

Vienos klasės elektroninių įtaisų naudojimo efektyvumo tyrimas

V. Stupak

Lietuvos teisės universitetas

V. Putvinskio g.70, LT-3000 Kaunas, Lietuva, tel. +370 37 303673, el. paštas v.stupak@ltukf.lt

Įvadas

Nagrinėjami elektroniniai įtaisai (EĮ). Laiko intervale tarp periodinių patikrinimų irgi periodiškai vidiniais kontrolės įrenginiais atliekama jų darbingumo kontrolė. Efektyvumas, naudojant analizuojamos klasės EĮ, pasiekiamas tais atvejais, kada EĮ yra darbingi ir tuo pačiu metu neatliekamas jų patikrinimas ar darbingumo kontrolė.

Straipsnyje pateikiamas rodiklio, apibūdinančio EĮ naudojimo efektyvumą, apskaičiavimo metodas. EĮ nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybės vertinimo metodas numato tarpusavyje susijusių kontroliuojamos EĮ sąlyginės dalies parametrų nagrinėjimą.

Rodiklio, apibūdinančio EĮ naudojimo efektyvumą, pasirinkimas

Analizuojamos klasės EĮ gedimus priklausomai nuo jų aptikimo būdo suskirstysime į dvi grupes [1]. Pirmoji grupė – tai gedimai, aptinkami tiesiogiai pagal išorinius požymius, antroji – gedimai, aptinkami patikrinimų arba darbingumo kontrolės metu. Be to, darysime prielaidą, kad:

antrosios grupės gedimai darbingumo kontrolės metu aptinkami su tikimybe α ($0 < \alpha < 1$), patikrinimo metu – su tikimybe, lygia 1;

gedimų atsiradimo tikimybės darbingumo kontrolės ar patikrinimo metu nedidelės (artimos nuliui);

darbingumas atkuriamas visiškai, t.y. su tikimybe, lygia 1.

Eksploatacijos proceso modelyje nagrinėsime atvejį, kada laiko intervale tarp periodinių patikrinimų numatyta N darbingumo kontrolių periodiškumu T . Taigi toliau analizuosime šias EĮ būsenas (būsenų aibė – E): X_0 – EĮ darbingumo atkūrimo būseną; X_{01} – patikrinimo po darbingumo atkūrimo būseną; $X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1(N+1)}$ – būsenos, kai EĮ yra darbingas ir naudojamas pagal paskirtį laiko intervalais po patikrinimo, pirmosios, ..., N – osios darbingumo kontrolės (būsenų aibė – E_1); $X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2(N+1)}$ – būsenos, kai EĮ nedarbingas dėl antrosios grupės gedimo atsiradimo ir naudojamas pagal paskirtį laiko intervalais po patikrinimo, pirmosios, ..., N – osios darbingumo kontrolės (būsenų aibė – E_2); $X_{31}, X_{32}, \dots,$

X_{3N} – būsenos, kai EĮ nedarbingas dėl antrosios grupės gedimo ir atliekama pirmoji, antroji, ..., N – oji darbingumo kontrolė (būsenų aibė – E_3); $X_{3(N+1)}$ – būseną, kai EĮ nedarbingas dėl antrosios grupės gedimo ir atliekamas periodinis patikrinimas; $X_{41}, X_{42}, \dots, X_{4N}$ – būsenos, kai EĮ darbingas ir atliekama pirmoji, antroji, ..., N – oji darbingumo kontrolė (būsenų aibė – E_4); $X_{4(N+1)}$ – būseną, kai EĮ darbingas ir atliekamas periodinis patikrinimas.

Pasirenkant rodiklį, apibūdinantį EĮ naudojimo efektyvumą, reikia atsižvelgti į tai, kad efektyvumas, naudojant analizuojamos klasės EĮ, pasiekiamas tais atvejais, kada EĮ yra darbingi ir gali būti naudojami pagal tikslinę paskirtį. Tuomet EĮ naudojimo efektyvumą galima apskaičiuoti [1] taip :

$$W = \sum_{j \in E} W_j P_j; \quad (1)$$

čia P_j – stacionarioji tikimybė, kad EĮ bus j – osios būsenos; W_j – efektyvumas, pasiekiamas naudojant j – osios būsenos EĮ, lygus:

$$W_j = \begin{cases} W_1, j \in E_1, \\ 0, j \in E \setminus E_1. \end{cases} \quad (2)$$

Atsižvelgdami į (2), gauname:

$$W = \sum_{j \in E_1} W_1 P_j = W_1 P_1; \quad (3)$$

$$P_1 = \sum_{j \in E_1} P_j. \quad (4)$$

EĮ naudojimo efektyvumo apskaičiavimas

Iš (3) ir (4) formulių matyti, kad EĮ naudojimo efektyvumui apskaičiuoti turi būti rasta stacionariųjų tikimybių, kad EĮ yra darbingi ir naudojami pagal paskirtį, suma $P_1 = \sum_{j \in E_1} P_j$.

Turi būti atliktas ir EĮ nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybės, turinčios įtakos efektyvumo rodiklio reikšmėms,

vertinimas. Žemiau nagrinėsime tarpusavyje susijusių kontroliuojamos EĮ sąlyginės dalies parametrų atvejį. Nesusijusių parametrų atvejis analizuojamas [1].

Stacionariųjų tikimybių, kad EĮ yra darbingi ir naudojami pagal paskirtį, sumos P_1 apskaičiavimas. Tikimybės P_j gali būti rastos būsenų kaitai aprašyti panaudojant pusmarkovį atsitiktinį procesą [1]. Šį procesą apibūdina Markovo grandies perėjimų tikimybių $\|P_{ij}(t)\|$ matrica su elementais $p_{ij}(i, j \in E)$ bei sąlyginių būsenų trukmių pasiskirstymo funkcijų $\|F_{ij}(t)\|$ matrica su elementais $F_{ij}(i, j \in E)$. Stacionariųjų tikimybių sumai P_1 , atsižvelgdami į [2], gauname:

$$P_1 = \sum_{i \in E_1} \pi_i a_i / \sum_{i \in E} \pi_i a_i ; \quad (5)$$

čia π_i – stacionarioji Markovo grandies būsenos X_i tikimybė; a_i – vidutinė besąlyginė būsenos X_i trukmė.

Darysime prielaidą, kad EĮ gedimų srautai yra paprasčiausi. Toliau nagrinėsime šiuos atsitiktinius dydžius:

τ – EĮ darbo be gedimų trukmė su $F(t) = P(\tau < t) = 1 - \exp(-\Lambda t)$ pasiskirstymo funkcija, Λ – EĮ gedimų srauto parametras;

τ_1 – EĮ darbo be pirmosios grupės gedimų trukmė su $F_1(t) = P(\tau_1 < t) = 1 - \exp\{-(1 - \alpha)\Lambda t\}$ pasiskirstymo funkcija, čia α – koeficientas, apibūdinantis antrosios grupės gedimų dalį bendrame EĮ gedimų sraute;

τ_2 – EĮ darbo be antrosios grupės gedimų trukmė su $F_2(t) = P(\tau_2 < t) = 1 - \exp\{-\alpha\Lambda t\}$ pasiskirstymo funkcija.

Analizuodami stacionariųjų tikimybių, kad EĮ yra darbingi ir naudojami pagal paskirtį, sumą P_1 , imsime tris įvykius – A_1 , A_2 ir A_3 :

$$A_1 : \tau_1 < \min(\tau_2, T), \quad (6)$$

$$A_2 : \tau_2 < \min(\tau_1, T), \quad (7)$$

$$A_3 : \min(\tau_1, \tau_2) < T. \quad (8)$$

Atsitiktinio dydžio $\tau_3 = \min(\tau_2, T)$ pasiskirstymo funkcija yra tokia :

$$F_3(t) = \begin{cases} F_2(t), & 0 \leq t < T, \\ 1, & T < t \leq \infty. \end{cases} \quad (9)$$

Atsižvelgiant į tai, kad atsitiktiniai dydžiai τ_1 ir τ_3 yra nepriklausomi, įvykio A_1 tikimybei galima gauti :

$$P(A_1) = 1 - P\{\tau_3 < \tau_1\} = 1 - \int_0^T F_2(t) dF_1(t) - \int_T^\infty dF_1(t). \quad (10)$$

Tada

$$P(A_1) = P\{\tau_1 < \min(\tau_2, T)\} = (1 - \alpha)F(t). \quad (11)$$

Įvykių A_2 ir A_3 tikimybėms gauname :

$$P(A_2) = P\{\tau_2 < \min(\tau_1, T)\} = \alpha F(t), \quad (12)$$

$$P(A_3) = P\{\tau_1 < T, \tau_1 < \tau_2\} + P\{\tau_2 < T, \tau_2 < \tau_1\} = \\ = P\{\tau_1 < \min(\tau_2, T)\} + P\{\tau_2 < \min(\tau_1, T)\} = F(T). \quad (13)$$

Tuomet $\|P_{ij}(t)\|$ matricos elementai, nelygūs nuliui, atsižvelgiant į (11), (12) ir (13), bus tokie :

$$\begin{cases} p_{0 \rightarrow 01} = p_{01 \rightarrow 11} = p_{3(N+1) \rightarrow 0} = p_{4(N+1) \rightarrow 11} = 1, \\ p_{1j \rightarrow 0} = P\{\tau_1 < \min(\tau_2, T)\} = (1 - \alpha)F(T); (j = \\ = \overline{1, N+1}), \\ p_{1j \rightarrow 2j} = P\{\tau_2 < \min(\tau_1, T)\} = \alpha F(T); (j = \\ = \overline{1, N+1}), \\ p_{1j \rightarrow 4j} = P\{\min(\tau_1, \tau_2) > T\} = 1 - F(T); (j = \\ = \overline{1, N+1}), \\ p_{2j \rightarrow 0} = P(\tau_1 < T) = F_1(T); (j = \overline{1, N+1}), \\ p_{2j \rightarrow 3j} = P(\tau_1 > T) = 1 - F_1(t); (j = \overline{1, N+1}), \\ p_{3j \rightarrow 0} = \alpha; (j = \overline{1, N}), \\ p_{3j \rightarrow 2(j+1)} = 1 - \alpha; (j = \overline{1, N}), \\ p_{4j \rightarrow 1(j+1)} = 1, (j = \overline{1, N}). \end{cases} \quad (14)$$

Matricos $\|F_{ij}(t)\|$ elementai yra lygūs :

$$\begin{cases} F_{0 \rightarrow 01} = Q(t), \\ F_{1j \rightarrow 0} = F_{1j \rightarrow 2j} = \begin{cases} \frac{F(t)}{F(T)}, & t < T; \\ 1, & t \geq T; (j = \overline{1, N+1}), \end{cases} \\ F_{1j \rightarrow 4j} = F_{2j \rightarrow 3j} = \begin{cases} 0, & t < T; \\ 1, & t \geq T; (j = \overline{1, N+1}), \end{cases} \\ F_{2j \rightarrow 0} = \begin{cases} \frac{F_1(t)}{F_1(T)}, & t < T; \\ 1, & t \geq T; (j = \overline{1, N+1}), \end{cases} \\ F_{3j \rightarrow 0} = F_{3j \rightarrow 2(j+1)} = F_{4j \rightarrow 1(j+1)} = \\ = \begin{cases} 0, & t < \tau_k; \\ 1, & t \geq \tau_k; (j = \overline{1, N}), \end{cases} \\ F_{01 \rightarrow 11} = F_{3(N+1) \rightarrow 0} = F_{4(N+1) \rightarrow 11} = \\ = \begin{cases} 0, & t < \tau_p, \\ 1, & t \geq \tau_p, \end{cases} \end{cases} \quad (15)$$

čia $Q(t)$ – EĮ taisymo trukmės, turinčios matematinę viltį T_t , pasiskirstymo funkcija; τ_k, τ_p – darbingumo kontrolės ir patikrinimo trukmių matematinė viltis. Kiti matricos $\|F_{ij}(t)\|$ elementai lygūs nuliui.

Vidutinė besąlyginė nagrinėjamų EĮ būsenų trukmė gali būti apskaičiuojama [2] taip :

$$a_i = \sum_{j \in E} p_{ij} \int_0^\infty t dF_{ij}. \quad (16)$$

Tuomet, atsižvelgdami į (14) ir (15), gauname :

$$\begin{cases} a_i = T_0 F(T); i \in E_1, \\ a_i = F_1(T) T_0 (1 - \alpha)^{-1}; i \in E_2, \\ a_i = \tau_k; i \in E_3, \\ a_i = \tau_k; i \in E_4, \\ a_{01} = a_{3(N+1)} = a_{4(N+1)} = \tau_p, \\ a_0 = T_t; \end{cases} \quad (17)$$

čia T_0 - vidutinė EĮ darbo tarp gretimų gedimų trukmė, lygi $T_0 = 1/\Lambda$.

Taigi (5) formulę galime užrašyti taip:

$$\begin{aligned} P_1 = F(t) \sum_{i \in E_1} \pi_i \left\{ F(t) \sum_{i \in E_1} \pi_i + \frac{F_1(T)}{1 - \alpha} \sum_{i \in E_2} \pi_i + \right. \\ \left. + \tau_{k*} \sum_{i \in (E_3 \wedge E_4)} \pi_i + \tau_{p*} (\pi_{4(N+1)} + \pi_{3(N+1)}) + \right. \\ \left. + (\tau_{p*} + T_{t*}) \pi_0 \right\}^{-1}; \end{aligned} \quad (18)$$

čia τ_{k*} , T_{t*} , τ_{p*} - dydžiai, lygūs $\tau_{k*} = \frac{\tau_k}{T_0}$; $T_{t*} = \frac{T_t}{T_0}$ ir

$$\tau_{p*} = \frac{\tau_p}{T_0}.$$

Pasinaudojant (14) ir atsižvelgiant [2] į tai, kad

$$\begin{cases} \pi_i = \sum_{j \in E} \pi_j p_{ji}; (i \in E), \\ \sum_{i \in E} \pi_i = 1, \end{cases} \quad (19)$$

stacionariosios Markovo grandies nagrinėjamų būsenų tikimybės apskaičiuojamos taip:

$$\begin{cases} \pi_{01} = \pi_0, \\ \sum_{i \in E_1} \pi_i = \frac{\pi_0}{1 - p_1}, \\ \sum_{i \in E_2} \pi_i = \frac{\pi_0 p_2}{(1 - p_1^{N+1})(p_3 p_4 - p_1)} \left[\frac{1 - (p_3 p_4)^{N+1}}{1 - p_3 p_4} + \right. \\ \left. + (p_3 p_4)^{N+1} - \frac{1 - p_1^{N+1}}{1 - p_1} - p_1^{N+1} \right], \\ \sum_{i \in E_3} \pi_i = \frac{\pi_0 p_2 p_3}{(1 - p_1^{N+1})(p_3 p_4 - p_1)} \left[\frac{1 - (p_3 p_4)^{N+1}}{1 - p_3 p_4} - \right. \\ \left. - \frac{1 - p_1^{N+1}}{1 - p_1} \right], \\ \sum_{i \in E_4} \pi_i = \frac{\pi_0}{1 - p_1^{N+1}} \left(\frac{1 - p_1^{N+1}}{1 - p_1} - 1 \right), \\ \pi_{3(N+1)} = \frac{\pi_0 p_2 p_3}{(1 - p_1^{N+1})(p_3 p_4 - p_1)} \left[(p_3 p_4)^{N+1} - p_1^{N+1} \right], \\ \pi_{4(N+1)} = \frac{\pi_0 p_1^{N+1}}{1 - p_1^{N+1}}, \end{cases} \quad (20)$$

čia π_0 - stacionarioji Markovo grandies būsenos X_0 tikimybė; $p_1 = 1 - F(T)$; $p_2 = \alpha F(T)$; $p_3 = 1 - F_1(T)$; $p_4 = 1 - \alpha$.

Tuomet stacionariųjų tikimybių, kad EĮ yra darbingi ir naudojami pagal paskirtį, sumai P_1 galime gauti:

$$\begin{aligned} P_1 = \left\{ 1 + T_{t*} + \tau_{p*} + \frac{1}{1 - p_1^{N+1}} \left[\left(\frac{1 - p_1^{N+1}}{1 - p_1} - 1 \right) \tau_{k*} + \right. \right. \\ \left. \left. + \tau_{p*} p_1^{N+1} + \frac{p_2}{p_3 p_4 - p_1} \left(\left(\frac{1 - (p_3 p_4)^{N+1}}{1 - p_3 p_4} - \frac{1 - p_1^{N+1}}{1 - p_1} \right) B_1 + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \left((p_3 p_4)^{N+1} - p_1^{N+1} \right) B_2 \right) \right] \right\}^{-1}; \end{aligned} \quad (21)$$

čia $B_1 = \frac{1 - p_3}{1 - \alpha} + \tau_{k*} p_3$, $B_2 = \frac{1 - p_3}{1 - \alpha} + \tau_{p*} p_3$.

EĮ nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybės vertinimas (tarpusavyje susijusių parametrų atvejis)

Analizuodami EĮ nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybę α , išskirsime šias EĮ sąlygines dalis: pirmąją – kurios techninė būklė kontroliuojama vidiniais kontrolės įrenginiais (kontroliuojamoji dalis), antrąją – kurios techninė būklė nekontroliuojama (nekontroliuojamoji dalis), trečiąją – vidinės kontrolės įrenginį. Šių sąlyginių EĮ dalių gedimų srauto parametrus žymėsime taip: Λ_K – kontroliuojamos EĮ dalies, Λ_N – nekontroliuojamos EĮ dalies, Λ_V – vidinės kontrolės įrenginio gedimų srauto parametrai. Vidinės kontrolės įrenginio dalies, kurios elementų parametrai formuoja j -ojo vidinės kontrolės įrenginio parametro reikšmes, gedimų srauto parametą žymėsime Λ_{Vj} .

Nagrinėsime atvejį, kada vidinių kontrolės įrenginių kontroliuojamoje EĮ dalyje yra elementas arba grupė elementų, turinčių įtakos kelių parametrų reikšmėms (tarpusavyje susijusių parametrų atvejis).

Tuomet kontroliuojamos sąlyginės EĮ dalies, kurios elementai turi įtakos tik vieno EĮ l_0 -inio ($l_0 = \overline{1, m_0}$) parametro reikšmėms, gedimų srauto parametą žymėsime Λ_{Kl_0} . Kontroliuojamos sąlyginės EĮ dalies, kurios elementai turi įtakos EĮ f -sios ($f = \overline{1, M_0}$) parametrų visumos reikšmėms, gedimų srauto parametą žymėsime Λ_{K1f} . Darysime prielaidą, kad galioja lygybė

$$\sum_{l_0=1}^{m_0} \Lambda_{Kl_0} + \sum_{f=1}^{M_0} \Lambda_{K1f} = \Lambda_K. \quad (22)$$

Tuomet tikimybei α galime gauti:

$$\begin{aligned} \alpha = \sum_{l_0=1}^{m_0} \frac{\Lambda_{Kl_0}}{\Lambda} \left[1 - P_{NA l_0} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq l_0}}^{m_0} (1 - P_{KAj}) \right] + \\ + \sum_{f=1}^{M_0} \frac{\Lambda_{K1f}}{\Lambda} \left[1 - \prod_{i \in A_f} P_{NAi} \prod_{j \in B_f} (1 - P_{KAj}) \right] + \end{aligned}$$

$$+ \sum_{i=1}^{m_0} \frac{\Lambda_{Vi}}{\Lambda} \left[1 - (1 - P_{KAi}) \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{m_0} (1 - P_{KAj}) \right] + \frac{\Lambda_N}{\Lambda} \left[1 - \prod_{j=1}^{m_0} (1 - P_{KAj}) \right], \quad (23)$$

čia A_f – numerių f – osios visumos EĮ parametų aibė; B_f – numerių EĮ parametų aibė, kuri yra lygi $B_f = A_0 \setminus A_f$, čia A_0 – aibė, kuri susideda iš šių elementų $A_0 = \{1, 2, \dots, m_0\}$; P_{NAi} – sąlyginė tikimybė priimti sprendimą „darbingas“ pagal i – ojo parametro kontrolės rezultatus tuo atveju, kada šio parametro reikšmės neatitinka reikalavimų; P_{KAi} , P_{KAI} – sąlyginė tikimybė priimti sprendimą „nedarbingas“ pagal i – ojo parametro kontrolės rezultatus tuo atveju, kada šio parametro reikšmės atitinka reikalavimus, o vidinės kontrolės įrenginys yra darbingas (P_{KAi}) arba turi antrosios grupės gedimą (P_{KAI}). Čia nurodytos tikimybės dar turi šiuos pavadinimus: P_{NAi} – „neaptikto“ gedimo tikimybė; P_{KAi} , P_{KAI} – „klaidingai aptikto“ gedimo tikimybės.

„Neaptikto“ ir „klaidingai aptikto“ gedimų tikimybių reikšmės apskaičiuojamos atsižvelgiant į kontroliuojamo parametro ir vidinės kontrolės įrenginio savybes. Nustatant šių tikimybių reikšmes tikslinga [1] įvertinti įtaką ir parametro kontrolių skaičiaus bei sprendimo, ar parametras atitinka reikalavimus, remiantis gautais kontrolės rezultatais, priėmimo taisyklių.

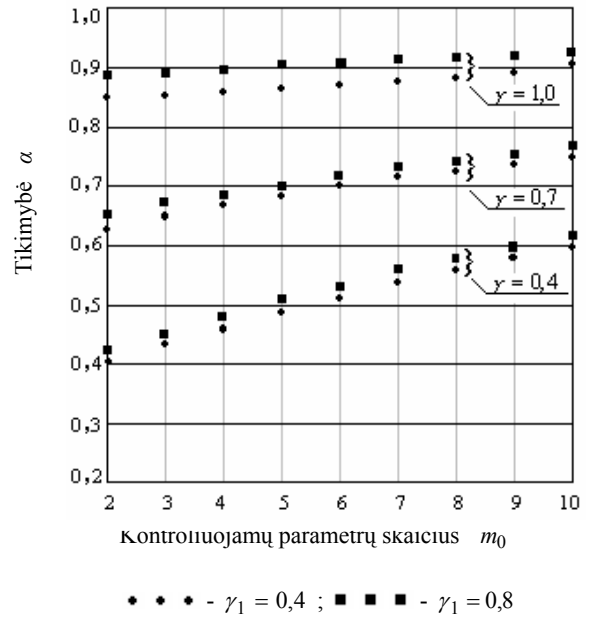
EĮ projektavimo pradžioje dažniausiai nėra išsamios informacijos apie kontroliuojamų parametų ir vidinės kontrolės įrenginio savybes [1]. Šioje projektavimo stadijoje atliekant tikimybės orientacinius apskaičiavimus galima tarti, kad $P_{NAi} = P_{NA}$, $P_{KAi} = P_{KA}$, $P_{KAI} = P_{KAI}$ ($i = \overline{1, m_0}$). Toliau analizuodami tarpusavyje susijusius kontroliuojamos EĮ sudedamosios dalies parametrus, imsime atvejį, kada $M_{l_0} \cap M_{l_1} \neq \emptyset$, $l_1 = l_0 \pm 1$ ($l_0 = \overline{2, (m_0 - 1)}$), čia M_{l_0}, M_{l_1} – elementų aibės, turinčios įtakos l_0 – inio ir l_1 – ojo kontroliuojamos EĮ dalies parametų reikšmėms. Tuomet iš (23) formulės gauname:

$$\alpha = \gamma(1-d) \left[1 - P_{NA}(1 - P_{KA})^{m_0-1} \right] + \gamma_1 \gamma(1-d) \left[P_{NA}(1 - P_{KA})^{m_0-1} - P_{NA}^2(1 - P_{KA})^{m_0-2} \right] + d \left[1 - (1 - P_{KAI})(1 - P_{KA})^{m_0-1} \right] + (1-\gamma)(1-d) \left[1 - (1 - P_{KA})^{m_0} \right], \quad (24)$$

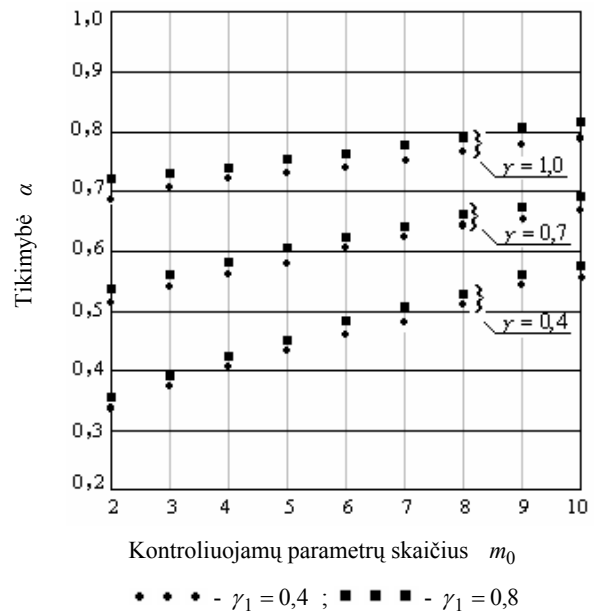
čia $\gamma = \Lambda_K / (\Lambda_K + \Lambda_N)$; $d = \Lambda_V / \Lambda$; $\gamma_1 = \Lambda_{K*} / \Lambda_K$; Λ_{K*} – suminis EĮ dalių, kurių elementai turi įtakos kelių kontroliuojamos EĮ dalies parametų reikšmėms, gedimų šrauto parametras, lygus

$$\Lambda_{K*} = \sum_{f=1}^{M_0} \Lambda_{K1f}. \quad (25)$$

EĮ nedarbingumo identifikavimo tikimybės α priklausomybė nuo kontroliuojamų parametų skaičiaus m_0 pateikta 1 ir 2 pav. Nagrinėjamas tarpusavyje susijusių vidinės kontrolės įrenginiais kontroliuojamos EĮ sąlyginės dalies parametų atvejis. Apskaičiavimai atlikti pagal (24), kai $P_{NA} = 0,1$; $P_{KA} = 0,05$; $P_{KAI} = 0,08$ bei $d = 0,1$ (1 pav.) ir $d = 0,3$ (2 pav.), esant įvairioms γ ($\gamma = 0,4$; $\gamma = 0,7$; $\gamma = 1,0$) ir γ_1 ($\gamma_1 = 0,4$; $\gamma_1 = 0,8$) reikšmėms.



1 pav. EĮ nedarbingumo identifikavimo tikimybės α priklausomybė nuo kontroliuojamų parametų skaičiaus m_0 , kai $P_{NA} = 0,1$; $P_{KA} = 0,05$; $P_{KAI} = 0,08$; $d = 0,1$



2 pav. EĮ nedarbingumo identifikavimo tikimybės α priklausomybė nuo kontroliuojamų parametų skaičiaus m_0 , kai $P_{NA} = 0,1$; $P_{KA} = 0,05$; $P_{KAI} = 0,08$; $d = 0,3$

1 ir 2 paveiksluose matyti, kad, didėjant kontroliuojamų parametrų skaičiui m_o , koeficientui $\gamma = \Lambda_K / (\Lambda_K + \Lambda_N)$ bei koeficientui $\gamma_1 = \Lambda_{K_*} / \Lambda_K$, EĮ nedarbingumo identifikavimo tikimybė α irgi didėja. Didėjant koeficiento $d = \Lambda_V / \Lambda$ reikšmėms, tikimybė α mažėja.

Išvados

1. Analizuojami EĮ, kuriuos eksploatacijos metu numatyta periodiškai tikrinti ir taip pat periodiškai vidiniais kontrolės įrenginiais atlikti darbingumo kontrolę. Parinktas rodiklis, apibūdinantis EĮ naudojimo efektyvumą. Rodiklis apskaičiuojamas pagal (3) ir (4), ir numato, kad efektyvumas, naudojant nagrinėjamos klasės EĮ, pasiekiamas tais atvejais, kada įtaisai yra darbingi ir tuo pačiu metu neatliekamas patikrinimas ar darbingumo kontrolė.

2. Parodyta, kad EĮ naudojimo efektyvumui apskaičiuoti turi būti rasta stacionariųjų tikimybių, jog EĮ yra darbingi ir naudojami pagal paskirtį, suma P_1 . Nurodyta tikimybių suma apskaičiuojama pagal (21).

Siūlomas metodas EĮ būsenų kaitai eksploatacijos metu aprašyti numato naudoti pusmarkovį atsitiktinį procesą, daroma prielaida, kad EĮ gedimų srautai yra paprasčiausi.

3. Atliktas EĮ nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybės, turinčios įtakos efektyvumo rodiklio reikšmėms, vertinimas. Nagrinėjamas tarpusavyje susijusių kontroliuojamos EĮ sąlyginės dalies parametrų atvejis, tikimybė apskaičiuojama pagal (23). EĮ projektavimo pradžioje orientaciniai nagrinėjamos tikimybės skaičiavimai atliekami pagal (24) formulę. Nesusijusių kontroliuojamos EĮ dalies parametrų atvejis analizuojamas [1].

Literatūra

1. **V. Stupak.** Pataisomųjų elektroninių įtaisų naudojimo efektyvumo vertinimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2001. – Nr. 6(35) – P. 73 - 76.
2. **Encyclopaedia of mathematics.** Volume 5. -Dordrecht.: Kluwer, 1995. – P. 92-93.

Pateikta spaudai 2003 06 10

V. Stupak. Vienos klasės elektroninių įtaisų naudojimo efektyvumo tyrimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2003. – Nr. 7(49) – P. 70-74.

Nagrinėjami elektroniniai įtaisai, kuriems laiko intervale tarp periodinių patikrinimų irgi periodiškai vidiniais kontrolės įrenginiais atliekama darbingumo kontrolė. Pasirinktas rodiklis, apibūdinantis įtaisų naudojimo efektyvumą. Rodiklis numato, kad efektyvumas naudojant analizuojamos klasės įtaisus pasiekiamas tais atvejais, kada jie yra darbingi ir gali būti naudojami pagal paskirtį. Efektyvumo vertinimo metodas elektroninių įtaisų būsenų kaitai eksploatacijos metu aprašyti numato naudoti pusmarkovį atsitiktinį procesą. Apskaičiuojant rodiklį, daroma prielaida, kad įtaisų gedimų srautai yra paprasčiausi. Siūlomas įtaisų nedarbingumo būsenos identifikavimo vidiniais kontrolės įrenginiais tikimybės vertinimo metodas. Nagrinėjamas atvejis, kada vidinių kontrolės įrenginių kontroliuojamoje įtaiso sudedamoje dalyje yra elementas arba grupė elementų, turinčių įtakos įtaiso kelių parametrų reikšmėms. Il. 2, bibl. 2 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

V. Stupak. The Research of Effective Usage of a Type of Electronic Device // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2003. – No. 7(49) – P. 70-74.

The electronic device which is under the serviceability state inspection of the built-in test equipment is being regarded in the time interval between the recurring checking. An index, characterizing the effectivity of using the device, has been chosen. The index proves that the effectivity of using the given type of the device is achieved in those cases when they are workable and can be used with a purpose. The evaluation method of effectivity for describing the change of states of the electronic device during a process of exploitation implies the usage of the semi-Markov stochastic process. Analyzing the index calculations, it is possible to accept that the ranges of the device's refuse are the simplest. The evaluation method of a probability to identify the unworkable device with a help of the installed control checking one is suggested. A case, when there is an element or a group of elements in the installed controlled compound part influencing the parameter of some of the device, is being regarded. Ill. 2, bibl. 2 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English and Russian).

В. Ступак. Исследование эффективности использования одного класса электронных устройств // Электроника и электротехника. - Каунас: Технология, 2003. - №. 7(49) – С. 70-74.

Рассматриваются электронные устройства, которые в интервале времени между периодическими проверками также периодически подвергаются контролю работоспособности с помощью средств встроенного контроля. Выбран показатель, характеризующий эффективность использования устройств. Показатель предусматривает, что эффективность от использования данного класса устройств достигается в тех случаях, когда они работоспособны и могут быть использованы по назначению. Метод оценки эффективности для описания смены состояний электронных устройств в процессе эксплуатации предусматривает использовать полумарковский случайный процесс. Проводя расчеты показателя делается допущение о том, что потоки отказов устройств являются простейшими. Предлагается метод оценки вероятности идентификации неработоспособного состояния устройств с помощью средств встроенного контроля. Рассматривается случай, когда в контролируемой с помощью средств встроенного контроля составной части имеется элемент или группа элементов, влияющих на значения нескольких параметров устройства. Ил. 2, библи. 2 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).