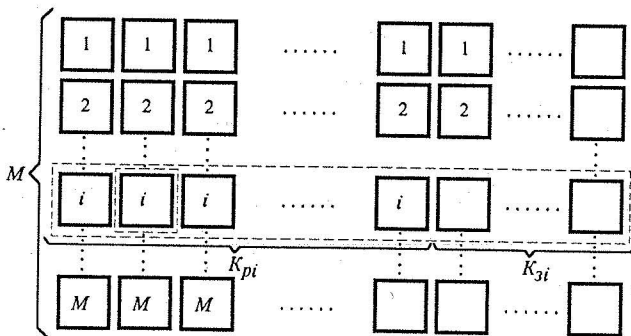


АНАЛИЗ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ПРЕСТОЙ НА ГРУПОВИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ НА У Т С 100

ст.ас. ктн. инж. АНТОН СЛАВЧЕВ ГЕОРГИЕВ - ТУ - Варна
гл.ас. инж. НЕЛИ ГЕНЧЕВА ГЕОРГИЕВА - ТУ - Варна

1. Организация на груповите съоръжения на уплътнителна телефонна система У Т С 100.

Схемата на оборудване на УТС100 и запасния му комплект може да бъде представена по начин, аналогичен на разгледания при индивидуалното оборудване /фиг.1/, [1]. Разликата се състои в това, че всяка уплътнителна система притежава групово оборудване, състоящо се от M на брон, последователно свързани по отношение на надеждността блокове, като отказа на всеки от тях води до отказ на груповото оборудване от съответното йерархическо ниво. Възстановяването на работоспособността на груповото оборудване се извършва чрез замяна на отказалия блок със съответния изправен блок от запасния комплект.



Фиг. 1

2. Изразяване на коефициента на престой.

Ако се приеме, че процеса на възстановяване е неограничен, то коефициента на престой на фиксирана група от блокове може да бъде изчислен чрез израза:

$$K_{П.Ф.Г} = 1 - \prod_{i=1}^M (1 - K_{П.Ф.i}) \quad /1/$$

Поради обстоятелството, че замяната на отказалия с изправен блок се извършва ръчно, за изчисляването на $K_{П.Ф.i}$ трябва да се използва израз /2/, [1]

$$K_{П.Ф.} = K_{П.Ф.} + \omega \cdot T_B \cdot P\{D\} \quad /2/$$

При ограничено възстановяване и $K_{ji} = 1$, задачата може да се реши по следния начин:

$$K_{\Pi. \Phi. \Gamma} = \sum_{l=1}^M \left[1 - \frac{(K_{pi} - 1)^l}{K_{pi}} \right] \cdot P\{A_l\} \quad /3/$$

където:

$$P\{A_l\} = \sum_{j=2l}^{K_{pi}} P\{B_j\} \cdot P\{A_l / B_j\} \quad /4/$$

Вероятността за настъпване на събитието $\{B_j\}$ се определя чрез изрази /5/ или /6/, [2] :

при $j \leq n_{рем.}$,

$$P\{B_j\} = \frac{1}{j!} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^j}{\sum_{x=0}^{n_{рем.}} \frac{1}{x!} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^x + \frac{1}{n_{рем.}!} \sum_{x=n_{рем.}+1}^{\infty} \frac{1}{n_{рем.}^{x-n_{рем.}}} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^x} \quad /5/$$

при $j > n_{рем.}$,

$$P\{B_j\} = \frac{1}{n_{рем.}! \cdot n_{рем.}^{j-n_{рем.}}} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^j}{\sum_{x=0}^{n_{рем.}} \frac{1}{x!} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^x + \frac{1}{n_{рем.}!} \sum_{x=n_{рем.}+1}^{\infty} \frac{1}{n_{рем.}^{x-n_{рем.}}} \left(\frac{12 \cdot K_{pi} \cdot \omega}{\mu} \right)^x} \quad /6/$$

Направените в условията на нормална експлоатация на УТС100 изследвания показват, че вероятността l да бъде по-голямо от 2, е пренебрежимо малка. Затова, от значение за експлоатацията са само случаите, за които $l=1$, или $l=2$:

$$P\{A_1 / B_j\} = \frac{C_j^2}{M^3} \quad /7/$$

$$P\{A_1 / B_j\} = \frac{C_j^2}{M^3} \left[1 - \frac{1}{M^3 - M} \right] \quad /8/$$

$$P\{A_2 / B_j\} = \frac{C_j^4}{M^3} \cdot \frac{1}{M^3 - M} \quad /9/$$

Израз /7/ е в сила при $j \leq 3$, а изрази /8/ и /9/ са валидни при $j > 3$.

Състоянието на оборудването в груповия тракт на УТС100 се следи чрез непрекъснат контрол. Така например, в предавателната страна на дванадесет каналния блок, към събирателния усилвател се подава контролната честота на първичната група. С помощта на превключваеми затихватели, нивото на контролната честота се регулира с точност до 0,2 dB. В приемна страна детекторното устройство дава сигнализация в случай, че контролната честота на ПГ 84,08 kHz прекъсне. Времето за реагиране, при липса на контролната честота в тракта, е в съответствие с

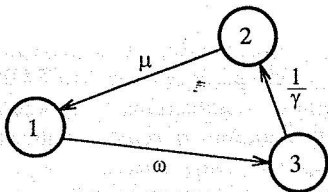
изискванията на МККТГ за сигнализация тип R_2 . Системата за контрол тук е реализирана чрез теснолентов филтър за контролната честота 84,08 kHz и свързаните след него два двустъпални усилвателя, усилващи контролната честота. Между двата усилвателя е включен терморезистор. Изменението на стойността на неговото съпротивление изменя общото усилване на двата усилвателя. Стойността на съпротивлението на терморезистора се изменя при промяна на подгриващия ток, а силата на последния се определя от нивото на контролната честота на ПГ. На изхода на втория усилвател, сигнала се детектира и се подава към система за управление на подгриващия ток и към прагово устройство, което при отклонение на контролната честота с повече от $\pm 3,5$ dB включва сигналната лампа за липса на пилот и контакта за блокиране на каналите. Електронният регулатор /п.ф.015.088.000/ изменя подгриващия ток чрез сравняване на нивото на изходния сигнал с еталонното напрежение.

С помощта на тази система /и подобни на нея системи в по-високите йерархични нива на УТС100/ се установяват една част от отказите - с параметър на потока $(1 - \alpha) \cdot \omega$. Чрез периодически контрол /система за автоматично регулиране на усилването/ се установява друга част от отказите - с параметър на потока $\alpha \cdot \omega$. Времеинтервала между две поредни контролни дейности на периодическия контрол, е със случайна големина, тъй като при регулиране на усилването системата за контрол се задържа за определено време. От теорията на масовото обслужване е известно, че в случаите, когато контрола се осъществява през случайни по големина времеинтервали, и големината на който и да е от тях не зависи от големината на останалите, определянето на математическото очакване γ на големината на тези времеинтервали от произволно избран момент /в случая - момента на настъпване на случайното събитие „отказ“/ до момента на следващата проверка, се изчислява по формулата [3] :

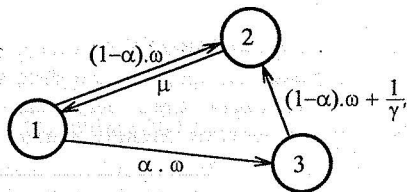
$$\gamma = \frac{\tau_k (1 - \nu^2)}{2} \quad /10/$$

като се приема, че големината на времеинтервалите има разпределение с математическо очакване τ_k и коефициент на вариациите $\nu = \frac{\sigma(t)}{\tau_k}$.

При анализа трябва да се отчита обстоятелството, че груповото оборудване на УТС100 би могло да се намира в едно от трите състояния: 1 - изправно, 2 - състояние на отказ, установен от системата за контрол /състояние, при което оборудването е в процес на възстановяване/, 3 - състояние на отказ, неустановен все още от системата за контрол. При условие, че $\omega \ll \mu$, състоянието на груповото оборудване може да бъде описано чрез марковски процеси. Графа на преходите е показан на фиг.2.



Фиг. 2



Фиг. 3

Ако стационарните стойности на вероятностите за пребиваване на груповото оборудване във всяко едно от посочените три състояния бъдат означени с P_1 , P_2 и P_3 и използваме условието за нормиране $\sum_{i=1}^3 P_i = 1$, определянето на стойностите на тези вероятности би могло да се извърши чрез система линейни уравнения:

$$\begin{cases} -\omega \cdot P_1 + \mu \cdot P_2 = 0 \\ -\mu \cdot P_2 + \frac{1}{\gamma} P_3 = 0 \\ \omega \cdot P_1 - \frac{1}{\gamma} P_3 = 0 \end{cases} \quad /11/$$

Решенията на тази система са:

$$P_1 = \frac{1}{1 + \omega \cdot T_{II}} ; \quad /12/$$

$$P_2 = \frac{\omega \cdot T_B}{1 + \omega \cdot T_{II}} ; \quad /13/$$

$$P_3 = \frac{\omega \cdot \gamma}{1 + \omega \cdot T_{II}} ; \quad /14/$$

където $T_{II} = T_B + \gamma$. Вероятността P_1 има смисъл на коефициент на готовност, а сумата от вероятностите P_2 и P_3 - смисъл на коефициент на престой.

От казаното става ясно, че експлоатацията на УТС100 се осъществява при комбиниран контрол на състоянието на груповото оборудване. Чрез непрекъснат контрол се установяват $(1-\alpha)$ - част от отказите /с параметър на потока $(1-\alpha) \cdot \omega$ /, а чрез периодичен контрол - останалата α - част от отказите /с параметър на потока $\alpha \cdot \omega$ / . При тази ситуация, графа на преходите ще има вида показан на фиг.3:

При нормиращо условие $\sum_{i=1}^3 P_i = 1$, в съответствие с графа на преходите /фиг.3/, системата от линейни алгебрични уравнения, чрез която биха могли да се изчислят стационарните стойности на вероятностите P_1 , P_2 и P_3 , ще има вида:

$$\begin{cases} -\omega \cdot \alpha \cdot P_1 + \mu \cdot P_2 - (1-\alpha)\omega \cdot P_1 = 0 \\ (1-\alpha)\omega \cdot P_1 - \mu \cdot P_2 + \left[(1-\alpha)\omega + \frac{1}{\gamma'} \right] \cdot P_3 = 0 \\ \alpha \cdot \omega \cdot P_1 - \left[(1-\alpha)\omega + \frac{1}{\gamma'} \right] \cdot P_3 = 0 \end{cases} \quad /15/$$

При решаването на системата уравнения /15/ се получават изрази, аналогични на изразите /12/, /13/, /14/, с тази разлика, че математическото очакване γ на времеинтервала, ограничен от момента на настъпване на отказа, до момента на поредната проверка, се определя чрез израза:

$$\gamma = \frac{\alpha \cdot \gamma'}{1 + (1-\alpha) \cdot \gamma' \cdot \omega} \quad /16/$$

като γ' се изчислява чрез израза /10/.

Нормалната експлоатация на УТС100 се характеризира с $\omega \cdot \gamma' \ll 1$, което ни дава основание да запишем:

$$T_{\Pi} \approx T_B + \alpha \cdot \gamma' \quad /17/$$

Изразът /17/ показва, че за разглеждания случай на комбиниран контрол, средното време за престой на оборудването е приблизително равно на времето за престой при периодичен контрол с малък период на проверките.

Ако предположим, че системата за контрол не може да открие наличието на част от отказите, то тази част ε от отказите /с параметър на потока $\varepsilon \cdot \omega$ / би могла да бъде установена, а отказите отстранени само по време на профилактика. Следователно, за средно време на престой окончателно може да се запише: $T_{\Pi} \approx T_B + (\alpha - \varepsilon) \cdot \gamma' + \varepsilon \cdot \frac{T_{np.}}{2}$

3. Заключение.

В публикацията са анализирани факторите, от които зависи коефициента на престой на групово оборудване на аналоговата уплътнителна телефонна система УТС100. Изразяването на коефициента на престой е извършено като е отчетено влиянието на различните видове контрол, използван за поддържане работоспособността на системата. Анализът се основава на марковски процес, описващ състоянието на груповия тракт на УТС100.

ОЗНАЧЕНИЯ :

T_{Π} - средно време за престой,

T_B - средно време за възстановяване,

$T_{np.}$ - срок на профилактиката за съоръженията в груповия тракт на УТС100,

$\{A_l\}$ - събитие, заключващо се в това, че сред M групи еднотипни блокове, l на брой са в състояние, при което броят на отказалите блокове превишава броя на запасните,

γ' - времето от момента на отказа до момента на следващата проверка на състоянието,

K_{zi} - брой на запасните елементи от i - ти вид,

K_{pi} - брой на основните елементи от i - ти вид,

$K_{П.Ф.}$ - коефициент на престой на фиксиран блок,

$K_{П.Ф.Г}$ - коефициент на престой на фиксирана група блокове,

$\{B_j\}$ - събитие, изразяващо се в това, че в множеството на основните блокове има j на брой неработоспособни,

$n_{ре.и}$ - брой на ремонтните места в сервиза,

μ - интензивност на възстановяванията,

ω - параметър на потока на отказите.

ЛИТЕРАТУРА :

1. Георгиев А.Г. Анализ на коефициента на престой на индивидуалното оборудване на УТС100. Конференция с международно участие „ТЕЛЕКОМ' 92“, 1992.
2. Гнеденко Б.В. , И.Н. Коваленко. Введение в теорию массового обслуживания. М. , Наука, 1966.