^2 \cdot \text{MDT}^2$	$4 \cdot \lambda \cdot \text{MDT}$
		1	2	3	4
		бр., който се изисква, за да работи системата, m			

- Показаните резултати са независими по отношение на броя на работните екипи поради това, че поправката на първата повреда ще продължи работа вместо да се прехвърли на друга и MDT няма да се стартира отново

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на системи, които се поправят (неразкрити повреди)
  - В много случаи повредите остават неразкрити, напр. повреда на манометър измерващ свръхналягане при мониторинг. Налягането може рядко да надвиши границата за сигнализиране и по този начин повредата на елемента няма да се открие, освен ако не се извърши периодичен тест.
  - Времето на повреда на елемента и на системата могат да бъдат свързани с интервала на теста  $T$ . Следните предпоставки са валидни:
    - Ако системата се посещава всеки  $T$  часа за инспекция на повредени елементи, тогава средното време на повреди на ниво елементи е:  
 $T/2 + \text{Време за поправка}$   
Времето за повреда е голямо в сравнение с времето за поправка и опростяваме:  
Средно време за повреда =  $T/2$

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на системи, които се поправят (неразкрити повреди)
  - Най-общо средното време за възникване на повреда на елемент е много по-голямо от интервала на теста и ако  $z$  събития трябва да се случат, за да се повреди системата, то тогава тези събития евентуално ще бъдат равномерно разпределени през интервал  $T$  и затова системата ще бъде в състояние на повреда за:
    - Средно време на повреда:  $T/(z+1)$
    - За система, където  $m$  елемента се изисква да оперират от  $n$ , тогава  $n-m+1$  трябва да се повредят, за да се повреди системата, така че времето за повреда на системата става:
      - $T/(n-m+2)$
      - Вероятността за индивидуален елемент да се повреди между тестовите е  $\lambda.T$

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### ○ Моделиране на системи, които се поправят (неразкрити повреди)

- За общо  $m$  от  $n$  случая, вероятността на системата да се повреди в следващия тест е приблизително същата като вероятността от  $n-m+1$  елемента да се повредят:

$$\frac{n!}{(m-1)!(n-m+1)!} \cdot (\lambda T)^{(n-m+1)}$$

- Степента на повреда се получава:

$$\frac{n!}{(m-1)!(n-m+1)!} \cdot \lambda^{(n-m+1)} T^{(n-m)}$$

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

- Моделиране на системи, които се поправят (неразкрити повреди)

бр. ел. n	1	$\lambda$			
	2	$\lambda^2 \cdot T$	$2 \cdot \lambda$		
	3	$\lambda^3 \cdot T^2$	$3 \cdot \lambda^2 \cdot T$	$3 \cdot \lambda$	
	4	$\lambda^4 \cdot T^3$	$4 \cdot \lambda^3 \cdot T^2$	$6 \cdot \lambda^2 \cdot T$	$4 \cdot \lambda$
		1	2	3	4
		бр., който се изисква, за да работи системата, m			

## 7. МЕТОДИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

### ○ Моделиране на системи, които се поправят (неразкрити повреди)

- Умножавайки тези степени на повреда по времето на повреда на системата се получава следната таблица:

бр. ел. n	1	$\lambda \cdot T/2$			
	2	$\lambda^2 \cdot T^2/3$	$\lambda \cdot T$		
	3	$\lambda^3 \cdot T^3/4$	$\lambda^2 \cdot T^2$	$3 \cdot \lambda \cdot T/2$	
	4	$\lambda^4 \cdot T^4/5$	$\lambda^3 \cdot T^3$	$2 \cdot \lambda^2 \cdot T^2$	$2 \cdot \lambda \cdot T$
		1	2	3	4
		бр., който се изисква, за да работи системата, m			