

PROGRAME DE MENTENANȚĂ ȘI MINIMIZAREA COSTULUI

ing. Nica Georgiana Mihaela; ing. Erbașu Andreea

Abstract: În această lucrare se propune o abordare a problemei programului de întreținere pe piețe competitive. Problema UMS (program de mentenanță unitară) este modelată ca un “joc” dinamic cu informații complete dar imperfecte. Jucătorii sunt companiile de maximizare a profitului. O metodologie de decizie e realizată pentru intervalul de întreținere în industrie, pentru a obține un program de mentenanță optim și pentru a reduce costul de întreținere. La Hydro – one s-a realizat studiul cu privire la evaluarea impactului activităților de întreținere a componentelor asupra siguranței sistemelor de livrare redundante către clienți. În ceea ce privește metoda de optimizare a valorii (VE) tehnice într-o centrală electrică pentru minimizarea costului de mentenanță, s-a propus un studiu VE ce va introduce câteva efecte și sugestii parțiale, care vor reduce considerabil costul O&M (organizare și mentenanță) în centrala electrică implicată.

Cuvinte cheie: program de mentenanță unitară, teoria jocului dinamic, program de mentenanță integrată, sistem de livrare, optimizarea valorii tehnice, mentenanță tehnică.

1. O abordare teoretică a unui “joc” pentru probleme de programare a mentenanței în piețe competitive de electricitate .

1.1 Introducere.

Sistemele energetice de operare și planificare sunt într-o continuă competiție cu puternice schimbări pe piață cum ar fi competiții și dereglări. Drept consecință, toate companiile privatizate de pe piețele competitive de electricitate sunt din ce în ce mai presate să realizeze operațiile și programele în așa fel încât să poată să-și maximizeze profiturile și mentenanța unităților generatoare existente nu e o excepție..

Programul de mentenanță a unităților generatoare e privit ca o problemă ce decide timpul de mentenanță a unităților generatoare individuale cu unele constrângeri într-un timp dat (1 an). Timpul de mentenanță a fiecărui generator, într-un monopol, a fost programat în scopul de a micșora costurile de întreținere sau de a mări încrederea indicată prin limita de rezervă, pierderea probabilității de încărcare și energia cerută neservită. Aceste programe de mentenanță a generatoarelor individuale au fost planificate și coordonate central prin unități monopolistice integrate vertical sub numele sau sub supravegherea unui corp regulator. Acest program de mentenanță pentru fiecare companie poate fi gândit ca o strategie bună pentru a ajuta compania să-și maximizeze profiturile. Acesta devine o decizie strategică hotărâtă astfel încât să maximizeze profiturile proprii. Astfel, problema programului de mentenanță într-un mediu competitiv se schimbă cu stabilizarea unui program de mentenanță care să maximizeze profiturile individuale și să varieze timpul pentru prețul marginal.

1.2. Formarea “jocului”

Pentru ca fiecare companie generatoare individuală să prezică valoarea deciziei sale de întreținere, atât utilizarea fiecărui generator bazat pe producerea energiei necesare cât și venitul din prețul marginal al unei piețe de energie ar trebui estimate. Aceste estimări pot fi făcute printr-o analiză a componentelor celorlalte companii competitive, deoarece atât utilizarea cât și venitul unei anumite companii sunt afectate de acțiunile altor companii dar și de propriile decizii.

Teoria “jocului” dinamic a fost adoptată pentru simularea componentelor strategice de maximizare a profitului din punct de vedere al problemei programului de mentenanță și prin această abordare se pot analiza rezultatele jocului pe o piață competitivă de electricitate. Deoarece teoria jocului se bazează pe modul în care fiecare ia decizii atunci când sunt conștienți că acțiunile lor îi afectează pe alții.

Structura "jocului" pentru problema mentenanței unitare pe piețe competitive de energie se bazează pe stabilirea unui program de mentenanță a unității sale generatoare cu scopul de a maximiza profiturile proprii, considerând altă strategie de companie pentru programul de mentenanță.

Se prezintă un joc UMS în care SMA-urile (piață de mărfuri cu licitație) sunt modelate ca un sub-joc al întregului joc UMS. Jocul UMS propus este astfel, un joc dinamic unde strategiile pentru timpul de mentenanță afectează venitul din SMA și în același timp, venitul din SMA afectează acele strategii originale din jocul UMS. Prin aceste iterații dinamice între UMS și SMA, companiile individuale pot determina programul optim de mentenanță pentru unitățile lor generatoare.

Este important să notăm faptul că jocul este parțial dinamic, ceea ce înseamnă că nu este un joc succesiv între jucători ci un joc dinamic între două piețe. Jocul UMS este non-cooperativ, cu informații complete, fiecare jucător știe strategia celuilalt dar nu li se permite să corespundă între ei. Ei sunt conștienți că deciziile lor afectează pe celălalt și țin cont de acest lucru când iau o decizie pentru programul lor de mentenanță. Totuși, orice fel de acorduri și implicații între jucători se presupune ca nu au loc.

Jocul UMS este corelat cu SMA într-o piață de energie și își furnizează unul altuia conexiune inversă la strategiile lor. Pentru simplificarea modelului SMA s-a propus ca fiecare companie să își asigure prețul de licitare și cantitatea de licitare pentru fiecare unitate generatoare pe piața SMA cu o capacitate de generare maximă și preț marginal pentru fiecare unitate generatoare. Aceste valori de licitare se presupun a fi cunoscute de toți jucătorii, deoarece UMS și SMA au fost definite drept jocuri de informații complete. Se presupune, de asemenea, că prețul pieței la fiecare oră e calculat prin prețul marginal de licitare al generatorului care întâlnește cererea prevăzută la acel timp. Apoi, jucătorii sunt forțați să caute să maximizeze venitul lor din varierea timpului pentru prețul de piață, prin alegerea programului optim de întreținere a unității generatoare pentru un orizont dat.

Jucătorii care participă la joc sunt companii privatizate dintr-un mediu de piață competitiv. Se presupune că sunt N jucători (companii) și compania i deține un nr. NG_i de unități generatoare și are o durată de întreținere constrânsă d_i^j . Simbolurile i și j sunt folosite pentru a reprezenta o companie individuală, respectiv o unitate generatoare individuală.

Se presupune, de asemenea, că orizontul jocului UMS este T . O valoare de 31 (o lună) sau 365 (un an) este propusă pentru T în problema reală. Companiile privatizate individual (N) ce dețin câteva unități generatoare își programează timpul de mentenanță al unităților generatoare în orizontul T , maximizându-și veniturile de pe piața energetică. Veniturile lor sunt afectate nu numai de strategiile proprii și ale jocului UMS dar și de rezultatele SMA din piețele energetice.

Informațiile jucătorilor sunt însumate astfel:

- N = nr. de companii
- NG_i = nr. de unități generatoare aparținând companiei i
- g_i^j = unitatea generatoare j pentru compania i
- T = orizontul programului de întreținere
- i, j = simbolurile pentru companii, respectiv pentru unitatea generatoare

Strategia fiecărei companii pentru jocul UMS poate fi descompusă în 2 sub-categorii distincte: o sub-strategie de întreținere și o sub-strategie de ofertă. În privința sub-strategie de întreținere, putem considera că la fiecare etapă, fiecare companie determină (analizează) dacă realizează întreținerea pentru, fiecare unitate a sa sau nu. Fie "C" și "NC" decizia de a realiza întreținerea, respectiv decizia de a nu realiza. Atunci strategia de mentenanță a unității generatoare j pentru compania i la etapa k se definește prin : $S_{i,j}^k \in S \in \{C, NC\}$. Această strategie este reprezentată de un vector coloană:

$\overline{S}_{i,j} = [\overline{S}_{i,j}^1, \overline{S}_{i,j}^2, \dots, \overline{S}_{i,j}^T]$ unde puterea t este transpoziția vectorului. În același fel putem descrie strategia de mentenanță pentru compania i la stadiul k drept un vector linie: $\overline{S}_i^k = [\overline{S}_{i,1}^k, \overline{S}_{i,2}^k, \dots, \overline{S}_{i,NG_i}^k]$. În consecință, strategia de întreținere completă pentru o companie i poate fi exprimată de un super vector: $\overline{S}_i = [\overline{S}_i^1, \overline{S}_i^2, \dots, \overline{S}_i^T] = [\overline{S}_{i,1}, \overline{S}_{i,2}, \dots, \overline{S}_{i,NG_i}]$.

Pentru o sub-strategie de ofertă folosim un vector \overline{O} . Din moment ce ne axăm în principal pe stabilirea unui program optim de întreținere iar reprezentarea sub-strategiei de ofertă depinde de designul specific al SMA, nu vom exprima sub-strategia de ofertă într-un mod mai explicit ci vom folosi vectorul general \overline{O} .

Plățile reprezintă asigurarea socială a jucătorilor la finalul jocului și reprezintă baza de la care fiecare jucător își alege strategia. Plățile conțin 2 componente diferite, una fiind venitul din varierea timpului pentru prețul marginal, cealaltă fiind suma a 2 costuri rezultate din UMS și SMA. Pentru a

calcula veniturile și costurile ar trebui determinat mai întâi prețul de piață și capacitatea de generare alocată pentru unitățile generatoare individuale la fiecare oră.

Prețul de piață la ora t (mcp_t) se dă în ecuația 1 iar capacitatea de generare alocată pentru g_i^j la ora t ($q_{i,j}^t$) se determină ca în ecuația 2. Veniturile unei companii din (R_i), costul unei companii din SMA (C1_i) și costul unei companii din UMS (C2_i) se dau în ecuațiile 3, 4, 5:

$$mcp_t = \max_{i \in N, j \in NG_i} \{p_i^j : q_{i,j}^t > 0\} \quad (1)$$

$$q_{i,j}^t = \begin{cases} q_i^j, g_i^j & \text{Este premiat dar nu este unitate marginală} \\ L^t - G^t, g_i^j & \text{Este premiat dar este unitate marginală} \\ 0, g_i^j & \text{Este descalificat} \end{cases} \quad (2)$$

$$R_i = \sum_{j=1}^{NG_i} \sum_{t=1}^T mcp_t \cdot q_{i,j}^t \quad (3)$$

$$C1_j = \sum_{j=1}^{NG_i} \sum_{t=1}^T [a_{i,j} + b_{i,j} \cdot q_{i,j}^t + c_{i,j} \cdot (q_{i,j}^t)^2] \quad (4)$$

$$C2_j = \sum_{j=1}^{NG_i} f_{i,j}(m_i^j) \quad (5)$$

unde: L_t - o cerință de vârf anticipată la ora t

G_t - suma capacității de generare alocată pentru unitățile generatoare nemarginale la ora t

$a_{i,j}, b_{i,j}, c_{i,j}$ - coeficienți de cost ai unității g_i^j

$f_i^j(m_i^j)$ - costul de întreținere legat de strategia m_i^j a unității generatoare g_i^j . Din

ecuațiile 1-5, plățile pentru companii i (π_i) rezultă în ecuația 6.

$$\pi = R_i - (C1_i + C2_i) = \sum_{j=1}^{NG_i} \left[\sum_{t=1}^T [mcp_t \cdot q_{i,j}^t - \{a_{i,j} + b_{i,j} \cdot q_{i,j}^t + c_{i,j} (q_{i,j}^t)^2\}] - f_{i,j}(m_i^j) \right] \quad (6)$$

1.3 Procedura de soluționare

Deoarece jocul UMS este parțial secvențial, tehnica de inducție în sens invers poate fi folosită pentru a găsi echilibrul perfect al unui sub-joc, vom încerca să rezolvăm întâi echilibrul SMA iar apoi echilibrul Nash al jocului UMS.

Într-un joc repetat convențional în care jocul cu un singur stadiu identic se repetă, ordinul acțiunilor în stadiul 2 e independent de ceea ce se întâmplă în primul stadiu, deoarece plata jocului cu un singur stadiu se aplică la toate sub-jocurile din stadiul 2 fără a se ține cont de ceea ce este în stadiul 1. Totuși, spre deosebire de jocul repetat convențional, optimul acțiunilor în stadiul 2 depinde de ceea ce se întâmplă în stadiul 1 în jocul UMS. Plata celui de-al doilea sub-joc depinde de stările datorate deciziilor luate de toți jucătorii în jocul principal precedent.

2. Metodologie pentru intervalul de mentenanță a echipamentelor.

2.1 Introducere

Metodele convenționale de programare a mentenanței, cum ar fi programul de mentenanță la intervale fixe, programul de mentenanță a siguranței centrate și altele, se bazează pe cantitatea de date actuale despre eșec sau experiență a operatorilor.

De vreme ce costul de mentenanță este foarte ridicat, industria modernă cere reducerea urgentă a timpului de mentenanță, în timp ce pentru a păstra siguranța întreținerii se cere dezvoltarea unei strategii de mentenanță adecvată.

Metoda propusă nu numai că poate realiza programul de mentenanță a elementelor electrice din stațiile de energie termică japoneze, dar poate fi folosită pentru echipamente din alte domenii.

2.2 Metoda.

A. *Calculul ratei de reparație-înlocuire a elementului.* În sistemul actual, mentenanță se referă la procesul de operare de examinare. Datele actuale obținute pentru fiecare piesă a echipamentului se compun din intervalul de examinare, intervalul de reparație-înlocuire și intervalul de eșec. Aceste intervale pot fi transformate în timpi folosiți pentru metoda propusă.

Calculul ratei de reparație-înlocuire a elementului se poate împărți în 2 etape: primul pas este definirea factorilor relativi și a conceptului de decizie a intervalului de întreținere. Se definesc 3 factori: X- sisteme, Y-elemente, Z-tipuri de intervale de mentenanță medii. Dacă $K < K^1$ atunci intervalul de mentenanță mediu este de tip $Z_k = Z_k^1$.

Având tipul de examinare N și de reparație-înlocuire N^m , rata de reparație-înlocuire $\lambda(X_i)$ pentru sistemul X de ordin i se calculează cu formula: $\lambda^m(X_i) = \frac{N^m(X_i)}{N(X_i)}$.

Sarcinile $W_m^{(s)}(X_i)$ ale ratelor de reparație-înlocuire pentru sistemul de ordin S sunt egale cu:

$$W_m^{(s)}(X_i) = \frac{\lambda^m(X_s)}{\lambda^m(X_i)}$$

Intervalul standard de întreținere $M_s(X_i)$ se calculează cu: $M_s(X_i) = M_A(X_i) \cdot W_m^{(s)}(X_i)$

Unde $M_A(X_i)$ este intervalul de întreținere mediu pentru sistemul de ordin i.

În al doilea pas se calculează rata de reparație-înlocuire a elementului folosind metoda reducerii dimensionale, care poate condensa datele de la spațiul de distribuție multi-dimensional la spațiul de distribuție unidimensional prin normalizarea datelor într-un nivel de bază pentru fiecare factor. Datele echivalente se vor distribui pentru spațiul unidimensional.

Rata de reparație-înlocuire aproximată $\lambda(X_i, Y_j, Z_k)$ pentru elementul j având tipul de interval de mentenanță mediu în sistemul i, se poate calcula cu:

$$\lambda(X_i, Y_j, Z_k) = \frac{\lambda(Y_j, Z_k)}{W_m^{(s)}(X_i)}$$

B. *Aproximarea siguranței elementului.* Pentru a putea exprima siguranța elementului se folosește rata de reparație-înlocuire pentru a reprezenta siguranța echivalentă a elementului j cu tipul de interval de întreținere mediu k și sistemul i cu formula: $r_{i,j,k} = 1 - \lambda(X_i, Y_j, Z_k)$.

C. *Decizia intervalului de întreținere prin abordare.* Abordarea descreșterii timpului total de întreținere se face prin micșorarea intervalelor de întreținere medii, ar trebui ordonate înainte de procesul de decizie.

C1. Procesul de ordonare. Siguranțele elementelor approximate pentru fiecare tip de interval de întreținere vor fi ordonate în funcție de diferența (de siguranță a elementului) între tipurile de intervale de întreținere medii vecine.

$$\Delta r_{i,j,k} = r_{i,j,k} - r_{i,j,k+1}$$

Dacă fiecare element are tipuri de intervale de întreținere medii N_z și siguranța fiecărui tip de interval a fost obținută pe baza procesului prezentat la punctele A și B, atunci există N-1 diferențe de siguranță pentru fiecare element. După procesul de ordonare, aceste diferențe cu tipuri de intervale de întreținere medii sunt listate de la cel mai mic la cel mai mare.

C2. Procesul de decizie- depinde de diferențele de siguranțe approximate între tipurile de intervale de întreținere medii, vecine, calculate prin ratele de reparație-înlocuire.

Siguranța elementului medie r_i^e și timpii de întreținere ϕ ; pentru sistemul i se calculează cu:

$$r_i^e = \sqrt[N_i]{\prod_{j=1}^{N_i} r_{i,j}} \quad \phi_i = \prod_{j=1}^{N_i} \phi_{i,j}$$

unde: $r_{i,j,k}, \phi_{i,j,k}, N_i$ reprezintă siguranța elementului, timpii de mentenanță și numărul de elemente din sistemul i.

Procesul de decizie va intra întâi în nodul de jos (elementul) va fi selectat de la sfârșitul listei ordonate iar tipul de interval mediu va fi $Z_k \rightarrow Z_{k+1}$.

Siguranța elementului mediu r_i^e și timpul de mentenanță vor fi calculate cu formulele de mai sus. Dacă se urmărește siguranța elementului medie, procesul de decizie se mută în nodul de sus. Elementul va fi selectat din topul listei ordonate iar tipul de interval de mentenanță mediu va fi $Z_k \rightarrow Z_{k+1}$; timpul de întreținere va scădea. După calcularea siguranței elementului medie r_i^e și a timpului de întreținere ϕ ; și după compararea opușilor celor 2 sub-noduri, pentru a vedea dacă s-au luat în considerare toate elementele, siguranța medie revizuită și siguranța medie r_i^e atunci nodul de sus va continua să lucreze.

Soluția elementelor în cele 2 noduri e descrisă de relația următoare:

$$Z_k = \{Z_{k+1}, a_{i,j,k} \ni I \\ = Z_{k-1}, a_{i,j,k} \ni D$$

unde: I – setul de elemente cu tipul de interval de mentenanță mediu ridicat

D – setul de elemente cu tipul de interval de mentenanță mediu scăzut

Z_k, Z_k^* - tipul de interval de mentenanță mediu curent, respectiv tipul de interval de

mentenanță nou selectat

Procesul de decizie va fi oprit când toate elementele din sistem au fost luate în calcul. Deoarece doar câteva elemente sunt selectate de la sfârșitul listei și majoritatea de sus, timpii de mentenanță ai sistemului pot fi reduși prin diferența dintre numărul de scădere și numărul de mărire a timpilor de mentenanță.

D. *Evaluarea.* Pentru a evalua metoda propusă, variația elementului de siguranță mediu I_j și timpurile de mentenanță d_j pentru sistemul I sunt calculate cu relațiile următoare:

$$\begin{cases} e_i = (\overline{r_i^e} - r_i^e) / r_i^e & i = 1, \dots, N_x \\ d_i = (\overline{\phi_i} - \phi_i) / \phi_i & i = 1, \dots, N_y \end{cases}$$

unde. N_x - numărul sistemului.

3. Studiul de practicabilitate a reducerii costului de mentenanță în sisteme redundante de livrare la clienți

3.1 Introducere

Activitățile preventive ale mentenanței sunt conduse prin diferite componente ale sistemului de transmisie pentru a păstra performanța în standardele acceptabile și pentru a le menține timpul de viață mediu. Atât activitățile preventive cât și cele corective costa bani și furnizorii de transmisie trebuie să se straduie mult pentru a descoperii o balanță corectă între costurile acestor 2 activități.

În ultimii ani multe utilități și-au schimbat programele de mentenanță cu interval fix, cu programe mai flexibile bazate pe analiza nevoilor și priorităților sau pe studiul informațiilor obținute prin monitorizarea condițiilor periodice sau continue. Aceste programe includ abordarea mentenanței sigure centrate și alte forme de optimizare a mentenanței preventive. În zilele noastre companiile de transmisie cheltuie milioane de dolari anual pentru programele de mentenanță preventivă. Aceste programe cuprind un număr de activități de mentenanță care sunt realizate la intervale regulate pentru tot echipamentul din stadiile de transmisie. Diferite standarde de mentenanță au fost dezvoltate pentru echipamentul sistemelor energetice folosind abordarea RCM. Aceasta cuprinde mentenanța întărită, standard și optimă. Aceste cicluri de mentenanță asociate cu standardele de mentenanță ar putea fi sau nu aceleași, în funcție de tipul de echipament. Unul din domeniile de reducere costului de mentenanță se poate face, este sistemul de livrare către clienții cu un exces de ofertă.

3.2. Descrierea sistemului de livrare către clienți - Hydro-one

Sistemele de livrare către clienți se definesc ca aprovizionarea componentelor sistemului mare de electricitate care livrează energie de la sistemul de transmisie către municipalități, clienți industriali și sistem de distribuție. Sistemul de livrare redundat a fost adoptat de Hydro-one drept un proiect de baza pentru sarcinile de aprovizionare în intervalul 100-200MW. Sistemul are 2 linii de aprovizionare, 2 transformatoare de putere, 2 bare de tensiune mica, 2 întreruptoare de tensiune mică și cam 12 întreruptoare afluențe.

Majoritatea sistemelor de livrare către clienții Hydro-one sunt proiectate cu 2 circuite de aprovizionare în așa fel încât dacă un circuit se pierde celălalt va aproviziona întreaga stație fără a avea loc vreă întrerupere a livrării.

3.3. Evaluarea rezistenței sistemelor de livrare redudante către clienți

Rezistența unui astfel de sistem depinde de rezistența componentelor de bază și de inter-relațiile dintre ele. Indicii cei mai folosiți sunt frecvența și durata întreruperilor de aprovizionare către punctul de livrare (produsul acestor doi indici dă un al treilea indice numit nedisponibilitatea punctului de livrare). Criteriul folosit pentru evaluarea rezistenței unei stații se bazează pe pierderea continuității de aprovizionare către punctul de livrare. Această pierdere de aprovizionare se poate datora variatelor opriri care au loc în sistemul de livrare.

Pot fi folosite câteva metode probabilistice pentru evaluarea rezistenței sistemelor de livrare către clienți. Un număr de programe computerizate accesibile pentru evaluarea rezistenței sistemelor de livrare au fost evaluate pentru a putea fi folosite în analiza impactului asupra rezistenței punctului de livrare prin opriri forțate sau programate ale componentelor cheie. S-a observat că nici unul din aceste programe nu e destul de flexibil pentru a manipula toate cererile funcționare ale problemei studiate. A fost evaluat programul computerizat AREP (program de evaluare a rezistenței de suprafață) și e considerat drept cel mai important instrument pentru acest studiu. El folosește metodologia reducerilor minime care se potrivește cel mai bine pentru această problemă.

Cu ajutorul AREP, evaluarea rezistenței stației implică următorii pași:

- Stabilește indicii de rezistență ale componentelor critice din sistemul de livrare, cum ar fi: linii, transformatoare, etc. . Acest lucru include ratele și timpii de reparație, ratele întreținerii planificate și preventive, timpul de învechire pentru toate componentele critice din sistem.
- Stabilește timpul de schimbare (timpul de izolare a elementului stricat și timpul de repunere în lucru a celor bune) pentru fiecare din componentele de la pasul 1.
- Pornește programul AREP pentru a calcula frecvența și durata tuturor tipurilor de întrerupere ale aprovizionării punctului de livrare. Acesta include întreruperi de moment (treacătoare), întreruperi de comutare (temporare) și întreruperi de susținere (permanente).

3.4. Evaluarea impactului activităților de menenanță redusă asupra rezistenței sistemului

Procesul de evaluare a rezistenței implică următorii pași:

- Selectarea indicilor rezistenței punctului de livrare pentru a fi calculați
- Definirea datelor de rezistență a componentelor spre a fi folosite în studiu. Acest pas include date învechite forțate și programate pentru toate componentele principale.
- Pornește AREP folosind datele definite la pasul 2 și date standard de întreținere preventivă obținute din Hydro-one PMO (optimizarea întreținerii preventive) pentru toate componentele principale ale sistemului. Aceste date include rate de învechire a întreținerii și timpul de învechire ale întreținerii pentru toate componentele principale.

Stabilirea rangului de schimbare, rezonabil în ratele de distrugere a componente cheie, asociat cu extinderea intervalului de întreținere. Informațiile pentru rangul de schimbare au fost obținute din următoarele surse:

- Surse interne de informare legate de vechile interviuri PMO cu experții în mentenanță
 - Informații interne obținute din ateliere noi cu experții în mentenanță
 - Date din alte domenii care si-au extins intervalele de mentenanță pentru echipamente similare
- Reponirea programului AREP se face folosind intervalul de date din pasul precedent. Aceasta include scenarii de pomire asociate cu simularea politicii de mentenanță schimbată pentru una din traiectoriile redudante .

Stabilirea schimbării relative a rezistenței punctului de livrare datorată unei schimbări a politicii de mentenanță.

Verificarea schimbării relative a indicelui de siguranță pentru a vedea dacă se încadrează în banda de toleranță a riscului definită pentru performanța punctului de livrare. Dacă se încadrează în toleranța de risc, se acceptă schimbările pentru extinderea ciclului de mentenanță.

4. Optimizarea valorii (VE) tehnice pentru minimizarea costului

4.1. Introducere

Montazer Chaem este o centrală electrică din Iran ce include următoarele unități (elemente):

- 4x155MW elemente ale turbinei cu abur , care sunt instalate pentru aproximativ 27 ani;
- 6x113MW elemente ale turbinei cu gaz, care sunt instalate pentru aproximativ 8 ani
- 3x107MW elemente ale turbinei cu abur, în raport cu secțiunea combinării ciclice.

La elementele noi, datorită folosirii DCS, greșelile omenești ar trebui reduse fundamental și, prin urmare , ar trebui realizat un cost O&M redus, dar neașteptat, acest cost este mare. În altă ordine de idei, descrierea nu perfecționarea investigațiilor, cum ar fi: studiile statistice au nevoie de dezvoltarea problemelor de cost O&M ridicat pentru cazul studiat. Mai mult, aceste elemente ale combinării ciclului folosesc indirect sistemul de răcire (tiraaj natural) cu condensator termic prin injecție. Sunt câteva cazuri practice pentru acest tip de centrale nu doar pentru Iran dar, de asemenea, în toată lumea.

Se consideră că 11 elemente similare sunt în dezvoltarea programului de utilizare iranian, credem că studiul tehnico-financiar al acestor elemente este o necesitate pentru a atinge următoarele:

- analiza a câtorva indici importanți tehnico-financiar, cum ar fi, disponibilitatea sau durata de viață a costului unui ciclu, care sunt cei mai buni indici pentru luarea unei decizii în dezvoltarea politicii elementelor produse. Evaluarea acestor parametri nu va clarifica doar defectele sistemului, dar, de asemenea, dau un spațiu corespunzător pentru dezbateri (aplicații în faza de speculație a VE)
- aflarea soluțiilor corecte pentru creșterea productivității O&M și îmbunătățirea performanței sistemului existent hardware.

4.2. Definiție și abordare. La început de toate, ar trebui prezentată o definiție sistematică pentru o centrală electrică. Un sistem, cum ar fi o centrală electrică, poate fi definit ca: o integrare a componentelor, care sunt create, construite și combinate pentru a obține o țintă identificată. Toate componentele unui sistem pot fi împărțite în 2 părți principale:

- prima misiune a echipamentelor: care sunt, aproape implicate în îndeplinirea unui scop principal sau misiunea unui sistem
- suport logistic: includerea echipamentului de testare, instrumente de mentenanță, piese de schimb, manuale O&M și instrucțiuni, echipe tehnice, etc.
Corectarea suportului logistic are următoarele subsisteme:
- mentenanța tehnologiei: adunarea datei tehnice, definirea politicii de mentenanță, proiectarea structurii logistice ale sistemului suport și legăturile dintre subsistem sunt funcții principale ale mentenanței tehnologiei.
- Echipe tehnice de execuție: acestea execută activitatea de mentenanță
- Stocul pieselor de schimb: ordonarea, stocarea și subordonarea pieselor de schimb la alte discipline sunt funcții ale acestei secțiuni, care vor face baza politicii de mentenanță tehnică.

4.4. Probleme Software. Pentru ca să se îmbunătățească performanța echipei suport logistic, ar fi corect definit software-ul (poliță) echipei. Acest software include programe și metode definite astfel:

- Procedura mentenanței predictive
- Întreținerea neplanificată și de urgență
- Reguli și datoria personalului și echipele.
Acest software de optimizare are următoarele avantaje:
- Minimizarea nivelului de pierderi
- Un nivel înalt al productivității personalului
- Un nivel minimizat al defectului de calitate și etc.

Toate avantajele de mai sus ar putea fi rezumate ca “un cost de mentenanță scăzut”.Metoda de optimizare propusă este VE, care poate fi implementată în felul următor:

A. Selectarea echipei. Acesta este un element cheie la succesul oricărui studiu VE. Ar trebui considerați 2 factori:

- Problema sau oportunitatea
- Selectarea oamenilor (echipei participante) care arată că talentul și experiența vor fi compatibile cu rezultatele așteptate

B. Scopurile. Echipa poate selecta următoarele scopuri:

- de definire a rolurilor și responsabilităților personalului în echipamentul de mentenanță
- de dezvoltare a unui plan de implementare pentru soluțiile recomandate.

C. Adunarea informației. Sunt dezvoltate o serie de întrebări pentru adunarea informației, suplimentar pentru obținerea de la descrierile poziției. Aceeași informație specifică, care trebuie să fie cerută, este:

- lista tuturor obligațiilor pe care la consideri că sunt responsabilitățile tale de performanță
- lista tuturor obligațiilor pe care la consideri o parte din responsabilitatea ta pentru performanță nu sunt incluse în poziția ta
- ce obligații sunt de performanță ca parte a responsabilităților tale printre care tu simți că nu ar trebui să fi responsabil?
- Ce obligații nu sunt de performanță și care ai vrea sau ar trebui să facă parte din responsabilitățile tale?

D. Diagrama funcțională. Este momentul să desenăm diagrama funcțională. Cum este greu de realizat diagrama funcțională managementului – un sistem de mentenanță, așa că este sugerată realizarea unei diagrame funcționale individuale pentru fiecare dintre următoarele întrebări. Atunci va fi o combinație completă a diagramei funcționale. Aceste întrebări sunt:

- Cum este realizată o mentenanță de mijloc, mentenanța echipamentului?
- Cum pregătim planul?
- Cum realizăm verificările și reparațiile majore?
- Cum modificăm echipamentul?

Rezultatul diagramei funcționale va fi testat pentru intuiție logică și dependența funcțională, întrebând cum și apoi de ce. Diagramă reprezintă necesarul funcționării, care este esențial la mentenanța echipamentului. Datorită acestei diagrame și a informației obținute din faza de adunare a informației, ar fi posibilă revizia și redefinirea structurii managementului de mentenanță. Dar în primul rând se cere să se afle defectele. Aceasta va fi făcută prin metoda SA (analiza sensibilă).

E. Analiza sensibilă – este una din tehnicile care, dă dimensiunile la funcțiile diagramei considerând criteriul de evaluare (cost, timp, responsabilitate, decizii, etc.) și indică funcțiile de sensibilitate în criteriul unei valori selectate. Pentru a evalua diagrama funcțiilor propunem folosirea unei tehnici Sa intensificate. Această tehnică va fi aplicată la diagrama funcțională pe cale critică și noncritică, pentru a furniza o definiție mai adâncă a determinării responsabilității.

Pentru procedura acesti structuri (matrici) primul pas este acela de a defini matricea A, în care elementul aij este proporția unității j participată în activitatea de funcționare i.

Presupunem că suportul sistemului logistic conține n unități și m funcții, prin urmare matricea A este o matrice nxm. Unitățile sunt extrase din graficul trasat al sistemului extins.

Se definește matricea B, ce este exact la fel ca matricea A, dar , elementul bij introduce legături oportune între fiecare unitate și sunt relevante responsabilitățile unde se introduce legătura extinsă între acestea două. Presupunem matricele C și D.

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{b_{ij}} \quad \text{și} \quad d_{ij} = |c_{ij} - 1|$$

Vectorul E poate fi determinat prin metodele MCDM. Matricea F este definită cu ecuația următoare:

$$f_j = \sum_{i=1}^n e_i \cdot d_{ij} = \begin{cases} \text{Deviația totală de la} \\ \text{datoria așteptată pentru unitate j} \end{cases}$$

fj este un parametru de normalitate. fj trebuie să exprime o cantitate mică și se consideră că este aproximativ egal cu zero.

Dacă pentru același j specificat, fj avea o cantitate mare (mai mult de 0.1), putea fi considerat ca un defect. Cu alte cuvinte, un fj > 0.1 înseamnă deviația datoriei așteptate pentru unitatea j este mai mult decât o cantitate desirabilă.

4.5. Probleme Hardware Pentru ca să se optimizeze performanța, aceste comportamente trebuie definite. În pasul următor, trebuie găsite alte alternative, atunci este necesară o evoluție completă pentru a permite o selecție rezonabilă.

A. Cale de acces. Când fazele primare ale VE s-au montat suntem la starea funcționare – diagramă - grafic (desen tehnic) .

Pentru o centrală electrică folosim un model ierarhic obiect – orientare. Întrebarea principală pentru realizarea acestuia este: “cum ar putea fi generată energie electrică?”

Când diagrama funcțională s-a terminat, trebuie calculată valoarea pentru fiecare funcție. Scopul căii de acces este de a folosi ecuația următoare:

Valoare=(importanță)/(durata de viață a costului unui ciclu)

Importanța fiecărei funcții este o cantitate normală, care va fi derivată cu metoda MCDM. Durata de viață a costului unui ciclu (LCC) este un index bine cunoscut în evoluția sistemelor, parametrilor, care ar trebui să fie considerați în calculul LCC, diferiți de la un sistem la altul. Pentru acest motiv, se va descrie o metodă de calcul LCC.

B. Extragerea importanței funcțiilor. Una din metodele MCDM cele mai folosite este SAW. Prin intermediul acestei metode a putu fi proiectat un număr de chestionare pentru a afla importanța fiecărei funcții. Aceste chestionare vor da aceiași indici și indică criteii pentru a afla persoanele. Aceste persoane trebuie să aibă destulă îndemânare și experiență în O&M a centralelor electrice.

C. Durata de viață a costului unui ciclu.

LCC-ul fiecărei funcții poate fi calculat prin formula :

$$LCC = LCA + LCS + LCU + LCD$$

Unde: LCA – strângerea costului

LCS – durata de viață a costului suport

$$LCU\text{-durata de viață a costului indisponibil} = \sum_j \lambda_j Top / 8760 [CF_j + CL_j Td_j + CR_j MTTR_j]$$

$MTTR_j$ - timpul mediu de reparare pentru modul j avaria h

Td_j - reducerea timpului mediu la modul j avaria h

CL_j - pierderea și compensarea costurilor pe oră

λ_j - reducerea ratei de avarie pentru modul j avaria (1/a)

CR_j - repararea costului pe ora j avaria h

LCD- utilizarea costului

Anumiți parametri folosiți în această formulă pot fi obținuți prin intermediul studiului statistic, și alții ar fi obținuți din utilizarea datelor tehnico-financiare.

D. Valoarea calculată. Când s-a constituit importanța calculelor LCC, împart importanța fiecărei funcții la acestea, LCC va da valoarea funcției. Dacă nu erau considerate diferențele dintre valori, toate subsistemele sunt defectuoase.

E. Următorii pași. Subsistemele defectuoase trebuie să fie revizuite. Pentru acest scop diagrama funcțională a fiecărui sistem va fi desenată și va fi implementată pentru aceasta un studiu complet VE.

Metoda trasării diagramei funcționale și de asemenea evoluția metodei depinde de subsistemele și modul și numărul relevant al funcțiilor pentru o centrală electrică influențează evoluția metodei.

Formula de evoluție a LCC poate fi simplificată. Unii parametri pot fi ignorați și alții ar putea fi estimați cu un sort statistic și cu metode comparative.

5. Concluzii

- Problema programării unității de mentenanță pe piețe de energie competitive se transformă într-un joc dinamic ne-cooperativ cu informații complete dar imperfecte. Prin această formulare putem considera explicit iterațiile programelor de mentenanță unitară ale companiilor pe piață. Soluția acestui joc este dată de echilibrul Nash și obținută prin metoda inductivă inversă bazată pe conceptul de echilibrul al subjocului perfect.
- Bazându-se pe rata de reparație-înlocuire a elementelor, decizia intervalului de mentenanță a echipamentelor prin ordonare poate fi realizată odată cu reducerea costului de mentenanță și păstrarea asigurării elementului. Deoarece datele actuale de examinare, reparație și înlocuire sunt destule în comparație cu datele despre eșec, programul de mentenanță poate fi considerat clar și de încredere.
- Rezultatele studiilor făcute pentru un sistem generic și pentru un sistem specific au demonstrat că ciclurile de mentenanță mărite pentru transferul de putere și întreruptoarele din circuit, într-un an nu au un impact semnificativ asupra siguranței punctului de livrare.
- Considerând succesul metodei de optimizare a valorii tehnice într-o centrală pentru minimizarea costului de mentenanță în alte aplicații și în ceea ce privește explicația dată în această lucrare, credem că un studiu VE va introduce câteva efecte și sugestii parțiale, care pot reduce considerabil costul O&Min centrala electrică implicată.

6. Bibliografie.

- C.C.Fong, T.Y.Wong, R.K.Guta, J.N.Harris and A.Kotopoulis – “Reliability evolution of Delivery Point Performance – A Comprehensive Model and Computer Program” 12th. International Reliability Availability Maintainability Conference for Electric Power Industry, Baltimore, April 9.12.1985
- G. J. Anders, L.Wang and J.Finch – “Canadian Electrical Association Project on Reliability Evaluation of Station Bus Configurations –Review of Methods and computers Programs”, CIGRE Session 1996
- IEEE/PES Task Force on Impact of Maintenance Strategy on Reliability, Risk and Probability Applications Subcommittee – “The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on reliability”, IEEE Transaction on Power Systems, vol. 16, no. 4, November, 2001