

UOT 621.313.333

ELEKTRİK SİSTEMLƏRİNDƏ YÜKLƏRİN QEYRİ-XƏTTİ ŞƏRAİTİN NƏZƏRƏ ALARAQ MÖVCUD PROBLEMLƏRİN KOMPLEKS HƏLLİNDƏ DR-NİN OPTİMAL YERLƏŞDİRMƏSİ

SHADMESGARAN M.R.

*Azərbaycan MEA Fizika İnstitutu & Şərq Azərbaycan Məntəqəsinin
Telekommunikasiyası, Təbriz, İRAN
shadmegar@yaho.com*

Müasir dövrdə elektrik enerjisinin tələbatı daima artmaqdadır. Generasiya və ötürücü şəbəkələrin sektorlarında aparılan inkişaf, elektrik enerjisinin sürətlə artan tələbatına cavabdeh olmadan, yüklərin pik saatlarında, tam sönmələrin başverməsi hələdə görünür. Beləliklə DR proqramlarının (tələbatın idarə olunmasının) zərurəti sübutə yetişişmişdir. Bu məqalədə quraşdırılan optimallaşdırma proseslərində neçə məqsədli funksiyalardan istifadə etməklə elektrik sistemlərində müxtəlif problemlərin kompleks həlli üçün yeni yollar təqdim olunubdur. Zikr olunan optimallaşdırma prosesləri TLBO və Genetik alqoritmlərində istifadə etməklə ayrı-ayrı yerinə yetirilib. İki alqoritmdən əldə edilən cavablar müqayisə olunaraq, sistemin operatoruna daha önəmli seçimlərə imkan yaradılıbdır. İsa optimallaşdırma prosesləri sistemin normal və zərurət şəraitində və yüklərin qəti və qeyri-qəti şəraitini nəzərə alaraq yenidən yerinə yetirilibdir. Simulyasiyalar 30 düyünlü IEEE standart şəbəkəsinin üzərində Matlab və PSAT proqramlarından istifadə etməklə tətbiq olunubdur.

Açar sözləri: DR, tələbatın idarə olunması, statik gərginlik stabilliyi, güc itkiləri, genetik alqoritm, TLBO, öyrətmə və öyrənməyə əsaslanan optimallaşdırma.

GİRİŞ:

Son illərdə bütün sahələrdə elektrik təchizatın şəbəkəyə qoşulması səbəbində, tabi olaraq elektrik enerjisinin tələbatı və yüklərin zirvəsi daima artmaqdadır. İnkişaf sektorunda həyata keçirilən layihələr, sürətlə artan tələbatla cavabdeh olmadan, elektrik şəbəkələrinin fəvqəladə vəziyyətində sürətlə reaksiya göstərən elektrik enerji mənbələrinin həyata keçirilmələrinin əhəmiyyəti hər zamandan artıq hiss olunur. Bu nöqtə nəzərdən, istehlak tərəfinin müdiriyyətini və DR proqramlarını bir əlverişli enerji mənbəsi kimi nəzərə alaraq, onların diqqətlə araşdırmaları daha önəm kəsb etmişdir. Enerji sektorunda dəyişikliklərin həyata keçirilmələri və elektrik enerjisinin rəqabəti satış bazarlarının yaranması nəticələrində, ənənəvi güc sistemi parçalanıb və onu təşkil edən hissələr, sərbəst aktyorlar şəkilində müxtəlif və bəzən təzadlı obyektlərlə meydana çıxmışlar. Bazarı idarə edən amillər tezliklə düşündülər ki, bazarın problemlərinin həll olunması, abonentlərin ciddi şəkildə bazarda iştirak etməməklə həyata keçirilməsi mümkün ola bilməz [1]. Bu səbəbdən istehlakı müdiriyyət edən proqramlardan, bazarın tələbatına uyğun gələn şəkildə yeni yollar tapmağa fikir olunmuşdur. Burada bazarın təbiəti hifz olaraq, iştirakçıların ciddi şəkildə bazarda aktiv olmaları nəzərə alınmışdır. Bu yanaşmalar DR (tələbatın idarə olunması) proqramları adilə zühur etmişlər.

1. DR proqramının modelləşdirməsi

a. Zaman yönümlü DR proqramının modeli

[2] ədəbiyyatında başqa modellər təqdim olunmuşdur. İsa bu modellərdə pik və orta saatlarda istehlak olunan enerjinin miqdarının, elektrikin qiymətinə və havanın istiliyinə asılılığı göstərilmişdir. (1) və (2) tənlikləri bu modelləri izah edir.

$$\ln \left[\frac{Q_p}{Q_{op}} \right] = \alpha + \sigma \ln \left[\frac{P_p}{P_{op}} \right] + \delta(CDH_p - CDH_{op}) + \sum_{i=1}^N \theta_i D_i + \varepsilon \quad (1)$$

$$\ln(Q_d) = \alpha + \eta_d \ln(P_d) + \delta(CDH_d) + \sum_{i=1}^N \theta_i D_i + \varepsilon \quad (2)$$

Q_p : yükün pikində hər saatda istehsal olan enerjinin orta qiyməti

Q_{op} : yükün orta vəziyyətində hər saatda istehsal olan enerjinin orta qiyməti

P_p : yükün pikində enerjinin orta qiyməti (Dollar)

P_{op} : yükün orta vəziyyətində enerjinin orta qiyməti (Dollar)

σ : Yükün pik və orta vəziyyətlərində enerji istehsalının yerini dəyişmə elastikliyi

CDH_p : Yükün pik vəziyyətlərində hər saatda havanın sərinlik müddəti

CDH_{op} : Yükün orta vəziyyətlərində hər saatda havanın sərinlik müddəti

δ : havanın həssaslıq göstəricisi

θ_i : i -ci abonent üçün sabit təsirlilik əmsalı

D_i : binar(ikilik) dəyişən, 1 i -ci abonent üçün və 0 digər abonentlər üçün

ε : təsadüfi səhv

Q_d : hər saatda gündəlik istehlak olan enerjinin orta miqdarı

P_d : gündəlik orta qiymət

CDH_d : gündüz, hər saatda havanın sərinlik müddəti

η_d : yükün qiymətə görə həssaslığı

α : istehlakın sabit miqdarı

b. Stimul yönümlü DR proqramlarının modeli

Tək dövrlü və neçə dövrlü ixtiyari stimul yönümlü DR proqramlarının modelləri (3) və (4) tənliklərində verilmişdir. Bu tənliklərdə A , sistemin müstəqil operator tərəfindən verilən stimulun miqdarıdır[3].

$$d(i) = d_0(i) \left\{ 1 + \frac{E(i)[\rho(i) - \rho_0(i) + A(i)]}{\rho_0(i)} \right\} \quad (3)$$

$$d(i) = d_0(i) \left\{ 1 + \sum_{j=1}^{24} \frac{E(i,j)[\rho(j) - \rho_0(j) + A(j)]}{\rho_0(j)} \right\} \quad (4)$$

Tək dövrlü və neçə dövrlü məcburi stimul yönümlü DR proqramlarının modelləri (5) və (6) tənliklərində verilmişdir. Bu tənliklərdə A , sistemin müstəqil operator tərəfindən verilən stimulun miqdarıdır. İsa $pen(i)$ istehlakçının öz öhdəliklərini yerinə yetirilməməsinə görə cəza miqdarını göstərir[3].

$$d(i) = d_0(i) \left\{ 1 + \frac{E(i)[\rho(i) - \rho_0(i) + A(i) + pen(i)]}{\rho_0(i)} \right\} \quad (5)$$

$$d(i) = d_0(i) \left\{ 1 + \sum_{j=1}^{24} \frac{E(i,j)[\rho(j) - \rho_0(j) + A(j) + pen(j)]}{\rho_0(j)} \right\} \quad (6)$$

[4] ədəbiyyatı, abonentlərin davranış dəyişiklərində, təhsil mövzusunun nəzərə alınması üçün (7) tənliyində görünən kimi yuxarıdakı modellərə yeni əmsal əlavə etmişdir. η_A əmsalı təhsilin təsirini abonentlərin davranışının dəyişməsində izah edir.

$$d(i) = d_0(i) \left\{ 1 + \sum_{j=1}^{24} \frac{E(i, j) [\rho(j) - \rho_0(j) + \eta_A A(j)]}{\rho_0(j)} \right\} \quad (7)$$

Elastiklik adında başqa bir model [5] ədəbiyyatında təqdim olunmuşdur. Bu model elektrik alışımda büdcə məhdudluğunu nəzərə almaqla təyin olunmuşdur. Bu ədəbiyyat da adı keçən modelin tam şəkildə formalaşdırılması izah olunub.

2. Neçə məqsədli funksiya

Praktikada elektrik güc sistemlərinin layihələndirmə və istismar məsələlərinin həllində, sistemin əhəmiyyətli parametrlərinin eyni zamanda qəbul oluna bilən sahələrdə saxlanılmasını nəzərə almaq zəruridir. Bu məsələləri yerinə yetirməyə qabiliyyəti olan obyektiv funksiyalara, neçə hədəfli obyektiv funksiya deyilir. Belə bir şəraitdə optimallaşdırma məsələlərinin həllindən alınan cavablar, pareto cəbhəsi şəklində olaraq nəzərə alınan şərtlərin hamısını ödəyir. Həmçinin burada sistemin operatoruna mövcud şərait və təchizatı nəzərə alaraq, əldə edilən cavabların sırasında seçim imkanı yaranır. Bu məqalədə tətbiq olunan simulyasiyalarda, optimallaşdırma məsələlərinin həllində neçə hədəfli obyektiv funksiyalardan istifadə olunmuşdur. İki hədəfli məqsəd funksiyası (8) tənliyi ilə ifadə olunaraq, (9) və (10) tənlikləri ilə müvafiq olaraq güc itkilərini və şəbəkənin yüklənmə qabiliyyəti göstərilir.

$$\text{Min}(F_1) \ \& \ \text{Max}(F_2) \quad (8)$$

$$F_1 = \sum_i R_i \times |I_i|^2 \quad (9)$$

$$F_2 = \lambda \quad (10)$$

F_1 şəbəkənin itkilərini göstərir və yük axını hesabatını yerinə yetirməklə əldə edilir. Optimallaşdırma proqramı F_1 -kin minimuma çatdırmağa çalışır.

İkinci obyektiv funksiya şəbəkənin cari yük miqdarına nisbətən yüklənmə qabiliyyətidir. Buna görə bu obyektiv funksiyanın maksimallaşdırılması izlənilir. Bu obyektiv funksiya CPF-in çıxışından əldə edilərək 10 tənliyində izah olunmuşdur. Məsələnin məhdudluqları yük paylaşmasına aiddir və (11) tənliyində göstərilir [6].

$$P_D = \lambda \times P_{D0} \quad (11)$$

Bu tənlikdə P_D şəbəkənin son yüklənmə səviyyəsidir və P_{D0} şəbəkənin daimi iş rejimində yüklənmə səviyyəsini göstərir. yükün P_{D0} dən qaldırılıb pozulma nöqtəsinə yetişərkən P_D -ə çatır.

3. Pareto cəbhəsinin proqramlaşdırması

Neçə məqsədli obyektiv funksiyanı təkamül alqoritmlərlə optimallaşdırma proseslərində hər təkrarda növbəti populyasiyanı təşkil etmək üçün, yeni yaranan üzvləri

dəyərləndirib onları ardıcıl şəkildə düzüb, seçim imkanını əldə etmək lazım gəlir. Bu dəyərləndirməni yerinə yetirmək üçün pareto cəbhəsi anlayışı bu hissədə proqramlaşdırılıb bir effektiv kriteriya kimi istifadə edirik. Pareto cəbhəsindən istifadə edən təkamül alqoritmlərin çıxışından əldə edilən cavabların effektivliyi və neçə məqsədli obyektiv funksiyaların yaxşılaşması bu metodun səmərəliliyini sübutə yetirilib. Həmçinin burada operatora, sistemin şəraitini və mövcud təchizatı nəzərə alaraq, pareto cəbhəsinin sırasında yerləşən cavabların içindən seçim imkanı yaranır[7, 8, 9].

4. DR proqramlarının modeli

DR qoşulan şin yük şini (PQ) kimi nəzərə almaq olar. Bu vəziyyətdə DR proqramının modelləşdirməsi üçün yük şinində DR-a müvafiq olan mənbənin aktiv və reaktiv gücləri mənfə hesab olunur. DR ın yerinin və tutumunun məhdudiyətləri (12) və (13) tənlikləri ilə izah olunubdur.

$$1 \leq L_{DR} \leq 30 \quad (12)$$

$$0 \leq S_{DR} \leq 0.1 \times S_{BUS} \quad (13)$$

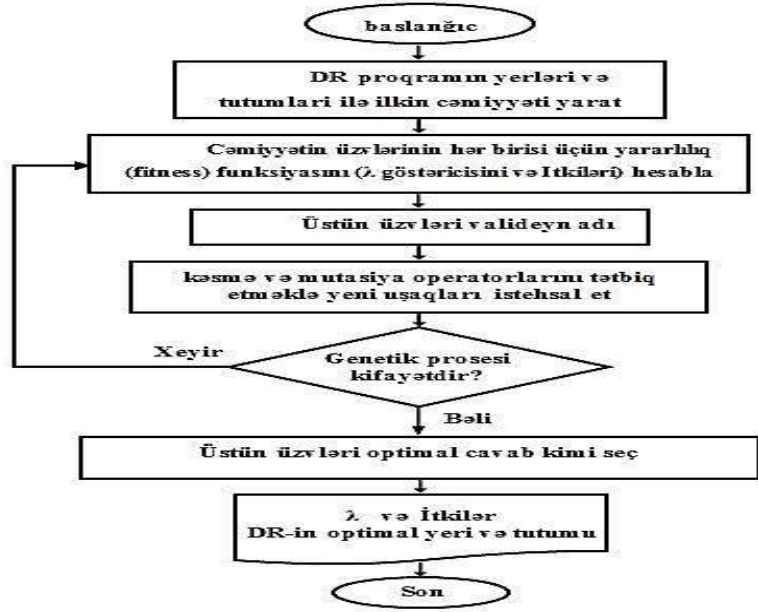
Burada şəbəkənin 30 şini olduğuna görə 12 tənliyində izah olunan kımı, DR proqramının yeri 1 dən 30 can bir ədəd ola bilər. İsa demək lazımdır ki DR proqramında iştirak edən abonentlər öz istehlak etdiyi gücün bir hissəsinin azaltmasını qəbul edirlər ki adətən bunun maksimumu şinin yükünün 10 faizi nəzərə alınır. Bu anlayış 13 tənliyi ilə ifadə olunur.

5. DR-in optimal yeri və tutumu

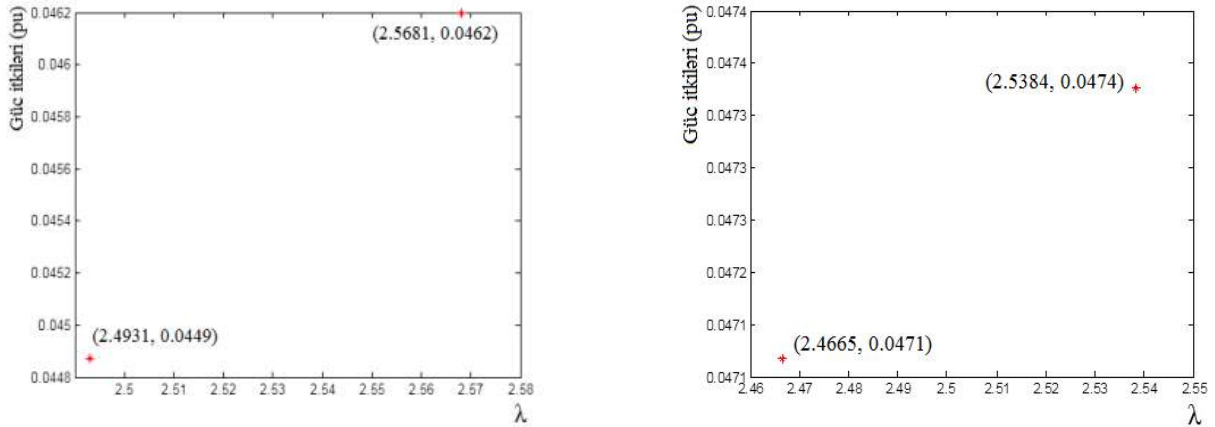
Bu hissədə DR proqramın yeri və tutumu texniki baxımdan neçə məqsədli obyektiv funksiyasını optimallaşdırmaq üçün hədəf alınmışdır. Həmçinin optimallaşdırma prosesi sistemin normal və fəvqəladə şəraitində yerinə yetirilib, əldə edilən nəticələr müqayisə olunubdur. Sistemin fəvqəladə şəraiti xəta baş verən zaman 5 və 7 şinlərinin arasındakı xəttin açılması nəzərə alınmışdır. Optimallaşdırma məsələləri iki müxtəlif Genetik və TLBO təkamül alqoritmlərindən istifadə etməklə ayrı-ayrı yerinə yetirilib. İki alqoritmlərdən alınan nəticələr analiz olunub elektrik sisteminin daha səmərəli işləməsi üçün yeni təkliflər verilibdir.

Simulyasiyalardan daha effektiv cavabları əldə etmək üçün təkamül alqoritmlər proqramlaşdırılaraq həyata keçirilib. Şəkil 1 də məsələnin həllində genetik alqoritmin blok sxemi təqdim olunubdur. Burada şəbəkənin informasiyası və təsadüfi ilkin populyasiya proqramın girişləri hesab olunurlar. İsa DR-in yer və tutumu, məsələni qərar dəyişənlərini təşkil edibdir və nəhayətdə prosesin çıxışları, DR-ın optimal yeri və tutumuna və onlarla müvafiq olaraq obyektiv funksiyaları (güc itkilərinin və şəbəkənin yüklənmə qabiliyyətinin) qiymətləri əldə edilir. Bu blok sxem TBLO alqoritmi üçün də eyndir bu fərqlə ki TLBO-nun operatorları başqa cürə nəzərə alınmışlar. İsa məsələnin blok sxemləri normal və fəvqəladə şəraitdə eyn olur bu fərqlə ki fəvqəladə şəraitdə şəbəkənin xətlərindən biri açılır.

Simulyasiyaların nəticələri müvafiq olaraq 2 və 3 şəkillərdə və 1 dən 4-ə qədər cədvəllərdə təqdim olunubdur. Cədvəl 1 də göstərilən cavabların hər ikisi optimal olaraq güc itkiləri və yüklənmə qabiliyyətinə qəbul olabilən səviyyələrdə qiymət verib. Beləliklə sistemin operatoruna şəbəkənin şəraitini və əlverişli olan təchizatı nəzərə alaraq cədvəldə verilən cavabların sırasında seçim imkanı yaranmışdır. İtkilərin azaltılması hədəf olaraq 5-ci şində 9.94 faiz DR proqramının tətbiqi təklif olunur. İsa şəbəkənin yüklənmə qabiliyyətinin maksimuma çatdırılması hədəf alınaraq 21-ci şində 9.95 faiz DR proqramlarının tətbiqi təklif olunur.



Şək 1. Genetik təkamül alqoritmindən istifadə etməklə DR in optimallaşdırma prosesinin blok sxem.



Şək 2. Sol tərəfdən növbəti olaraq şəbəkənin normal və zərurət şəraitində genetik alqoritmindən istifadə etməklə, DR-ın optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavablar.

Cədvəl 1

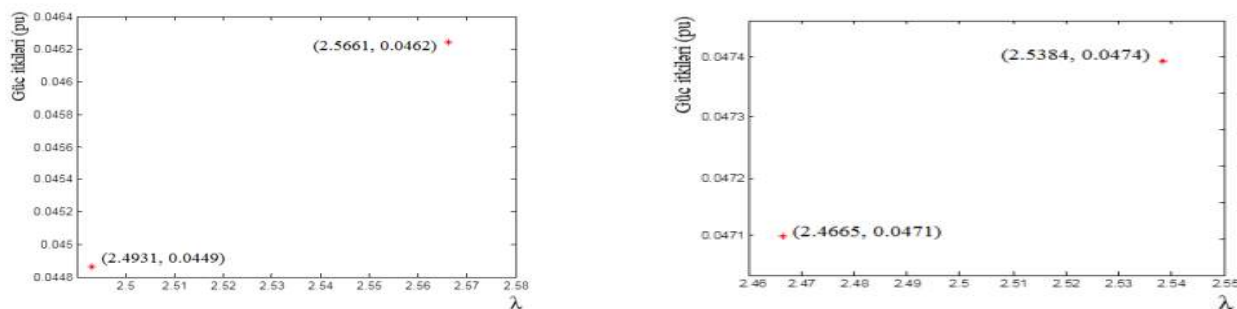
Şəbəkənin normal şəraitində genetik alqoritmindən istifadə etməklə, DR-ın optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavabların qiymətləri.

DR-in optimal yeri	DR-in optimal tutumu	Güc itkiləri (pu)	λ Göstəricisi
21	9.94	0.0462	2.5681
5	9.95	0.0449	2.4931

Şəbəkənin fəvqəladə şəraitində genetik alqoritmindən istifadə etməklə, DR-ın optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavabların qiymətləri.

DR-in optimal yeri	DR-in optimal tutumu	Güc itkiləri (pu)	λ Göstəricisi
21	9.83	0.0474	2.5384
5	9.97	0.0471	2.4665

Şəkil 3 də görünür xəta baş verən şəraitdə DR-in optimal yeri və tutumu normal şəraitdə əldə edilən cavablarla eynidir. Buna görə şəbəkənin operatoru asanlıqla 5 və 21-ci şinlərin abonentləri ilə müqavilə bağlamaqla, normal və fəvqəladə şəraitdə şəbəkənin düzgün işləməsindən əmin ola bilər. Növbəti addımda tədqiqat davam edərək TLBO alqoritmindən istifadə etməklə yenidən optimallaşdırma məsələləri proqramlaşdırılıb simulyasiya yerinə yetirilibdir.



Şək 3. Sol tərəfdən növbəti olaraq şəbəkənin normal və zərurət şəraitində TLBO alqoritmindən istifadə etməklə, DR-ın optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavablar.

Şəkil 3 də optimallaşdırma prosesindən əldə edilən cavablar göstərilibdir. Burada şəbəkənin ən yüksək yüklənmə qabiliyyəti $\lambda=2.5661$ və ən az güc itkisi $PL=0.0449$ əldə edilə bilər. Göstərilən cavabların hər ikisi optimal cavab kimi qəbul olunubdur ki sistemin operatoru onlardan birini seçə bilər.

Şəbəkənin normal şəraitində TLBO alqoritmindən istifadə etməklə, DR-ın optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavabların qiymətləri

DR-in optimal yeri	DR-in optimal tutumu	Güc itkiləri (pu)	λ Göstəricisi
21	9.68	0.0462	2.5661
5	9.99	0.0449	2.4931

Şəbəkənin fəvqəladə şəraitində TLBO alqoritmindən istifadə etməklə, DR-in optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavabların qiymətləri

DR-in optimal yeri	DR-in optimal tutumu	Güc itkiləri (pu)	λ Göstəricisi
21	9.83	0.0474	2.5384
5	9.97	0.0471	2.4665

Simulyasiyaların nəticələrindən görünür ki şəbəkənin normal şəraitində genetik alqoritmindən əldə edilən cavablar daha uyğun olaraq, optimallaşdırma məsələlərini daha yüksək səviyyədə həll ediblər. Bununla belə, hər iki alqoritmin nəticələri fəvqəladə şəraitdə eynidir. Şəkil 3 də DR-in optimallaşdırma prosesinin çıxışından əldə edilən cavablar, TLBO alqoritmindən istifadə etməklə şəbəkənin fəvqəladə şəraitində izah olunubdur. Cavabların hər ikisi qəbul olunabilən hədlərdə yerləşmişlər.

6. Yüklərin qeyri-qəti şəraitində optimallaşdırma məsələlərinin həlli

Təbii olaraq yüklərin miqdarı ilin müxtəlif fəsilərində və hətta günün müxtəlif saatlarında dəyişir və bəzi saatlar da pik-ə çatır. Elektrik şəbəkəsinin layihələndirməsi pik şəraitini nəzərə alaraq yuxarı xərclər tələb edir və hər yerdə zəruri olmadan çox önəmli olmur. Bu məsələyə iqtisadi nöqteyi-nəzərdən baxaraq, şəbəkənin orta şəraitində layihələndirməsi təklif olunur. Beləliklə kapital qoyuluşu və sərf olunan xərclərdən daha səmərəli istifadə olunmasına imkan yaranır. Yer üzündə belə məsələlərin həllinə görə müxtəlif texniklərdən istifadə olunur ki bunların sırasında ən məşhur olaraq, Montkarlo texnikası və Ssenari təhlili texnikasından ad aparmaq olar. Elektrik şəbəkələrinin məsələlərinin həllində ssenari təhlili sadə və yaxın yoldan sürətlə qəbul oluna bilən zamanda cavablara çatmaq qabiliyyətinə malik olduğuna görə önəm kəsb etmişdir.

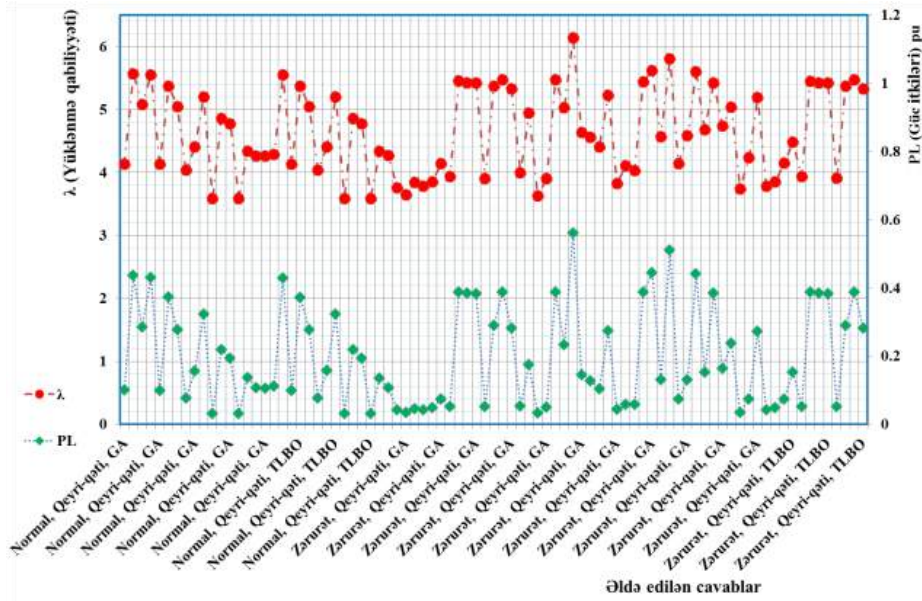
7. Yüklərin qeyri-qəti şəraitində əldə edilən nəticələrin təhlili

Cədvəl 5 da yüklərin qeyri-qəti zamanı sistemin normal və zərurət şəraitində GA və TLBO alqoritmlərdən istifadə etməklə əldə edilən cavabların maksimum və minimumu təqdim olunubdur.

Cədvəl 5

Qeyri-qəti yükləri nəzərə almaqla texniki Simulyasiyalardan əldə edilən cavablar

Tətbiq Olunan Cihaz: DR, Ardıcıl və Paralel FACTS Birlikdə Qeyri-Qəti Yüklər									
Alqoritminin Növü	Optimal Cavabların Sayı	Normal Şərait				Zərurət Şərait			
		PL_{min}	PL_{max}	λ_{min}	λ_{max}	PL_{min}	PL_{max}	λ_{min}	λ_{max}
GA	60	0.0315	0.4371	3.5835	5.67	0.0326	0.5616	3.6285	6.1389
TLBO	25	0.0315	0.4285	3.5847	5.5498	0.042	0.3876	3.7829	5.4736



Şəkil 4. Qeyri-qəti yüklərin hüsurunda sistemin müxtəlif şəraitində optimallaşdırma proseslərinin çıxışından əldə edilən cavablar.

Şəkil 4 də Qeyri-qəti yüklərin hüsurunda sistemin müxtəlif şəraitində optimallaşdırma proseslərinin çıxışından əldə edilən cavablar nümayiş verilib. Şəkildən görünən kimi əldə edilən cavablar çox məqsədli funksiyasının bütün şərtlərini ödəyiblər. Beləliklə yüklərin qeyri-qəti şəraitində optimallaşdırma prosesinin effektivliyi təsdiq olunubdur.

NƏTİCƏ:

Bu məqalədə tətbiq olunan DR, proseslər, metodlar, üsullar, alqoritmlər və proqramlaşdırmalar sistemin normal və zərurət şəraitində və yüklərin qeyri-qəti halında ətraflı şəkildə təhlil olunub, cürbəcür müqayisələri yerinə yetirməklə, elektrik sistemlərinin ən aktual problemlərini həll edib onlardan daha səmərəli istifadə etmək məqsədi ilə bir tədqiqat, qiymətləndirmə, proqnozlaşdırma, qərar qəbul etmə və idarə etmə metodu kimi təqdim olunubdur.

Optimallaşdırma proseslərində çox məqsədli funksiyaların daxil edilməsi onların çıxışında daha önəmli cavablar əldə edilərək elektrik şəbəkəsindən daha səmərəli istifadə imkanı yaranıbdır.

Elektrik sistemlərindən daha səmərəli istifadə etmək məqsədi ilə optimallaşdırma məsələlərində GA və TLBO təkamül alqoritmlərindən istifadə etdikdə, pareto cəbhəsinə məsələyə daxil edib, prosesin çıxışında bir optimal cavabın yerinə pareto cəbhəsi şəkildə neçə optimal cavab təqdim olunubdur. Beləliklə əldə edilən cavabların sırasında, elektrik sisteminin tələbatına daha yaxın və tam uyğun cavabın seçim imkanı yaradılıbdır.

Optimallaşdırma proseslərindən əldə edilən cavablar və qraflar göstərir ki sistemin əhəmiyyətli parametrləri bir-biri ilə tərs istiqamətdə əlaqədardır. Başqa sözlə görünür ki elektrik sistemində çox məqsədli funksiyalarda, itkilər və yüklənmə qabiliyyətinin optimal qiymətləri bir-biri ilə ziddiyyət aparır və yüklənmə qabiliyyəti yüksəldikdə itkilər çoxalır yaxud da itkilər azaldıqda yüklənmə qabiliyyəti də azalır. Nəticə olaraq pareto cəbhəsi şəkildə olan optimal cavabların içində şəraitdən asılı olaraq ən yaxşı və səmərəli cavab, şəbəkənin tələbatına ən yaxın olan cavab seçilməlidir.

Yüklərin qeyri-qəti zamanı əldə edilən diaqramlardan nəticə alınır ki, yüklərin kəskin azalan zamanı şəbəkənin yüklənmə qabiliyyəti sərt artır və onda boş tutumlar yaranır. Bu

məsələyə şəbəkədə bir fürsət kimi baxaraq, birləşdirilmiş şəbəkələrdə ehtiyat tutumu kimi tətbiq oluna bilər. Sözsüz ki bu təhlil elektrik sistemlərində qeyri-qəti yüklərin araşdırmasının vacibliyin və birləşdirilmiş şəbəkələrin üstünlüklərini sübutə yetirir.

Müxtəlif təkamül alqoritmlərindən istifadə etməklə əldə edilən optimal cavabların diaqramları və onların təhlili, bu alqoritmlərin mükəmməl olduqları və sistemin operatoruna daha yüksək seçim imkanının yaranmasını sübutə yetiribdir.

1. *Kirschen D. S., Strbac G., Cumperayot P., Mendes D. P.* Factoring the elasticity of demand in electricity prices // IEEE Transaction on Power Systems, 2000, vol. 15, pp. 612-617.
2. *Ardashiri H., Barakati S. M.* implementation of improved Time of use program in micro grid considering uncertainty of loads and market price / Twenty-ninth international conference of electric power, 2014.
3. *Alami H.* Demand Response modeling based on the coefficient of price sensitivity of demand: doctoral thesis, Tehran Tarbiyat moallim University, 2011, p.149.
4. *Faruqui A., Sergici S.* Household response to dynamic pricing of electricity: a survey of 15 experiments // J Regul Econ, 2010, vol. 38, pp. 193-225.
5. *Teimourzadeh Baboli P., Eghbal M., Parsa Moghaddam M., Alami H.* Customer behavior based demand response model / IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2012, pp. 1-7.
6. *Shadmesgaran M.R., Hashimov A.M., Yusifbeyli N.A.* Optimal location and capacity of demand response program due to simultaneously power loss reduction and static voltage stability improvement using genetic algorithm /ICTPE, University of South-East Europe Bucharest, Romania, September 2015 Number 16 Code 01PES10 Pages 75-79.
7. *Shadmesgaran M.R., Hashimov A.M., Rahmanov N.R., Kerimov O.Z., Mustafayeva I.I.* Technical analysis of demand response program and FACTS devices implementation using multi-objective optimization //IJTPE International Journal on “Technical and Physical Problems of Engineering” 21-29, Iss. 32, Vol. 9, No. 3, Sep. 2017 ISSN 2077-3528
8. *Shadmesgaran M.R., Hashimov A.M., Yusifbeyli N.A.* Optimal location of TCSC due to power loss reduction and static voltage stability improvement using genetic algorithm /Institute of Physics of ANAS, Энергетиканын проблемляри 2015 Number 4 , Проблемы энергетики
9. *Shadmesgaran M.R., Hashimov A.M., Rahmanov N.R.* Optimal location and capacity of parallel FACTS devices in order to improve voltage static stability and power losses reduction using genetic algorithm / ICTPE Conference 12th International Conference on “Technical and Physical Problems of Electrical Engineering” 7-9 September 2016 University of the Basque Country Bilbao, Spain ICTPE-2016 Number1 Code 01POW07 Pages 1-6

С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДР ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ИМЕЮЩИХСЯ ПРОБЛЕМ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ШАДМЕСГАРАН М.Р.

В работе с использованием программы ДР, алгоритмы TLBO и Genetic предложены новые методы комплексного решения различных проблем электрических систем.

Ключевые слова: постоянства статического напряжения, потери мощности, генетический алгоритм, оптимизация, электрические системы.

THE COMPLEX SOLUTION OF THE PRESENT PROBLEMS OF ELECTRIC SYSTEMS BY OPTIMAL PLACEMENT OF DEMAND RESPONSE CONSIDERING LOAD UNCERTAINTY

SHADMESGARAN M.R.

In the modern age, the demand for electricity is constantly increasing. In load peak conditions, developments in the sectors of generation and transmission networks, cannot respond to the rapid increase in demands. Hence, blackouts can still be seen. Thus, the need for DR programs (demand response) has been proven. This article introduces new methods for complex solving of electrical system problems, using multi objective functions in the installed optimization processes. The mentioned optimization processes were performed separately using both TLBO and Genetic evolutionary algorithms. Comparing the responses from the two algorithms allows the system operator to make the most important choices. Comparing responses from two algorithms, allow the system operator to make the more suitable choices. Moreover , the optimization processes are performed again under normal and emergency conditions and load uncertainty conditions. The simulations are carried out using a 30-bus IEEE standard network using Matlab and PSAT programs.

Keywords: DR, demand response, static voltage stability, power losses, genetic algorithm, TLBO, teaching and learning base optimization.