

6. ÎNCERCĂRI DE FIABILITATE

6.1 CLASIFICARE

6.1.1 După scopul urmărit

- De investigare
- Pentru determinarea indicatorilor de fiabilitate
- De omologare

6.1.2 După importanța dispozitivelor supuse încercării

- Încercări asupra dispozitivelor simple { Standuri simple
 N_0 mare
Nivel de încredere ridicat
- Încercări asupra dispozitivelor cu grad mijlociu de complexitate (subansambluri) { standuri mai complexe
 N_0 mai mic
- Încercări asupra dispozitivelor complexe { standuri complexe
 N_0 mic
Nivel de încredere scăzut

6.1.3 După condițiile în care are loc funcționarea dispozitivelor

Condiții de funcționare:

- climă – temperatura și presiunea atmosferice, umiditate, precipitații, vânt;
- încărcare – încărcarea automobilului, intensitatea traficului, declivitatea drumului
- mediu ambiant – starea drumului, densitatea prafului atmosferic;
- materiale utilizate – combustibili, lubrifianți, lichid de răcire etc;
- utilizator – nivel de calificare, stil de conducere, calitatea și frecvența operațiilor de mentenanță.
- În condiții normale
- Accelerate – condițiile de funcționare se înăspresc în scopul grăbirii apariției defecțiunilor; aceasta nu trebuie să afecteze natura fenomenelor ci numai intensitatea lor

6.1.4 După procedura utilizată

- Încercări cenzurate – se derulează până la producerea unui număr de defecțiuni stabilit inițial;
- Trunchiate – se derulează o perioadă de timp stabilită inițial;
- Secvențiale – la producerea fiecărei defecțiuni se compară timpul total de funcționare cu două valori limită corespunzătoare nivelurilor „acceptabil”, respectiv „neacceptabil” ale fiabilității dispozitivelor încercate; dacă timpul total de funcționare se situează între cele două valori de referință, testul de consideră neconcludent și se continuă până la producerea următoarei defecțiuni, când procedura se repetă.

6.2 ÎNCERCĂRI CENZURATE

Caracteristica încercărilor cenzurate:

Se derulează până la producerea unui număr de defecțiuni, „ r ”, stabilit inițial.

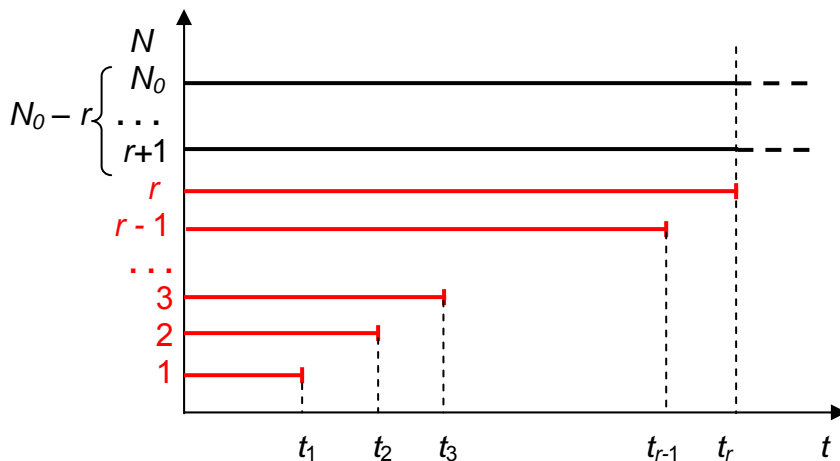
Scopuri:

- Determinarea valorii aproximative a *MTBF* pentru un eșantion de dispozitive la care se înregistrează un număr „ r ” de defecțiuni;

- Determinarea **intervalului de timp** în care se află valoarea *MTBF* pentru **întreaga populație** de dispozitive, acceptându-se un nivel de risc α (sau un nivel de încredere $p = 1 - \alpha$).

a) **Încercări cenzurate fără înlocuire** – dispozitivele defectate nu se înlocuiesc.

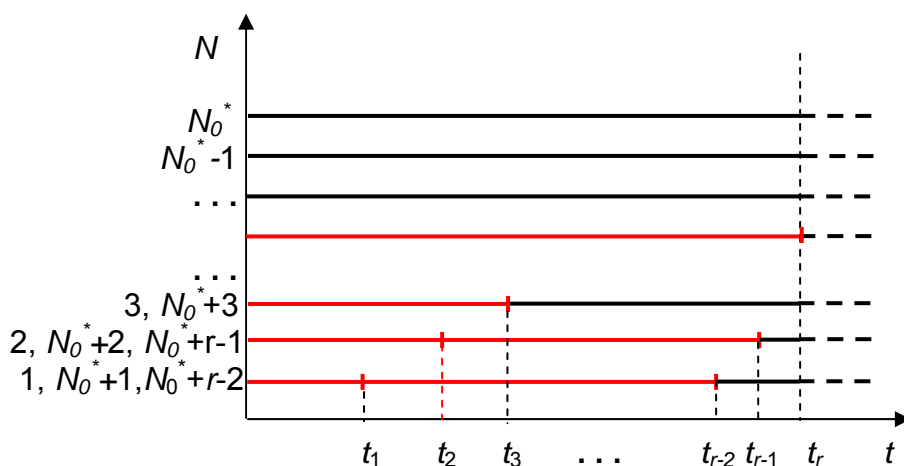
O încercare efectuată asupra unui eșantion alcătuit din N_0 dispozitive este cenzurată la nivelul „ r ” dacă se încheie în momentul t_r de apariție a celei de a r – a defecțiuni, numărul $r \leq N_0$ fiind ales înainte de începerea încercării.



Timpul total de bună funcționare:

$$T = \sum_{i=1}^r t_i + (N_0 - r) \cdot t_r$$

b) **Încercări cenzurate cu înlocuire** – dispozitivele defectate se înlocuiesc imediat după producerea defecțiunii.



S-a notat cu N_0^* numărul de dispozitive din care a fost alcătuit inițial eșantionul.

Timpul total de bună funcționare:

$$T = N_0^* \cdot t_r$$

Relațiile următoare sunt valabile pentru oricare din cele două tipuri de încercări cenzurate.

Valoarea aproximativă a *MTBF* pentru eșantion:

$$\mu = \frac{T}{r}$$

Limitele intervalului în care se află valoarea MTBF pentru întreaga populație de dispozitive

Relațiile prezentate în continuare sunt aplicabile în cazul în care dispozitivele se află în perioada vieții utile, atunci când acționează legea exponențială.

a) cazul intervalului centrat:

$$m_{1c} = \frac{2T}{\chi^2\left(2r, \frac{\alpha}{2}\right)}, \text{ limita inferioară;}$$

$$m_{2c} = \frac{2T}{\chi^2\left(2r, 1 - \frac{\alpha}{2}\right)}, \text{ limita superioară,}$$

unde α este pragul de semnificație; nivelul de încredere este $p = 1 - \alpha$.

b) cazul intervalului necentrat:

$$m_{1n} = \frac{2T}{\chi^2(2r, \alpha)}, \text{ limita inferioară;}$$

$$m_{2n} = \frac{2T}{\chi^2(2r, 1 - \alpha)}, \text{ limita superioară.}$$

6.3 ÎNCERCĂRI TRUNCHIATE

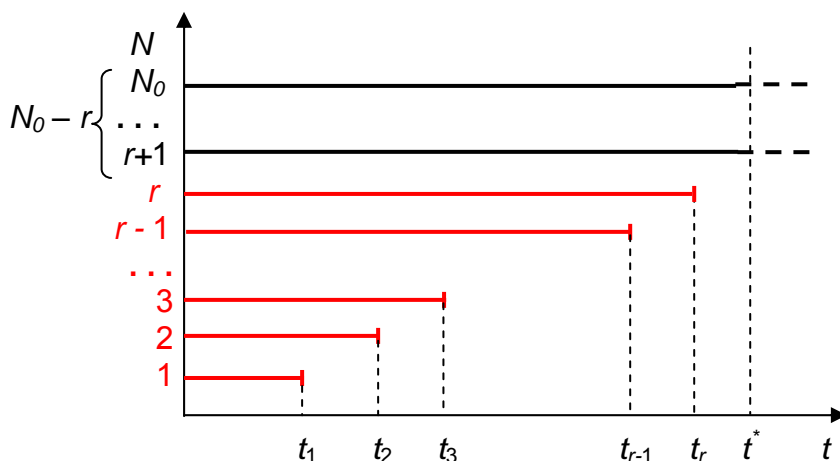
Caracteristica încercărilor trunchiate:

Se derulează până la un moment, „ t^* ”, fixat a priori.

Scopuri:

- Determinarea **valorii aproximative** a MTBF pentru un **esantion** de dispozitive la care, pe durata t , se înregistrează un număr „ r ” de defecțiuni;
- Determinarea **intervalului de timp** în care se află valoarea MTBF pentru **întreaga populație** de dispozitive, acceptându-se un nivel de risc α (sau un nivel de încredere $p = 1 - \alpha$)

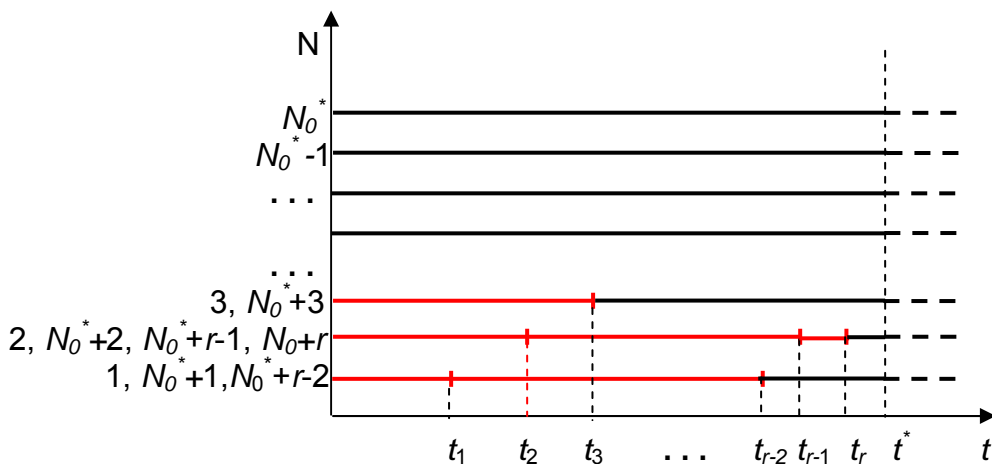
a) **Încercări trunchiate fără înlocuire** – dispozitivele defectate nu se înlocuiesc.



Timpul total de bună funcționare:

$$T = \sum_{i=1}^r t_i + (N_0 - r) \cdot t^*$$

b) **Încercări trunchiate cu înlocuire** – dispozitivele defectate se înlocuiesc imediat după producerea defecțiunii.



Timpul total de bună funcționare:

$$T = N_0^* \cdot t^*$$

Relațiile următoare sunt valabile pentru oricare din cele două tipuri de încercări trunchiate.

Valoarea aproximativă a MTBF pentru eșantion:

$$\mu = \frac{T}{r}$$

Limitele intervalului în care se află valoarea MTBF pentru întreaga populație de dispozitive

Relațiile prezentate în continuare sunt aplicabile în cazul în care dispozitivele se află în perioada vieții utile, atunci când acționează legea exponențială.

a) cazul *intervalului centrat*:

$$m_{1c} = \frac{2T}{\chi^2\left(2r+2, \frac{\alpha}{2}\right)}, \text{ limita inferioară;}$$

$$m_{2c} = \frac{2T}{\chi^2\left(2r, 1-\frac{\alpha}{2}\right)}, \text{ limita superioară,}$$

unde α este pragul de semnificație; nivelul de încredere este $p = 1 - \alpha$.

b) cazul *intervalului necentrat*:

$$m_{1n} = \frac{2T}{\chi^2(2r+2, \alpha)}, \text{ limita inferioară;}$$

$$m_{2n} = \frac{2T}{\chi^2(2r, 1-\alpha)}, \text{ limita superioară.}$$

6.4 ÎNCERCĂRI SECVENȚIALE

Scop:

Se urmărește verificarea nivelului de fiabilitate al unor dispozitive pe baza MTBF.

Caracteristica încercărilor secvențiale:

În cazul încercărilor secvențiale se adoptă inițial două valori de referință pentru MTBF – una inferioară, respectiv una superioară. La apariția fiecărui defect se compară timpul cumulat de funcționare înregistrat la eșantionul studiat cu valorile corespunzătoare momentului respectiv calculate pe baza celor două limite ale MTBF alese inițial. Dacă timpul cumulat de bună funcționare înregistrat experimental este mai mare decât cel calculat corespunzător valorii superioare a MTBF, atunci produsele sunt acceptate; dacă el este mai mic decât timpul calculat pentru valoarea inferioară a MTBF, produsele sunt declarate necorespunzătoare. În cazul în care valoarea obținută experimental se află între cele calculate, rezultatul este considerat neconcludent, iar testul se continuă până la producerea defecțiunii următoare, când analiza se reia în același mod.

Se iau în considerație riscul producătorului și al beneficiarului:

- α reprezintă probabilitatea de respingere a unui dispozitiv corespunzător (riscul producătorului);
- $1 - \alpha$ este probabilitatea de acceptare a unui dispozitiv corespunzător;
- β este probabilitatea de acceptare a unui dispozitiv necorespunzător (riscul beneficiarului);
- $1 - \beta$ este probabilitatea de respingere a unui dispozitiv necorespunzător.

Se definesc:

- M_i – limita inferioară a MTBF;
- M_s – limita superioară a MTBF.

Dacă $MTBF > M_s$, dispozitivele sunt declarate corespunzătoare;

Dacă $MTBF < M_i$, dispozitivele sunt declarate necorespunzătoare.

Se formulează ipotezele:

H_0 – ipoteza potrivit căreia $m \geq M_s$, în care caz dispozitivele sunt acceptate;

H_1 – ipoteza potrivit căreia $m \leq M_i$, în care caz dispozitivele se resping.

Se notează: $a = \frac{1-\beta}{\alpha} > 1$ și $b = \frac{\beta}{1-\alpha} < 1$.

Probabilitatea de producere a r defecțiuni atunci când dispozitivele se află în perioada vieții utile se determină cu ajutorul legii Poisson pentru cazul legii exponențiale:

$$P_r = \frac{1}{r!} \left(\frac{T}{m} \right)^r e^{-\frac{T}{m}}, \text{ în care:}$$

T este timpul cumulat de funcționare pentru r dispozitive care s-au defectat; m – MTBF.

Pentru situațiile corespunzătoare celor două valori de referință ale MTBF rezultă:

$$P_{ri} = \frac{1}{r!} \left(\frac{T}{M_i} \right)^r e^{-\frac{T}{M_i}}; \quad P_{rs} = \frac{1}{r!} \left(\frac{T}{M_s} \right)^r e^{-\frac{T}{M_s}};$$

$$\frac{P_{ri}}{P_{rs}} = \left(\frac{M_s}{M_i}\right)^r \cdot e^{-\left(\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}\right) \cdot T}$$

Acest raport se compară cu mărimile a și b definite anterior.

Dacă $\frac{P_{ri}}{P_{rs}} > a$, se respinge H_0 și se acceptă H_1 (dispozitivele se resping).

Dacă $\frac{P_{ri}}{P_{rs}} < b$, se respinge H_1 și se acceptă H_0 (dispozitivele sunt acceptate).

Dacă $b < \frac{P_{ri}}{P_{rs}} < a$, se continuă testul.

Condiția de continuare a testului se mai poate scrie și sub forma:

$$b < \left(\frac{M_s}{M_i}\right)^r \cdot e^{-\left(\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}\right) \cdot T} < a.$$

Prin logaritmare se obține:

$$\ln b < r \cdot \ln \frac{M_s}{M_i} - \left(\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}\right) \cdot T < \ln a, \text{ sau}$$

$$\ln b + \left(\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}\right) \cdot T < r \cdot \ln \frac{M_s}{M_i} < \ln a + \left(\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}\right) \cdot T, \text{ relație ce poate fi scrisă și}$$

sub forma:

$$\frac{\ln b}{\ln \frac{M_s}{M_i}} + \frac{\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}}{\ln \frac{M_s}{M_i}} \cdot T < r < \frac{\ln a}{\ln \frac{M_s}{M_i}} + \frac{\frac{1}{M_i} - \frac{1}{M_s}}{\ln \frac{M_s}{M_i}} \cdot T$$

care reprezintă ecuațiile a două drepte ce delimitează trei domenii în planul graficului:

$$A + B \cdot T < r < C + B \cdot T.$$

Condițiile de acceptare sau respingere a dispozitivelor devin:

- dacă $T > \frac{1}{B} \cdot r - \frac{A}{B}$, dispozitivele sunt acceptate;

- dacă $T < \frac{1}{B} \cdot r - \frac{C}{B}$, dispozitivele se resping.

O reprezentare grafică a desfășurării unui astfel de test poate avea una din formele prezentate în figura următoare.

