

## DARTI YARIMSTANSIYASINDA BAŞ VERƏN QƏZA HALLARI VƏ ONLARIN ARADAN QALDIRILMASI ALQORİTMİNİN İŞLƏNMƏSİ

MƏMMƏDOV H.Ə, NƏSİROV Ş.N.

*Azərbaycan Texniki Universiteti*

Məqalədə dartı yarımstansiyasında baş verən qəza halları və onların aradan qaldırılması yolları araşdırılmışdır. Qısa qapanma cərəyanları hesablanmış, müxtəlif rejimlərdə aktiv, reaktiv yüklər müəyyən edilməklə, ifrat yüklənmə və qəza blokunun struktur sxemi işlənmişdir.

**Giriş.** Məlumdur ki, qəza hallarının araşdırılmasında qısa qapanma cərəyanlarının müəyyən edilməsi mühüm şərtlərdəndir. Dəmiryol elektrik təchizatı sisteminin etibarlığının təmin edilməsində qısa qapanmanın yaranması ehtimalının müəyyən edilməsi və onun aradan qaldırılması üçün qabaqcadan tədbirlərin görülməsi çox vacibdir.

Məqalədə yerlə qısa qapanma və eləcə də keçid müqavimətindən yerlə qısa qapanma, həmçinin ifrat yüklənmədən mühafizə hallarına baxılmışdır.

**Məsələnin qoyuluşu.** Dartı yarımstansiyasının qəza vəziyyətlərinə sistemdəki təkanlar, qısa qapanma, ifrat yüklənmə və s. hallar aiddir. Qısa qapanmalara fazlararası, fazanın yerlə tam və ya aralıq müqavimətlə qapanması aiddir.

Təcrübələr göstərir ki, burada birfazlı yerlə qısa qapanmaların sayı üstünlük təşkil edir. Qısa qapanmaların yaranmasına adətən izolyasiyanın köhnəlməsi, kabellərin zədələnməsi, birləşmələrdə boşluqların yaranması və s. səbəb olur. Qısa qapanma nəticəsində yaranan ifrat cərəyanın təsiri ilə dartı yarımstansiyasının elektrik avadanlıqlarının (ayırıcıların, cəld işləyən elektropnevmatik kontaktorların, kabellərin) düzləndirici aqreqatın yarımkeçirici ventillərinin və simmetrikləşdirici rezistorlarının sıradan çıxmasına səbəb olur.

Qəza hallarında birinci kateqoriyalı işlədicilərin elektrik enerjisi ilə fasiləsiz təmin edilməsi üçün imtinatı avadanlıqların vaxtında kənarlaşdırılması və aralıq işlək güc sxeminin yığılması qarşıya qoyulur [1,3].

**Məsələnin həlli.** Məsələnin həllində ilk növbədə dartı yarımstansiyasının elektrik enerjisi daşıyıcılarında qısa qapanma cərəyanlarının qiymətləri müəyyən edilməlidir. Bunun üçün ilk növbədə dartı yarımstansiyasının qida mənbəinədək məsafəsi və onun reaktansları müəyyən edilir.

Məqalədə dartı yarımstansiyasının elektrik sxemində qəza hallarının baş verməsi ehtimal olunan nöqtələri (şək. 1) müəyyən edilmiş və həmin nöqtələrdə qısa qapanma cərəyanlarının qiymətləri hesablanmışdır [1,2]. 35 kV-luq giriş şinində reaktansın  $x_1=5,25$  Om qiymətində qısa qapanma cərəyanı, onun gücü müəyyən edilmişdir.

Hazırda Biləcəri dartı yarımstansiyasında 4 ədəd, hər birinin gücü 3700 kVA olan dartı transformatorları 2-2 olmaqla blok şəklində fəaliyyət göstərir. Onların hər birinin qısa qapanma gərginliyi ( $U_k$ ) 8,2 % reaktansı

$$X_{1r} = \frac{e_k \%}{100\%} \cdot \frac{U_y^2}{S_n} = \frac{8,2\%}{100\%} \cdot \frac{1225}{3,7} = 270m \text{ bərabərdir.}$$

Burada  $U_y$  – dartı transformatorunun yüksək tərəf gərginliyi;  $S_t$  – onun nominal gücüdür. Transformatorlar paralel şəkildə işlədiyindən onların ümumi reaktansı:

$$\Sigma X = \frac{X_{1t} \cdot X_{2t}}{X_{1t} + X_{2t}} = \frac{27 \cdot 27}{27 + 27} = 13,5 \text{ Om}$$

Dartı yarımstansiyasının girişində, qərarlaşmış üçfazlı qısa qapanma cərəyanının gücü  $S_{q.q.} = S_b / X_{*s.mm}$ , 3,3 kV-luq şinində isə  $S_{q.q.a} = S_b / (X_{t.mm} + X_{s.m.m})$  ifadələrindən müəyyən olunmuşdur. Hesabatda dartı transformatorunun nisbi reaktansı  $X_{*t.m.m} = e_k S_b / 100 \cdot S_{n.m.m.}$  riyazi ifadəsi ilə hesablanır.

Burada:

$e_k$  – ikidolaqlı alçaldıcı transformatorun qısa qapanma gərginliyi;

$S_n$  – onun nominal gücüdür;  $S_{baz.}$  – bazis gücüdür.

İstismar zamanı sistemin reaktansını müəyyən etmək mümkün olmadıqda, adətən  $X_s \leq X_t$  olduğundan  $X_s \approx 0$  qəbul etmək olar və 3,3 kV-luq şin sistemində qısa qapanma gücü  $S_{q.q.a} \approx S_b / X_{t.mm}$ ; qərarlaşmış üçfazlı qısa qapanma cərəyanı-  
 $J_{q.q.mm} = S_{q.q.} / \sqrt{3}U$ ; qısa qapanmada zərbə cərəyanı isə:  $i_{zmm} = 1,8\sqrt{2} \dot{I}_{\infty mm}$  üzrə hesablanır.

Burada:  $U_n = 35(3,3)$  kV yüksək və ya alçaq tərəfin nominal gərginlikləri;  $J_\infty$  – ikifazlı qısa qapanma cərəyanının qiymətidir.

Dartı yarımstansiyasının 3,3 kV-luq sabit cərəyan şinində qısa qapanma cərəyanının qiymətini  $J_{q.q.} = (100 \cdot 1,1 \cdot S_{q.q.} \cdot J_{dn}) / (100 S_T N + e_k \cdot S_{q.q.})$  riyazi ifadəsindən də müəyyən etmək olar (şəx 3, 1 əyrisi). Burada:  $S_T$  – çeviricini qidalandıran transformatorun nominal gücü;  $I_{dn}$  – düzləndirici blokun cərəyanının nominal qiymətidir [1,5].

3,3 kV gərginlikli şəbəkədə qısa qapanma cərəyanının hesabının aparılması üçün əvəzetmə sxemi işlənmişdir (şəx.2). Burada dartı transformatorunun ikinci tərəf elementlərinin müqavimətləri nəzərə alınmışdır.

Hesab edilir ki, birinci tərəf elementlərin parametrləri sistemə aid olsada onun gücünü məhdudlaşdırmır. Əvəzetmə sxemində aşağıdakı induktiv və aktiv müqavimətlər daxil edilmişdir: transformatorun  $X_t, r_t$ , kabelin  $X_k, r_k$ , cərəyan transformatorunun  $X_c, r_c$ , maksimal cərəyan avtomatının dolağının ( $X_a, r_a$ ) və onun kontaktının keçid müqavimətin ( $r_a$ ), ayırıcının

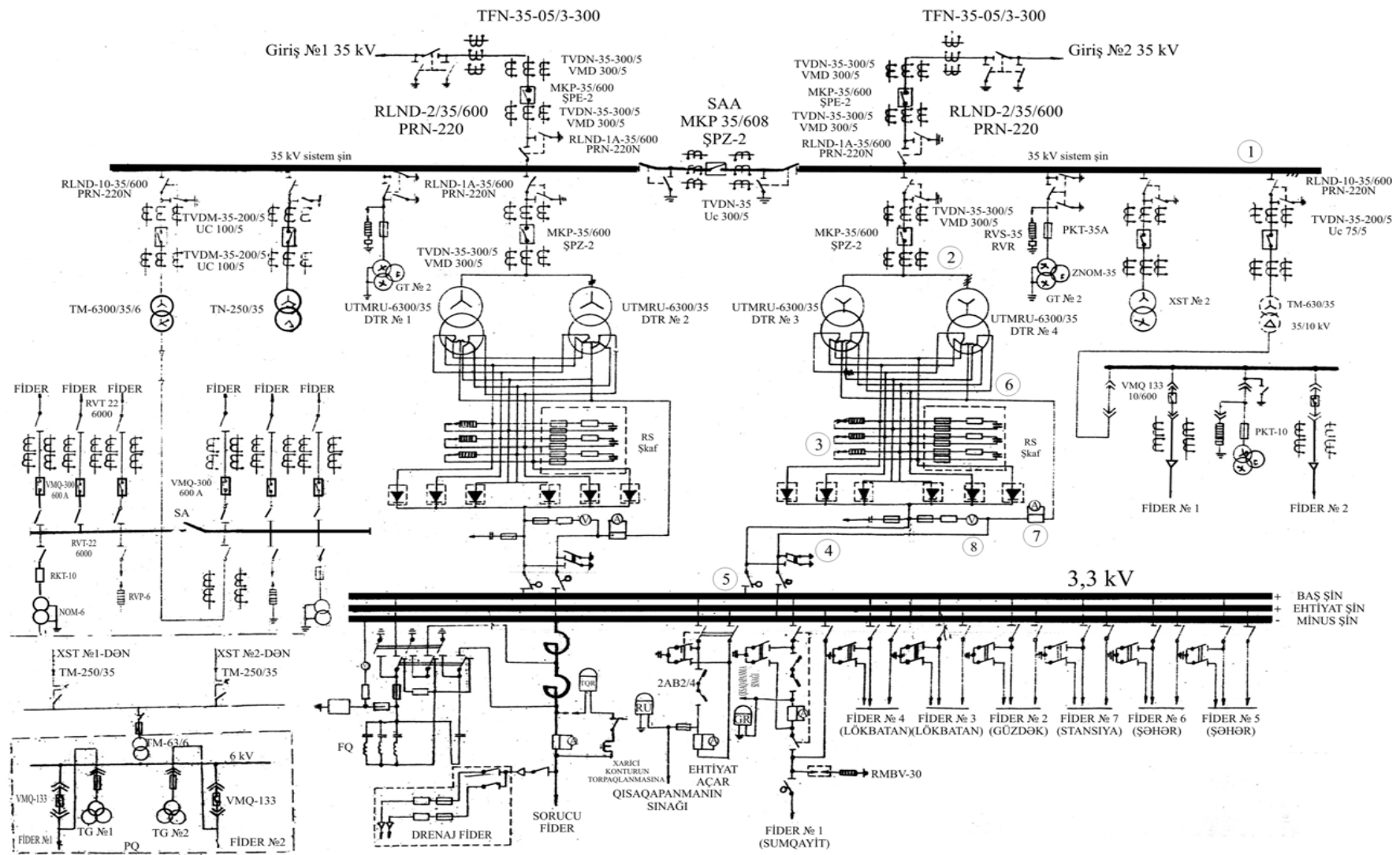
( $r_{ay}$ ). Aktiv ( $r_\Sigma$ ) və induktiv ( $X_\Sigma$ ) müqavimətləri cəmi :  $r_t + r_k + r_a + \dots = \sum_1^n r = r_\Sigma$

$X_t + X_k + X_a + \dots = \sum_1^n X = X_\Sigma$  ifadələrindən, qısa qapanma nöqtəsində tam müqavimət

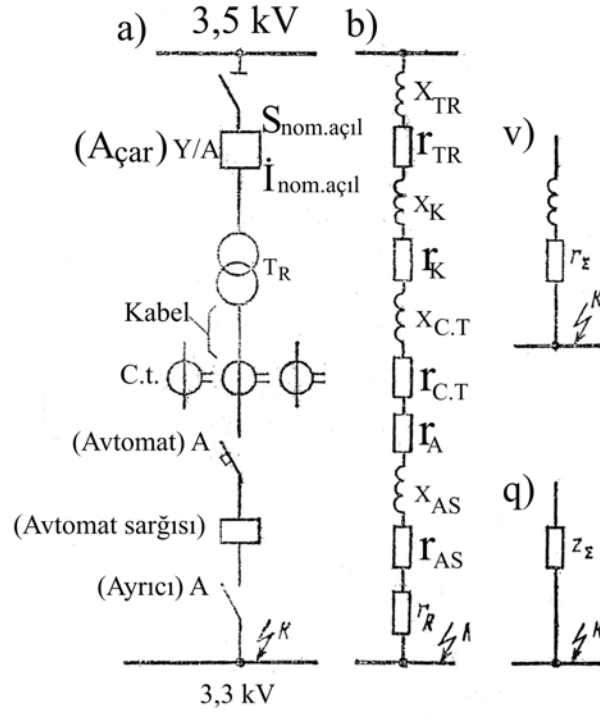
(şəx. 2) isə  $Z_\Sigma = \sqrt{r_\Sigma^2 + X_\Sigma^2}$  ifadəsindən müəyyən edilir [1,2]. Qısa qapanma cərəyanının dövrü mürəkkəbəsinin təsiredici qiyməti, qısa qapanmanın 1-ci periodundakı  $I'' = I_k = U_{or} / \sqrt{3} \cdot Z_\Sigma$  qiymətinə bərabərdir.

Burada:  $U_{or}$  – qısa qapanma cərəyanına uyğun gərginliyin orta hesabat qiyməti (kV);  $Z_\Sigma$  – qısa qapanma nöqtəsinə qədərki tam müqavimətidir.

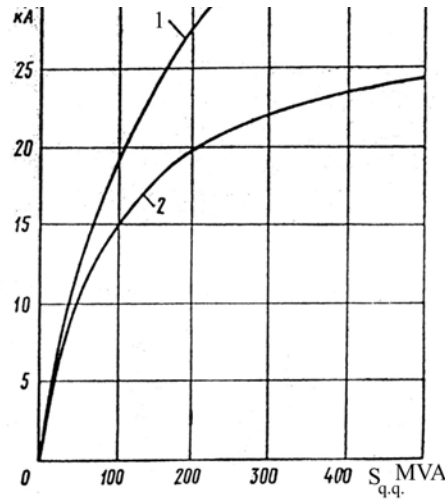
Zərbə cərəyanını  $i_z = K_z \cdot \sqrt{2} \cdot I''$ , birinci period ərzində tam cərəyanın təsiredici qiyməti isə  $I_t = I'' \sqrt{1 + 2(K_z + 1)^2}$  ifadələri ilə müəyyən edirik. Paylayıcı şitin şinində qısa qapanma cərəyanını hesablamaq üçün zərbə əmsalının qiyməti qısa qapanma gərginliyi  $U_k = 5,5\%$  və nominal gücü  $S_n = 100-400$  kVA olan transformatorlardan qidalanırsa  $K_z = 1,2$ ; qısa qapanma gərginliyi  $U_k = 6,5\%$  və  $S_n = 100-400$  kVA olan transformatorlardan qidalanırsa  $K_z = 1,3$  qəbul etmək olar.



Şəkil 1. Dartı yarımstansiyasının elektrik təchizatı sxemi



Şəkil 2. 3,3 kV şəbəkənin a) hesabat, b,v,q) uyğun əvəzetmə sxemləri və onun sadələşdirilmiş formaları.



Şəkil 3. Düzləndirici aqreqatda qərarlaşmış qısa qapanma cərəyanının dartı transformatorunun yüksək tərəfindəki qısa qapanma gücündən asılılıq qrafiki  
1. -TMRU-1600/10; 2-iki UTMRU-6300/35

Transformator sarğılarının aktiv, induktiv və tam müqavimətlərinin nisbi qiymətlərini aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edirik:

$$r_{*b,t} = \frac{\Delta P_k}{S_{n,t}} \cdot \frac{S_b}{S_{n,t}}; \quad Z_{*b,t} = \frac{U_k\%}{100} \cdot \frac{S_b}{S_{n,t}} \cdot X_{*baz.tr} = \sqrt{Z_{*baz.tr}^2 - r_{*baz.tr}^2} \quad \text{bərabərdir.}$$

Burada  $\Delta P_k$  - nominal yük şəraitindəki aktiv güc itkisidir, (kVt);

Dartı transformatorunun birinci və ikinci tərəflərində qısa qapanma cərəyanlarını və həmin cərəyanlara uyğun qısa qapanma güclərini hesablayırıq.

35 kV-luq şinində  $X_{\text{sis.max}} = 11,5 \%$  ,  $X_{\text{sis.min}} = 12,0 \%$  - olduğunu nəzərə alsaq və bazis cərəyanını  $J_b = S_b / \sqrt{3} \cdot 35 = 30000 / 60,55 = 49500\%$  -qəbul etsək qısa qapanma cərəyanının yuxarı həddi  $J_{q.q.}^{(3)} = 49500\% / 11,5 = 4,304$  (kA); gücü:

$$S_{q.q.} = \sqrt{3} U_{i\dot{s}} \cdot J_{q.q.} = \sqrt{3} \cdot 35000 \cdot 4,304 \approx 261 \text{ (MV}\cdot\text{A)},$$

qısa qapanma cərəyanının aşağı həddi  $J_{q.q.}^{(3)} = 49500\% / 12,0 = 4,125$  (kA); gücü  $S_{q.q.} = \sqrt{3} U_{i\dot{s}} \cdot J_{q.q.} = \sqrt{3} \cdot 35000 \cdot 4,125 \approx 250 \text{ MV}\cdot\text{A}$  olar.

Dartı transformatorunun qısa qapanma gərginliyi  $U_k=8,2\%$ - olduğunu nəzərə alsaq.

$$X_{tr} = \frac{e_k \%}{100\%} \cdot \frac{U_{y.g.}^2}{S_n^{tr}} / 2 = \frac{8,2\%}{100\%} \cdot \frac{1225}{3,7} / 2 = 13,5 \text{ Om və ya } 27,5 \%$$
 olar.

Biləcəri dartı yarımstansiyasının 3,3 kV-luq şəbəkəsinin müxtəlif düyün nöqtələrində qısa qapanma cərəyanlarını və ona uyğun olaraq qısa qapanma güclərini təyin edək. Bu cərəyanlar qısa qapanma cərəyanının aşağı həddində:

$$X_s^{35 \text{ kV}} + X_{tr.1,2} = 12\% + 27,6\% = 39,6 \%$$
 qiyməti üçün

$$J_{q.q.}^{(35)} = 49500\% / 12,0\% = 1,250 \text{ (kA); } J_{q.q.}^{(3,3)} = \frac{35}{3,3} \cdot 1,250 = 13,257 \text{ (kA), üçfazlı}$$

qısa qapanma cərəyanının gücü isə  $S_{q.q.} = \sqrt{3} U_{i\dot{s}} \cdot J_{q.q.} = \sqrt{3} \cdot 3300 \cdot 13,257 = 75 \text{ MV}\cdot\text{A}$  olar.

Qısa qapanma cərəyanının yuxarı həddində analogi olaraq alırıq ki,

$$X_{\text{sistem}}^{35 \text{ kV}} + X_{\text{trans.1,2,3,4}} = 11,5\% + 27,6\% / 2 = 25,3 \%$$
 qiyməti üçün

$$J_{q.q.}^{(35)} = 49500\% / 25,3 = 1,957 \text{ (kA) və } J_{q.q.}^{(3,3)} = 35 / 3,3 \cdot 1,957 = 20,756 \text{ (kA),}$$

$$S_{q.q.} = \sqrt{3} U_{i\dot{s}} \cdot J_{q.q.} = \sqrt{3} \cdot 3300 \cdot 20,756 = 118,5 \text{ MV}\cdot\text{A}$$
 olar.

3,3 kV-luq tərəfdə qısa qapanma cərəyanlarının müəyyən edilməsində digər üsul kimi xüsusi qrafikdən istifadə edilmişdir. Düzləndirici aqreqatda qərarlaşmış qısa qapanma cərəyanının yüksək tərəfindəki qısa qapanma gücündən asılılıq qrafikindən istifadə edərək (şək. 3) düzləndirilmiş hissədə bir fazlı qısa qapanma cərəyanının qiymətini müəyyən edirik. Onun qiyməti yuxarı hədd üçün

$$J_{(q,q.)}^{(1)} = 24 \text{ kA, aşağı hədd üçün } J_{(q,q.)}^{(1)} = 23 \text{ kA bərabərdir.}$$

Müxtəlif düyün nöqtələrində üç fazlı, birfazlı qısa qapanma cərəyanlarının və güclərinin qiymətləri hesablanmış, baş verməsi ehtimal olunan qısa qapanma halları araşdırılmışdır. Sabit cərəyan dövrəsində qısa qapanma baş verməsinin ehtimalında (şək 1. 3,4,5 düyünlərində) torpaq mühafizəsi fəaliyyət göstərir.

Yerlə qısa qapanma mühafizəsində yüksək həssaslığının alınması üçün ventill cərəyanının təsiredici qiyməti onun nominal qiymətindən 20-30 % aşağı qəbul edilməlidir. Normal vəziyyətdə sabit cərəyan dövrəsində (3,4,5-ci düyünlərdə) gərginlik  $U_n = 3,3 \text{ kV}$ ;  $U_m = 4,0 \text{ kV}$  həddində ola bilər.

Dartı transformatorunun çıxışındakı 6 düyünündə fazlararası qısa qapanma olduqda, izolyasiyaya nəzarət relesi vasitəsilə mühafizə signalı yaradılır. Bu zaman maksimal cərəyan mühafizəsi işləyir, həmin mühafizədə imtina olduqda isə cərəyan kəsmə mühafizəsi təsir göstərir. Bu isə mühafizə olunan blokun tam açılmasını təmin edir. Yüksək tərəfin 1 düyünündə qısa-qapanma olduqda gərginlik transformatorunda gərginliyin səviyyəsinin aşağı düşməsi nəticəsində gərginlik relesi açılaraq mühafizə sisteminə təsir göstərir.

Minimal yük rejimində yüksək tərəfdəki cərəyan şiddəti  $J_n = 80-100 \text{ A}$ , bunun 50-60 amperi dartı transformatorunun, qalan hissəsi isə digər işlədicilərin payına düşür. Sabit cərəyan dartı-fiderlərin mühafizələrinin qoyuluş qiymətlərinin seçilməsində, fiderlərin axırında birfazlı qısa qapanma cərəyanının  $J_1 = 3800-4300 \text{ A}$  qiymətinə uyğun həssaslığın böyük alınması üçün mühafizənin təsir qiyməti 30-40 % aşağı qəbul edilir. Gərginliyin qiymətləri düzləndirici blokun girişində 35 kV, onun çıxışında 3,3 kV həddində götürülür.

Cədvəl 1-də müxtəlif düyün nöqtələrində aktiv və reaktiv gücləri, yükün nominal və maksimal həddə dəyişməsindən asılı olaraq, gərginliklərin uyğun qiymətləri verilmişdir.

**Cədvəl 1**

Aktiv, reaktiv güclər, yüklər və gərginliklərin qiymətləri

Düyün nöqtələri	Aktiv güc, kVt	Reaktiv güc, kVar	$I_{nom}$ kA	$U_{nom}$ V	$I_{mak}$ kA	$U_{mak}$ V
№7 (kA) №8 (V)	75300	25000	1	3500	1,5	4000
№2, №1	105000	42000	0.9	35000	1	38500

Şək. 4-də dartı yarımstansiyasının normal və qəza rejimlərinə nəzarət, həmçinin qeyri – normal iş rejimində operativ lazımı qərarların çıxarılmasında, kompüter və müasir avadanlıqlarla təchiz olunmuş avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin struktur sxemi verilmişdir [1,4].

**Nəticə.** Aparılmış tətqiqat nəticəsində Biləcəri dartı yarımstansiyasında baş verə bilən mümkün qəza halları araşdırılmış, qısa qapanma cərəyanları və gücləri analitik üsulla hesablanmış, müxtəlif rejimlərdə aktiv və reaktiv yüklər müəyyən edilmiş, qəza hallarının aradan qaldırılma alqoritminin blok-sxemi işlənmişdir.

1. *Марквардт К.Г.* Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982.-528с.
2. *Некленев Б.Н.* Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Транспорт, 1986.- 640 с.
3. Оценка надежности систем электроснабжения тяговой нагрузки / С. Д. Волобринский, В. М. Варенцов, Г. А. Рогов, Р. И. Янгунаева / Тр. ЦНИИ МПС, вып. 580. М.: Транспорт, 1977.- 8 с.
4. *Терлецкий М.Ю.* Ваш персональный Инфо-Агент // Промышленные АСУ и контроллеры. М.: Транспорт, 2003, №3 -86с.
5. *Бакалов В.П. и др.* Основы теории цепей. М.: Транспорт, 2000. -592 с.

## АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ В ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИХ УСТРАНЕНИЯ

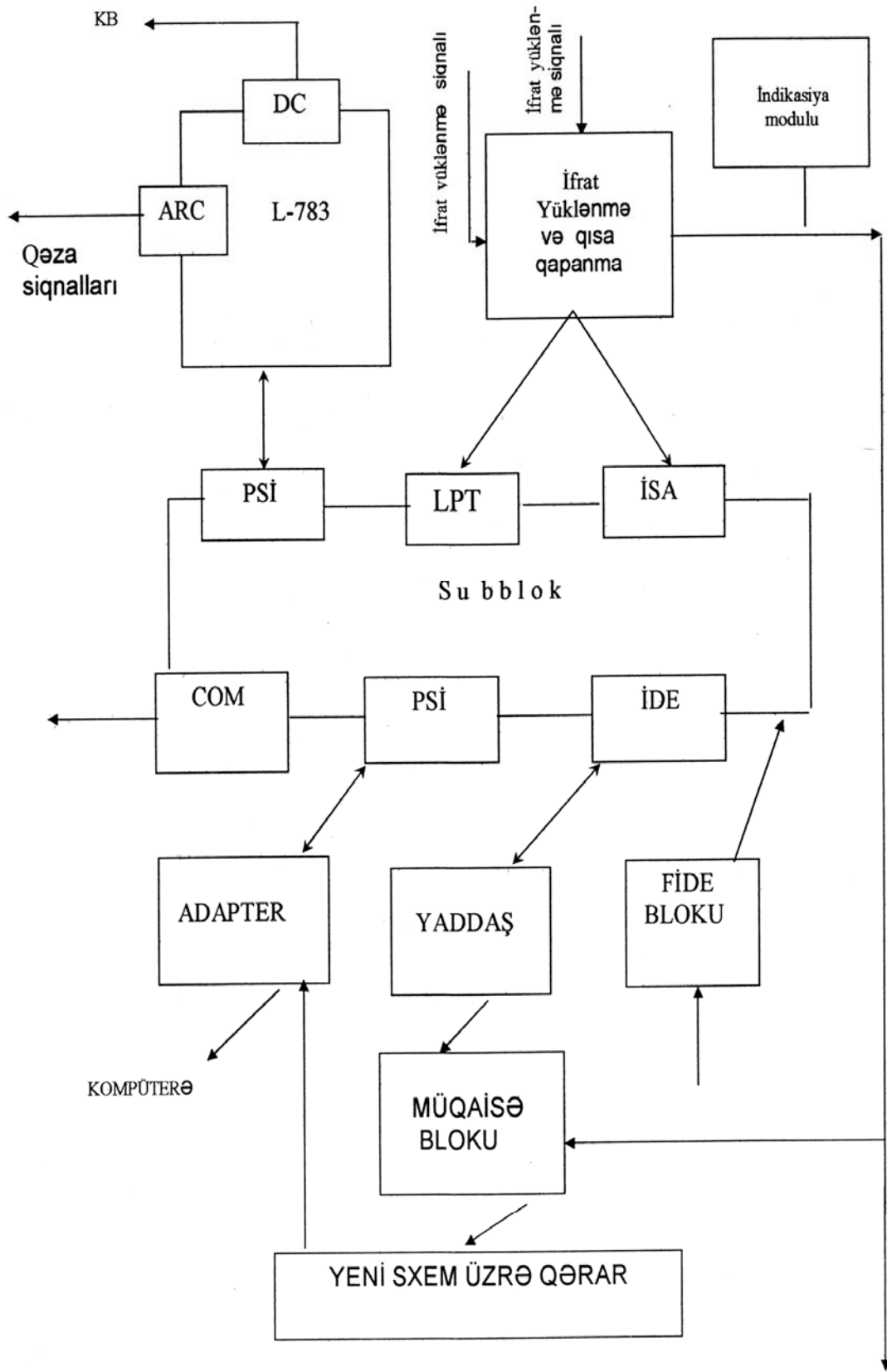
**МАМЕДОВ Г.А., НАСИРОВ Ш.Н.**

В статье рассмотрены аварийные ситуации в тяговых подстанциях и разработаны методы их устранения. Также произведён расчет токов короткого замыкания, с учетом определения в разных режимах активных и реактивных нагрузок, было разработано перегрузка и структурная схема аварийного блока.

## THE ACCIDENT CONDITION IN TRACTION SUBSTATION AND ABOLISH THEM USING THE ALGORITHM

**MAMEDOV H.A., NASIROV Sh.N.**

In traction half station happening accident condition and research abolish of accident condition in the article. The short shut current prise calculate with analytical method in different load regime active determine reactive load prise, too much loaded and used the scheme foundation of pulley.



Şəkil 4. İfrat yüklənme və qəza bloğunun struktur sxemi