

AZƏRBAYCAN KƏND TƏSƏRRÜFATI NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN DÖVLƏT AQRAR UNİVERSİTETİ

S.Z.Məmmədov

N.Ə.Babayev

KƏND TƏSƏRRÜFATININ ELEKTRİK TƏCHİZATI

FƏNNİNƏ AİD DƏRS VƏSAİT

(Sərbəst iş və laboratoriya işləri)

**Azərbaycan Respublikası Təhsil
Nazirliyinin 03.07.2014 tarixli
765 saylı əmri ilə qrif verilmişdir.**

G Ə N C Ə – 2013

MÜNDƏRİCAT:

Giriş	6
S Ə R B Ə S T İ Ş №1.	
Elektrik təchizatında elektrik şəbəkə və sistemlərinin rolunun araşdırılması.....	7
S Ə R B Ə S T İ Ş №2.	
10 kV gərginlikli hava xəttlərində gərginlik itgisinin hesablanma üsulları və məftillərin seçilməsi.....	13
S Ə R B Ə S T İ Ş №3	
10/0,4 kV-luq kənd transformator yarımstansiyalarda yaranan illik elektrik enerji itgilərinin hesablanması.....	18
S Ə R B Ə S T İ Ş №4	
Hava və kabel xəttlərində enerji itgilərinin hesablanması üsulları.....	21
S Ə R B Ə S T İ Ş №	
10/0.4 kV-luq transformatorun illik enerji itgilərinin hesablanması üsulları.....	25
S Ə R B Ə S T İ Ş №6	
Elektrik şəbəkələrinin kabel və məftillərin seçilməsi üsulları.....	29
S Ə R B Ə S T İ Ş №7	
Şəbəkə kabellərinin və məftillərin qızmaya görə seçilməsi.....	33
S Ə R B Ə S T İ Ş № 8	
Kabel və məftillərin qızma şəraitində yol verilən cərəyanlarının hesablanması.....	36
S Ə R B Ə S T İ Ş № 9	
0,4 kV-luq elektrik şəbəkəsinin elementlərinin hesabı və onların seçilməsi üsulları.....	36
S Ə R B Ə S T İ Ş № 10	
Yerli şəbəkələrin parametrləri və onların hesablanması üsulları.....	42
S Ə R B Ə S T İ Ş № 11	
Qeyri simmetrik yüklü radial şəbəkənin hesablanması.....	48
S Ə R B Ə S T İ Ş № 12	
İki tərəfli qida mənbəyinə malik olan 10 kV- luq qapalı şəbəkələrdə xəttlərin en kəsiyinin hesablanması.....	51
S Ə R B Ə S T İ Ş № 13	
İki transformatorlu mənbədən qidalanan kabel xəttlərinin də yaranan gərginlik itgilərinin hesablanması.....	55
S Ə R B Ə S T İ Ş № 14	
10/0.4 kV-luq kənd yarımstansiyasında gərginlik itgisinin təyin edilməsi üsulları.....	58

S Ə R B Ə S T İ Ş № 15	
0.4 kV (0.38 kV) elektrik şəbəkələrində qızmaya görə onun elementlərinin seçilməsi üsulları.....	61
S Ə R B Ə S T İ Ş № 16	
Elektrik təchizatı sistemlərində qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması üsulları.....	65
S Ə R B Ə S T İ Ş 17	
35/10 kV radial elektrik şəbəkəsində xəttin yerlə qapanma cərəyanlarının təyin edilməsi.....	69
S Ə R B Ə S T İ Ş № 18	
35/10 kV yarımstansiyasında qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması.....	71
S Ə R B Ə S T İ Ş № 23	
Güc transformatorunun buraxıla bilən qızma temperaturunun təyin edilməsi..	76
S Ə R B Ə S T İ Ş № 24	
Güc transformatorların yüklənmə və artıq yüklənmə qabiliyyətinin tədqiq edilməsi.....	78
S Ə R B Ə S T İ Ş № 25	
Qızma şəraitində kabel və naqillərdə buraxıla bilən cərəyanın hesablanması üsulları.....	82
S Ə R B Ə S T İ Ş № 26	
0,4 kV – sex daxili elektrik təchizat sxemində avadanlıqların gücünə uyğun onun elementlərinin seçilməsi.....	84
S Ə R B Ə S T İ Ş № 27	
Sexdaxili elektrik təchizatı sxemlərinin hesablanma üsulları.....	88
S Ə R B Ə S T İ Ş № 28	
Budaqlanan elektrik şəbəkələrində gərginlik itgisinin azaldılması üçün optimal variantın seçilməsi üsulları.....	91
S Ə R B Ə S T İ Ş № 29	
Kabellərin şəbəkə gərginliyinə uyğun seçilməsi üsulları.....	94
S Ə R B Ə S T İ Ş № 30	
10/0,4 kV kənd yarımstansiyasının elektrik aparatlarının seçilməsi.....	97
S Ə R B Ə S T İ Ş № 31	
Yüksək gərginlikli elektrik şəbəkələrində maksimum cərəyan mühafizə sisteminin hesablanması.....	101
S Ə R B Ə S T İ Ş № 32	
0,4 kV gərginlikli şəbəkənin elektrik hesablanma üsulları.....	107

S Ə R B Ə S T İ Ş № 33

Transformatorın gücünün təyini və onların seçilməsi üsulları.....109

S Ə R B Ə S T İ Ş № 34

Ölçü transformatorunun (gərginlik və cərəyan transformatoru) iş prinsipi və parametrlərinin hesablanması.....112

S Ə R B Ə S T İ Ş № 35

35/10 kV kənd yarımstansiyasından hava xəttinin en kəsiyinin seçilməsi.....117

S Ə R B Ə S T İ Ş № 36

Elektrik şəbəkələrində reaktiv gücün kompensasiya edilməsi üçün kondensatorların seçilməsi üsulları.....120

S Ə R B Ə S T İ Ş № 37

Yüksək gərginlikli elektrik xətlərinin induktivliyinin uzununa kompensasiya edilməsi üsulları.....123

S Ə R B Ə S T İ Ş № 38

Sadə qapalı elektrik şəbəkələrinin hesablanması.....128

S Ə R B Ə S T İ Ş № 39

Hava xəttlərinin gərginlik ötürmə qabiliyyətinin təyin edilməsi.....133

S Ə R B Ə S T İ Ş № 40

Elektrik qurğularında yerləbirləşdirici quruluşların hesablanması üsulları.....138

S Ə R B Ə S T İ Ş № 41

Polad məftillərin aktiv və induktiv müqavimətlərinin təyin edilməsi üsulları.....140

S Ə R B Ə S T İ Ş № 42

0.4 kV (0.38 kV) elektrik şəbəkələrində qızmaya görə qoruyucuların və kabellərin, məftillərin en kəsiyinin seçilməsi üsulları.....144

LABORATORİYA İŞİ № 1

Birfazlı transformatorun normal işinin tədqiqi.....148

LABORATORİYA İŞİ № 2

Birfazlı transformatorun yüksüz işləmə və qısaqapanma rejimlərində işinin tədqiqi.....151

LABORATORİYA İŞİ № 3

Üçfazlı transformatorun dolaqlarının qrup birləşmələrinin təyin edilməsi.....156

LABORATORİYA İŞİ № 4

Üçfazlı transformatorun yüksüz işləmə və qısaqapanma rejiminin tədqiqi.....160

LABORATORİYA İŞİ № 5	
Paralel işləyən üçfazlı transformatorların işinin tədqiqi.....	167
LABORATORİYA İŞİ № 6	
İki tərəfli qida mənbələrinin iş rejiminin tədqiqi.....	172
LABORATORİYA İŞİ № 7	
Birfazlı transformatorun iş rejiminin tədqiqi və parametrlərinin Hesablanması.....	175
LABORATORİYA İŞİ № 8	
Polad naqillərin elektrik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi.....	180
LABORATORİYA İŞİ №9.	
İki tərəfli qidalanma xətlərinin iş rejimlərinin tədqiqi.....	185
LABORATORİYA İŞİ №10.	
Xətt və kabellərin qızmaya görə uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyanın təyini.....	189
LABORATORİYA İŞİ №11.	
Bir fazlı transformatorun işinin tədqiqi.....	192
LABORATORİYA İŞİ № 12.	
Radial şəbəkənin gərginliyinin tənzimlənməsi.....	194
LABORATORİYA İŞİ № 13.	
Radial kənd şəbəkələrinin gərginlikrejimlərinin tədqiqi və Transformatorlarda əlavə etmələrin seçilməsi.....	199
LABORATORİYA İŞİ №14.	
Statik kondensatorların köməyilə radial şəbəkələrdə gərginliyin tənzimlənməsi.....	204
LABORATORİYA İŞİ №15.	
Elektrik qurğularının güc əmsalı və onun yaxşılaşdırılması üsulları.....	209
LABORATORİYA İŞİ №16.	
Mürəkkəb qapalı şəbəkənin iş rejimlərinin öyrənilməsi.....	216
LABORATORİYA İŞİ №17.	
Fazaları qeyri –bərabər yüklənmiş radial xəttin tədqiqi.....	219
İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYATLAR.....	223

ELEKTRİK SİSTEM VƏ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN ELEKTRİK TƏCHİZATINDA ROLU.

GİRİŞ

Respublikamızda aqrar istehsalatın elektricləşdirilməsinin müasir vəziyyəti və qələcək inkişafı üçün elektrik şəbəkə və sistemlərinin yeni texnologiyaya uyğun qurulması elektrik enerjisi istehsalının artırılması dövlət qarşısında duran aktual məsələdir. Enerjinin böyük məsafələrə ötürülməsi tarixi 1880-ci illərə təsadüf edir.

Rus alimi D.A.Laçinov bu prosesi nəzəri cəhətdən əsaslandırmışdır. Sonra 1882-ci ildə M.Ş.Depre elektrik enerjisinin 57 km məsafəyə ötürülməsinə nail olmuşdur.

Böyük güc tələb edən sahələr üçün qərqlinliyin daha çox məsafələrə ötürülməsi üçün qərqlinliyin qiymətini artırmaq lazım gəlmişdir.

1882-ci ildə N.F.Usaqin transformator ixtira etdikdən sonra elektrik enerjisinin uzaq məsafələrə ötürülməsi üçün zəmin yarandı.

1831-ci ildə M.O.Dolivo -Dobrovolski tərəfindən Laufen -Fraukfurt şəhərləri arasında 175km-lik məsafədə 15kV -luq xətt ilə enerjinin ötürməsi həyata keçirildi.

SSR-nin Avropa hissəsində,sonralar isə Sibirdə su elektrik stansiyaları və eləcədə güclü istilik elektrik stansiyaları tikilməsi ilə əlaqədar olaraq 1956-cı ildən etibarən gərginliyi 500 kV ümumi gücü 750 -900 meqavat olan elektrik stansiyaları qurulmuşdur ki, bu da gərginliyi 1000 km məsafəyə ötürmək üçün zəmin yaratmışdır.

Sovetlər ölkəsində enerjinin verilməsi sahəsində aparılan tədqiqat işləri göstərmişdir ki, 1500 km artıq məsafəyə böyük güclü enerjini sabit cərəyanla ötürmək, dəyişən cərəyanla ötürməkdən iqtisadi baxımdan daha sərfəlidir (elektrik itkiləri, güc itgiləri,gərginlik itgiləri və s. azalır).

Eyni zamanda gərginlik ötürülməsi üçün istifadə olunan materiallar, avadanlıqlar xeyli azalmış olur.

Kecən əsrdə elektrik enerjisinin ötürülməsi texnikasında sabit cərəyan mənbələri öz yerini 3 fazalı dəyişən cərəyan mənbələrinə vermişdir. Bunun səbəbi isə o zamanlar yüksək gərginlikli və böyük güclü sabit cərəyan mənbələri yaradılması və xəttin axırında verilən enerjinin paylanması məsələləri ilə əlaqədar çətinliklərdən çıxış yolu tapılmaması idi.

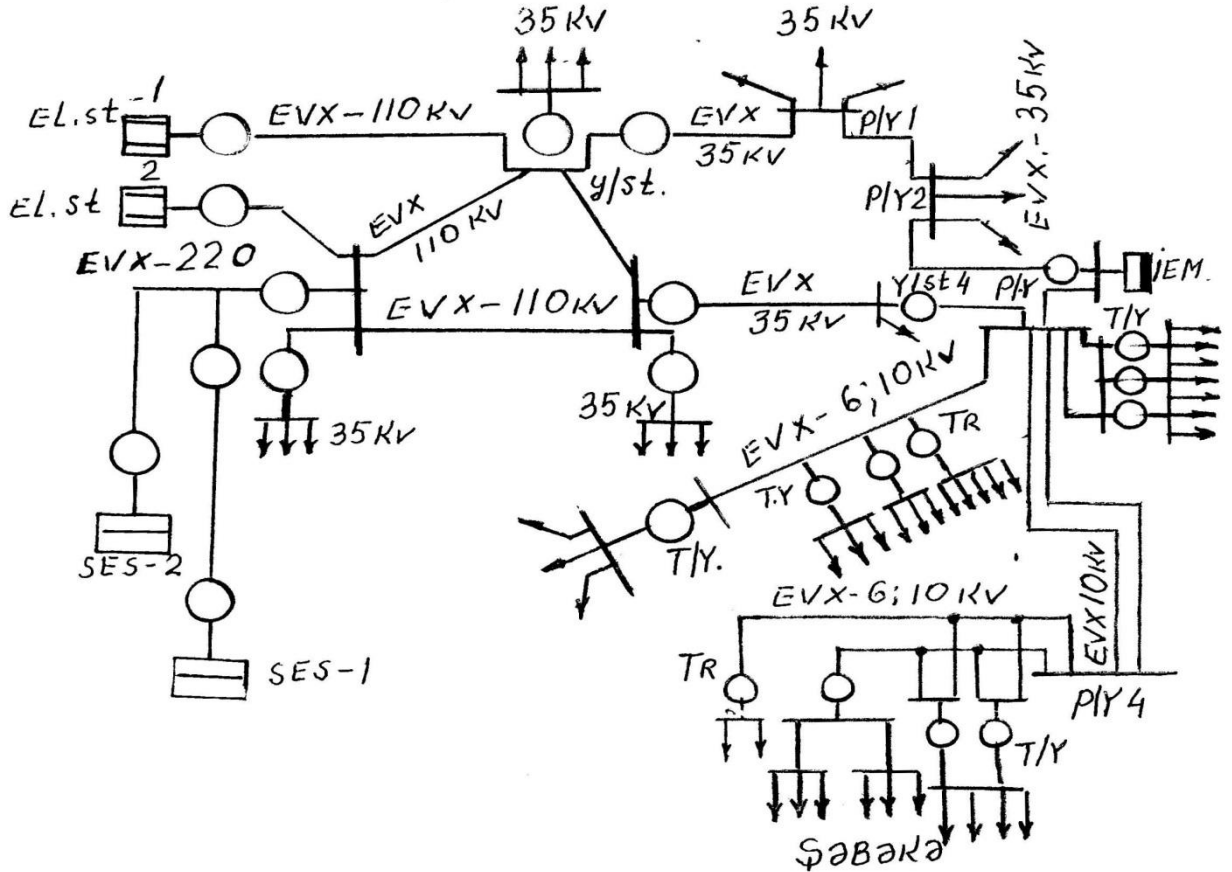
Son illərdə dəyişən cərəyan sabit cərəyanla, sabit cərəyan isə dəyişən cərəyanla çevirən sxemlər, avadanlıqlar və aparatlar işlənilib hazırlanmış və sınaqdan keçirilmişdir.

Bu da gərginliyi çox yüksək və ötürmə qabiliyyəti çox böyük olan sabit cərəyan mənbələrinin yaranmasına səbəb olmuşdur.

S Ə R B Ə S T İ Ş № 1

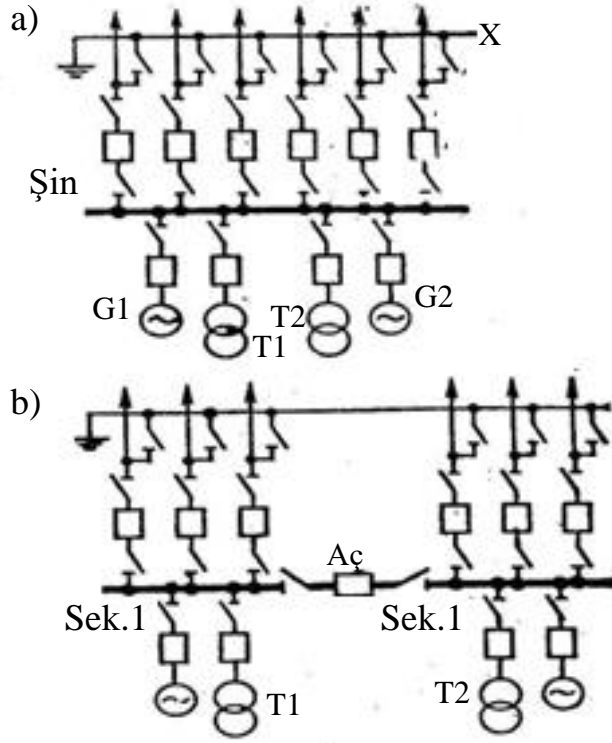
Elektrik təchizatında elektrik şəbəkə və sistemlərinin rolunun araşdırılması

İş rejimləri eyni olan, elektrik enerjisinin istehsalı və paylanması prosesinin etibarlığını qoruyan bütün elektrik stansiyalarına yarımstansiyalara və elektrik ötürən xəttlərə bir yerdə elektrik sistemi deyilir. Şəkil -1



Şəkil 1. Elektrik şəbəkə sxemi

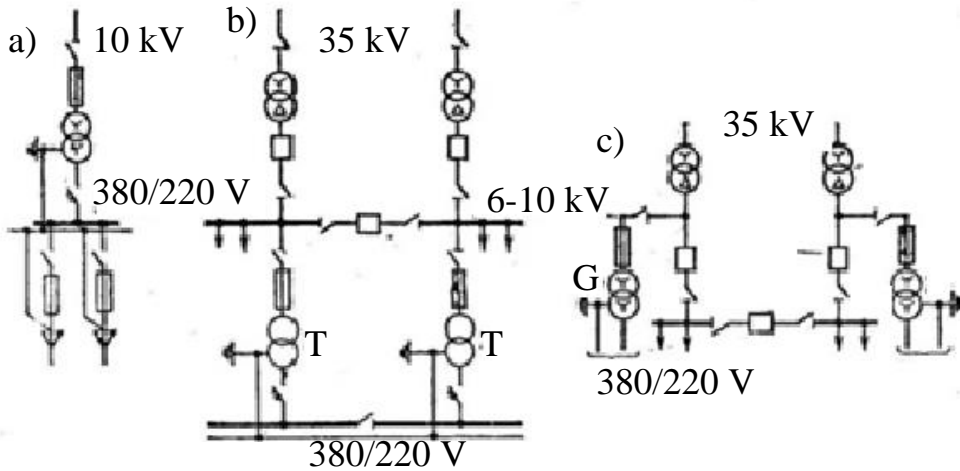
Ayrı-ayrı elektrik sistemləri bir-biri ilə yüksək gərginlikli veriliş xəttləri ilə birləşdirilir. Elektrik stansiyaları, yarımstansiyalar, müxtəlif gərginlikli kabel və hava xəttləri birlikdə elektrik şəbəkələrini təşkil edir. Şəkil -2 (a, b)



Şəkil 2. Elektrik şəbəkəsi sxemi

Uzaq məsafələrə çox miqdarda elektrik enerjisi əsasən hava xəttləri vasitəsi ilə ötürülür. Bu iqtisadi və texniki cəhətdən də faydalıdır. Elektrik sistemlərində generatorların istehsal etdiyi enerjini yüksək gərginlikli enerjiyə çevirmək üçün yüksəldici, transformator yarımstansiyaları quraşdırılır ki, bu da yüksəldici transformator vasitəsi ilə həyata keçirilir.

Yüksək gərginliyi aşağı gərginliyə çevirən transformator isə alçaldıcı transformator adlanır.



Şəkil 3. Paylayıcı yarımstansiyanın sxemi

Yüksək enerjini dəyişdirmədən və transformasiya etmədən qəbul edən və paylayan qurgulara paylayıcı məntəqə deyilir. Şəkil -3

Elektrik şəbəkələrinin quraşdırılma zaman onları aşağıdakı üsullarla (qaydalarla) hesablanması vacibdir.

Elektrik şəbəkələri aşağıdakı şərtləri təmin etməlidir.

- a) Tələbçilərə elektrik enerjisinin fasiləsiz ötürülməsini.
- b) İşlədiciyə keyfiyyətli və lazımi enerji ilə təchiz edilməsi.
- c) Avadanlıqların istismarının təhlükəsizliyini.
- d) Enerjiyə qənaət olunmasını.
- e) Şəbəkənin qələcək inkişafının təmin olunmasını.

Elektrik şəbəkələrinin layihələndirilməsində aşağıdakı hesablamalar aparılır.

1) Texniki-iqtisadi hesablama.

Bu hesablamada şəbəkənin nominal gərginliyi, məftil və kabellərin en kəsiqlərinin yüklərə uyğun hesabı və s.

2) Məftil və kabellərin qızmaya uyğun hesabı.

Burada yol verilən cərəyanın, kabel və məftillərin en kəsiyinin bu cərəyana uyğun seçilməsi, qızmaya uyğun məftillərin və kabellərin en kəsiyinin seçilməsi və s.

3) Şəbəkə xətlərində gərginlik itgisinin hesabı.

Bu hesablamada işlədiciyə gərginliyinin gərginlik xəttin başlanğıc və sonunda gərginliyin hesabı, gərginliklər arasındakı fərq və s. hesablanır.

4) Şəbəkə elementlərinin -dayaqların, məftillərin, bunkerlərin optimal ölçüsünün hesabı.

5) Əlavə hesablamalar.

Seçilmiş kabel və məftillərdən qısaqapanma zamanı axan cərəyanı, qiymətinə uyğun hesabı və s.

Aşağıda elektrik şəbəkəsinin bəzi elementlərinin parametrlərinin hesablanması nəzər salmaq.

Misal -1

İki qidalanma mənbəyi sistemində reactor arxasındakı K nöqtəsində baş verən qısaqapanma cərəyanının qiymətini hesablayaq. (şəkil -4)

Misalın həlli

Paylaşdırma əmsalından istifadə edib gərginliyin bazis qiymətini

$$U_b = 115 \text{ kV}$$

Sistemin müqaviməti

$$X_1 = \frac{U_{nom}^2}{S_{aç}} = \frac{115^2}{2100} = 6.3 \text{ Om}$$

U_{nom} - transformatorun nominal gərginliyi.

$S_{aç}$ - yağ açarının açma qücüdür.

110kV –luq hava xətti üçün

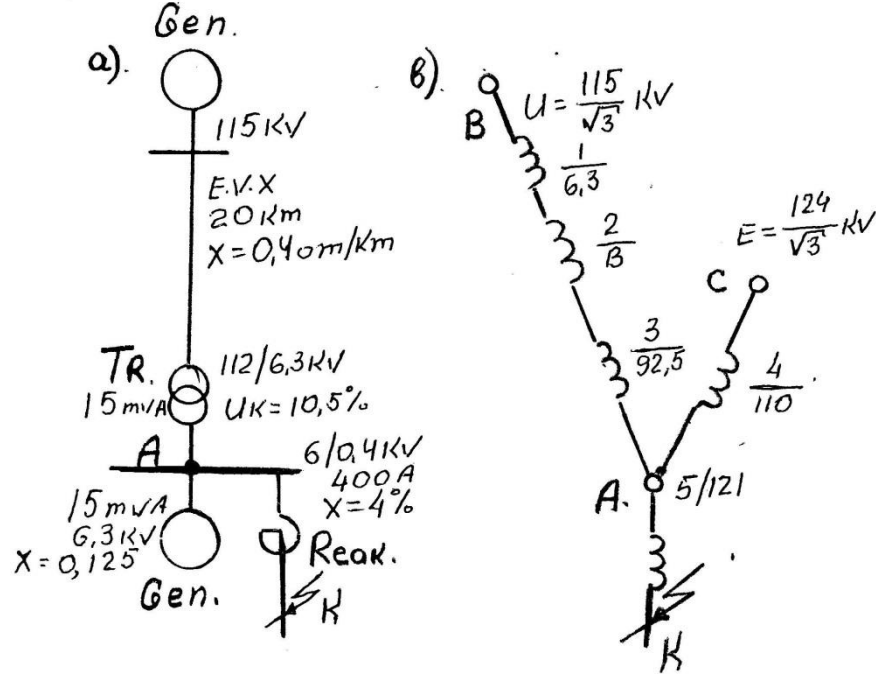
$$X_2 = 0.4 \cdot 20 = 8 \text{ Om götürülür}$$

Transformatorun müqaviməti

$$X_t = 92.5 \text{ Om}$$

Generator müqaviməti

$$X_g = 110 \text{ Om}$$



Şəkil 4. Qida mənbəyi olan yarımsansiyanın sxemi

Reaktor müqaviməti

$$X_r = X(U_b/U_{nom}) = (0.04 \cdot 6.3 / \sqrt{3} \cdot 0.4) \cdot \frac{115}{6.3^2} = 121 \text{ Om}$$

Elektrik sistemindən A nöqtəsindən qısaqapanma dövrəsinin müqaviməti

$$X_I = X_s + X_{h/x} + X_t = 6.3 + 8 + 92.5 = 106.8 \text{ Om}$$

Generatordan A nöqtəsindən hissənin müqaviməti: $X_u = X_g = 110 \text{ Om}$ -dur

Sistem üçün paylaşdırma əmsalı

$$C_g = \frac{X_{II}}{X_I + X_u} = \frac{110}{106.8 + 110} = 0.508$$

Generatordan A nöqtəsindəki paylaşdırma əmsalı: $C_g = 1 - C_s = 1 - 0.508 = 0.492$ -dir.

2-mənbə üçün ekVivalent e.h.q. (E):

$$E = (E_{1V_1} + E_{2V_2}) / (Y_1 + Y_2) = \frac{115 \cdot \frac{1}{106.8} + 124 \cdot \frac{1}{110}}{1/106.8 + 1/110} = 119 \text{ kV}$$

Sistemin budaqlarının yekun müqaviməti

$$X_{\Sigma} = X_I X_u / (X_I + X_u) + X_3 = 106.8 \cdot 110 / (106.8 + 110) + 121 = 175.2 \text{ Om olur.}$$

$$X_{ekv_1} = \frac{X_{\Sigma}}{C_b} = \frac{172.5}{0.508} = 345 \text{ Om}$$

$$X_{ekv_{II}} = \frac{X_{\Sigma}}{C_g} = \frac{175.2}{0.432} = 356 \text{ Om}$$

Sxemin K nöqtəsindəki yekun qısaqapanma cərəyanı

$$I_{\Sigma} = U_{or} / (\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma}) = 119 / (\sqrt{3} \cdot 175.2) = 392 \text{ A olar.}$$

Sistemin qısaqapanma cərəyanı

$$I_s = U_{or} / (\sqrt{3} \cdot X_{ekv_1}) = \frac{119}{\sqrt{3} \cdot 345} = 199 \text{ A}$$

Generatorun qısaqapanma cərəyanı isə

$$I_g = U_{or} / (\sqrt{3} \cdot X_{ekv_{II}}) = \frac{119}{\sqrt{3} \cdot 356} = 193 \text{ A}$$

Bu cərəyanları transformatorun aşağı gərginlik tərəfinə (yəni 6.3 kV) gətirsək sistemin qısaqapanma cərəyanı

$$I_s = I_1 U_{or} / U_b = \frac{193 \cdot 115}{6.3} = 3520 \text{ A olar.}$$

Yekun qısaqapanma cərəyanının qiyməti

$$I_{\Sigma} = I_s + I_g = 3640 + 3520 = 7160 \text{ A olur.}$$

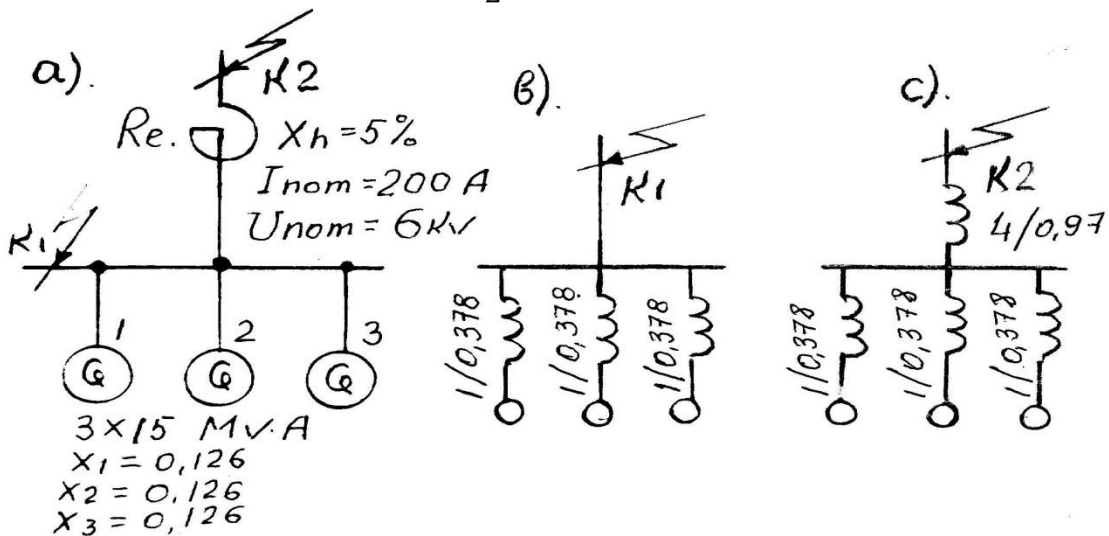
Misal 2

Hər birinin gücü 15 mVA olan nisbi müqaviməti $X_d = 0.125$ olan 3 transformatorlu elektrik şəbəkəsində qısaqapanma cərəyanının və qısaqapanma güclərini təyin etməli. Şəkil -5

Həlli:

Şəbəkənin ümumi qücünü təyin edirik

$$S = S_{nom_{\Sigma}} = 3 \cdot 15 = 45 \text{ mVA.}$$



Şəkil 5. Üç transformatorlu şəbəkə sxemi

Sxemdəgöstərilən K qısaqapanma nöqtəsi üçün hesabat müqavi-mətləri aşağıdakı formulalara uyğun hesablanır.

Transformator üçün $X_{tr}=X_d \cdot S_{nom}/S_b = 0.125 \cdot \frac{45}{15} = 0.375 \text{ Om.}$

Sinlərdə hesabat müqaviməti: $X_s = X_{tr}/3 = \frac{0.375}{3} = 0.125 \text{ Om.}$

Qısaqapanma cərəyanının qiyməti: $I_{\Sigma} = \frac{S_b}{\sqrt{3} U} = \frac{45}{\sqrt{3} \cdot 6.3} = 4.1 \text{ kA}$

Qısaqapanma zamanı başlanğıc cərəyan

$$I_o = K \cdot I_{\Sigma} = 8 \cdot 4.1 = 32.8 \text{ Ka}$$

K- qısaqapanmanın dəfəlilik əmsalidir.

K = 8 qötürülür.

Qısaqapanma qücü $S_{q\backslash q} = K \cdot S_{nom\Sigma} = 8 \cdot 45 = 360 \text{ mVA}$ olur.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları

- 1) Hansı energetik qurğular elektrik sistemini təşkil edir?
- 2) Elektrik şəbəkələri hansı energetik gurğulara deyilir?
- 3) Elektrik şəbəkələrinə aid olan əsas qurğular, avadanlıqlar hansılardır?
- 4) Elektrik şəbəkələrinin elementlərinin parametrlərini hesablamaq üçün hansı şərtlər nəzərə alınmalıdır?
- 5) Şəbəkəelementlərinin qısaqapanma cərəyanlarının hesablanma-sında məqsəd nədir ?
- 6) Bu cərəyanları hansı ardıcılıqla hesablanır?

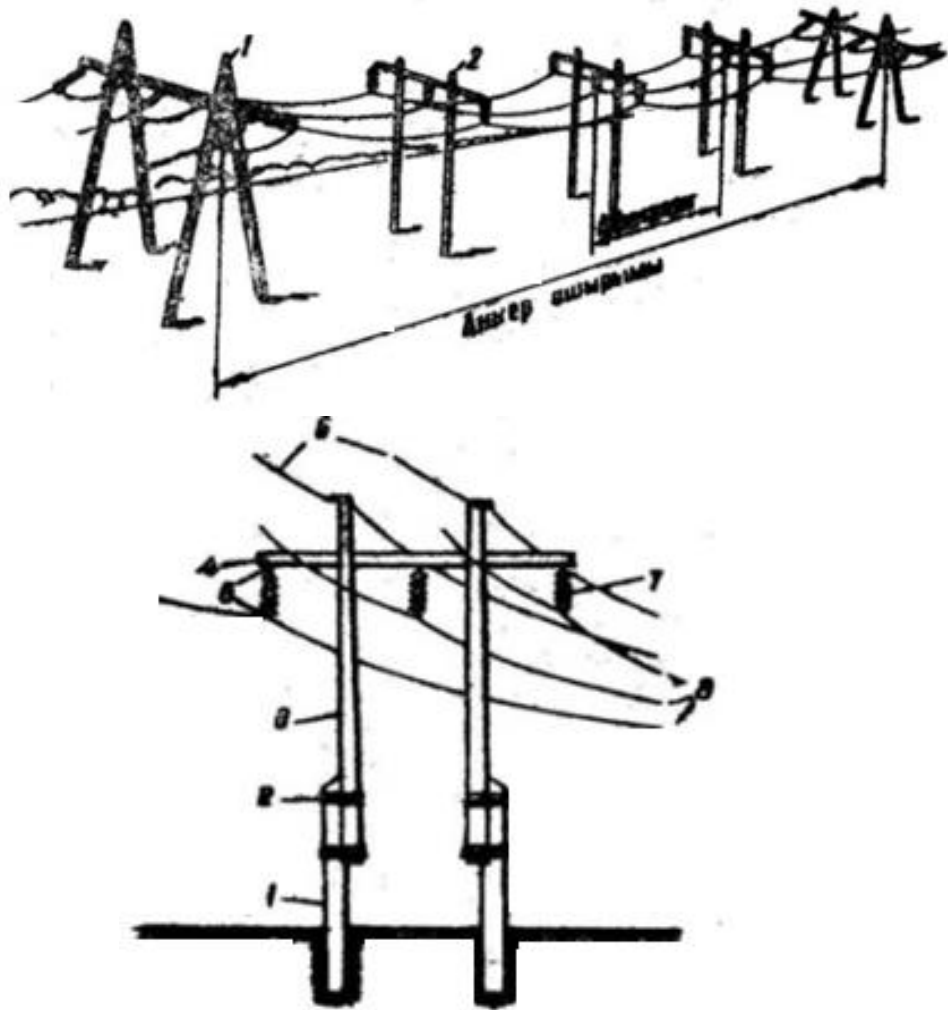
S Ə R B Ə S T İ Ş № 2

10 kV gərginlikli hava xəttlərində gərginlik itgisinin hesablanma üsulları və məftillərin secilməsi

İşin məqsəd :

Hava xəttlərinin quruluşu, iş rejimi ilə tanış olmaq onların konstruktiv çəkiliş qaydalarına olan, tələbatları araşdırmaq və hava xəttlərinin gərginlikdən asılı olaraq parametrlərinin hesablanmasıdır.

Hava xəttləri elektrik enerjisinin açıq havada izolyator və armaturlar vasitəsi ilə qayaqlara birləşdirilmiş məftillərlə ötürən və paylayan tərtibata (qurğuya) deyilir.



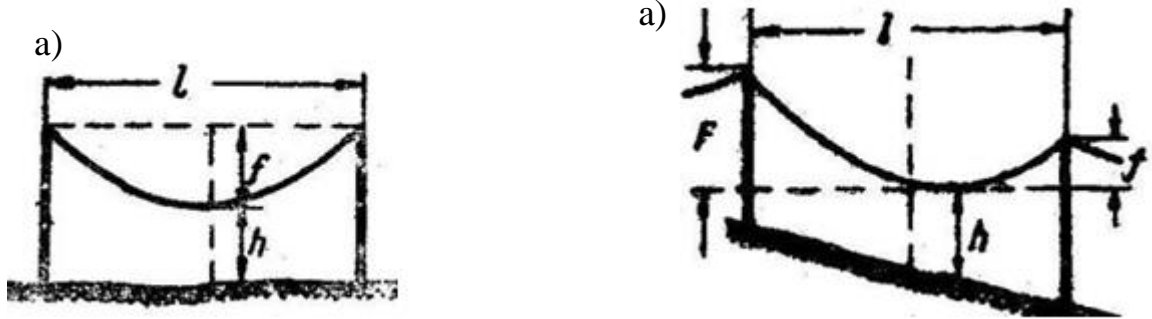
**Şəkil 1 (a, b)-a-yüksək gərginlikli hava xəttinin görünüşü;
b-yüksək gərginlikli dayaq və izolyatorlar**

- Hava xəttləri əsasən aşağıdakı konstruktiv elementlərdən ibarətdir: şəkil 1 (a, b).
- a- elektrik enerjisini ötürmək üçün məftillər (mis, alimium, polad və s.)
 - b- məftilləri ifrat gərginlikdən qorumaq üçün mühafizə trosları
 - c- müxtəlif hündürlüklü dayaqqlar

d- məftilləri dayaqlardan izolə edən izolyatorlar

e- məftilləri izolyatora, izolyatorları isə dayaqlara birləşdirən armaturlar və ya kronşteynlər.

İki dayaq arasındakı məsafə xətt aşırımı adlanır.



Şəkil 2 (a, b)

Hava xətti ilə yerin səthi arasındakı ən kiçik məsafə xəttin yerə qədər ölçüsü (hündürlüyü) h adlanır .

Məftilin bərkidilmə nöqtəsi ilə məftilin ən aşağı sallanma nöqtəsi arasındakı məsafəyə sallanma oxu (j) deyilir.

Əsasən hava xəttləri vasitəsi ilə 10 kV -500 kV yüksək gərginlik ötürülür.

Ötürülən gərginliyin qiymətindən, məsafədən, tələbatların istifadə etdiyi yükün miqdarından asılı olaraq hava xətlərinin məftillərinin qalınlığı, onun hazırlandığı materiallar da müxtəlif olur. Ötürülən gərginliyin qiymətindən asılı olaraq izolyatorların sayı da dəyişir və eyni zamanda dayaqların konstruksiyası da müxtəlif olur.

Hava yollarının çəkilməsində müxtəlif növ materiallardan istifadə olunur (mis, aliminium, polad, aliminium -polad qarışığından və s.) istifadə olunur .

a) Mis məftillərin xüsusi müqaviməti $\rho = 18,8 \text{ Om}$ -dur. Yüksək keçiricilik qabiliyyətinə malik olduğu üçün xəttlərdə yaranan enerji itkiləri bu tip məftillərdə az olur .

b) Aliminiumun xüsusi müqaviməti $\rho = 31,5 \text{ Om}$. Misdən sonra ən çox işlənən materialdır. Misə nisbətən kövrəkdir. Uzaq məsafəli hava xətlərində əsasən istifadə edilir .

c) Polad məftillər. Xüsusi müqaviməti misə və aliminiuma nisbətən böyükdür. Ancaq möhkəmliyinə görə uzaq məsafələrə gərginliyi ötürmək üçün istifadə olunur .

d) Polad -aliminium qarışığından hazırlanmış məftillər əsasən yüksək gərginlikli 110 kV və daha çox gərginlikli hava xətlərində istifadə olunur.

e) Hava xətləri çəkilişində gərginliyin qiymətindən, məsafədən, tələbatçıların yükündən və s. asılı olaraq onların parametrləri hesablanmalıdır.

Aşağıda buna aid bir misal göstərən 35/10 kV -lıq transformatorun qidalandırdığı budaqlanan hava xəttlərinin parametrlərini və yaranan gərginlik düşgüsünü müəyyən edək. (şəkil -3)

Misal – 1

1) Verilənlər:

$$L_1 = 3 \text{ km} - \text{I h} / x$$

$$L_2 = 2 \text{ km} - \text{II h} / x$$

$$L_3 = 1 \text{ km} - \text{III h} / x$$

$$P_1 = 100 \text{ kVt} - \text{I h} / x \text{ -nin gücü}$$

$$P_2 = 44 \text{ kVt} - \text{II h} / x \text{ -nin gücü}$$

$$P_3 = 130 \text{ kVt} - \text{III h} / x \text{ -nin gücü}$$

2) Tələb olunanlar:

Hər xəttin sonunda gərginlik itkilərinin hesablanması və ümumi gərginlik itkilərinin təyin edilməsi.

3) İşin yerinə yetirilmə qaydaları (şəkil 3) I bir növbədə xətlərin yüklərinə uyğun cərəyanları hesablayırıq:

I xəttə

$$I_1 = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,8} = \frac{100}{1,73 \cdot 10 \cdot 0,8} = 7,2 \text{ A} .$$

II xəttin cərəyanı

$$I_2 = \frac{P_2}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot \cos \varphi} = \frac{44}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,8} = 2,54 \text{ A}$$

III xətt cərəyanı

$$I_3 = \frac{P_3}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{120}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,8} = 7,7 \text{ A}$$

İndi isə əvəzetmə sxemi quraq –şəkil -3

Xətlərin yük cərəyanları

Kompleks şəkildə

Aşağıdan qaydalarla hesablanır.

$$I_1^* = I_1 \cos \varphi - j I_1 \sin \varphi = 7,2 \cdot 0,8 - j 7,2 \cdot 0,6 = 5,7 - j 4,3 \text{ –xətt üçün}$$

$$I_2^* = 2,54 \text{ A} - \text{II xətt üçün}$$

$$I_3^* = I_3 \cos \varphi - j I_3 \sin \varphi = 7,7 \cdot 0,95 - j 7,7 \cdot 0,31 = 7,3 - j 2,4 \text{ A}$$

Sonra 1-2 və 3-4 nöqtələri arasındakı axan cərəyanları hesablayırıq.

$$I_{1-2} = I_2 = 2,54 \text{ A}$$

$$I_{1-3} = I_3 = 7,3 - j 2,4 \text{ A}$$

A – 1 nöqtələri arasındakı axan cərəyan isə

$$I_{A-1} = I_{(1-2)} + I_{(1-3)} + I_1 = 2.54 + 7.3 + j2.4 + 5.7 - j4.3 = 15.44 - j6.7 \text{ olur.}$$

Bu kəmiyyəti eyni zamanda

$$I_{A-1} = \sqrt{15.44^2 + 6.7^2} = 16.9 \text{ A yaz bilərik.}$$

Xəttlərin ayrı-ayrı hissələrindəki gərginlik düşgünləri (itgiləri) aşağıda göstərilən üsulla hesablanır.

$\Delta U_{A-1} = A$ və 1 nöqtələri arasındakı gərginlik itgisi.

“A-1” hissəsində $\frac{\Delta U}{L_1} = \frac{540}{3} = 180 \text{ v/km}$

“1 – 2” hissəsində $\frac{\Delta U}{L_2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ v/km}$

“1 – 3” hissəsində $\frac{\Delta U}{L_3} = 70 \text{ v/km}$

$$\Delta U_{A-1} = 180 \cdot 3 = 540 \text{ V}$$

$$\Delta U_{1-2} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ V}$$

$$\Delta U_{1-3} = 70 \cdot 1 = 70 \text{ V}$$

Bütün xəttlər üzrə maksimum gərginlik düşqüsü

$$\Delta U_{max} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-3} = 540 + 70 = 610 \text{ V}$$

$$\Delta U_{max} = 610 \text{ V}$$

Aldığınız qiymətlərə uyğun cədvəl tərtib edək

Xəttin gərginliyi (kV)	P_1 kVt	P_2 kVt	P_3 kVt	I_1 (A)	I_2 (A)	I_3 (A)	ΔU (1-2) V	ΔU (1-3) V	ΔU (A-1) V	ΔU mak V	L_1 km	L_2 km	L_3 km
10	100	44	120	7.2	2.54	7.7	40	70	540	610	3	2	1

Alınan qiymətlərə uyğun yük qrafiklərini quraq

- Xəttin gücü ilə cərəyanı arasındakı xarakteristika
- Xəttin gərginlik itgisinin xəttin qücündən asılılıq qrafiki
- Gərginlik itqisinin xəttin uzunluğundan asılılıq qrafiki.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Paylayıcı yarımstansiyaların sistemin elektrik təchizatında rolunu.
- 2) Elektrik ötürücü xəttlərdə yaranan gərginlik itgisi, xəttin hansı parametrlərindən asılı olur?

- 3) Xətt cərəyanı ilə həmin xəttə yaranan yüklər arasındakı asılılıq nədən ibarətdir ?
- 4) Yuxarıda göstərilən qrafiklərdə, parametrlər arasındakı asılılıqları izah edin.
- 5) Sistemin cərəyanları hansı üsulla hesablanır?
- 6) Sistemin gərginlikləri hansı üsulla hesablanır?
- 7) Xətlərin ümumi gərginlik düşgüsü hansı üsulla hesablanır?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 3

10/0,4 kV-luq kənd transformator yarımstansiyalarda yaranan illik elektrik enerji itgilərinin hesablanması

Əsasən kiçik kənd yarımstansiyalarda tələbatçıları elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün 10/0.4 kV-luq, gücü 250-600 kVA olan transformatorlardan istifadə edilir.

Xəttlərin çəkilmə məsafəsini azaltmaq üçün əsasən bu transformatorlar həmin məntəqənin yaxınlığında quraşdırılır.

Əgər ehtiyac olarsa kənd müəssisələrini qidalandıran transformator, əhalini təmin edən transformatorlardan ayrı quraşdırılır. Bunun səbəbi yaranan elektrik itgilərini azaltmaq, transformatorun fazalarında yarana biləcək q/simmetrikliyin qarşısını almaq və əhalini fasiləsiz enerji ilə təmin etməkdir. Bunun üçün 2 eyni gərginlikli transformator yarımstansiyaları tikilir ki, bu da həm kənd təsərrüfatı müəssisələrini həm də əhalini etibarlı, fasiləsiz enerji ilə təmin etməyə zəmin yaradır.

Transformatorun parametrləri hesablanmalıdır (gücü, elektrik tələbatçı-larının yükü, enerji itgiləri, qısaqanma cərəyanları, gərginlik düşgüsü və s.)

Hər hansı bir müəssisənin elektrik yükünü hesablamaq üçün bu müəssisənin verilmiş gücünün, hesabat gücünün və yekun gücünün cədvəl şəkilində tərtib edilməsi vacibdir. Bunun üçün müəssisənin hər bir elektrik qəbuledicisi üçün müvafiq hesabat əmsalları müəyyən edilir. Sexin işıqlanma yükünü, bu sahəyə düşən xüsusi güc (vt/m^2) metodu ilə hesablanır.

Kənd təsərrüfatı müəssisəsini qidalandıran transformatorun yüksək gərginlik transformator dolaqlarındakı gücünü (S_1)

$$S_1 = K S_2 \text{ ilə təyin edirlər}$$

Barada,

K – yük əmsalı

S_2 - II dolaq gücüdür.

K - əmsalı $\cos \varphi$ -nin qiymətlərinə uyğun dəyişir:

$$\cos \varphi = 1 \text{ olduqda } K = 1.02$$

$$\cos \varphi = 0.9 \text{ olduqda } K = 1.06$$

$$\cos \varphi = 0.8 \text{ olduqda } K = 1.08$$

$$\cos \varphi = 0.7 \text{ olduqda } K = 1.085$$

$$\cos \varphi = 0.6 \text{ olduqda } K = 1.09$$

Aşağıdakı misalda 1 transformatorlu kənd yarımstansiyada elektrik yüklərinin hesablanması üsullarına nəzər salaq.

Misal -1

Müəssisəni qidalandıran 10/0.4 kV transformatorun yüksək gərginlik tərəfində maksimum hesablama yükünü təyin edək. 3 ədəd paylaşdırıcı sistem və ya məntəqə olduğunu qəbul edək.

I – məntəqə nominal gücü $P_{nom} = 1715$ kVt

(paylayıcı) orta aktiv güc- $P_{cm1} = 702$ kVt

orta reaktiv güc – $Q_{cm} = 598$ kVar

növbə ərzində orta güc $P_{nom1} = 36$ kVt

elektrik qəbuledicilərinin sayı $n_1 = 48$

II – məntəqə $P_{nom2} = 870$ kVt

(paylayıcı) $P_{cm2} = 597$ kVt

$Q_{cm2} = 360$ kVar

$P_{n2} = 48$ kVt

$n_2 = 15$

III məntəqə $P_{nom3} = 1280$ kVt

(paylayıcı) $P_{cm3} = 668$ kVt

$Q_{cm3} = 668$ kVar

$P_{n3} = 45$ kVt

$n_3 = 15$

Bu məntəqələr üzrə yekun hesablama gücü

$P_{n0m\Sigma} = P_{n1} + P_{n2} + P_{n3} = 1715 + 870 + 1280 = 3865$ kVt

$P_{cm\Sigma} = P_{cm1} + P_{cm2} + P_{cm3} = 702 + 597 + 668 = 1967$ kVt

$Q_{cm\Sigma} = Q_{cm1} + Q_{cm2} + Q_{cm3} = 598 + 360 + 668 = 1626$ kVar

Elektrik qəbuledicilərinin sayını $n = 81$ qəbul etsək, onda

Istifadə əmsalı $K_{or} = \frac{P_{or}}{P_{n\Sigma}} = \frac{1967}{3865} = 0.51$

Şəkil -1 -dəki asılılıq qrafikinə nəzər salaraq

$K_{or} = 0.51$

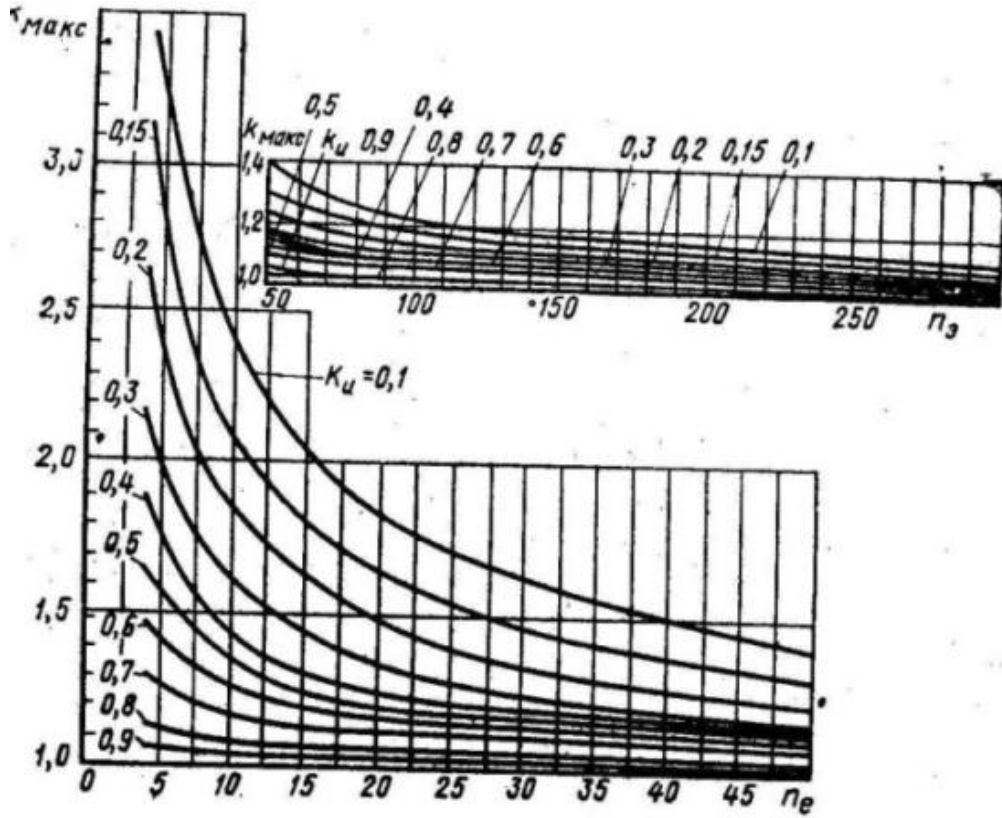
$n = 81$ -qiymətlərinə uyğun olan maksimum istifadə əmsalını təyin edirik.

Qrafikə uyğun olaraq $K_{max} = 1.1$ -dir

Onda maksimum hesabat gücü

$P_{hes} = K P_{cm\Sigma} = 1.1 \cdot 1967 = 2160$ kVt –aktiv güc

$Q_{hes} = K Q_{cm\Sigma} = 1.1 \cdot 1626 \cdot 300 = 1458$ kVar



Şəkil 1. Yük və ya güc qrafikləri

Tam hesabat gücü

$$S_{hes} = \sqrt{P_{hes}^2 + Q_{hes}^2} = \sqrt{2160^2 + 1458^2} = 2680 \text{ kVa}$$

Sərbəst işə aid olan yoxlama sualları.

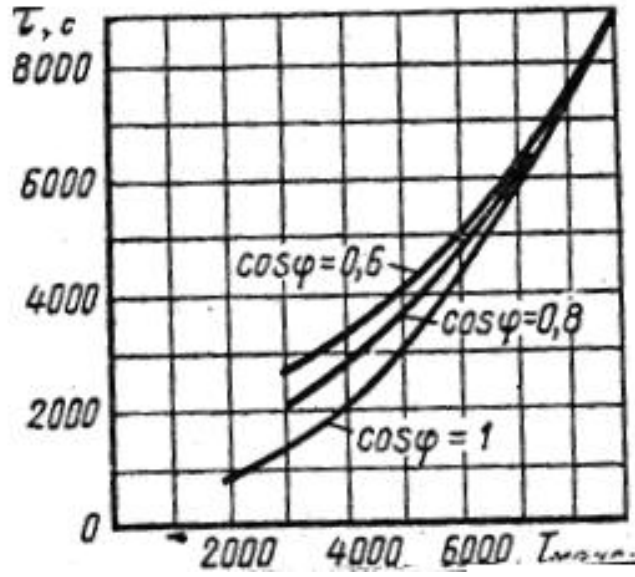
- 1) Kənd təsərrüfatı yarımstansiyada əsasən hansı transformatorlardan istifadə olunur?
- 2) Hər bir müəssisənin elektrik yükünü hesablamaq üçün bu müəssisənin hansı parametrləri nəzərə alınmalıdır .
- 3) Müəssisənin işıqlanma yükü hansı üsullarla hesablanır?
- 4) Müəssisənin işıqlanma yükü qaydalarla hesablanır?
- 5) Müəssisənin tam gücünü hesabladıqda hansı əmsal nəzərə alınır?
- 6) Maksimum istifadə əmsalını hansı üsulla təyin edirlər?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 4

Hava və kabel xəttlərində enerji itgilərinin hesablanması üsulları

Elektrik yükləri bir qayda olaraq dəyişən xarakterlidir. Buna görə də xəttlərdə güc və enerji itgiləri yükün dəyişməsindən asılı olaraq dəyişir.

Elektrik şəbəkələrini layihələndirən zaman elektrik enerji itgilərini ya xəttin qoşulma vaxtını (T_b) nəzərə almaqla orta kVadratik cərəyanın (I_{or}) qiymətinə görə və ya (τ) - itgilər baş verən zaman müddəti maksimum cərəyana görə (I_{max}) hesablamaq olar.



Şəkil 1. Güc əmsalı qrafiki

Şəkildəki qrafikə nəzər salsaq –şəkil 1.

T_b - xəttin qoşulma vaxtı ərzində orta kVadratik cərəyanı.

T_b - ərzində həmin xəttədən keçərək itgiyə məruz qalır.

τ - itgilər vaxtıdır.

Əgər xətt bu vaxt ərzində dəyişməz maksimum yüklə işləsə (I_{max})

Yük qrafikinə uyğun güc və enerji itirə bilər.

τ -nı yuxarıdakı qrafikdən təyin etmək olar.

Orta kVadratik cərəyanı (I_{or}) – cərəyanı orta qiymətinə K_f -əmsalına uyğun olaraq təyin edirlər.

$$\text{Yəni : } I_{kv} = K_f I_{or}$$

$$\text{Burada } I_{or} = W / (T_b \sqrt{3} U_n \cos \varphi)$$

Formulası ilə hesablanır.

Aktiv enerji itgiləri

$$\Delta P = 3 I_{or}^2 R \cdot 10^{-3}$$

Reaktiv itgilər isə

$\Delta W = \Delta P T_b$ ilə təyin edilir.

R – xəttin aktiv müqavimətidir.

Elektrik enerji itgilərini bildikdən sonra onlara uyğun güc itgilərini də təyin etmək olar.

$\Delta P = \frac{\Delta W}{\tau}$ -aktiv güc itgisi.

$\Delta Q = \frac{\Delta V}{\tau}$ -reaktiv güc itgisi.

ΔV –reaktiv enerji itgisi.

Bu nəzəriyyə əsasında aşağıdakı 10/0.4 kV-luq transformatorun gücə uyğun olaraq elektrik enerjisi itgilərinin hesablanması üsullarına nəzər salaq.

Transformatorada güc itgiləri 2 qrupa bölünür :

Aktiv güc itgisi - ΔP -yük cərəyandan asılı olur

Reaktiv güc itgisi - ΔP_n –yük cərəyanından asılı olunur.

1) Aktiv güc itgiləri 2 mürəkkəbdən ibarətdir.

Yük cərəyanından asılı olan dolaq itgiləri və polad itgiləri dolaqlarda yaranan elektrik itgiləri.

$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_t$ ilə təyin edilir

R_t –transformatorun müqaviməti (Om)

U – nominal gərginliyi (V)

Q –reaktiv güc

P –aktiv güc

Transformatorun tam aktiv itgisi

$\Delta P = \frac{(P^2 + Q^2)}{U^2 + \Delta P_n} R_t$

$R_t = \Delta P + \Delta P_n$

ΔP_n – polad itgiləridi

R_t - transformator dolaqlarının aktiv müqavimətidir.

Transformatorun tam gücü $S = S_{nom}(kVA)$

$$R_t = \Delta P_m U_n^2 / S_n^2$$

ΔP_m – dolaqlarda yaranan mis itgiləri

2) Reaktiv itgilər iki cür itgidən transformatorada yaranan maqnit selinin səpələnməsi səbəbindən və yük cərəyanından asılı olan itgilər (ΔQ) birdə yük cərəyanından asılı olmayan itgilərdir (ΔQ_μ)

$$\Delta Q = (P^2 + Q^2) X_t / U^2$$

X_t – transformatorun reaktiv müqaviməti

$$\Delta Q_\mu = J_{b.k.} S_{nom} / 100 \text{ ilə təyin edilir.}$$

$J_{b.k.}$ – transformatorun yüksüz işlərin cərəyanıdır

$J_{b.k.} = J_0$ kimi də yazmaq olar.

3) Dolaqda yaranan mis itgiləri

$$\Delta W_m = \Delta P_m \left(\frac{S_{max}}{S_{nom}} \right)^2$$

4) Polad itgiləri

$$\Delta W = \Delta P = T_b$$

T_b – transformatorun qoşulma vaxtı.

Elektrikenerjisinin yekun aktiv itgiləri

$$\Delta W = \Delta P_m K_j^2 \tau + \Delta P_n T_b$$

$K_j = \beta = \frac{S}{S_{nom}}$ - transformatorun yük əmsalıdır

Elektrik enerjisinin yekun reaktiv itgiləri

$$\Delta V = \frac{S_{nom}}{100} (U_q K_j^2 \tau + 10 T_b)$$

τ –itgilərə sərf olunan vaxt

J_0 - transformatorun yüksüz iş cərəyanı

U_q – qısaqapanma gərginliyidir.

5) Reaktorda güc və elektrik itkiləri

$\Delta P_p = K_j^2 3 \Delta P_{nom.r}$ - aktiv itkilər

$\Delta P_{nom.r}$ – reaktorun bir fazasında yaranan aktiv güc itgiləri

Reaktiv itgilər $\Delta Q_p = K_j^2 3 \Delta Q_{nom.r}$

Burada:

$\Delta Q_{nom.r}$ - reaktorun bir fazadakı reaktiv itgilər

Reaktorun 3 fazasında yaranan aktiv itgilər

$$\Delta W_p = \Delta P_p T_b$$

Reaktiv itgilər $\Delta V_p = \Delta Q_p T_b$

Bu itgilərin hesablanma qaydalarına əyani şəkildə aşağıdakı misala nəzər salaq.

Misal 1

10/0.4 kV gərginlikli transformatorun illik enerji itgilərinin hesablanmasına nəzər salaq.

Transformatorun gücü $S_n = 400$ kVA

Gərginliyi $U_n = 10/0.4$ kV

Güc əmsalı - $\cos \varphi = 0.8$

Maksimal istifadə vaxtı - $T_{mak} = 3500$

Maksimal gücü – $S_{mak} = 295$ kVA -dır.

Misalın həlli

Verilən transformatorun kataloq məlumatlarına görə dolaqdakı mis itgiləri:

$\Delta P_m = 5.5$ kVt

Polad itgiləri:

$$\Delta P_p = 1.08 \text{ kVt}$$

Qısaqapanma gərginliyi:

$$U_q = 4.5 \%$$

Yüksüz işləmə cərəyanı

$$J_0 = 2.1 \%$$

Şəkil – 1-də göstərilən qrafikə uyğun olaraq

$T_{\text{mak}} = 3500$ saat - transformatorun maksimum qoşulma vaxtı

$\cos \varphi = 0.8$ - olduğunu təyin edirik.

İtgilərə sərf olunan vaxt $\tau = 2300$ saat

Transformatorun illik elektrik enerji itgiləri

$\Delta W = \Delta P_m K_j^2 \tau + \Delta P_p T_b$ ilə təyin edilir

$$\Delta W = 5.5 \left(\frac{295}{400} \right)^2 2300 + 1.08 \cdot 8760 = 16.3 \cdot 10^3 \text{ kVt saat olar.}$$

İl ərzində verilən elektrik enerjisinin miqdarı

$$W = S_{\text{mak}} \cos \varphi T_{\text{mak}} = 295 \cdot 0.8 \cdot 3500 = 826 \cdot 10^3 \text{ kVt saat}$$

İllik elektrik enerjisi itgiləri

$$\Delta W = \frac{\Delta W}{W_{il}} = \left(\frac{16.3}{3265} \right) 100 = 2\%$$

Şəkil-2-də göstərilən itgilər vaxtının qrafikinə uyğun olaraq 10/0.4 kV transformatorun illik elektrik enerji itgilərini təyin etdik.

Sərbəst işə aid yoxlama suallar.

- 1) Transformator da yaranan güc itgiləri neçə cürdür?
- 2) Transformatorun aktiv güc itgiləri neçə hissəyə bölünür?
- 3) Transformatorun reaktiv gücü itgiləri neçə hissəyə bölünür?
- 4) Qrafikə (şəkil-1) uyğun olaraq T_r -run qoşulma vaxtından asılı olaraq, onun güc əmsalı necə dəyişir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 5

10/0.4 kV-luq transformatorun illik enerji itgilərinin hesablanması üsulları

Əsasən kənd təsərrüfatları müəssisələrində, yaşayış məntəgələrində tələbatçıları etibarlı və fasiləsiz elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün 10/0.4 kV-luq 1 transformatorlu və ya 2 transformatorlu yarımstansiyalar quraşdırılır.

Kənd təsərrüfatı müəssisələrinin iş rejimindən asılı olaraq əsasən kənd yarımstansiyalarda 2 ədəd eyni gərginlikli transformator quraşdırılır.

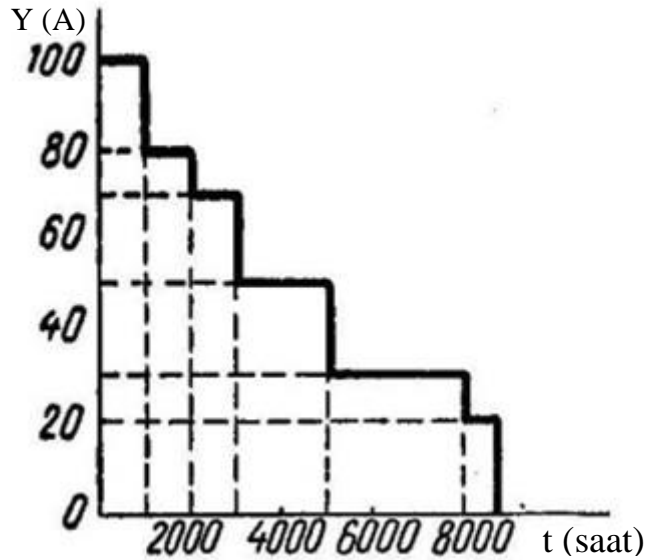
Bunlardan biri yaşayış məntəqəşini, digəri isə kənd təsərrüfatı müəssisələrini enerji ilə təmin edir.

Xətlərdə gərginliyin qısa simmetrikliyi yaranmasın deyə bu xəttlərə düşən yüklərin hesabı aparılmalıdır, və bu yüklər fazalar arasında imkan daxilində eyni paylanmalıdır.

Bu zaman tələbatçıların iş rejimi, yarımstansiyadan işlədicilərə qədər olan məsafə və s. nəzərə alınmalıdır.

Aşağıda 10/0.4 kV-luq 1 transformatorlu yarımstansiyanın illik enerji itgilərini hesablamaq üçün budaqlanan xəttləri olan yarımstansiyanın iş rejiminə nəzər salmaq.

Şəkil-1 də bu yarımstansiyanın elektrik sxemi göstərilmişdir.

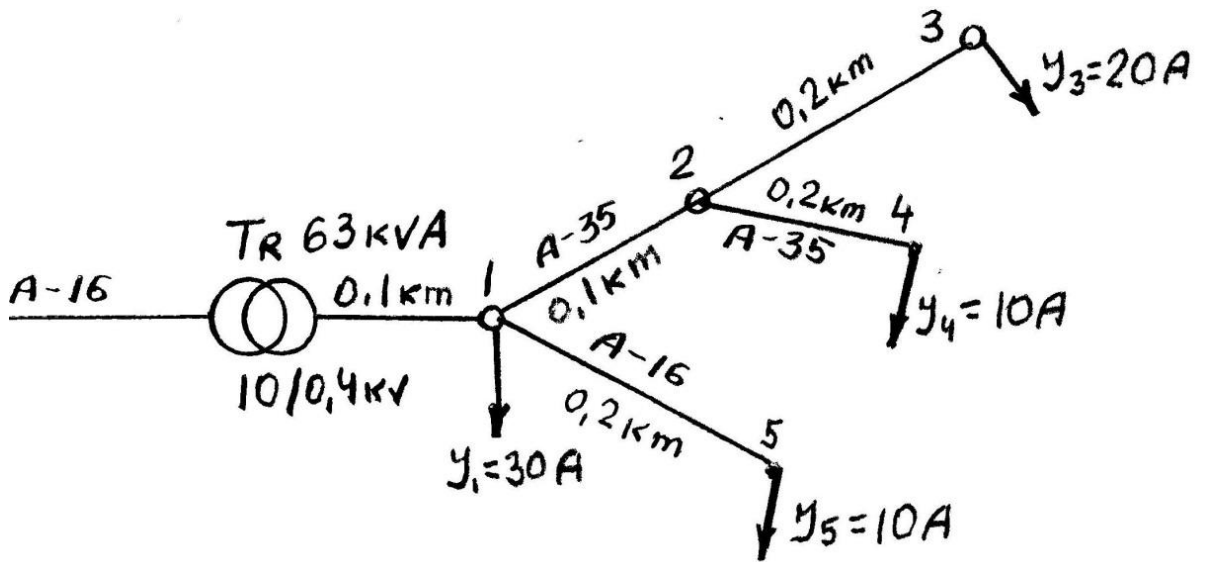


Şəkil 1. 10/0,4 kV yarımstansiyanın yük qrafiki

Bu yarımstansiyanın tələb olunan illik gücü $A = 240000$ kVt saat.

Ümumi güc əmsalı isə $\cos \varphi = 0.9$ -dur.

Əvəl hesabı aparmaq üçün şəkil-1 də göstərilən sxemin əvəz sxemini quraq.



Şəkil 2. Əvəz sxemi

Hesabatın aparılması qaydaları:

- 1) Sxemin ayrı-ayrı hissələri üçün cərəyanın təyin edib şəbəkənin ümumi yük cərəyanını tapırıq.

$$J_{2-3} = 20 \text{ A}$$

$$J_{1-5} = I_{2-4} = 10 \text{ A}$$

$$J_{1-2} = 30 \text{ A}$$

$$J_{TR-1} = 70 \text{ A}$$

$$\text{Deməli: } J_{tr-1} = J_{2-3} + J_{1-5} + J_{1-2} + J_{2-4} = 20 + 10 + 10 + 30 = 70 \text{ A}$$

$$\text{Şəbəkənin ümumi cərəyanı } I_{tr} = 70 \text{ A}$$

- 2) Maksimum yüklərə sərf olunan illik saatların sayı

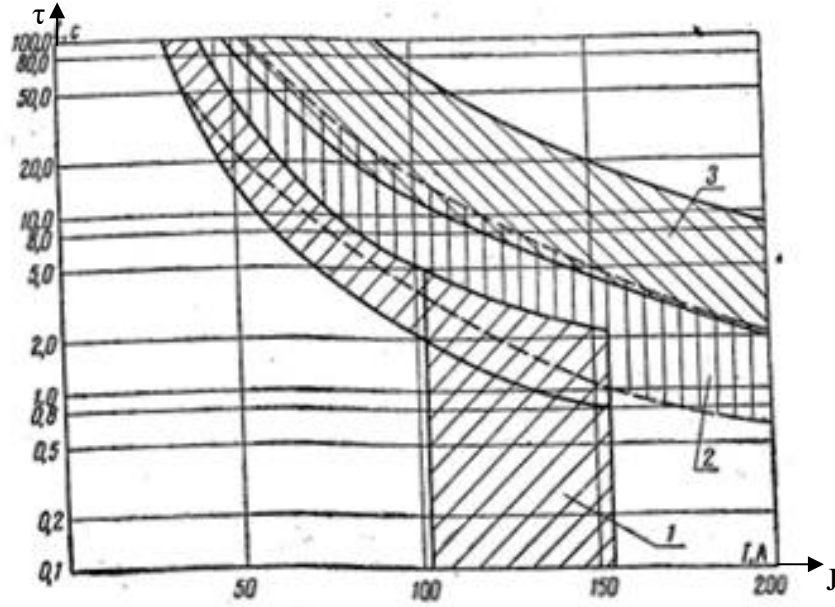
$$T = \frac{A}{P_{mak}} = \frac{A}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{240000}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 70 \cdot 0,9} = 5800 \text{ saat}$$

$$T = 5800 \text{ saat}$$

- 3) Şəkil-3də göstərilən əyriyə uyğun olaraq itgilərə sərf olunan vaxtı

$$\tau = f (T \cos \varphi) \text{ asılılığına əsasən təyin edək.}$$

Qrafikə uyğun olaraq $\tau = 4400 \text{ saat}$ olur.



Şəkil 3. İllik enerji itkisi qrafiki

- 4) Xəttləri qidalandıran kabellərin qalınlığına uyğun olaraq, hər hissənin müqavimətlərini təyin edək:

$r = r_0 L$ formulasına uyğun olaraq

AC – 50 kabelinin müqaviməti $r_{0A50} = 0.64 \text{ Om/km}$

AC - 35 kabelinin müqaviməti $r_{035} = 0.92 \text{ Om/km}$

AC - 16 kabelinin müqaviməti $r_{0A16} = 1.98 \text{ Om/km}$ -dir.

Deməli şəbəkənin ayrı-ayrı hissəli üçün müqavimətlər aşağıdakı kimi hesablanır:

$$r_{tr-1} = 0.64 \cdot 0.1 = 0.064 \text{ Om}$$

$$r_{1-2} = 0.92 \cdot 0.1 = 0.092 \text{ Om}$$

$$r_{2-3} = 0.92 \cdot 0.2 = 0.184 \text{ Om}$$

$$r_{2-4} = r_{2-3} = 0.184 \text{ Om}$$

$$r_{1-5} = 1.98 \cdot 0.2 = 0.396 \text{ Om}$$

$$r_{A-TR} = 1.98 \cdot 5 = 9.9 \text{ Om}$$

- 5) Transformatorun 0.4 kV tərəfində enerji itgilərini təyin edirik.

$$\Delta A_1 = 3 \tau \sum I_{mak}^2 r = 3 \tau (I_{TR=1}^2 r_{tr-1} + I_{1-2}^2 r_{1-2} + \dots + I_n^2 r_n^2) =$$

$$= 3 \cdot 4400 (70^2 \cdot 0.064 + 30^2 \cdot 0.092 + 20^2 \cdot 0.184 + 10^2 \cdot 0.184 + 10^2 \cdot 0.396) = 6980 \cdot 10^3 \text{ vt saat} = 6980 \text{ kVt saat} \text{ olar.}$$

- 6) Transformator da yaranan enerji itgilərini təyin edək.

63 kVA –lıq transformator üçün

Aktiv güc itgiləri $\Delta P_a = 1470 \text{ kVt}$

Reaktiv güc itgiləri $\Delta P_x = 0.265 \text{ kVt}$

Transformatorun maksimum gücü

$$S_{mak} = \sqrt{3} U I = \sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot 70 = 46 \text{ kVA}$$

Transformatorada itgilər

$$\Delta A_{tr} = \Delta P_a = \left(\frac{S_{mak}}{S_n}\right)^2 \tau + \Delta P_x \cdot 8760 = 1470 \left(\frac{46}{63}\right)^2 \cdot 4400 + 0.265 \cdot 8760 = 5700 \text{ kVt}$$

saat

Burada $T_{il} = 8760$ saat – illik saatların sayı

7) Transformatorun 10 kV-luq tərəfdə yaranan illik enerji itgilərini

Htsablayaq.

10 kV – xəttin mak cərəyanı

$$I_{mak} = \frac{S_{mak}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{46}{\sqrt{3}10} = 2.7 \text{ A}$$

10 kV-luq xəttədən yaranan enerji itgiləri

$$\Delta A_{tr} = 3 I^2 U \tau = 3 \cdot (2.7)^2 \cdot 9.9 \cdot 4400 \cdot 10^{-3} = 950 \text{ kVt saat}$$

8) Elektrik enerjisinin ümumi itgisi

$$\Delta A_{\Sigma} = \Delta A_1 + \Delta A_{tr} + \Delta A_r = 6980 + 5700 + 950 = 13630 \text{ kVt saat olur}$$

İllik enerji itgilərinin %- lə qiyməti

$$\frac{\Delta A_{\Sigma}}{A} \cdot 100 = \frac{13630 \cdot 200}{240000} = 5.7 \%$$

Deməli 10/0.4 kV -luq transformatorada illik enerji itgiləri ümumi enerjinin 5.7% - nı təşkil edir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) İşlədiciləri və elektrik tələbatçılarını elektrik enerjisi ilə təchiz eliyən transformatorlar hansı transformatorlardır?
- 2) Kənd yarımstansiyaları əsasən neçə transformatorlu olur?
- 3) Transformatorun fazalarının qeyri simmetrikliyi nə zaman yaranır?
- 4) Budaqlanmış elektrik xəttləri hansı xəttlərə deyilir?
- 5) Transformatorun ümumi illik elektrik enerjisi itgilərini hansı üsulla hesablamaq lazımdır ?
- 6) 10/0.4 kV transformatorun yarımstansiyasının tələbatçılara verilən gərginlik hansı dolağın gərginliyidir?

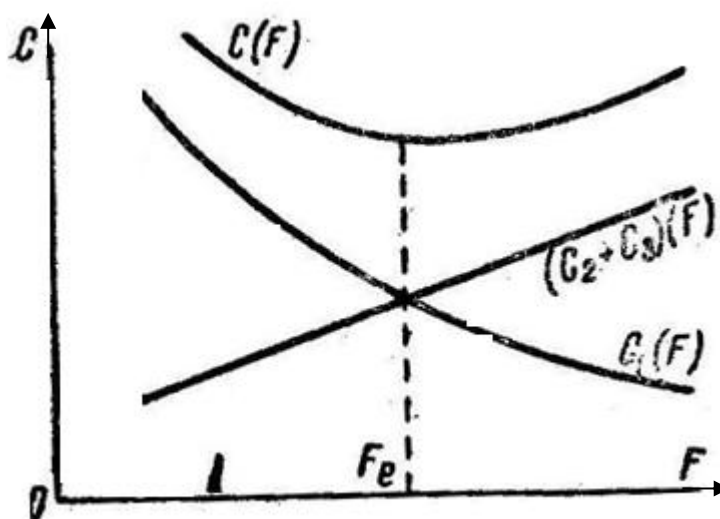
S Ə R B Ə S T İ Ş № 6

Elektrik şəbəkələrinin kabel və məftillərin seçilməsi üsulları

Hər hansı bir gərginlikli elektrik şəbəkələrinin ümumi hesabasında elektrik ötürücü naqillərin məftillərin və kabellərin en kəsiyinin seçilməsi cərəyanın iqtisadi sıxlığına uyğun olaraq həyata keçirilir.

Məftilin en kəsiyinin düzgün secilməsi yükün qiymətinə, cərəyana, illik istismar xərclərinin qiymətinə və s. uyğun secilməsi bu xəttlərdən qidalanan elektrik tələbatlarının fasiləsiz, etibarlı və təhlükəsiz enerji ilə təmin edilməsi üçün zəmin yaradır.

Məftilin en kəsiyinin bu faktorlardan asılı olaraq secilməsi şəkil -1 də göstərilən grafik (əyrilərə) uyğun hesablanır.



Şəkil 1. İllik istismar xərclərinin en kəsikdən asılılıq qrafiki

Bu asılılıqlar $C_1(F)$ və $(C_2 + C_3) F$ əyriləri ilə izah olunur. Bu iki əyrini üst-üstə gəlməklə illik istismar xərclərinin (C), məftilin en kəsiyindən (F), asılılıq əyrisini alırıq.

Belə ki, məftilin en kəsiyi böyüyəndə itgilərin dəyəri azalır, cəmlənmiş əyri minimum qiymət alır. Bu qiymətə məftilin iqtisadi en kəsiyi uyğun gəlir. Beləliklə məftilin iqtisadi en kəsiyini müəyyən etmək üçün C (F) riyazi funksiyasını bilmək, bu funksiyanın minimumunu tapmaq və onun üçün səmərəli en kəsiyini təyin etmək kifayətdir.

Məftilin iqtisadi en kəsiyini tapmaq üçün $F_i = \frac{I_{mak}}{j_i}$ - formulasından istifadə olunur.

Burada: I_{mak} - şəbəkə normal işləyərkən məftillərdən keçən maksimum

cərəyan (A).

J_i - cərəyanın iqtisadi sıxlığı (a/mm²).

Bu kəmiyyət məftilin materialından, xəttin konstruksiyasından və maksimum yükəndən istifadə müddətindən asılı olaraq təyin edirlər.

Hava xəttlərinin məftillərinin iqtisadi en kəşiklərini seçmək üçün hesabat cərəyanı olaraq nəzərdə tutulandan artıq götürülür.

Ona görə də bu hesablamada cərəyanın düzəliş əmsalından istifadə olunur və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\alpha = \sqrt{0.15 + 0.25(i_1 + 0.8)^2 + 0.85(i_{mak} + 0.1)^2}$$

$i_1 = \frac{I_1}{I_5}$ - xəttin I istismar ilinin cərəyanının v istismar ilinə nisbətində uyğun hesablanır.

$i_{mak} = \frac{I_{mak}}{I_5}$ - v istismar ilindən sonrakı maksimum cərəyanın v il cərəyanına olan nisbətindədir.

İqtisadi cərəyanın sıxlığının qiymətinə uyğun ekVivalent qiyməti

$$J_{ekV} = J_i \cdot K_d$$

J_i – I yüklü xəttə cərəyanın iqtisadi sıxlığı

K_d - düzəliş əmsalı olub yükləmənin kvadratından və sahələrin uzunluğundan asılıdır.

$$K_d = \sqrt{\frac{I_1^2 l}{I_1^2 l + I_2^2 l + I_3^2 l + \dots + I_n^2 l}}$$

Burada: I_1, I_2 və I_3 - xəttin ayrı-ayrı sahələrindəki cərəyan.

l_1, l_2 və l_3 - sahələrin uzunluğu.

L – xəttin tam uzunluğudur. (Şəkil -2)

Yuxarıda kabellərin, məftillərin en kəsiyinin seçilməsi üsulların araşdırdıq.

Misal -1

Kənd təsərrüfatında yarımstansiyanı qidalandıran 35 kV-luq hava xətlərinin en kəsiyini cərəyanın iqtisadi sıxlığına uyğun olaraq seçmək tələb olunur.

Xəttin gücünü 1280 kVt.

Güc əmsalını $\cos \varphi = 0.8$

Maksimum gücdən istifadə saatları $T = 3600$ saatdır.

35 kV-luq xəttə cərəyanın iqtisadi sıxlığı $J_i = 1.1$ A/mm²

Xəttin maksimum cərəyanı

$$I_{mak} = \frac{P_{mak}}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{1250}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 0.8} = 25.8 \text{ A}$$

Məftilin (xəttin) iqtisadi cəhətdən səmərəli olan en kəsiyi

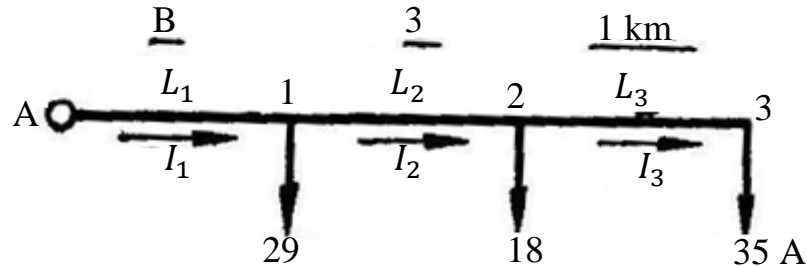
$$F_{iq} = \frac{I_{mak}}{J_i} = \frac{25.8}{1.1} = 23.5 \text{ mm}^2.$$

Alınan kəmiyyətlərə uyğun olaraq A – 25 məftilini secirik.

Misal – 2

10 kV –luq polad-aluminium qarışığından ibarət olan məftilin iqtisadi en kəsiyinin secilməsi.

Aşağıdakı şəkil-2 də göstərilən xəttin iqtisadi en kəsiyini secək.



Şəkil 2. Əvəz sxemi

Xəttə qoşulan bütün yüklərin güc əmsalı eynidir.

Maksimum gücə sərf olunan vaxt $T = 4000$ saattır.

Bu misalı 2 variantda həll etmək olar:

- 1) Şəbəkənin müxtəlif hissələrində məftilin en kəsiyi müxtəlif olduqda.
- 2) Hər bir hissənin məftilinin en kəsiyi eyni olduqda.

Xəttin hər bir hissəsində axan cərəyanları təyin edirik.

$$I_3 = 35 \text{ A}$$

$$I_2 = 18 \text{ A} + 35 \text{ A} = 53 \text{ A}$$

$$I_1 = 35 \text{ A} + 18 \text{ A} + 29 \text{ A} = 82 \text{ A}$$

Cərəyanın iqtisadi sıxlığı $j_i = 1.1 \text{ A/mm}^2$

Misalın həlli

I variant

Məftilləri ayrı-ayrı hissələrdə iqtisadi en kəsiyinə təyin edirik

$$F_3 = \frac{I_3}{j_i} = \frac{35}{1.1} = 31.8 \text{ mm}^2 - 3\text{-cü hissə məftilin en kəsiyi}$$

$$F_2 = \frac{I_2}{j_i} = \frac{53}{1.1} = 48.3 \text{ mm}^2 - 2\text{-ci hissə məftilin en kəsiyi}$$

$$F_1 = \frac{I_1}{j_1} = \frac{82}{1.1} = 74.5 \text{ mm}^2 - 1\text{-ci hissə məftilin en kəsiyi}$$

Alınan bu en kəsiklərinə uyğun olaraq A70 (yəni $F=70 \text{ mm}^2$) məftilini secirik.

II variant

Xəttin hər bir hissəsindəki məftilin en kəsiyini eyni qəbul edirik.

Bu zaman xəttin cərəyanının ekVivalent qiyməti

$$I_{ekv} = \sqrt{\frac{\sum_1^n I_i^2 l_i}{\sum_1^n l_i}} = \sqrt{\frac{82^2 \cdot 6 + 53^2 \cdot 3 + 35^2 \cdot 1}{6 + 3 + 1}} = 70.6 \text{ A}$$

Burada $l_1 = 6 \text{ km}$; $l_2 = 3 \text{ km}$; $l_3 = 1 \text{ km}$ –hər bir hissənin uzunluğudur.
Onda hər bir hissədə məftilin en kəsiyi

$$F = \frac{I_{ekv}}{j_i} = \frac{70.6}{1.1} = 64.1 \text{ mm}^2 \text{ olar.}$$

Alınan qiymətlərə uyğun olaraq A-70 məftilini secirik.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1. Elektrik şəbəkələri hansı elektrik qurğularına deyilir?
2. Şəbəkə məftil və kabelləri hansı üsullarla seçilir?
3. məftilin (kabelin) iqtisadi en kəsiyi hansı kəmiyyətlərdən asılıdır?
4. Hava xətlərinin hesablanması zamanı hesabat cərəyanının qiyməti neçə götürülür?
5. Hava xəttində əsasən hansı tip (növlər) məftillərdən istifadə edilir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 7

Şəbəkə kabellərinin və məftillərin qızmaya görə seçilməsi

Hava xəttinin məftillərinin seçilməsində əsasən ətraf mühitin temperaturu $\tau_0 = + 25$ °C götürülür.

Respublikanın coğrafi mövqeyinə uyğun olaraq ətraf mühit orta temperaturu şimal və cənub bölgələrində müvafiq olaraq $+ 15$ °C və 35 °C arasında dəyişir.

Bina daxili çəkilən kabel və ya məftillərin seçilməsində isə ətraf mühitin temperaturu orta hesabla $\tau = + 25$ °C, onların qızma temperaturu isə 70 °C-yə yaxın olur.

Kabel və məftillərin hansı şəraitdə çəkilməsindən asılı olaraq onların yol verilən cərəyanlarının qiymətləri və qızma temperaturaları da dəyişir.

Kabel və məftillərin qızmaya görə hesabında, təkcə şəbəkənin normal iş şəraiti deyil, qəza və təmir rejimləri də nəzərə alınmalıdır.

Eyni zamanda uzun müddətli iş rejimində, maksimum yüklərin, maksimum cərəyanların təyin edilməsi də əsas şərtlərdən biridir.

Qeyd etmək lazımdır ki, böyük en kəsikli kabellərdə cərəyanın qızmaya görə sıxlığı, kiçik en kəsikli kabel və ya məftillərə nisbətən azdır.

Bu onunla izah olunur ki, kabelin və ya məftilin en kəsiyi nə qədər böyük olsa, vahid en kəsiyə düşən soyumalı səth bir o qədər azalır və ona görə də cərəyan sıxlığı da azalır.

Ona görə də kabel və məftillərin seçilməsində bəzi hallarda məsələn: 1 ədəd kabel - 150 mm^2 əvəzinə 2 ədəd kiçik en kəsiyə malik olan kabel istifadə edilir.

Yuxarıda göstərilən bu nəzəri qaydalara uyğun olaraq aşağıdakı üsullara nəzər salaq.

Misal-1

Təkrar qısa müddətli iş rejimində işləyən dəzgahın elektrik mühərrikini elektrik şəbəkəsinə birləşdirmək üçün AİPB markalı məftilin en kəsiyini hesablamalı.

Mühərrikin qidalandığı şəbəkə gərginliyi $U=380 \text{ V}$

Gücü $P= 20 \text{ kVt}$

$\cos \varphi$ – güc əmsalı isə

$\cos \varphi=0.85$

Nəzərə alsaq ki,

Məftilin ətraf

Mühitin temperaturunun

$\tau = + 25$ °C olduğu

Şəraitdə çəkilməlidir.

Mühərrik yük altında

3 dəq, tam tsikl

Müddəti isə 9 dəq rejimində

İşləyir.

Elektrik mühərriyinin yükləmə cərəyanı

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} = \frac{20000}{1.73 \cdot 380} = 30.4 \text{ A}$$

Nisbi vahidlərlə qoşulma müddəti

$$QM = \frac{3}{9} = 0.33 \text{ dəq.}$$

t = 3 dəq – mühərrik yük altında işləmə müddəti

t = 9 dəq – tam tsikl.

Yük cərəyanının qiyməti

$$I_4 = I \cdot \frac{\sqrt{QM}}{0.875} = 30.4 \cdot \frac{\sqrt{0.33}}{0.875} = 20 \text{ A}$$
$$I_{yük} = 20 \text{ A}$$

Cədvələ uyğun olaraq 3x10mm² məftil seçmək olar. En kəsiyi 10 mm² olan məftilin yol verilən cərəyanının qiyməti 26 A- dir.

Deməli secdiyiniz AİPB 3x10 mm² naqıl qanuna uyğundur.

Misal -2

Gücü P= 30000 kVt

Gərginliyi U= 10.5 kV olan 3 fazalı generatoru yüksəldici transformator isə birləşdirmək üçün mis damarlı kabellərin en kəsiyini və sayını tapmalı.

Maksimum yükdən istifadə müddəti T= 5200 saatdır.

Generatorun maksimal cərəyanının qiymətini təyin edirik.

$$I_{mak} = \frac{P}{\sqrt{3} U \cdot \cos \varphi} = \frac{30000}{1.73 \cdot 10.5 \cdot 0.8} = 2069 \text{ A}$$
$$I_{mak} = 2069 \text{ A}$$

Cərəyanın qiyməti çox böyük olduğu üçün 3x150 mm² en kəsikli bir neçə kabel dəsti seçmək lazımdır.

3x150 mm² en kəsikli mis kabelin yol verilən cərəyanının qiyməti cədvəl üzrə I = 270 A.

Ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq bu qiyməti K_d= 0.93 düzəliş əmsalına vururuq, yəni

$$I_{y.v.} = I \cdot K_d = 270 \cdot 0.93 = 251 \text{ A olar}$$

Kabellərin sayı

$$N = \frac{I_{mak}}{I_{y.v.}} = \frac{2069}{251} = 8$$

Deməli, generatorun maksimum cərəyanının I_{mak}= 2069 A qiymətində seçilən: 8 ədəd 3x150 mm² kabel dəsti qanuna uyğundur.

Sərbəst işə aid yoxlanma sualları.

- 1) Kabel və məftillərin qızmaya görə hesabında hansı amillər nəzərə alınmalıdır?
- 2) Cərəyan sıxlığı hansı en kəskinli naqillərdə (kabellərdə) daha çox olur ?
- 3) Kabelləri və məftilləri seçdikdə əsas yükləri hansı parametrləri hesablanmalıdır?
- 4) Kabellər və naqillər eyni zamanda daha hansı parametrlərə uyğun seçilir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 8

Kabel və məftillərin qızma şəraitində yol verilən cərəyanlarının hesablanması

Kabel və məftillərdə yol verilən cərəyanın qiyməti

$$I_{y.v.} = \frac{\pi}{2} \sqrt{c d^2 \gamma (t_{y.v.} - t_0)} \quad \text{ilə təyin edilir}$$

Burada: C - istilik vermə əmsalı

D - məftilin diametri

γ - məftilin keçiciliyi

t y.v. - məftilin yol verilən temperaturu

t₀ - ətraf mühitin temperaturu.

Qaydalara əsasən məftillərin qızma temperaturu 70°C -dən artıq olmaldır.

Məftillərin yol verilən cərəyanlarının ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq hesablanması zamanı, temperaturun düzəlmə əmsalından

K_t -dən istifadə olunur. Yol verilən cərəyanın qiyməti

$$I_{y.v.}^l = I_{y.v.} \cdot K_t$$

$$K_t = \sqrt{\frac{t^l - t_0^l}{t_{y.v.} - t_0}}$$

Burada : t^l - məftilin qızma temperaturudur.

t₀^l - ətraf mühitin temperaturudur.

Eyni en kəsiyə malik olan, ancaq müxtəlif materialdan hazırlanmış məftillərdə yol verilən cərəyanın qiyməti

$$I_{y.v.}^l = I_{y.v.} \sqrt{\frac{\gamma^l}{\gamma}} \quad \text{ilə təyin edilir.}$$

Aşağıda hansı cərəyanlar kabellərinin məftillərin normadan artıq qızmasına səbəb olduğunu aydınlaşdırmaq üçün bir neçə misalın həllinə nəzər salaq (normadan artıq qızma t=75-90°C arasında olur).

Misal - 1

M-50 markalı məftilin açıq hava şəraitində 90°C -yə qədər qızmanın səbəblərinin araşdırılması və buna uyğun cərəyanın qiymətini hesablanmasıdır.

M -50 markalı məftilin 70°C-yə qədər qızması üçün yol verilən cərəyanın qiyməti cədvəl üzrə I_{y.v.}=270 A – dir.

Bu məftilin 90°C – yə qədər qızması üçün ətraf mühitin temperaturunun t₀=25°C olduğu zaman cərəyanın qiyməti

$$I = I_{y.v.} \sqrt{\frac{t^l - t_0}{t_{y.v.} - t_0}} = 270 \sqrt{\frac{90 - 25}{70 - 25}} = 324 \text{ A olar.}$$

Deməli, M-50 markalı məftildən normal halda $I = 270$ A cərəyan keçərsə onun qızma temperaturu 70°C ;

Qeyri normal halda isə $I = 324$ A cərəyan keçərsə məftilin temperaturu $t = 90^{\circ}\text{C}$ olar.

Misal – 2

İzoləedilmiş ПП-16 markalı naqıldən ətraf mühitin temperaturu $t = 35^{\circ}\text{C}$ olan zaman hansı miqdarda maksimum cərəyan axa bilər?

ПП-16 markalı məftil üçün ətraf mühitin temperaturu $t = 25^{\circ}\text{C}$ olan zaman, yol verilən cərəyanın qiyməti $I = 100$ A-dir.

Ətraf mühitin temperaturu $t = 35^{\circ}\text{C}$ olduğu zaman yol verilən cərəyanın düzəliş əmsalı

$$K_t = \sqrt{\frac{t+t_0'}{t_{y.v.}-t_0}} = \sqrt{\frac{65-35}{65-25}} = 0.87$$

Əvvəldən qeyd etmişdik ki, ətraf mühitin temperaturu $t = 25^{\circ}\text{C}$ olduqda məftilin qızma temperaturu normal halda 65°C olur.

$K_t = 0.87$ qiymətində ətraf mühitin temperaturunun $+35^{\circ}\text{C}$ olduğu zaman M-50 markalı məftildən axan yol verilən cərəyanın qiyməti

$$I_{y.v.} = I K_t = 100 \cdot 0.87 = 87 \text{ A olar.}$$

Misal – 3

АПП- 16 markalı naqilin Misal-2 –də verilən şərtlərə uyğun yol verilən cərəyanın qiymətini hesablayaq:

$$I_{y.v.} = I \sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma_2}} = 87 \sqrt{\frac{32}{53}} = 69.6 \text{ A olar.}$$

Burada $I = 87$ A – ПП-16 markalı məftilin yol verilə bilən cərəyanı

γ_1 - sxemin I hissəsinin nisbi keçiriciliyi

γ_2 - II hissənin nisbi keçiriciliyidir.(sxemə əsasən)

АПП-16 markalı naqilin yol verilən cərəyanı $I = 69.6$ A olur.

Yuxarıdakı misallardan aydın olur ki, məftilin en kəsiyi çox olduqca onun yol verilən cərəyanının qiyməti də çox olur.

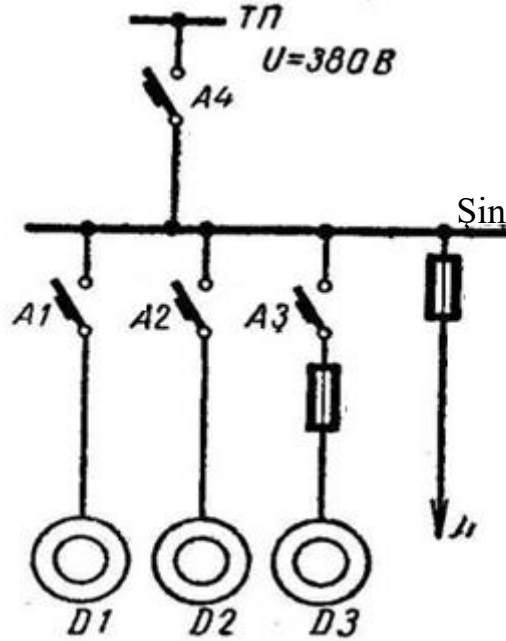
Sərbəst işə aid yoxlama sualları

- 1) Kabel və məftillərdə yol verilən cərəyanın qiyməti hansı formulaya uyğun hesablanır?
- 2) Qaydalara əsasən məftilin normal qızma temperaturu neçə dərəcə olmalıdır?
- 3) Eyni en kəsiyə malik olan ancaq ayrı-ayrı materialdan hazırlanmış məftil və kabellərdə yol verilən cərəyan hansı formula ilə təyin edilir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 9

0,4 kV-luq elektrik şəbəkəsinin elementlərinin hesabatı və onların seçilməsi üsulları

Bu tip şəbəkələrin hesablanmasında əsas bu şəbəkəni qidalandıran ümumi avtomat seçilməlidir. Bu avtomatlar seçilən zaman şəbəkənin ümumi yükü onun iş rejimi və s. nəzərə alınmalıdır.



Şəkil 1. 0,4 kV xətlərin sxemi

Şəkil – 1də belə bir şəbəkənin sadə elektrik sxemi verilmişdir.

Şəbəkənin aparatlarının seçilməsində aşağıdakı qaydalar qorunmalıdır:

- 1) Avtomatların seçilməsi.
- 2) Avtomatın nominal cərəyanının hesablanması.
- 3) Avtomatın açma cərəyanının hesablanması.
- 4) Qoruyucuların parametrlərinin hesablanması.
- 5) Kabel və məftillərin en kəsiyinin seçilməsi.

Aşağıda bir neçə yükü olan 0.4 kV şəbəkənin hazırlanmasına əyani şəkildə nəzər salaq. (şəkil -1).

Şəkil -1 də 10/0.4 kV-luq transformatorun 0.4 kV tərəfinə 3 ədəd müxtəlif qüclü D_1 ; D_2 ; və D_3 mühərriklərini A_1 ; A_2 və A_3 avtomatları vasitəsi ilə qoşulmuşdur.

Eyni zamanda bu şəbəkəyə maqistral işıqlanma xətti çəkilmişdir.

Həmin xətt $\Pi 2$ qoruyucusu ilə təmin olunmuşdur.

Ətraf mühitin temperaturu $\tau = +25^\circ\text{C}$ qəbul edilir.

0.4 kV - luq PIII - sini mis kabel vasitəsi ilə birləşdirilmişdir.

Bu xətti A4 avtomat vasitəsi ilə işə qoşurlar.

Eyni zamanda A₁, A₂, və A₃ avtomatları ilə D₁, D₂, və D₃ mühərrikləri şəbəkəyə qoşulur.

Bu mühərriklər müxtəlif güclü olub müxtəlif parametrlərə malikdir.

S/s	<i>D1- mühərrikinin</i>	<i>D2 – mühərrikinin</i>
1	Gücü –P = 75 kVt	P=55 kVt
2	F.i.ə.- li $\eta = 0.92$	$\eta = 0.9$
3	Güc əmsalı - $\cos \varphi = 0.92$	$\cos \varphi = 0.92$
4	Yüklənmə əmsalı $K_{y\ddot{u}k} = 0.8$	$K_{y\ddot{u}k} = 0.8$
5	Nom.cərəyanı $\dot{I}_n = 135$ A	$\dot{I}_n = 99$ A
6	İşci cərəyanı $\dot{I}_{i\ddot{s}} = 108$ A	$\dot{I}_{i\ddot{s}} = 79$ A
7	İşə buz.cərəyanı $\dot{I}_{i.b.} = 810$ A	$\dot{I}_{i.b.} = 693$ A

D3 mühərriklərinin parametrləri aşağıdakılardır:

- 1) Gücü - P = 13 kVt
- 2) F.i.ə. $\eta = 0.88$
- 3) Güc əmsalı $\cos \varphi = 0.89$
- 4) Yüklənmə əmsalı $K_{y\ddot{u}k} = 0.8$
- 5) Nomin.cərəyan $\dot{I}_n = 25.2$ A
- 6) İşci cərəyan $\dot{I}_{i\ddot{s}} = 20.2$ A
- 7) İşə buz.cərəyan $\dot{I}_{i.b.} = 151$ A

Eyni zamanda D1, D2 və D3 mühərrikinin şəbəkəyə qoşulması A1, A2 və A3 avtomatlarının parametrləri, və eyni zamanda işıqlanma xəttinin və TII -PIII maqistral xəttinin parametrləri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Şəbəkə elem-nin adları	A1	A2	A3	İşıqlan. xətti	Magistral xətt TII-PIII
Mühaf.cərəyanı Nom.cərəy.(\dot{I}_n)	200 A	100 A	50 A	-	600 A
Av.qızıcısının nom.cərəy.($\dot{I}_{q.n.}$)	170 A	100 A	25 A	-	250 A
Elektromağ qırıcısının nom.cərəy.($\dot{I}_{q.n.}$)	1190 A	1000 A	-	-	1750
Qoruyucunun nom.cərəy.(\dot{I}_{qor})	-	-	60 A	15	-
Yol verilən cərəyan ($\dot{I}_{y.v.}$)	108 A	79 A	20.2 A	18.7	199

Cədvəl üzrə cərəyan (\dot{I}_c)	120 A	95 A	25 A	23	215
Məftillərin kəsiyi (F)	35 (mm ²)	25 (mm ²)	2.5 (mm ²)	1.5 (mm ²)	95 (mm ²)

Misalın həll

1) Mühərriklərin nominal cərəyanlarını hesablayırıq.

Nominal cərəyan $\dot{I}_n = \frac{P}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi \eta}$ formulası ilə təyin edilir.

$$\dot{I}_{nD1} = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi \eta} = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.92 \cdot 0.92} = 135 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{nD2} = \frac{P_2}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi \eta} = \frac{55}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.92 \cdot 0.92} = 99 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{nD3} = \frac{p_3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos \varphi \eta} = \frac{13}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.88 \cdot 0.89} = 25,2 \text{ A}$$

2) Mühərrikin işçi cərəyanını hesablayaq

$$\dot{I}_{i\dot{s}} = \dot{I}_n K_{y\ddot{u}k}$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}D1} = \dot{I}_n K_y = 135 \cdot 0.8 = 108 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}D2} = \dot{I}_n K_y = 99 \cdot 0.8 = 79 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}D3} = \dot{I}_n K_Y = 25.2 \cdot 0.8 = 20.2 \text{ A}$$

3) Mühərrikin isə salma cərəyanlarını hesablayırıq.

$$\dot{I}_{i\dot{s}.s D1} = \dot{I}_{n1} K$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}.s D1} = 135 \cdot 6 = 810 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}.s D2} = 99 \cdot 7 = 693 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{i\dot{s}.s D3} = 25.9 \cdot 6 = 151 \text{ A}$$

4) İşıqlanma xəttinin nominal cərəyan

$$\dot{I}_n = \dot{I}_p = \frac{P}{\sqrt{3}U_n} = \frac{9}{1.73 \cdot 0.38} = 13.7 \text{ A olur.}$$

5) TII-PIII magistral xəttinin cərəyanı aşağıdakı qaydada hesablanır:

$$\dot{I}_p = m \sum_{i=1}^n \dot{I}_{P.i.} = 0.9(79 + 20.2 + 13.7) + 810 = 911.5 \text{ A}$$

Deməli TII-PIII magistral xəttin maksimum cərəyanı $\dot{I}_p=911.5 \text{ A}$ olur.

Yuxarıda alınan qiymətlərə uyğun olaraq hər bir mühərrik üçün avtomatlar seçilir.

Seçilən avtomatların nominal cərəyanı mühərriyin nominal cərəyandan böyük olmalıdır.

Məsələn, D1 üçün - $I_{\text{avt}} = 200\text{A}$

D2 üçün - $I_{\text{avt}} = 120\text{ A}$

D3 üçün - $I_{\text{avt}} = 50\text{ A}$ avtomat seçirik.

İndi isə şəkil-1də göstərilən sxemin kabel və məftillərini seçək.

D1 mühərrikinə - $3 \times 35\text{ mm}^2$ kabeli

D2 mühərrikinə - $3 \times 25\text{ mm}^2$

D3 mühərrikinə - $3 \times 2.5\text{ mm}^2$ kabelləri uyğun qəilir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) 0.4 kV elektrik şəbəkəsinin hesablamaq üçün hansı qaydalar mövcuddur ?
- 2) Şəbəkənin elementləri hansı parametrlərə uyğun seçilir?
- 3) Avtomatları, qoruyucuları, kabelləri seçmək üçün elektrik işlədicilərinin hansı əsas parametrləri təyin edilməlidir?
- 4) Şəbəkə hesabətı hansı ardıcılıqla aparılır?

Yerli şəbəkələrin parametrləri və onların hesablanması üsulları

Yerli elektrik şəbəkələri deddikdə 35 kV- a qədər və 35 kV olan nisbətən kiçik radiuslu ($R= 15-30$ km) şəbəkələr nəzərdə tutulur.

Məlumdur ki, hər hansı bir şəbəkə xətti boyunca, sonsuz dərəcədə aktiv və reaktiv müqavimətlər olur.

Yerli şəbəkələri hesablamaq üçün aşağıdakı qaydalar mövcuddur.

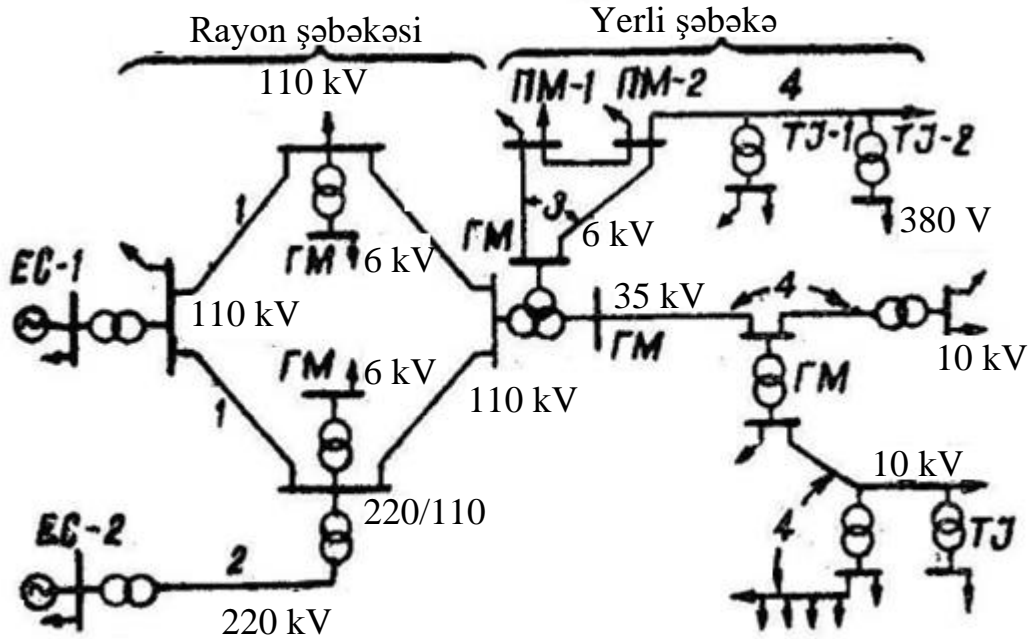
- Xəttin keçiriciliyi ümumiyyətlə nəzərə alınır. Çünki yerli elektrik şəbəkənin uzunluğu məhdud, gərginliyi nisbətən az olduğundan hesabat zamanı xəttin keçiriciliyi nəzərə alınır.
- Şəbəkənin ayrı-ayrı nöqtələrində gərginlik müəyyən edilir, yalnız gərginlik itgisi hesablanır.
- Traktorun müqavimətləri nəzərə alınır.
- Şəbəkə kabellərinin en kəsiyi çox kiçik olan hissələrində bu kabellərin induktiv müqaviməti nəzərə alınmır.

Yerli şəbəkələri hesablayarkən aşağıdakı sadə əvəz sxemini tərtib etmək olar.

Bu sxem R-aktiv müqavimətlərindən və X- reaktiv müqavimətindən ibarət olur.

Əvvəl xəttlərin aktiv müqavimətinin hesablanmasına, nəzər salmaq.

Energetik sistemin rayon və yerli elektrik şəbəkə sistemləri aşağıda göstərilmişdir (şəkil -1).



Şəkil -1. Rayon və yerli şəbəkələrin sxemi

Yerli elektrik şəbəkələrini təşkil edən naqıl və ya məftillərin aşağıdakı müqavimətləri vardır.

- a) Naqilin sabit cərəyanın müqaviməti (aktiv müqavimət)
- b) Naqilin dəyişən cərəyanın müqaviməti (aktiv müqavimət)

Səth effekti nəticəsində aktiv müqavimət qiymətcə onun müqavimətindən böyük olur.

Səth effekti dedikdə dəyişən cərəyanın naqilin en kəsiyi boyunca mərkəzi hissəsindən səthinə doğru qeyri bərabər paylanması hadisəsidir.

Məftilin mərkəzi hissəsində cərəyan, səthin cərəyanından az olur və məftilin müqaviməti müqavimətə nisbətən artır.

Məftilin temperatur dəyişməsinin onu aktiv müqavimətinə təsiri nəzərə alınır.

Aktiv müqavimətin qiyməti

$$R = r_0 l \text{ (Om) ilə təyin edilir.}$$

Burada r_0 – 1 km-lik məftilin müqaviməti (Om)

L – məftilin uzunluğu (km)

$$r_0 = \frac{\rho}{f} \text{ (Om/km) və ya } r_0 = \frac{1000}{\gamma F} \text{ (Om/km) ilə hesablanır.}$$

ρ – naqilli xüsusi müqaviməti (om . mm²/km)

$$\gamma = \frac{1000}{\rho} \text{ xüsusi keçiricilik m/om . mm}^2$$

F - məftilin en kəsiyi (mm²)

Bu kəmiyyətlər məftilin materialından asılı olaraq müxtəlif qiymətlərə malikdir.

Mis və alüminium kabel və məftillər üçün

r_0 – qiymətləri aşağıdakı cədvəllərdə verilmişdir (cədvəl 1, 2, 3).

Cədvəl 1.

Mis, alüminium və polad -alüminium çılpaq məftillərin konstruksiya və hesablama məlumatları

Mis məftillər (M)					Alüminiumməftillər (A)					Polad – alüminiumməftillər (AC)					
Nominal en kəsik, mm ²	Hesabalama en kəsiyi, mm ²	Hesabalama diametri, mm	Aktiv müqavimət r_0 , om/km	Məftilin çəkisi, kq/km	Nominal en kəsik, mm ²	Hesabalama en kəsiyi, mm ²	Hesabalama diametri, mm	Aktiv müqavimət r_0 , om/km	Məftilin çəkisi, kq/km	Nominal en kəsik, mm ²	hesabalama en kəsiyi, mm ²		Hesabalama diametri, mm	Aktiv müqavimət r_0 , om/km	Məftilin çəkisi, kq/km
											Alüminium hissəsinin	Polad hissəsinin			
4	3,94	2,2	4,65	35	16	15,9	5,1	1,98	44	25	22,8	3,8	6,6	1,38	92
6	5,85	2,7	3,06	52	25	24,7	6,4	1,28	68	35	36,9	6,2	8,4	0,85	150
10	9,79	3,5	1,84	87	35	34,4	7,5	0,92	95	50	48,3	8,0	9,6	0,65	196
16	15,5	5,0	1,20	140	50	49,5	9,0	0,64	136	70	68,0	11,3	11,4	0,46	275
25	24,5	6,3	0,74	221	70	69,3	10,7	0,46	191	95	95,4	15,9	13,5	0,33	386

35	34,1	7,5	0,54	323	95	93,3	12,4	0,34	257	120	115	22,0	15,2	0,27	492
50	48,5	8,9	0,39	439	120	117	14,0	0,27	322	150	148	26,6	17,0	0,21	617
70	68,3	10,7	0,28	618	150	148	15,8	0,21	407	185	181	34,4	19,0	0,17	771
954	92,5	12,5	0,20	837	185	183	17,5	0,17	503	240	238	43,1	21,6	0,132	997
120	117	14,0	0,158	1058	240	239	20,0	0,132	656	300	295	56,3	24,2	0,107	1257
150	148	15,8	0,123	1338	300	298	22,4	0,106	817	400	395	72,2	28,0	0,08	1660

Cədvəl 2.

Yüngülləşdirilmiş (ACO) və gücləndirilmiş konstruksiyalı
polad -alüminium məftillərin konstruktiv və hesablama məlumatları

Nominal kəsik, mm ²	ACO					ACY				
	hesabalama en kəsiyi, mm ²		Məftilin hesabalama diametri, mm	Aktiv müqavimət r ₀ , om/km	Məftilin çəkisi, kq/km	hesabalama en kəsiyi, mm ²		Məftilin hesabalama diametri, mm	Aktiv müqavimət r ₀ , om/km	Məftilin çəkisi, kq/km
	Alüminium hissəsinin	Polad hissəsinin				Alüminium hissəsinin	Polad hissəsinin			
120	-	-	-	-	-	116	26,6	15,5	0,28	530
150	148	17,8	16,6	0,21	559	147	34,4	17,5	0,21	678
185	181	22,0	18,4	0,17	687	185	43,1	19,6	0,17	850
240	243	31,7	21,6	0,13	937	241	56,3	22,4	0,131	1111
300	291	37,2	23,5	0,108	1098	297	72,2	25,2	0,106	1390
400	392	9,5	27,2	0,08	1501	400	93,3	29,0	0,079	1840
500	482	59,7	30,2	0,065	1836	-	-	-	-	-
600	578	72,2	33,1	0,055	3306	-	-	-	-	-
700	712	93,3	37,1	0,044	2756	-	-	-	-	-

Cədvəl 3.

Mis sektor damarlı üçdamlı kablərin aktiv və induktiv
müqavimətləri, om/km

Kabel damarının nominal en kəsiyi, mm ²	Aktiv müqavimət r ₀	Minimal gərginlikdə kabelin induktiv müqaviməti x ₀ , kV			
		6	10	20	35
10	2,10	0,100	0,113	-	-
16	1,32	0,094	0,104	-	-
25	0,842	0,085	0,094	0,135	-
35	0,602	0,078	0,088	0,129	-
50	0,422	0,075	0,082	0,119	-
70	0,300	0,072	0,078	0,116	0,132
95	0,222	0,069	0,075	0,110	0,126
120	0,175	0,069	0,075	0,107	0,119
150	0,140	0,066	0,072	0,104	0,116
185	0,114	0,066	0,069	0,100	0,113
240	0,088	0,063	0,069	-	-
300	0,070	0,063	0,066	-	-

Polad məftillərin aktiv müqavimətləri onların omik müqavimətlərindən xeyli böyükdür.

Yəni: $r_0 \text{ dəy.} > r_0 \text{ sabit}$

Məftildə cərəyan axan zaman yaranan maqnit seti

$F = B S = \eta H S$ ilə təyin edilir.

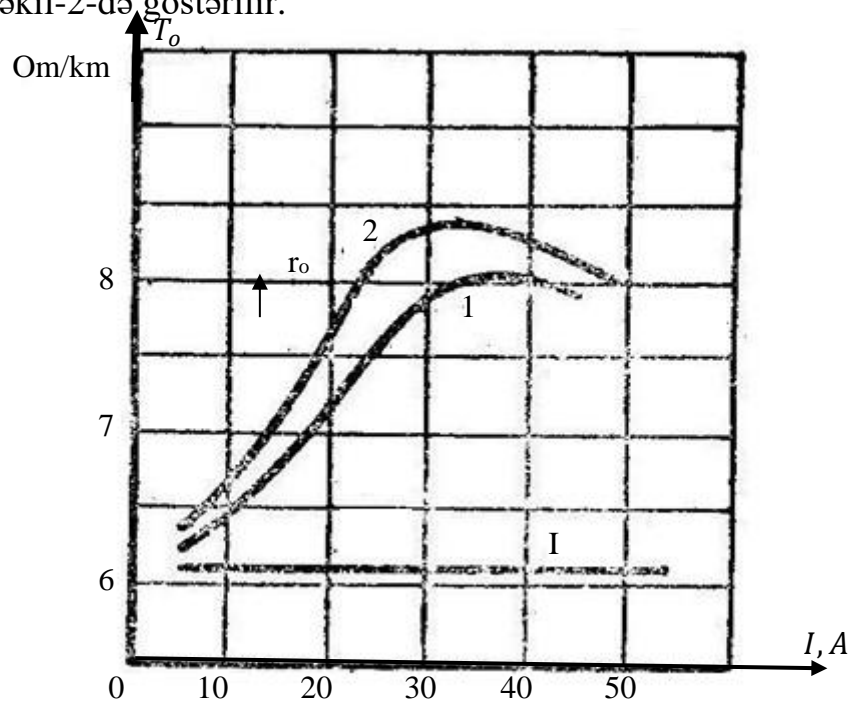
Burada: F -maqnit seli

S - məftilin en kəsiyi

B - indaksiya

η - düzəliş əmsalıdır.

Polad məftillərin aktiv müqavimətinin r_0 , dəyişən cərəyanın (I) qiymətindən asılılıq qrafiki şəkil-2-də göstərilir.



Şəkil 2. Polad məftillərin aktiv müqavimətinin cərəyandan asılılıq qrafiki

Qrafikə nəzər aldıqda görürük ki, 1 əyrisi çoxtelli məftilə, 2 əyrisi 1telli məftilə və 3 düz xətti isə məftilin sabit cərəyan müqavimətini göstərir.

4) Elektrik şəbəkəsi məftillərinin induktiv müqavimətlərinin hesablanma üsulları.

Xəttədən (məftildən) dəyişən cərəyan keçdikdə məftilin ətrafında maqnit sahəsi yaranır və bu sahə naqildə əks istiqamətli e.h.q. (E)

Yaradır. 3 fazalı hava xəttində xəttin faza məftilləri bir-birindən nə qədər aralı olarsa, məftillər arasında səpələnmə seli və deməli məftillərin induktiv müqavimətləri də artır.

$$X_0 = \omega \left(4.61 g \frac{2D_{or}}{d} + 0.5 \mu \right) 10^{-4} \text{ (Om/km)}$$

İlə təyin edilir.

$\omega = 314 \times 50 \text{ hs}$ – bucaq tezliyidir.

Məftillər arasındakı məsafə

$$D_{ar} = \sqrt{D_{1-2} D_{2-3} D_{1-3}}$$

D_{1-2} ; D_{2-3} ; və D_{1-3} – hər hava məftilləri arasındakı məsafədir.

d - məftilin xarici diametridir

μ - məftilin maqnit nüfuzcuğudur.

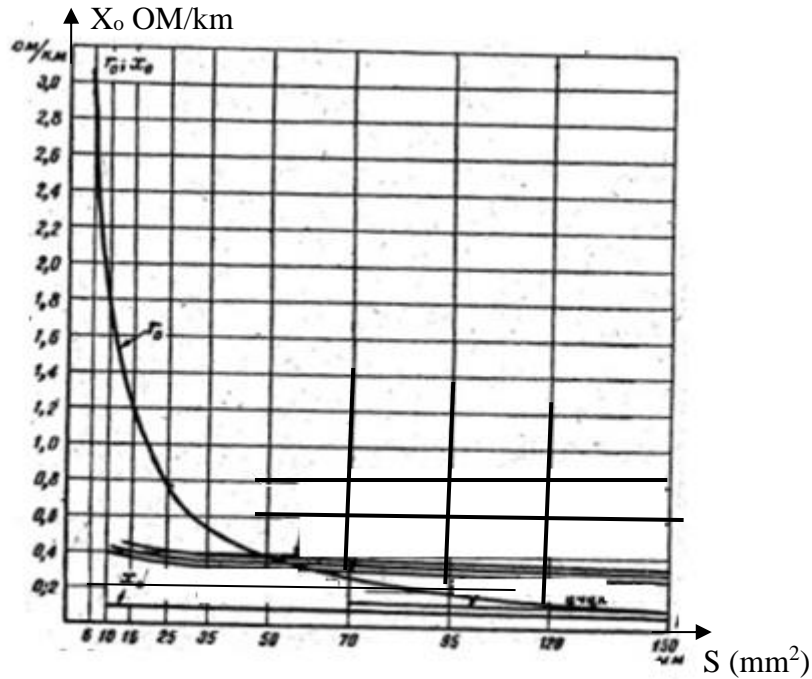
Əlvan metaldan (mis, aliminium) olan xətlər üçün $\mu = \frac{1}{50} \text{ hs}$ - dir.

$$X_0 = 0.144 \lg \frac{2D_{or}}{d} + 0.016 \text{ (Om/ km)}$$

Məftillər arasındakı orta məsafə

$D_{or} = 1.26 D$ ilə təyin edilir.

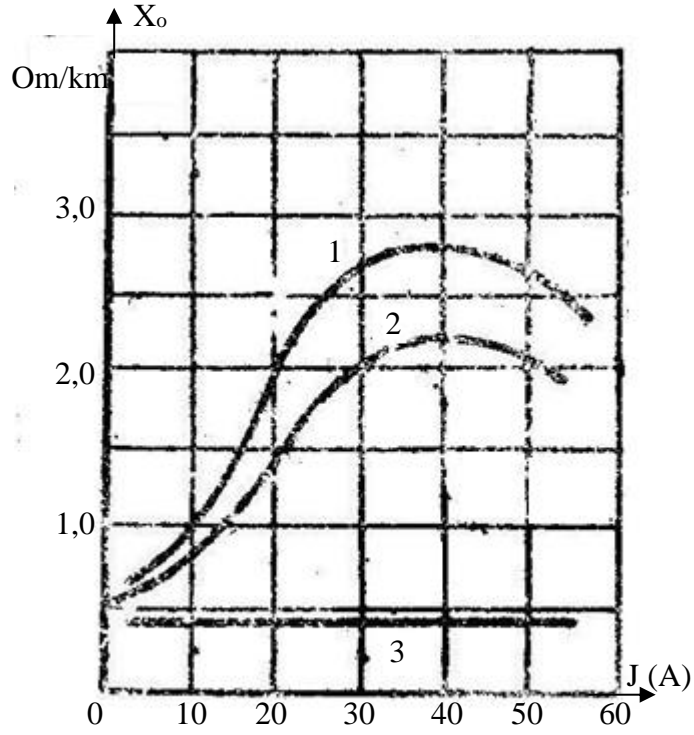
Şəkil-3də induktiv müqavimətin (X_0) müxtəlif məftillərin en kəsiyindən asılılıq göstərilmişdir.



Şəkil 3. İnduktiv müqavimətin məftilin en kəsiyindən asılılıq qrafiki

Qrafikə nəzər salsaq görərik ki, eyni zamanda aktiv müqavimətin r_0 , məftilin en kəsiyindən (F) asılılığı da göstərilmişdir. Məftilin en kəsiyi artdıqca onun aktiv müqaviməti kəskin azalır.

İnduktiv müqavimət (X_0) isə çox az öz qiymətini dəyisir. Polad və aliminium məftillərin induktiv müqaviməti əyriləri şəkil - 4də göstərilir.



Şəkil 4.İnduktiv müqavimətin cərəyandan asılılıq qrafiki

Kabel xəttlərində cərəyan keçən naqillər arasındakı məsafə çox az olduğundan onların induktiv müqaviməti az olur.

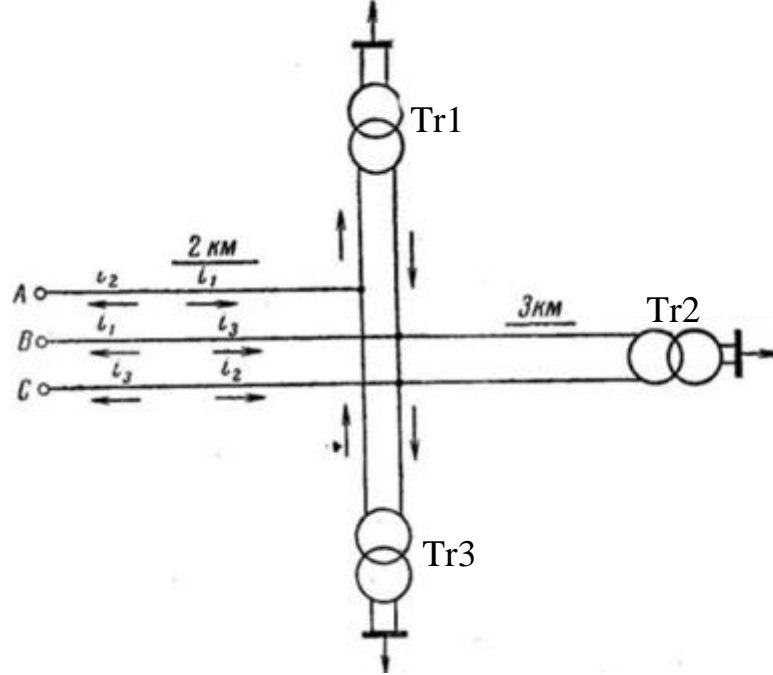
Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Yerli elektrik şəbəkələrin hansı şəbələr aiddir?
- 2) Şəbəkə xətləri hansı müqavimətlərə malik olur?
- 3) Yerli şəbəkələri hesabladıqda hansı qaydalar nəzərə alınır?
- 4) Naqıl və məftillərin müqavimətləri hansılardır?
- 5) Xətlərdən cərəyan keçdikdə onun induktiv müqavimətinə uyğun hansı sahə yaranır?
- 6) Qrafikdəki kəmiyyətlər arasındakı asılılıqları izah edin.

Qeyri simmetrik yüklü radial şəbəkənin hesablanması

Radial elektrik şəbəkələri dedikdə 1 mənbədən enerji ilə təchiz edilən şəbəkələr nəzərdə tutulur.

Radial elektrik şəbəkələri əsasən kənd təsərrüfatı müəssisələrini aşağıda şəkil -1- də 1 mənbədən qidalanan 3 fazalı radial şəbəkənin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1. Qeyri-simmetrik yüklənmiş radial şəbəkə sxemi

4 məftilli radial şəbəkələrdə -1fazada yaranan gərginlik itgisini aşağıdakı üsulla təyin edirlər.

- 1) Aktiv müqavimətdə

$$\Delta U_{A-0} = I_{a1} r_1 + (I_a - \frac{I_b + I_c}{2}) r_n \text{ ilə tapılır}$$

Burada:

r_1 – A fazasının aktiv müqaviməti

r_n - o xəttinin aktiv müqaviməti

$I_a, I_b, \text{ və } I_c$ – A, B, C fazalarındakı aktiv cərəyanlardır.

- 2) Xəttin reaktiv müqavimətində yaranan gərginlik itgisi

$$\Delta U_{A-0} = I_{p1} x_1 (I_{p1} - \frac{I_{p2} - I_{p3}}{2}) X_n$$

ilə təyin edilir.

Hər bir faza üçün analogi olaraq yuxarıdakı formulaya uyğun gərginlik itgiləri təyin edilir.

3 naqilli xəttlərdə yaranan gərginlik itgisi

$$\Delta U_{A-Ba} = (2\dot{I}_{a1} + 0.5 \dot{I}_{a2} + 0.5 \dot{I}_{a3}) r$$

$$\Delta U_{A-Bp} = (2p_1 + 0.5 \dot{I}_{p2} + 0.5 \dot{I}_{p3}) X$$

Burada

\dot{I}_{a1} və \dot{I}_{p1} – aktiv və reaktiv gərəyanla (A və B fazaları)

\dot{I}_{a2} və \dot{I}_{p2} - aktiv və reaktiv gərəyanla (A və C fazaları)

\dot{I}_{a3} və \dot{I}_{p3} - aktiv və reaktiv gərəyanla (B və C fazaları)

Ümumi gərginlik itgiləri hər bir faza

$$\Delta U_{A-B} = \Delta U_{A-Ba} + \Delta U_{A-Bp}$$

$$\Delta U_{A-C} = \Delta U_{A-Ca} + \Delta U_{A-Cp}$$

$$\Delta U_{B-C} = \Delta U_{B-Ca} + \Delta U_{B-Cp}$$

Üçün bu formulalarla hesablanır.

Yuxarıdakı hesablama qaydalarını nəzəri cəhətdən araşdırdıq.

İndi isə əyani şəkildə misala nəzər salaq.

Misal -1

Şəkil -1də göstərilən yükləri qeyri simmetrik paymanan 10 kV-luq radial şəbəkənin fazalarında yaranan gərginlik itgilərinin təyin edək. Bu şəbəkənin elektrik tələbatçılarının güc əmsalını $\cos \varphi = 0.8$ qəbul edək.

Bu şəbəkənin xəttləri A-16 mm² naqıldən çəkilmişdir. Fazalar arasındakı məsafə $D_{or} = 800$ mm -dir.

Şəkil-1 ki sxemdə elektrik tələbatçılarının gücü və şəbəkələr arasındakı məsafənin ölçüləri göstərilmişdir.

Misalın həlli

1) Şəbəkənin hər bir fazasından axan cərəyanları təyin edirik.

Aktiv gərəyanlar	Reaktiv gərəyanlar
$i_{a1} = \frac{p_1}{U_n} = \frac{40}{10} = 4 \text{ A}$	$i_{p1} = i_{a1} \operatorname{tg} \varphi = 4 \cdot 0.75 = 3 \text{ A}$
$i_{a2} = \frac{P_2}{U_n} = \frac{100}{10} = 10 \text{ A}$	$i_{p2} = i_{a2} \operatorname{tg} \varphi = 10 \cdot 0.75 = 7.5 \text{ A}$
$i_{a3} = \frac{P_3}{U_n} = \frac{160}{10} = 16 \text{ A}$	$i_{p3} = i_{a3} \operatorname{tg} \varphi = 16 \cdot 0.75 = 12 \text{ A}$

2) Yüklər cərəyanlarının istiqamətlərini sxemdə göstəririk və fazalar arasında gərginlik itgilərini təyin edirik.

Şəbəkə hissələrinin aktiv müqaviməti $r_0 = 1.98$ Om/km.

Reaktiv müqaviməti $X_0 = 0.377$ Om/km qəbul edirik.

Sxemin hər bir hissəsi üçün xəttin aktiv və reaktiv müqavimətləri aşağıdakı üsulla hesablanır.

Sxemin A-1 hissəsi üçün

aktiv $r_{A-1} = r_0 L_{A-1} = 1.98 \cdot 2 = 3.96 \text{ om}$
 reaktiv $X_{A-1} = X_0 L_{A-1} = 0.377 \cdot 2 = 0.754 \text{ om}$
 “1-3” hissəsi üçün

$$r_{1-3} = 1.98 \cdot 3 = 5.94 \text{ om}$$

$$X_{1-3} = 0.377 \cdot 3 = 1.13 \text{ om}$$

Fazalar arası gərginlik itgisi

$$\Delta U_{A-Ba} = (2i_{a1} + 0.5i_{a2} + 0.5i_{a3}) r_{A-1} = \Delta U_{C-A} = \Delta U_{C-Aa}$$

$$= [2 \cdot 4 + 0.5(10 + 16)] \cdot 3.96 = 83 \text{ V}$$

$$\Delta U_{A-Bd} = (2i_{p1} + 0.5i_{p2} + 0.5i_{p3}) X_{A-1} =$$

$$= [2 \cdot 3 + 0.5(7.5 + 12)] \cdot 0.754 = 11.6 \text{ V}$$

$$\Delta U_{A-B} = \Delta U_{A-Ba} + \Delta U_{A-Bp} = 83 + 11.6 = 94.6 \text{ V}$$

$$\Delta U_{B-Ca} = 2i_{a3} r_{1-3} + [2i_{a3} + 0.5(i_{a1} + i_{a2})] \cdot r_{A-1} =$$

$$= 2 \cdot 16 \cdot 5.94 + [2 \cdot 16 + 0.5(4 + 10)] \cdot 3.96 = 343 \text{ V}$$

$$\Delta U_{B-Cp} = 2 \cdot 12 \cdot 1.13 + [2 \cdot 12 + 0.5(3 + 7.5)] \cdot 0.754 = 49 \text{ V}$$

$$\Delta U_{B-C} = \Delta U_{B-Ca} + \Delta U_{B-Cp} = 343 + 49 = 392 \text{ V}$$

$$\Delta U_{C-Aa} = [2i_{a2} + 0.5(i_{a1} + i_{a3})] \cdot r_{A-1} =$$

$$= [2 \cdot 10 + 0.5(4 + 16)] \cdot 3.96 = 119 \text{ V}$$

$$\Delta U_{C-Ad} = [2 \cdot 7.5 + 0.5(3 + 12)] \cdot 0.754 = 17 \text{ V}$$

$$\Delta U_{C-A} = \Delta U_{C-Aa} + \Delta U_{C-Ad} = 119 + 17 = 136 \text{ V}$$

Hesabatdan aydın olur ki, sxemdə göstərilən (OKV-lıq şəbəkənin xəttləri arasında ən böyük gərginlik itgisi (B-C xəttində) olur.

$$\Delta U_{B-C} = \Delta U_{mak} = 392 \text{ V}$$

Faizlə miqdarı

$$\Delta U_{mak} \% = \frac{\Delta U_{mak}}{U_n} \cdot 100 = \frac{392}{10000} \cdot 100 = 3.92 \% \text{ olur.}$$

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

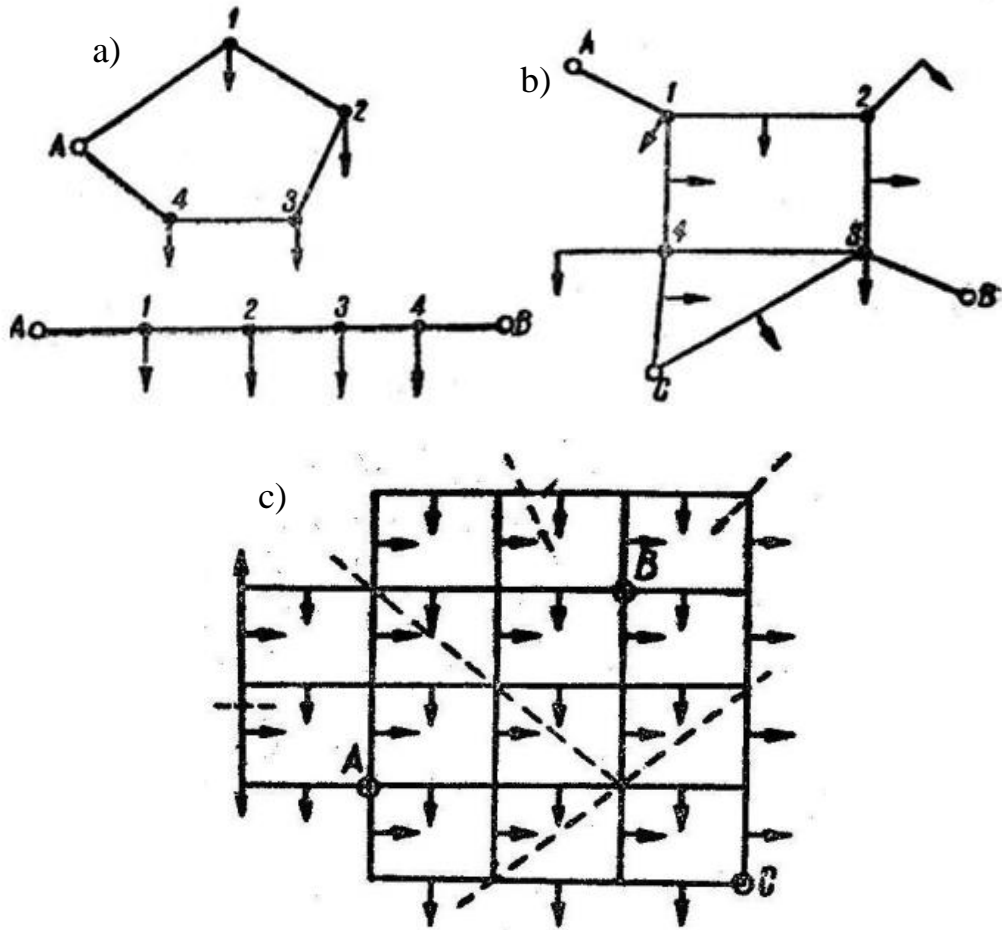
- 1) Radial elektrik şəbəkələrinə hansı şəbəkələr aiddir?
- 2) Radial şəbəkənin elektrik sxemini izah edin?
- 3) Şəbəkə xəttlərinin hansı müqavimətləri mövcuddur?
- 4) Radial şəbəkədə yaranan gərginlik itgilərini hesablamaq üçün əvvəl hansı kəmiyyətlər hesablanır?
- 5) Radial şəbəkələrin gərginliyi əsasən hansılardır?

İki tərəfli qida mənbəyinə malik olan 10 kV- luq qapalı şəbəkələrdə xəttlərin ən kəsiyinin hesablanması

Elektrik tələbatçılarının fasiləsiz, etibarlı elektrik enerjisi ilə təchiz olunması üçün iki tərəfli qida mənbəyinə malik olan qapalı elektrik şəbəkələrindən istifadə olunur. Elektrik tələbatçıların ən azı iki tərəfdən elektrik enerjisi ilə təchiz edən şəbəkələr qapalı şəbələr adlanır.

Sadə şəbəkələr iki tərəfdən qidalanan şəbəkələrdir. (şəkil 8-1).

Mürəkkəb qapalı şəbəkələrdə isə düyün nöqtələrinə ən azı 3 tərəfdən elektrik enerjisi verilir. şəkil 1 (c).



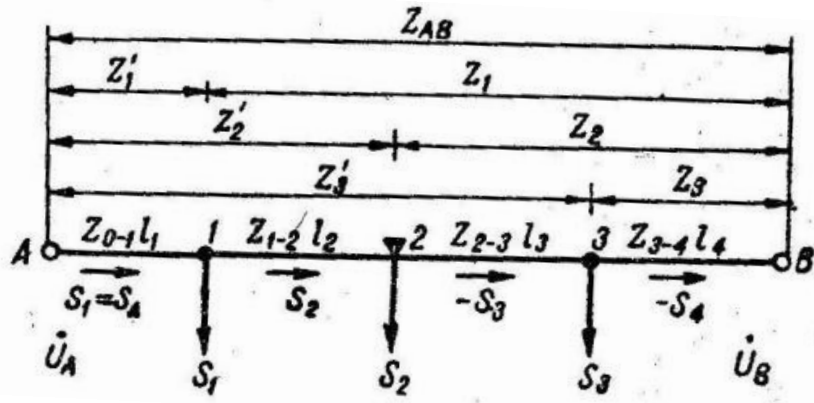
Şəkil 1 (a,b,c)

Sadə qapalı şəbəkələrin ya 1 əd və ya 2 qida mənbəyi ola bilər.

1-ci halda şəbəkə qapalı halqa şəkilində olur və ona halqavari şəbəkə deyilir. 2-ci halda işə xətlər 2 tərəfdən qidalanır və şəbəkəyə 2 tərəfli qidalanan şəbəkə deyilir.

2 tərəfli qidalanan xətlərin hesablanma üsuluna nəzər salaq.

Şəkil-2-də 2 tərəfli qidalanma mənbəyi olan şəbəkənin sadə sxemi verilmişdir.



Şəkil 2. – İki qida mənbəli elektrik şəbəkəsi

Burada: $S_1, S_2, v\ \dot{S}_3$ - sxemin 1;2 və 3 nöqtələrindəki yüklər.

$S_1, S_2, S_3, v\ \dot{S}_4$ – xəttin hissələrindəki tam güclər.

$Z_{0-1}, Z_{1-2}, Z_{2-3}$ və Z_{3-4} – hər bir hissənin tam müqavimətləri,

l_1, l_2, l_3 və l_4 - isə bu xəttlərin uzunluğudur.

A və B – qida mənbələri;

U_A və U_B – hər qida mənbəyinin gərginliyidir.

Xəttin istənilən hissəsində, xətt gərginlik düşgüsü

$\Delta U_i = \sqrt{3} \dot{I}_i Z$ ilə hesablanır.

Burada: \dot{I}_i - verilmiş hissədən axan cərəyan

Z_i - bu hissənin tam müqaviməti.

Hissənin tam gücü $S = \sqrt{3} \dot{I} U$ olduğunu nəzərə alsaq onda

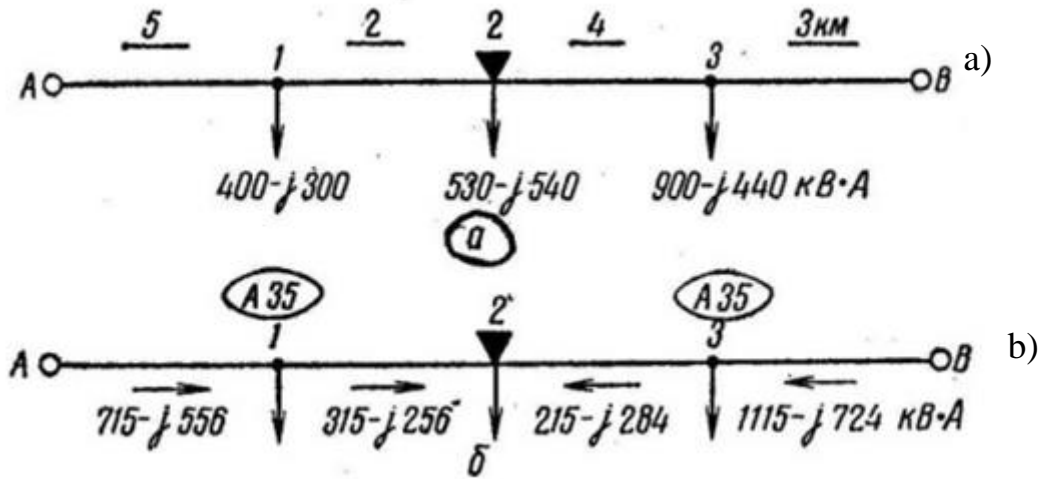
$\Delta U_i = \frac{S_1}{U_A} Z_1$ olur.

2 tərəfli qida mənbəyi olan qapalı şəbəkənin hesablanması üsuluna aşağıdakı misalda nəzər salaq.

Misal – 1

10 kV-luq 2 tərəfli qida mənbəyi olan alimium hava xətlərinin en kəsiyinin təyin edilməsi üsuluna nəzər salaq.

Hər iki mənbənin gərginliyini $U_A = 10.5$ kV və $U_B = 10.5$ kV qəbul edək.



Şəkil 3 (a,b). İki tərəfli mənbəyi olan şəbəkənin əvəz sxemi

Sistemin cazə verilən gərginlik itqisi – 6% qötürürük. $\Delta U = 6\%$

Sxemin A-1 hissəsinin tam gücü

$$S_{A-1} = \frac{\sum_1^n S_k l_{K-B}}{l_{A-B}} = \frac{(400-j300)9+(530-j540)7+(900-j440)3}{14} = 715-j556 \text{ olur.}$$

Sxemin diqər hissələri üçün güclər Kirxofun I qanununa uyğun hesablanır.

$$\text{Yəni } S_{1-2} = S_{A-1} - S_1$$

$$S_{2-3} = S_{1-2} - S_2$$

$$S_{3-B} = S_{2-3} - S_3$$

Şəbəkənin güclərinin (yüklərin) paylanması şəkil- 3 (b)-ilə göstərilib.

Sxemdə oxlarda yüklərin paylandığı istiqamətlər göstərilmişdir.

Burada 2 nöqtəsi şəbəkənin düyün nöqtəsidir. Bu nöqtədə yüklər hər iki qida mənbəyindən enerji ilə təchiz edilir.

“B” mənbəyindən qidalanan yüklərin gücü.

$$S_{B-1} = \frac{\sum_1^n S_k l_{K-A}}{l_{A-B}} = \frac{(400-j300)5+(530-j540)7+(900-j440)11}{14} = 1115 - j 724$$

Sonra sxemin A-2 hissəsində xəttin en kəsiyini təyin edək.

Alınan hesabata uyğun olaraq A-35 mm² – nagilini seçirik.

Eyni zamanda “B-2” hissəsindəki xəttin en kəsiyini təyin edək.

$$\Delta U_{PB-2} = \frac{\sum_1^n QlX_0}{U_n} = \frac{(284 \cdot 4 + 724 \cdot 3)0.4}{10} = 131 \text{ V}$$

Xəttin – reaktiv güclərdə yaranan gərginlik itqisidir.

Aktiv güclərdə yaranan gərginlik yaranan gərginlik itqisi

$$\Delta U_{aB-2} = \Delta U - \Delta U_{PB-2} = 600 - 131 = 469 \text{ V olur.}$$

B-2 xəttinin en kəsiyi isə

$$F_{B-2} = \frac{(215 \cdot 4 + 1115 \cdot 3)10^3}{32 \cdot 469 \cdot 10} = 28,1 \text{ mm}^2.$$

Hesabata uyğun olaraq sxemin B-2 xətti üçün də A-35 mm² nagilini seçirik.

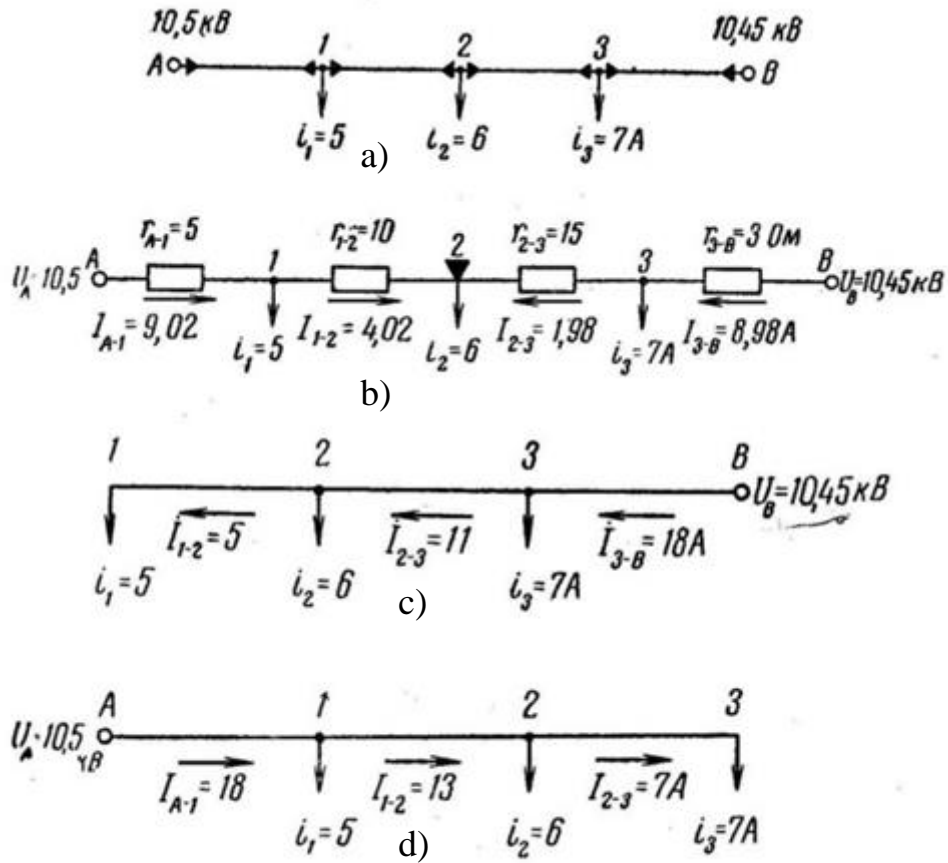
Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) İki tərəfli qida mənbəyi olan şəbəkələr hansı şəbəkələrdir?
- 2) Qapalı şəbəkələr neçə cür olur.
- 3) Sadə və mürəkkəb qapalı şəbəkələr arasında hansı fərq var.
- 4) Sadə şəbəkənin neçə qida mənbəyi ola bilər?
- 5) Xəttin ən kəsiyinin hesablanması üsulunu izah edin.
- 6) Xəttin ümumi itgiləri necə təyin edilir.

İki transformatorlu mənbədən qidalanan kabel xəttlərində yaranan gərginlik itgilərinin hesablanması

Bu şəbəkə sadə qapalı şəbəkə sisteminə aiddir.

Transformatorun gərginliyini bir qədər bir-birindən fərqli olduğunu qəbul edək. A nöqtəsində transformatorun gərginliyi $U_A = 10.5$ kV B nöqtəsində isə $U_B = 10.45$ kV-dur. (şəkil-1 a).



Şəkil 1 (a,b,c və d). İki tərəfdən qidalanan kabel xətləri

Kabel xəttinin yüklərinin və müqavimətlərinin qiymətləri Şəkil -1b-də verilmişdir.

Hesabat aşağıdakı üsulla aparılır

1) Xəttin ayrı-ayrı hissələrində axan cərəyanları hesablayırıq

$$I_{A-1} = \frac{\sum i_k r_{k-B}}{r_{A-B}} + \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} r_{A-B}} = \frac{5 \cdot 28 + 6 \cdot 18 + 7 \cdot 3}{33} + \frac{10500 - 10450}{\sqrt{3} \cdot 33} = 8,15 + 0,87 = 9,02 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{B-3} = \frac{5,5+6 \cdot 15+7 \cdot 30}{33} + \frac{10500+10450}{\sqrt{3} \cdot 33} = 9,85-0,87=8,98 \text{ A}$$

Burada kabel xəttinin aktiv müqaviməti

$$r_{A-B} = r_{A-1} + r_{1-2} + r_{2-3} + r_{3-B} = 5 \text{ om} + 10 \text{ om} + 15 \text{ om} + 3 \text{ om} = 33 \text{ om-dur.}$$

Kabel xəttinin 1-2 hissəsinin cərəyanı

$$\dot{I}_{1-2} = \dot{I}_{A-1} - i_1 = 9,02 - 5 = 4,02 \text{ A}$$

i_1 - 1 nöqtəsində cərəyanın qiymətidir

$$\dot{I}_{2-3} = \dot{I}_{1-2} - i_2 = 4,02 - 6 = -1,98 \text{ A}$$

i_2 - 2 nöqtəsində cərəyanın qiymətidir.

$$\dot{I}_{3-B} = \dot{I}_{2-3} - i_3 = -1,98 - 7 = -8,98 \text{ A}$$

i_3 -3 nöqtəsində cərəyanın qiymətidir.

Sxemin 2-3 və 3-B hissələrində cərəyanların qiymətinin mənfə olması o deməkdir ki, bu hissələrdə cərəyanın istiqaməti B mənbəyindən A mənbəyinə yönəlmişdir. B-3 hissəsində axan cərəyanın qiyməti, 3-B hissəsində axan cərəyanın qiymətinə bərabər olur, ancaq istiqamətə əksdir.

Yəni $\dot{I}_{B-3} = \dot{I}_{3-B} = 8,98 \text{ A}$ – cərəyanın paylanması doğrudur.

Sxemdə göstərilən 2 nöqtəsi şəbəkənin budaqlanma nöqtəsidir.

2) Budaqlanma nöqtəsinə qədər olan hissələrdə yaranan gərginlik itgilərini hesablayırıq:

$$\Delta U_{A-2} = \sqrt{3} \sum \dot{I}_r = 1,73(9,02 \cdot 5 + 4,02 \cdot 10) = 148 \text{ V}$$

$$\Delta U_{B-2} = \sqrt{3} \sum \dot{I}_r = 1,73(8,98 \cdot 3 + 1,98 \cdot 15) = 98 \text{ V}$$

Deməli kabel xəttinin budaqlanma nöqtəsinə qədər olan hissələrdə maksimum gərginlik itgisi $\Delta U_{A-2} = 148 \text{ V}$ olur.

Budaqlanma nöqtəsində (2) gərginliyinin qiymətləri hər iki mənbədən (A və B) eyni olur.

$$U_2 = U_A - \Delta U_{A-2} = 10500 - 148 = 10352 \text{ V}$$

$$U_2 = U_B - \Delta U_{B-2} = 10450 - 98 = 10352 \text{ V}$$

3) Qəza rejimlərində xəttə yaranan gərginlik itgiləri aşağıdakı qaydada hesablanır. Əgər A mənbəyi (1-ci Tk-r) şəbəkədən açılırsa verilən 2 tərəfli qida mənbəyinə malik olan şəbəkə radial şəbəkəyə, yəni 1 mənbəli şəbəkəyə çevrilər (şəkil-1 C) xəttin ümumi cərəyanı

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{B-3} + \dot{I}_{3-2} + \dot{I}_{2-1} = 18 + 11 + 5 = 34 \text{ A olar.}$$

Bu zaman sxemin B-1 hissəsinin ümumi gərginlik itgisi

$$\Delta U_{B-1} = \sqrt{3} \sum_1^n \dot{I}_r = \sqrt{3} (18 \cdot 3 + 11 \cdot 15 + 5 \cdot 10) = 466 \text{ v olur.}$$

Əgər qəza rejimində B mənbəyi (TR-2) şəbəkədən aşılırsa şəbəkə (şəkil-4d) 1 mənbəli radial sxemə çevrilir və cərəyanların qiyməti şəkil-4d-də göstərilən qiyməti alar.

$$\text{Yəni } \dot{I}_{A-1} = 18 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{1-2} = 13 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{2-3} = 7 \text{ A}$$

A-3 xəttində ümumi cərəyan

$$\dot{I}_{A-3} = \dot{I}_{A-1} + \dot{I}_{1-2} + \dot{I}_{2-3} = 18 + 13 + 7 = 38 \text{ A olar.}$$

Bu xəttin ümumi gərginlik itkisi isə

$$\Delta U_{A-3} = \sqrt{3} \sum_1^n \dot{I}_r = \sqrt{3} (18.5 + 13.10 + 7.15) = 563 \text{ V dur.}$$

Deməli sistemin A mənbəyi, yəni (TR-1) sıradan çıxarsa xəttin gərginlik itkisi maksimum qiymət alar.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) 2 mənbəli şəbəkələr hansı elektrik şəbəkəsi sisteminə aiddir?
- 2) Hansı elektrik şəbəkəsinə radial şəbəkə deyilir?
- 3) Radial şəbəkələr necə mənbədən qidalanır?
- 4) Hansı rejimlərdə 2 tərəfli (2 transformatorlu) qida mənbəyi olan şəbəkələr radial şəbəkəyə çevrilir?
- 5) Bu şəbəkələrdə gərginlik itkisi hansı ardıcılıqla hesablanır?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 14

10/0.4 kV-luq kənd yarımstansiyasında gərginlik itgisinin təyin edilməsi üsulları

Müasir dövrdə kənd yarımstansiyada gərginliyin dəyişməsi nominal gərginliyin + 7,5 % -1 qədər dəyişə bilər. Bu zaman elektrik tələbatçılarının (işlədicilərin) normal iş rejimi pozulur.

Ona görə də kənd elektrik şəbəkələrində gərginlik itgilərini hesablayan zaman gərginliyin dəyişmə həddi nəzərə alınmalıdır.

Eyni zamanda kənd elektrik şəbəkəsinin elementlərinin (generator, transformator, hava xəttləri, kabellər və s.) iş rejimləri, onların yüklərə uyğun düzgün seçilməsi də gərginlik itgisinin azalmasına səbəb olur.

Alçaldıcı transformatorlarda gərginliyin dəyişmə həddi yüklərin paylanmasıdan asılı olaraq $0 \pm 10\%$ arasındadır ola bilər.

Transformatorlarda yaranan gərginlik itgisi aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$\Delta U_{tr} \% = \frac{S_{mak}}{S_n} (U_a \cos \varphi + U_n \sin \varphi)$$

S_{mak} - transformatorun hesab gücü;

S_n - onun nominal gücüdür ;

ΔU_a - aktiv gərginlik itgisi ;

ΔU_p - reaktiv gərginlik itgisidir.

Kənd elektrik şəbəkələrində istifadə olunan 10/0.4 kV-luq transformatorlarda əsasən gərginlik itgisi 4-5 % olur ki, bu da icazə verilən (buraxıla bilən) sayılır.

Bunun üçün elektrik tələbatçılarının (işlədicilərin) hesab gücü, müəssisənin yük qrafiki, işlədicilərin sayı və s. təyin edilməlidir.

Aşağıda 10/0.4 kV kənd yarımstansiyasının elementlərinin (generator, transformator, hava xəttləri) buraxıla bilən gərginlik həddinin dəyişməsi cədvəlinə nəzər salmaq. Cədvəl -1

Cədvəl -1

Şəbəkə elementləri	Generatorada gərginlik həddinin dəyişməsi (% -lə)			
	uzaq məntəqələr		yaxın məntəqə	
	Yüklər (%-lə)			
	100%	25%	100%	25%

1)Generator	+2.5	+2.5	+2.5	+2.5
2) Yüksəldici tr-tor 0.4/10 kV	- 4	-1	- 4	-1
3) Alçaldıcı tr- tor 10/0.4 kV				
artma həddi				
azalma həddi	+7.5	+7.5	+5	+5
1)	- 4	-1		
2) 0.4 kV – xətlərdə		-		
	- 5.5		-7	-
Elektrik tələbatçılar	-7.5	+ 7	-7.5	+5.5

Transformatorada maksimum yükləmədə gərginlik itgiləri 4%; minimum yükləmədə -1 % götürülür.

10 kV və 0.4 kV-luq xətlərdə maksimum yükləmə zaman gərginliyin itgisi:

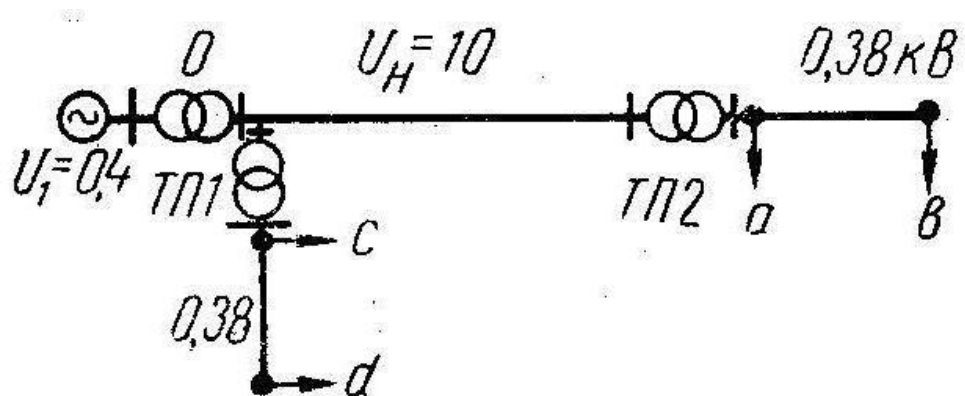
$$\Delta U_{mak}^{100} = 2.5 + 0 - 4 + 7.5 - 4 - (-4) - (-7.5) = 9.5\%$$

Bu itgini 10 kV və 0.4 kV xətlər arasında.

Şərti olaraq aşağıdakı kimi bölmək olar

$$\Delta U_{(10 kv)} = - 4 \%$$

$$\Delta U_{0.4 kv} = - 5.5 \%$$



Şəkil 1.10/0,4 kV 2 transformatoru olan şəbəkənin sxemi

Transformatorun qidalandırdığı uzaq məntəqələrdə gərginlik itgisi məlum səbəblərə görə yaxın məntəqələrə nisbətən çox olur.

Elektrik tələbatçılarında yaranan gərginlik itgisi:

$$\Delta V_a = 2.5 + 0 - 1 - 1 + 7.5 - 1 = + 7\% \text{ olar}$$

ΔV_a - sxemdə (şəkil-1) "a" nöqtəsindəki tələbatçının gərginlik itgisidir.

Yaxın məntəqədə 0.4 kV xəttə yaranan gərginlik itgisi maksimum yükləmədə

$$\Delta U_{(0.4 kv)}^{100} = 2.5 + 0 - 4 + 5 - 4 - (-7) = + 7 \%$$

Sxemdə (şəkil-1) "C" nöqtəsində minimum yükləmədə yaranan tələbatçının gərginlik itgisi

$$\Delta V_c^{25} = 2.5 + 0 - 1 + 5 - 1 = 5.5\% \text{ olur.}$$

Buda icazə verilən (buraxıla bilən) itgidən azdır.
Yəni $5.5 \% < 7.5 \%$
Deməli hesabat düzgün yerinə yetirilib.

Sərbəst işə aid yoxlama suallar.

- 1) Kənd yarımstansiya gərginlik dəyişmə həddi (gərginlik itgiləri) necə % -dən çox olmamalıdır?
- 2) Yaxın və uzaq məntəqələrdə yaranan gərginlik itgiləri arasında hansı fərq var?
- 3) 10/0.4 kV transformatorunda yaranan gərginlik itgiləri necə % olmalıdır?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 15

0.4 kV (0.38 kV) elektrik şəbəkələrində qızmaya görə onun elementlərinin secilməsi üsulları

0.4 kV-luq elektrik xəttlərində, kablərdə istifadə olunan avtomatların, qoruyucuların, seçilməsi əsas şərtidir.

Əsasən avtomatları, qoruyucuları seçən zaman ayrı-ayrılıqda kabel və hava xəttlərinin işçi cərəyanları, maksimum cərəyanları nəzərə alınmalıdır. İşlədicilərin gücü, onların cərəyanlarının hesablanması da vacibdir.

İlk növbədə 2 əsas şərt qorunmalıdır:

$$1) \dot{I}_b \geq \dot{I}_p \quad 2) \dot{I}_b \geq \frac{\dot{I}_{mak}}{\alpha} \text{ olmalıdır.}$$

Burada : \dot{I}_b - qoruyucunun dözmələrəyanı

\dot{I}_p - işçi cərəyan

\dot{I}_{mak} - işlədicinin mak.cərəyanı

α - işə salma əmsalıdır

Əsasən çox güclü işlədicilər üçün $\alpha = 1.6 \div 2$, digər işlədicilər üçün isə $\alpha = 2.5$ götürülür.

Əgər 0.4 kV şəbəkədən eyni zamanda bir neçə elektrik tələbatçısı enerji ilə təmin edilirsə onda aşağıdakı 3 şərt qorunmalıdır:

$$1) \dot{I}_b \geq m \sum_1^n \dot{I}_p$$

$$2) \dot{I}_b \geq \frac{\dot{I}_{mak}}{\alpha} \text{ olmalıdır.}$$

3) Qoruyucunun nominal cərəyanı, ondan sonra gələn qoruyucunun cərəyanından 1-2 pillə az olmalıdır. Buda xətlərin qorunması üçün selektivlik şəraiti yaradır.

Bu formulalarda m -işlədicilərin eyni vaxtda işə salma əmsalı,

n – işə salmaların sayı

\dot{I}_b - qoruyucunun cərəyanı

\dot{I}_p - işlədicinin cərəyanıdır.

$n \leq 3$ olduqda, $m=1$ və

$n > 3$ olduqda, $m < 1$ olur.

0.4 kV-luq paylayıcı şəbəkənin qısaqapanmadan qorunması üçün işlədicinin cərəyanının qiyməti $\dot{I}_p \geq 1.25 \dot{I}_b$ olmalıdır.

Şəbəkə elementlərinin qısaqapanmadan və artıq yükləmədən qorunması üçün yuxarıdakı şərtlər nəzərə alınmalıdır. Kablərin, məftillərin qızmaya görə en kəsiyinin secilməsində, qızmaya görə düzləndirmə əmsalı (k_t) və işə salma zamanı düzləndirmə əmsalının (K_p) qiymətləri nəzərə alınmalıdır.

Aşağıdakı misallarda qoruyuların və kabellərin secilməsi üsullarına nəzər salaq.

Misal - 1

Gücü $P = 30$ kVt, gərginliyi $U = 380$ V olan mühərrikin yanğına və partlayışa həsas olan otaqda normal iş rejimində işləməsi üçün, mühərrikin işə salma cərəyanına ($I_{i\dot{s}}$) və nominal cərəyanına uyğun olaraq kabel və ya naqıl secilməlidir.

Mühərrikin parametrləri aşağıda göstərilmişdir:

Faydalı iş əmsalı $\eta = 0.89$

Yüklənmə əmsalı $K_z = 0.9$

Güc əmsalı $\cos \varphi = 0.88$

İşə salma cərəyanının (I_n) nominal cərəyandan 5 dəfə böyük olduğunu qəbul edirik, yəni $I_{i\dot{s}} = 5 I_n$

Misal aşağıdakı ardıcılıqla həll olunur.

1) Mühərrikin nominal cərəyanı

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \eta} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.88 \cdot 0.89} = 58,2 \text{ A}$$

2) Mühərrikin işçi cərəyanı

$$I_p = I_n K_Y = 58,2 \cdot 0.9 = 52,4 \text{ A}$$

K_Y - yüklənmə əmsalıdır $K_Y = 0.9$

3) İşə salma cərəyanı

$$I_{i\dot{s}} = 5 I_n = 5 \cdot 58,2 = 291 \text{ A}$$

Bu qiymətlərə uyğun qoruyucu secirik

1) $I_b \geq I_p$ olduğuna görə

$$I_b \geq 52,4 \text{ A}$$

$$2) \quad I_b \geq \frac{I_{mak}}{\alpha}$$

$$I_b \geq \frac{291}{2,5} = 116 \text{ A}$$

$$I_b \geq 116 \text{ A} \text{ olmalıdır.}$$

I_b - qoruyucunun cərəyanı

I_p - işlədicinin işçi cərəyanıdır

α - işə salma əmsalıdır.

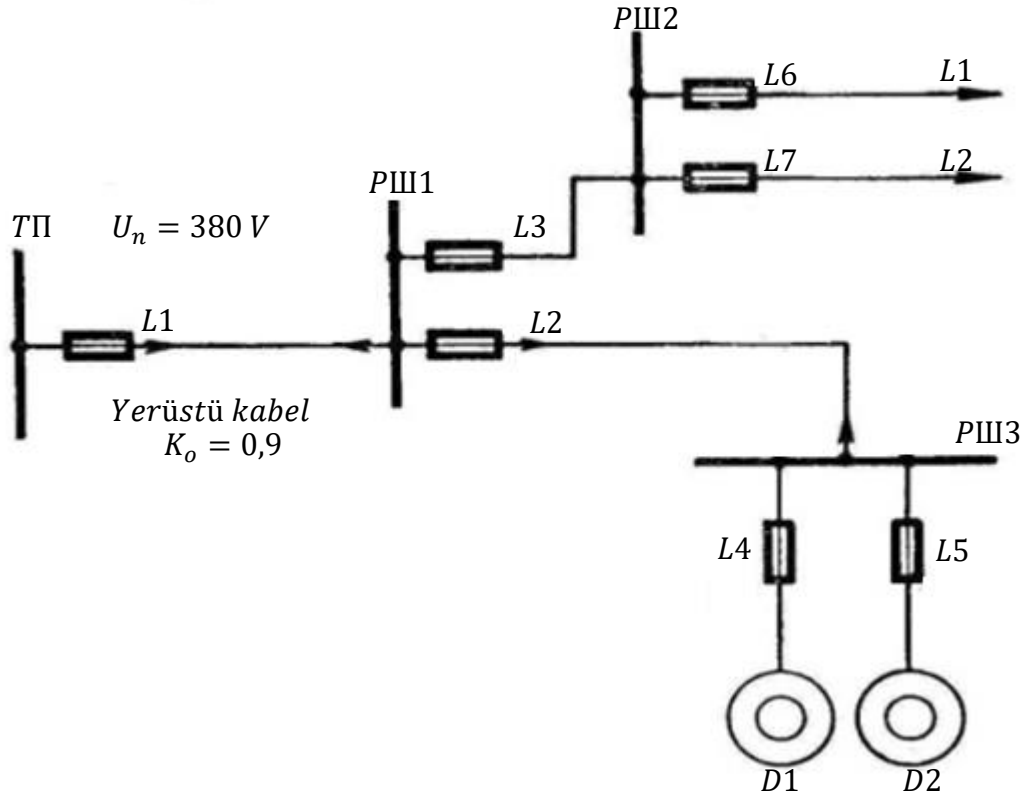
Qoruyucunun hesabat cərəyanının qiyməti $I_b \geq 116$ olduğu üçün qiyməti 125 A-ə hesablanmış qoruyucu seçirik.

Bu hesabatdan sonra mühərriki qidalandıran kabeli seçirik en kəsiyi $F = 50 \text{ mm}^2$ olan kabelin buraxıla bilən cərəyanının

$I_n = 170 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alsaq, hesabat qiymətlərinə uyğun olaraq 50 mm^2 en kəsiyi olan kabel seçilir.

Misal -2

İki ədəd qısaqapanmış rotorlu mühərriki və iki işıqlanma xəttlərini qidalandıran 0,38 kV şəbəkə üçün qoruyucu və kabellərin seçilməsi üsulunu araşdıraq. (Şəkil 1).



Şəkil 1. 0,4 kV-luq şəbəkə sxemi

Mühərriklərin işlədiyi sexin temperaturunu $+ 35^0$ qəbul edək.

Mühərrikləri qidalandıran naqıl АІР markalı olub boru vasitəsi ilə çəkilmişdir.

PШ 1-dən PШ3-yə paylayıcı qutulara 3 damarlı aliminium kabellər, PШ1-dən PШ2-yə isə açıq halda АІР tipli naqillər çəkilmişdir.

ТП -transformatordan PШ 1-əkimi hava məftilləri vasitəsi ilə xətt çəkilmişdir. Havanın temperaturu $t = + 25^0$, mühərriklərin eyni zamanda isə salma əmsalı $m = 0,9$ -dur.

Şəbəkə elementlərinin parametrləri aşağıda göstərilmişdir.

Mühərrikin gücü $P = 66$ kVt

İşə salma cərəyanı $I_{i.s.} = 5 \cdot I_n$

Faydalı iş əmsalı $\eta = 0.89$

Güc əmsalı $\cos \varphi = 0.80$

Yüklənmə əmsalı $K_y = 0.8$

Misal aşağıdakı ardıcılıqla həll olunur:

1) Mühərriklərin nominal cərəyanı

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi \eta} = \frac{66}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.89 \cdot 0.8} = 141 \text{ A}$$

2) Mühərriklərin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_p = \dot{I}_n K_y = 141 \cdot 0.8 = 113 \text{ A}$$

3) Mühərrikin işə salma cərəyanı

$$\dot{I}_{i.s.} = 5 \cdot \dot{I}_n = 5 \cdot 141 = 705 \text{ A}$$

İşə salma cərəyanının ($\dot{I}_{i.s.}$), işə salma əmsaləna (α) nisbəti

$$\frac{\dot{I}_{i.s.}}{\alpha} = \frac{705}{2.5} = 282 \text{ A}$$

Mühərriklər üçün işə salma əmsalı $\alpha = 2.5$ qəbul edilir.

Sexin işıqlanma sisteminin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_p = \dot{I}_n = \frac{P}{\sqrt{3} U_n} = \frac{10}{1.73 \cdot 0.38} = 15 \text{ A}$$

P – işıqlanma sisteminin gücüdür

$$P = 10 \text{ kVt}$$

Bu qiymətləri təyin etdikdən sonra mühərriklər və işıqlanma sistemi üçün ayrılıqda qoruyucu seçirik.

Mühərrik üçün 1) $\dot{I}_b \geq \dot{I}_p$; yəni $\dot{I}_b \geq 113$

$$2) \dot{I}_b \geq \frac{\dot{I}_{i.s.}}{\alpha}; \text{ yəni } \dot{I}_b \geq \frac{705}{2.5} = 282 \text{ A}$$

Olduğunu nəzərə alsaq cərəyanı 300 A olan qoruyucu seçirik.

İşıqlanma sistemi üçün işə cərəyanı 15 A olan qoruyucu seçilir.

an $F = 2.5 \text{ mm}^2$ olan naqıl seçirik və mühərriklər üçün işə şərt əsasən

$\dot{I}_b \geq 0.33 \dot{I}_{no}$ olduğunu nəzərə alsaq

$\dot{I}_b \geq 0.33 \cdot 300 = 99 \text{ A}$ $\dot{I}_b \geq 99 \text{ A}$ olduğu üçün en kəsiyi $F = 50 \text{ mm}^2$ olan kabel seçirik.

Sexin işıqlanma sistemi üçün işə, işçi cərəyanının qiymətinin

$$\dot{I}_p = 1.25 \dot{I}_p = 1.25 \cdot 15 = 18.7 \text{ A}$$
 olduğunu nəzərə alsaq cərəyanı 24 A ollir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Qoruyucunun seçilməsi hansı ardıcılıqda olur ?
- 2) Kabellərin, naqillərin seçilməsi üçün hansı kəmiyyətlər hesablanmalıdır?
- 3) İşıqlanma sisteminin parametrləri hesablananda hansı kəmiyyətlər nəzərə alınmır?
- 4) Mühərrikin işə salma cərəyanı ilə nominal cərəyanı arasında hansı asılılıq olmalıdır?

Elektrik təchizatı sistemlərində qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması üsulları

Elektrik təchizatı sistemlərində qısa qapanma cərəyanlarının hesablanması aŐađıdakı qaydalarla aparılır:

- 1) Qısaqapanmanın baŐ verdiyi yerdən, onun növündən, sistemin iŐ rejimindən asılı olaraq hesabat aparılmalıdır.
- 2) Elektrik təchizatı sisteminin əvəz sxemi qurulmalıdır.
- 3) Sistemin elementlərinin müqavimətləri təyin edilməlidir.
- 4) Sistemin bütün budaqlanan hissələrində cərəyanlar hesablanmalıdır.
- 5) Qısaqapanma cərəyanlarının hesabatı bir ne e üsulla aparılmalıdır.
- 6) Hesabatın nəticələri araŐdırılmalıdır.

Elektrik sistemində baŐ verən qısaqapanma zamanı qısaqapanma cərəyanları 2 üsulla hesablanır:

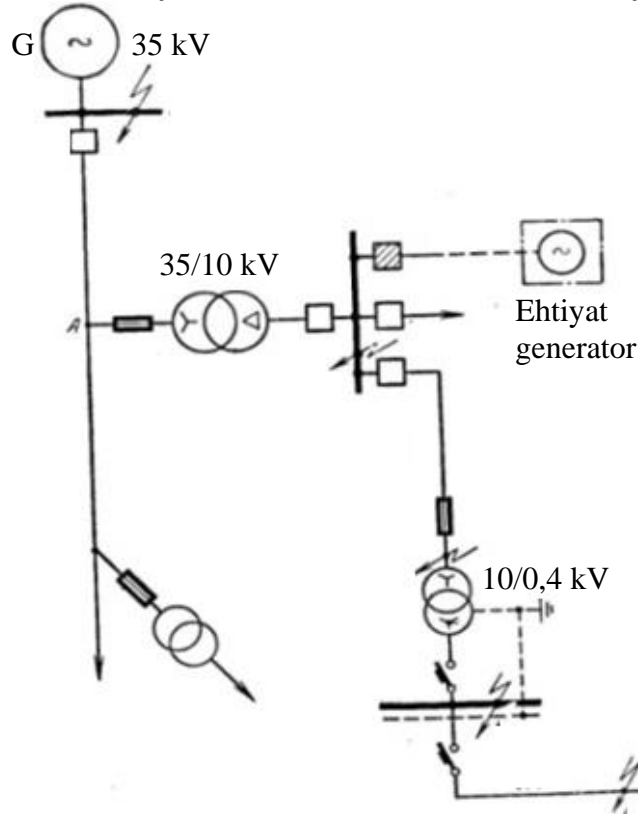
I) qısaqapanma cərəyanlarının adlı vahidlərlə;

II) qısaqapanma cərəyanlarının nisbi bazis qiymətləri ilə;

AŐađıda bu üsulların araŐdırılmasına misallar vasitəsi ilə nəzər salaq.

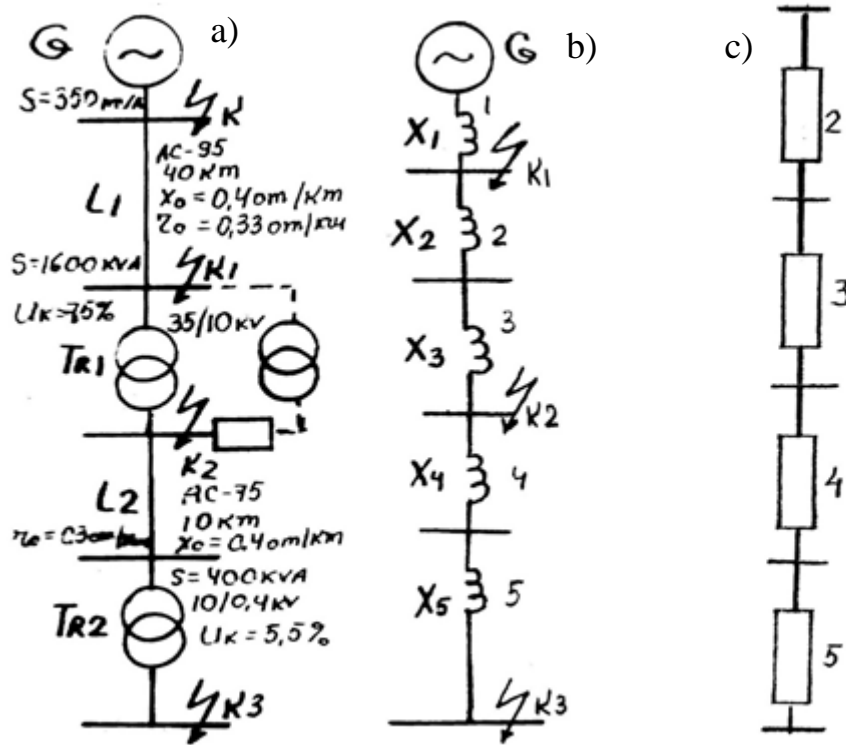
Misal -1. 35/kV v  10/0.4 kV-luq kənd yarımstansiyasında qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması.

Verilən kənd elektrik Őab sinin sxemini tərtib edirik. Ő kil -1



Ő kil 1.35/10/0,4 kV-luq Őab k  sxemi

Sxemdə göstərilən K_1 və K_2 qısaqapanma nöqtələrində qısaqapanma cərəyanlarını hesablamalı. Bunun üçün sistemin hesabat sxeminin hesab sxemini - (şəkil -2a) və əvəz sxemini (şəkil -2b) qururuq.



Şəkil. 2 (a, b)

Sistemin gərginliklərini pillə üzrə tərtib edək:

$$U_1 = 37 \text{ kV}; \quad U_2 = 10.5 \text{ kV}; \quad U_3 = 0.4 \text{ kV}$$

I halda qısaqapanma cərəyanlarını adlı vahidlər üsulu ilə hesablanmasına nəzər salaq.

Sistemin əsas gərginlik pilləsi üçün II pilləni seçirik. $U_{II} = 10.5 \text{ kV}$

Hesabat aşağıdakı qaydalar üzrə aparılır.

I - əvəz sxeminin (şəkil -2b) ayrı-ayrı elementlərinin induktiv müqavimətlərini hesablayaq.

$$X_1 = \frac{U_{II}^2}{S_k} = \frac{10^2}{350} = 0.31 \text{ om} \text{ – sistemin I hissəsi};$$

$$X_2 = X_{0l} \left(\frac{U_{II}}{U_l} \right)^2 = 0.440 \left(\frac{10.5}{37} \right)^2 = 1.23 \text{ om}$$

T_1 - 35 / 10 kV – transformatorunun müqaviməti

$$X_3 = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{U_{II}^2}{S_{tr}} = \frac{7.5}{100} \cdot \frac{10.5^2}{1.6} = 5.15 \text{ om}$$

Sxemin 10kV-luq xəttində; $X_4 = X_{0l} = 0.4 \cdot 10 = 4 \text{ om}$

T_2 – 10/0.4 kV transformatorun müqaviməti

$$X_5 = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{U_{II}^2}{S_{TR}} = \frac{5.5}{100} \cdot \frac{10.5^2}{0.4} = 15.1 \text{ om}$$

2 – sistemin qısaqapanma nöqtələrinə qədər olan xətlərinin müqavimətlərinin ümumi qiyməti

$$X_{\Sigma 1} = X_1 + X_2 + X_3 = 0.31 + 1.23 + 5.15 = 6.7 \text{ om}$$

$$X_{\Sigma 3} = X_{\Sigma 1} + X_4 + X_5 = 6.7 + 4 + 15.1 = 25.8 \text{ om}$$

Burada $X_{\Sigma 1}$ -sistemin K_2 qısaqapanma nöqtəsinə qədər olan xətlərin ümumi induktiv müqaviməti .

$X_{\Sigma 3}$ - isə K_2 nöqtəsindən K_3 nöqtəsinə qədər olan hissənin ümumi müqavimətidir.

3- qısaqapanma cərəyanını aşağıdakı formula ilə hesablayırıq.

K_1 – dən $-K_2$ nöqtəsinə qədər olan hissənin qısaqapanma cərəyanı

$$I_{k1} = \frac{1}{X_{\Sigma 1}} \cdot \frac{U_{ll}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{6.7} \cdot \frac{10.5}{\sqrt{3}} = 0.9 \text{ kA}$$

K_2 -dən K_3 -ə qədər olan hissənin isə

$$I_{K3} = \frac{1}{X_{\Sigma 3}} \cdot \frac{U_{ll}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{25.8} \cdot \frac{10.5}{\sqrt{3}} = 0.234 \text{ kA}$$

K_3 nöqtəsində qısaqapanma cərəyanının qiyməti $U = 0.4 \text{ kV}$ qiymətinə uyğun gəlir.

$$I_{K3} = \frac{I_{K3}}{K_T} = \frac{0.234}{0.4/10.5} = 6.15 \text{ Ka olur.}$$

İndi də qısaqapanma cərəyanlarının sistemin nisbi bazis qiymətlərinə uyğun hesablanması üsuluna (II üsul) nəzər salaq.

II üsul – Nisbi bazis qiymətləri üsulu.

1) Transformatorun bazis gücü $S_b = 100 \text{ Mva}$

gərginliyi $U_{b1} = 37 \text{ kV}$

$U_{b2} = 10.5 \text{ kV}$

$U_{b3} = 0.4 \text{ kV}$

Bazis cərəyanlarını təyin edirik

$$I_{b1} = \frac{S}{\sqrt{3}U_1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1,56 \text{ kA}$$

$$I_{b2} = \frac{S}{\sqrt{3}U_2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 5,5 \text{ Ka}$$

$$I_{b3} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{b3}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = 145 \text{ kA olur}$$

2) Sistemin ayrı-ayrı elementlərinin müqavimətlərini təyin edirik.

Sistemin müqaviməti

$$X_{1(b)} = \frac{S_b}{S_k^{(3)}} = \frac{100}{350} = 0.3 \text{ om}$$

l_1 -xətinin müqaviməti

$$X_{2(b)} = X_0L = \frac{S_b}{U_{b1}^2} = 0.4 \cdot 40 \frac{100}{37^2} = 1.16 \text{ om}$$

T_1 - transformatorunun müqaviməti

$$X_{3(b)} = \frac{U_k\%}{100} \cdot \frac{S_b}{S_n} = \frac{7.5}{100} \cdot \frac{100}{1.6} = 4.7 \text{ om}$$

l_2 - xətin müqaviməti

$$X_{4(b)} = 0.4 \cdot 10 \frac{100}{10^2} = 3.75 \text{ om olur.}$$

3) Sistemin K_1 və K_3 nöqtələrinə qədər olan hissəsinin müqaviməti

$$X_{\Sigma 1} = 6.16 \text{ om}$$

$$X_{\Sigma 2} = 23.61 \text{ om}$$

$$4) \dot{I}_{K1} = \frac{1}{X_{\Sigma 1(b)}} \cdot \dot{I}_{b 2} = \frac{1}{6.16} \cdot 5.5 = 0.9 \text{ kA}$$

$$\dot{I}_{K3} = \frac{1}{X_{\Sigma 3(b)}} \cdot \dot{I}_{b 3} = \frac{1}{23.61} \cdot 145 = 6.15 \text{ kA}$$

Bu qısaqapanma cərəyanlarının transformatorun 10.5 kV gərginlik tərəfinə uyğun qiyməti

$$\dot{I}_{k3} = \frac{\dot{I}_{k3}}{U_u U_{III}} = \frac{6.15 \cdot 0.4}{10.5} = 0.234 \text{ kA}$$

K_1 və K_3 qısaqapanma nöqtələrində yaranan güclər aşağıdakı kimi hesablanır

$$S_{k1} = \sqrt{3} U_u \cdot \dot{I}_{K1} = 1.73 \cdot 10.5 \cdot 0.89 = 16.2 \text{ mVA}$$

$$S_{k2} = \sqrt{3} U_{III} \cdot \dot{I}_{k3} = 1.73 \cdot 6.15 \cdot 0.4 = 4.27 \text{ mVA}$$

Bu hesabatlardan aydın olur ki, sistemin K_1 nöqtəsinə qədər olan hissəsinin müqaviməti ümumi müqavimətin 75%-ni təşkil edir.

Transformatorun gücü artdıqca onun müqaviməti azalır, cərəyanın qiyməti isə artır.

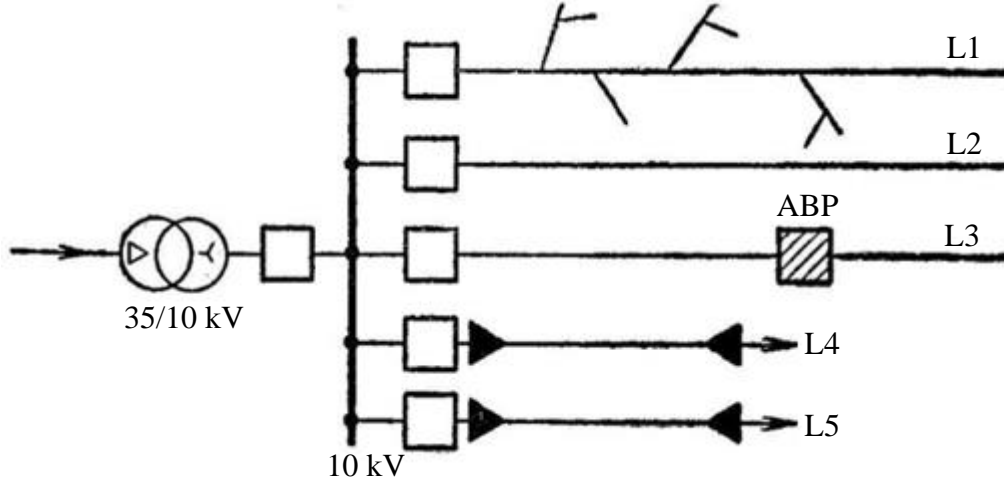
Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1. Sistemin qısaqapanma cərəyanları hansı üsullarla hesablanır?
2. Sistemin qısaqapanma cərəyanlarının hesablanmasının məqsədi nədir?
3. Sistemin elementlərinin müqavimətləri hansı ardıcılıqla hesablanır?
4. Qısaqapanma cərəyanlarının hesablanmasının əhəmiyyəti nədən ibarətdir?

35/10 kV radial elektrik şəbəkəsində xəttin yerlə qapanma cərəyanlarının təyin edilməsi

Aşağıda göstərilən kənd elektrik şəbəkəsinin 10kV-luq xətlərinin yerlə qapanma cərəyanları aşağıdakı üsullarla hesablanır.

Şəkil-1də şəbəkənin elektrik təchizat sxemi verilmişdir.



Şəkil 1

Hesabat aşağıdakı şərtlər üzrə hesablanır:

1) Şəbəkənin 5 hava xətti mövcuddur və bu xətlərin ümumi uzunluğu $l_{\Sigma} = 100$ km-dir.

2) Xətlərdən biri (22 km uzunluğunda) qəza səbəbindən təmirə dayanmışdır. Ona görə də bu xətt şəbəkədən açılmışdır.

3) Xətlərdən 5-nindən normal iş rejimində ehtiyat qida mənbəyi olaraq, ayrı yarımstansiyanın digər 25 km uzunluğunda xətti şəbəkəyə qoşulmuşdur.

Yəni $l_{eh} = 25$ km

4) Həmin bu yarımstansiyadan 3 hava xətti və 2 kabel xətti çıxır.

Hava xətlərinin ümumi uzunluğu $l_{\Sigma h} = 80$ km

Kabel xətlərinin ümumi uzunluğu isə $l_{\Sigma kab} = 10$ km qəbul olunur.

Yuxarıda verilən şərtlərə uyğun olaraq hesabat aşağıdakı qaydada aparılır.

I – 5- hava xəttinin normal işlədiyi rejimdə yerlə qapanma cərəyanının qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır

$$U_{y/q1} = \frac{U l_{\Sigma h}}{350} = \frac{10 \cdot 100}{350} = 2.85 \text{ A}$$

Burada $U = 10$ kV – transformatorun çıxış gərginliyi

$l_{\Sigma h} = 100$ – km hava xəttinin ümumi uzunluğudur.

II – $l = 22$ km – lik hava xəttinin qəza rejimində olduğuna görə şəbəkədən açılması zaman yerlə qapanma cərəyanının qiyməti

$$I_{y/q2} = \frac{U(l_{\Sigma h} - l)}{350} = \frac{10(100 - 22)}{350} = 2.23 \text{ A olar}$$

III – $l_{eh} = 25$ m əlavə xəttin şəbəkəyə qoşulduğu zaman y/q-ma cərəyanının qiyməti

$$I_{y/q_3} = \frac{U(l_{\Sigma h} + l_{eh})}{350} = \frac{10(100+25)}{350} = 3.58 \text{ A olar.}$$

IV – Bütün hava və kabel xətlərinin tam şəbəkəyə qoşulduğu zaman isə y/q-ma cərəyanının qiyməti

$$I_{y/q_{\Sigma}} = I_{y/q_h} + I_{y/q_{kab}} = \frac{Ul_{\Sigma h}}{350} + \frac{Ul_{\Sigma kab}}{10} = \frac{10 \cdot 80}{350} + \frac{10 \cdot 10}{10} = 2.29 + 10 = 12.3 \text{ A olur/}$$

Hesabatdan aydın olur ki, şəbəkənin hava və kabel xətlərinin sayı çox olduqca yerlə -qapanma cərəyanlarının qiyməti də artır. Deməli şəbəkənin yükü, xətlərin müqaviməti onların uzunluğuna uyğun olaraq y/q-ma cərəyanının qiyməti də dəyişir.

Sərbəst işə aid tapşırıq.

3 ədəd hava xəttinə və 2 ədəd kabel xəttinə malik olan 35/10 kV -luq yarımstansiyanın yarım qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması.

Verilənlər:

3 ədəd hava xətlərinin ümumi uzunluğu $l_{\Sigma h/x} = 90$ km

2 ədəd kabel xətlərinin ümumi uzunluğu $l_{\Sigma kab} = 17$ km-dir.

Bu yarımstansiyanın hava və kabel xətlərində yarma y/q-ma cərəyanlarını;

Hava xətlərinin və kabel xətlərinin ümumi yerlə qapanma cərəyanlarını hesablayın.

35/10 kV yarımstansiyasında qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması

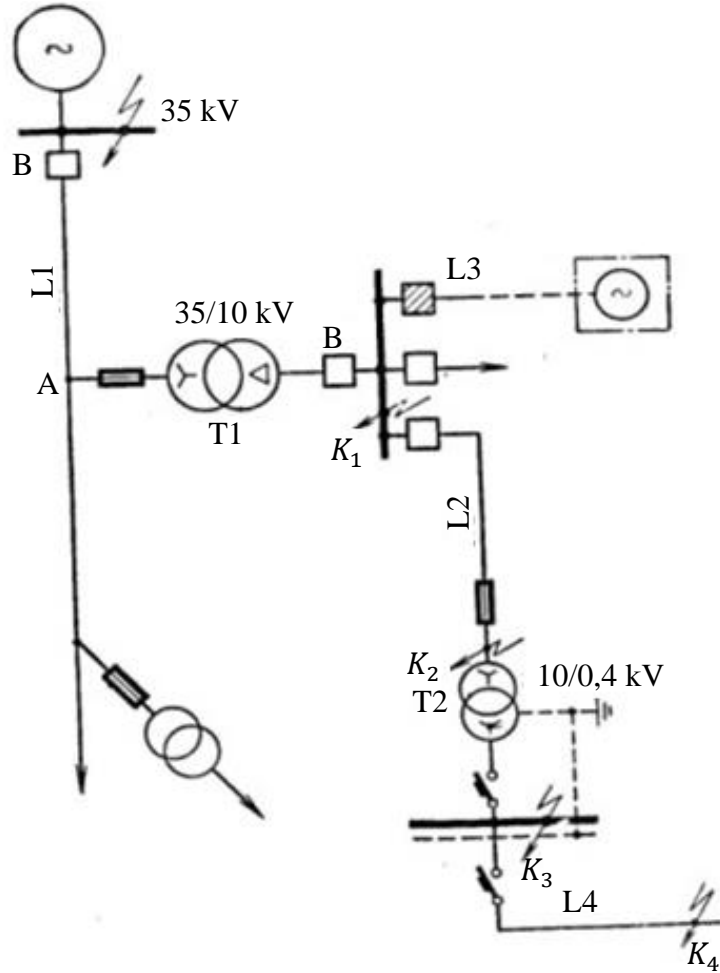
Qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması üçün əsas aşağıdakı üsullardan istifadə edirik:

1 -Şəbəkənin əvəz sxemini tərtib etməklə onun elementlərinin parametrlərinin adlı və nisbi vahidlərlə qəbul edilməsi ilə.

2-Bu elementlərin parametrlərinin nisbi bazis qiymətlərinin qəbul edilməsi.

3-Qısaqapanma cərəyanlarının hesablama əyriləri üzrə hesablanması üsulu.

Aşağıda kənd elektrik şəbəkəsinin elementlərinin aktiv müqavimətlərini nəzərə almaqla qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması qaydalarına nəzər salmaq. Bunun üçün 35/10 kV və 10/0.4 kV kənd yarımstansiyasının elektrik təchizat sxemini tərtib edirik.

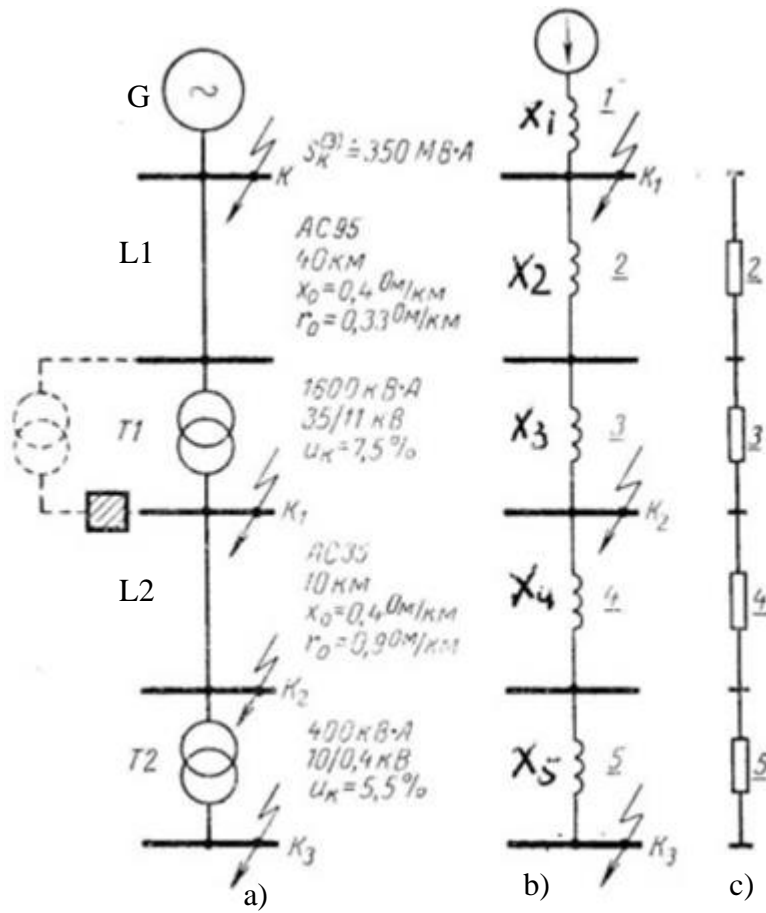


Şəkil 1. 35/10 kV-luq yarımstansiyanın sxemi

Sxemə əsasən K_1 ; K_2 və K_3 - nöqtələrində başlanğıc qısaqapanma cərəyanı I'' , zərbə cərəyanı i_z və ən böyük qısaqapanma cərəyanı

I_z -nin hesablanmasını nəzərdən keçirək.

Hesabat parametrləri və sxem şəkil-2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2 (a, b və c)-Yarımstansiyanın əvəz sxemi

Hesabat aşağıdakı ardıcılıqla aparılır.

1) Şəkil -2-nin (b) bəndində göstərilən 35 kV -luq xəttin elementlərinin aktiv müqavimətlərini təyin edirik.

$$r_2 = r_0 l \frac{S_b}{U_{b1}^2} = 0,33 \cdot 40 \cdot \frac{100}{37^2} = 0,96$$

T₁- transformatoru üçün aktiv müqaviməti

$$r_3^* = \frac{\Delta P_k}{S_n} \cdot \frac{S_b}{S_n} = \frac{24}{1000} \cdot \frac{100}{1,6} = 0,935$$

$\Delta P_k = 24 \text{ kv}$ -transformatorada yaranan aktiv güc itkisidir.

10 kv- xəttin aktiv müqaviməti

$$r_4^* = r_0 l \frac{S_b}{U_b^2} = 0,9 \cdot 10 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 8,2$$

T₂-transformatorun aktiv müqaviməti

$$r_5^* = \frac{r_{T2} \cdot S_b}{U_b^2} = \frac{5,7}{1000} \cdot \frac{100}{0,4^2} = 3,57$$

$r_{T2} = 5.7 \text{ mom}$ – T2 -transformatorun aktiv müqaviməti

S_n - transformatorun gücüdür.

İndi qısaqapanma nöqtələrinə qədər olan xətlərin ümumi müqavimətlərinin qiyməti

$$r_{\Sigma 1} = r_2^* + r_3^* = 0.96 + 0.935 = 1.9$$

$$r_{\Sigma 2} = r_{\Sigma 1} + r_4^* = 1.9 + 8.2 = 10.1$$

$$r_{\Sigma 3} = r_{\Sigma 2} + r_5^* = 10.1 + 3.57 = 13.67$$

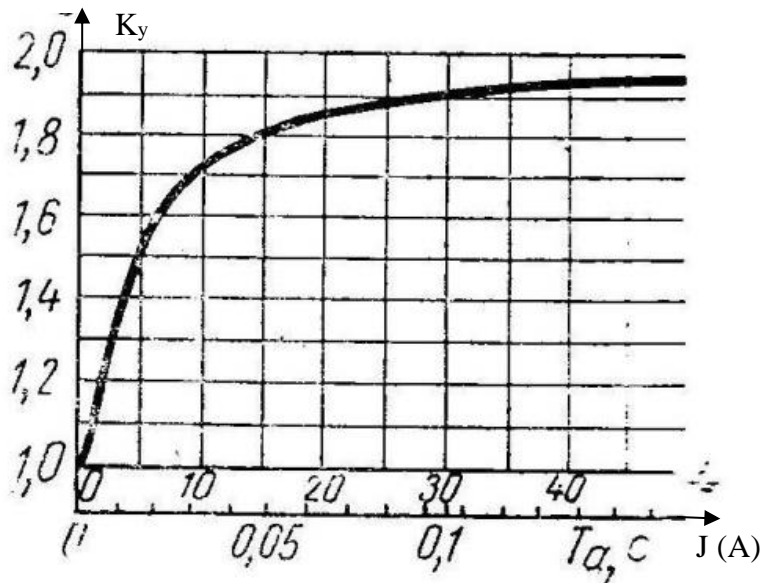
2) Hər bir hesabat nöqtəsi üçün zərbə əmsallarını təyin edirik.

$$\frac{X_{\Sigma 1}}{r_{\Sigma 1}} = \frac{6.16}{1.9} = 3.24$$

$$\frac{X_{\Sigma 2}}{r_{\Sigma 2}} = \frac{9.81}{10.1} = 1$$

$$\frac{X_{\Sigma 3}}{r_{\Sigma 3}} = \frac{23.6}{13.67} = 1.73$$

Şəkil -3-də göstərilən əyrisi üzrə hər 3 qısaqapanma nöqtəsi (K_1 , K_2 və K_3 nöqtələri) üçün zərbə cərəyanının əmsalını təyin edirik



Şəkill 3. Zərbə cərəyanı əmsallarının qısa qapanma cərəyanından asılılığı

$$K_{y1} = 1.4$$

$$K_{y2} = 1.05$$

$$K_{y3} = 1.15$$

K_1 -qısaqapanma nöqtəsi üçün aktiv müqavimətlə (r) reaktiv müqavimət arasındakı asılılıq $r < \frac{1}{3} x$ olduğunu nəzərə alsaq bu nöqtədə aktiv müqaviməti nəzərə almaq olar.

Ancaq K_2 və K_3 aktiv müqavimətlər zərbə cərəyan əmsalının (K_y) və qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması üçün nəzərə alınır.

3) Ümumi müqavimətin qiyməti (K_1, K_2 , və K_3 nöqtə)

$$Z_{\Sigma 1} = \sqrt{X_{\Sigma 1}^2 + X_{\Sigma 2}^2} = \sqrt{6.16^2 + 1.9^2} = 6.3$$

$$Z_{\Sigma 2} = \sqrt{X_{\Sigma 2}^2 + r_{\Sigma 2}^2} = \sqrt{9.81^2 + 10.1^2} = 14.1$$

$$Z_{\Sigma 3} = \sqrt{X_{\Sigma 3}^2 + r_{\Sigma 3}^2} = \sqrt{23.6^2 + 13.67^2} = 1.73$$

4) K_1 nöqtəsində qısaqapanma cərəyanının qiyməti

$$I_{k1} = \frac{1}{Z_{\Sigma 1}^*} \cdot I_{b2} = \frac{1}{6.3} \cdot 5.5 = 0.87 \text{ kA}$$

K_2 nöqtəsində $I_{k2} = \frac{1}{Z_{\Sigma 2}} \cdot I_{B2}$ ilə hesablanır.

$$I_{k2} = \frac{1}{14.1} \cdot 5.5 = 0.38 \text{ kA}$$

K_3 nöqtəsində

$$I_{k3} = \frac{1}{Z_{\Sigma 3}^2} \cdot I_{b3} = \frac{1}{27.5} \cdot 145 = 5.27 \text{ kA}$$

Mürəkkəb elektrik şəbəkəsi sxemlərində hesabatın dəqiqliyi nisbətən aşağı olur çünki, ayrı-ayrı elementlərin faza bucaqları müxtəlif olur.

Şəkil-1-də göstərilən kənd elektrik şəbəkəsində 35 kV xəttin ümumi müqaviməti

$$z_2^* = \sqrt{r_2^{*2} + x_2^{*2}} = \sqrt{0.96^2 + 1.16^2} = 1.53 \text{ olur}$$

T1- transformatorun ümumi müqaviməti

$$r_{T1} = \sqrt{0.935^2 + 4.72^2} = 4.76$$

10 KV –luq xətt üçün ümumi müqavimət

$$z_n = \sqrt{8.2^2 + 3.75^2} = 8.95 \text{ olur.}$$

T2 – transformatoru üçün

$$z_5 = \sqrt{3.57^2 + 13.8^2} = 14.25$$

K_1, K_2 , və K_3 qısaqapanma nöqtələrinə qədər olan sistemin ümumi müqaviməti

$$z_{\Sigma} = Z_2 + Z_3 = 1.53 + 4.76 = 6.49 \text{ olar.}$$

5) Sistemin qısaqapanma nöqtələrindəki zərbə cərəyanları

$$i_{y1} = \sqrt{2} K_{Y1} \cdot I_{K1} = 1.41 \cdot 1.4 \cdot 0.87 = 1.7 \text{ kA}$$

$$i_{y2} = \sqrt{2} K_{Y2} \cdot I_{K2} = 1.41 \cdot 1.05 \cdot 0.38 = 0.55 \text{ kA}$$

$$i_{y3} = \sqrt{2} K_{Y3} \cdot I_{K3} = 1.41 \cdot 1.15 \cdot 5.27 = 8.4 \text{ kA}$$

Hesabatın nəticələri göstərir ki, kənd elektrik şəbəkələrində hesablanan bu kəmiyyətlər (aktiv və induktiv müqavimətlər) qısaqapanma cərəyanlarının

hesablanması üçün, eyni zamanda rele mühafizə sisteminin aparatlarının seçilməsində əhəmiyyətli rol oynayır.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Kənd elektrik yarımstansiyasında qısaqapanma cərəyanlarını hesablamaq üçün hansı üsullar mövcuddur?
- 2) Elektrik şəbəkələrin müxtəlif hissələrində qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması məqsədi nədir?
- 3) Elektrik şəbəkəsinin elementlərinin (temperaturu, xətlərin və s.) müqavimətlərinin hesabı hansı ardıcılıqla yerinə yetirilir?
- 4) Qısaqapanma nöqtələrində yaranan zərbə cərəyanları hansı formulaya uyğun hesablanır?

Güc transformatorunun buraxıla bilən qızma temperaturunun təyin edilməsi

Dəyişən cərəyanın çevrilmə prosesində transformatorlarda itən elektrik enerjisi dolaqda, maqnit keçiricidə (nüvədə) və transformatorun başqa hissələrində istilik şəkilində ayrılır.

Bu halda transformator qızır bu da transformatorunda yaranan enerji itgilərinin artmasına səbəb olur. Transformatorun həddin artıq qızması onun iş rejimində gücünün azalmasına səbəb olur.

Eyni zamanda transformatorun normadan artıq qızması onun dalaqlarının izolyasiyasının sıradan çıxmasına səbəb olur.

Bu izolyasiya qatının təcrübi yolla yoxlanması nəticəsində aydın olmuşdur ki, yüksək qızma nəticəsində onun keyfiyyəti tədricən pozulur və öz davamlılığını itirir.

Dolaq isolyasiyasını əhatə edən mühitin temperaturu yüksək olduqca o öz mexaniki və elektriki xüsusiyyətini itirir.

Eyni zamanda bu proses transformator yağına da aid edilə bilər.

Dolaqlar üçün buraxıla bilən temperatur həddi elə seçilməlidir ki, transformatorun azı 20 il ərzində normal iş rejimi təmin edilsin. Bu qızma həddi ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq $65 \div 80^{\circ}\text{C}$ arasında dəyişərsə bu qızma həddinin normal qiyməti sayılır.

Ən böyük qızma temperaturu isə $95 \div 105^{\circ}$ arasında ola bilər.

Əgər transformatorun istismar prosesində onun dolaqların qızma temperaturunun $\theta = 105^{\circ}$ qəbul etsək bu ətraf mühitin $\theta_0 = 35^{\circ}\text{C}$ olduğu halda baş verə bilər.

Nəzərə alaraq ki, ətraf mühitin temperaturun dəyişdiyi üçün transformatorun qızma temperaturu da dəyişir.

Bundan başqa tədqiqatlar göstərir ki, transformator yarımstansiyaları qurulan zaman ətraf mühitin temperatur dəyişməsi də nəzərə alınır.

Transformator açıq havada qoyulduğu zaman təbii orta illik temperatur dəyişməsi $+5^{\circ}\text{C}$ və maksimal temperatur $+35^{\circ}\text{C}$ olduğu halda transformatorun artıq yüklənmə əmsalı

$C = 1 + \frac{5 - \theta_{orta}}{100}$ ilə hesablanır. Əgər orta illik temperatur $\theta = 5^{\circ}\text{C}$ -dən az və çox olsa transformatorun buraxıla bilən yükü:

$$S_{mak}^l = S_{nom} \left(1 + \frac{5 - \theta_{orta}}{100}\right)$$

formulası ilə hesablanır.

Əgər transformator qapalı yerdə quraşdırılsa onda ətraf mühiti temperaturu $12-14^{\circ}\text{C}$ götürülür.

Transformatorun iş rejimində onun yükü heç bir zaman sabit qalmır gün ərzində bu yükün qiyməti dəyişir, yəni nominaldan aşağı qiymətdə olur.

Ona görə də transformatorun yükünün tez-tez dəyişdiyini nəzərə alsaq onu qızma temperaturunun $60-75^{\circ}\text{C}$ arasında dəyişməsi transformatorun dalaqlarının qızma

temperaturunun normal qiyməti sayıla bilər. Bu da transformatorun uzun müddətli normal işləməsini təmin edir.

Aşağıdakı misallarda buna nəzər salaq.

Misal -1

Nominal gücü 5600 kVA olan transformator orta illik temperaturu $\theta_{or} = 15^{\circ}\text{C}$ olan şəraitdə qurulmuşdur.

Bu şəraitdə uyğun olaraq transformatorun buraxıla bilən yükünü təyin etməli

$$S_{mak}^l = S_{nom} \left(1 + \frac{5 - \theta_{or}}{100}\right) = 5600 \left(1 + \frac{5 - 15}{100}\right) = 5040 \text{ kVA olar.}$$

Misal -2

Nominal gücü $S_{nom} = 31500$ kVA olan transformator orta illik temperaturu $\theta_{or} = 0^{\circ}\text{C}$ olan şimal rayonunda quraşdırılmışdır. Bu

$$S_{nom}^l = 31500 \left(1 + \frac{5 - 0}{100}\right) = 33075 \text{ kVA olar.}$$

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Transformatorun dolaq izolyasiyasının tez sıradan çıxmasının səbəbləri hansılardır ?
- 2) Transformatorlarda yaranan enerji itgiləri nə zaman artır ?
- 3) Ətraf mühitin temperaturunun dəyişməsi transformator dolağının qızmasına necə təsir edir ?
- 4) Dolaqların normal qızma temperaturu hansı həddə olmalıdır?
- 5) Maksimum qızma temperaturu neçə dərəcəyədək olur ?

Güç transformatorların yüklənmə və artıq yüklənmə qabiliyyətinin tədqiq edilməsi

Soyuq mühitin nominal temperaturu şəraitində nominal güclə işləyən transformatorlar bir qayda olaraq artıq yüklənməməlidir, çünki artıq yüklənmə onun dolaq izolyasiyasının tez sıradan çıxmasına səbəb olur.

Həqiqi istismar şəraitində transformatorların çoxsunda yük heç bir zaman sabit qalmır. Ona görə də transformatorların istismar şəraitindən onun yük qrafikindən və əhatə edən havanın temperaturundan asılı olaraq aparılmış ətraflı tədqiqat əsasında qəza və artıq yükləmələrə yol verilə bilər.

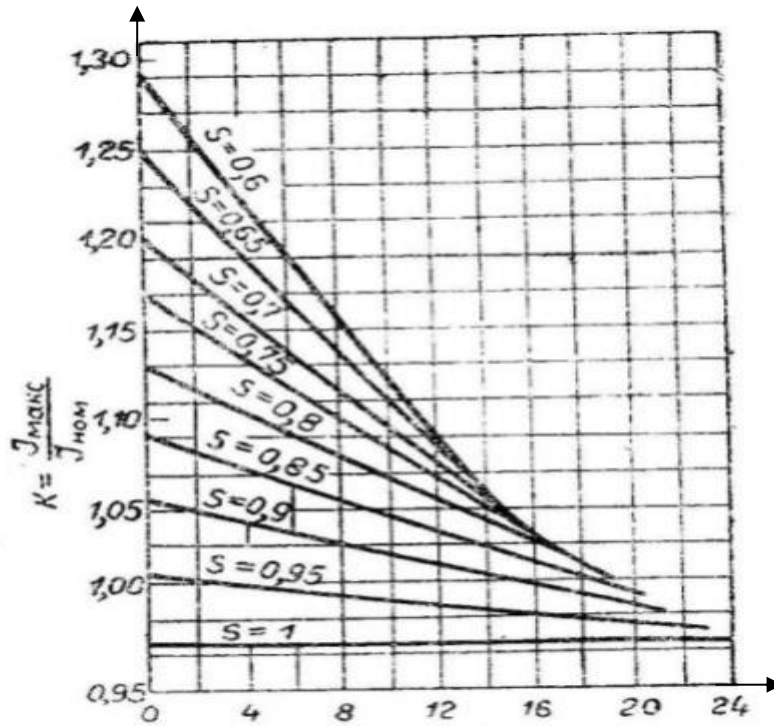
1) Transformatorun normal artıq yüklənməsi. Normal artıq yükləməyə transformatorun gündəlik yük qrafikindən (üç faizli qayda) və transformatorun yay fəslində normadan az yüklənməsindən (bir faizli qayda) asılı olaraq icazə verilir.

a) Üç faizli qayda.

Bu qayda aşağıdakılardan ibarətdir. Əgər transformatorun yük qrafikinin doldurma əmsalı (yük əmsalı) 100 %-dən az olarsa onda qrafikin doldurma əmsalının (yük əmsalı) hər 10 % azalması transformatorun nominal gücdən 3 % artıq yüklənməsi deməkdir.

Məsələn, qrafiki doldurma əmsalı $K_d = 80\%$ olarsa transformatorun nominal gücdən 6 % artıq yüklənməsi mümkündür.

Aşağıdakı şəkildə-1 transformator üçün yüklənmə qabiliyyətinin diaqramı göstərilmişdir.



Şəkil 1. Transformatorun yüklənmə qabiliyyəti diaqramması

Bu diaqram üzrə hər bir transformator üçün gündəlik qrafikin doldurma əmsalından (K_d) və maksimum davamiyyət müddətindən (T) asılı olaraq buraxıla bilən artıq yüklənmə dərəcəliyini təyin etmək olar. Yük qrafikinə doldurma əmsalı aşağıdakı formula ilə təyin edilir:

$$K_d = \frac{\sum I t}{24 I_{mak}} \quad \text{və ya} \quad K_d = \frac{I_{ok}}{I_{mak}}$$

Burada:

$\sum I t$ –yük qrafikinə sahəsi

I_{mak} –gün ərzində cərəyanın maksimum qiyməti

I_{or} - gün ərzində cərəyanın orta qiyməti

Şəkil -1 də göstərilən yük qrafikindən havanın illik temperaturu 5°C -dən çox olmayan yerlərdə transformatorların yüklənmə qabiliyyətini təyin etmək olar.

Havanın orta illik temperaturu $\theta_{or} = +5^{\circ}\text{C}$ -dən fərqli olarsa bu şəraitdə quraşdırılmış transformator üçün artıq yüklənmə əmsalının qiymətini C əmsalına vurmaq lazımdır.

Yəni $C = 1 + \frac{5 - \theta_{or}}{100}$ olar.

b) Bir faizli qayda.

Transformatorların çoxundasa yük qışa nisbətən yayda çox aşağı olur (təqribən 20 % ÷ 35 % arasında).

Ona görə də bu zaman transformatorun yüklənmə və artıq yüklənmə qabiliyyəti artıq olur.

1 % -lı qaydadan istifadə edilməsi aşağıda göstərilənlərdən ibarətdir.

Əgər yay vaxtı transformatorun maksimumu yüklənməsi onun nominal yükündən azdırsa, onda qış aylarında transformatoru 15 %-dən çox olmayaraq yüklənməsinə icazə verilir.

Yəni yay aylarında yüklənmənin hər 1%-nə uyğun olaraq 1% artıq yükləməyə icazə verilir. Bu halda orta illik temperatur $\theta_{or} = + 15^{\circ}\text{C}$ fərqli olduqda transformatorun nominal gücü

$$S_n^l = S_n \left(1 + \frac{5 - \theta_{or}}{100} \right)$$

formulası ilə təyin edilir.

Aşağıdakı məsələdə bu hesabat üsuluna nəzər salaq.

Məsələ 1

Verilir: Nominal gücü $S_n = 5600 \text{ kVA}$ olan transformator üçün qışda artıq yüklənmə qabiliyyətini təyin etməli.

Havanın maksimum temperaturu $\theta_{mak} = 35^{\circ}\text{C}$.

Ətraf mühitin temperaturu $\theta_{or} = 15^{\circ}\text{C}$

Orta doldurma əmsalı $K_D = 0,7$

Aylıq maksimum yük $S_{ay} = 4500 \text{ kVA}$

Məsələnin həlli:

Verilən kəmiyyətlərə uyğun olan transformatorun nominal gücü

$$S_n^l = S_n \left(1 + \frac{5 - \theta_{or}}{100} \right) = 5600 \left(1 + \frac{5 - 15}{100} \right) = 5040 \text{ kVA}$$

1 faizli qaydaya əsasən icarə verilən artıq yüklənmə

$$\frac{S_n^l - S_{ay}}{S_{n1}} \cdot 100 = \frac{5040 - 4500}{5040} \cdot 100 = 10.7 \%$$

3 faizli qaydaya əsasən isə artıq yüklənmə

$$\frac{100 - 70}{10} \cdot 3 = 9 \% \text{ olar.}$$

Hər iki üzrə ümumi icarə verilən artıq yüklənmə

$$10.7 \% + 9 \% = 19.7 \% \text{ olar.}$$

Qış aylarında transformatorun gücü

$$S_{qış} = S_n^l \cdot 1.197 = 5040 \cdot 1.197 = 6050 \text{ kvA olur.}$$

Yəni transformator bu qiymətə qədər yüklənə bilər.

Aşağıdakı cədvəldə transformatorun qəza halında artıq yüklənməsi qiymətləri verilmişdir.

Transformatorların qəza halında artıq yüklənmələri, % ilə	30	60	75	100	140	200
Buraxılabilən davamiyyət müddəti, dəq. ilə	120	30	15	7,5	3,5	1,5

Məsələ 2

Gücü $S=15000$ kVA olan transformator orta illik temperaturu $\theta_{or} = 15^\circ \text{C}$ olan şəraitdə aşırıq havada quraşdırılmışdır.

Gündəlik yük qrafikinə doldurma əmsalı $K_D = 0,85$

Maksimum saatlar sayı $U = 4$ –dür.

Şəkil-1 də göstərilən diaqramaya uyğun $K = \frac{I_{mak}}{I_n} = 1,07$

Transformatorun T_r 15000/ 35 kV olduğunu nəzərə alsaq maksimum yüklənmə 7 % olar.

Məsələ 3

Transformatorun yükünün qış maksimumu $S_{qış} = 600 \text{ kvA}$

Yükün yay maksimumu $S_{yay} = 500 \text{ kvA}$

Qış qrafikinə doldurma əmsalı $K_{Dqış} = 0,75$

İki varianta nəzər salaq

1) Artıq yüklənmə qabiliyyətindən istifadə etməklə gücü $S_1 = 560 \text{ kvA}$ olan transformator seçilməli.

2) Gücü $S_2 = 750 \text{ kvA}$ olan digər transformator seçilməli.

$S = 560$ kVA transformator üçün 1 % - li qayda üzrə icazə verilən artıq yüklənmə

$$\frac{S_1 - S_{yay}}{S_1} \cdot 100 = \frac{560 - 500}{560} \cdot 100 = 10,7 \%$$

3 % -li qayda üzrə icazə verilən artıq yüklənmə $\frac{100 - 75}{100} \cdot 3 = 7,5 \%$ olar.

$$10,7 \% + 7,5 \% = 18,2 \% \text{ olar.}$$

$S_{qış} = S_1 \cdot 1,182 = 660 \text{ kvA}$ olduğunu nəzərə alsaq $S = 560$ kVA gücündə transformator seçilməsi qanuna uyğundur.

Sərbəst işə aid ev tapşırığı.

1. Nominal gücü $S_n = 2500$ kVA olan transformatorun artıq yüklənmə qabiliyyətini təyin edin.

Verilir:

1 – havanın maksimal temperaturu $\theta_{\text{mak}} = 28$ °C.

2 - ətraf mühitin temperaturu $\theta_{\text{ət mak}} = 17$ °C.

3 – orta dolduruma əmsalı $-K_d = 0,4$.

4. Aylıq mak yük $-S_{\text{ay}} = 1800$ kVA

Transformatorun maksimum yüklənmə həddini təyin etməli. ($S_{\text{mak}} = S_{\text{qış}}$).

S Ə R B Ə S T İ Ş № 25

Qızma şəraitində kabel və naqillərdə buraxıla bilən cərəyanın hesablanması üsulları

Kabel və naqillərdə uzun müddətli yük cərəyanlarının qızma şəraitində təyin edilməsi üçün aşağıdakı formuladan istifadə edilir

$$I_{bur} = \frac{\pi}{2} \sqrt{C \cdot d^3 \gamma \cdot (t_{bur} - t_0)}$$

Burada : C- istilik ötürmə əmsal

d – naqilin diametri

γ – xüsusi keçiricilik əmsalı

t_{bur} – naqilin qızma temperaturu

t_0 – ətraf mühitin temperaturu

Qaydalara əsasən izolyasiyasız məftillərin qızma temperaturu + 70⁰ C-dən çox olmamalıdır. İzolyasiyası olan naqıl və məftillərin qızma temperaturu isə + 65⁰ C -yə qədər ola bilər.

Aşağıdakı cədvələ əsasən müxtəlif gərginlikdə naqıl və kabelin qızma temperaturu müxtəlif olur.

Kabelin nominal gərginliyi (kV)	Kabel damar-nın bur.bilən tem-ru (°C)	Kabelin nom. gərgin-yi (kV)	Kabelin bur. bilən t-ru (°C)
1-3 kV	80 ⁰	10 kV	60 ⁰
6 kV	65 ⁰	20-35 kV	50 ⁰

Ətraf mühitin müxtəlif temperaturunda naqıl və kabellərin qızma temperaturu onlarda buraxıla bilən cərəyanın qiymətinin düzləndirmə əmsalına vurulması ilə təyin edilir.

$$\text{Yəni } I_{bur}^t = I_{bur} \cdot K_t$$

K_t - düzləndirmə əmsalıdır.

$$K_t = \sqrt{\frac{t^t - t_0^t}{t_{bur} - t_0}} \quad \text{ilə təyin edilir.}$$

t^t - kabel damarının temperaturu

t_0^t - ətraf mühitin temperaturu.

Digər materialdan hazırlanmış naqillərdə buraxıla bilən cərəyanın qiyməti

$$I_{bur}^t = I_{bur} \sqrt{\frac{\gamma^t}{\gamma}} \quad \text{ilə təyin edilir.}$$

Yerlə çəkilmiş bir neçə kabelin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti düzləndirmə əmsalına burmaqla təyin edilir.

$$I_{bur} = I_{bur} \cdot K$$

Yuxarıda göstərdiyimiz hesabat üsullarının əhəmiyyətinə aşağıdakı misallarla nəzər salaq.

Misal -1 M-50 markalı izolyasiyasız açıq hava şəraitində çəkilmiş məftilin 90⁰-yə qədər qızması zamanı ondan axan cərəyanın qiymətinin hesablamalı. Ətraf mühitin temperaturunu $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$ qəbul etsək aşağıdakı hesabatı alarıq.

Nəzərə alsaq ki, M-50 tipli məftilin icazə verilən (buraxıla bilən cərəyanı $\dot{I}_{bur}=270$ A-dir (cədvələ əsasən) və onun qızma temperaturu 70°C -dir.

$$\text{Onda } \dot{I} = \dot{I}_{bur} \cdot \sqrt{\frac{t^l - t_0}{t_{bur} - t_0}} = 270 \sqrt{\frac{90 - 25}{70 - 25}} = 324 \text{ A olar.}$$

Deməli M-50 markalı izolyasiyasız məftilin 90°C –yə qədər qızması üçün ondan 324 A cərəyan axmalıdır.

Misal -2 ПП- 16 markalı izolyasiyalı sex daxili aşıq şəraitdə çəkilmiş naqilin maksimum buraxıla bilən cərəyanını hesablayaq.

Ətraf mühitin temperaturunu $t_0 = 35^{\circ}\text{C}$ qəbul edirik.

Cədvələ əsasən $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$ olduqda П- 16 markalı naqilin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti $\dot{I}_{bur} = 100\text{A}$ – dir. $t_0^l = 35^{\circ}\text{C}$ olduğunu nəzərə alsaq düzləndirmə əmsalını

$$K_t = \sqrt{\frac{t - t_0^l}{t_{bur} - t_0}} = \sqrt{\frac{65 - 35}{65 - 25}} = 0,87 \text{ olur.}$$

Onda 16 mm^2 naqilin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti

$$\dot{I}_{bur}^l = \dot{I}_{bur} \cdot K_t = 100 \cdot 0,87 = 87 \text{ A olar.}$$

t_0 – ПП-16 markalı naqilin buraxıla bilən qızma temperaturudur $t = 65^{\circ}\text{C}$ – dir.

Misal – 3 АПП-16 mm^2 markalı naqilin buraxıla bilən cərəyanını hesablayaq. Ətraf mühitin temperaturu 30°C qəbul edək.

Ətraf mühitin temperaturu 25°C olduqda cədvələ əsasən АПП-16 markalı naqilin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti $\dot{I}_{bur} = 80\text{A}$ – dir.

Onda düzləndirmə əmsalının qiyməti

$$K_t = \sqrt{\frac{t - t_0^l}{t_{bur} - t_0}} = \sqrt{\frac{70 - 30}{70 - 25}} = 0,88 \text{ olur.}$$

Onda bu tip naqilin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti

$$\dot{I}_{bur}^l = \dot{I}_{bur} \cdot K_t = 80 \cdot 0,88 = 70,4 \text{ A olar.}$$

Misal -4 10kV – yüksək gərginlikli, 3 damarlı kağız izolyasiyası ədəd yeraltı çəkilmiş 3 ədəd kabelin hər birinin buraxıla bilən cərəyanını hesablamalı.

Kabellər arasındakı məsafə 20 sm və ya 200 mm -dir.

Hər bir kabelin damarlarının diametri 16 mm^2 -dir.

Ətraf mühitin temperaturunun $t = 15^{\circ}\text{C}$ olduğunu nəzərə alsaq cədvələ əsasən hər bir kabelin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti $\dot{I}_{bur} = 95\text{A}$.

Temperaturun düzləndirmə əmsalının qiyməti

$$K_t = \sqrt{\frac{t_{bur} - t_0^l}{t_{bur} - t_0}} = \sqrt{\frac{60 - 5}{60 - 15}} = 1,12 \text{ olur.}$$

Onda hər bir kabelin buraxıla bilən cərəyanının qiyməti

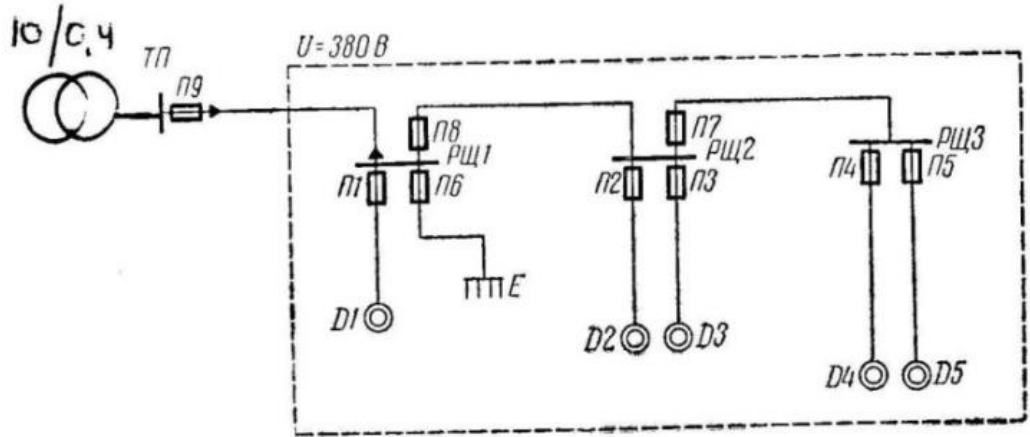
$$\dot{I}_{bur}^l = \dot{I}_{bur} \cdot K_t \cdot K_n = 95 \cdot 1,12 \cdot 0,87 = 92,5 \text{ A olar.}$$

K_n - cədvələ uyğun seçilən düzləndirmə əmsalıdır.

S Ə R B Ə S T İ Ş № 26

0,4 kV – sex daxili elektrik təchizat sxemində avadanlıqların gücünə uyğun onun elementlərinin seçilməsi

Kənd və rayon müəsisələrində hər hansı bir müəsisənin 2 ayrı-ayrı istehsal sahəsinə malik olan sexlərinin elektrik təchizatı üçün avadanlıqların, elektrik aparatlarının, kabel və naqillərinin seçilməsini araşdırmalı.



Şəkil 1. Sex daxili paylayıcı qurğu

2 sexə malik olan kiçik bir kənd təsərrüfatı müəsisəsinin elektrik təchizat sxeminə nəzər salmaq.

Bu sexlərdən biri adi sex ,digəri isə öz funksiyasına görə partlayışa və yanğına həssas sexdir.

Sxemə nəzər salsaq görürük ki, transformator yarımstansiyasından

$U = 380$ v gərginlikli 2 kabel xətti vasitəsi ilə, ətraf mühitin $t_0 = + 35^{\circ}$ C temperaturu şəraitində PIII -1 paylayıcı qutusunda gərginlik verilir. Hər iki kabel mis olub kağız izoltasiyasına malikdir.

PIII-1 –dən PIII-2paylayıcı qutusuna və PIII-2-dən PIII-3 qutusuna mis naqillərlə borunun içərisi ilə gərginlik ötürülür.

Sexlərdə olan bütün mühərrikləri izolyasiyalı mis məftillərlə elektrik enerjisi ilə təmin edirik. Müəsisənin işıqlanma sistemi açıq vəziyyətdə ətraf mühitin $t_0 = 25^{\circ}$ C şəraitində izolyasiyalı mis naqillərlə çəkilmişdir.

Hər sexin temperaturu $t_0 = 25^{\circ}$ C İşıqlanma sisteminin ümumi cərəyanı $I_{i\dot{s}} = 12$ A

Eyni vaxtla əmsalı $m_8 = 0,9$

$m_9 = 0,85$

Cədvəl -1də sexlərdə olan mühərriklərin cərəyanları göstərilmişdir.

Elektrik mühərrikinin Parametrləri		Sexdəki mühərriklər			Partlayışa həssas sex	
		D1	D2	D3	D4	D5
Verilən kəmiyyətlər	Güc P (kVt)	30	13	13	7,5	7,5
	Güc əmsalı ($\cos \varphi$)	0,9	0,88	0,88	0,87	0,87
	f.i.əmsalı (η)	0,9	0,89	0,89	0,89	0,89
	cərəy.düzləndirmə əmsal $K = \frac{I_{is}}{I_{nom}}$	7	6	6	7	7
	K_z	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8
Hesablanan kəmiyyətlər	Nominal cərəy. (A)	56,3	25	25	14,7	14,7
	$I_{nominal}$					
	İşçi cərəyan (I_{is})	45	225	225	11,7	11,7
	İşəsalma cərəy. $I_{i.b}$	398	150	150	103	103
	qoruyucu cərəy. I_g	160	60	60	45	45
	burax.bilən cərəy. I_b	45	22,5	22,5	50	50
	Naqilin en kəsiyi mm^2	10	2,5	2,5	10	10

1) Mühərriklərin nominal cərəyanlarının qiymətlərini hesablayırıq

$$I_{n1} = \frac{l}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \eta} = \frac{30}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 56,3 \text{ A}$$

$$I_{n2} = I_{n3} = \frac{13}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,87 \cdot 0,89} = 25,0 \text{ A}$$

$$I_{n4} = I_{n5} = \frac{7,5}{1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,87 \cdot 0,89} = 14,7 \text{ A}$$

2) Mühərriklərin işçi cərəyanları aşağıdakı qaydada hesablanır.

$$I_{is1} = I_{n1} \cdot K_z = 56,3 \cdot 0,8 = 45 \text{ A}$$

$$I_{is2} = I_{is3} = I_{n2} K_z = 22,5 \text{ A}$$

$$I_{is4} = I_{is5} = I_{n4} K_z = 14,7 \cdot 0,8 = 11,7 \text{ A}$$

3) Mühərriklərin işə buraxma cərəyanları

$$I_{ib1} = I_{n1} \cdot K = 56,3 \cdot 7 = 394 \text{ A}$$

$$I_{ib2} = I_{n2} \cdot K = 25 \cdot 6 = 150 \text{ A}$$

$$I_{ib4} = I_{ib5} = 14,7 \cdot 7 = 103 \text{ A}$$

4) Mühərriklərin qoruyucu cərəyanlarını D1 mühərriki üçün

$$I_{g1} = \frac{I_{i.b.}}{2,5} = \frac{394}{2,5} = 158 \text{ A olur.}$$

Ona görə də cərəyanı 160 A olan qoruyucu seçirik.

D2 və D3 mühərrikləri üçün

$$I_{g2} = \frac{I_{ib2}}{2,5} = \frac{150}{2,5} = 60 \text{ A}$$

$\dot{I}_{g2} = \dot{I}_{g3} = 60 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alıb 60 A – lik qoruyucu seçirik.
D4 və D5 mühərrikləri üçün

$$\dot{I}_{g4} = \frac{\dot{I}_{ib4}}{2,5} = \frac{103}{2,5} = 43 \text{ A}$$

$\dot{I}_{g4} = \dot{I}_{g5} = 43 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alıb 50 A –lik qoruyucu seçirik.

5) PIII 2 və PIII3 paylayıcı qutuları arasındakı kabelin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_{i\dot{s}7} = \dot{I}_{i\dot{s}4} + \dot{I}_{i\dot{s}5} = 11,7 + 11,7 = 23,4 \text{ A}$$

İşəburaxma cərəyanı

$$\dot{I}_{i.b.7} = \dot{I}_{i.s4} + \dot{I}_{i.b.5} = 11,7 + 103 = 114,7 \text{ A}$$

Deməli $\dot{I}_{g7} = \frac{\dot{I}_{i.b.7}}{2,5} = \frac{114,7}{2,5} = 46 \text{ A}$

$$\dot{I}_{g7} = 46 \text{ A}$$

6) PIII2 və PIII3 arasındakı kabelin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_{i\dot{s}8} = m_8 \sum_{i=1}^n \dot{I}_{i\dot{s}i} = 0,9(22,5 + 22,5 + 11,7 + 11,7) = 23,4 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ib8} = m_8 \sum_{i=1}^n \dot{I}_{i\dot{s}i} + \dot{I}_{ib4} = 0,9(22,5 + 11,7 + 11,7) + 150 = 191,3 \text{ A}$$

Deməli bu xəttin qoruyucu cərəyanı

$$\dot{I}_{g8} = \frac{\dot{I}_{ib8}}{2,5} = \frac{191,3}{2,5} = 76,6 \text{ A}$$

80 A-lik qoruyucu seçirik.

7) Transformator yarımstansiyadan PIII 1-ə qədər olan kabelin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_{i\dot{s}9} = m_9 \sum_{i=1}^n \dot{I}_{i\dot{s}i} = 0,85(45 + 22,5 + 22,5 + 11,7 + 11,7) = 96,5 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ib9} = m_9 \sum_{i=1}^{n-1} \dot{I}_{i\dot{s}i} + \dot{I}_{ib1} = 0,85(22,5 + 22,5 + 11,7 + 11,7) + 39,8 = 457 \text{ A}$$

Bu xəttin qoruyucu cərəyanı

$$\dot{I}_{g9} = \frac{\dot{I}_{ib9}}{2,5} = \frac{457}{2,5} = 183 \text{ A}$$

olduğunu nəzərə alsaq 200 A-lik qoruyucu seçirik.

8) Hesablanan cərəyanların qiymətlərinə uyğun hər bir xətt üçün kabel və naqıl seçirik. Partlayışa və yanğına həssas olan sexdə işləyən D4 və D5 mühərrikləri üçün hesablama cərəyanı

$$\dot{I}_{hes4} \geq 1,25\dot{I}_{g4} = 1,25 \cdot 45 = 50 \text{ A olur.}$$

$\dot{I}_{hes5} \geq \dot{I}_{hes4}$ olduğunu nəzərə alsaq cədvəldən 55 A-rə hesablanan 10 mm² en kəsikli naqıl seçirik.

Adi sexdə işləyən D2 və D3 mühərrikləri üçün isə

$$\dot{I}_{hes1} \geq 0,33 \dot{I}_{g1} = 0,33 \cdot 160 = 53 \text{ A olduğu üçün } 10 \text{ mm}^2 \text{ naqıl seçirik.}$$

$$\dot{I}_{hes2} \geq 0,33 \cdot \dot{I}_{g2} = 0,33 \cdot 60 = 19,8 \text{ A olduğuna görə } 2,5 \text{ mm}^2 \text{ naqıl seçirik.}$$

Sexin işıqlanma sistemi üçün

$$\dot{I}_{hes6} = 1,25 \cdot 15 = 18,8 \text{ A}$$

Deməli cədvəldən 2,5 mm² naqıl seçirik.

9) TII və PIII1 paylayıcı qutuya qədər olan kabel xəttinin en kəsiyini təyin edirik. $\dot{I}_{g9} = \frac{\dot{I}_{ib9}}{2,5} = \frac{200}{2} = 100 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alsaq 35 mm² mis kabel seçilir.

10) PIII 1 ilə PIII2 paylayıcı qutuları arasında çəkilən xəttin (kabelin) buraxıla bilən cərəyanı (hesabat cərəyanı)

$$I_{hes8} = 0.33 \cdot I_{g8} = 0.33 \cdot 80 = 26.4 A \text{ olur.}$$

Bu cərəyana uyğun cədvələ görə 16 mm² naqıl seçirik.

11) PIII2 ilə PIII3 paylayıcı qutuları arasında çəkilən xəttin hesabat cərəyanı

$I_{hes7} = 1.25 \cdot I_{ib7} = 1.25 \cdot 60 = 75 A$ olduğunu nəzərə alsaq cədvələ uyğun olaraq 25 mm² kabel seçirik.

Yuxarıda araşdırdığımız hesabat üsulu müəssisələrin xarici təchizat sxemlərinə aiddir və bu hesabatın nəticələrinə uyğun olaraq həm kabel xəttlərinin enkəsiyi həm də bu təchizatda istifadə olunan elektrik aparatları seçirik.

Tapşırıq:

Şəkil 1-də göstərilən sxemi izah edin.

Sexdaxili elektrik təchizatı sxemlərinin hesablanma üsulları

Sxem daxili elektrik təchizatı sxemlərində istifadə olunan elektrik aparatlarının parametrlərinin hesablanması, bu aparatların düzgün seçilməsi əsas şərtlərdən biridir. Bu hesabat üsulu aşağıdakı ardıcılıqla gedir.

1) Avtomat açarın seçilməsi.

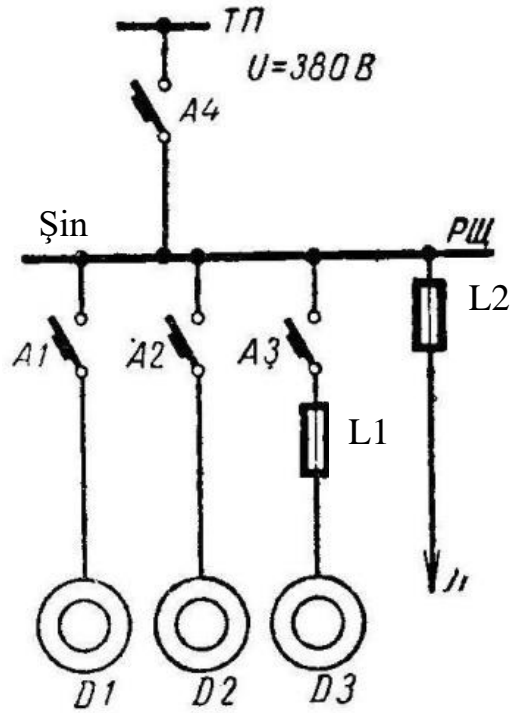
Bunun üçün əvvəl avtomatın nominal cərəyanı seçilir. Nominal cərəyanın qiyməti

$$I_{nom} \geq I_{i\dot{s}}$$

$I_{i\dot{s}}$ - avtomatın işçi cərəyanıdır.

Aşağıdakı misalda müəssisə daxili elektrik təchizat sxemində elektrik aparatlarının və avadanlıqların seçilməsi üçün hesabat üsuluna nəzər salağ.

Şəkil -1 də göstərilən sexdaxili təchizat sxeminə nəzər salağ.



Şəkil 1. 0,4 kV sex daxili təchizat sxemi

Sxemə əsasən sex ТП-10/ 0,4 kV transformator yarımstansiyadan qidalanır.

Transformatordan sexin paylayıcı qutusuna (PIII) gələn xətt 4 damarlı mis kabledən ibarətdir.

Bu kabel açıq şəraitdə çəkilmişdir və ətraf mühitin temperaturu $t_0 = 25^{\circ}C$ qəbul edilir. Sex mühərriklərinin isə salınması üçün avtomat açarlar quraşdırılır. Eyni zamanda PIII paylayıcı qutudan sexin işıqlanma sistemi П2 qoruyucusu vasitəsi ilə açıq şəraitdə cəkilən ПP markalı naqilə təchiz olunmuşdur. Cədvəl -1 də bu mühərriklərin parametrləri göstərilmişdir.

Cədvəl - 1

Müəsisə elementlərinin parametrləri		Mühərriklər			İşıqlan-a sistemi	Maqistral xətt, TII-PIII
		D1	D2	D3		
Verilən parametrlər	Gücü P (kVt)	75	55	13	9	-
	F.ış əmsalı-η	0,92	0,9	0,88	-	-
	Güç əmsalı-cos φ	0,92	0,92	0,89	-	-
	$K = \frac{I_{i\dot{s}}}{I_{nom}}$ -işə salma cər.nom.cər.nisb	6	7	6	-	-
	Yüklənmə əmsalı K_y	0.8	0,8	0.8	1	-
Hesablanan parametrlər	Mühərriklərin cərəyanları nominal - I_n	135	99	25,2	13.7	-
	İşçi cərəyan- I_p	108	79	20,2	13.7	199
	İşə salma cər.- $I_{i\dot{s}}$	810	693	151	-	911,5
	Avtomatların parametrləri (cərəyanları)	200	100	50	-	600
	Nominal cərəyan	170	100	25	-	250
	Nom. açma cər.	1190	1000	-	-	1750
	Elektromağnit alma cərəyan	-	-	60	15	-
	Qoruyucu cərəy.	108	79	20.2	18.7	199
	Hesabat cərəyan	120	95	25	23	215
	İcazə verilən cər.	35	25	25	15	95
Kabel və ya naqilin en kəsiyi						

2) Hər bir mühərrikin işə salma cərəyanını hesablayaq

$$I_{ib} = I_n K - \text{formulasına uyğun olaraq}$$

$$I_{ibD1} = 135 \cdot 6 = 810 A$$

$$I_{ibD2} = 99 \cdot 7 = 693 A$$

$$I_{ibD3} = 25,2 \cdot 6 = 151 A$$

3) Sexlərin işıqlanma sisteminin nominal cərəyanı

$$I_n = I_{ib} = \frac{9}{1,73 \cdot 0,38} = 13,7 A$$

Hesabladığımız kəmiyyətləri cədvəl -1də qeyd edirik

4) TII-PIII maqistral xəttinin işçi cərəyanı

$$I_{i\dot{s}} = m \sum_{i=1}^n I_{pi} = 0,9(108 + 79 + 20,2 + 13,7) = 199 A$$

Bu xəttin maksimum cərəyanı

$$I_{mak} = m \sum_{i=1}^{n-1} I_{pi} + I_{nD1} = 0,9(79 + 20,2 + 13,7) + 810 = 911,5 A \text{ olar.}$$

Alınan qiymətlərə uyğun olaraq hər bir mühərrik üçün avtomat açarlar seçirik.

D1 və D2 mühərrikləri üçün işə salma cərəyanlarının qiymətləri nisbətən yaxın olduğu üçün açma cərəyanının qiyməti 840 A olan avtomat seçirik.

D3 mühərriki üçün işə açma cərəyanının qiyməti – 170 A olan avtomat seçirik.

5) İşıqlanma sisteminin nominal cərəyanının $I_n = 13.7 A$ olduğunu nəzərə alıb 1 fazalı ($U=220V$) 15 A-lik avtomat seçirik.

6) TII-PIII magistral xəttin işçi cərəyanının qiymətinin $I_{i\varsigma} = 199 A$ olduğunu nəzərə alıb bu xətt üçün 250 A –lik avtomat açar seçirik.

7) 0,4 kV daxili elektrik şəbəkəsinin bütün xəttləri üçün kabel və naqillərin en kəsiyini təyin edirik.

Elektrik mühərriklərini (D1;D2;D3)qidalandıran kabellərin sex daxili qapalı yerdə çəkildiyini nəzərə alsaq bu mühərriklər üçün seçilən kabellərin en kəsiyi aşağıdakı qaydada hesablanır.

İcazə verilən (buraxıla bilən)cərəyanın

$I_{i.v.} = 0.22I_n=0,22 \cdot 170= 37,4 A$ olduğunu nəzərə alsaq (D1 mühərriki üçün) və eyni zamanda bu mühərrik üçün işçi cərəyanının $I_{i\varsigma D1}=108 A$ olduğunu apardığımız hesabata təyin edirik.

Bu zaman 25 mm² en kəsikli kabel seçirik. Bu kabelin icazə verilən cərəyanının qiyməti $I_{i.v.}=120A$ -dir. Eyni zamanda həmin kabeli D2 mühərriki üçün də seçmək olar.

D3 mühərrikinin işçi cərəyanının

$I_{i\varsigma D3} = 20,2 A$ və nominal cərəyanının $I_n = 25,2 A$ olduğunu nəzərə alsaq 3x6 mm² en kəsikli kabel seçirik.

Bu kabelin icazə verilən (buraxıla bilən) cərəyanın qiyməti $I_{i.v.}=30 A$ -dir.

8) Eyni zamanda işıqlanma sisteminin nominal cərəyanı $I_n=13.7$ olduğu üçün 2x2,5 mm² kabel seçmək olar.

Bu kabeli icazə verilən cərəyanının qiyməti $I_{i.v.}=16 A$ -dir.

9) TII-PIII magistralı üçün işə açma cərəyanının $I_{i\varsigma}=199 A$ və eyni zamanda buraxıla bilən (icazə verilən) cərəyanın $I_{i.v.}=215 A$ olduğunu nəzərə alırıq.

Eyni zamanda bu magistral xəttin hesabata uyğun olaraq maksimum cərəyanının $I_{mak}=911,5 A$ təyin etmişik.Bu qiymətlərə uyğun olaraq 3x70 mm² kabel seçirik bu kabelin icazə verilən cərəyanı $I_{i.v.}=250 A$ olur.

S Ə R B Ə S T İ Ş № 28

Budaqlanan elektrik şəbəkələrində gərginlik itgisinin azaldılması

üçün optimal variantın seçilməsi üsulları

Kənd təsərrüfatında elektrik tələbatçılarını elektrik enerjisi ilə təchiz edən zaman, gərginlik itgisinin normalara uyğun olaraq $\pm 7,5\%$ -dən artıq olmaması təmin edilməlidir.

Bu şəbəkələrdə yaranan gərginlik itgilərini təyin etmək üçün şəbəkənin bütün elementlərində (generator, transformator, kabel və naqillər, iş rejimləri və s.) yaranan itgilər nəzərə alınır.

Məsələn generatorlarda gərginlik itgilərini azaltmaq məqsədi ilə onun sixallarında nominal gərginliyin $+5\%$ -i qədər əlavə gərginlik verilir.

Transformatorlarda isə nominal gərginliyin $+2,5\%$ -i qədər əlavə gərginlik mənbəyi yaradır.

Bu transformatorlarda yaranan gərginlik itgisi

$$\Delta U_{tr \%} = \frac{I_{mak}}{I_{nom}} (U_{a \%} \cdot \cos \varphi + \Delta U_{p \%} \sin \varphi)$$

I_{mak} - transformatorun maksimum cərəyanı

I_n - transformatorun nominal cərəyanıdır

ΔU_a - aktiv gərginlik itgisi

ΔU_p - reaktiv gərginlik itgisi.

$$\Delta U_a \% = \frac{\Delta P_a}{I_n} \cdot 100 \%$$

$$\Delta U_p \% = \sqrt{(U_k)^2 - (U_a)^2}$$

Burada ΔP_a –aktiv güc itgisidir(qısaqapanma itgisi)

$U_k \%$ – qısaqapanma gərginliyidir

Kənd təsərrüfatı elektrik şəbəkələrində transformatorlarda yaranan gərginlik itgiləri 4-5 % olur.

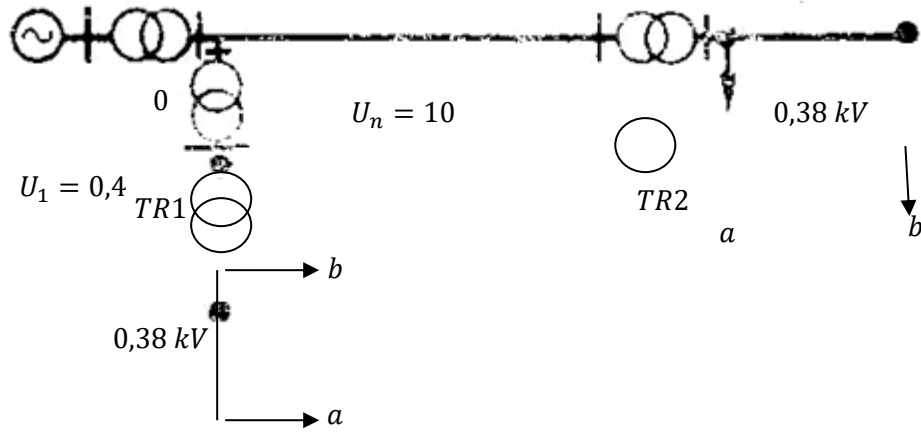
İcazə verilən gərginlik itgiləri əsasən transformatorun maksimum yüklənmə rejiminə uyğun olaraq təyin edilir.

Maksimum yüklənmə bu itgilər – 7,5 %

Minimum yüklənmədə isə $+7,5\%$ olmalıdır.

Yuxarıda araşdırdığımız mövzuya uyğun olaraq kənd elektrik şəbəkələrində maksimum gərginlik itgilərinin təyin edilməsinə aidi misallara nəzər salaq.

Misal 10/0,4 kV kənd elektrik şəbəkəsində maksimum gərginlik itgilərini hesablamalı. Şəkil -2



Şəkil 2. İki transformatorlu yarımstansiya

Bu hesabatı aparmaq üçün aşağıdakı 2 üsula nəzər salaq

- 1) Generatorun gərginliyinin xətt gərginliyindən 2,5 % çox olduğu şəraitdə.
- 2) Xəttin maksimum yüklənməsi zamanı generator tərəfindən gərginliyin + 7,5 % nominaldan çox tənzimlənməsi, minimum yüklənmədə isə gərginliyin nominal qiyməti götürülür.

I üsula uyğun olaraq Cədvəl -1 tərtib edirik.

Şəbəkə elementləri	Generator gərginliyinin nominal qiymətində gərginliyin dəyişməsi			
	Uzaqdakı TR y/st-ya		Yaxındakı TR y/st-ya	
	Maksimum		yüklənmədə	
	100	25	100	25
Generator	+ 2,5	- +2,5	+2,5	+2,5
Transformator Yüksəldici 0,4/10 kV				
Əlavə gərginlik	0	0	0	0
Gərginlik itkiləri	-4	-1	-4	-1
10 kV-veriliş xətti	-4	-1	--	-
Alçaldıcı tranf-tor 10/0,4 kV				
Əlavə gərginliyi	+7.5	+ 7.5	+5	+5
Gərginlik itkisi	-4	-1	-4	-1
0,4 kV veril.xətti	-5,5	-	-7	-
Enerji tələbatçıları	-7,5	+7	-7,5	+5,5

Transformatorlarda yaranan gərginlik itkilərini maksimum yüklənmədə 4% Minimum yüklənmədə gərginlik itkilərini – 1 % qəbul olunur.

Uzaqda yerləşən transformator üçün əlavə gərginlik +5 % götürülür.

Onda 10 kV və 0,4 kV xətlərində yaranan ümumi gərginlik itkisi

$$\Delta U = 2,5 + 0 - 4 + 7,5 - 4 - (-7,5) = 9,5 \% \text{ olur.}$$

Yaranan bu ümumi itkisi 10 kV və 0,4 kV xəttləri arasında təqribən yarı bölürük və cədvəl – 1 də qeyd edirik.

Sonra yaxındakı transformatorunda minimal yüklənmədə gərginlik itkisi təyin edirik. Şəkil -1dəki (a) nöqtəsi.

a- nöqtəsi sxemə əsasən enerji tələbatçılarına aiddir. Ona görə də “a” nöqtəsində yaranan gərginlik dəyişməsi həddi (%-lə)

$$\Delta V_a = 2,5 + 0 - 1 - 1 + 7,5 - 1 = + 7 \% \text{-olur.}$$

0,4 kV xəttində yaranan gərginlik itkisi, transformatorun əlavə gərginliyinin + 5 % olduğu zaman

$$\Delta U = 2,5 + 0 - 4 + 5 - 4 - (-7,5) = + 7\% \text{ olur.}$$

Sonra “ C “ nöqtəsində gərginliyin dəyişmə həddi (%-lə)

$$\Delta V_c = 2,5 + 0 - 1 + 5 - 1 = 5,5 \% < 7,5 \% \text{ olur.}$$

Deməli sxemin hər iki nöqtəsinə “a” və “c” uyğun olaraq apardığımız hesabatla görə xəttlərdə yaranan gərginlik itgiləri kənd elektrik yarımstansiyaları üçün nəzərə tutulan normalara uyğundur.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1) Elektrik təchizatı sistemlərində icazə verilən gərginlik itkisi nominal gərginliyin neçə (%)-ni təşkil eləməlidir ?

2) Ümumi gərginlik itkisini təyin etmək üçün hansı ardıcılıqlar mövcuddur?

3) Gərginlik itkisini azaltmaq üçün hansı üsuldən istifadə edilir?

4) Budaqlanan elektrik şəbəkəsi hansılardır ?

5) Maksimal və minimal yük rejimlərində transformatorunda icazə verilən gərginlik itgiləri neçə (%) olur.

6) 10/0,4 kV şəbəkə yaranan ümumi gərginlik itgiləri yüksək gərginlik (10kV) və aşağı gərginlik xəttlərinə uyğun olaraq necə bölünür?

7) Xəttlərdə məsafədən asılı olaraq gərginlik itgiləri necə təyin edilir?

Kabellərin şəbəkə gərginliyinə uyğun seçilməsi üsulları

Normal rejimdə kabelin dayanıqlı işlənməsi şərti onun normal gərginliyinin düzgün seçilməsi ilə əlaqədardır. Kabelin normal gərginliyi onların tətbiq edildikləri elektrik şəbəkəsinin normal gərginliyinə qiymətçə bərabər olmalıdır. Bundan başqa onların izolyasiyasının dayanıqlığının xarakterizə etmək məqsədi ilə kabellər üçün zavod tərəfindən maksimum buraxıla bilən gərginlik verilir. Bu gərginlik nominal gərginlikdən 10-15 % artıq olur.

Kabelləri gərginliyə görə seçməkdə məqsəd odur ki, qurğunun ən böyük iş gərginliyi kabel üçün buraxılabilən gərginlikdən artıq olmasın.

Qurğunun ən böyük gərginliyi bir qayda olaraq onların normal gərginliyindən 10-15 %-dən artıq alınmır.

Yəni $U_{kab.nom.} \geq U_{qur.nom.}$ olmalıdır.

$U_{kab.nom.}$ -kabelin nominal gərginliyi

$U_{qur.nom.}$ -qurğunun nominal gərginliyidir.

Bu şərti qorumaqla seçilən kabellər uzun müddətli iş rejimlərində istifadə oluna bilər.

Aşağıda buna aid bir neçə misala nəzər salaq.

Misal -1

Verilir: Gücü $S_g = 100000$ kVA -generatoru, gücü $S_{t2} = 120000$ kvA olan transformatorla birləşdirən mis silərin en kəsiyini seçməli.

Generatorun nominal gərginliyi $U_{gen} = 15,7$ kv

Güc əmsalı - $\cos \varphi = 0,85$

Sin birləşmənin uzunluğu $L = 150$ m

Maksimum yükə davamiyyət müddəti isə $T_{nom} = 7000$ saatdır.

Həlli: Maksimum iş cərəyanını hesablamaq üçün generator gərginliyi nominal gərginlikdən 5 % az götürülür.

Yəni generatorun maksimum iş cərəyanı

$$I_{mak.iş.} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,85} = 4540 \text{ A olur.}$$

İqtisadi cəhətdən cərəyan sıxlığına görə sinin en kəsiyini seçirik.

$T_{mak} = 7000$ saat müddətinə uyğun cədvəl-1dən mis sinlərin cərəyanın iqtisadi sıxlığının $i_{iq} = 1,8 \text{ A/mm}^2$ olduğunu təyin edirik.

Cədvəl - 1

Sinlər, kabellər, məftillər, naqillər	Maksimum yükə davamiyyətmüddəti T_{mak} (saat)		
	1000÷ 3000(saat)	300–500(saat)	5000-8700(saat)
1)Sinlər	2.5 A/mm ²	2.1 A/mm ²	1.8 A/mm ²
mis	1.3A/mm ²	1.1 A/mm ²	1.0 A/mm ²
aluminium		2.5 A/mm ²	
2)Naqillər	3.0 A/mm ²	1.4 A/mm ²	2.5 A/mm ²
mis	1.6 A/mm ²	3.1 A/mm ²	1.2 A/mm ²

aluminium	3.5 A/mm ²		2.7 A/mm ²
3)Kabellər			

Onda seçilən sinin en kəsiyi

$$q_{sin} = \frac{i_{maks}}{i_{iq}} = \frac{4540}{1,8} = 2520 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

Deməli, seçdiyimiz sin generatorun maksimum iş cərəyanına uyğun olur.

Nəzərə alsaq ki, sinlərin seçilməsi üçün onun qızma şərtinə uyğun seçilməsi üsulları da araşdırılmalıdır. Onda 3000 mm² sin də seçmək olar.

Bunu aydınlaşdırmaq üçün aşağıdakı misala nəzər salaq.

35/10 kV yarımstansiyanın -10 kV sinindən çıxan xəttin dövrəsindəki aluminium sinin en kəsiyini seçməli.

Normal rejimdə maksimum yükə davamiyyət müddəti $T_{mak} = 4000$ saat olan xəttin uzun müddətli yük cərəyanı

$I_{yük} = 230$ A-dir. Şəbəkə qəza rejimində maksimal yük cərəyanının qiyməti $I_{mak} = 300$ A olur.

Misalın həlli :İqtisadi cərəyan sıxlığına görə verilən şinin en kəsiyini tapırıq. Cədvəl -1-ə əsasən $T_{mak} = 4000$ saat olduğunu nəzərə alsaq iqtisadi cərəyan sıxlığı $i_{iq} = 1,1$ A/mm² olduğu üçün şinin en kəsiyi

$$q_{iq} = \frac{I_{yük}}{i_{iq}} = \frac{230}{1,1} = 209 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

Buraxıla bilən cərəyanın qiyməti $I_{bur} = 540$ A olduğu üçün cədvəl -2- dən 40x5 aluminium şini seçirik.

$I_{bur} > I_{mak} = 540 > 300$ A olduğunu nəzərə alsaq seçilən şin qanuna uyğundur.

Cədvəl 2

Şinin ölçüləri (mm)	Şinin bir. Zdağ cəkisi (kq)	1m uzunluqda bir zolaq.şəkisi (kq)		Buraxıla bilən cərəyan (A)					
				1 zolaqlı		2 zolaqlı		3 zolaqlı	
		mis	alimi nium	mis	Alimi nium	mis	Alimi nium	mis	Alim nim
25x3	75	0.668	0.203	340	265	-	-	-	-
30x3	90	0.800	0.234	405	305	-	-	-	-
40x4	160	1.424	0.432	625	480				
40x5	200	1.785	0.540	700	545				
60x5	300	2.670	0.810	955	740				
60x6	360	3.204	0.972	1125	870	1740	1360	2240	1720
60x8	480	4.272	1.296	1320	1025	2160	1780	2790	2180
60x10	800	5.340	1.620	1475	1156	2560	2110	3300	2650
100x6	600	5.340	1.620	1810	1425	2470	1935	3170	2500
100x8	800	7.120	2.160	2080	1625	3060	2390	3930	3050
100x10	1000	8.900	2.700	2310	1820	3610	2860	4650	3680
120x8	960	8.460	2.600	2400	1900	3400	2650	4340	3380
120x10	1200	10.65	3.245	2650	2070	4100	3200	5200	4100

Sərbəst işə aid olan yoxlama sualları.

- 1) Kabellərin uzun müddətli dayaqlı işləməsi üçün hansı şərtlər mövcuddur?
- 2) Kabelin şəbəkə elementlərinin hansı parametrlərinə uyğun olaraq seçilir?
- 3) Kabelin gərginliyə görə seçilməsi zamanı ona neçə (%) əlavə gərginlik verilir?
- 4) Maksimum yükə davamlılıq kabel və məftillərin hansı parametrlərindən asılı olur?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 30

10/0,4 kV kənd yarımstansiyasının elektrik aparatlarının seçilməsi

Yarımstansiyaların elementlərini və aparatlarını seçdikdə, şəbəkənin normal işini təmin etmək üçün, maksimum yüklənmə rejimlərində onların parametrlərinin hesablanması və eyni zamanda qısaqapanma cərəyanlarının hesabı əsas şərtlərdən biridir.

Yarımstansiyalarının elektrik aparatlarını aşağıdakı parametrlərə uyğun seçirlər.

1) Gərginliyə görə $U_{ap} \geq U_n$ olmalıdır.

2) Konstruksiyasına və quraşdırılmasına uyğun olaraq.

3) Nominal cərəyanın qiymətinə görə $I_{ap} \geq I_{mak}$ lmalıdır.

4) Aparatların açma cərəyanlarının qiymətinə görə $I_{ap.aç} \geq I_{mak}$ və aşma qüvvəsinin qiymətinə görə $S_{ap.aç} \geq S_{mak}$ olmalıdır.

Kənd paylayıcı yarımstansiyasında aparatların qızmaya davamlılığı qısaqapanma cərəyanlarının qiymətlərinə uyğun olaraq təyin edilir.

Bu yarımstansiyalarda rele mühafizə və ölçü dövrlərinə tətbiq olunan ölçü transformatorunun (gərginlik və cərəyan transformatoru) parametrləri, şəbəkənin maksimum yük cərəyanının ($I_{yük.mak}$) və gərginliyin qiymətinə uyğun olaraq təyin edilir.

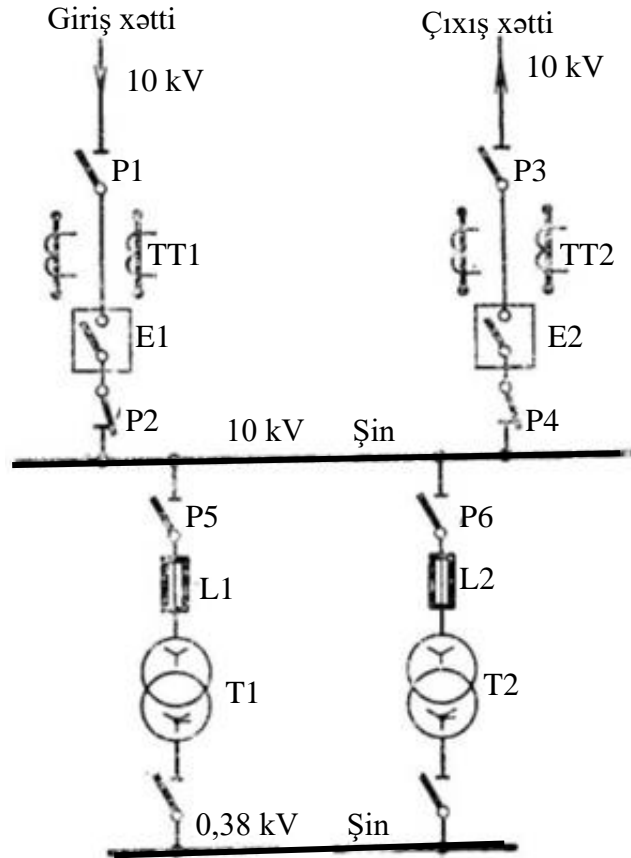
Yəni $S_{tr2} \geq S_2$

S_{tr2} -transformatorun II tərəf dolağının tam gücü;

S_2 - qoşulan yüklərin tam gücüdür.

Aşağıda 10/0.4 kV kənd paylayıcı elektrik şəbəkəsinin aparatlarının seçilməsi və onların parametrlərinin hesablanması üsullarına nəzər salmaq.

Şərtə görə həmin yarımstansiyanın bir 10kV qida xətti və bir 10kV gərginlikli çıxış xətti vardır. Bu sxemdə Şəkil -1 də nəzər salmaq.



Şəkil 1. 10/0,4 kV kənd yarımstansiyasının sxemi

Sxemdən görüldüyü kimi bu paylayıcı yarımstansiya 2 ədəd 10/0.4 kV gərginlikli transformatorndan ibarətdir. (T1 və T2).

Aşağıda bu tip paylayıcı yarımstansiyasının elementlərinin və aparatlarının seçilməsi qaydalarına nəzər salaq. Eyni zamanda bu aparatların qısaqapanma cərəyanlarının hesablanması üsulunu aydınlaşdıraq. Sxemi qidalandıran xəttin maksimum işçi cərəyanının qiyməti $I_{q.mak} = 43 A$.

Çıxış xəttinin cərəyanı isə $I_{ç.mak} = 15 A$ -dir.

10 kV şinlərdə qısaqapanma cərəyanının qiyməti $I_{q/q} = 2 kA$

Yarımstansiyasının qida xəttinin maksimal cərəyan mühafizəsi $t_1 = 0.6$ san-yəyə, çıxış xətti isə $t_2 = 1.2$ san-yə hesablanıb.

Hər xəttə (qida və çıxış) ölçü cihazları (ampermetr, voltmetr vattmetr və sayğaclar) quraşdırılmışdır. Eyni zamanda hər xəttin cərəyan transformatoru və eyni zamanda yarımstansiyada 10 kV/100V gərginlikli gərginlik transformatoru quraşdırılır.

Hər iki transformatoru şəbəkəyə qoşmaq üçün yüksək gərginlik açarları tətbiq edilir.

Eyni zamanda PB- 10 tipli xətt ayrıclarından da istifadə olunur.

Aşağıda bu tip yarımstansiyada tətbiq edilən yüksək gərginlik aparatlarının parametrlərinə nəzər salaq.

1) Xətt ayrıclarının seçilməsi

Nominal gərginliyi $U_n = 10 kV$

Nominal cərəyan $\dot{I}_n=400 \text{ A}$

Zərbə cərəyanı $i_{mak}= 50 \text{ kA}$

Elektrotermik cərəyanı $\dot{I}_T^2 \cdot t = 10^2 \cdot 10 = 1000 \text{ kA}^2 \cdot \text{san}$

Qısaqapanma zamanı xətt ayrıcısının aşma müddəti

$t_{ay}=t_z+t_b = 1.2 + 0.2 = 1.4 \text{ san}$

Burada $t_z = 1.2 \text{ san}$ –maksimum cərəyan mühafizəsinin işləmə vaxtı

$t_b = 0.2 \text{ san}$ – yüksək gərginlik ararının açma vaxtı.

2) Yüksək gərginlik açarının seçilməsi

Açarın parametrləri:

Nominal gərginliyi $U_n=10 \text{ kV}$

Nominal cərəyanı $\dot{I}_n = 630 \text{ A}$

Açma cərəyanı $\dot{I}_{a\check{c}} = 20 \text{ kA}$

Zərbə cərəyanı $i_z = 30 \text{ kA}$

Elektrotermiki cərəyan $\dot{I}_T^2 \cdot t = 30^2 \cdot 1 = 900 \text{ kA}^2 \cdot \text{san}$

3) Cərəyan transformatorunun seçilməsi .

Sistemin (sxemin) qida xəttinin cərəyan transformatorunun parametrləri

Nominal gərginliyi $U_n= 10 \text{ kV}$

Nominal cərəyanı $\dot{I}_{n1} = 50 \text{ A}$ (I tərəf dolaq cərəyan)

II tərəf dolaq cərəyanı $i_{n2} = 5 \text{ A}$

Dinamiki əmsalı $K_{din} \cdot \sqrt{2} \dot{I}_{n1} = 250\sqrt{2} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 17.7 \text{ kA}$

Elektrotermik əmsal $(K_t \cdot \dot{I}_{n1})^2 t = (90 \cdot 50 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1 = 20.25 \text{ kA}^2 \text{ san}$

Sistemin çıxış xəttinin cərəyan transformatorunun parametrləri aşağıda göstərilən kimidir:

Nominal gərginliyi $U_n = 10 \text{ kV}$

Nominal cərəyanı $\dot{I}_{n1} = 20 \text{ A}$ (I tərəf cərəyanı)

II dolaq cərəyanı $i_{n2} = 5 \text{ A}$

Dinamiki əmsalı $K_{din} \cdot \sqrt{2} \dot{I}_{n1} = 250\sqrt{2} \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 7.07 \text{ kA}$

Elektrotermiki əmsalı $(K_t \cdot \dot{I}_{n1})^2 \cdot t = (90 \cdot 20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1 = 3.24 \text{ kA}^2 \cdot \text{san}$

4)Yüksək gərginlikli qoruyucuların seçimləri

Gərginliyi $U=10 \text{ kV}$

Gücü $S=250 \text{ kVA}$ transformatoru üçün qoruyucunun seçilmiş üçün transformatorun nominal cərəyanını hesablayırıq

$\dot{I}_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_n} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 10} = 14.4 \text{ kA}$

Aşağıda seçilən qoruyucunun parametrləri

Nominal gərginliyi $U_n=10 \text{ kV}$

Nominal cərəyan $\dot{I}_n = 50 \text{ A}$

Açma cərəyanı $\dot{I}_{a\check{c}} = 12 \text{ k} \cdot \text{A}$ olur.

Seçilən aparatların parametrlərinin verilən 10/0.4 kV kənd paylayıcı yarımstansiyanın xətlərinin parametrlərinə uyğun olması onların düzgün seçilməsidir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) 10/0.4 kV kənd elektrik şəbəkəsinin elementlərinin, aparatlarının seçilməsi üçün hansı parametrlərin hesablanması əsas şərtlər hansılardır?
- 2) Aparatların qızmaya davamlılığı hansı cərəyanın qiymətinə uyğun olaraq hesablanır?
- 3) Bu yarımstansiyada quraşdırılan ölçü transformatorunun (gərginlik və cərəyan, transformatoru) parametrləri şəbəkənin hansı parametrlərinə uyğun olaraq seçilir?
- 4) Yüksək gərginlik aparatlarının seçilməsi üsullarını izah edin.
- 5) Bu aparatların düzgün seçilməsi son nəticədə yarımstansiyanın hansı əsas parametrlərinə təsir edir?

Yüksək gərginlikli elektrik şəbəkələrində maksimum cərəyan mühafizə sisteminin hesablanması

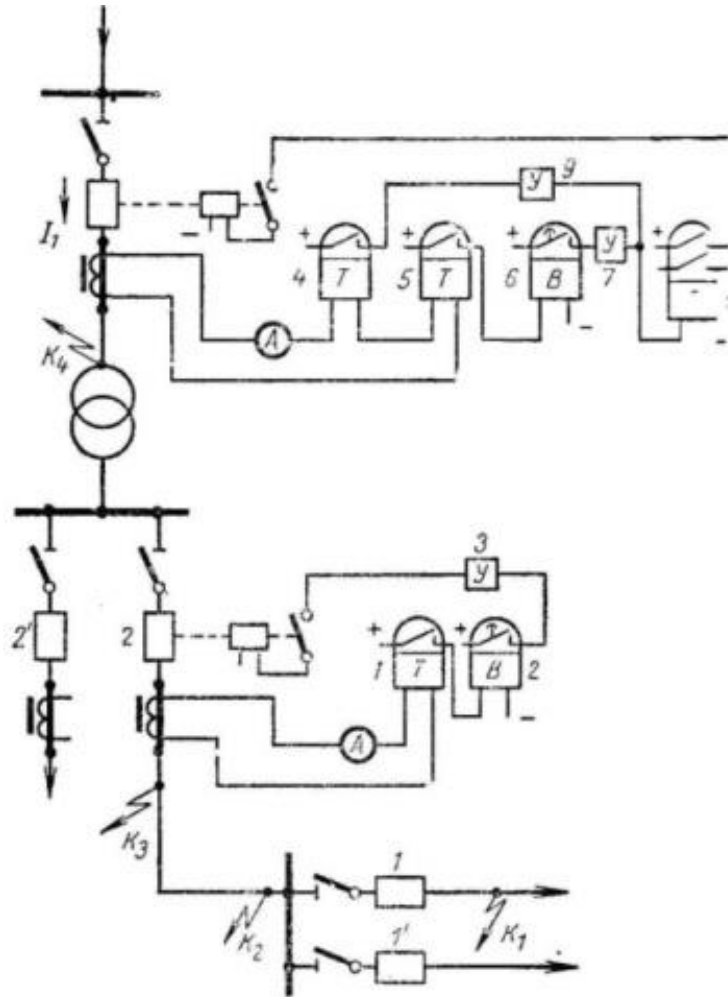
Elektrik şəbəkələrində maksimum cərəyandan mühafizə sistemləri əsasən xətlərin, transformatorun, generator və mühərriklərin qısa qapanmadan qorunması üçün nəzərdə tutulur.

Bu mühafizə sisteminin əsas parametrləri aşağıdakı qaydada seçilir.

1) Mühafizə sisteminin işləmə cərəyanı $(I_{i\dot{s}})$ mühafizə olunan elementin maksimum iş cərəyanından böyük olmalıdır.

2) Mühafizənin işləmə vaxtı $(t_{i\dot{s}})$ sistem elementlərinin pilləvarı mühafizə qaydalarına uyğun seçilir.

Şəkil -1 də elektrik şəbəkəsinin elementlərinin maksimal cərəyandan mühafizə sxeminə nəzər salaq.



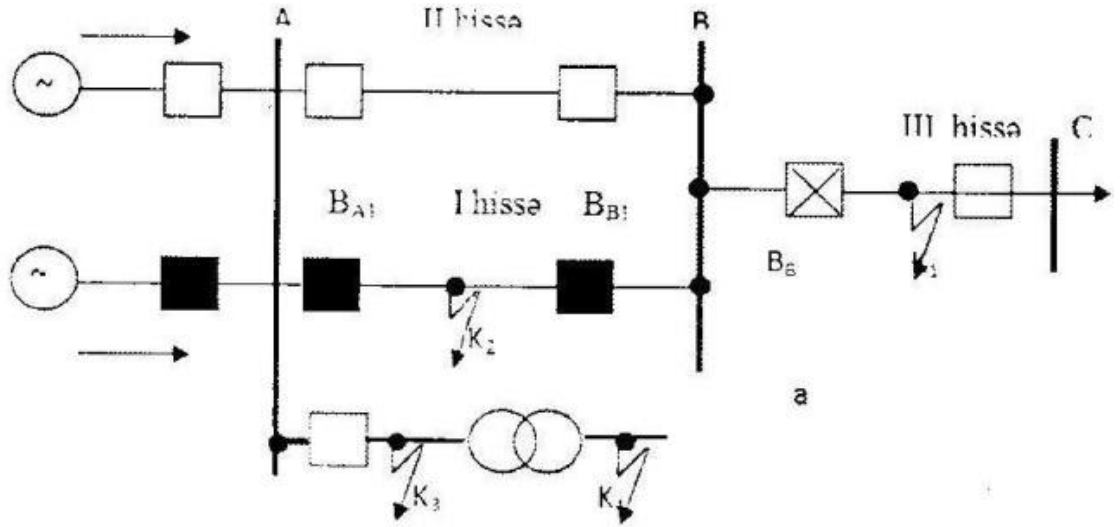
Şəkil 1. Maksimum cərəyandan mühafizə sxemi

Bu sxemin normal işləməsi üçün mühafizənin aşağıdakı şərtləri qorunmalıdır.

- 1) Selektivlik
- 2) Cəldlik
- 3) Həssaslıq

4) Etibarlılıq

1) **Selektivlik** - sistimin bu tələbində ancaq qısaqapanma olan sahə dövrədən açılır.



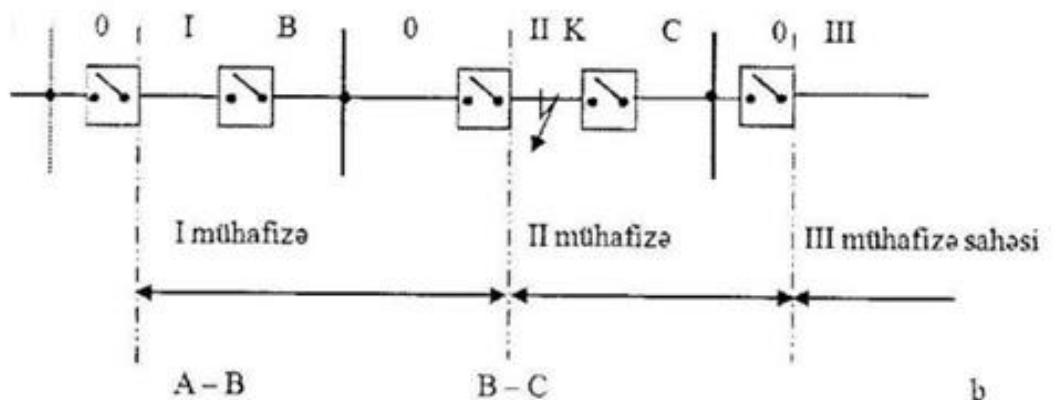
Şəkil 2

Sxemə əsasən (Şəkil -2) K_1 nöqtəsində qısaqapanma olan zaman mühafizə B_2 açarını açır. Şəbəkənin III hissəsi dövrədən açılır. I və II hissələr isə gərginliklə təmin edilir. K_2 nöqtəsində qısaqapanma olduqda isə BA_1 açarı I hissəni sistemdən açır.

2) **Cəldlik**. Bu şərtə əsasən qısaqapanmadan mühafizə sistemi t_{ez} bir zamanda işləməlidir. 10 kV gərginlikli xəttlərdə mühafizənin işləmə müddəti 0.6 san-yə uyğun olmalıdır.

3) **Həssaslıq** - xəttlərdə cərəyan ani artan zaman və gərginliyin qiyməti ani zamanda O-a yaxınlaşanda mühafizə sxemi müəyyən həssaslıqla işləməlidir. Şəkil – 3ə əsasən sxemin (A-B) hissəsində (I hissə) fərdi mühafizə işləyir. Yeni O_1 açılır.

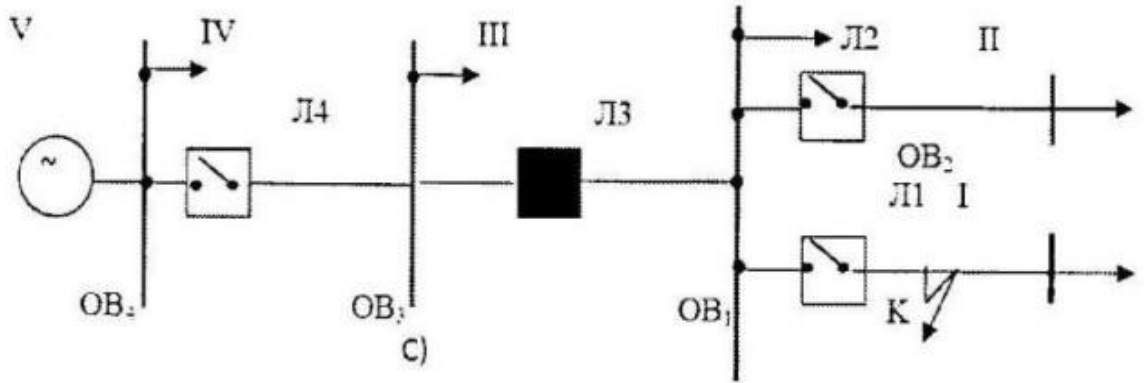
Qısaqapanma (B-C) hissəsində baş verərsə O_2 açılır və buna uyğun olaraq I hissənin mühafizəsi də işləyir.



Şəkil 3

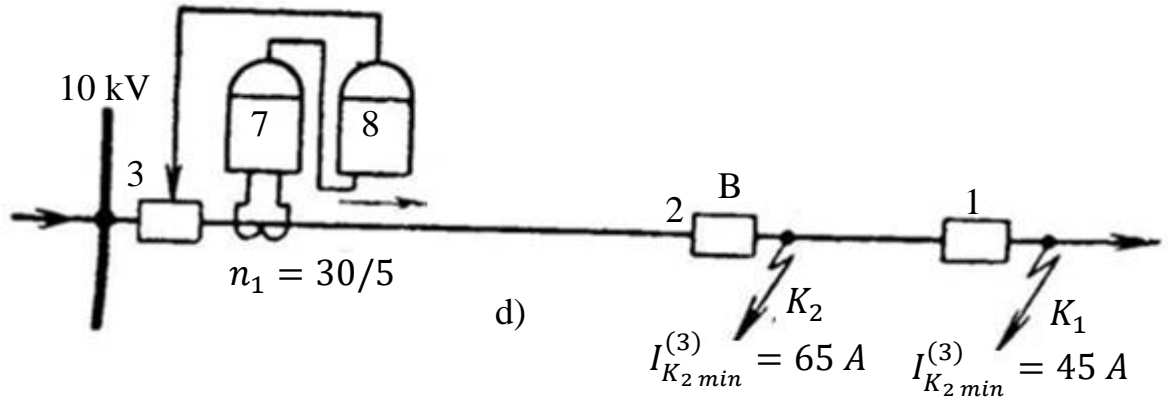
4) **Etibarlılıq**- Bu şərtə uyğun olaraq şəbəkənin mühafizə sistemi maneəsiz və etibarlı işləməlidir.

İşləməsə mütləq B₃ mühafizəsi (açarı) işləyər və II; III hissələr dövrədən açılır. B₄ açarının vurulu vəziyyətində l₄ xətti qidalanmır. Ona görə də sxemin bütün hissələri dövrədən açılır.



Şəkil 4

Aşağıda 10 kV gərginlikli xətin maksimum cərəyandan mühafizə sxeminə nəzər salaq.



Şəkil 5. 10 kV xətin mühafizə sxemi

İşəsalma cərəyanı əmsalını $K_{i.s.}=1.1$ olduğunu qəbul edirik.

Cərəyan relisinin etibarlılıq əmsalını $K_{et}=1.2$

Relenin qeri qayıtma əmsalını - $K_q=0.85$ qəbul edirik.

Bu verilən əmsallar 10 kV h.x.-nin və transformatorun maksimal cərəyandan mühafizə relisinin iş prinsipinə uyğundur.

Hesabat aşağıdakı qaydada aparılır:

1) Relenin işləmə cərəyanını təyin edirik

$$\dot{I}_{i\dot{s}} = \frac{R_n}{R_b} \cdot R_{cx}^{(3)} \cdot K_{i\dot{s}} \cdot \frac{\dot{I}_{mak}}{K_{tr}} = \frac{1.2}{0.85} \cdot 1.1 \cdot 1.73 \cdot \frac{20}{\frac{30}{5}} = 8.15 \text{ A}$$

Burada

$K_{cx}= 1.73$ -iki faza cərəyanları arasındakı fərq əmsalı

2) Relenin qoyuluş cərəyanını

$\dot{I}_y \geq \dot{I}_{i\dot{s}}$ formulasına uyğun qiymətə gətiririk.

RT cərəyan relisi üçün

$\dot{I}_y = \dot{I}_{i\dot{s}} = 8.15 \text{ A}$ qəbul edə bilərik.

Relenin pillələr üzrə qoyuluş cərəyanını

$I_y = 4 \div 10 A$ pillələrində

$I_y = 9 A$ qəbul edirik.

3) Sxemdə göstərilən qısaqapanma nöqtəsində (K_z) 2 faza arasındakı qısaqapanma cərəyanının qiyməti

$i_k^{(2)} = 0.87 i_k^{(3)}$ olur

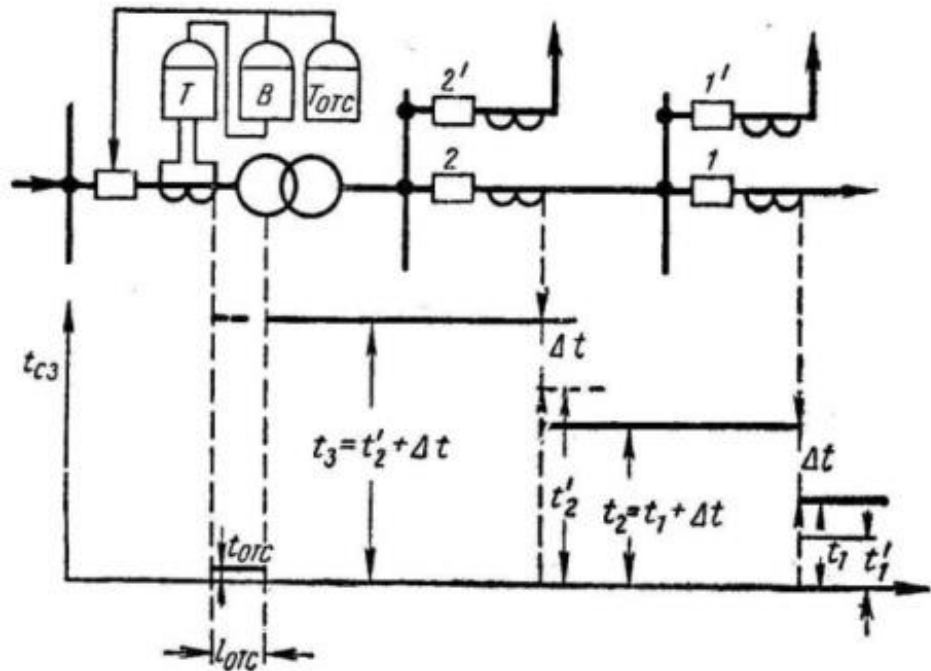
Qısaqapanma əmsalının qiyməti

$$K_q = \frac{0.87 \cdot i_{kmin}^{(3)} \cdot K_{cx}}{K_{t2} \cdot I_y} = \frac{0.87 \cdot 65 \cdot 1}{30/5 \cdot 8.15} = 1.13 \text{ olur.}$$

Relenin həssaslıq əmsalı

$$K_h = \frac{i_{kmin}}{i_{c.3.}} = \frac{0.87 \cdot 65 \cdot 1}{\frac{30}{5} \cdot 4.7} = 1.95 > 1.5 \text{ olur.}$$

4) Sistemin zamana uyğun pilləvari mühafizə sxemini araşdırırıq



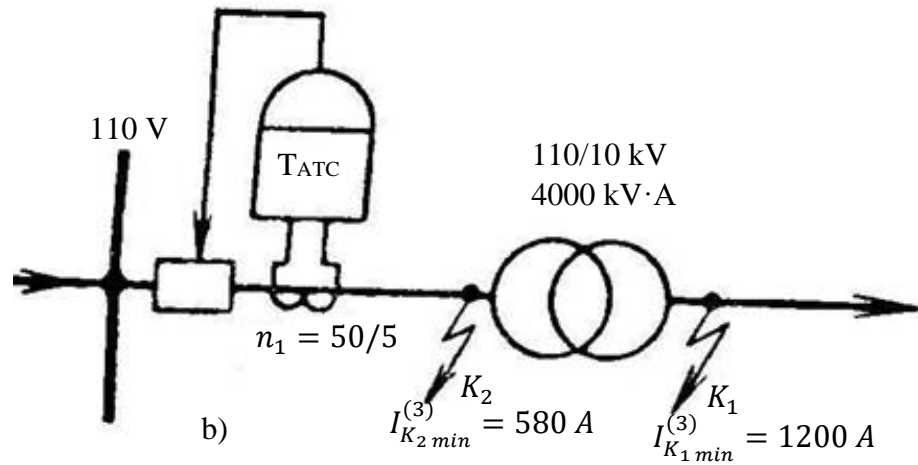
Şəkil 6. Pilləvari mühafizə sxemi

Hər bir pillə arasındakı zaman fərqi $\Delta t = 0.5 \text{ san}$ olur.

II pillənin işləmə vaxtı: $t_2 = t_1 + \Delta t = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ san}$ olur.

Deməli I pillə mühafizə sistemi ilə II pillə mühafizə sisteminin işləməsi arasında 0.5 san vaxt olur.

İndi də həmin 10 kV xətti qidalandıran transformatorun maksimum cərəyan mühafizə sxeminə nəzər salaq.



Şəkil 7. 10 kV transformatorun maksimum cərəyandan mühafizə sxemi

Şəkil -7 də (B) 10 kV-luq transformatorun maksimum cərəyan mühafizəsi göstərilmişdir.

Bu mühafizə sistemində relenin 2 faza cərəyanına görə fərqlilik əmsalı $K_{cx}=1$.

1) Sxemdə K_1 nöqtəsini (xarici qısaqapanma nöqtəsi) qısaqapanma cərəyanını hesablamak üçün hesabat nöqtəsi kimi qəbul edirik.

2) Xarici qısaqapanma nöqtəsində maksimum qəsaqapanma cərəyanını hesablayırıq

$$\dot{I}_{q_{mak} k1} = \frac{\dot{I}_{k1min}^{(3)}}{\frac{110}{10}} = 120 A$$

3) Mühafizənin işləmə cərəyanını aşağıdakı şəraitə uyğun seçirik.

a) xarici qısaqapanma cərəyanına görə

$$\dot{I}_{i\dot{s}} = K_H \cdot \dot{I}_{q_{k1}} = 1.3 \cdot 120 = 136 A \text{ olur}$$

Buna uyğun olaraq cərəyan relesi üçün etibarlılıq əmsalı $K_n=1.5$ olur.

Deməli işləmə cərəyanının qiyməti $\dot{I}_{i\dot{s}} = 1.5 \cdot 120 = 180 A$

b) maqnitləşmə cərəyanının qiymətinə görə

$$\dot{I}_{i\dot{s}} = (3 \div 4) \cdot \frac{S}{\sqrt{3}U_n} = (3 \div 4) \cdot \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 63 \div 84 A \text{ arasında olur.}$$

4) Cərəyan relesinin işləmə cərəyanını hesablayırıq

$$\dot{I}_{i\dot{s}R} = \frac{\dot{I}_{i\dot{s}} \cdot K_{cx}}{K_{tr}} = \frac{136}{\frac{50}{5}} = 13.6 A \text{ olur}$$

K_{cx} – 2 faza cərəyanı arasında fərqlilik əmsalı

K_{tr} – transformatorun transformasiya əmsalıdır.

5) Relenin dəfəlilik əmsalı

$$K_d = \frac{\dot{I}_{i\dot{s}}}{\dot{I}_y} = \frac{18}{6} = 3$$

\dot{I}_y –maksimum cərəyan relesinin qoyulmuş cərəyanıdır.

6) Cərəyan relesinin qısaqapanma cərəyanının qiymətinə uyğun olan həssaslıq əmsalı

$$K_h = \frac{I_{k2min}}{I_{i\dot{s}}} = \frac{I_{k2min} \cdot k_{cx}}{K_{t2} \cdot I_y} = \frac{580 \cdot 1}{\frac{50}{5} \cdot 14} = 4.15 \text{ olur}$$

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Yüksək gərginlikli xətlərin, transformatorın, generatorların maksimum cərəyanı mühafizə sistemi hansı parametrlərə uyğun seçilir ?
- 2) Elektrik şəbəkəsinin maksimum cərəyandan mühafizə sxemini izah edin?
- 3) Mühafizə sistemində hansı əsas şərtlər qorunmalıdır?
- 4) Bu şərtləri izah edin.
- 5) Yuxarıdakı sxemdə (şəkil-1) elektrik şəbəkəsinin elementlərinin mühafizəsi hansı qaydada seçilir?
- 6) Maksimum cərəyandan mühafizə sistemində relelərin hansı əmsalları nəzərə alınır?
- 7) Mühafizə sisteminin selektivliyini necə qorumaq lazımdır?
- 8) Transformatorun yükləmə həddi onun mühafizə sisteminə necə təsir edir ?
- 9) Şəkil-1-ə əsasən mühafizə pillələrinin işləməsi üçün şərt olunan vaxtı (t- (san) izah edin.
- 10) Xətlərin və transformatorun mühafizə sxemləri arasındakı fərqi izah edin.

0,4 kV gərginlikli şəbəkənin elektrik hesablanma üsulları

Bu tip şəbəkəni qidalandıran kabellərin en kəsiyi onun uzunmüddətli qızma cərəyanının qiymətinə uyğun olaraq hesablanır.

Bu kabellərin seçilməsində elektrik tələbatçılarının işçi cərəyanını təyin etmək lazımdır.

$$I_{i\varphi} = \frac{S}{\sqrt{3}U_n}$$

S – tələbatçılarının ümumi gücü

U_n – nominal gərginlik

İcazə verilən hesabat cərəyanı

$I_n = \frac{I_{i\varphi}}{K_n}$ ilə təyin edilir.

$K_n = K_1 \cdot K_2$ - kabelin çəkilməsi şəraitindən asılı olaraq dəyişən əmsaldır.

K_1 - ətraf mühitin temperatur əmsalı $K_1=1$

K_2 - bir yerdə çəkilən kabellərin sayından asılı dəyişən əmsaldır.

Uzaq məsafədə yerləşən və tam yüklənmiş şəbəkədə yaranan gərginlik itgisi

$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$ ilə hesablanır.

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum_1^n I_{pi} \cdot l_i (r_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)$$

Burada l_i – şəbəkənin hesablanan xəttinin uzunluğu

r_0 – həmin xəttin aktiv müqaviməti

x_0 – xəttin reaktiv müqaviməti

0.4 kV gərginlikli şəbəkədə böyük güclü mühərriklərin işə salınması zamanı gərginliyin dəyişməsi baş verir.

Məsələn aşağıdakı misala nəzər salmaq.

Elektrik işlədiciləri kimi müəsisənin sexlərində 2 ədəd böyük güclü asinx mühərrikin olduğunu nəzərə alsaq işə salma zamanı gərginliyin dəyişmə həddini hesablayırıq.

D1 mühərriki $l - 2$ xətti ilə Tr 1 -dan

D2 mühərriki isə $l - 1$ xətti ilə Tr 2 -dən qidalanır.

D1 mühərrikinin gücü $P_1 = 22$ kVt

D2 mühərrikinin gücü $P_2 = 16$ kVt -dir.

D1 mühərrikinin müqaviməti

$$Z_{D1} = \frac{U_n^2 \cos \varphi}{K_i \cdot P_n} = \frac{380^2 \cdot 0,81}{5,5 \cdot 22000} = 0,965 \text{ om}$$

U_n – nominal gərginlik (V)

P_n – mühərrikin gücü (kVt)

K_i - əmsaldır

Xəttin müqaviməti $Z_x = Z_{0-7} + Z_{0-8} = 0,042 + 0,049 = 0,091$ om

Tr – 2-nin müqaviməti

$$Z_{Tr-2} = \frac{U_{q/q} (\%) \cdot U_n^2}{100 \cdot 2S_n} = \frac{4,5 \cdot 380^2}{100 \cdot 2 \cdot 100000} = 0,033 \text{ om}$$

Bu parametrlərə uyğun mühərriklərin işə salınması zamanı $P_1=22$ kVt mühərriki üçün gərginliyin dəyişmə həddi

$$\Delta U_{D1}(\%) = \frac{Z+Z_x}{Z_{tr2}+Z_x+Z_{D1}} = \frac{0,033+0,091}{0,033+0,091+0,965} \cdot 100 = 11,5 \% \text{ olur.}$$

Gücü $P_2=16$ kVt olan D2 mühərrikinin müqaviməti

$$Z_{D2} = \frac{U_n^2 \cos \varphi}{K_i \cdot P_n} = \frac{380^2 \cdot 0,86}{5,5 \cdot 16000} = 1,4 \text{ om-dır.}$$

Xəttin müqaviməti şəbəkənin (a-o) hissəsinə uyğun olduğu üçün

$$Z_x = Z_{a-0} = 0,023 \text{ om olur.}$$

Transformatorun müqaviməti

$$Z_{tr} = \frac{U_{q/q}(\%) \cdot U_n^2}{100 \cdot 2 \cdot S_n} = \frac{4,5 \cdot 380^2}{100 \cdot 2 \cdot 100000} = 0,02 \text{ om}$$

D2 mühərrikinin işə salınması zamanı yaranan gərginliyin dəyişmə həddi

$$\Delta U_{D2} = \frac{Z_{tr}+Z_x}{Z_{tr}+Z_x+Z_{D2}} \cdot 100 = \frac{0,02+0,023}{0,02+0,023+1,4} \cdot 100 = 3 \% \text{ olur.}$$

Deməli mühərrikin işə salınması zamanı yaranan gərginlik düşgüsü normadan az alındığı üçün hesabat düzgün aparıldığı aydın olar.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1) Şəbəkəni qidalandıran kabelin en kəsiyi onun hansı parametrinə uyğun olaraq hesablanır?

2) Bu kabellərin seçilməsində elektrik işlədicilərinin hansı cərəyanları nəzərə alınmalıdır?

3) Böyük güclü mühərrikləri işə salanda gərginlik düşgüsü normaya uyğun olaraq neçə (%) olmalıdır.

4) Gərginlik itgilərini azaltmaq üçün hansı üsuldən istifadə olunur?

Transformatorın gücünün təyini və onların seçilməsi üsulları

Kənd təsərrüfatının elektrik təchizatında istifadə olunan transformatorın gücünün təyin edilməsində bütün işlədicilərinin hesabat və uzunmüddəti maksimum gücü nəzərə alınmalıdır.

Enerji tələbəcilərinin tələbat gücünün təyin edilməsi aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

1 - Bütün işlədicilər iş xarakterinə görə qruplara bölünür.

2 - Hər bir qrup üçün K_s -corğu əmsalının və $\cos \varphi$ - güc əmsalının qiymətlərini qəbul edirlər.

3 - Hər qrup işlədicilər üçün qoyuluş gücü hesablayırlar.

$$P_q = \sum P_n (\text{kVt})$$

$\sum P_n$ – işlədicilərin normal güclərinin cəmidir

4 - Hər qrup işlədicilər üçün maksimal aktiv və reaktiv gücləri təyin edirlər.

Yəni $P_{qr} = K_s \cdot P_q$ (kVt) -aktiv güc

$$Q_{qr} = P_{qr} \cdot \operatorname{tg} \varphi \text{ (kVAR) -reaktiv güc}$$

Burada $\operatorname{tg} \varphi$ - qəbul edilmiş $\cos \varphi$ –yə uyğun təyin edilir.

5 - elektrik şəbəkəsinin həm yüksək həm də aşağı gərginlik tərəfində maksimal güclər təyin edilir.

$$P^1 = \sum P_{qr} \text{ (kVt) - aktiv,}$$

$$Q^1 = \sum Q_{qr} \text{ (kVAK) - reaktiv gücdür.}$$

6 - Transformator yarımstansiyasının yüksək gərginlik şinlərində tam yükü, transformatorlarda yaranan itgiləri nəzərə almaqla təyin edirlər.

Yəni $P = K_m (\sum P_{A.g.} + \sum P_{y.g.} + \sum P_{tr})$ – aktiv güc

$$Q = K_m (\sum Q_{A.g.} + \sum Q_{y.g.} + \sum Q_{tr}) \text{ – reaktiv güc}$$

Burada: $\sum P_{A.g.}$ və $\sum Q_{A.g.}$ - alçaq gərginlikli işlədicilərin aktiv və reaktiv güclər

$\sum P_{y.g.}$ və $\sum Q_{y.g.}$ - yüksək gərginlikli işlədicilərin aktiv və reaktiv gücü.

$\sum P_{tr}$ və $\sum Q_{tr}$ - güc transformatorlarda yaranan aktiv və reaktiv güclər.

K_m – yüklərin müxtəlif vaxtlılıq əmsalındır.

Yüksək və aşağı gərginlik şinlərində tam güc

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (kVA) ilə təyin edilir.}$$

Transformatorun yüksək gərginlik şinindəki güc əmsalı

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \text{ ilə, cərəyanı isə } I_n = \frac{S \cdot 10^2}{\sqrt{3} \cdot U} \text{ ilə təyin edilir.}$$

Güc transformatorun gücünün və sayının düzgün seçilməsi etibarlı və keyfiyyətli elektrik təchizatı sistemi mühüm şərtidir.

I və II kateqoriyalı müəssisələri qidalandıran yarımstansiyada 2 ədəd transformator quraşdırılır ki, onların hər birinin gücü, yarımstansiya gücünün $60 \div 70\%$ -nə təşkil etməlidir.

III kateqoriya müəssisələri enerji ilə təmin edən yarımstansiyalar isə 1 transformatorlu olur.

Cədvəl 1

Güc transformatorlarının texniki göstəriciləri

Gücü kBA	Dolaqların gərginlikləri, kB		Güc itkiləri, Bm		Güc itkiləri, Bm				Yüksüz işləmə cərəyanı, % I ₀	Qısa-qapanma gərginliyi, % U _r
	yük- sək	alçaq	Yüksüz iş halında	Qısaqapanma zamanı	6 kB-a qədər		35 kB-a qədər			
					aktiv	reak- tiv	ak- tiv	reak- tiv		
100	6,3	0,4	600	2400	2,6	12,7	3,0	15,5	6,5	5,5
180	6,3	0,4,4-0,5250	1000	4000	2,41	12,1	2,81	15,6	6,0	5,5
320	6,3	4 -0,525	1600	6070	2,09	12,1	2,41	14,9	6,0	5,5
320	6,3	0,525	1600	6070	2,09	12,1	2,41	14,9	6,0	5,5
500	6,3	0,4 -0,525	2500	9490	1,85	12,1	2,05	13,9	6,0	5,5
750	6,3	0,4	4900	15000	1,82	12,1	-	-	5,0	5,5
1000	35,0	6,3	5100	15000	1,78	10,8	1,81	12,2	5,5	6,5
1800	35,0	6,3	8300	24000	1,59	10,1	1,61	11,9	5,0	6,5
3200	35,0	6,3	11500	37000	1,33	9,45	1,35	11,3	4,5	7,0
5600	35,0	6,3	18500	57000	1,88	9,45	1,20	11,0	4,5	7,0
7500	35,0	6,3	24000	75000	1,17	10,3	1,17	10,3	3,5	7,5

Cədvəl -1 -də müxtəlif gərginlikli və müxtəlif güclü transformatorlarda yaranan aktiv və reaktiv güclərin qiymətləri göstərilmişdir.

Transformator yarımstansiyanın gücünün təyin edilməsi üçün bir neçə misala nəzər salaq.

Misal-1

Verilənlər:

a) Aşağı gərginlik elektrik tələbatçıları üçün aktiv güc $P_{a.g.} = 1299 \text{ kvT}$ reaktiv güc $Q_{a.g.} = 1254 \text{ kvAr}$

b) Yüksək gərginlik tələbatçıları üçün aktiv güc $P_{y.g.} = 1456 \text{ kvT}$ reaktiv güc $Q_{y.g.} = 295 \text{ kvAr}$

c) Kompensiya edici yüksək gərginlik quruluşlarının verdiyi ümumi reaktiv güc $Q_k = 400 \text{ kvAr}$ -dır.

Misalin həlli:

1) Yarımstansiyanın aşağı gərginlik tərəfində tam gücü hesablayırıq:

$$S_{a.g.} = \sqrt{P_{a.g.}^2 + Q_{a.g.}^2} = \sqrt{1299^2 + 1254^2} = 1800 \text{ kvA} \text{ -dır.}$$

2) Aşağı gərginlik tərəfdəki güc əmsalı

$$\cos \varphi = \frac{P_{a.g.}}{S_{a.g.}} = \frac{1299}{1800} = 0,72 \text{ -dir.}$$

3) Transformatorun aşağı tərəfdə gücünün $S = 1800 \text{ kVA}$ olduğunu nəzərə alsaq hər birinin gücü 560 kVA olan transformatorlar seçirik.

$$\text{Transformatorın sayı } n = \frac{S_{a.g.}}{S_{tr}} = \frac{1800}{560} \approx 4 \text{ olur.}$$

Transformatorun yüklənmə əmsalı

$$K_{tr}^{yük} = \frac{S}{n \cdot S_{tr}} = \frac{1800}{4 \cdot 560} = 0,8 \text{ olur.}$$

4) Yüksək gərginlik tərəfdə transformatorun gücünü təyin etmək üçün hər bir transformatorada yaranan aktiv (ΔP_{tr}) və reaktiv (ΔQ_{tr}) güc itgiləri nəzərə alınmalıdır.

Məsələn 560 kVA gücündə transformator üçün yüksüz iş və maksimum güc itgiləri

$$\Delta p_0 = 2.5 \text{ kv}t$$

$$I_0 = 6\%$$

$$\Delta P_m = 9.4 \text{ kv}t$$

$$U_{q/q} = 5,5 \%$$

Bu zaman transformatorada yaranan güc itgiləri

$$\Delta P_{tr} = n(\Delta P_0 + K_{tr}^2 \cdot \Delta P_m) = 4 \cdot (2.5 + 0.8^2 \cdot 9.4) = 34 \text{ kv}t \text{ olar}$$

Burada n- transformatorun sayı n= 4 ədəd

$$K_{tr}^{yük} = 0.8 - \text{transformatorun yüklənmə əmsalı}$$

$$\Delta P_0 = 2.5 \text{ kv}t - \text{yüksüz iş rejimindəki güc itgisi}$$

$$\Delta P_m = 9.4 \text{ kv}t .$$

5) Transformatorun yüksək gərginlik şintlərindəki aktiv və reaktiv güclər

$$P = P_{a.g.} + \Delta P_{tr} + P_{y.g.} = 1229 + 34 + 1456 = 2789 \text{ kv}t$$

$$Q = Q_{a.g.} + \Delta Q_{tr} + Q_{y.g.} = 1254 + 213 + 295 = 1762 \text{ kVAR.}$$

6) Yüksək gərginlik tərəfdə ümumi güc əmsalı

$$\cos \varphi_{y.g.} = \frac{P}{S} = \frac{2780}{3300} = 0,85 \text{ olur.}$$

Bu hesabatla uyğun olaraq belə nəticəyə gəlmək olur ki, əgər transformatorlardan biri dövrədən çıxarsa hər yarımstansiyada gücü 3200 kVA olan 2 transformator quraşdırmaq mümkün olar.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1) Transformatorun gücünün təyin edilməsində elektrik tələbatçılarının hansı parametrləri nəzərə alınmalıdır?

2) Elektrik tələbatçılarının gücünü hansı ardıcılıqla təyin edirlər?

3) I və II kateqoriyalı müəsisələrin elektrik təchizatında neçə transformatorlardan istifadə edilir ?

4) Transformatorun tam gücünü təyin etmək üçün işlədicilərin əsas hansı parametrləri nəzərə alınmalıdır.

5) Transformatorun gücünü təyin edən zaman hansı enerji itgiləri nəzərə alınır?

6) Transformatorun tam gücünün formasını yazıb izah edin.

S Ə R B Ə S T İ Ş № 34

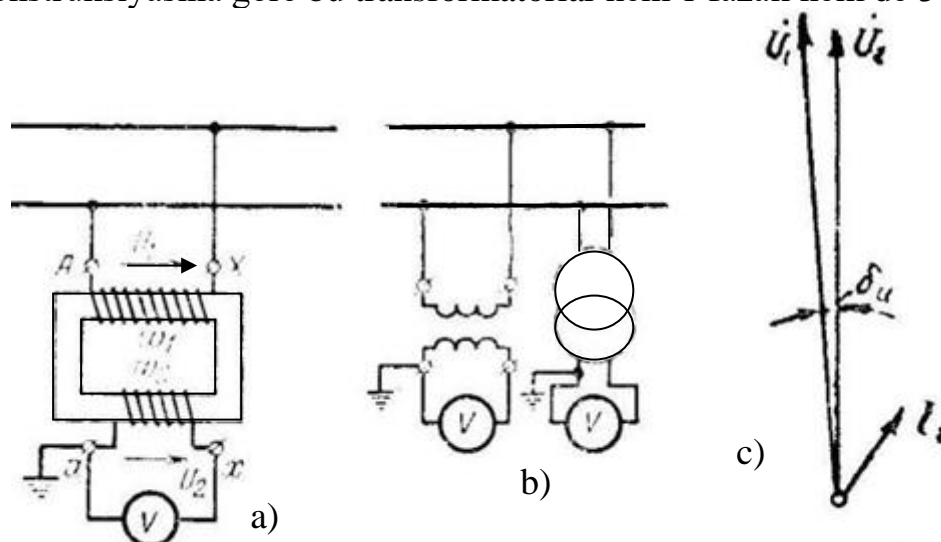
Ölçü transformatorunun (gərginlik və cərəyan transformatoru)

İş prinsipi və parametrlərinin hesablanması

Dəyişən cərəyan ölçü cihazlarının ölçmə həddini artırmaq və cihazları yüksək gərginlik dövrlərindən, izolə etmək üçün ölçü t₂-dan istifadə olunur. Ölçü transformatoru 2 növ olur. Gərginlik və cərəyan transformatoru.

I - gərginlik transformatoru.

Yarımsansiyada gərginlik transformatorundan voltmetr, vattmetr elektrik sayğacları və mühafizə sistemində gərginlik relərinin dolaqlarını qoşmaq üçün istifadə edilir. Konstruksiyasına görə bu transformatorlar həm 1 fazlı həm də 3 fazlı olur.



Şəkil 1 (a,b,c). Gərginlik transformatorunun qoşulma sxemi (a,b) və diaqramı (c)

Gərginlik transformatorunda 1 tərəf dolağın (yüksək tərəf) sarğılar sayı (W_1) 11 tərəf (alcaq tərəf) dolağından çox olur. Yəni $W_1 > W_2$.

Gərginlik transformatoru dövrəyə paralel qoşulur.

Bu transformatorun transformasiya əmsalı $K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$ ilə təyin edilir.

Şəkil -1 (a;b;c) 1 fazlı gərginlik transformatorunun dövrəyə qoşulma sxem, şərti işarəsi və vektor diaqramı göstərilmişdir.

Nəzarət edilən dövrdə gərginliyin həqiqi qiymətini almaq üçün voltmetrin göstərişini transformasiya əmsalına vurmaq lazımdır.

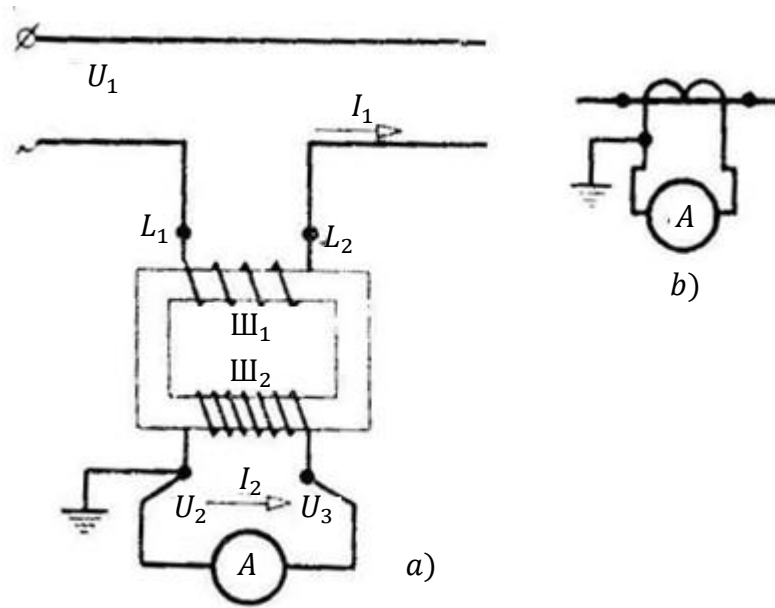
Şəkil -1(c)-dən qöründüyü kimi transformatorun vektor diaqramında U_1 və U_2 gərginlikləri arasında (δ_u) bucaq fərqi vardır ki, bu da dolaqlarda yaranan gərginlik düşgüsünün yaranmasını xarakterizə edir.

Transformatorun gücü artdıqca gərginlik düşgüsü də artır.

2 - cərəyan transformatoru

Cərəyan transformatorundan yüksək və alcaq gərginlikli elektrik qurğularında ampermetr, vattmetr, sayğaclar və rele mühafizə sisteminin cərəyan relələrinin dolaqlarını qoşmaq üçün istifadə edilir.

Aşağıda şəkil -2 (a,b) -də cərəyan transformatorunun dövrəyə qoşulma sxemi və şərti işarəsi göstərilmişdir.



Şəkil 2 (a,b) Cərəyan transformatorunun dövrəyə qoşulma sxemi

Cərəyan transformatoru 2 dolaqlı və 3 dolaqlı olur. Şəkil-2 də 2 dolaqlı I – dolaq l_1 və l_2 dövrəyə ardıcıl qoşulur.

II – dolağın sıxosları (U_1 və U_2) cihazların, relələrin dolaqlarına ardıcıl olaraq qoşulur ki, sonra dan II tərəf dolaqlı dövrə üzrə qapanır. Cərəyan transformatorun normal iş rejimi onun qısaqapanma rejimidir.

2-ci tərəf dolaqlarının sayı (W_2), 1-ci tərəf dolaq sayından (W_1), çox olur.

Yəni $W_2 > W_1$ olur.

Cərəyan transformatorun transformasiya əmsalı ($K_{c.tr.}$) 1-ci dolaq cərəyanının (I_1) 2 ci dolaq cərəyanına (I_2) nisbəti ilə təyin edilir.

$$K_{c.tr.} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1} \text{ olur.}$$

2 tərəf dolağının cərəyanı adətən 5A-ə bərabər olur. Cərəyan transformatorunun 2-ci tərəf dolağının uclarını (U_1 və U_2) açıq qoymaq olmaz. Çünki bu zaman $I_2 = 0$ olar və 1-ci dolağın maqnitləşdirici qüvvəsi $I_1 W_1$ -ə bərabər olar ki, bu da son nəticədə maqnit keçiricidə (növbədə) həddindən artıq maqnit selinin (F) artmasına səbəb olar.

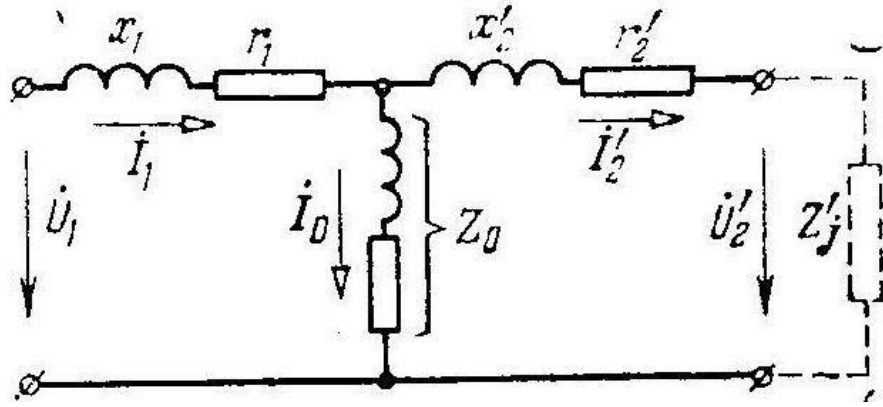
Bunun nəticəsində də yaranan enerji itgiləri həddindən artıq artar və eyni zamanda 2-ci dolaqda həyat üçün təhlükəli olan böyük e.h.q. (E_2)

İnduksiyalardır.

Aşağıdakı misallarda bu tip transformatorun seçilməsi üçün onların parametrlərinin hesablanması qaydalarına nəzər salmaq.

Misal-1

Nominal gücü $S_n = 2,5 \text{ kvA}$ “T” şəkilli əvəz sxeminə uyğun parametrlərini hesablamalı şəkil 3.



Şəkil 3. Transformatorun əvəz sxemi

Şəkil-3 də bu transformatorun əvəz sxemi göstərilmişdir. Sxemə uyğun aktiv və induktiv müqavimətləri hesablayaq.

Verilənlər: Transformatorun gücü $S = 2,5 \text{ kVA}$
 Yüksək gərginliyi $U_1 = 220 \text{ V}$
 Aşağı gərginliyi $U_2 = 127 \text{ V}$
 Yüksüz iş cərəyanı $I_0 = 1,4 \text{ A}$
 I tərəf dolağı gücü $P_1 = 30 \text{ Vt}$
 II tərəf dolağı gücü $P_2 = 80 \text{ Vt}$
 Qısaqapanma gərginliyi $U_q = 8,8 \text{ V}$

Misalın həlli:

Əvəz sxeminə uyğun yüksək işləmə budağı cərəyan (I_0), müqaviməti (Z_0). Bu budağın ümumi müqaviməti

$$Z_0 = \frac{U_1}{I_0} = \frac{220}{1,4} = 157 \text{ om}$$

$$\text{Aktiv müqavimət } r_0 = \frac{P_0}{I_0^2} = \frac{30}{1,4^2} = 15,3 \text{ om}$$

$$\text{İnduktiv müqaviməti } X_0 = \sqrt{Z_0^2 - r_0^2} = \sqrt{157^2 - 15,3^2} = 156 \text{ om}$$

Transformatorun nominal cərəyanı

$$I_n = \frac{S_n}{U_1} = \frac{2500}{220} = 11,35 \text{ A}$$

Transformatorun qısaqapanma müqavimətləri

$$Z_{q/q} = \frac{U_{q/q}}{I_{q/q}} = \frac{8,8}{11,35} = 0,78 \text{ om}$$

$$r_{q/q} = \frac{P_q}{I_n^2} = \frac{80}{11,35^2} = 0,62 \text{ om}$$

$$X_{q/q} = \sqrt{Z_{q/q}^2 - r_{q/q}^2} = \sqrt{0,78^2 - 0,62^2} = 0,47 \text{ om}$$

Hər iki tərəf dolaqlarının müqavimətlərini bərabər götürsək

$$r_1 = r_2 = \frac{r_{q/q}}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ om}$$

$$X_1 = X_2 = \frac{X_q/q}{2} = \frac{0,47}{2} = 0,235 \text{ om}$$

Transformatorun transformasiya əmsalı $K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{127} = 1,73$

II tərəf dolağının həqiqi müqavimətləri

$$r_{II} = \frac{r_r}{K^2} = \frac{0,31}{1,73^2} = 0,103 \text{ om}$$

$$X_{II} = \frac{X_2}{K^2} = \frac{0,235}{1,73} = 0,078 \text{ om olar.}$$

Misal- 2

35/0.4 kV-luq transformatorun 2-ci tərəf dolağında gərginliyin dəyişmə faizinin yüklənmə əmsalından asılılığını təyin etməli.

Yükün güc əmsalını $\cos \varphi_2 = 0,9$ qəbul edək.

Verilir: Transformatorun gücü $S_{t2} = 60 \text{ kvA}$

I tərəf gərginlik $U_1 = 35 \text{ kv}$

II tərəf gərginlik $U_2 = 0,4 \text{ kV}$

Yüksüz iş cərəyanı $\dot{I}_0 = 11,1 \%$

Qısaqapanma cərəyanı $U_q = 4,55 \%$

Yüksüz iş gücü $P_0 = 502 \text{ vt}$

Qısaqapanma gücü $P_q = 1200 \text{ vt}$

Birləşmə qrupu ----- Y / Δ - dır.

Misalin həlli:

$\Delta U_2 = \beta \dot{I}_1 (r_q \cos \varphi_2 + X_q \sin \varphi_2)$ formulasına uyğun olaraq 2-ci tərəf gərginliyinin dəyişmə həddini (%) -lə belə yazıla bilər.

$$\Delta U_2(\%) = \frac{\beta \dot{I}_{1n}}{U_{1n}} (r_q \cos \varphi_2 + x_q \sin \varphi_2) \cdot 100$$

$r_q = z_q \cos \varphi_q$ – qısaqapanma zamanı aktiv müqavimət

$x_q = z_q \sin \varphi_q$ – qısaqapanmanın induktiv müqavimət

Qısaqapanma gərginliyi $U_q = \dot{I}_{1n} \cdot r_q$ ilə təyin edilir.

Qısaqapanma gərginliyinin (%) -lə qiyməti

$$\frac{U_q}{U_{1n}} \cdot 100(\%) = U_q(\%) \text{ hesablanır.}$$

Verilmiş transformator üçün

$$\cos \varphi_q = \frac{P_q}{S_q} = \frac{P_q}{\sqrt{3} \dot{I}_{1n} \cdot U_q} = \frac{P_q \cdot 100}{\sqrt{3} \dot{I}_{1n} \cdot U_{1n} \cdot U_q} = \frac{P_q \cdot 100}{S_n \cdot U_q} = \frac{1200 \cdot 100}{60000 \cdot 4,55} = 0,442$$

Qısaqapanma cərəyanı ilə qısaqapanma gərginliyi arasında yaranan φ_q -bucağı $\varphi_2 = 64^\circ$ olur $\cos \varphi_2 = 0,9$ olduğu üçün φ_2 – II tərəf cərəyanı ilə gərginliyi arasında yaranan bucaq fərqidir $\varphi_2 = 26^\circ$ ona görə

$$\Delta U_2(\%) = \beta \cdot 4,55 \cos(26^\circ - 64^\circ) = 3,583 \%$$

Deməli verilən transformatorun II tərəf dolağında yaranan gərginliyin dəyişmə həddinin %-lə qiyməti $\Delta U_2 = 3,58 \%$ olur ki, bu da icazə verilən qiymətdən aşağıdır.

Deməli transformator parametrlərə uyğun düzgün seçilmişdir. (5 %-dən artıq olmamalıdır).

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Ölçü transformatoruna hansı transformatorlar aiddir?
- 2) Gərginlik transformatorı və cərəyan transformatorunda 1 və 11 tərəf dolaqları arasında hansı fərq var?
- 3) Gərginlik və cərəyan transformatorunun transformasiya əmsalı necə təyin edilir?
- 4) Əgər transformator dövrəyə qoşulmazsa onun yüksəldici və ya alçaldıcı transformator olmağını nə ilə təyin etmək olar?
- 5) Transformatorun əvəz sxemini çəkin.
- 6) Ölçü transformatorunun iş prinsipini izah edin.
- 7) Gərginlik transformatorı neçə növ olur?
- 8) Cərəyan transformatorunun 11 tərəf cərəyanı adətən neçə A-ə bərabər olur ?
- 9) Gərginlik transformatorunda yüksək gərginliyi (giriş gərginliyini) dəyişdikdə 11 tərəf dolaq gərginliyi dəyişirmi?
- 10) Gərginliyin dəyişmə həddi (%)-lə neçə %-dən artıq olmamalıdır?
- 11) Transformatorun yüksək iş rejimində 11 tərəf cərəyanı (I_2) nın qiyməti nəyə bərabər olur ?
- 12) Cərəyan transformatorunun 11 tərəf ucları açıq qalarsa dövrdə nə baş verər ?
- 13) Cərəyan transformatorunun normal iş rejimi hansı rejimdir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 35

35/10 kV kənd yarımstansiyasından hava

xəttinin en kəsiyinin seçilməsi

Bu məntəqəni 10 kV gərginliklə təmin edən hava xəttlərinin en kəsiyini seçmək tələb olunur.

Hava xəttlərinin və kabellərin en kəsiyini seçilməsi zamanı aşağıdakı parametrlər nəzərə alınmalıdır.

a - qəza rejimlərində qızmaya görə

b - cərəyan buraxma qabiliyyəti (keçiriciliyi) nəzərə alınmaqla

c - cərəyanın iqtisadi (qənaətli) sıxlığına görə cərəyanın iqtisadi (qənaətli) sıxlığı dedikdə xəttin quraşdırıl-masına kapital xərcləri və xəttlərdə enerji itgilərinin qiyməti də daxil olmaqla illik istismar xərclərini nəzərə alan ümumi xərclərin minimum olması nəzərdə tutulur.

Kabelin iqtisadi cəhətdən sərfəli qiyməti aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$S_{kab} = \frac{I_y}{i_{iq}} (\text{mm}^2)$$

Burada I_y - yükün hesabat cərəyanı (A)

i_{iq} - iqtisadi cərəyanın sıxlığı (A/mm²)

Cərəyanın iqtisadi sıxlığı xəttin formulasından, kabelin materialından və işlədicinin maksimum yükündən istifadə müddətindən (T_{mak}) asılı olaraq təyin edilir.

Cədvəl -1 də müxtəlif kabellərin cərəyanına görə iqtisadi sıxlığı göstərilmişdir.

cədvəl 1

<i>Naqillərin adları</i>	<i>T_{maks}, (saat/il) görə qənaətli cəryanlığının sərhəd qiyməti</i>		
	1000 - 3000	3000 - 5000	5000
Çılpaq məftillər:			
mis	2,5	2,1	1,8
alüminium	1,3	1,1	1,0
Kağız izolyasiyalı kabel və rezin izolyasiyalı məftillər:			
mis damarlı	3,0	2,5	2,0
alüminium damarlı	1,6	1,4	1,2
Mis damarlı rezin izolyasiyalı kabellər	3,5	3,1	2,7
Alüminium damarlı rezin izolyasiyalı kabellər	1,9	1,7	1,6

Məftilin (kabelin) cərəyanın iqtisadi sıxlığına uyğun en kəsiyinin seçilməsi qrafiki şəkil -1də göstərilmişdir.

Cədvəl 2

S/S	Xətt çəkilişinin növü və	Buraxılabilən minimal en kəsiyi, mm ²
-----	--------------------------	--

1.	Mis məftillər Bərkidilmə yerləri biri -birindən azı 1 m aralı olmaqla binaların daxilində çəkilən çılpaq məftillər və binalarda və açıq havada çəkilən izolyasiyalı məftillər üçün	4,0
2.	Alçaq gərginlikli hava xətləri üçün	6,0
3.	Yüksək gərginlikli hava xətləri üçün	10,0
	Alüminium məftillər	
1.	Alçaq gərginlikli hava xətləri üçün (yerə nisbətən 250 B-dan çox olmayan)	16,0
2.	Yükəsk gərginlikli hava xətləri üçün	25,0

Qrafikdən aydın olur ki, kabelin en kəsiyi artdıqca ona sərf olunan xərc də artır (1-əyrisi) enerji itgilərinin qiyməti isə azalır (2 əyrisi) və nəticədə ümumi xərclər (3-əyrisi) minimuma enir.

Bu nəzəriyyəyə aşağıdakı misallarla nəzər salağ.

Misal – 1

Kənd nasos qurğusunun qidalandıran 10 kV-luq hava xətlərinin en kəsiyinin seçilməsi tələb olunur.

Elektrik tələbedicilərinin hesabət cərəyanı $I_n = 96,6 A$

Güc əmsalı $\cos \varphi = 0,6$

Xəttin uzunluğu $l = 4 \text{ km}$ (xətt misdir)

Misalın həlli:

Maksimum yükədən istifadə müddəti $T_{\text{mak}} < 3000 \text{ saat}$ -dır. Bu müddətə uyğun olan (cədvəl-1) cərəyanın iqtisadi sıxlığı

$i_{iq} = 2,5 A/mm^2$ -dir.

Kabelin en kəsiyi

$$S = \frac{I_y}{i_{iq}} = \frac{96,6}{2,5} = 38,5 \text{ mm}^2.$$

Standarta ən yaxın en kəsiyi 35 mm^2 -dir.

Bu en kəsiyə düşən uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyanın qiyməti $175 A$ -dir.

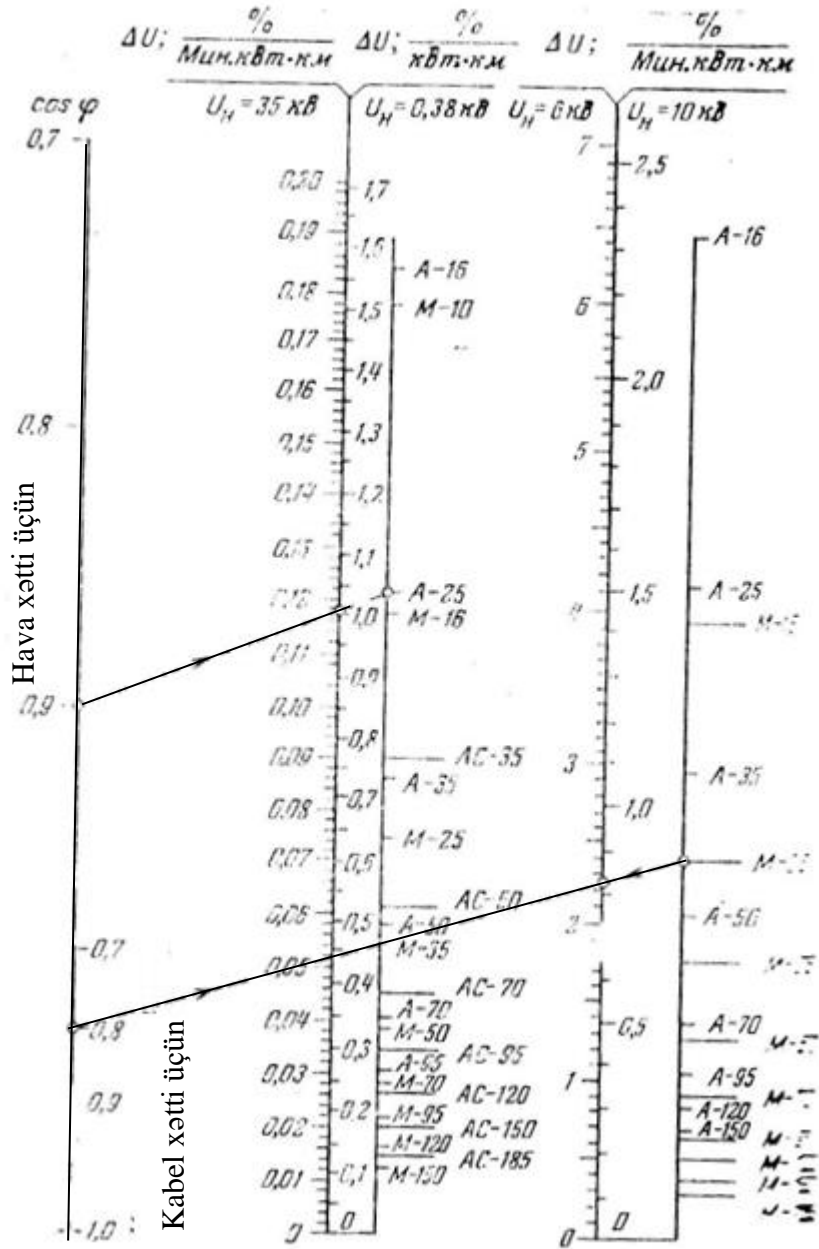
Seçilmiş en kəsiyi gərginlik itgisinə uyğun yoxlayaq

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) = \sqrt{3} \cdot I (R_0 \cos \varphi + X_0 \sin \varphi) l =$$

$$= 1,73 \cdot 96,6 \cdot 4 (0,54 \cdot 0,6 + 0,352 \cdot 0,8) = 396 \text{ V} \text{ olar.}$$

Və ya (%) -lə $\Delta U = \frac{396 \cdot 100}{10000} = 3,9 \%$ olur.

Deməli seçdiyimiz kabelin en kəsiyi normaya uyğun olur. ($\Delta U = 5\% -$ dən artıq olmamalıdır).



Şəkil 1. Gərginlik itkisini təyin etmək üçün qrafik

Şəkil-2 də 6 ÷ 10 və 35 kV gərginlikli xətlərin (kabellərin) gərginlik itkisinin təyin olunması üçün qrafik göstərilmişdir.

Verilmiş halda seçdiyimiz kablədə yaranan gərginlik itkisi 5%-dən az olduğu üçün normaya uyğun hesab olunur.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Kabellərin en kəsiyini seçən zaman əsas hansı parametrləri təyin etmək lazımdır?
- 2) Cərəyanın iqtisadi (qənaətli) səxliyi dedikdə hansı xərclər nəzərdə tutulur?
- 3) Cərəyanın iqtisadi sıxlığı hansı parametrlərindən asılıdır?
- 4) Şəkil -1 də göstərilən qrafiki izah edin.

**Elektrik şəbəkələrində reaktiv gücün kompensasiya edilməsi
üçün kondensatorların seçilməsi üsulları**

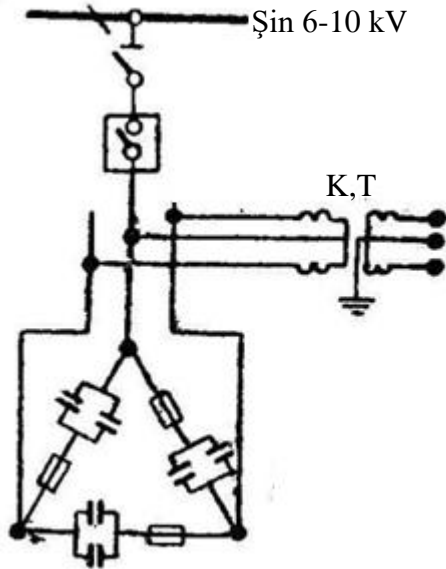
Kondensator batareyalarından istifadə edilir.

Üç fazlı şəbəkələrdə (220 ÷ 500 V) əsasən 3kVAr ÷ 10 kvAr-a qədər olan kondensatorlardan.

6 ÷ 10 kv şəbəkələrdə isə 10 kVAr gücündə 1 fazlı kondensatorlardan istifadə edilir.

Bu kondensatorları öz aralarında paralel qoşub şkaflarda yerləş-dirirlər. Adətən yarımstansiyada kondensator batareyaları xətti gərginliyə üçbucaq şəkilli avtomatik işləyən açarlar vasitəsi ilə qoşulur.

Şəkil – 1 də bunun sadə sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1. Eninə kompensasiya sxemi

Bu kondensator batareyaları 6-10 kV gərginlikli şəbəkələr üçün nəzərdə tutulur. Elektrik tələbatçılarının güc əmsalının qiymətinə uyğun olaraq kondensator batareyalarının gücünü təyin edirlər.

Reaktiv güc kompensasiya edildikdə gərginlik itgisi də azalır və aşağıdakı formulaya uyğun təyin edilir

$$\Delta U_k = \frac{PR + (Q - Q_k) \cdot X}{U}$$

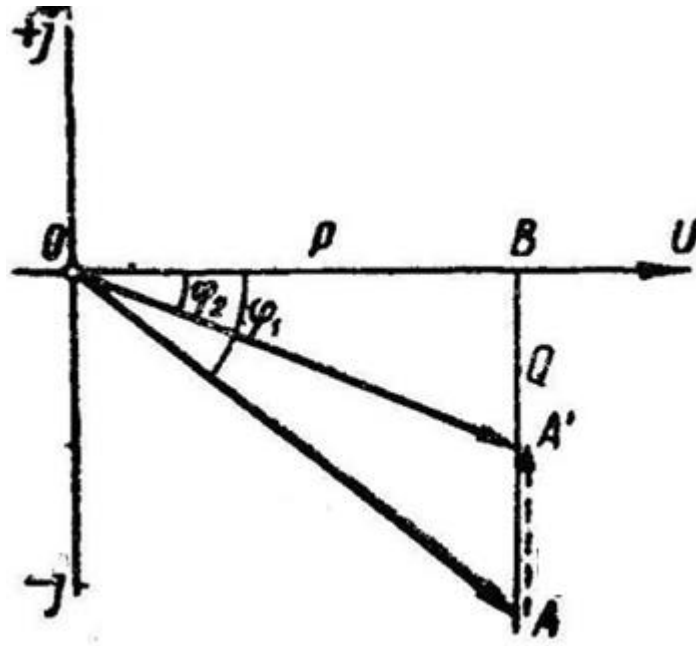
Burada P- şəbəkənin gücü

R- aktiv müqavimət

X- reaktiv müqavimət

U- şəbəkə gərginliyidir

Şəkil -2 reaktiv gücün kompensasiyasının vektor diaqramı verilmişdir.



Şəkil 2. Kompensasiyanın vektor diaqramı

Burada OAB üçbucağı -kompensasiya edilməyənə qədər olan gücü göstərir. Bu üçbucaqda $P = OB$ vektoru işlədicinin aktiv gücünü $Q = AB$ vektoru isə işlədicinin reaktiv gücünü göstərir.

Məqsəd kondensator batareyasının elə gücünü tapmaqdır ki, yəni $P_k = AA'$ vektoruna uyğun olmalıdır. Bu zaman faza sürüşmə bucağı $\angle\varphi_1$ -dən $\angle\varphi_2$ qiymətinə qədər azalsın şəkil -2 ki diaqramaya uyğun olaraq

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q}{P}; \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{Q-Q_k}{P} \quad \text{alırıq .}$$

Buradan da $Q_k = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ alırıq.

Orta aktiv güc $P_{or} = \frac{W_a}{t_m}$ ilə təyin edilir.

W_a -1 ayda ən çox aktiv enerji tələbatı
 t_m - iş saatlarının sayıdır.

Onda kompensasiya edilmiş güc

$$Q_k = \frac{W_a(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)}{t_m} \quad \text{formulası ilə tapılır.}$$

Bu nəzəri araşdırmaya uyğun olan aşağıdakı misala nəzər salaq.

Misal - 1

2 növbəli işləyən və bir neçə 6 kV-luq elektrik mühərriki işləyən rayon su nasos məntəqəsinin kondensatorlar batareyasının gücünü təyin etməli.

Nasos stansiyasının maksimum gücü $P_{\text{mak.}} = 5200 \text{ kVt}$

Təbii güc əmsalı $\cos \varphi = 0,78$; $\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,8$

Maksimum gücdən istifadə müddəti $T_{\text{mak.}} = 4000$ saat (1 ildə).

İllik enerji tələbatı

$$W_{il} = P_{\text{mak}} T_{\text{mak}} = 5200 \cdot 4000 = 20800000 \text{ kVt saat}$$

Müəsisənin illik yükünün çox az dəyişməsinə nəzərə alsaq 1 ay ərzində tələb olunan elektrik enerji miqdarı

$$W_{ay} = \frac{20800000}{12} = 1 \cdot 730000 \text{ kVt saat olar.}$$

Səkkiz saatlıq iş günü və 5 günlük iş həftəsində 1 aylıq iş vaxtı

$$t_m = 2 \text{ növbə} \cdot 8 \text{ saat} \cdot 22 \text{ gün} = 232 \text{ saat olur.}$$

İşlədicilərin güc əmsali $\cos \varphi_2 = 0.93$

$\text{tg } \varphi_2 = 0.4$ olduqda kompensasiya olunan reaktiv enerji

$$Q_n = \frac{W_a (\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_2)}{t_m} = \frac{17300000}{352} \cdot (0.8 - 0.4) = 1970 \text{ kVar olar/}$$

Onda cədvəl -1 -ə uyğun olaraq 198 ədəd gücü 10 kVar olan 1 fazalı kondensatorlar seçirik.

cədvəl 4-1

Kondensatorun tipi	Nominal gərginlik B	Tutum мкф	güc, kVar	Kondensatorun tipi	Nominal gərginlik B	Tutum мкф	güc, kVar
KM -0,23 -5-3	230	301	5	KM -0,525-7-3	525	85	7,3
Km-0,23-3-3	230	223	3,7	KM -0,525-9-3	525	105	9
Km-0,23-18-3	230	1120	18	KM -0,525-45-3	525	525	45
KM -0,40-5-3	400	110	5,5	KM -1,05-9-1	1 050	26	9
KM -0,40-7-3	400	140	7	KM -3,15 -1-1	3 150	3,22	10
KM -0,40 -9-3	400	180	9	KM -0,310-1	6 300	0,803	10
Km -0,40-36-3	400	726	36	KM -10,5 -10-1	10 500	0,291	10

Qurgunun ümumi gücü 1980 kVar olur.

Gərginliyin pilləli tənzimlənməsi üçün bütün kondensatorlar (660+660+660 kVar) halında 3 qrupa bölünür ki, bu da reaktiv gücün kompensasiya edilməsi üçün məqsədə uyğun sayılır.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

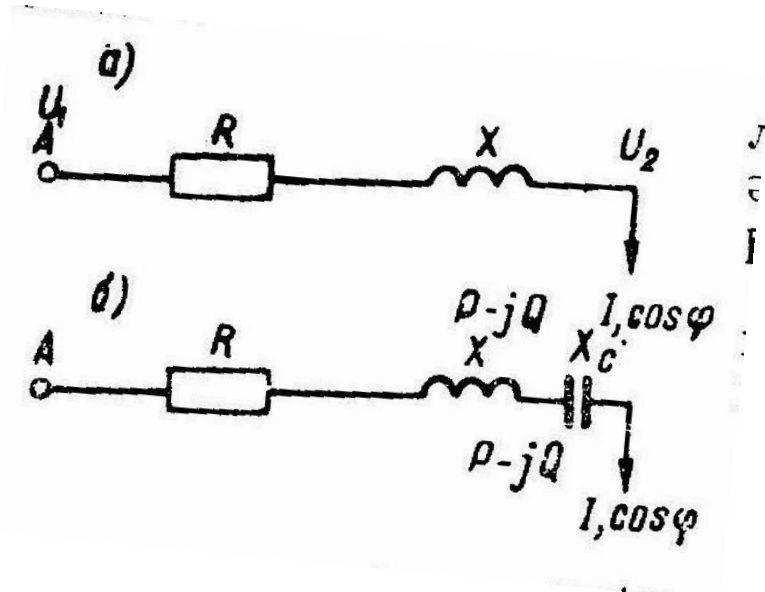
1. $220 \div 500 \text{ V}$ 3 fazalı şəbəkələrdə hansı kondensatorlardan istifadə olunur?
2. $6 \div 10 \text{ kV}$ şəbəkələrdə reaktiv gücün kompensasiya edilməsi üçün hansı kondensatorlardan istifadə olunur?
3. Kondensator batareyaları xətti gərginliyə hansı qaydada qoşulur?
4. Reaktiv gücün kompensasiya edilməsi gərginlik itgisinə necə təsir edir?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 37

Yüksək gərginlikli elektrik xətlərinin induktivliyinin uzununa kompensasiya edilməsi üsulları

Xətlərin induktivliyi işarələri əks olan tutum müqavimətlərini kondensatorlar şəkilində ardıcıl birləşdirməklə uzununa kompensasiya edilir. Bu kondensatorlar xəttin induktiv müqavimətini kompensasiya edir və nəticədə gərginlik itgisi azalır.

Şəkil-1-də bu xəttin sxemi göstərilmişdir.



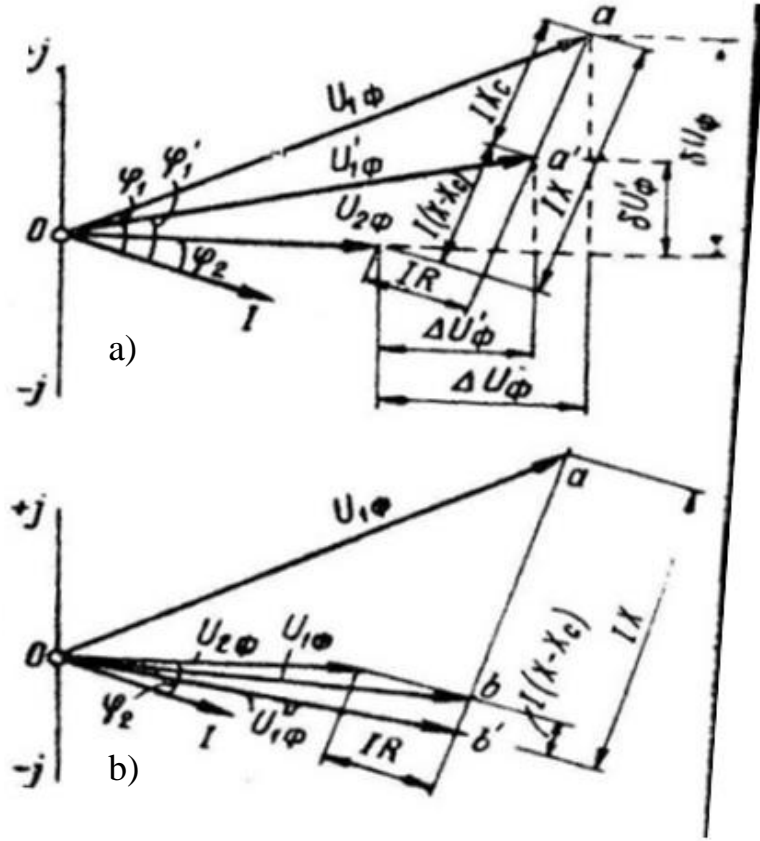
Şəkil 1. Uzununa kompensasiya sxemi

Bu sxemə əsasən gərginlik itgiləri

$$\Delta U_F = I(R \cos \varphi + X \sin \varphi) - \text{uzununa kompensasiya}$$

$$\delta U_F = I(X \cos \varphi - R \sin \varphi) - \text{eninə kompensasiya olur.}$$

Bu hal üçün gərginliklərin vektor diaqramı şəkil -2- də (a,b) verilmişdir.



Şəkil 2 (a,b). Gərginlik vektoru diaqramları

İşlədicinin U_{2F} faza gərginlik vektoru (şəkil-2 (a) verildikdə, qida mənbəyinin gərginliyi U_{1F} vektoru ilə olunur (a) nöqtəsi xəttə reaktiv müqavimətləri “ X_m ” olan kondensatorları ardıcıl qoşsaq reaktiv müqavimətdə gərginlik düşgüsü $I(X-X_m)$ qədər olar.

Bu zaman gərginlik itgiləri

$$\Delta U_F^l = I[(X - X_m) \cos \varphi - (R \sin \varphi)] - \text{uzununa kompensasiya}$$

$$\delta U_F^l = I[(X - X_m) \cos \varphi - (R \sin \varphi)] - \text{eninə kompensasiya}$$

Əgər $X=X_m$ olarsa xəttin induktiv müqavimətinin tam kompensasiyası baş verir.

Bu zaman xəttin ümumi gərginlik itgisi R aktiv müqaviməti ilə müəyyən olunacaq və aşağıdakı formulalar ilə təyin edilir.

$$\text{Yəni } \Delta U_F = IR \cos \varphi$$

$$\delta U_F = -IR \sin \varphi \text{ olur}$$

Kondensatorların gücü $Q_m = 3I^2 X_m$ ilə tapılır.

I – xəttin maksimum cərəyanı

X_m – xəttin reaktiv müqavimətidir.

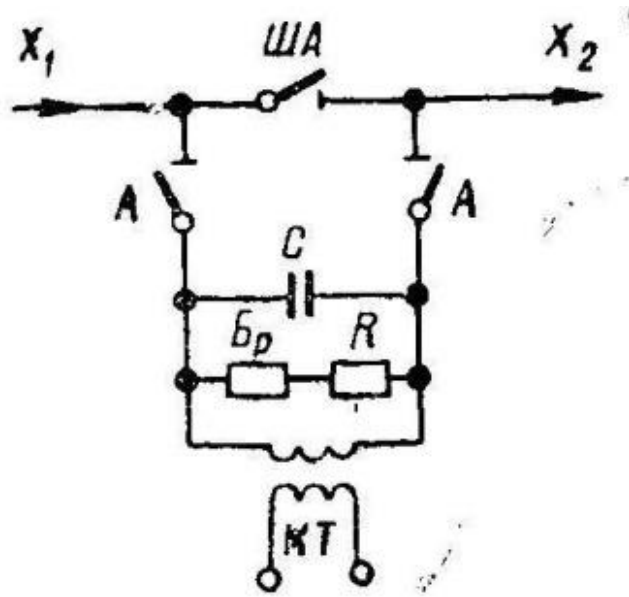
Kondensatorun tipləri cədvəl -1 -də verilmiş qiymətlərə uyğun seçilir.

Kondensatorun tipi	Nominal gərginlik, В	Nominal cərəyan, a	Güc, kVar
KПИМ -1 -50 -1	1000	50	50
KПИМ – 0,6 -50 -1	600	83,3	50

Kondensatorları seçərkən onların nominal müqavimətlərini götürmək lazımdır.

Müqavimət $X_{nom} = \frac{U_n^2}{Q_n}$ ilə tapılır.

Aşağıda şəkil-3-də yüksək gərginlikli xəttin sadə uzununa kompensasiya sxemi verilmişdir.



şəkil 3

Burada elektrik xətti $X_1 - X_2$ ilə göstərilmişdir.

C - kondensatotlar

SA - sunt ayrıcısı

B_p - cərəyan məhdudlaşdırıcısı

R – aktiv müqavimət

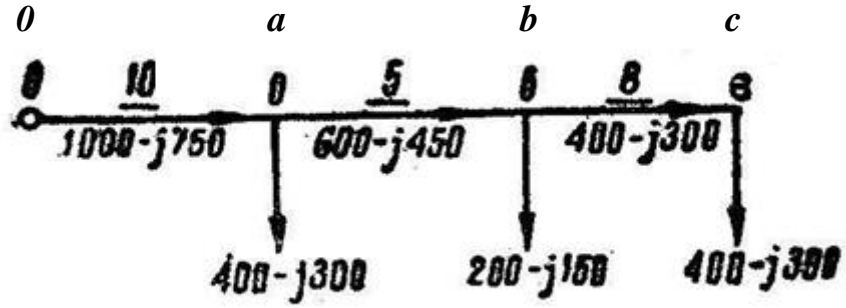
GT – gərginlik transformatorudur

A – ayrıcılar

Sxemdə göstərilən B_p ilə R müqaviməti birlikdə ifrat gərginlikdən mühafizə üçün boşaldıcı rolunu oynayır. Yuxarıdakı nəzəri araşdırmalara aşağıda göstərilən misalla nəzər salmaq.

Misal – 1

Gərginliyi $U = 10$ kV olan həm aktiv həm də reaktiv yüklərə malik müxtəlif uzunluqda hissələrə bölünmüş sadə şəbəkə sxemi verilmişdir. (Şəkil - 4).



Şəkil 4.Sadə şəbəkənin əvəz sxemi

Bu şəbəkəyə uzununa kompensasiya kondensatorlar batareyası seçmək tələb olunur.

Qida mənbəyinin verilən gərginliyi $U_v = 10,5 \text{ kv}$ -dur.

Gərginlik itgisi 8 %-dir. Maksimum yükədən istifadə müddəti

$T_{\text{mak}} = 4000$ saat, xəttin fazaları arasındakı orta məsafə $D_{\text{or}} = 1000 \text{ mm}$.

İqtisadi cərəyan sıxlığının $j = 1,1 \text{ a/mm}^2$ olan qiymətində hər hissədən axan

cərəyanları hesablayaq $\dot{I}_{0-a} = \frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{\sqrt{3} U} = \frac{\sqrt{1000^2+750^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 72,5 \text{ A}$

Alınan $\dot{I}_{0-a} = 72,5 \text{ A}$ cərəyanına uyğun en kəşik

$$F_u = \frac{I_{b-a}}{j} = \frac{72,5}{1,1} = 66 \text{ mm}^2$$

Standarta uyğun A- 70 mm^2 məftil seçirik.

$$\dot{I}_{a-b} = \frac{\sqrt{600^2+450^2}}{\sqrt{3} \cdot 10} = 43,5 \text{ A}, \text{ uyğun en kəşik}$$

$$F_n = \frac{43,5}{1,1} = 39,5 \text{ mm}^2$$

Standarta uyğun olan A-35 mm^2 məftil seçirik.

$$\dot{I}_{b-c} = \sqrt{\frac{400^2+300^2}{\sqrt{3} \cdot 10}} = 29 \text{ A} \text{ uyğun en kəşik}$$

$$F_n = \frac{29}{1,1} = 26 \text{ mm}^2$$

Standarta uyğun A-25 mm^2 naqili seçirik.

0-a – hissəsi üçün $r_0 = 0,46 \text{ om}$; $X_0 = 0,34 \text{ om}$

a-b – hissəsi üçün $r_1 = 0,92 \text{ om}$; $X_1 = 0,36 \text{ om}$

b-c – hissəsi üçün $r_2 = 1,28 \text{ om}$; $X_2 = 0,37 \text{ om}$

Yol verilən gərginlik itgisi xəttlərdə nominal gərginlik 8% - ni təşkil etdiyi üçün ,deməli $\Delta U = \frac{8 \cdot 10000}{100} = 800 \text{ V}$ olar.

Kompensasiya nəzərə alınmazsa hər hissənin gərginlik itgisi aşağıda göstərilən kimi olar.

$$\Delta U_{0-a} = \frac{P \cdot r + Q \cdot x}{U} = \frac{1000 \cdot 0,46 + 750 \cdot 0,34}{10} = 719 \text{ V}$$

$$\Delta U_{a-b} = \frac{600 \cdot 0,92 + 450 \cdot 0,36}{10} = 358 \text{ V}$$

$$\Delta U_{b-a} = \frac{400 \cdot 1,28 + 380 \cdot 0,37}{10} = 500 \text{ V} \text{ olar.}$$

Tam gərginlik itgisi $\Delta U = \Delta U_{0-a} + \Delta U_{a-b} + \Delta U_{b-c} = 719 + 358 + 500 = 1577 \text{ V}$ olar.

Bu isə yol verilən gərginlikdən təqribən 2 dəfə böyük olur.

“a” yükünün gərginlik itgisi yol verilən həddə

“b” yükünün gərginlik itgisi isə $719 + 358 = 1077 \text{ V}$ olduğu üçün uzununa kompensasiyanı sxemin (a-b) – hissəsinin axırında quraşdırmaq lazımdır. Onda bu hissəyə qirişdəki gərginlik

$$U^l = 10500 - 719 - 358 = 9433 \text{ V olacaqdır.}$$

Kondensatorlardan sonra çıxışda gərginlik

$$U^{uu} = U_n - \Delta U + \Delta U_{b-c} = 10500 - 800 + 500 = 10200 \text{ V olar.}$$

Bu kəmiyyətləri hesablandıqdan sonra kondensator batareyalarının gücünü

$$Q_c = \frac{P}{\cos \varphi} \left[\sin \varphi - \sqrt{\left(\frac{U^l}{U^{uu}}\right)^2 - \cos^2 \varphi} \right] \text{ formulasına uyğun olaraq hesab-layırıq.}$$

$$Q_c = \frac{600}{0,8} \left[0,6 - \sqrt{\left(\frac{9,4}{10,2}\right)^2 - 0,8^2} \right] \approx 100 \text{ kVar olar.}$$

Bu zaman faza müqaviməti

$$X_m = \frac{Q_c}{3 \cdot I_{a-b}^2} = \frac{100000}{3 \cdot 43,5^2} = 17,8 \text{ om olur.}$$

Kondensatorlarda mümkün olan maksimum gərginlik

$$U^u - U^l = 10200 - 9433 = 777 \text{ V olar}$$

Bu qiymətə uyğun cədvəldən kondensator seçirik.

Bu kondensatorun nominal cərəyan $I_n = 50 \text{ A}$ (cədvələ uyğun)

Olduğu üçün onun müqaviməti $X_m = \frac{50000}{50^2} = 20 \text{ om olur.}$

Kondensatorların reaktiv güc itgisi

$Q_x = 3 \cdot I_{a-b}^2 \cdot X_m = 3 \cdot 43,5^2 \cdot 20 = 114 \text{ kVar}$ olur ki, bu da O-a və a-b hissələrində axan reaktiv gücü azaldır.

Kompensasiyadan sonra sxemin hissələrində yaranan gərginlik itgiləri aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\Delta U_{0-a}^l = \frac{Pr + Qx}{U_n} \cdot l = \frac{1000 \cdot 0,46 + 636 \cdot 0,34}{10} \cdot 10 = 670 \text{ V}$$

$$\Delta U_{a-b}^l = \frac{600 \cdot 0,92 + 336 \cdot 0,36}{10} \cdot 5 = -\frac{450 \cdot 20}{10} = -562,5 \text{ V}$$

$$\Delta U_{b-c}^l = \frac{400 \cdot 1,28 + 300 \cdot 0,37}{10} \cdot 8 = 500 \text{ V}$$

“b” nöqtəsinə qədər ümumi gərginlik itgisi

$$\sum \Delta U = 670 - 562,5 + 500 = 607,5 \text{ V olur}$$

Bu rəqəm də yol verilən gərginlik itgisindən az olduğu üçün

Yəni $\Delta U_{y.v} = 800 \text{ V}$

$\sum \Delta U = 607,5 \text{ V}$ olduğunu nəzərə alsaq apardığımız hesabatın düzgün olduğunu görürük.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Elektrik xətlərinin induktivliyi hansı üsulla kompensasiya edilir?
- 2) Xəttin induktivliyinin kompensasiyası zamanı hansı itgilər azalır?

- 3) Xəttin induktivliyinin kompensasiyası hansı kompensasiya üsuluna aiddir ?
- 4) Uzununa kompensasiya üsulunda (şəkil-3) B_p cərəyan məhdudlaşdırıcısı və R müqaviməti hansı rolu oynayır?
- 5) Elektrik xətlərində yol verilən gərginlik itgisinin qiyməti neçə % - dən çox olmamalıdır ?
- 6) Şlek. şəbəkə xətlərində gərginlik itgisi hansı ardıcılıqla hesablanır?
- 7) Kondensator batareyası seçərkən xəttin hansı parametrləri hesablanmalıdır?

Sadə qapalı elektrik şəbəkələrinin hesablanması

Radial (1 xəttli) xəttlərdən fərqli olaraq sadə qapalı şəbəkələrin hesablanmasında bu xəttin 2 rejimi nəzərə alınmalıdır.

a - normal rejimdə

b - qəza rejimdə

Şəkil – 1 (a, b) –də hər iki rejim üçün sxemlər verilmişdir.

Normal rejimdə işlədicilər eyni vaxtda həm A həm də B qida mənbələrindən qidalanır.

Qəza rejimində isə işlədiciləri ya A mənbəyi və ya əksinə B qida mənbəyi enerji ilə təmin etməlidir.

Normal rejimdə Şəkil-1 (a) göstəriləni kimi 3 nöqtəsinə qədər A mənbəyi və eyni zamanda onun əksinə olaraq 3 nöqtəsinə qədər olan xətti B qida mənbəyi təmin edir.

Qəza halında isə A mənbəyindən ən çox uzaq nöqtəsinə qədər xətt enerji ilə təmin edilməlidir (əgər B qida mənbəyində qəza olarsa).

2 tərəfli sadə qapalı şəbəkələrin hesablanmasında iki xarakterik hal ola bilər.

1 -bütün xətt boyunca məftilin (kabelin) en kəsiyi eynidir.

2 -qida mənbəyinə yaxın məntəqələrdə en kəsiyi böyük olan məftil, ayrıcı 3 nöqtəsinə yaxın məntəqələrdə isə en kəsik az olan məftil istifadə olunur.

1-ci hal üçün yəni xətt boyunca kabelin en kəsiyinin eyni olması, həmin xəttə gərginlik itgilərinin az olması və iqtisadi cəhətdən əlverişli olunmasıdır.

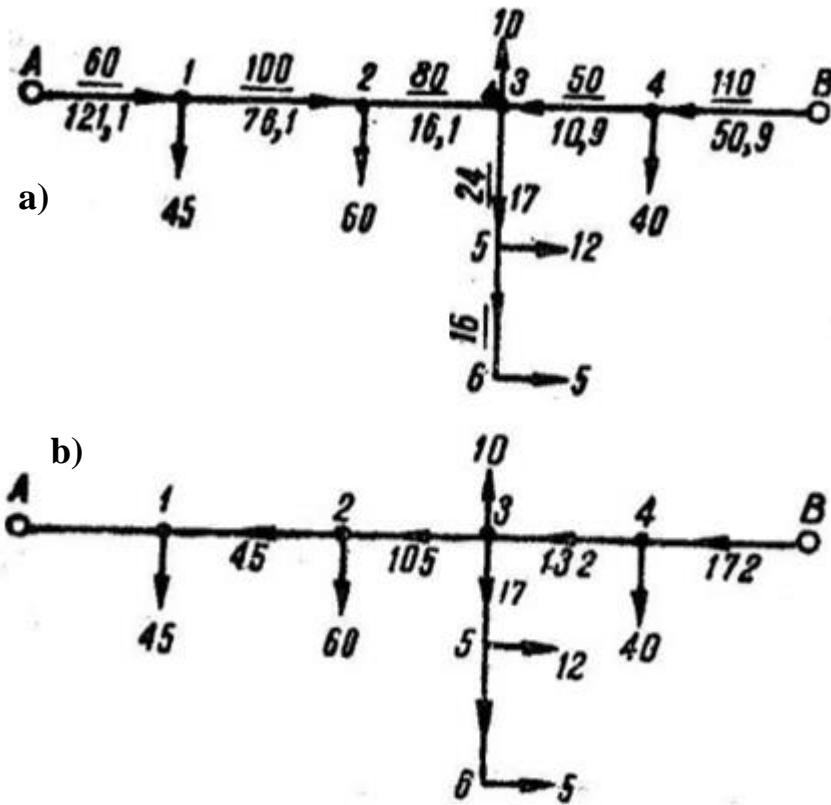
Xəttin yükü dəyişən xarakterli olduqda, bu tip şəbəkələrdə en kəsiyin seçilməsində buraxıla bilən xəta yolveriləndir.

2-ci halda yəni xəttin en kəsiyi pilləvari olacaq dəyişərsə bu halda məftillərin en kəsiyi yükə uyğun seçilir.

Sadə qapalı elektrik şəbəkəsinin hesablanması üsullarına 3 fazlı işıqlandırma sisteminin parametrlərini təyin etməklə aşağıdakı misalla nəzər salaq.

Misal – 1

A və B məntəqələrindən qidalanan və gərginliyi $U=380$ V, güc əmsalı $\cos \varphi = 1$ olan 3 fazlı işıqlandırma sisteminin AB magistral xətti və 3-6 budaqlanan işıqlandırma xətti verilmişdir (şəkil -2 a,b).



Şəkil 2 (a.b).

Şəbəkə xəttləri yeraltı kabellərlə çəkilmişdir. AB magistral xətti $3 \times 50 \text{ mm}^2$, budaqlanan hissələrin kabeli isə $3 \times 10 \text{ mm}^2$ en kəsikli kabellərlə çəkilmişdir. Buna görə də şəbəkənin reaktiv müqavimətini nəzərə almaq olar.

İşıqlanma yüklərinin (gücləri) qiymətləri və hər bir hissənin uzunluqları sxemdə göstərilmişdir.

Normal və qəza iş rejimlərində hər iki hal üçün maksimum gərginlik itgiləri (ΔU) və gücləri hesablayaq.

A və B qida mənbələrinin gərginlikləri fazaca eynidir yəni hər qida mənbəyinin faza ardıcılığı eynidir.

A -nın başlanğıc gərginliyi $U_A = 400 \text{ V}$

B -nin başlanğıc gərginliyi $U_B = 390 \text{ V}$

A mənbəyindən çıxan gücü

$$P_A = \frac{\sum_1^n P_i l_i}{l_{AB}} + \frac{U_A - U_B}{R_{AB}} \cdot U_n = \frac{40 \cdot 110 + 27 \cdot 160 + 60 \cdot 240 + 45 \cdot 340}{400} + \frac{(400 - 390) \cdot 53 \cdot 50}{400 \cdot 1000} \cdot 380$$

$$= 96 + 25,1 = 121,1 \text{ kVt}$$

Burada U_A – A qida mənbəyinin (V)

U_B – B qida mənbəyinin gərginliyi (V)

R_{AB} – AB maqistral xəttinin aktiv müqaviməti (om)

P_i – şəbəkənin B – 4 hissəsinin gücü (kvt)

l_1 – həmin hissənin (xəttin) uzunluğu (m)

l_{AB} – AB maqistral xəttin uzunluğu (m)

U_n – nominal şəbəkə gərginliyi (V)

$$U_n = 380 \text{ V}, \quad R_{AB} = \frac{l_{AB}}{\gamma F}; \quad \gamma = 53 \text{ qəbul edirik.}$$

$$R_{AB} = \frac{400}{50 \cdot 53} = 0,15 \text{ om}$$

Elektrik şəbəkəsinin gücünün məntəqələr üzrə paylanmasını tapıb (şəkil-8-7 a) A və B qıda mənbələrinin sərhəd (ayrıcı) nöqtəsini (3 nöqtəsi) təyin edirik.

“B” qıda mənbəyindən 3 nöqtəsinə qədər olan hissənin (xəttlərin) normal rejimdə gərginlik itgisi

$$\Delta U_{B-3} = \frac{P_{B-3} \cdot l_1 + P_{4-3} \cdot l_2}{\gamma F U_n} \cdot l_{AB} = \frac{50,9 \cdot 110 + 10,9 \cdot 50}{53 \cdot 50 \cdot 380} \cdot 1000 = 6,1 \text{ V}$$

$$\Delta U_{B-3} = 6,1 \text{ V olur.}$$

“A” qıda mənbəyindən 3 nöqtəsinə qədər olan xəttə yaranan gərginlik itgisi isə

$$\Delta U_{A-3} = \frac{P_{A-3} \cdot l_{A-3} + P_{1-2} \cdot l_{1-2} + P_{2-3} \cdot l_{2-3}}{\gamma F U_n} \cdot l_{A-B} =$$

$$= \frac{121,1 \cdot 60 + 76,1 \cdot 100 + 16,1 \cdot 80}{53 \cdot 50 \cdot 380} \cdot 1000 = 16,1 \text{ V}$$

Budasqlanan hissədə isə gərginlik itgisi

$$\Delta U_{3-5} = \frac{P_{3-5} \cdot l_{3-5} + P_{5-6} \cdot l_{5-6}}{\gamma F U_n} \cdot l_{AB} =$$

$$\frac{24 \cdot 17 + 16 \cdot 5}{53 \cdot 10 \cdot 380} \cdot 1000 = 2,42 \text{ V}$$

Maksimum gərginlik itgisi isə

$$\Delta U_{B-5} = \Delta U_{A-3} + \Delta U_{3-5} = 16,1 + 2,42 = 18,5 \text{ V}$$

Və ya

$$\Delta U_{B-5} = \frac{\Delta U_{A-5}}{U_n} \cdot 100\% = \frac{18,5}{380} \cdot 100 = 4,8 \%$$

Ümumi gərginlik itgisi

$U_{B-5} = 4,8 < 6\%$ olduğu üçün deməli yaranan gərginlik itgisi yol veriləndir.

5 nöqtəsindəki gərginlik

$$U_5 = U_A - \Delta U_{A-5} = 400 - 18,5 = 381,5 \text{ V olur}$$

Bu da nominal gərginliyə tam yaxın olduğu üçün yol veriləndir.

Qəza rejimində (yəni A qıda mənbəyi işləməzsə) B-dən 1 nöqtəsinə qədər olan hissənin gərginlik itgisi

$$\Delta U_{B-1} = \frac{172 \cdot 110 + 132 \cdot 50 + 105 \cdot 80 + 45 \cdot 60}{53 \cdot 50 \cdot 380} \cdot 1000 = 36,3 \text{ V olur və ya } \%-lə$$

$$\frac{\Delta U_{B-1}}{U_n} \cdot 100\% = \frac{36,3}{380} \cdot 100\% = 9,6\% \text{ olur ki, bu da } 10\% \text{-dən kiçik olduğuna}$$

görə yol verilən sayılır.

1 nöqtəsində gərginlik

$$U_1 = U_B - \Delta U_{B-1} = 390 - 36,3 = 353,7 \text{ V olur.}$$

Alınan kəmiyyətlərin qiymətlərini müqayisə elədikdə hesabın düzgün aparıldığını təyin etmək olar.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Hansı şəbəkələrə sadə qapalı şəbəkələr deyilir ?
- 2) Qapalı şəbəkələrdə neçə qida mənbəyi olur ?
- 3) Bu şəbəkənin kabellərinin en kəsiyinin seçilməsində neçə üsul olur ?
- 4) Bu şəbəkələrin gərginlik itkisi hansı ardıcılıqla hesablanır ?
- 5) Bu hesabat hansı rejimlər üçün nəzərdə tutulur?

Hava xəttlərinin gərginlik ötürmə qabiliyyətinin təyin edilməsi

Elektrik verilişi xəttinin gərginlik ötürmə qabiliyyəti əsasən 3 şərtlə müəyyən edilir.

I şərt -Gərginlik ötürmənin iqtisadi cəhətdən faydalı olması

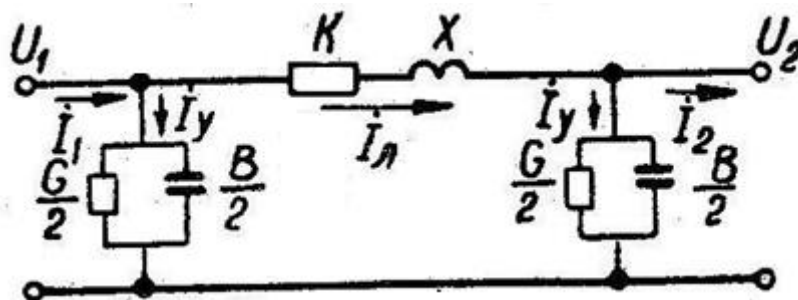
II şərt -Xəttə yaranan gərginlik itgisinin qiymətindən asılı olaraq xəttin başlanğıcında gərginliyin səviyyəsi.

III şərt -Elektrik sistemində transformatorun və ya generatorun paralel işləməsinin dayanıqlılığı (etibarlığı).

Elektrik verilişi xəttədən reaktiv gücün verilməsi xəttin tam gücünü artırır və xəttə həm gərginliyin,həm də enerji itgisinin artmasına səbəb olur.Ona görə də kompensasiya qurğularından istifadə olunur (sinxron kompensatorlar,kondensator batareyaları və s.).

Elektrik verilişində reaktiv gücün qiymətinə, xəttin işlədiciyə verdiyi induktiv gücün əksinə yönəlmiş doldurma gücü də təsir göstərir. Xəttin doldurma gücü dedikdə bu gücün qiyməti doldurma cərəyanı və işçi gərginliyin qiymətləri ilə xarakterizə olunur.

Yəni $Q_b = \sqrt{3} U I_b$ olur.



Şəkil 1

Şəkil -1 də göstərilən xəttin əvəzetmə sxeminə uyğun olaraq bütün xəttin doldurma gücü

$Q_b = U_n^2 b_0 l = U_n^2$ ilə təyin edilir və ya $B/2$ keçiriciliyi xəttin başlanğıc və son nöqtələrindəki həqiqi gərginliyə görə müəyyən edilir.

Yəni $Q_b = Q_{B1} + Q_{B2} = U_1^2 \cdot \frac{B}{2} + U_2^2 \cdot \frac{B}{2}$ olur.

Xəttin induktiv müqavimətində reaktiv güc itgisi, xəttədən verilən tam gücün kvadratı ilə düz mütənasibdir.

Reaktiv gücün xəttin induktiv müqavimətindəki itgiləri onun doldurma gücü ilə bir-birini kompensasiya edir.

Yəni $3 I^2 x_0 = 3 U_F^2 \cdot b_0$

Burada : I – xəttin cərəyanı (A)

x_0 - xəttin induktiv müqaviməti (om)

b_0 - xəttin xüsusi keçiriciliyi ($\frac{1}{om \cdot km}$)

U_k – faza gərginliyidir (V)

$\cos \varphi = 1$ olduqda xətdən ancaq aktiv güc verilər və itgilər çox kiçik olar. $\cos \varphi = 1$ qəbul etsək $x_0 = \omega l_0$ və $b_0 = \omega c_0$ şəkilində yazıb xəttin gücünü

$$P_z = \frac{U^2}{\sqrt{\frac{l_0}{c_0}}} \text{ (MVA) ilə təyin edə bilərik.}$$

Burada $\sqrt{\frac{l_0}{c_0}} = Z_d$ – xəttin dalğa müqavimətidir bu müqavimət bütün gərginliklərdə 1 məftilli xətt üçün $Z_d = 400 \text{ om}$ –dur.

2 məftilli xəttlərdə $Z_d = 320 \text{ om}$

3 məftilli xəttlərdə $Z_d = 275 \text{ om}$ olur.

Kabel xəttlərinin dalğa müqaviməti isə 1 məftilli hava xəttlərinin müqavimətindən təqribən 10 dəfə kiçik olur, dalğa müqaviməti xəttin uzunluğundan asılı olunur.

Xətdən nominal gücdən böyük güc vermək reaktiv və induktiv güc itgisinin artmasına və gərginliyin azalmasına səbəb olar.

Yuxarıda qeyd elədiyimiz mülahizələrə uyğun olaraq, aşağıda müəyyən parametrlərə və verilən şərtlərə uyğun olaraq hava xəttlərinin hesablanması üsullarına Misal-1 -ə nəzər salaq.

Misal-1

Verilir: Xəttin gərginliyi $U = 110 \text{ kV}$

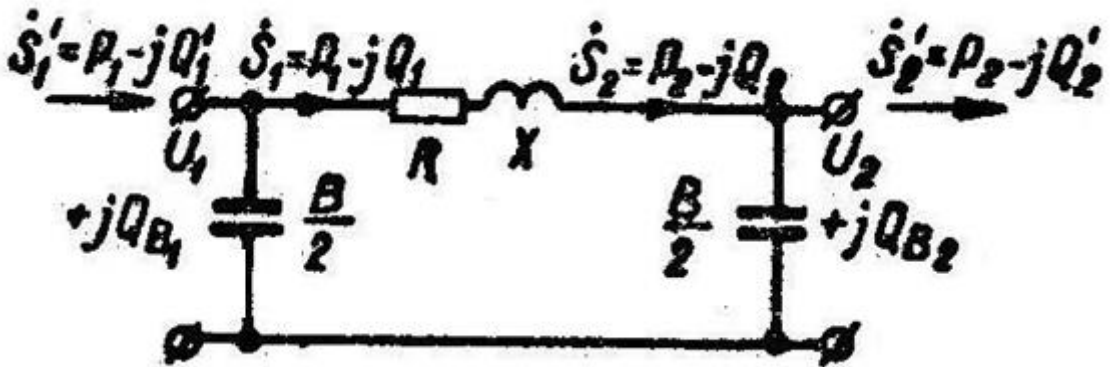
Uzunluğu $l = 140 \text{ km}$

Verilən gücü $S_1 = 50 - j30 \text{ MVA}$

İşçi gərginlik $U_1 = 120 \text{ kV}$

Xəttin birləşdiyi nöqtədəki gərginliyin $U_b = 108 \text{ kV}$ olduğu zaman xəttin sonundakı gərginliyi (U_2) və transformatorun transformasiya əmsalını tapmalı.

Bunun üçün şəkil -2 də göstərilən xəttin “II” şəkilli əvəz sxeminə nəzər salaq.



Şəkil 2

Xəttin dəmir-beton dirəklərlə orta aralıq məsafələri $D_{or} = 4.4 \text{ m}$ məftillərdən çəkildiyini qəbul edək. Xəttin hesablanması üsullarına nəzər salaq.

Xəttin aktiv müqaviməti :

$$R = 0,132 l = 0,132 \cdot 140 = 18,5 \text{ om}$$

Xəttin reaktiv müqaviməti

$$X = 0,39 l = 0,39 \cdot 140 = 54,5 \text{ om}$$

Məftilin diametri $d = 21,6 \text{ mm}$

Keçiriciliyi isə $B = 400 \cdot 10^{-6} \text{ om}^{-1}$ -dir.

Sxemə uyğun olaraq yükün ümumi gücü

$$Q_{Bt} = Q_{B1} + Q_{B2} = U_1^2 \cdot \frac{B}{2} + U_2^2 \cdot \frac{B}{2} = 120^2 \cdot \frac{400 \cdot 10^{-6}}{2} = 2,9 \text{ Mvar}$$

Sistemin başlanğıc gücü isə

$$S_1 = P_1 - jQ_1 = P_1 - j(Q_1 + Q_2) = 50 - j(30 + 2,9) = 50 - j 32,9 \text{ MVA olur.}$$

Yüklü halda xəttin sonundakı gərginlik

$$U_2 = U_1 - \frac{P_1 R + Q_1 x}{U_1} - j \frac{P_1 x - Q_1 R}{U_1} = 120 - \frac{50 \cdot 18,5 + 32,9 \cdot 54,5}{120} - j \frac{50 \cdot 54,5 - 32,9 \cdot 18,5}{120} = \\ = (120 - 22,7) - j 17,6 = 99 \text{ kV} \text{ olar.}$$

Xəttin birləşdiyi nöqtədəki gərginlik $U_b = 108 \text{ kv}$ olarsa onda xəttin sonunda transformasiya əmsalı

$$K = \frac{U_b}{U_2} = \frac{108}{99} = 1,09 \text{ olur.}$$

Buna görə də xəttin sonunda avtotransformator quraşdırmaq lazımdır.

Xəttin aktiv və induktiv müqavimətlərində yaranan güc itgiləri

$$\text{Aktiv güc itgisi} \quad \Delta P = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_1^2} \cdot R = \frac{50^2 + 32,9^2}{120^2} \cdot 18,5 = 4,6 \text{ MVt}$$

$$\text{Reaktiv güc itgisi} \quad \Delta Q = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_1^2} \cdot x = \frac{50^2 + 32,9^2}{120^2} \cdot 54,5 = 13,3 \text{ Mvar olur.}$$

Xəttin sonundakı güc

$$S_2 = (P_1 - \Delta P) - j(Q_1 - \Delta Q) = (50 - 4,6) - j(32,9 - 13,6) = 45,4 - j 19,3 \text{ MVA olur.}$$

Xəttin sonunda alınan güc isə

$$Q_{B2} = Q_{B1} + Q_{B2} = U_1^2 \cdot \frac{B}{2} + U_2^2 \cdot \frac{B}{2} = 99^2 \cdot \frac{400 \cdot 10^{-6}}{2} \approx 2 \text{ Mvar} \text{ olar}$$

Enerji sisteminin ümumi gücü

$$S_2 = P_2 - j(Q_2 + Q_{B2}) = 45,4 - j(19,3 + 2) = 45,4 - j 21,3 \text{ MVA} \text{ olur}$$

Xəttin güc əmsalı $\cos \varphi = 0,9$

$$\text{f.i.ə.-li isə } \eta = \frac{45,4}{50} \cdot 100 = 90,8 \%$$

Verilən xətt üçün hesablanan parametrlər normalara uyğundur və belə xəttin dayanıqlı, etibarlı işləməsi üçün zəmin yaradır.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1) Elektrik verilişi xəttlərində hansı şərtlər qorunmalıdır?
- 2) Reaktiv gücün artması xəttin hansı parametrlərinə təsir edir?
- 3) Reaktiv gücü kompensasiya etmək üçün hansı üsullardan istifadə olunur ?
- 4) Doldurma gücü nədir və o xəttin reaktiv gücünə necə təsir edir?
- 5) Xəttin dalğa müqaviməti (Z_d) nədir və o məftillərin sayından asılı olaraq necə dəyişir ?
- 6) Xəttin dalğa müqaviməti xəttin uzunluğundan asılı olaraq dəyişirmi?

S Ə R B Ə S T İ Ş № 40

Elektrik qurğularında yerləbirləşdirici quruluşların

hesablanması üsulları

Bu qurğuların hesabat zamanı onların tipləri, sayı və naqillərinin en kəsiyi müəyyənləşdirilir.

Yerin (qruntun) ölçmə yolu ilə alınan xüsusi müqavimət yerləbir-ləşdiricinin müqavimətini müəyyənləşdirən mühüm kəmiyyətdir. Torpağın xüsusi müqaviməti yaz və payız aylarında aşağı olur. Yay və qış aylarında torpağın xüsusi müqaviməti artır və hesabat zamanı bu artma əmsalı nəzərə alınır.

Torpağın (qruntun) xüsusi müqaviməti $\rho = \rho_{ölç} \cdot \psi$ ilə təyin edilir.

$\rho_{ölç}$ –qruntun ölçülmüş xüsusi müqaviməti,

ψ - müqavimətin artma əmsalıdır.

Aşağıda müxtəlif tərkibli qruntların xüsusi müqavimət qiymətləri verilmişdir.

Qum – 700 om· m

Bağ torpağı - 40 om· m

Qumlyca – 300 om· m

Qaratorpaq – 20 om · m

Gilcə - 10 om · m

Torf – 20 om · m

Gil – 40 om· m

Müqavimət əmsalları əsasən 3 giymətə malik olur.

ψ_1 – qruntnun xüsusi müqaviməti minimum olduqda

ψ_2 – qruntnun xüsusi müqaviməti orta qiymətdə olduqda

ψ_3 – qruntnun xüsusi müqaviməti maksimum olanda

Cədvəl -1 də müxtəlif qruntlar üçün bu əmsalların qiymətləri verilmişdir.

cədvəl 1

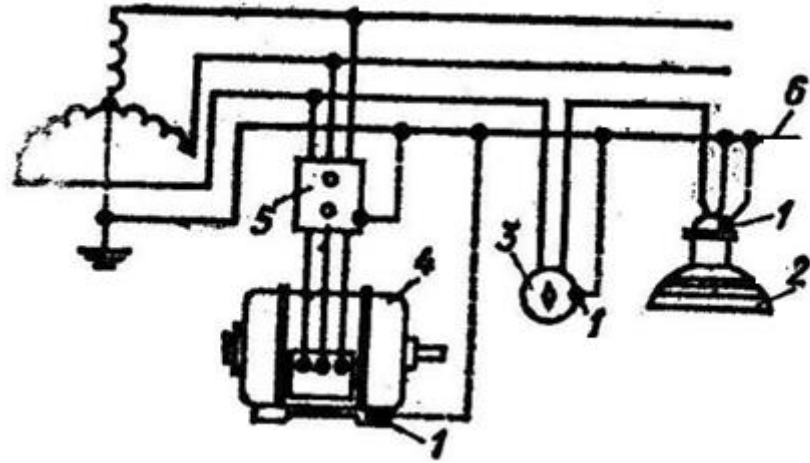
Qruntnun xarakteri	Yatım dərinliyi, m	Hesablama əmsalları		
		f_1	f_2	f_3
Gilcə	0,8 -3,8	2,0	1,5	1,4
Alt qatı gil olan bağ torpağı (0,6m)	0 -3	-	1,32	1,2
Gil qatışığı olan çınqıl, altda gil	0 -2	1,8	1,2	1,1
Əhəngdaşı	0 - 2	2,5	1,51	1,2
Qum qatışığı olan çınqıl	0 - 2	1,5	1,3	1,2
Torf	0 - 2	1,4	1,1	1,0
Qum	0 - 2	2,4	1,56	1,2
Gil	0 - 2	2,4	1,36	1,2

Şaquli yerləbirləşdiricinin müqaviməti $R_0 = (0,366 \rho/l)$

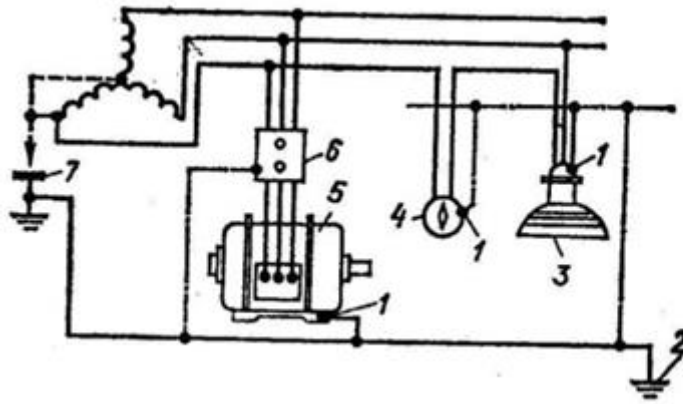
Məsələn:1) diametri $d=12$ mm, uzunluğu $l=5$ m olan yerə vurulmuş çubuq elektrod üçün qurğunun müqaviməti $R_0 = 0,002 \rho$ olur.

2) Sahəsinin ölçüsü $50 \times 50 \times 5$ mm,uzunluğu $2,5$ m olan bucaq elektrodun müqaviməti $R_0 = 0,003 \rho$ olur.

Aşağıda şəkil -2 və şəkil -3 -də 1000 V-a qədər gərginlikli qurğuların yerləbirləşdirmə sxemi verilmişdir.



Şəkil 2



Şəkil 3

Şaquli yerləbirləşdiricilərin sayı $U=R_0/(\eta \cdot R_{j.b})$ təyin edilir.
 η - ekranlama əmsəlidir.

cədvəl 2

Boru şəkilli yerləbirləşdiricilərin sayı	Borular arasındakı məsafənin onların uzunluğuna nisbəti (a/l) zamanı ekranlama əmsəli					
	Borular bir sırada birləşmişdir			Borular kontur üzrə yerləşmişdir		
	3	2	1	3	2	1
5	0,87	0,8	0,68	-	-	-
10	0,83	0,7	0,55	0,78	0,67	0,5
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,60	
30	0,75	0,60	0,40	0,71	0,59	
50	0,73	0,58	0,30	0,68	0,52	
100	-	-	-	0,64	0,48	
200	-	-	-	0,61	0,44	
300	-	-	-	0,60	0,43	

Yük cərəyanı 500 A-dən çox olan gərginliyi 1000 V -a qədər olan avadanlıqların yerləbirləşdirici qurğusunun olan en kəsiyi seçilməlidir ki, yerə birləşmə cərəyan keçən zaman yerləbirləşdiricinin temperaturu $400^{\circ}C$ -dən artıq olmamalıdır.

Yerlə birbaşa birləşdirilmiş neytralı olan 1000 V -dək gərginlikli şəbəkədə faza və sıfır məftilləri arasında qapanma zamanı xəttin açılmasını təmin etmək üçün qapanma cərəyan aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$I_q = U_F(Z_{ilg} - Z_T)$$

I_q - qapanma cərəyanı (A)

U_F - faza gərginliyi (V)

Xəttin ilgəyinin (faza sıfır) tam müqaviməti qapanma zamanı transformatorun müqavimətidir.

1 fazlı qapanma zamanı $I_g = KI_{nom}$ olur

K -qapanma əmsalıdır. Cədvəl -3 də bəzi aparatlar üçün bu əmsalın qiyməti verilmişdir.

cədvəl 3

Mühafizə aparatı	Binlarda qapanma cərəyanının K dəfəliliyi	
	<i>normal mühitdə</i>	<i>partlayış təhlükəli mühitdə</i>
Qoruyucular	$3 J_{nom}$	$4 J_{nom}$
Əks –asılı xarakteristikalı avtomatlar	$3 J_{nom}$	$6 J_{nom}$
Elektromaqnit açıcısı olan avtomatlar	$J_{nom} \leq 100$ A olanda $1,4 J_{nom}$ $J_{nom} > 100$ A olanda $1,25 J_{nom}$	$J_{nom} \leq 100$ A olanda $1,4 J_{nom}$ $J_{nom} > 100$ A olanda $1,25 J_{nom}$

Bu əmsalın qiyməti müxtəlif aparatlar üçün müxtəlif şəraitdə ayrı-ayrı qiymətlərə malik olur.

Aşağıda 10/0,4 kV yarımstansiyanın yerləbirləşdirici elektrodlarının sayını müəyyən etməli. 10 kV tərəfin neytralı izolyasiya olunmuş, 0,4 kV gərginlik tərəfdə yerlə birbaşa birləşdirilmişdir.

Bu yarımstansiyanın 10 kV gərginlikli hava xəttinin ümumi uzunluğu $l_1 = 10$ km, kabel xətlərinin ümumi uzunluğu isə 20 km-dir. Hesablama əmsalı $\psi = 1,5$ -dir. Yay aylarında qruntun ölçülməsi göstərilmişdir ki, qruntun müqaviməti $\rho = 0,6 \cdot 10^4$ om·sm = 60 om·m-dir.

Yarımstansiyanın 10 kV tərəfində neytral izolyasiya edilmiş, 0,4 kV tərəfdə isə neytral birbaşa yerləşdirilmişdir.

Misalın həlli :

10 kV gərginlikli şəbəkə yerlə bir fazlı qapanma cərəyanı

$$I_q = U(35l_{kab} + l_n)/350 = 10 \cdot (35 \cdot 20 + 10)/350 = 20,2$$
 A

Burada U- şəbəkə gərginliyi (V)

l_{kab} və l_n – kabel və hava xətlərinin cəmi uzunluğu (km).

Yerləbirləşdirmə şəraitində 10 kV şəbəkə üçün yerləbirləşdirici quruluşun müqaviməti

$$R_j = \frac{U_j}{I_j} = \frac{125}{20,2} = 6,2$$
 om olur

I_j – yerə qapanma cərəyanı

U_j – yerəqapanma gərginliyidir.

0,4 kV gərginlikli neytralı birbaşa yerəbirləşdirilmiş quruluşun müqaviməti. 40 m –dən çox olmamalıdır.

Qruntun xüsusi müqaviməti

$$\rho = \rho_{\zeta \cdot j \cdot b} \cdot \varphi_2 = 0,6 \cdot 10^4 \cdot 1,5 = 0,9 \cdot 10^4 \text{ om} \cdot \text{sm} = 90 \text{ om} \cdot \text{m}$$

Müqavimətin artma əmsalı $\psi_2 = 1,5$ (cədvəl -1)

Yerləbirləşdirici elektrod kimi $l = 5 \text{ m}$ uzunluqda çubuq elektrodlar seçilir.

Yerləbirləşdirici kimi $l = 5 \text{ m}$ uzunluğunda çubuq elektrodlar seçilir.

Bir elektrodun müqaviməti

$$R_{0 \text{ çub.}} = 0,002 \cdot \rho = 0,002 \cdot 0,9 \cdot 10^4 = 20,4 \text{ om}$$

Qəbul edirik ki, yerləbirləşdiricilər bir xətt boyu yerləşir və aralarındakı məsafə $a = 6 \text{ m}$ olur.

Yerləbirləşdiricilərin sayı

$$n = \frac{R_{0 \text{ çub.}}}{\eta R_{j.b.}} = \frac{20,4}{(0,8 \cdot 4)} = 6 \text{ ədəd}$$

Burada $\eta = 0,8$ olduqda (cədvəl -2) $R_{y.b.} = 4 \text{ om}$ – olur.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

1) Yerləbirləşdirici quruluşu hesablamaq üçün elektrodların hansı parametrləri müəyyənləşdirilir?

2) Torpağın xüsusi müqavimətinin qiyməti nə zaman dəyişir?

3) Müqavimət əmsalları əsasən neçə qiymətə malik olur?

4) Elektrodların en kəsiyi onun hansı parametrinə uyğun olaraq seçilir?

5) Qruntun (torpağın) müqaviməti fəsillərə uyğun olaraq necə dəyişir?

6) Qapanma cərəyanı əmsalının (K) qiyməti aparatların tipindən və növündən asılı olaraq dəyişirmi?

Polad məftillərin aktiv və induktiv müqavimətlərinin təyin edilməsi üsulları

İşin məqsədi

Polad məftillərin bu xəttədən axan cərəyanın qiymətinə uyğun aktiv və induktiv müqavimətinin hesablanmasıdır.

Elektrik hava xətləri materialından, uzunluğundan, qalınlığından asılı olaraq aktiv müqavimətə malik olur.

Əlvan metallardan (mis, aliminyum) hazırlanmış elektrik məftillərində onların aktiv müqaviməti havanın temperaturundan, ondan axan cərəyanın qiymətindən asılı olaraq dəyişir.

Çox zaman hesablamalar zamanı əsasən məftilin aktiv müqavimətini sabit qəbul edirlər. Məftillərin induktiv müqaviməti isə məftildən axan dəyişən cərəyanın yaratdığı daxili və xarici maqnit sahəsindən asılı olaraq dəyişir.

Sxemə əsasən hər iki məftil ilgək vasitəsi ilə diyircəyə birləşdirilir. a və b nöqtələri arasında əsas qidalandırıcı naqilin dövrədən asılması üçün 2 ədəd 75/5 tr-ya əmsalına malik cərəyan transformatoru quraşdırılır ki, bu da transformatorun həm 75/5 həm də 37.5/5 nisbətində ölçü aparmağa zəmin yaradır.

Cərəyanın aşağı qiymətində II-1 açarını I vəziyyətə gətirirlər. Bu zaman cərəyan transformatorun II tərəf dolaqları onun 75/5 nisbəti qiymətində dövrəyə paralel qoşulmuş olur ki, bu da onların transformasiya əmsalının 37/5 qiymətində olmasına zəmin yaradır.

Axan cərəyanın 37.5-75 A arasında olduğu zaman ölçü aparmaq üçün A açarını II vəziyyətə qətirmək lazımdır.

Bu zaman transformatorun biri dövrəyə qısa qapanır, digər transformator 75/5 əmsalı qiymətində dövrəyə qoşulmuş olur.

T -transformatorun tədqiq olunan məftillərə 2 -12 V gərginlik verilir.

Ölçü cihazları isə 110 -150 V -luq gərginlik transformatoruna qoşulmuş vəziyyətdə olur (T_n).

II -2 açarı vəziyyəti ilə ölçü cihazlarını TH -transformatorun qidalandırmaq mümkündür. Əgər ölçü dövrəsinin ölçü cihazlarının tələb etdiyi cərəyan məftildən (naqildən) axan cərəyanın qiymətçə yaxın olarsa, ölçü cihazlarının dəqiq göstərişini almaq üçün onların qida dövrəsini cərəyan transformatorlarına qədər dövrəyə qoşmaq lazımdır.

Cərəyan artdıqca tıxaclardakı gərginliyin aşağı düşməsi ilə əlaqədar olaraq, ölçü dövrəsinə lazım olan cərəyandan xeyli artıq cərəyan axar və ölçü dövrəsində nasazlıq yaranar.

Ona görə də $\Pi -2$ açarı ilə ölçü dövrəsini qidalandıran gərginlik cərəyan transformatorundan sonra qoşulur .

Məftillərin qızma həddini qalvanometr vasitəsi ilə ölçürlər .

İşin məqsədə uyğun qurulması üçün aşağıdakı şərtlərə əməl etmək lazımdır.

Bütün ölçüləri sxemin normal rejimində qeyd etmək və işə uyğun qrafiki tərtib etmək lazımdır.

Hesabatın yerinə yetirilmə üsulu aşağıdakı qaydada olmalıdır .

1) Ölçüləri cərəyan transformatorunun $37,5 / 5$ nisbəti və gərginliyin $U = 14 \text{ V}$ olan qiymətində aparmaq lazımdır.

I ölçü qiymətləri cərəyanın $I = 7,5 \text{ A}$ qiymətində də gərginliyin isə tədricən $U = 150 \text{ V}$ -a qədər müxtəlif qiymətlərində aparılır.

Məftilin tələb etdiyi güc

$P = a_n \frac{a_0 K_1}{K_u}$ formulası ilə təyin edilir.

Burada a_n vattmetrin göstərişi

a_0 - cihazın hər bir bölgüsünün qiyməti

K_1 - cərəyan transformatorunun transformasiya əmsalı

K_u - gərginlik transformatorunun transformasiya əmsalıdır.

Cərəyanın normal qiymətində qalvanometrin göstərişini qeyd edib temperaturun sabit qiymətində U , I və P parametrlərinin qiymətini qeyd etmək lazımdır.

2) Cərəyanın gərginliyini ayrı -ayrı qiymətlərini, cihazların bölgülərinin qiymətlərini ayrı -ayrı ölçülərə uyğun qeyd etmək, tədqiq olunan məftillərin qalınlığını təyin etmək lazımdır.

3) Bütün cihazların göstərişlərini qeyd edib məftilin aktiv, induktiv müqavimətlərini təyin etmək eyni zamanda bu müqavimətlərə uyğun məftilin qızma temperaturunu təyin etmək lazımdır.

4) Aktiv müqavimət (r), induktiv müqavimət (x) və məftilin qızma temperaturu (t) arasındakı asılılıq qrafikini qurmaq lazımdır.

Məftilin aktiv müqavimətini, məftilin qızma temperaturunun 20^0 olduğu zaman

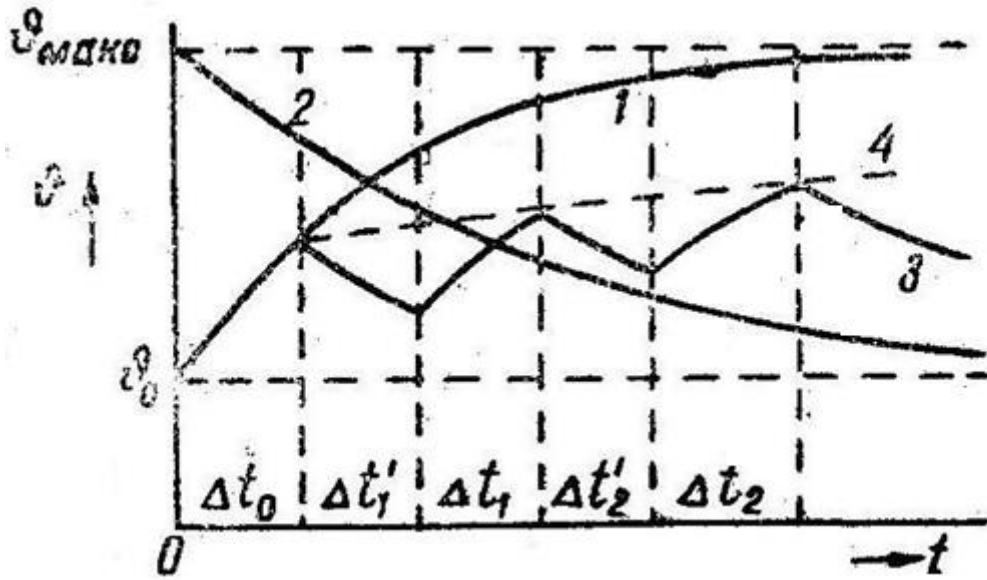
$r_t = r_{r0} [1 + a (t - 20^0)]$ ilə hesablanır.

$t < 100^0$ olduqda məftilin temperatur əmsalı $a = 0,0045$ götürülür.

Xarici induktiv müqavimət isə

$X = 0,289 L \frac{2D}{d}$ (Om /km) ilə təyin edilir.

Burada D – məftillərin bərkidildiyi nöqtələr arasındakı məsafədir (M_m) 4- cü bəndin tələblərinə uyğun asılılıq qrafiki aşağıdakı kimi olar.



Şəkil 5 – 1.

Yuxarıda hesablamaların nəzəriyyəsinə uyğun olaraq aşağıdakı misala nəzər salaq.

Misal .1

35 kV gərginlikli hava xətti üçün seçilmiş məftilləri qızmaya görə yoxlamaları onun n kəsiyini təyin etməli və məftilin normal temperaturunun normal və maksimum yük şəraitində təyin etməli, hava temperaturunun yay dövründə orta qiymətini

$$T = + 35^{\circ} \text{C} - \text{götürək}$$

Misalin həlli

Kənd təsərrüfatı müəssisəsinini enerji ilə təmin etmək üçün 35 kV -luq elektrik verilişi xətti üçün məftillərin en kəsiyini seçməli. Maksimum yükü $S = 18 \text{ mvt}$ qəbul edək. Maksimum yükləmədən istifadə müddəti

$T = 4500$ saatdır.

Onda maksimum cərəyan

$$I_{\max} = \frac{S}{\sqrt{3} U} = \frac{18000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 295 \text{ A olur .}$$

Cədvəldən təyin etmək olar ki $T = 4500$ saat olduqda polad-aluminium məftili üçün cərəyanın sıxlığı $g = 1,1 \text{ A / mm}^2$ -dir.

Cədvəl 4.2

Maksimal yükdən istifadə müddəti, T (saat)	Çılpaq məftillər və şintlər		Kağız izolyasiyalı kabellər və rezin izolyasiyalı məftillər		Rezin izolyasiyalı kabellər	
	mis	Alüminium	damarlar		damarlar	
			mis	alüminium	mis	alüminium
1000 - 3000	2,5	1,3	3,0	1,6	3,5	1,9

3000 - 5000	2,1	1,1	2,5	1,4	3,1	1,7
5000 - 8760	1,8	1,0	2,0	1,2	2,7	1,6

Məftilin iqtisadi en kəsiyi

$$F_n = \frac{i_m}{g} = \frac{295}{1.1} = 268 \text{ mm}^2 \text{ olar.}$$

Veriliş xətti 2 ədəd olduğuna görə məftilin iqtisadi en kəsiyinin orta sıxlığı: $F_n = \frac{268}{2} = 134 \text{ mm}^2 \text{ olar.}$

İndi də 35 kV – luq bu məftillərin qızmaya uyğun yoxlamalı, normal və qəza rejimlərində onun həqiqi temperaturunu təyin etməli.

Seçilən AC – 150 mm² məftil üçün yol verilən cərəyanın qiyməti

$$I = 445 \text{ A}$$

Ətraf temperaturu $T = + 35 \text{ }^\circ\text{C}$ qəbul etsək

$$I_y = I \sqrt{\frac{70-T_1}{70-T_2}} = 445 \sqrt{\frac{70-35}{70-25}} = 403 \text{ A olar}$$

Normal və qəza rejimlərində məftilin temperaturunu

$$t_n = \frac{i_m^2}{I_y^2} (70 - T_1) + T_1 = \frac{147^2}{403^2} (70 - 35) + 35 = 39,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Qəza rejimindəki məftilin temperaturu isə $t_q = \frac{295^2}{403^2} (70 - 35) + 35 = 53 \text{ }^\circ\text{C}$ olar.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

- 1 Polad məftillər hansı müqavimətə malik olur?
- 2 Əlvan metallardan hazırlanmış məftillərin aktiv müqaviməti hansı amillərdən asılıdır?
- 3 Məftilin induktiv müqaviməti nədən asılıdır?
- 4 Məftilin en kəsiyi hansı parametrlərə uyğun seçilir?
- 5 Məftilin en kəsiyi seçildikdən sonra onun hansı parametərə görə yoxlayırlar?

0,4 kV (0.38 kV) elektrik şəbəkələrində qızmaya görə qoruyucuların və kabellərin, məftillərin en kəsiyinin secilməsi üsulları

0.4 kV-luq elektrik xəttlərində, kabellərdə istifadə olunan avtomatların, qoruyucuların, seçilməsi əsas şərtidir.

Əsasən avtomatları, qoruyucuları seçən zaman ayrı -ayrılıq da kabel və hava xəttlərinin işçi cərəyanları, maksimum cərəyanları nəzərə alınmalıdır. İşlədicilərin gücü, onların cərəyanlarının hesablanması da vacibdir.

İlk növbədə 2 əsas şərt qorunmalıdır:

$$2) \quad \dot{I}_b \geq \dot{I}_p \quad 2) \quad \dot{I}_b \geq \frac{\dot{I}_{mak}}{\alpha} \quad \text{olmalıdır.}$$

Burada : \dot{I}_b - qoruyucunun dözmələyəni

\dot{I}_p - işçi cərəyan

\dot{I}_{mak} - işlədicinin mak.cərəyanı

α - işə salma əmsalındır

Əsasən çox güclü işlədicilər üçün $\alpha = 1,6 \div 2$ digər işlədicilər üçün isə $\alpha = 2,5$ götürülür.

Əgər 0,4 kV şəbəkədən eyni zamanda bir neçə elektrik tələbətçisi enerji ilə təmin edilirsə onda aşağıdakı 3 şərt qorunmalıdır:

$$1) \quad \dot{I}_b \geq m \sum_1^n \dot{I}_p$$

$$2) \quad \dot{I}_b \geq \frac{\dot{I}_{mak}}{\alpha} \quad \text{olmalıdır.}$$

3) Qoruyucunun nominal cərəyanı, ondan sonra gələn qoruyucunun cərəyanından 1-2 pillə az olmalıdır. Buda xətlərin qorunması üçün selektivlik şəraiti yaradır.

Bu formulalarda m -işlədicilərin eyni vaxtda işə salma əmsalı,

n – işə salmaların sayı

\dot{I}_b - qoruyucunun cərəyanı

\dot{I}_p - işlədicinin cərəyanıdır.

$n \leq 3$ olduqda, $m = 1$ və

$n > 3$ olduqda, $m < 1$ olur.

0.4 kV -luq paylayıcı şəbəkənin qısaqapanmadan qorunması üçün işlədicinin cərəyanının qiyməti $\dot{I}_p \geq 1,25 \dot{I}_b$ olmalıdır.

Şəbəkə elementlərinin qısaqapanmadan və artıq yükləmədən qorunması üçün yuxarıdakı şərtlər nəzərə alınmalıdır. Kabellərin, məftillərin qızmaya görə en kəsiyinin secilməsində, qızmaya görə düzləndirmə əmsalı (k_t) və işə salma zamanı düzləndirmə əmsalının (K_p) qiymətləri nəzərə alınmalıdır.

Aşağıdakı misallarda qoruyucuların və kabellərin secilməsi üsullarına nəzər salmaq.

Misal - 1

Gücü $P = 30$ kVt, gərginliyi $U = 380$ V olan mühərrikin yanğına və partlayışa həsas olan otaqda normal iş rejimində işləməsi üçün, mühərrikin işə salma cərəyanına ($\dot{I}_{i\dot{s}}$) və nominal cərəyanına uyğun olaraq kabel və ya naqıl secilməlidir.

Mühərrikin parametrləri aşağıda göstərilmişdir:

Faydalı iş əmsalı $\eta = 0,89$

Yüklənmə əmsalı $K_z = 0,9$

Güc əmsalı $\cos \varphi = 0,88$

İşə salma cərəyanının (I_n) nominal cərəyandan 5 dəfə böyük olduğunu qəbul edirik, yəni $I_{i.s.} = 5 I_n$

Misal aşağıdakı ardıcılıqla həll olunur.

4) Mühərrikin nominal cərəyanı

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \eta} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,88 \cdot 0,89} = 58,2 \text{ A}$$

5) Mühərrikin işçi cərəyanı

$$I_p = I_n K_Y = 58,2 \cdot 0,9 = 52,4 \text{ A}$$

K_Y - yüklənmə əmsalıdır $K_Y = 0$

6) İşə salma cərəyanı

$$I_{i.s.} = 5 I_n = 5 \cdot 58,2 = 291 \text{ A}$$

Bu qiymətlərə uyğun qoruyucu seçirik

3) $I_b \geq I_p$ olduğuna görə

$$I_b \geq 52,4 \text{ A}$$

4) $I_b \geq \frac{I_{mak}}{\alpha}$

$$I_b \geq \frac{291}{2,5} = 116 \text{ A}$$

$$I_b \geq 116 \text{ A} \text{ olmalıdır.}$$

I_b - qoruyucunun cərəyanı

I_p - işlədicinin işçi cərəyanıdır

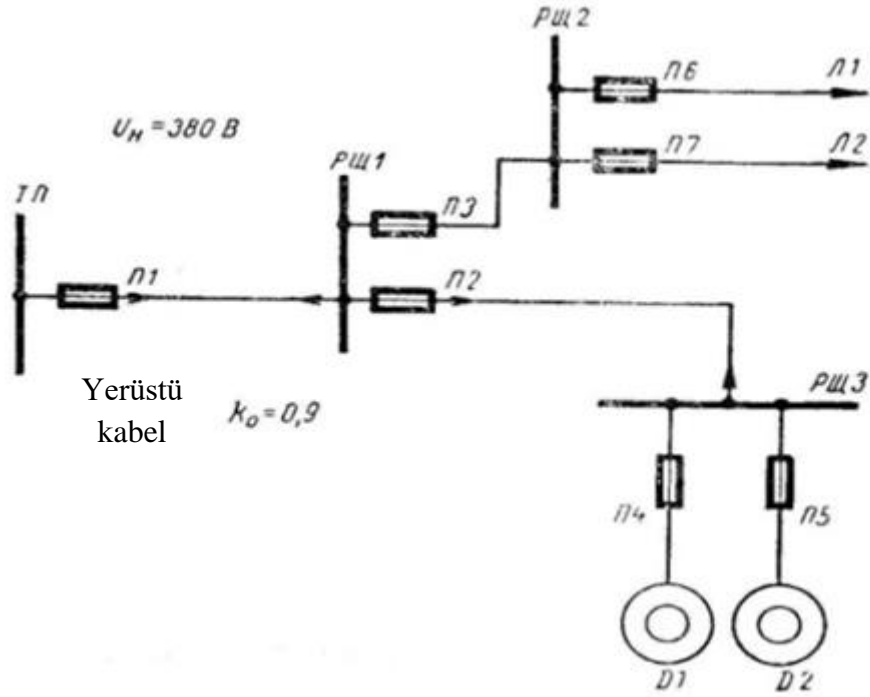
α - işə salma əmsalıdır.

Qoruyucunun hesabat cərəyanının qiyməti $I_b \geq 116$ olduğu üçün qiyməti 125 A-ə hesablanmış qoruyucu seçirik.

Bu hesabatdan sonra mühərriki qidalandıran kabeli seçirik en kəsiyi $F = 50 \text{ mm}^2$ olan kabelin buraxıla bilən cərəyanının $I_n = 170 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alsaq, hesabat qiymətlərinə uyğun olaraq 50 mm^2 en kəsiyi olan kabel seçilir.

Misal -2

İki ədəd qısa qapanmış rotorlu mühərriki və iki işıqlanma xətlərini qidalandıran 0,38 kV şəbəkə üçün qoruyucu və kabellərin seçilməsi üsulunu araşdıraraq.



Şəkil 4.

Mühərriklərin işlədiyi sexin temperaturunu $+ 35^0$ qəbul edək.

Mühərrikləri qidalandıran naqıl АПР markalı olub boru vasitəsi ilə çəkilməmişdir.

PIII 1-dən PIII3-yə paylayıcı qutulara 3 damarlı alüminium kabellər, PIII1-dən PIII2-yə isə açıq halda АПР tipli naqillər çəkilməmişdir.

ТII - transformatordan PIII 1- ə kimi hava məftilləri vasitəsi ilə xətt çəkilməmişdir. Havanın temperaturu $t = + 25^0$, mühərriklərin eyni zamanda işə salma əmsalı $m = 0,9$ -dur.

Şəbəkə elementlərinin parametrləri aşağıda göstərilmişdir.

Mühərrikin gücü $P = 66$ kVt

İşə salma cərəyanı $\dot{I}_{i.s.} = 5 \cdot \dot{I}_n$

Faydalı iş əmsalı $\eta = 0.89$

Güc əmsalı $\cos \varphi = 0.80$

Yüklənmə əmsalı $K_y = 0.8$

Misal aşağıdakı ardıcılıqla həll olunur:

1) Mühərriklərin nominal cərəyanı

$$\dot{I}_n = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi \eta} = \frac{66}{\sqrt{3} \cdot 0.38 \cdot 0.89 \cdot 0.8} = 141 \text{ A}$$

2) Mühərriklərin işçi cərəyanı

$$\dot{I}_p = \dot{I}_n K_y = 141 \cdot 0.8 = 113 \text{ A}$$

3) Mühərrikin işə salma cərəyanı

$$\dot{I}_{i.s.} = 5 \cdot \dot{I}_n = 5 \cdot 141 = 705 \text{ A}$$

İşə salma cərəyanının ($\dot{I}_{i.s.}$), işə salma əmsalına (α) nisbəti

$$\frac{\dot{I}_{i.s.}}{\alpha} = \frac{705}{2,5} = 282 \text{ A}$$

Mühərriklər üçün işə salma əmsalı $\alpha = 2,5$ qəbul edilir.

Sexin işıqlanma sisteminin işçi cərəyanı

$$I_p = I_n = \frac{P}{\sqrt{3} U_n} = \frac{10}{1,73 \cdot 0,38} = 15 \text{ A}$$

P – işıqlanma sisteminin gücüdür

$$P = 10 \text{ kVt.}$$

Bu qiymətləri təyin etdikdən sonra mühərriklər və işıqlanma sistemi üçün ayrılıqda qoruyucu seçirik.

Mühərrik üçün 1) $I_b \geq I_p$; yəni $I_b \geq 15$

$$2) I_b \geq \frac{I_{i.s.}}{\alpha}; \text{ yəni } I_b \geq \frac{705}{2,5} = 282 \text{ A}$$

Olduğunu nəzərə alsaq cərəyanı 300 A olan qoruyucu seçirik.

İşıqlanma sistemi üçün isə cərəyanı 15 A olan qoruyucu seçilir.

Mühərriklər üçün isə şərt əsasən

$$I_b \geq 0,33 I_{no} \text{ olduğunu nəzərə alsaq}$$

$$I_b \geq 0,33 \cdot 300 = 99 \text{ A}$$

≥ 99 A olduğu üçün en kəsiyi $F = 50 \text{ mm}^2$ olan kabel seçirik.

Sexin işıqlanma sistemi üçün isə, işçi cərəyanının qiymətinin

$I_p = 1,25 I_n = 1,25 \cdot 15 = 18,7 \text{ A}$ olduğunu nəzərə alsaq cərəyanı 24 A olan $F = 2,5 \text{ mm}^2$ olan naqıl seçilir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları.

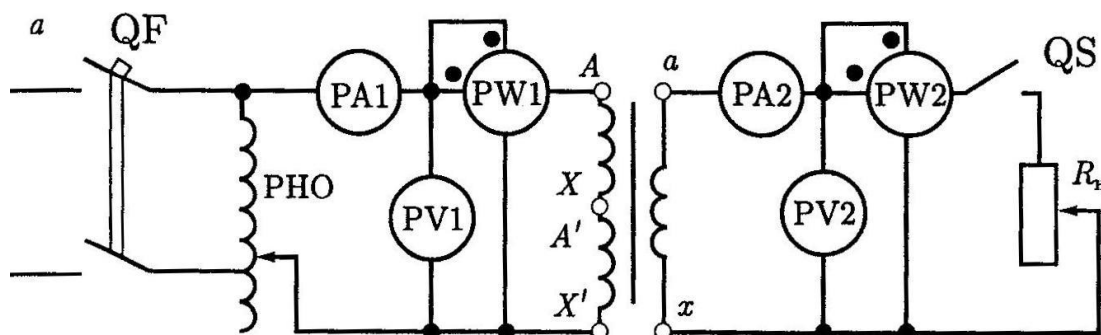
- 1) Qoruyucunun seçilməsi hansı ardıcılıqda olur?
- 2) Kabellərin, naqillərin seçilməsi üçün hansı kəmiyyətlər hesablanmalıdır?
- 3) İşıqlanma sisteminin parametrləri hesablananda hansı kəmiyyətlər nəzərə alınmır?
- 4) Mühərrikin işə salma cərəyanı ilə nominal cərəyanı arasında hansı asılılıq olmalıdır?

LABORATORIYA İŞİ № 1

Mövzu: Birfazlı transformatorun normal işinin tədqiqi

İŞİN MƏQSƏDİ: Birfazlı transformatorun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmaq, onun yüksüzləşmə və nominal yüklü iş rejimlərinin təhlil edilməsidir.

İŞİN PROQRAMI: Transformatorun elektrik dövrəsinə birləşmə sxemini yığmaq, onun yüksüz iş rejimində və nominal yük altında parametrlərini təyin etmək. Elektrik sxemini tərtib etmək.



Şəkil 1

Şəkil 1-də birfazlı alçaldıcı transformatorun elektrik birləşmə sxemini araşdıraraq.

Burada QF – gərginlik açarı; R_n – yük (tənzim olunan); QS – yükü dövrəyə qoşan; PHO – gərginlik tənzimləyicisi, PA1 və PA2 – ampermetr; PV1 və PV2 – voltmetr; PW1 və PW2 – vattmetr.

İŞİN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QAYDALARI

I halda transformatorun yüksüz iş rejimini araşdıraraq. “QS” açarının açıq vəziyyətində “QF” giriş gərginlik açarını işə qoşuruq.

“PHO” tənzimləyicisi vasitəsi ilə gərginliyi nominal qiymətə gətirək. Ölçü cihazlarının göstərişlərini cədvəl 1-də qeyd edirik.

II halda nominal yük altında transformatoru işə qoşuruq.

Ona görə “QS” açarını vurub, “QF” açarı vasitəsi ilə dövrəyə gərginlik veririk. Tənzimlənən “ R_n ” reostatı vasitəsi ilə transformatorun II tərəf dolağında nominal cərəyanı $I_{2\text{ nom}}$ –lını təyin edirik. Göstərişləri cədvəl 1-də qeyd edirik. Transformator yük altında (R_n reostatı dövrədə olan zaman) işləyəndə, II tərəf gərginliyinin nominal qiyməti (%-lə) aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$\Delta U_{nom} = \frac{U_{2;0} - U_2}{U_{2;0}} \cdot 100 (\% - lə)$$

burada $U_{2;0}$ - yüksüz halda II dolaq gərginliyi; U_2 - yük altında II dolaq gərginliyidir.

Transformatorada yaranan itkilərin ümumi cəmi

$$\Sigma P = P_1 - P_2 \text{ (Vt)}$$

ilə hesablanır. ΣP -güc itkiləridir.

Elektrik itkiləri:

$$P_{el} = \Sigma P - P_o$$

ilə təyin edilir. P_o - yüksüz rejimdəki güc.

Transformatorun f.i.ə.-lı (η) aşağıdakı formulaya uyğun təyin edilir (%-lə).

$$\eta = (P_2/P_1) \cdot 100 \text{ (%-lə)}$$

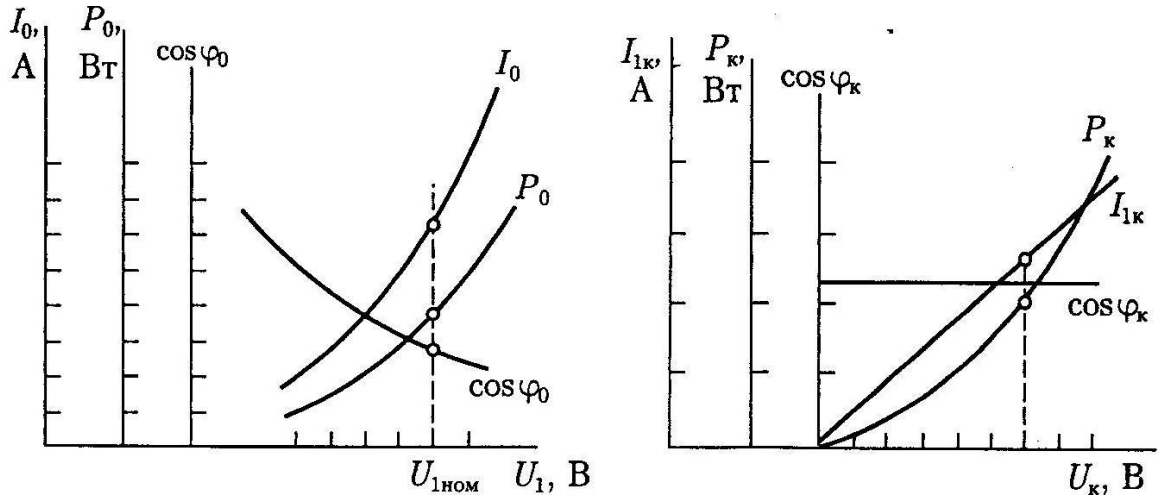
Alınan qiymətləri cədvəl 1-də qeyd edirik.

Cədvəl 1

Transformatorun iş rejimi	Ölçülən kəmiyyətlər										Hesablanmış kəmiyyətlər			
	U_1 (Volt)	$U_{2;0}$ (V)	I_o (A)	P_o (Vt)	I_1 (A)	P_1 (Vt)	$I_{2\text{ nom}}$ (A)	U_1 (V)	P_1 (V)	$I_{2;0}$ (A)	ΔU_{nom} (%)	ΣP (Vt)	P_{el} (Vt)	η (%)
Alçaldıcı transformator														

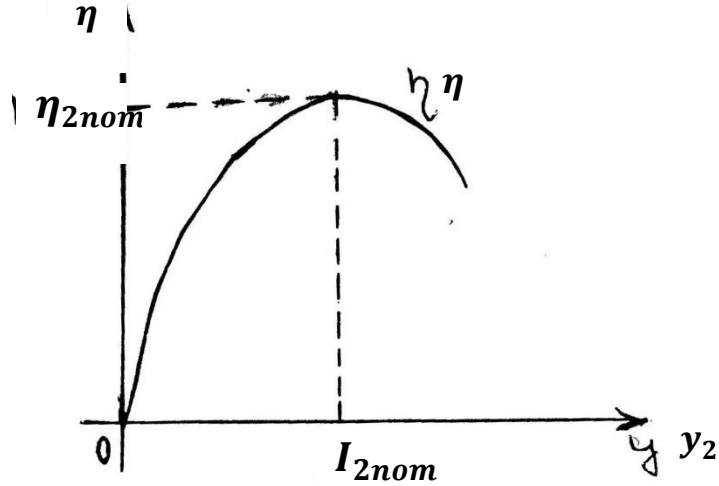
Ölçülən və hesablanan qiymətlərə uyğun transformatorun yüksüz işləmə xarakteristikalarını qururuq. Transformatorun yüksüz iş rejimində onun nominal gərginliyinə uyğun (U_{nom}) yüksüz işləmə cərəyanı (I_o), gücü (P_o) və güc əmsalı ($\cos\varphi_o$) ayrılmasını quraq.

Xarakteristikaya əsasən I_o , P_o , $\cos\varphi_o$ ayrılmasını qurub, $U_{1\text{ nom}}$, $P_{o\text{ nom}}$ və $\cos\varphi_{onom}$ qütblərini təyin edirik.



Şəkil 2

Transformatorun II tərəf dolaq cərəyanına uyğun f.i.ə.-lı qrafikini qururuq.



Şəkil 3

Laboratoriya işinin nəticələrinin araşdırılması

Laboratoriya təcrübəsi zamanı birfazlı transformatorun müxtəlif iş rejimlərində iş prinsipini, onun parametrlərinin yükə uyğun dəyişməsini və xarakteristikalarının qurulması. Ayrı-ayrı iş rejimlərində yaranan güc itkilərini elektrik itkilərinin təyin olunması və bu itkiləri yaradan səbəbləri araşdırıldı.

Laboratoriya işinə aid yoxlama sualları

1. Transformatorlarda I dolaq gücünün II dolaq gücünə keçirilməsi prosesini aydınlaşdırın.
2. Laboratoriya işinə başlamazdan əvvəl hansı vacib işlər görülməlidir?
3. Yüksüz iş rejimində xarakteristika quran zaman əsas hansı kəmiyyətlərdən istifadə olunur?

LABORATORIYA İŞİ № 2

Mövzu: Birfazlı transformatorun yüksüz işləmə və qısaqapanma rejimlərində işinin tədqiqi

İŞİN MƏQSƏDİ: Transformatorun quruluşu, iş prinsipi ilə tanış olmaq, yüksüz işləmə və qısaqapanma rejimlərində onun iş prinsipini araşdırmaq.

İŞİN PROQRAMI: 1) Transformatorun quruluşu ilə tanış olmaq və onun pasport göstəricilərini qeyd etmək.

2) Transformatorun yüksüz işləmə sxemini yığmaq.

3) Transformatorun qısaqapanma rejimində sxemi yığmaq.

4) Yüksüz işləmə və qısaqapanma rejimlərində alınan parametrlərə uyğun xarici xarakteristikaları qurmaq ($\cos\varphi_1 = 1$ və $\cos\varphi_2 = 0,8$).

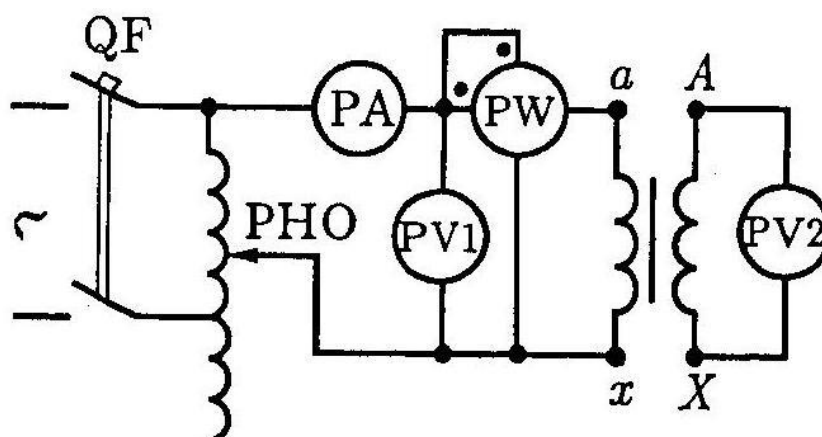
5) Hər iki rejimdə (yüksüz işləmə və qısaqapanma) alınan qiymətlərə uyğun transformatorun yükünü təyin etmək ($\cos\varphi_1 = 1$ və $\cos\varphi_2 = 0,8$ qiymətlərə uyğun).

6) İşin nəticəsi üzrə hesabat tərtib etmək.

I - Transformatorun yüksüz işləmə rejimi

İŞİN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QAYDALARI

Mövzuya uyğun elektrik birləşmə sxemini tərtib etmək (yüksüz işləmə sxemi)



Şəkil 1

Giriş dolağı olaraq transformatorun aşağı gərginlik dolağını istifadə edirik (a, x).

Sxemdə PHO – gərginlik tənzimləyicisi; PA – ampermetr; PW – birfazlı vattmetr; PV1 və PV2 – voltmetr

Transformatora verilən gərginliyi $0,5 U_{nom} \div 1,15 U_{nom}$ arasında dəyişərək 4-5 dəfə yüksüz işləmə cərəyanının qiymətlərini cədvəl 1-də qeyd edirik.

Cədvəl 1

Ölçü və hesabat №-si	Ölçülən kəmiyyətlər				Hesablanan kəmiyyətlər		
	$U_1(V)$	$I_o(A)$	$P_o(Vt)$	$U_2(V)$	$i_o(\%)$	$\cos\varphi_o$	K

Sonra % miqdarı ilə yüksüz işləmə cərəyanını hesablayırıq:

$$i_o = (I_o/I_{1nom}) \cdot 100 \quad (\%-lə)$$

Yüksüz işləmə rejimində transformatorun güc əmsalı

$$\cos\varphi_o = P_o/U_1 I_o$$

Bu rejimə transformatorun aşağı gərginlik dolağını giriş dolağı qəbul etdiyimiz üçün transformasiya əmsalı aşağıdakı formulaya uyğun hesablanır:

$$K = U_2/U_1$$

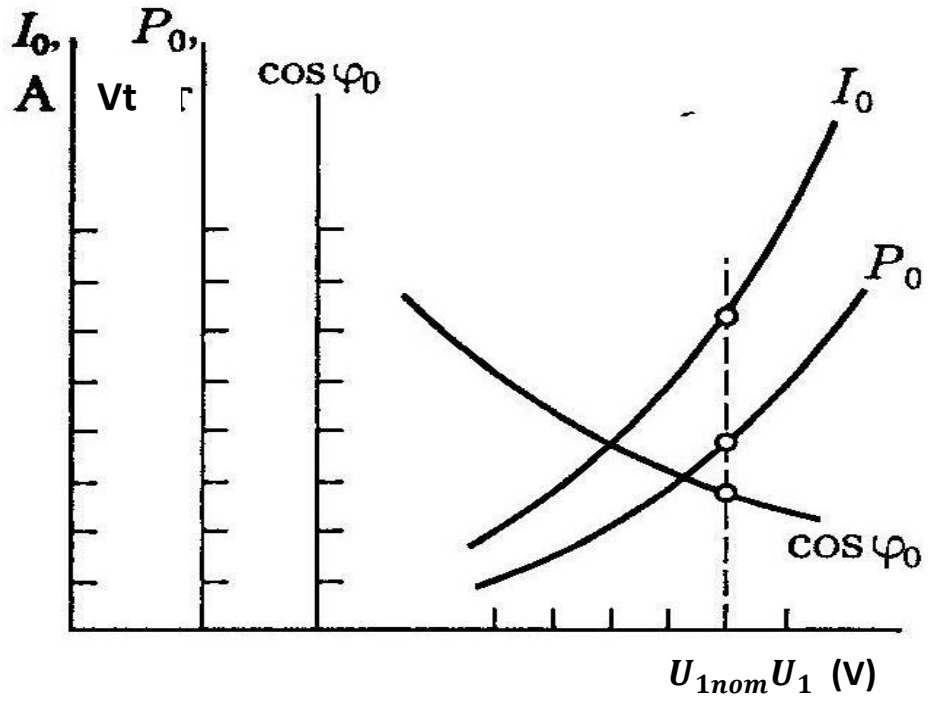
Alınan qiymətlərə uyğun transformatorun yüksüz işləmə xarakteristikasını qururuq.

Koordinat oxunda - I_o ; P_o və $\cos\varphi_o$ kəmiyyətlərini;

Absis oxunda isə birinci tərəf dolağının nominal gərginliyini qeyd edirik - U_{1nom} .

U_{1nom} -qiymətinə uyğun olan I_{onom} , P_{onom} və $\cos\varphi_{onom}$ nöqtələrini qeyd edirik (şəkil 1).

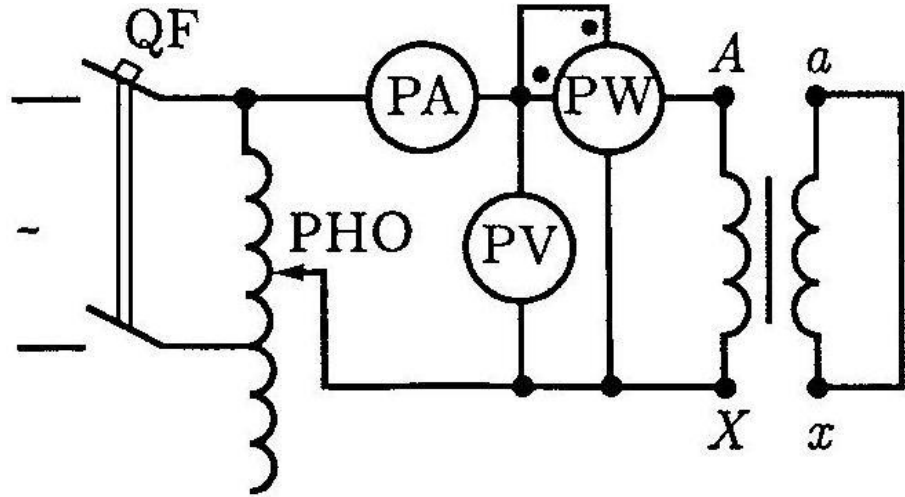
Aşağıda (şəkil 2) transformatorun I_o ; P_o və $\cos\varphi_o$ kəmiyyətlərinə uyğun yüksüz işləmə xarakteristikasını qururuq.



Şəkil 2

II-Transformatorun qısaqapanma rejimi

Bu işi yerinə yetirmək üçün transformatorun giriş dolağı olaraq yüksək gərginlik dolağına gərginlik veririk. İşçi sxemi tərtib edək (şəkil 3).



Şəkil 3

Transformatorun yüksək gərginlik dolağında cərəyanın qiyməti, aşağı gərginlik dolağına nisbətən az olur.

Transformatorun ikinci tərəf dolağını qısa qapayırıq. Bunun üçün gərginlik tənzimləyicisini "0" vəziyyətinə gətiririk. Sonra tədricən gərginliyi artırırıq. Bu zaman qısaqapanma cərəyanı $I_{q.q} = 0 \div 1,2 I_{1nom}$ intervalında dəyişirik.

Təqribən bu cərəyana uyğun olan $U_{q,q}$, $I_{1 q,q}$ və $P_{q,q}$ qiymətlərini qeyd edirik. Alınan qiymətləri cədvəl 2-də qeyd edirik.

Cədvəl 2

Ölçü və hesabat №-si	Ölçülən kəmiyyətlər			Hesablanan kəmiyyətlər	
	$U_{q,q}(V)$	$I_{1 q,q}(A)$	$P_{q,q}(Vt)$	$U_o(\%)$	$\cos\varphi_{q,q}$

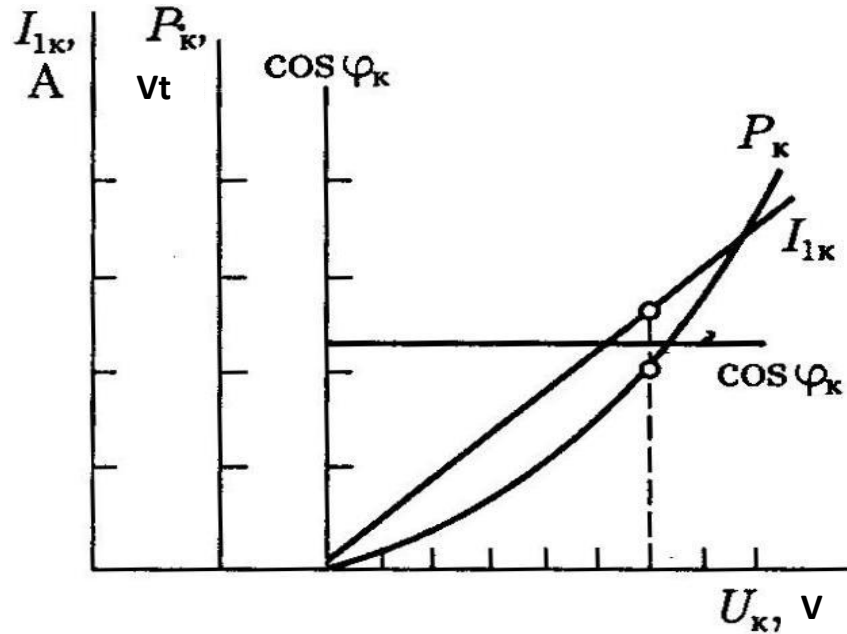
Sonra qısaqapanma gərginliyinin qiymətini (%-lə) aşağıdakı formulaya uyğun hesablayırıq:

$$U_o = (U_{q,q}/U_{1 nom}) \cdot 100$$

Qısaqapanma rejimində transformatorun güc əmsalı

$$\cos\varphi_{q,q} = P_{q,q}/(U_{q,q} \cdot I_{q,q})$$

hesablanır.



Şəkil 4

Alınan qiymətlərə uyğun qısaqapanma xarakteristikalarını tərtib edirik.

Koordinat oxunda – $I_{q,q}$; $P_{q,q}$ və $\cos\varphi_{q,q}$ kəmiyyətləri, absis oxunda isə $U_{q,q}$ qısaqapanma gərginliyi götürülür.

Sonra xarakteristikalarda qısaqapanma cərəyanına ($I_{q,q.}$) uyğun olan $U_{q,q}$; $P_{q,q}$ və $\cos\varphi_{q,q}$ nöqtələri qeyd edilir.

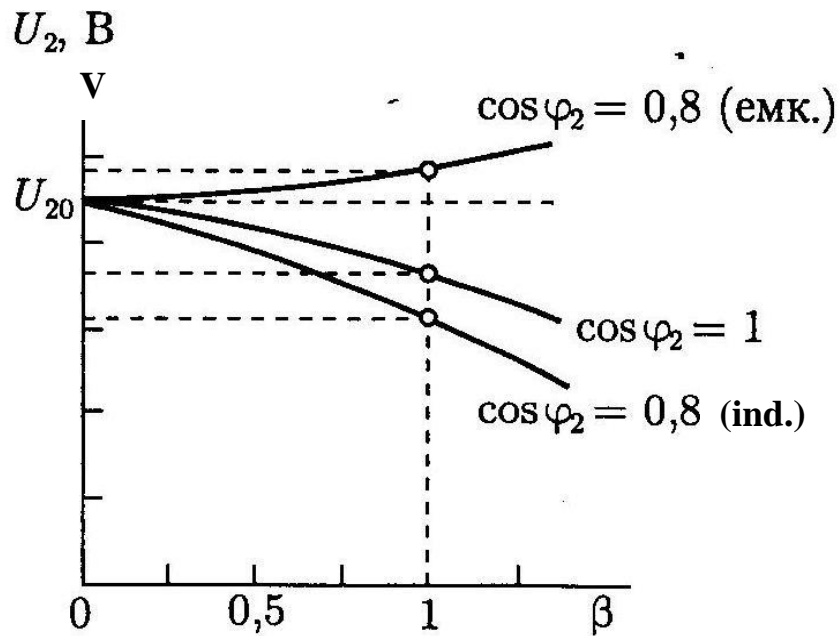
Transformatorun xarici xarakteristikasını qurmaq üçün onun ikinci tərəf dolağına düşən yükü artıraraq. Bu zaman həmin dolağın gərginliyi də dəyişəcək (şəkil 4).

İkinci tərəf dolağına düşən yük artdıqca onun güc əmsalı da artır.

Bunu aşağıdakı xarakteristika ilə təyin etmək mümkündür. Yükün hər hansı bir qiymətində transformatorun ikinci tərəf dolaq gərginliyi

$$U_2 = U_0(1 - 0,01\Delta U)$$

U_0 - transformatorun yüksüz iş rejimindəki ikinci tərəf dolağının gərginliyidir.



Şəkil 4.

Laboratoriya işinə aid yoxlama sualları

1. Birfazlı transformatorun quruluşunu izah etmək
2. Bu transformatorlar neçə dolaqdan ibarət olur?
3. Transformatorun yük altında və yüksüz iş rejimlərindəki asılılığı izah etmək
4. Ayrı-ayrı rejimlərdə işləyən bir fazlı transformatorun güc əmsalları dəyişirmi?

LABORATORİYA İŞİ № 3

Mövzu: Üçfazlı transformatorun dolaqlarının qrup birləşmələrinin təyin edilməsi

İŞİN MƏQSƏDİ: Transformator dolaqlarının qrup birləşməsinin öyrənilməsi, bu birləşmə qruplarının transformatorun iş rejiminə təsiri və təcrübə üsulu ilə onların təyin edilməsidir.

İŞİN PROQRAMI: 1)Üçfazlı transformatorun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmaq. Onun pasport göstəricilərini araşdırmaq.

2)Elektrik sxemini yığmaq. Fazometr və ya vattmetr üsulu ilə birləşmə qrupunu təyin etmək.

3)Hər bir birləşmə qrupuna uyğun xətt gərginliklərinin diaqramasını qurmaq. “b” və “B” nöqtələri arasındakı gərginliyi ölçüb, voltmetr vasitəsi ilə ölçülmüş U_{bB} gərginliyi ilə müqayisə etmək.

4)Ölçmə nəticələrini araşdırıb hesabat hazırlamaq.

İŞİN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QAYDALARI

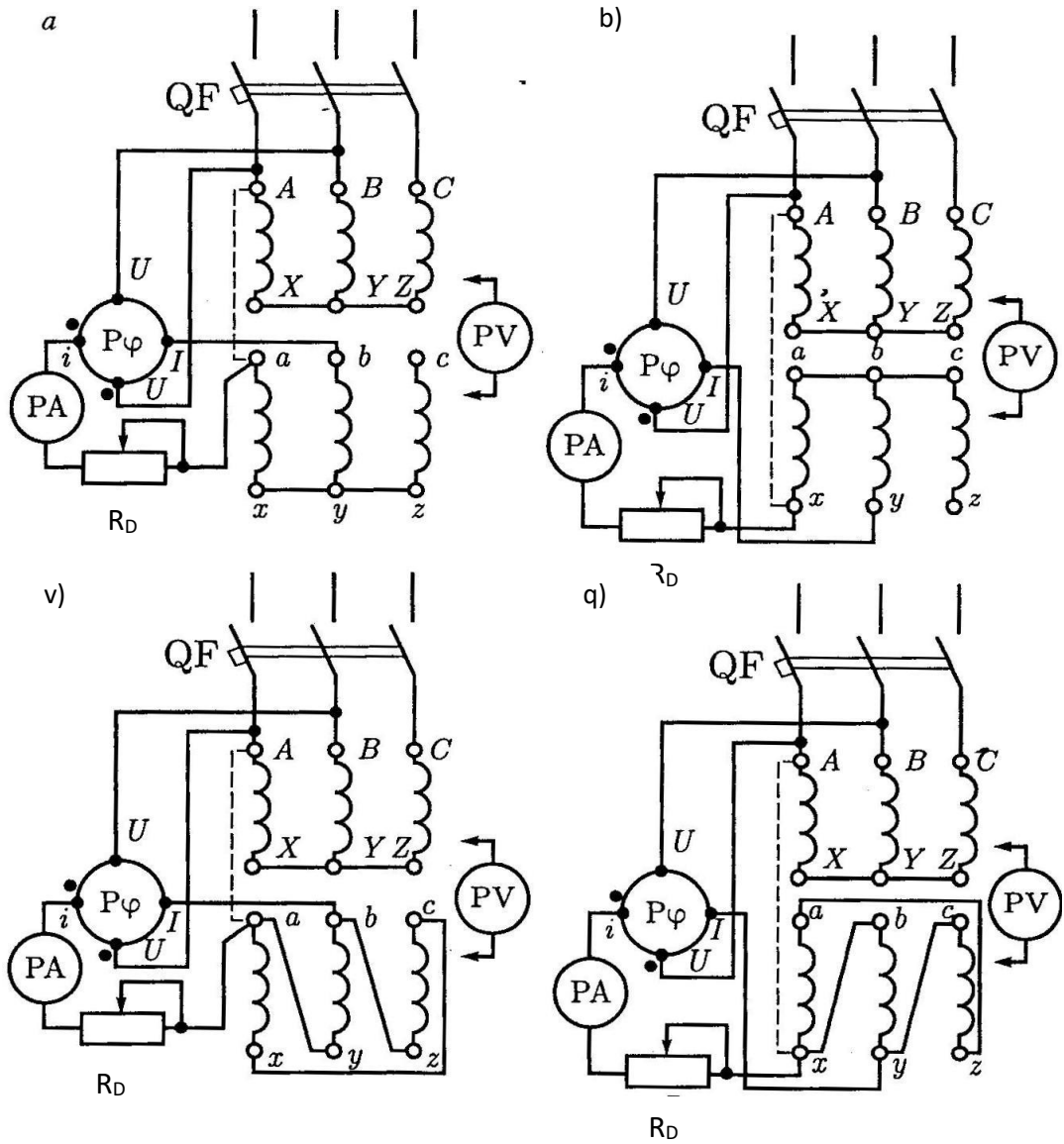
Transformatorun qrup birləşmələrini təyin etmək üçün əsas 2 üsul mövcuddur.

a)Fazometr üsulu; b)Voltmetr üsulu

Fazometr üsulu ilə ölçmədə transformatorun aşağı gərginlik dolaqları, (AGD) və yüksək gərginlik dolaqlarının (YGD) fazaları arasında faza dəyişmə bucağı ölçülür (φ).

Voltmetr üsulu ilə transformatorun aşağı və yüksək gərginlik dolaqları arasındakı gərginlik ölçülür və sonra bu qiymətlər hesablama zamanı alınan qiymətlərlə müqayisə edilir.

a) Fazometr üsulunu araşdırmaq.



Şəkil 1-də (a) göstərilən sxemi yığaq.

QF avtomatını şəbəkəyə qoşub “Pφ” fazometri vasitəsi ilə, xətt gərginlikləri arasında faza dəyişmə bucağını α ölçürük. Fazometrin 360°-lik ölçü şkalası olmalıdır. R_0 rezistorunun müqavimətinin qiyməti elə olmalıdır ki, fazometrin ardıcıl birləşmiş dolağından axan cərəyan $I = 2 \div 4A$ olsun və bu cərəyan “PA” ampermetri vasitəsi ilə ölçülür. Sonra transformatorun yüksək gərginlik dolağının “A” fazası ilə aşağı gərginlik dolağının “a” fazasını naqıl vasitəsi ilə birləşdirib, PV voltmetri vasitəsi ilə U_{bB} və U_{cC} gərginliklərini ölçülür. Bu gərginliklər eyni olmalıdır.

$$U_{bB} = U_{cC} = U_{ab}(k_x - 1)$$

k_x - xəttin əmsalı olub, $k_x = U_{AB}/U_{ab}$ formulası ilə hesablanır.

Hər bir sxem üçün (şəkil 1 a, b, v və d) alınan göstəriciləri cədvəl 1-ə qeyd edirik.

Cədvəl 1

Dolaq birləşmə sxemləri	Ölçülən kəmiyyətlər					Hesablanan kəmiyyəti		Diaqramlar	Dolaq birləşmə qrupları
	$U_{AB}(V)$	$U_{ab}(V)$	φ°	$U_{bB}(V)$	$U_{cC}(V)$	k_x	$U_{bB} = U_{cC}(V)$		
Şəkil 1 (a)								Şəkil 2 (a)	Y/Y
Şəkil 1 (b)								Şəkil 2 (b)	Y/Δ
Şəkil 1 (c)								Şəkil 2 (c)	Y/Y
Şəkil 1 (d)								Şəkil 2 (d)	Y/Δ

Şəkil 1-də (a,b,v və d) göstərilən sxemlərə uyğun ayrı-ayrılıqda xətt gərginliyinin diaqramlarını qururuq. Bunun üçün gərginlik məşabı (m_u) seçirik. Şəkil 1-in (a) bəndinə uyğun olan diaqrama şəkil 2-nin (a) bəndində göstərilmişdir. Sxemdə göstəriləyi kimi dolaqların qrup birləşən (Y/Y)-dur. Bu diaqramda baz dəyişmə bucağı 0-a bərabərdir. Ona görə də yüksək xətt gərginliyi ilə “ U_{AB} ”, aşağı xətt gərginlikləri arasında U_{ab} bucaq fərqi alınmır və onlar üst-üstə düşür. B-b və C-c nöqtələri arasındakı məsafəni ölçüb, U_{Bb} və U_{cC} gərginliklərini aşağıdakı formula ilə hesablayırıq.

$$U_{Bb} = \overline{Bb} \cdot m_u$$

$$U_{cC} = \overline{Cc} \cdot m_u$$

Alınan bu qiymətlər eyni olmalıdır.

Şəkil 1-in (b) bəndinə uyğun olan sxemdə (Y/Δ) U_{Bb} və U_{cC} gərginliklərini hesablamaq üçün

$$U_{Bb} = U_{cC} = U_{xy}(k_x + 1)$$

formulasından istifadə edilir.

Şəkil 1-in (c) sxeminə uyğun olaraq, gərginlik

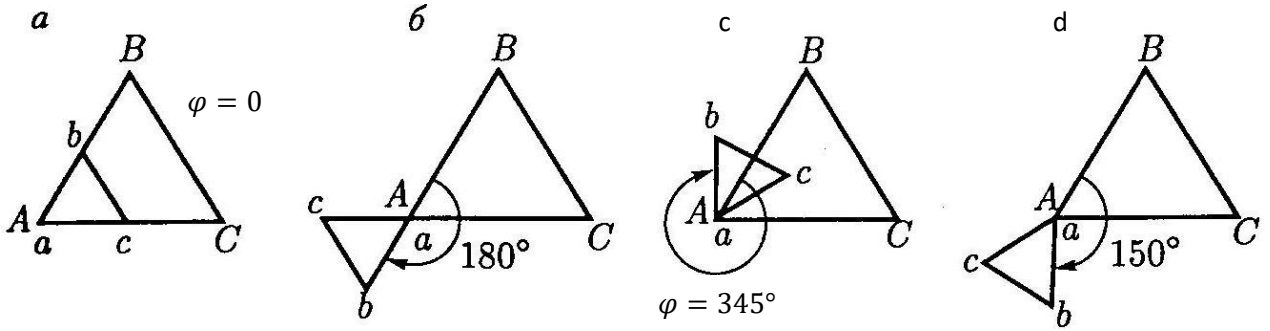
$$U_{bB} = U_{cC} = U_{ab} \sqrt{1 - \sqrt{3}k_x + k_x^2} \text{ formulu ilə hesablanır.}$$

Şəkil 1-in (d) sxeminə uyğun olaraq

$$U_{bB} = U_{cC} = U_{xy} \sqrt{1 + \sqrt{3}k_x + kx^2}$$

formulu ilə hesablanır.

Alınan qiymətləri cədvəl 1-də yerinə yazırıq. Aşağıda araşdırdığımız diaqramlar göstərilmişdir (şək. 2, a, b, c, d).



Laboratoriya işinin nəticələrinin araşdırılması üsulları

1-Təcrübədən aydın olur ki, transformatorun dolaqlarının qrup birləşmələri, həm yüksək gərginlik, həm də aşağı gərginlik dolaqlarının birləşmə sxemləri ilə yanaşı, eyni zamanda, bu dolaqların sarınma istiqamətinə uyğun markalanması ilə təyin edilir.

2-Laboratoriya təcrübələri zamanı aydın olur ki, yuxarıda göstərilən 4 əsas qrup birləşmələrinin hər birini (yüksək gərginlik və aşağı gərginlik dolaqlarının hər birində) dairəvi sistemi üzrə 2 yolla markalamaq mümkün olur.

3-Bu araşdırılan qrup birləşmələrinin hansı standartı uyğun olarsa həmin birləşmə qəbul edilir.

Laboratoriya işinə aid yoxlama sualları

- 1.Transformatorun qrup birləşmələri necə təyin edilir?
- 2.Hansı qrup birləşmələri mövcuddur?
- 3.Hansı qrup birləşməsi əsas qrup birləşməsidir?
- 4.Standarta uyğun olan qrup birləşmələri hansılardır?
- 5.Fazometr və voltmetr üsulu ilə qrup birləşmələrinin təyin edilməsi üsullarının izah edilməsi.

LABORATORİYA İŞİ № 4

Mövzu: Üçfazlı transformatorun yüksüz işləmə və qısaqapanma rejiminin tədqiqi

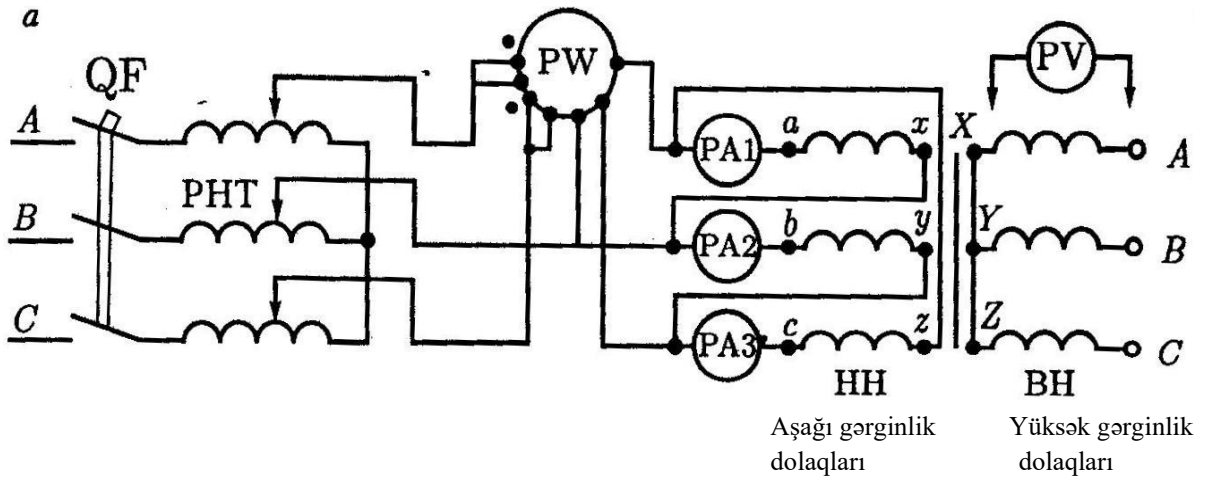
I- Üçfazlı transformatorun yüksüz işləmə rejimi

İŞİN MƏQSƏDİ: Üçfazlı transformatorun quruluşu ilə tanış olmalı, onun yüksüz iş rejimində və qısaqapanma rejimində parametrlərini ölçüb hesablamalı və işçi xarakteristikaları qurmalı.

İŞİN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QAYDALARI

Əvvəl transformatorun elektrik şəbəkəsinə qoşulma sxemini tərtib edək. Gərginliyin tənzimlənməsi üçün PHT tipli üçfazlı gərginlik tənzimləyicisindən istifadə edirik. Birinci halda transformatorun yüksüz iş rejiminə nəzər salaq.

Yüksüz rejimdə işləyən üçfazlı transformatorun aşağı gərginlik dolağına PHT gərginlik tənzimləyicisi vasitəsi ilə giriş gərginliyi verək. Bu giriş gərginliyini $0,5U_{nom} \div 1,2U_{nom}$ arasında dəyişirik.



Ölçü cihazlarının göstərişini qeyd edirik, hər bir ölçü apararı zaman yüksək gərginlik dolağında (A-x) gərginliyi ölçürük. Alınan rəqəmləri cədvəl 1-də qeyd edirik.

S/s	Ölçülən kəmiyyətlər										Hesabat qiymətləri					
	$U_{A1}(V)$	$U_{B1}(V)$	$U_{C1}(V)$	$U_{A0}(V)$	$U_{B0}(V)$	$U_{C0}(V)$	$I_{0A}(A)$	$I_{0B}(A)$	$I_{0C}(A)$	U_2	$U_1(V)$	$U_{2;0}(V)$	$I_{0A}(A)$	i_0 (%)	$\cos\varphi_0$	k

Əgər yüksüz işləmə cərəyanı 5A-dən çox olarsa, onda ρW vattmetrinin ardıcıl dolaqlarını əlavə olaraq cərəyan transformatoruna qoşurlar.

Hesabat aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

$$U_1 = (U_a + U_b + U_c)/3$$

U_1 - I tərəf dolaq gərginliyi

$$U_{2;0} = (U_{A0} + U_{B0} + U_{C0})/3$$

$U_{2;0}$ - II tərəf dolağının yüksüz iş rejimindəki gərginlikdir;

$U_{A0}; U_{B0}; U_{C0}$ - yüksüz rejimdə hər bir fazanın gərginliyidir;

$I_0 = (I_{0a} + I_{0b} + I_{0c})/3$ - yüksüz işləmə cərəyanı;

$i_0 = (I_0/I_{nom}) \cdot 100$ - yüksüz iş cərəyanının %-lə qiyməti;

$\cos\varphi_0 = (P_0/3U_1 I_0)$ -yüksüz rejimdə güc əmsalı.

Transformatorun yüksüz rejimdə transformasiya əmsalı $k = \frac{U_{2;0}}{U_{1nom}}$ formuluna uyğun olaraq hesablanır.

k - transformasiya əmsalı;

$U_{2;0}$ - II tərəf dolağının yüksüz iş rejimindəki gərginliyi;

U_{1nom} - I tərəf dolağın nominal gərginliyi .

I tərəf dolağının gərginliyinin (U_1) müxtəlif qiymətlərində “k” əmsalı müxtəlif qiymətdə olur.

$$k = (k_1 + k_2 + k_3 \dots)n$$

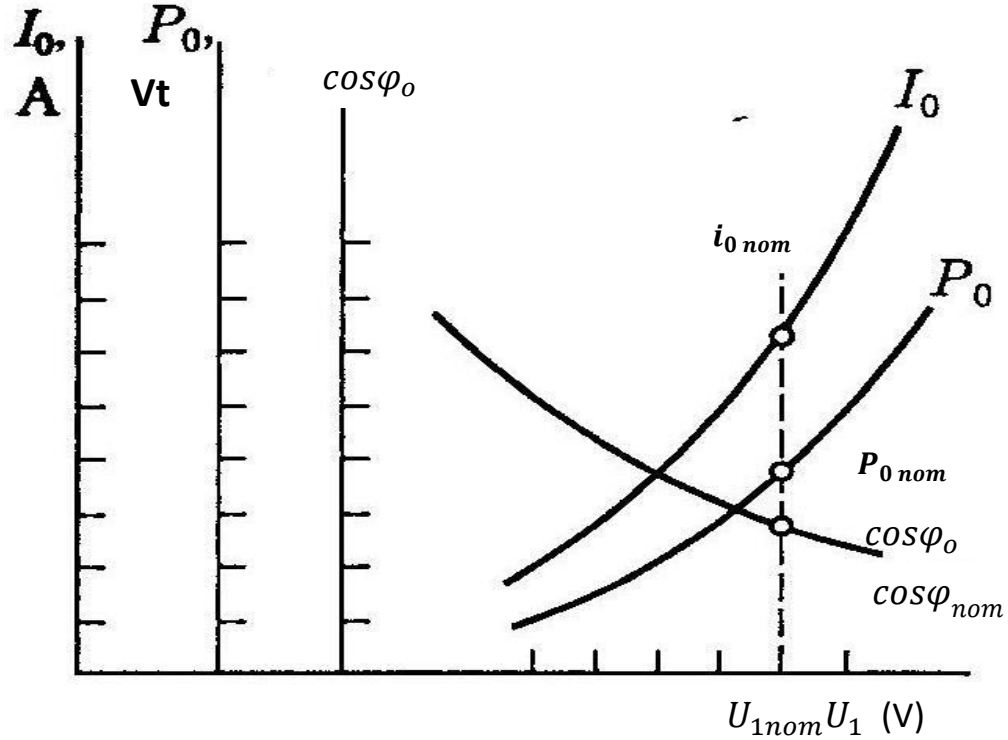
hesablanır.

Transformatorun xətt gərginliyinə uyğun transformasiya əmsalı

$$k_x = \sqrt{3}U_{2;0}/U_{1nom}$$

formuluna uyğun hesablanır.

Hesabat qiymətlərini cədvəl 1-ə qeyd edib, bu qiymətlərə uyğun işçi xarakteristikanı quraq. Bu xarakteristikada birfazlı transformatorada olduğu kimidir. Aşağıda I_0 ; P_0 ; $\cos\varphi_0$ kəmiyyətlərinin, I tərəf dolağının nominal gərginliyinə (U_{1nom}) uyğun olan xarakteristikaları göstərilmişdir.



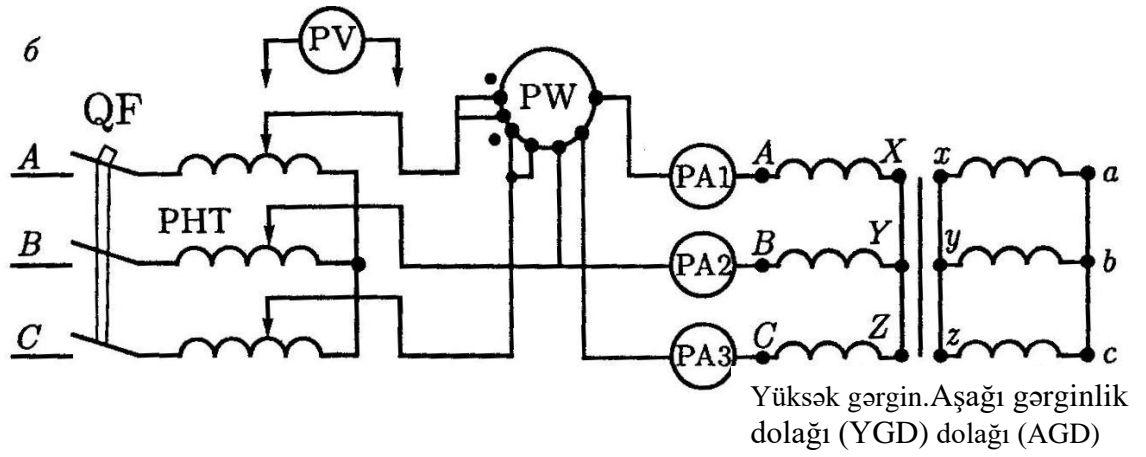
Sonra I tərəf dolağının nominal gərginliyinə uyğun olan (U_{1nom}), yüksüz iş rejimində i_{0nom} ; P_{0nom} və $\cos\varphi_{nom}$ nöqtələrini tapırıq.

2 – Transformatorun qısaqapanma rejimi

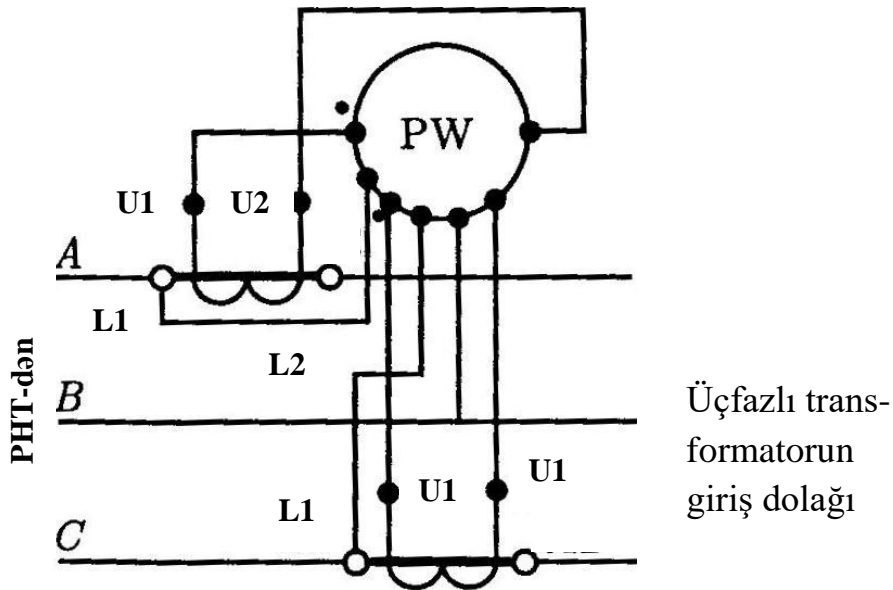
Bu iş rejimini tədqiq etmək üçün elektrik birləşmə sxemini tərtib edək. Bu sxemə əsasən 1-ci giriş dolağı, yüksək gərginlik dolağı kimi qəbul edilir.

Yüksək gərginlik dolağına (YGD) gərginlik verib, aşağı gərginlik dolağının (AGD) uclarını naqil ilə qısa qapayırıq.

Transformatora gərginlik verməzdən əvvəl PHT tənzimləyicisinin dəstəyini “0” vəziyyətinə gətiririk.



Sonra QF avtomatını dövrəyə qoşub, gərginliyi tədricən artırırıq. Qısa qapanma cərəyanını $I_{q,q} = 1,2 I_{nom-a}$ qədər artırırıq. Alınan qiymətləri cədvəl 2-də qeyd edirik. Əgər təcrübə zamanı qısa qapanma cərəyanı $I_{q,q} > 5 A$ olarsa, onda vattmetrin (PW) ardıcıl cərəyan dolağına ölçü cərəyan transformatoru qoşulur. Cərəyan transformatorunun dövrəyə qoşulma sxemini şəkil 2-də göstərək.



Cədvəl 2

S/s	Ölçülən kəmiyyətlər						Hesablanan kəmiyyətlər				
	$U_{Aq,q.}(V)$	$U_{Bq,q.}(V)$	$U_{Cq,q.}(V)$	$I_{Aq,q.}(A)$	$I_{Bq,q.}(A)$	$I_{Cq,q.}(A)$	$P_{q,q.}(Vt)$	$U_{q,q.}(V)$	$I_{q,q.}(A)$	$U_{q,q.}(\%)$	$\cos \varphi_0$

Ölçmələr zamanı alınan qiymətləri cədvəl 2-də qeyd edək. Sonra bu qiymətlərə uyğun qısaqapanma gərginliyi ($U_{q,q}$), cərəyanın ($I_{q,q}$) və qısaqapanma gərginliyinin ($U_{q,q}$), nominal gərginliyə (U_{nom}) uyğun olan %-lə qiymətini hesablayırıq.

$$U_{q,q} = (U_{Aq/q} + U_{Bq,q} + U_{Cq,q})/3$$

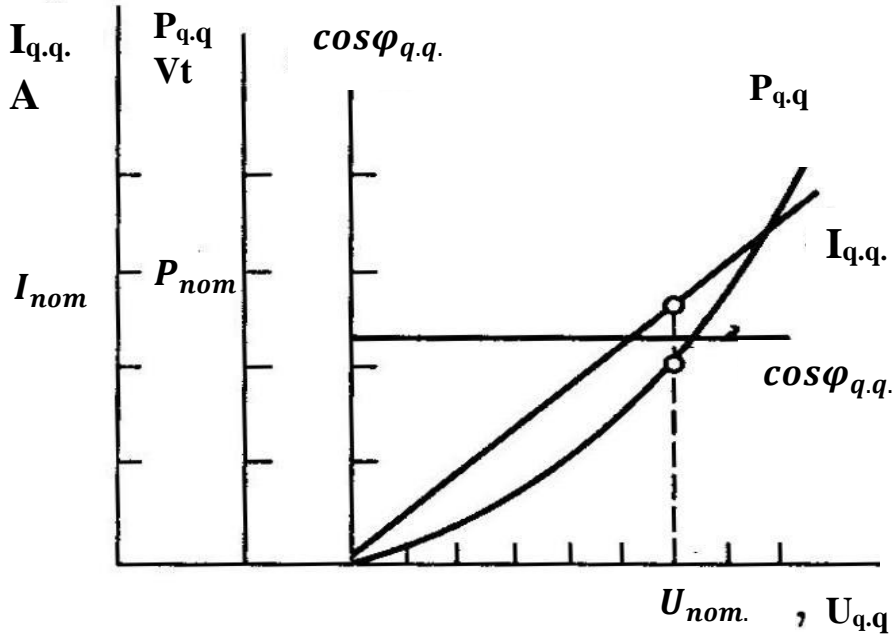
$$I_{q,q} = (I_{Aq/q} + I_{Bq,q} + I_{Cq,q})/3$$

$$U_{q,q} = (U_{q/q}/U_{nom}) \cdot 100$$

$$\cos\varphi_{q,q} = \frac{P_q}{3I_{q/q}U_{q,q}}$$

Alınan bu qiymətləri də eyni zamanda cədvəl 2-də qeyd edib, bu qiymətlərə uyğun transformatorun qısaqapanma rejimi üçün işçi xarakteristikasını qururuq.

Bu xarakteristika birfazlı transformatorun xarakteristikasına uyğun gəlir.



Transformatorun qısaqapanma rejimindəki, işçi xarakteristikalarını qurduqdan sonra onun f.i.ə.-nin (η); güc əmsalından $\cos\varphi$ -dən, asılılıq qrafikini (xarici xarakteristika) qururuq. Bunun üçün $\cos\varphi = 0,8$ və $\cos\varphi = 1$ qiymətlərində $\eta = f(\beta)$ formuluna uyğun f.i.ə. təyin edirik. Bu zaman güc əmsalının (β)-nin nominal qiymətini $\beta = 1$ qəbul edirik və onun $\beta = 0,25 \div 1,2$ arasındakı qiymətlərə uyğun f.i.ə.-ni (η) aşağıdakı formula üzrə təyin edilir.

$$\eta = 1 - \frac{P_{onom} + \beta^2 U_{q/q}}{\beta \rho_{nom} \cos\varphi + P_{q/q} + \beta^2 (P_{q/q})}$$

Burada P_{onom} – transformatorun yüksüz iş rejimindəki nominal gücü;

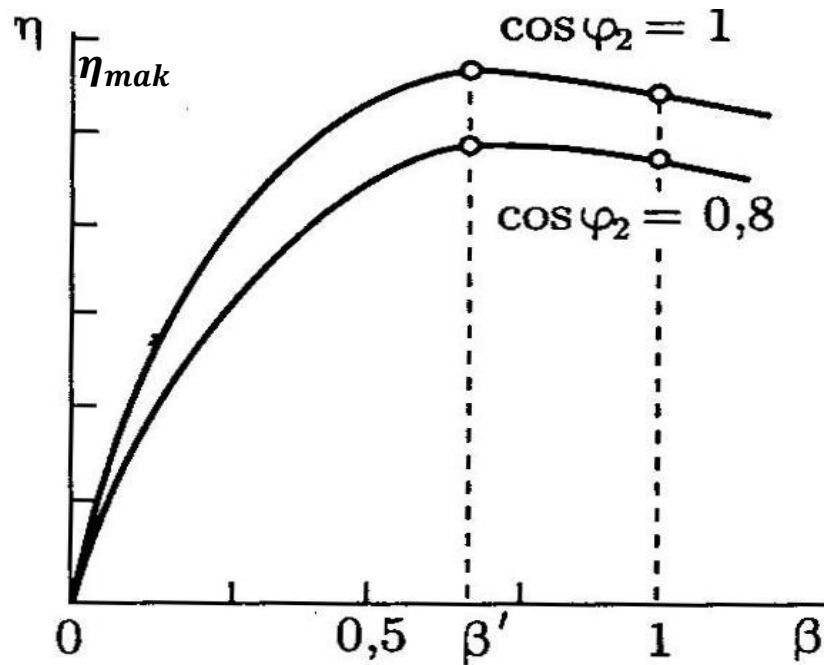
$P_{q.q.}$ - qısaqapanma rejimində nominal gücü (Vt);

ρ_{nom} - transformatorun nominal gücü (V.A)

Alınan qiymətləri aşağıdakı cədvələ qeyd edirik.

Güc əmsalı, β		0,25	0,5	0,75	1,0	1,2
F.i.ə.	$\cos\varphi = 1$					
	$\cos\varphi = 0,8$					

Cədvəldəki qiymətlərə uyğun f.i.ə.-lı (η) və güc əmsalı arasındakı asılılıq qrafikini qururuq.



Transformatorda yaranan enerji itkiləri, maqnit itkilərinə bərabər olarsa, f.i.ə.-lı (η) maksimum qiymət alır və bu da qrafikdə güc əmsalının β' qiymətinə uyğun gəlir, yəni $\beta = 0,75$ olduqda transformatorun f.i.ə.-lı η_{mak} olur. Yəni,

$$\beta' = \sqrt{P_{onom}/P_{q/q.nom}}$$

Bu zaman f.i.ə.-nın maksimum qiyməti

$$\eta_{mak} = 1 - \frac{P_{nom}}{0,5\beta' S_{nom} \cos\varphi_2 + P_{onom}}$$

formuluna görə hesablanır.

Laboratoriya təcrübələrinin nəticələrinin araşdırılması

1. Bu təcrübələrin aparılmasında məqsəd transformatorların yüksüz iş rejimində, onu yüksüz iş cərəyanının (I_0) və gücünün (P_0) giriş gərginliyindən (I tərəf dolaq gərginliyi) - (U_1) asılı olaraq dəyişdiyi intervalı araşdırmaqdır və eyni zamanda hər bir faza dolağında yaranan maqnit sahəsinin stabilliyini öyrənməkdir. Əgər hər bir fazanın yüksüz işləmə cərəyanları fərqli olarsa, bu səbəb araşdırılmalıdır.

Eyni zamanda giriş gərginliyinin (U_1) sabit qiymətində hər bir fazada yüksüz iş cərəyanları kəskin fərqlənərsə (I_{A0} ; I_{B0} ; I_{C0}) deməli, transformatorun maqnit ötürücüləri və ya hər hansı bir dolağında, dolaqlararası izolyasiya pozulmuş hesab olunur.

2. Transformator qısaqapanma rejimində işləyən zaman yaranan xarakteristikanın araşdırılmasında məqsəd azalan maqnit selinin və fazaların dolaqları arasında, qısaqapanma gərginliyinin ($U_{q.q}$) < 10 olduğunu təyin etməkdir.

3. Transformatorun xarici xarakteristikaları onun yükünə uyğun olaraq, II tərəf dolaq gərginliyinin dəyişməsinə təyin etməkdir.

Laboratoriya işinə aid yoxlama sualları

1. Transformatorun quruluşunu və iş prinsipini araşdırılmalı
2. Transformasiya əmsalı nadir və necə təyin edilir?
3. Nəyə görə transformatorun dolaqlarında fərqli yüksüz işləmə cərəyanları yaranır?
4. Nəyə görə transformatorun gücü, yüksüz iş rejimində maqnit itkilərindən, qısaqapanma rejimində iş elektrik itkilərindən asılı olur?
5. Qısaqapanma rejimində giriş gərginliyi nominal qiymətdən az olduğu zaman, I tərəf dolaq cərəyan nominal qiymətini saxlayır. Səbəbi izah edin.
6. Transformatorun yüksüz iş rejimində giriş gərginliyi artan zaman, nəyə görə güc əmsalı azalır.

LABORATORİYA İŞİ № 5

Mövzu: Paralel işləyən üçfazlı transformatorların işinin tədqiqi

İŞİN MƏQSƏDİ: 2 ədəd paralel işləyən transformatorun işə qoşulmasını araşdırmaq, ümumi yükün onlar arasında bölünməsi prinsipini təyin etmək və bu mövzuda öyrənilən nəzəri bilikləri təcrübi yolla təkmilləşdirməkdən ibarətdir.

İŞİN PROQRAMI: 1. Transformatorların quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmalı. Onların nəzəri cəhətdən paralel iş rejimini araşdırmalı.

2.Şəkil 1-də göstərilən elektrik sxemini yığmalı, hər iki transformatorun fazalarını təyin etməli (eyniadlı fazaları) və onları işə qoşmalı.

3.Göstərişləri qeyd edib, xarici xarakteristikaları tərtib etməli:

$$U_2 = f(I_{2;1}); U_2 = f(U_{2;1}); U_2 = f(I_2)$$

Qısaqapanma gərginliklərinin eyni qiymətlərində (QS2) açar bağlı vəziyyətdə olmalıdır.

4. T2 transformatorunda qısaqapanma gərginliyini dəyişməklə (II tərəf dolağına drossel (L) qoşmaqla) göstəriciləri qeyd etməli. Bu zaman QS2 açarı açıq vəziyyətdə olmalıdır.

5.İşin nəticələrinə uyğun hesabat tərtib etməli.

İŞİN YERİNƏ YETİRİLMƏSİ QAYDALARI

Təcrübənin gedişində transformatorların səmərəli işini təmin etmək üçün, mövcud olan yüklərin transformatorlar arasında bölünməsi şərtidir. Ona görə də bu transformatorların seçilməsində aşağıdakı şərtlər nəzərə alınmalıdır.

1-Hər iki transformatorun transformasiya əmsalı eyni olmalıdır;

2-Transformatorların dolaqları eyni birləşmə qrupuna malik olmalıdır;

3-Qısaqapanma gərginliklərinin qiymətləri eyni olmalıdır;

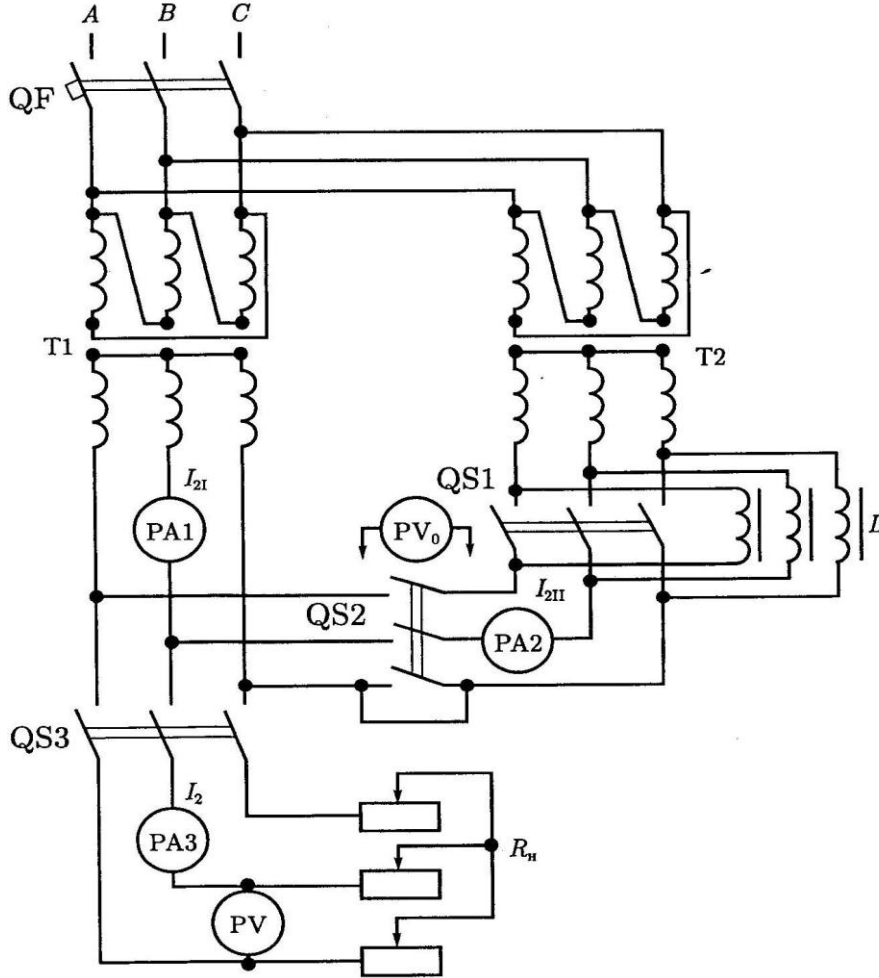
4-Transformatorlar işə qoşulan zaman faza sıralanması həm yüksək gərginlik dolaqlarında (YGD), həm də aşağı gərginlik dolaqlarında (AGD) eyni olmalıdır.

Transformatorların nominal gücləri arasındakı fərq 3:1 nisbətindən çox olmalıdır.

1 və 2-ci şərtlərə əməl olunmadığı zaman, transformatorun dolaqları arasında böyük cərəyanlar yaranır və buna görə də dolaqlar həddindən artıq qızır.

3-cü şərtin pozulması zamanı, yəni qısaqapanma gərginlikləri bir-birindən 10 %-dən çox fərqlənərsə, bu zaman yüklərin transformatorlar arasında bərabər bölünməsi mümkün olmur.

Transformatorların paralel işinin elektrik birləşmə sxemini tərtib edək.



Səkil 1

Sxemdə T1 və T2 – üçfazlı transformator; QF- ümumi gərginlik açan (avtomat); L-drossel; R_n- yüklər; QS1 və QS2 - əl ilə açılıb-bağlanan gərginlik açarları.

Transformasiya əmsalının və transformatorların qısaqapanma gərginliklərinin eyni olması onların seçilməsi üçün real şərait yaradır.

$$\text{Yəni } k_1 = k_2 \text{ və } U_{1q.q.} = U_{2q.q.}$$

Bu kəmiyyətlər bir-birindən $\pm 5\%$ fərqlənə bilər.

$$\Delta k = [(k_1 - k_2)/k] \cdot 100 \leq \pm 5\%$$

$$k = \sqrt{k_1 k_2}$$

k_1 - I transformatorun transformasiya əmsalı

k_2 - II transformatorun transformasiya əmsalı

k - hər iki transformatorun əmsallarının orta qiyməti.

Transformatorların qısaqapanma gərginlikləri $U_{q.q.1}$ və $U_{q.q.2}$ bir-birindən $\pm 10\%$ -dən çox fərqlənməməlidir.

$$\Delta U_{q.q.} = [(U_{q.q.1} - U_{q.q.2})/U_{q.q.}] \cdot 100 \leq \pm 10 \%$$

$$U_{q.q.} = (U_{q.q.1} + U_{q.q.2})/2 - \text{qısa qapanma gərginliyinin orta qiymətidir.}$$

Transformatorlara gərginlik verməzdən əvvəl onların faza ardıcılığını yoxlamaq lazımdır. Bunun üçün QS1-in vurulu vəziyyətində, QS2 arasının hər iki tərəf sıxaclarına PV₀ voltmetri qoşuruq. Əgər transformatorların II tərəf gərginlikləri və dolaqların birləşmə qrupları eyni olarsa, onda PV₀ voltmetrinin göstərişi 0-a bərabər olacaq. Belə olan halda QS2 açarını vurmaq olar. Bu zaman hər iki transformatorun paralel işləməsi mümkün olur. Əgər PV₀ voltmetri müəyyən qiymətdə gərginlik göstərərsə, onda, paralel işləmə şərtlərinin hansınınsa pozulması baş vermişdir. Qısaqapanma gərginliklərinin eyni qiymətində $U_{q.q.1} = U_{q.q.2}$ kəmiyyətləri hesablanmasına və xarici xarakteristikaların tərtib edilməsi üsullarını nəzərdən keçirək.

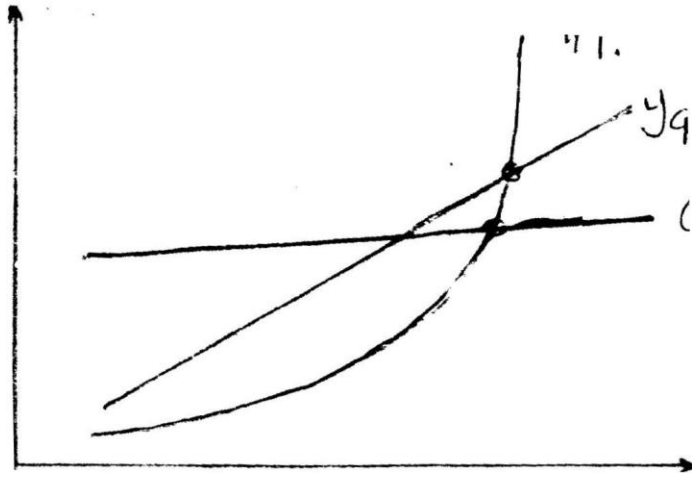
QS1 və QS2 açarlarının vurulu vəziyyətində transformatorların paralel iş rejimində işləməsi prosesi başlayır. QS3 açarını vurmaqla dövrəyə R_n yükünü qoşuruq. Bu yükü dəyişməklə hər bir transformatorun yük cərəyanını nominal cərəyana bərabərləşdirmək lazımdır. Yəni, $I_4 = I_{nom}$. Yüğü tənzim etdikcə, müəyyən intervallarla ölçü cihazlarının göstərişlərini qeyd edirik və cədvəl 1-ə köçürürük.

Cədvəl 1

Parametr	$U_{q.q.1} = U_{q.q.2}$					$U_{q.q.1} < U_{q.q.2}$				
$I_{y1}(A)$										
$I_{y2}(A)$										
$I_2(A)$										
$U_2(V)$										

Yükün (R_n) müxtəlif qiymətlərində 5 dəfə ölçü aparırıq. Bu qiymətlərdən biri transformatorun nominal yükünə bərabər olmalıdır. Alınan qiymətlərə uyğun olan transformatorların xarici xarakteristikasını qururuq. Xarici xarakteristikalara nəzər

saldıqda (transformatorlar yük altında işləyəndə) təyin etmək olar ki, qısaqapanma zamanı, qısaqapanma gərginliyinin $U_{q,q}$ dəyişməsinə uyğun olaraq həm $I_{q,q}$, həm də $P_{q,q}$ -ma dəyişir.



Bu zaman güc əmsalı sabit qiymətdə qalır.

Laboratoriya işinin nəticələrinin araşdırılması

Bu təcrübə işini araşdıran zaman, məlum olur ki, paralel işləyən transformator sistemində əsas şərt yüklərin düzgün paylanmasıdır.

Cədvəl 1-də göstərilən birinci dolaq qısaqapanma gərginliyi $U_{q,q.1}$ ilə, ikinci dolaq qısaqapanma gərginliyi $U_{q,q.2}$ gərginliyinin qiymətini və eyni zamanda xarakteristikaları müqayisə etsək görərik ki, qısaqapanma cərəyanlarının müxtəlif qiymətlərində yüklərin transformatorlar arasında bölünməsi də müxtəlif olur. Əgər, məsələn, T2 tam yüklənmiş olarsa, T1 transformatorunun yüklənmə %-i aşağıdakı formulaya uyğun hesablanır.

$$\Delta I_2 = [(I_{2 \text{ nom}} - I_{2 \text{ yük}}) / I_{2q,q \text{ nom.}}] \cdot 100 (\% - lə)$$

Burada $I_{2 \text{ nom}}$ - T2 transformatorunun nominal cərəyanı;

$I_{2 \text{ yük}}$ - T2 transformatorunun yük cərəyanıdır.

Laboratoriya işinə aid yoxlama sualları

1. Hansı məqsədlə transformatorların paralel iş rejimlərindən istifadə edilir?
2. Transformatorların paralel işləməsi üçün hansı şərtlər mövcuddur?

3. Dolaqların qrup birləşmələri müxtəlif olan zaman hansı səbəbə görə paralel qoşulmuş transformatorları işə qoşmaq olmaz?

4. Transformasiya əmsalları bir-birindən neçə %-ə qədər fərqlənsə, transformatorları işə qoşmaq olar?

5. Transformatorlar arasında yüklərin düzgün bölünməsi nədən asılıdır?

LABORATORIYA İŞİ № 6

İki tərəfli qida mənbələrinin iş rejiminin tədqiqi

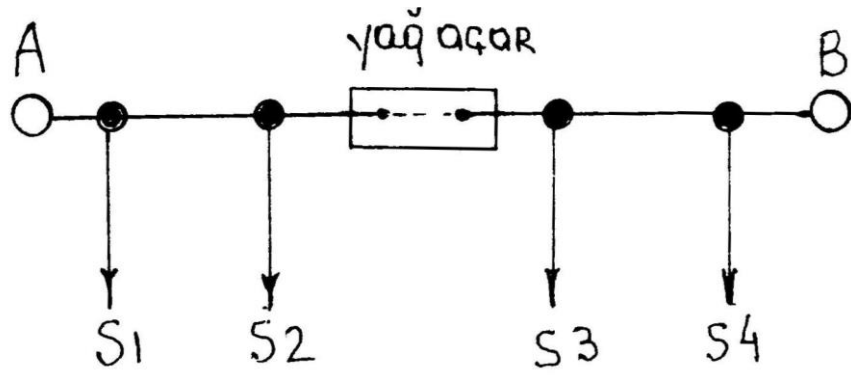
İşin təsnifatı:

1. Şəbəkənin A və B nöqtələrinin qidalandırdığı yüklərin aktiv və reaktiv güclərinin təyin edilməsi (S_{ak} və S_{reak}).
2. Qəza rejimində xəttin A və B nöqtələrinin gərginlik itkisinin hesablanması (ΔU_A və ΔU_B)
3. A və B nöqtələrində yaranan güclərin hesablanması (S_A və S_B)
4. Normal və qəza rejimlərində ümumi gərginlik itkisinin hesablanması (ΔU)
5. Alınan nəticələrə uyğun cədvəl tərtib etmək və şəbəkənin cərəyanı (I), gərginliyi (U), aktiv gücü (P) və reaktiv gücünə (Q) uyğun olan qrafikin qurulması

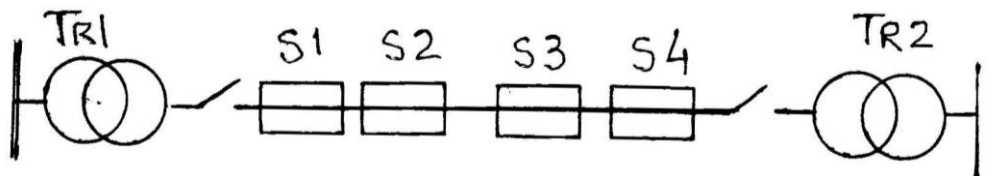
İşin məzmununun araşdırılması

Son zamanlar tələbatları etibarlı və fasiləsiz enerji ilə təmin etmək üçün 2 tərəfli qida mənbələrindən istifadə olunur.

Bu tip şəbəkənin müxtəlif hissələrində enerji ilə təmin olunan tələbatçıların gücünün (P), cərəyanının (I) hesablanması və enerjinin düzgün bərabər paylanması əsas şərtidir, hesabat aşağıdakı üsulla aparılır.



İki tərəfli qida mənbəyi olan şəbəkələrdə fasiləsiz iş rejimini təmin etmək üçün transformatorun gücü xəttin ümumi gücündən az olmamalıdır.



Buna görə nəzərdə tutulur ki, qəza rejimində bütün xətlərin yükləri enerji ilə təmin oluna bilsin.

Bu şəbəkələrdə gərginlik düşküsi

$$\Delta U = \frac{P_r + Q_x}{U_{nom}}$$

formulası üzrə tapılır.

burada P_r - sistemin aktiv gücü; Q_x -sistemin reaktiv gücüdür; U_{nom} -sistemin nominal gərginliyidir.

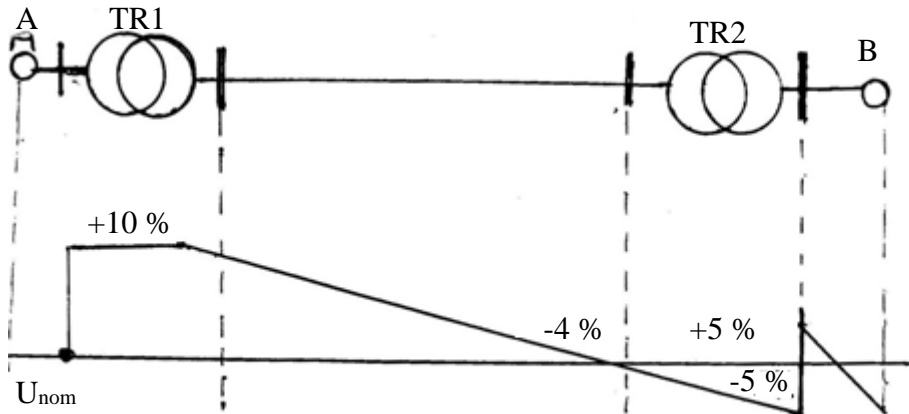
$$\Delta U_{üm} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3} + \Delta U_{3-4}$$

$\Delta U = U_A + U_n$ - sistemin gərginlik düşküsi; U_A -şəbəkənin başlanğıc gərginliyi; U_n -yükün birləşmə nöqtələrinin gərginliyi.

$$S = UI$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

S - ümumi güc; P - yükləri gücü.



Dövrədə cərəyanın (I), gərginliyin (U), aktiv və reaktiv güclərin ölçülməsi ölçü vasitələri ilə həyata keçirilir.

Məsələn, $I = 30 A$; $U = 380 V$; $\cos\varphi = 0,9$

$$P = UI\cos\varphi = 380 \cdot 30 \cdot 0,9 = 11,3 \text{ kVt}$$

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{11,3}{0,9} = 12,3 \text{ kVA} - \text{aktiv güc}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{12,3^2 - 11,3^2} = 1 \text{ kVt} - \text{reaktiv güc}$$

$$\Delta U = \frac{P + Q}{380} = \frac{12,3 + 1}{380} = 0,33 V - \text{gərginlik düşküsi}$$

Aldığımız nəticələri cədvəl şəklində tərtib edək. Bu laboratoriya işini yerinə yetirəndə yüklərin ayrı-ayrı qiymətlərində gərginliyin, onların gücünü (aktiv və reaktiv), şəbəkənin ümumi gücünü və müqavimətlərin hesablanması və bu parametrlərə uyğun xarakteristikaların qurulması nəzərdə tutulur.

Cədvəl

U_{nom} V	I_n A	P_{nom} kVt	S_{nom} kVt	Q kVt	U_1 V	I_1 A	S_1 kVt	P_1 kVt	Q_1 kVt	ΔU V
380	30	11,3	12,3	1	379,7	37	11,3	9,68	1,6	0,33

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi = 379,7 \cdot 30 \cdot 0,85 = 9,68 \text{ kVt} - \text{aktiv güc}$$

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos \varphi} = \frac{9,68}{0,65} = 11,3 \text{ kVt} - \text{tam aktiv güc}$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P_1^2} = \sqrt{11,3^2 - 9,68^2} = 1,6 \text{ kVt} - \text{reaktiv güc}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_1 \cos \varphi} = \frac{9,68}{1,73 \cdot 379,7 \cdot 0,85} = 37 \text{ A}$$

$$\Delta U = \frac{P_1 + Q_1}{380} = \frac{9,68 + 1,6}{380} = \frac{11,3}{380} = 0,33 \text{ V}$$

Hesabatdan aydın olur ki, şəbəkənin müəyyən bir hissəsində olan yüklərdən asılı olaraq bütün parametrləri dəyişir.

Sərbəst işə aid yoxlama sualları

- 1.2 tərəfli qida mənbələrindən əsasən nə zaman istifadə olunur?
- 2.Bu tip qida mənbələrinin normal işinin təmin olunması üçün hansı şərtlər mövcuddur?
- 3.Hansı kateqoriyalı müəssisələrdə bu qida mənbələrindən istifadə edilir?
- 4.Elektrik hesabatlarının tam gücünü təyin etmək üçün əvvəl hansı güclər hesablanmalıdır?
- 5.Alınan kəmiyyətlərə parametrlər arasındakı asılılığı izah edin.

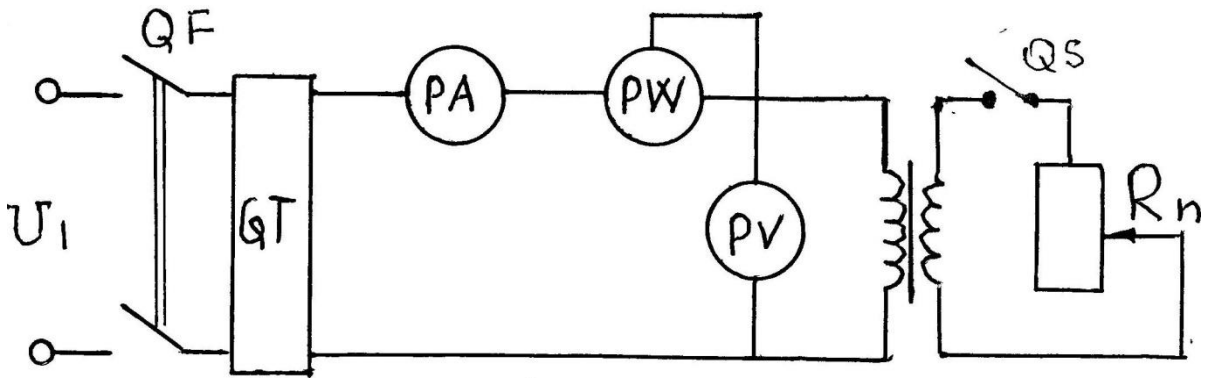
LABORATORIYA İŞİ № 7

Birfazlı transformatorun iş rejimlərinin tədqiqi və parametrlərinin hesablanması

İŞİN MƏQSƏDİ: 1 fazlı transformatorun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmalı, onun iş rejimlərini tədqiq etməli.

İŞİN PROQRAMI: Transformatorun elektrik şəbəkəsinə qoşulma sxemini tərtib etmək və onun parametrlərini hesablamaq.

Elektrik sxemini tərtib edək:



Şəkil 1.

Burada QF – gərginlik açarı

PA- ampermetr

PW – vattmetr

PV – voltmetr

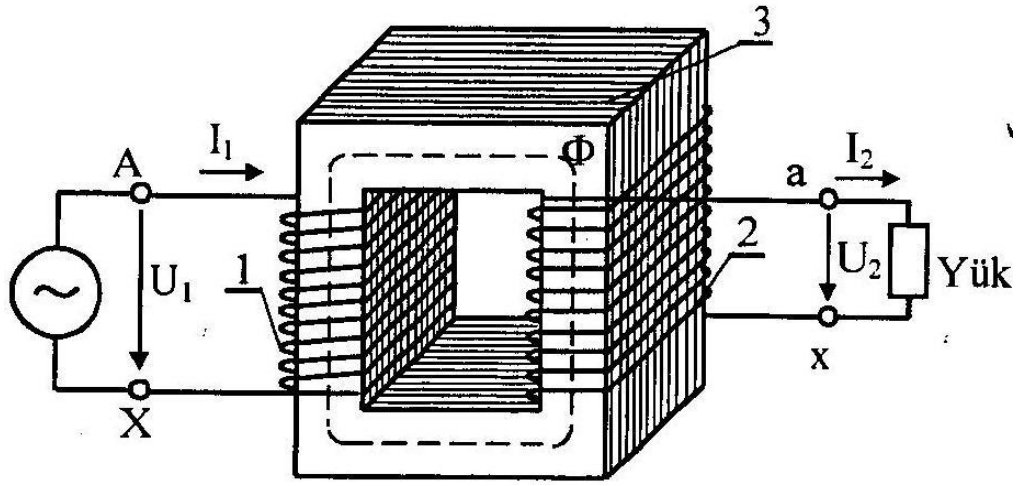
Rn – tənzimlənən yük

QS – yükü dövrəyə qoşan açar.

Transformator eyni tezlikdə bir gərginlikli dəyişən cərəyanı, başqa gərginlikli dəyişən cərəyanıya çevirən aparatdır.

Transformatordan elektrik təchizatı sistemlərində elektrik enerjisinin paylanması, ötürülməsində, rabitə qurğularında, çevirici qurğularda və s. istifadə edirlər. Bu transformator əsasən 1 fazlı və 3 fazlı olur.

Aşağıda 1 fazlı transformatorun quruluşuna və iş prinsipinə nəzər salaq.



Şəkil 2

- Burada 1- I tərəf dolağı
 2- II tərəf dolağı
 3 – maqnit keçiricisi

U_1 – I tərəf dolaq gərginliyi

U_2 – II tərəf dolaq gərginliyi

A-X – dolağın başlanğıcı

O-X - dolağın sonu.

I_1 – I tərəf dolaq cərəyanı

I_2 – II tərəf dolaq cərəyanı

Transformatorun iş prinsipi qarşılıqlı induksiya prinsipinə əsaslanır. Əgər transformatorun dolaqlarından birini dəyişən cərəyan mənbəyinə qoşsaq onda dolaqda (I_1) cərəyan axır və transformatorun maqnit keçiricisində dəyişən maqnit seli (maqnit sahəsi) yaranır. Bu maqnit seli (Φ) hər iki dolağı kəsir və onlarda e.h.q. (elektrik hərəkət qüvvəsi) (E) induksiyanır. I tərəf dolaq e.h.q. (E_1) və II tərəf dolaq e.h.q.-si (E_2) bir-birindən qiymətə fərqlənir, yəni ($E_1 > E_2$) olur. Transformatorun sığaclarında giriş və çıxış gərginlikləri yaranır (U_1 və U_2).

Alçaldıcı transformatorada həmişə $U_1 > U_2$ olur. Transformatorları sabit cərəyan mənbəyinə qoşmaq olmaz. Çünki maqnit keçiricisində sabit maqnit seli yaranar və e.h.q. induksiyanmaz ki, bu da nəticədə elektrik enerjisinin ötürülməsinə mane olar. Bu hal təhlükəlidir. Yəni I_1 cərəyan çox böyük qiymətə malik olar və dolağın zədələnməsi baş verər.

İşin yerinə yetirilmə qaydaları.

I halda transformatorun yüksüz iş rejimini araşdıraraq, yəni Rn tənzim olunan yükü dövrədən açaq. Transformatorun girişinə $U_1 = 220 V$ gərginlik veririk. I tərəf dolağından $I_1 = 5 A$ cərəyan axır. II tərəf dolağında isə yük qoşulmadığı üçün cərəyan $I_2 = 0$ olur, gərginlik isə $U_2 = 110 V$.

Gərginlik tənzimləyicisi vasitəsi ilə gərginliyi artırıb azaltmaq mümkündür.

Məsələn, giriş gərginliyini 220 V -dan 240 V-a qədər artıraraq, yəni

$U_2 = 240 V$. Onda cərəyan da artar. (I tərəf dolağı cərəyanı) $I_2 = 6 A$ olar. Bu ardıcılıqla gərginliyi artıraraq.

$$U_1 = 220 V - I_1 = 5 A$$

$$U_2 = 240 V - I_2 = 6 A$$

$$U_3 = 300 V - I_3 = 10 A$$

Hər üç qiymətə uyğun gücləri hesablayaq.

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

$$P_3 = U_3 I_3 \cos \varphi_3$$

Göstəriciləri aşağıdakı cədvəl 1-ə qeyd edirik.

Cədvəl 1

Ölçülən kəmiyyətlər						
$U_{I,1}$	$U_{I,2}$	$U_{I,3}$	$I_{I,1}$	$I_{I,2}$	$I_{I,3}$	$\cos \varphi$
220	240	300	5	6	10	0,8
$U_{II,1}$	$U_{II,2}$	$U_{II,3}$	0	0	0	0,8
110	120	150	0	0	0	0,8

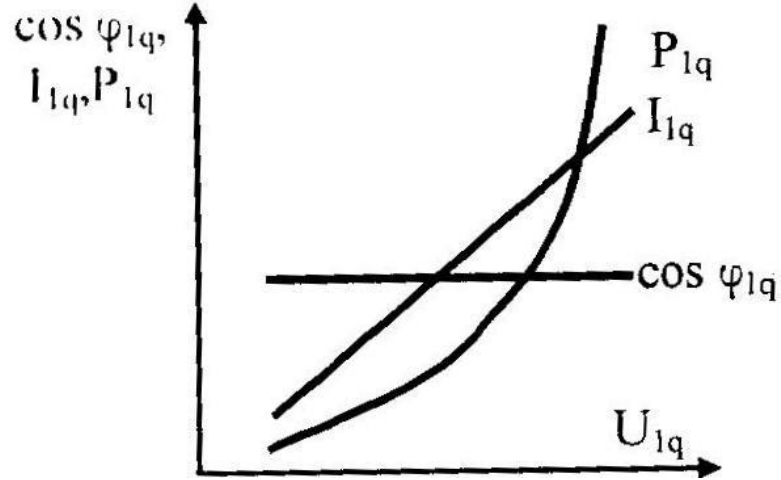
Yüksüz iş rejimində $\cos \varphi$ -ni 0,8 qəbul etsək və gücləri aşağıdakı formula ilə hesablayırıq.

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi = 220 \cdot 5 \cdot 0,8 = 880 Vt = 0,88 kVt$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi = 240 \cdot 6 \cdot 0,8 = 1152 Vt = 1,15 kVt$$

$$P_3 = U_3 I_3 \cos \varphi = 300 \cdot 10 \cdot 0,8 = 2400 \text{ Vt} = 2,4 \text{ kVt}$$

Hesablamadan aydın olur ki, yüksüz iş rejimində transformatorun giriş gərginliyi artdıqca, ona uyğun I tərəf dolağından axan cərəyan da artır və eyni zamanda güc P-də artır. Alınan qiymətlərə uyğun xarakteristika aşağıdakı göstərilən kimi alınır.



Şəkil 3.

Sonra Rn tənzimlənən yükü II tərəf dolağına qoşub transformatorun normal iş rejimini araşdıraq. Gərginliyi nominal qiymətə gətirək. Sxemdə QS açarını vurub Rn yükünü dövrəyə qoşuruq. II tərəf dolağından axan cərəyan A_2 ampermetri vasitəsi ilə təyin edirik. Aşağıdakı misala nəzər salaq. Transformatorun III tərəf dolaq cərəyanının qiyməti

Məsələn $I_{II} = 12 \text{ A}$

I tərəf gərginliyi

$$U_1 = 220 \text{ V olduqda } U_2 = 110 \text{ V}$$

$$U = 240 \text{ V olduqda } U_2 = 120 \text{ V}$$

$$U = 300 \text{ V olduqda } U_3 = 150 \text{ V olur.}$$

II tərəf dolağından $U_1 = 110 \text{ V}$ olduqda 18 A cərəyan axarsa

$$U_2 = 120 \text{ V olduqda } I_2 = 23 \text{ A}$$

$$U_3 = 150 \text{ V olduqda } I_3 = 30 \text{ A olar.}$$

II tərəf dolağında yükün sabit qiymətində gərginlik artdıqca cərəyan da ona uyğun artır. $U = IR$ düsturundan $R = \frac{U}{I}$ –ni tapırıq:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{110}{18} = 6,1 \text{ Om}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{120}{23} = 5,2 \text{ Om}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{150}{30} = 5,0 \text{ Om} \text{ olar.}$$

$$P = UI \cos \varphi - \text{dən}$$

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi = 110 \cdot 18 \cdot 0,8 = 1584 \text{ Vt}$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi = 120 \cdot 23 \cdot 0,8 = 2208 \text{ Vt}$$

$$P_3 = U_3 I_3 \cos \varphi = 150 \cdot 30 \cdot 0,8 = 3600 \text{ Vt}$$

Bundan aydın olur ki, yükün müxtəlif dövrdə yaranan cərəyan I və güc də müxtəlif qiymətlərə malikdir.

Cədvəl 2

Hesablanan kəmiyyətlər								
$P_{I,1}, Vt$	$P_{I,2}, Vt$	$P_{I,3}, Vt$	$P_{II,1}, Vt$	$P_{II,2}, Vt$	$P_{II,3}, Vt$	R_1, Om	R_2, Om	R_3, Om
880	1152	2400	1584	2208	3600	6,1	5,2	5,0

Sərbəst işə aid yoxlama sualları

1. Transformatorun iş prinsipini izah edin.
2. Transformatorlardan hansı sahələrdə istifadə olunur?
3. Transformatorlar əsas neçə hissədən ibarətdir?
4. Transformatorun iş prinsipini hansı prinsipə əsaslanır?
5. Transformatorun neçə rejimi mövcuddur?
6. Yük altında işləyən transformatorlarda I tərəf dolaq cərəyanı (I_1) və II tərəf dolaq cərəyanı arasındakı fərqə izah edin.
7. Dəyişən cərəyan transformatorun sabit cərəyan mənbəyinə qoşmaq olarmı?
8. Transformasiya əmsalı (k) hansı formula ilə təyin edilir?
9. Alçaldıcı transformatorlar əsasən neçə dolaqlı olur?
10. Faza sayına görə transformatorlar neçə növ olur?
11. Transformatorun yüksüz iş rejimi ilə yüklü rejimdə işləyən zaman onun parametrləri arasındakı fərqə izah edin.

LABORATORİYA İŞİ № 8

Polad naqillərin elektrik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi

Giriş: Kiçik güclərin ötürülməsi zamanı polad naqillərdən istifadə edilməsi əlverişlidir, belə ki, alüminium və ya mis tətbiq edəndə, mexaniki möhkəmliyin təmin edilməsi məqsədilə ən kəsiyi, gərginlik düşküsünə əsasən hesabatdan alınan ən kəsiyinə nisbətən böyük götürmək lazım gəlir.

Polad naqilli elektrik veriliş xətlərinin (EVX) hesabatı, əlvan metalardan olan naqib malik xətlərin hesabatına nisbətən çox mürəkkəbdir, belə ki, polad naqillərin həm aktiv, həm də reaktiv müqaviməti ondan axan cərəyandan asılıdır.

Skin-effektli, histerezis, maqnit nüfuzluluğunun naqildən axan cərəyanın qiymətindən, naqilin fiziki vəziyyətindən (tarımlığı, bişməsi, pərçimlənməsi) və onun metalının kimyəvi tərkibindən asılılığı - bütün bunlar polad naqilin aktiv (R) və reaktiv (X) müqavimətlərinin hesablanmasını mürəkkəbləşdirir.

Veriliş xəttinin tam müqaviməti iki mürəkkəbdən ibarətdir $Z = R + j(L'' + L')$: aktiv R və reaktiv (xarici $x = \omega L$ və daxili $x = \omega L$).

Tam müqavimətlə Z, həmin polad naqilin sabit cərəyana görə müqaviməti R_g arasındakı asılılıq, təxmini olaraq, belə ifadə edilir:

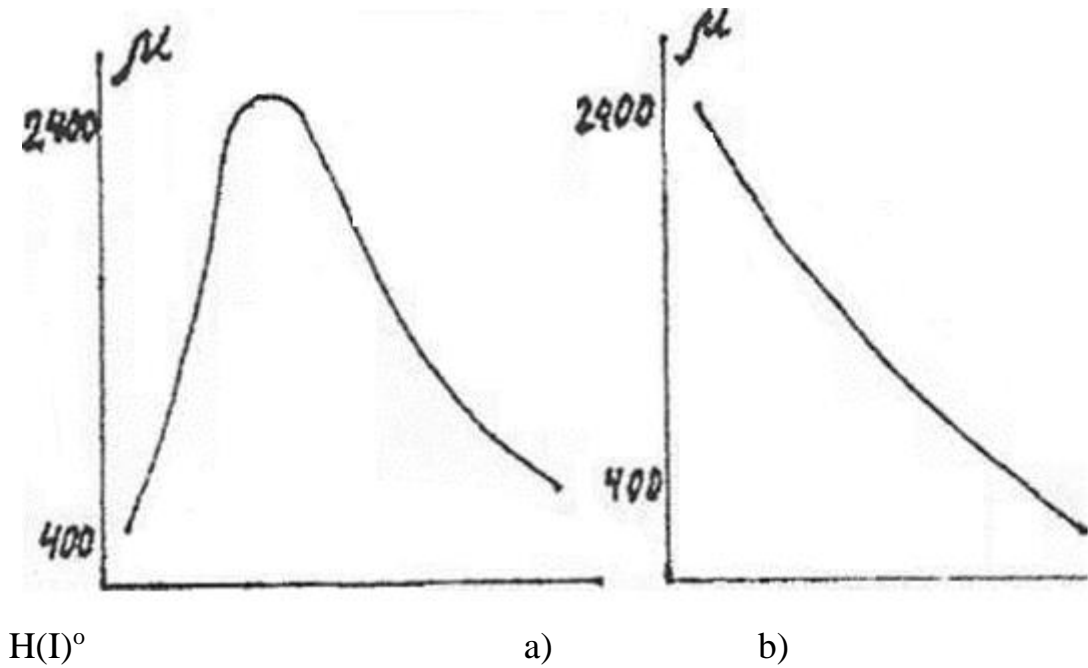
$$\frac{Z}{R_g} \approx 1 + 1,27 \cdot 10^{-4} \frac{\mu^2}{\rho^2 \eta^2} \cdot d^4,$$

burada: d – naqilin diametridir.

Buradan görünür ki, naqilin diametri artdıqca onun tam müqaviməti Z kəskin dəyişir. İfadəyə daxil olan maqnit nüfuzluluğu μ çoxtelli naqillər üçün, onun konstruksiyasından asılı olan, müəyyən orta maqnit nüfuzluluğunu ifadə edir. Ayrı-ayrı tellərin diametri azaldıqca və onlar arasındakı aralıqlar artdıqca onun qiyməti azalır.

η - naqilin duldurulma əmsəlidir, bütöv naqil üçün ən böyük olur və ayrı-ayrı tellərdən burulmuş naqil üçün azalır.

Maqnit nüfuzluluğunun qiymətinin (polad naqilin müqavimətini daha çox müəyyənləşdirən) naqildən axan cərəyandan (şəkil 1, a) və naqilin kimyəvi tərkibindən (şəkil 1, b) asılılığının dəyişmə xarakteri şəkil 1-də göstərilmişdir.



Çoxtelli naqillərdə ayrı-ayrı damarların sarınma addımı və burulma istiqaməti də onun müqavimətinə təsir edir. Bu onunla izah olunur ki, cərəyan damarlarda onun dolanma istiqamətində axır. Damarlar eyni istiqamətdə dolandıqda ayrı-ayrı damarların maqnit sahəsi toplanır, müxtəlif istiqamətdə dolandıqda isə bir-birindən çıxılır ki, bunun da sayəsində birinci halda daxili reaktiv müqavimət ikincihala nisbətən 2...3 dəfə böyük olur.

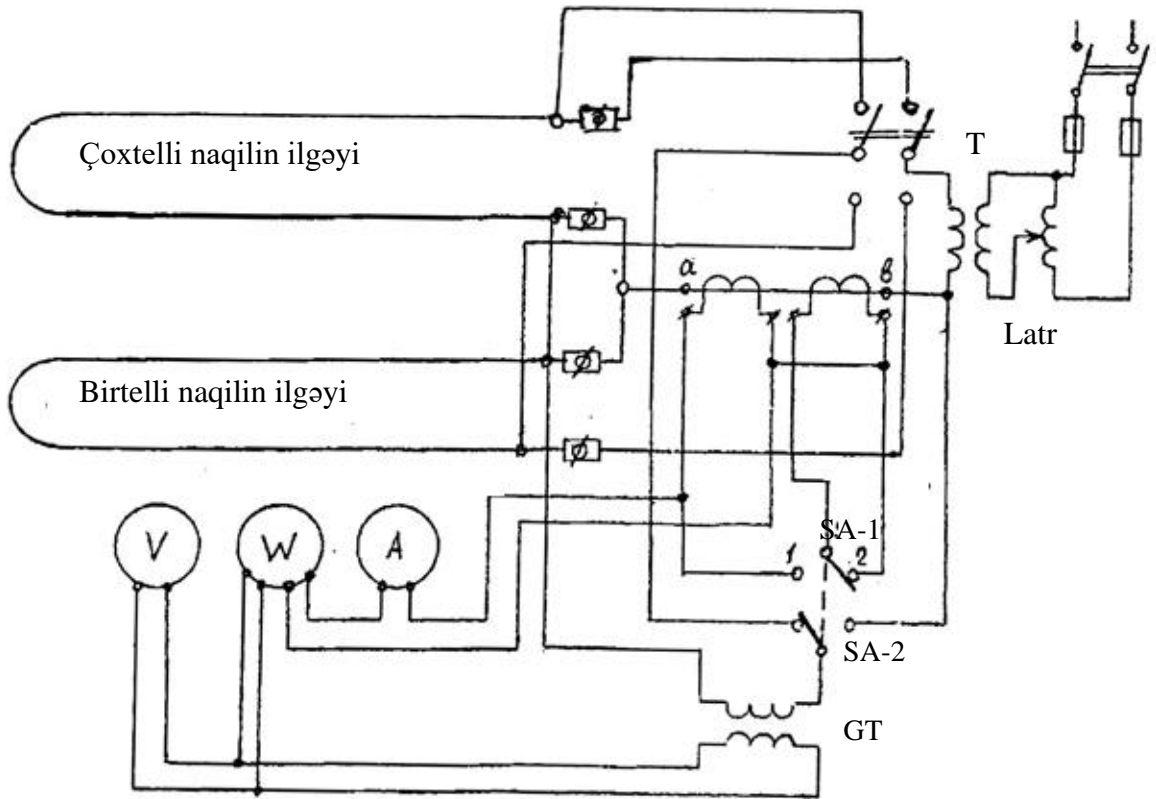
Metalin bişirilməsi çox böyük təsir göstərərək, reaktiv (daxili) müqavimətin qiymətini kəskin dəyişdirir.

Bu asılılıqların mürəkkəb olması sayəsində polad naqillərin parametrlərinin analitik hesabı üçün praktiki tətbiq oluna biləcək heç bir düstur vermək mümkün deyil. Buna görə də polad naqilli xətlərin hesabı zamanı cədvəllərdən və qrafiklərdən istifadə edirlər.

Naqillərin sınağını vattmetr, ampermetr və voltmetrlərdən ibarət sadə sxem üzrə aparmaq olar.

Qurğunun təsviri

Laboratoriyada iki standart naqilin tədqiq sxemi (şəkil 2) yığılmışdır: bütöv polad naqıl və çoxtelli naqıl (məs: ПСО -5, ПС-25).



Şəkil 2

Tədqiq edilən naqillər stendin arxasında farfor rolidlər üzərində ikgək şəkildə bərkidilmişdir.

Naqillərdən axan cərəyan laboratoriya avtotransformatorunun (ЛАТФ) və alçaldıcı yükləmə transformatorunun (Т) köməyib tənzimlənir.

Cərəyanın ölçülməsi şəkil 2-də göstərilmiş sxem üzrə aparılır. Sxemə əsasən əsas naqilin a və b nöqtələri arasında transformasiya əmsalları 75/5 olan iki ədəd cərəyan transformatoru yerləşdirilmişdir. Lakin transformatorlar elə uyğunlaşdırılmışdır ki, 75/5 və 37,5/5 ölçü hədlərini əldə etmək mümkündür.

Aşağı cərəyanlarda (<37,5A) işləmək üçün SA-1 çevirgəci 1 vəziyyətinə qoyulur; bu zaman transformasiya əmsalları 75/5 olan hər iki cərəyan transformatorunun ikinci tərəf dolaqları paralel qoşulur və ümumi transformasiya əmsalı 37,5/5 əldə edilir.

Hüdudu 37,5...75 A olan cərəyanları ölçmək üçün çevirgəc 2 vəziyyətinə qoyulur; bu zaman transformatorlardan biri qısa qapanır və 0 biri 75/5 transformasiya əmsalı ilə işləyir.

Tədqiq edilən naqillərə yükləmə transformatorundan (T) 2... 12 V həddində gərginlik verilir, lakin quraşdırılmış ölçü cihazlarının nominal gərginliyi 110... 150 V həddindədir. Bu cihazlardan istifadə etmək üçün onlara verilən gərginliyi yüksəltmək lazım gəlir. Bunu isə gərginlik transformatorunun (GT) köməyi edirlər.

SA-2 çevirgəci ölçü cihazlarının gərginlik dövrlərini cərəyan transformatorlarından əvvəl və sonra qoşmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Əgər gərginliyin ölçmə dövrəsinin tələb etdiyi cərəyan, naqildən axan cərəyanla mütənasib olarsa, onda xətalı azaltmaq üçün, gərginliyin ölçmə dövrəsinə cərəyan transformatorundan əvvəl qoşmaq əlverişlidir. Cərəyan artdıqca kontaktlarda (çıxaqlarda) yaranan gərginlik düşküsi sayəsində yaranmış xətalı özünü göstərir. İşçi cərəyan ölçü dövrəsinin tələb etdiyi cərəyana nisbətən xeyli çox olur, bunun nəticəsində yaranan xəta isə aşağı düşür. İndi isə gərginliyin ölçü dövrəsinə, böyük (İR) gərginlik düş-külü kontaktları (sıxaqları) geridə qoyaraq, cərəyan transformatorlarından sonra birbaşa naqilə qoşmaq məqsəduyğundur; bu SA-2 çevirgəcinin köməyi ilə əldə edilir. Naqillərin temperaturu termometrlər və ya qalvanometrlərlə ölçülür.

Təcrübənin apanılma ardıcılığı:

1. Ölçməbrə cərəyan üzrə $k_j=37,5/5$ və gərginlik üzrə $kV=14$ həddlərində başlanılır. Birinci ölçməni cərəyan $I=7,5$ A olduqda aparmalı, bundan sonra digər nöqtəbri voltmetrin göstərişlərinə (150 V-a qədər) uyğun çıxarmalı.

Naqilin təbbat gücü:

$$P = \alpha_n \frac{a_0 \cdot k_i}{k_u} \cdot k$$

burada: a_n - voltmetrin göstərişi;

a_0 - bölgünün qiyməti;

k_i -cərəyan transformatorlarının transformasiya əmsalı;

k_u -gərginlik transformatorunun transformasiya əmsalı;

k - ölçmə sxeminin xətasını nəzərə alan düzəliş əmsalıdır.

Cərəyanın müəyyən qiymətini qoyub, temperaturu ölçən qalvanometrın göslərişini izləməli. U, P, İ kəmiyyətlərinin ölçülmə nəticələrini, yalnız temperaturun artması dayandıqda qeyd etməli.

2. Cərəyan və gərginlik üzrə ölçmələrin həddini müəyyən etməli və yazmalı, cihazların bölgülərinin qiymətini müxtəlif ölçmə hədlərində müəyyən etməli. Ölçmələrin nəticələrini qeyd etmək üçüncüdəvəl tərtib etməli. Tədqiq olunan naqillərin en kəsiyini müəyyən etməli.

3. $R=f(I)$, $x''=f(I)$ və naqilin temperaturunun $t=f(I)$ asılılıqlarını müəyyən etmək üçün cihazların göstərişlərini qeyd etməli.

4. Hesablamalı və R, X və t kəmiyyətlərinin cərəyandan asılılıq qrafiklərini qurmalı, onları cədvəl qiymətlərilə müqayisə etməli.

Polad naqilin aktiv müqavimətini aşağıdakı düsturların köməyilə 20°C temperatura gətirirlər:

$$r_t = r_{20}[1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C})]$$

Temperatur əmsalının qiymətini $t < 100^\circ\text{C}$ olduqda $\alpha = 0,0045$ götürürlər. Naqil ilğəyinin xarici induktiv müqavimətini aşağıdakı düsturla təyin edirlər:

$$x = 0,289 \lg \frac{2D}{d}, \left(\frac{\text{Om}}{\text{km}} \right),$$

burada: D - ilğəyin naqillərinin mərkəzi arasındakı məsafədir, mm.

Yoxlama sualları:

1. Hansı maqnit selləri verilmiş xətlərinin xarici və daxili reaktiv müqavimətlərinə uyğun gəlir?

2. Xarici və daxili reaktiv müqavimətlər naqilin diametrindən, naqillər arası məsafədən və çoxtelli naqildə dolanmanın xarakterindən necə asılıdır?

3. Polad naqilli xətlərin hesabat qaydası necədir?

4. Polad naqilin daxilində cərəyan necə paylanır və cərəyanın paylanması bu xarakteri nə ilə əlaqədardır?

5. Nəyə görə polad naqilin aktiv və reaktiv müqavimətləri cərəyandan asılıdır?

Hesabatın məzmunu.

1. Müxtəlif ölçü hədlərində cihazların qoşulma sxemləri.

2. Ölçmələrin nəticələrinin cədvəlləri.

3. $R=f(I)$, $x''=f(I)$ və $t=f(I)$ asılılıqlarının qrafikləri.

LABORATORİYA İŞİ № 9

İKİ TƏRƏFLİ QİDALANMA HAVA XƏTLƏRİNİN İŞ REJİMLƏRİNİN TƏDQIQI

İşin məzmunu:

1. Aktiv və reaktiv cərəyanları (və ya gücləri) cərəyan ayırma nöqtələrində təcrübi yolla müəyyən etməli:

a) A və B qidalandırıcı məntəqələrinin eyni gərginlikdə və Z_Y yük müqavimətinin iki müxtəlif qiymətlərində;

b) A və B qidalandırıcı məntəqələrinin eyni olmayan gərginliklərində və Z_Y yük müqavimətinin iki müxtəlif qiymətlərində.

2. Ağır qəza rejimi zamanı xətdə gərginliyin ən böyük itkisini müəyyən etməli (yəni bütün yüklərin A mənbəyindən qidalandığı vaxt və ya müəllim tərəfindən verilmiş dəyişməz yükün B mənbəyindən qidalandığı vaxt).

3. Analitiki yolla A və B qida mənbələrinin generasiya etdikləri gücü hesablamaq və aktiv və reaktiv güclərin ayrılma nöqtələrini təyin etməli.

4. Xəttin işinin normal və ənağır qəza rejimlərində gərginliyin maksimal itkisini hesablamaq.

5. Ölçmələrin və hesabatların nəticələrini cədvəl l-ə yazmalı və I , U , P və Q -nin qiymətlərinin xətt boyunca dəyişmə qrafikini qurmaq.

6. Təcrübi və hesabat verilənlərini müqayisə etməli və yerinə yetirilmiş iş haqqında yekun fikir söyləməli.

Ümumi məlumat:

K/t-nın elektriklişdirilməsi təcübəsində son vaxtlar iki tərəfdən qidalandırılan xətlər çox geniş yayılmışdır. Onların əsas üstünlükləri elektrik təchizatının etibarlılığının yüksəldilməsidir, çatışmayan cəhəti isə quraşdırma zamanı böyük xərclərin çəkilməsi və çoxlu hesabatların aparılmasıdır.

Xüsusi halda iki tərəfli qidalanma xətləri olan qapalı şəbəkələrin hesabatlarının aparılmasının çətinliyi ondadır ki, ayrı-ayrı hissələrin güclərinin (cərəyanlarının) müəyyən olunması, yəni şəbəkə üzrə güclərin (cərəyanların) paylanmasıdır.

Qidalandırıcı A mənbəyindən xəttə daxil olan güc arasındakı düsturla müəyyən olunur:

$$S_A = \frac{\sum_1^n S_i Z_{iB}}{Z_{AB}} + \frac{U_A - U_B}{Z_{AB}} U_n,$$

burada: S_i – sxemin i nöqtəsində birləşdirilmiş yükün gücü;

Z_{iB} – i yükünün B mənbəyinədək birləşmə nöqtəsindəki müqaviməti;

Z_{AB} – bütün xəttin müqaviməti;

U_n – xəttin nominal gərginliyi.

Analoji olaraq:

$$S_B = \frac{\sum_1^n S_i Z_{iA}}{Z_{AB}} + \frac{U_B - U_A}{Z_{AB}} U_n,$$

Qidalandırılmış mənbələrin $U_B = U_A$ gərginliklərinin bərabərliyində (1) və (2) düsturlarında bərabərləşdirici güc adlanan 2-ci hədd sıfıra bərabərdir.

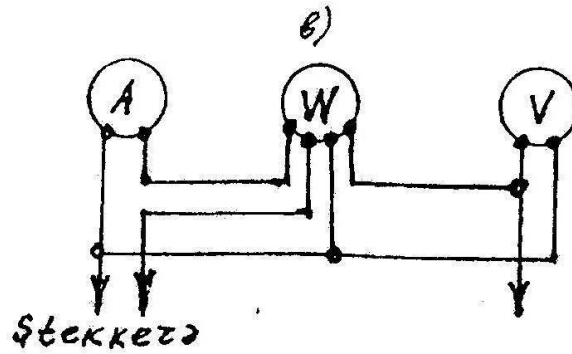
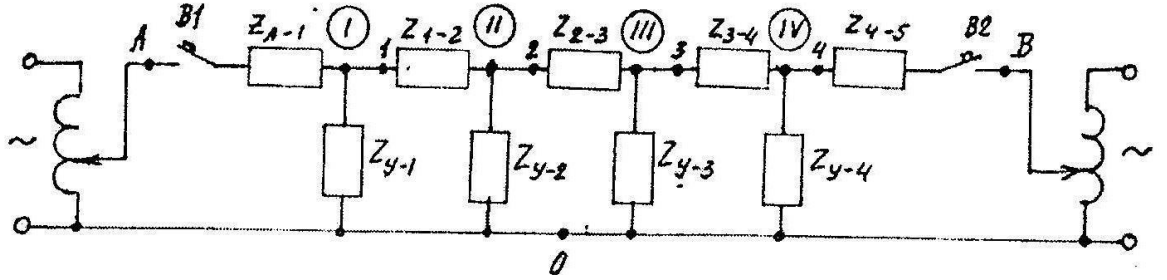
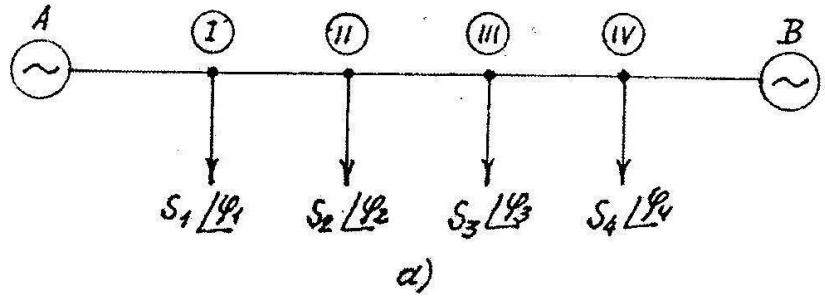
P - aktiv və Q - reaktiv güclərin paylanması uyğun olaraq 1 -ci və 2-ci düsturlarda yerinə yazmaqla ayrı-ayrılıqda tapmaq olar.

Qidalandırıcı mənbələrdən biri açılıbsa, onda qəza rejiminin hesabı sadələşir, belə ki, bu hesabın aparılması radial sxemin hesabından heç də fərqlənmir.

Güclərin paylanması məlum olduqda, iki tərəfli qidalandırıcı xətlətdə olan gərginlik itkiləri radial sxemlər üçün olan düsturlar üzrə təyin edilir:

$$\Delta U = \frac{P_r + Q_x}{U_n}$$

İki tərəfli qidalandırıcı xətlərin normal iş rejimlərinin maksimal gərginlik itkiləri, sxemin qidalandırıcı mənbədən cərəyan ayırıcı nöqtəyədək olan ayrı-ayrı hissələrdəki gərginlik itkiləri cəminə bərabərdir:



Xətdə A və B enerji mənbəyi və 4 işlədici (S_1, S_2, S_3, S_4) verilmişdir.

Yüklər müxtəlif güc əmsalına malikdirlər.

Modelləşdirilmiş xəttin 1 xətlə əvəz sxemi şəkil 1 b-də göstərilmişdir. Buna aşağıdakı elementlər daxildir:

- 1) 2 avtotransformator (JIATP) - bunlar A və B mənbələrini əvəz edir; 2) yüksək gərginlikli xəttin sahələrinin tam aktiv müqavimətini göstərən 5 Om-luq müqavimət; 3) güc əmsalı 0,8-0,9 olan işlədiciyi əvəz edən drossellər ($Z_{n-1}-Z_{n-4}$).

Əvəz sxemi A və B məntəqələrinin dövrəsində B1 və B2 açarlarına malikdir, həmçinin ölçü cihazları A_m , V_m , V_{tm} -ə malikdir. Ölçü cihazları xəttin müxtəlif nöqtələrinə bağlana bilər (1 ÷ 4).

Qidalandırıcı gərginlik paket aşarları vasitəsilə verilir.

İşin yerinə yetirilmə qaydası:

1. Cərəyan ayırma nöqtələri və ən böyük gərginlik itkisini təyin etmək üçün xətt modelinin müxtəlif nöqtələrində U , I , P ölçülür. Ölçmədən əvvəl B1 və B2 açarlarının açıq vəziyyətində müəllim tərəfindən göstərilmiş gərginliyi təmin etməli, U avtotransformatorla tənzim olunur. Gərginlik B1 və B2 açarlarının üstündə qoyulmuş lövhə voltmetrləri vasitəsilə ölçülür. Göstərilmiş nöqtədə gərginlik 90 V-dan artıq olmamalıdır. Əgər $U_a=U_b$ - bunlar arasında fərq 10 kV-dan artıq olmamalıdır. Aktiv güc P - astatik vattmetrlərlə ölçülür və onun istiqaməti təyin olunur.

Vattmetrlər xətdə xüsusi düyməcik olan yerlərdə bağlanır. Maksimal gərginlik itkisi gərginliklərin fərqinə görə təyin olunur:

$$\Delta U = U_A - U_n,$$

burada: U_A - mənbəyin gərginliyi, U_n - yükün gərginliyidir.

Ümumi və reaktiv güc aşağıdakı kimi tapılır:

$$S = UI, \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}.$$

Ölçmənin xətası aşağıdakı kimi tapılır:

$$\delta_{\Delta U} = \frac{\Delta U_{təc} - \Delta U_{anal}}{\Delta U_{anal}} \cdot 100\%.$$

Suallar:

1. İki tərəfdən qidalandırılan xətlərin üstün və çatışmayan cəhətləri hansılardır?
2. İki tərəfli doydurulan xətlərin hesabatında mürəkkəblilik nədən ibarətdir?
3. İki tərəfli doydurulan xətt sxemində güclərin paylanması necə təyin edilir?

Xətt və kabellərin qızmaya görə uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyanın təyini

Uzunmüddətli cərəyan şəraitində məftillərdə və kabellərdə qərarlaşmış temperatur yaranır. Verilmiş kabel və məftilin növünə görə buraxıla bilən temperatura uyğun cərəyana uzunmüddətli axan cərəyan deyilir.

Məlumdur ki, buraxıla bilən cərəyanın qiyməti məftilin en kəsiyindən, mühitin temperaturundan, izolyasiya materialından və araqaçı növündən asılıdır. Mühitin və torpağın temperaturu isə ilin zamanından, rayonun yerləşməsindən və iş şəraitindən asılıdır. Torpağın 0,7-0,8 m dərinliyində temperaturu 15°C , torpağın xüsusi müqaviməti isə $120 \frac{10^0}{Vt}$ götürülür.

Cədvəldən məlumdur ki, en kəşik artdıqca cərəyan sıxlığı azalır. En kəşik cərəyan məftil və kabellərin diametrindən asılıdır.

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Uzunmüddətli buraxıla bilən cərəyanın R müqavimətli məftildə vahid zamanda istilik miqdarı:

$$Q = I_{bb}^2 \cdot R; \quad C/san$$

Açıq məftildə mühitə vahid zamanda ayrılan istilik miqdarı:

$$Q = CF(t_{bb} - t_{müh})$$

burada: C - açıq məftilin səthindən keçən istilik ötürmə əmsəlidir;

$$C = 2,3 \cdot 10^{-3}; \quad Vt/sm^2 \cdot dər$$

F - məftilin səthidir, cm^2 ;

t_{bb} - məftildə buraxıla bilən temperatur, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{müh}$ - mühitin qəbul olunmuş temperaturu, $^{\circ}\text{C}$;

Cərəyan keçərkən məftilin aldığı istilik miqdarı mühitə verilən istilik miqdarına bərabərdir. Onda:

$$I_{bb}^2 \cdot R = CF(t_{bb} - t_{müh})$$

Məftilin en kəsiyi: $F=10 \pi dl$ belə hesablanır. Burada məftilin müqaviməti belə hesablanır:

$$R = \frac{l}{\gamma S} = \frac{4l}{\gamma \pi d^2}$$

burada: l - məftilin uzunluğu, m;

γ -məftil materialının xüsusi keçiriciliyi, $\frac{m}{Om \cdot mm^2}$

S - məftilin en kəsik sahəsi, mm^2 ;

d - məftilin diametri, mm;

Buraxıla bilən cərəyan aşağıdakı kimi tapılır:

Mis məftil üçün:

$$I_{bbmis}^2 = \frac{Sd^2 \gamma_{mis} (t_{bb} - t_{müh})}{0,4}$$

Mis məftildən Alüminium məftilə keçmək üçün mis üçün buraxıla bilən cərəyanı 0,77-ə vurmaq lazımdır.

Cədvəl 1.

Məftilin və kabelin növü	Verilir							hesablanır		
	Məftilin və kabelin parametrləri									
	S	C	t _{bb}	T _{müh}	l	d	γ	F	R	I _{bb}
mis	mm ²	Vt/sm ² · dər	°C	°C	m	mm	m/Om · mm ²			
Al										
Kabel										

Kabel üçün hesabatda izolyasiyanı nəzərə almaq lazımdır, çünki onlarda temperaturun dəyişməsi açıq məftillərdən fərqlənir. Kabel və izolyasiyalı məftillər-də hesabat eynilə aparılır,ancaq açıq məftillərin hesabatlarının nəticələri düzəltmə əmsallarına vurulur.

İzolyasiyalı məftil və kabellər üçün düzəltmə əmsallar cədvəli:

Məfil və kablərin xarakteristikaları	Mühitin qəbul olunmuş t -ru	Kablərin və məfillərin damarlarının normallaşdırılmış t -ru	Düzəltmə əmsalları (ayrı –ayrı t –da)								
			-5	0	5	10	15	20	25	30	35
Rezin və izolyasiyalı məfil və kablər	25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87
Kağız izolyasiyalı qurğuşun Al örtüklü kablər	15 torpaq da	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83
	25 açıqda və										
	hava da	80	1,24	1,12	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9

LABORATORİYA İŞİ № 11

Bir fazlı transformatorun işinin tədqiqi

İşin proqramı

1. Bir fazlı transformatorun quruluşu ilə tanış olmalı.
2. Transformatorun dolaqlarının başlanqıcını və sonunu təyin etməli.
3. Sxemi yığıb transformatoru yüksüz iş yik rejimində t dqiql t m li.
4. “T” sxemini yığıb, transformatoru avtotransformator rejimində t dqiql t m li.
5. Hər iki sxem  c n transformatoru rezistor y k  ilə yekl m li. Y kiin qiymətini dəyişməklə transformatoru yüksüz v  yük rejimində t dqiql t m li.

Alınmış qiymətləri 1 –ci cədvələ yazmalı.

Cədvəl 1.

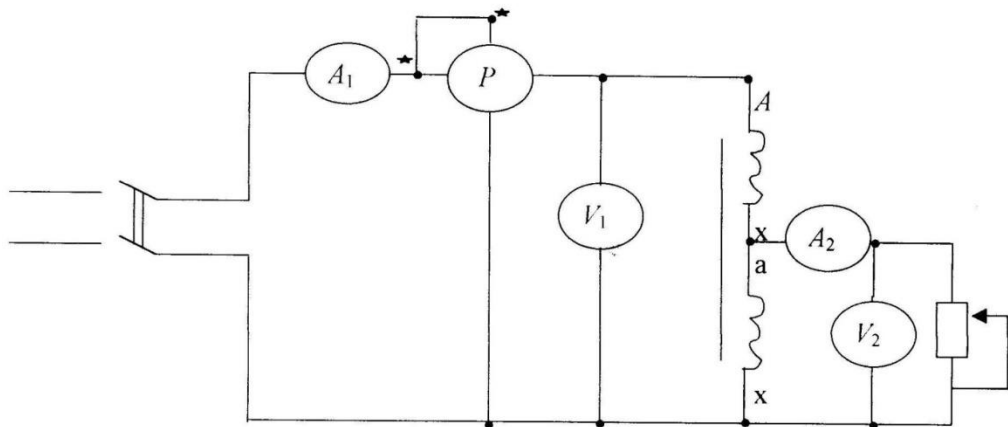
S/s	�l�c�lm�şd�r					Hesablanmışdır						
	U1	I1	P1	U2	I2	$\dot{I}_1^2 R_1$	$\dot{I}_2^2 R^2$	P2	η	$K = \frac{U_1}{U_2}$		
	V	A	Vt	V	A	Vt	Vt	Vt	-	-	-	
1												
2												
3												
4												

1. T cr b d n alınmış qiym tl r   sas n

$I_1 = f(I_2)$; $\cos \varphi_1 = f(I_2)$; $P_1 = f(I_2)$; $\eta = f(I_2)$ asılılıqlarını qurmalı.

2. Boş iřləm  v  y k rejimləri  c n transformatorun vektor diaqramını qurmalı:

$$P_2 = U_2 I_2; R_1 = \frac{U_1}{I_1} \cos \varphi; \cos \varphi = \frac{P_1}{U_2 I_2}; R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \cos \varphi = 1; IR_1 = 390$$



Şəkil 1.

S/s	U	I	Z	X_L	L
	V	A	Om	Om	M^H
1					
2					
3					
4					
5					

3. Sarğacın induktiv müqavimətini (X_1) və induktivliyini (L) hesablayaraq 2-ci cədvələ yazmalı. Cərəyandan asılı olaraq induktivlərin dəyişinə qrafikini qurmalı. Cərəyanın artması ilə induktivliyin nə üçün azaldığını izah etməli.

Sınaqlardan birinin nəticələrinə görə miqyasla vektor diaqramını və sarğacın müqavimətlər üçbucağını qurmalı. Vektor diaqramı üzərində cərəyanı, aktiv və induktiv müqavimətlərdə gərginlik düşkülərini və ümumi gərginliyi göstərməli.

Yoxlama sualları

1. İnduktivlikləri məlum olan ardıcıl bağlanmış iki sarğacın ümumi induktivliyini necə təyin etməli?

2. İnduktivliyə malik olmayan sarğac hazırlamaq mümkündürmü? Əgər mümkündürsə necə etməli?

3. Əgər cərəyanın tezliyi artarsa, sarğacdakı gərginlik və cərəyan arasındakı faz sürüşməsi bucağı ilə nə baş verər?

4. Dəyişən cərəyan mənbəyinə qoşulmuş sarğacın aktiv müqavimətini hansı elektrik ölçü cihazlarının köməyi ilə təyin etmək olar?

LABORATORIYA İŞİ № 12

Radial şəbəkənin gərginliyinin tənzimlənməsi

Giriş. Yükün xüsusi sıxlığı kiçik olduqda (kV/km^2) kənd elektrik şəbəkələri çox uzun və budaqlanmış olurlar. Gərginlik itkiləri üzrə hesablanmış şəbəkələrdə, cərəyan sıxlığı, bir qayda olaraq, iqtisadidən aşağıdır. Gərginliyin tənzimlənməsi iqtisadi sıxlığı yaxın və ya bərabər olan cərəyan sıxlığı şəbəkə yaratmağa və tələbedicilərdə gərginlik rejimini yaxşılaşdırmağa imkan verir. Şəbəkələrdə gərginliyin tənzimlənməsinin bir neçə üsulu mövcuddur. Üsullardan biri kondensatorların ardıcıl və ya paralel qoşulmasıdır. Kondensatorların şəbəkəyə ardıcıl qoşulması zamanı gərginliyin qalxması yük cərəyanının induktiv mürək-kəbəsinin kondensatorun tutum müqavimətinə hasillinə mütənasibdir:

$$\Delta U_{tən} = I_r \cdot X_c$$

Kondensatorların paralel qoşulması zamanı gərginliyin tutum cərəyanının şəbəkənin induktiv müqavimətinə hasilinə mütənasibdir:

$$\Delta U_{tən} = I_c \cdot X_l$$

Uzununa kompensasiyalı üçfazlı dəyişən cərəyan şəbəkəsi üçün gərginlik itkisinin sadələşdirilmiş düstur üzrə aşağıdakı ifadə mövcuddur:

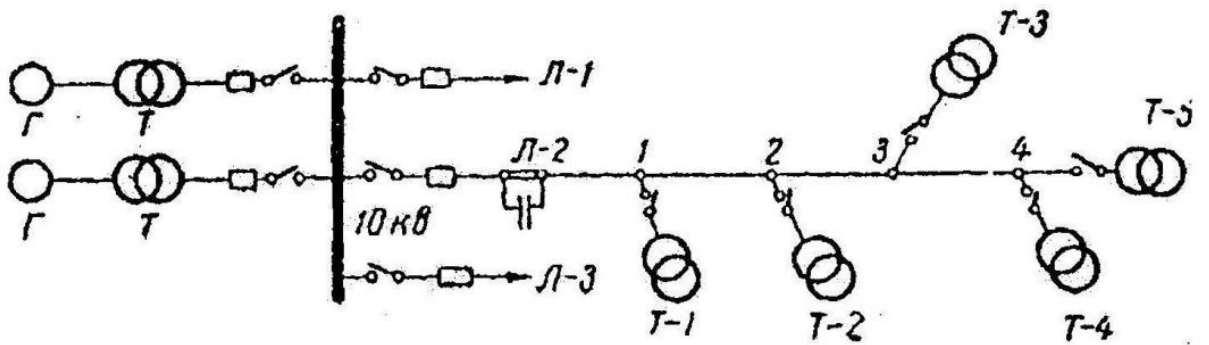
$$\Delta U = \sqrt{3}[I_a R + I_r(X_l - X_c)],$$

Eninə kompensasiyalı şəbəkə üçün:

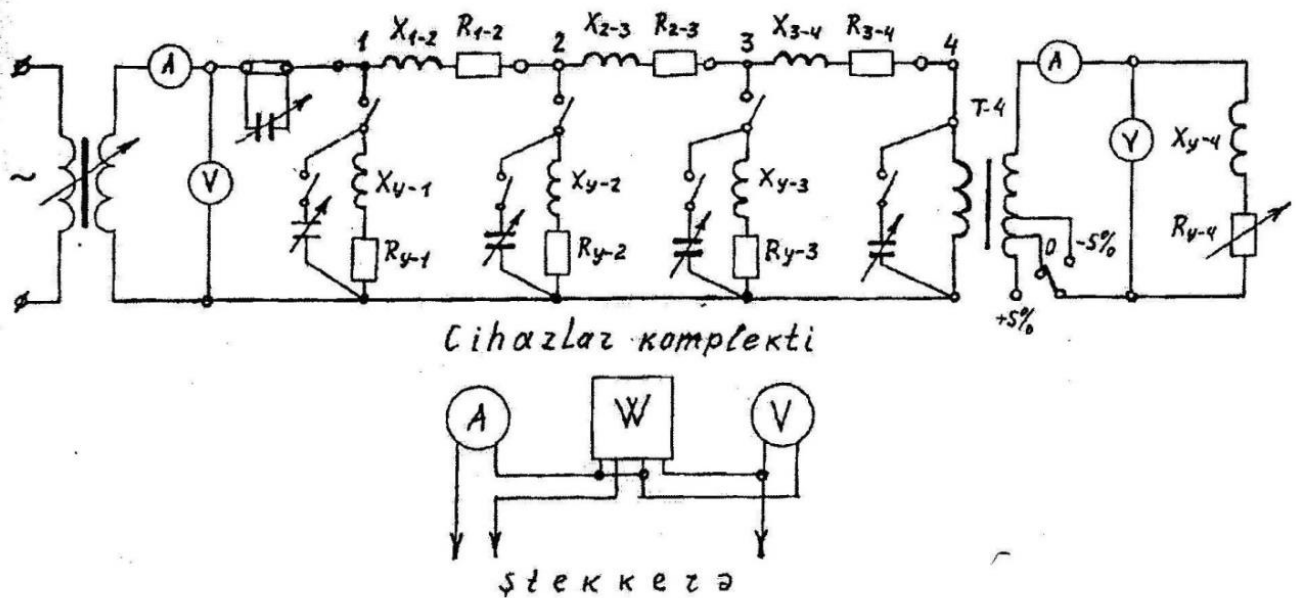
$$\Delta U = \sqrt{3}[I_a R + (I_l - I_c)X_l].$$

Kondensatorların qoşulması ilə həm yüksək voltlu, həm də alçaq voltlu şəbəkələrdə gərginliyi tənzimləmək olar. Paralel qoşulacaq kondensatorları bilavasitə reaktiv güc tələbedicilərinin yanında tətbiq etmək məqsədəuyğundur. Kondensatorları şəbəkənin istənilən yerində ardıcıl qoçmaq olar. Şəbəkədə gərginliyi həmçinin əlavə avtotransformatorlarla tənzimləmək mümkündür. Onları yüksək gərginlikli və ya alçaq gərginlikli şəbəkələrdə quraşdırırlar.

Qurğunun təsviri. Stenddə gərginliyi 10 kV olan dəyişən cərəyanlı radial kənd elektrik şəbəkəsinin bir fazasının nümunəvi modelogöstərilmişdir. Bu xəttin prinsipial sxemi şəkil 1-də, nümunəvi modelin elektrik sxemi isə şəkil 2-də göstərilmişdir. Sxemə qida stendə yerləşən kəsici açarlar (rubilnik) verilir. Qida gərginliyini laboratoriya avtotransformatoru (sxemə qida stenddə yerləşən kəsici açarlar (rubilnik) verilir. Qida gərginliyini laboratoriya avtotransformatoru (ЛАТФ) qərarlaşdırırlar və 100 V –a bərabər götürürlər.



Şəkil 1.



Şəkil 2.

Model özündə xəttin hissələrinin dörd müqavimət elementin Z_x və üç yük ayırıcılarını Z_y (X_x , R_x və X_y , R_y), transformasiya əmsalı 1 : 1 və ayırıcıları +5%; 0; -

5 olan son transformatoru birləşdirir. Yük cərəyanını və qida mənbəyinin gərginliyini uyğun cihazlar və 1, 2, 3 və 4 yuvalarına salınan ştekker ilə ölçürlər.

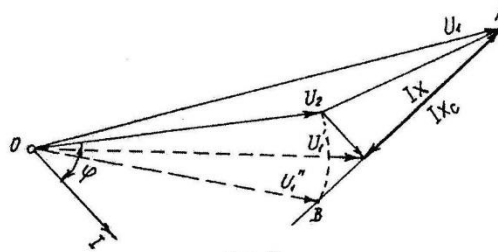
Uzununa kompensasiya üçün, xəttin başlanğıcında ardıcıl qoşulmuş, tutumu 315 mkF (75, 75, 75, 50, 25, 15 mkF) olan tutum dəsti vardır. Kondensatorların qoşulması və açılması üçün açarlar quraşdırılmışdır.

1, 2, 3, və 4 yüklərinin eninə kompensasiyası üçün hər biri 18-30 mkF olan tutumlar vardır. Onların açarları modelin sxemindən yuxarıda quraşdırılmışdır. Uzununa və eninə kompensasiyada kontaktların yanmaması üçün tutumların vurulmasını və açılmasını kəsici açarın açıq vəziyyətində aparmaq lazımdır.

İşdə həm də bir pilləli çevrilən avtotransformatorun, birfazlı yerinə yetirilməsində iş prinsipi və quruluşu öyrənilir.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı.

1. Qida mənbəyinin nominal gərginliyini (100 V) olmalıdır.



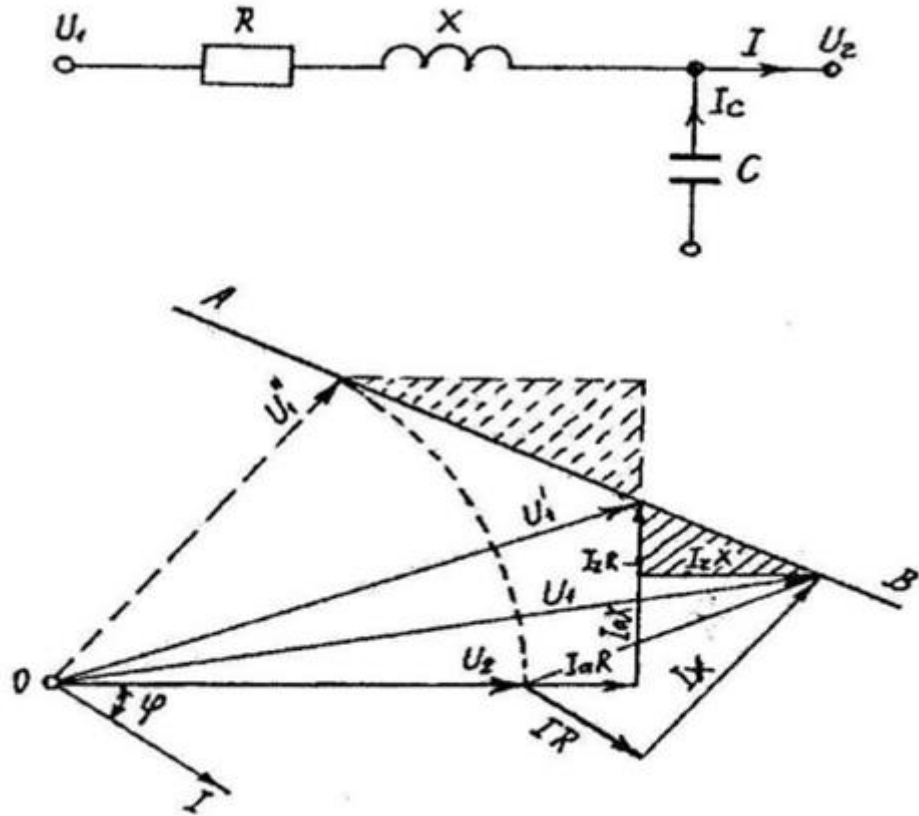
Şəkil 3.

Şəkil3.

2. 1, 2 və 3 yüklərini açmalı.
3. T-4 transformatorun optimal əlavəsini qoymalı, hansında ki, tələbedicidə (Z_y – 4) gərginlik buraxıla bilən hədudlarda (-10 –dan +7,5% -ə qədər) olur.
4. Eninə və uzununa kompensasiyanın köməyi ilə gərginlik rejimini yaxşılaşdırmalı.
5. $Z_{y.3}$, $Z_{y.2}$, $Z_{y.1}$, yüklərini qoşaraq, təcrübəni təkrarlamaq.
6. Müxtəlif kompensasiya hallarında tutumların qiymətlərini yazmalı.
7. Tutumların eksperimentdən alınan qiymətlərini hesabatdan alınan qiymətlərlə müqayisə etməli.

8. Dörd haldan biri üçün miqyas üzrə uzununa və eninə kompensasiyalarının vektor diaqramını qurmalı (şok. 3 və şək.4-ə uyğun).

9. Gərginliyin qalxması üzrə kondensatorların tələb etdiyi güc üzrə eyni effektiv uzununa kompensasiyanı eninə kompensasiya ilə müqayisə etməli.



Şəkil 4.

10. Əlavə avtotransformatorun iş prinsipini və quruluşunu öyrənməli.

11. Gərginliyin dəyişməsi zamanı xəttin modelində avtotransformatorun işini yoxlamalı.

Yoxlama sualları

1. Nəyə görə şəbəkədə gərginliyin tənzimlənməsinin buraxıla bilmə kriteriyası iqtisadi cərəyan sıxlığıdır?

2. Uzununa və eninə kompensasiyalar hansı üstünlüklərə və çatışmazlıqlaramalıdır?

3. Yüknün güc əmsalı uzununa və eninə kompensasiyaların effektivliyinə necə təsir göstərir?

4. Ardıcıl və paralel kondensatorların gərginlik artımından mühafizələrinin hansı xüsusiyyətləri vardır?

5. Əlavə avtotransformatorların iş prinsipini və quruluşunu aydınlaşdırmalı.

Hesabatın məzmunu:

1. Uzununa və eninə kompensasiyalar üzrə təcrübə ölçmələrinin nəticələri.
2. Uzununa və eninə kompensasiyalar üçün lazım olan tutumlarm hesabları.
3. Uzununa və eninə kompensasiyaların vektor diaqramı.
4. Uzununa kompensasiyanın eninə kompensasiya ilə müqayisəsinin nəticələri.

LABORATORIYA İŞİ № 13

Radial kənd şəbəkələrinin gərginlik rejimlərinin tədqiqi və Transformatorlarda əlavə etmələrin seçilməsi

İşin məzmunu: 1. Şəkil 1, a-da göstərilən sxemin nəzarət nöqtələrində, T2 və T5 alçaldıcı transformatorların müxtəlif budaqları üçün və T1 yüksəldici transformatorun müəllim tərəfindən verilmiş budağında, təcrübi yolla gərginliyi təyin etməli. Ölçmələrin iki rejim üçün aparmalı: ən böyük və ən kiçik yüklərdə.

2. Şəbəkənin sahələrində və ən uzaqda yerləşən elektrik enerji tələbçisinə qədər ən böyük gərginlik itkilərini təyin etməli.

3. Yüksək iş rejimində transformatorun əlavə etmələrini təyin etməli.

4. T1, T2 və T5 transformatorlarında gərginlik itkilərini təyin etməli.

5. T2 və T5 transformatorlarında optimal budaqlanmalarını seçməli.

6. Maksimal yük rejimi üçün T5 transformatorunun seçilmiş optimal budağında tədqiq olunan sxemin gərginliyinin səviyyəsinin paylanma epyurunu qurmalı.

Tədqiqat sxeminin təsviri

Kənd təsərrüfatı rayonunun üç fazlı şəbəkəsinin iş rejimlərinin tədqiqi bir fazlı əvəz sxemi üzrə yığılmış modelində (şəkil 1, b) aparılır.

Model aşağıdakı elementlərə malikdir: qida mənbəyini (generator G) əvəz edən, laboratoriya avtotransformatora (JIATP);

güc transformator blokunu əvəz edən, 0; -5; +5% çıxışları olan və 105/100 V transformasiya əmsalına malik alçaldıcı T1 transformatora;

iki çıxış xəttinin (YII1 və VII3) ümumi yükünü əvəz edən, 140 Om-luq reostat $r_{y.1}$;

alçaldıcı T2 tələbçici transformatorunu əvəz edən, +5, +2,5, 0, -2,5, -5% çıxışlara malik və transformasiya əmsalı 100/105 V olan T2 transformatora;

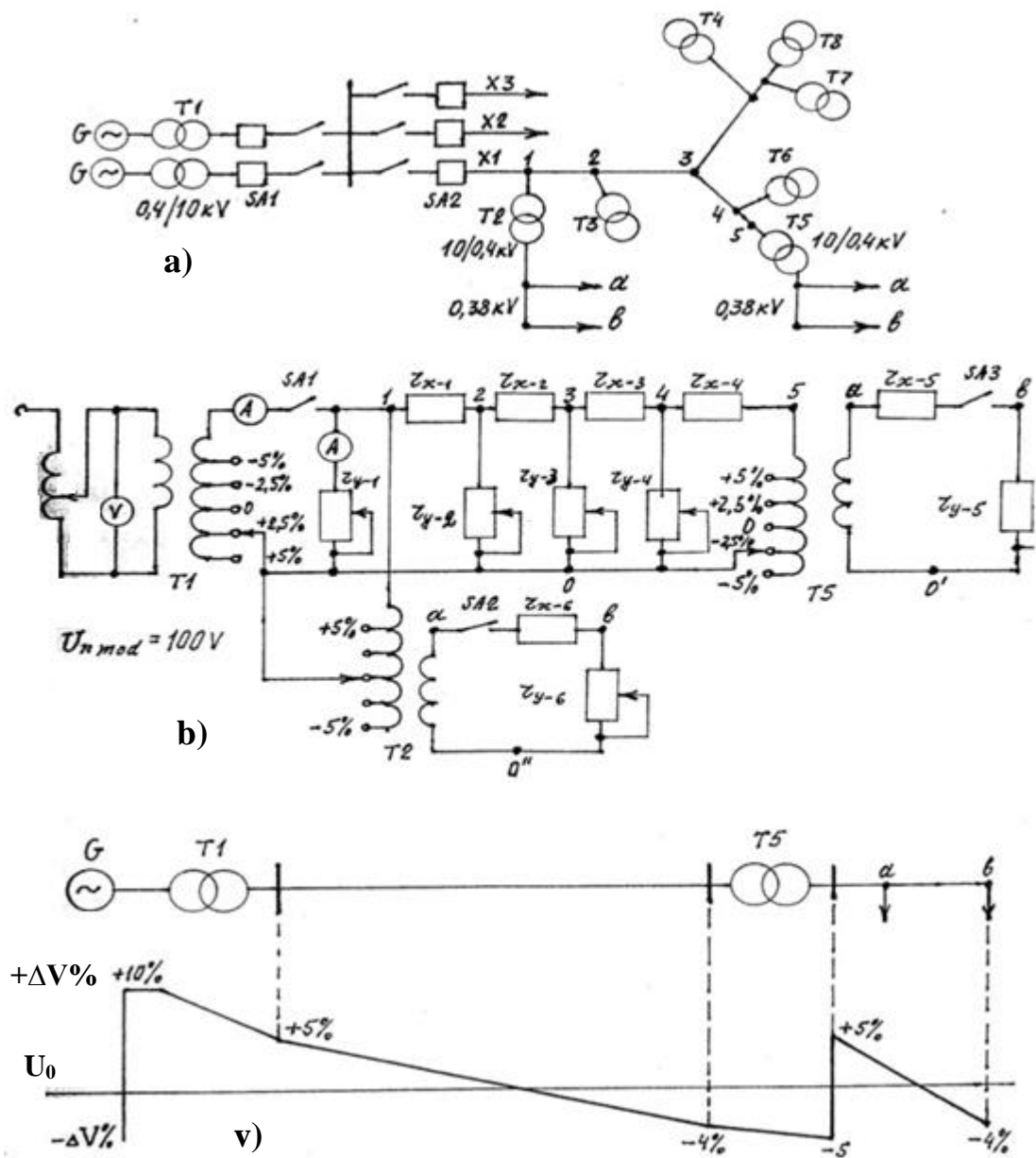
380 V-luq xətti və yüklərin müqavimətini əvəz edən, uyğun olaraq, müqavimətləri 50 və 900 Om olan $r_{x.6}$ və $r_{y.6}$ rezistorları;

10 kV-luq xəttin hissələrinin müavimətlərini əvəz edən, hər birinin müqaviməti 2 Om olan r_{x-1} , r_{x-2} , r_{x-3} , r_{x-4} rezistorları;

uyğun olaraq, 2, 3 və 4 nöqtələrində xəttin yüklərini (T3, T4, T6, T7, T8 transformatorları) əvəz edən, hər birinin müqaviməti 300 Om olan dəyişən rezistorlar r_{y-2} , r_{y-3} və r_{y-4} ;

alçaldıcı T5 tələbedici transformatorunu əvəz edən +5, +2,5, 0, -2,5, -5% çıxışları olan və transformasiya əmsalı 100/105 olan T5 transformatora;

380 V-luq xəttin naqillərini və yükün müqavimətini əvəz edən, uyğun olaraq, müqavimətləri 20 və 900 Om olan r_{x-5} və r_{y-5} rezistorları.



Şəkil 1.

Müqavimətlərinin qiymətlərinə görə, $r_{y-1} \dots r_{y-5}$ rezistorları - dəyişkən, tənzimlənən, $r_{x-1} \dots r_{x-6}$ rezistorları - sabitdirlər;

Şəbəkənin müxtəlif nöqtələrində gərginlikləri ölçmək üçün yuvalar, transformatorların çıxışları üçün çevirgəclər və yüklər üçün üç açar nəzərdə tutulmuşdur.

Bundan başqa, stend, ona quraşdırılmış üç cihaz (voltmetr və iki ampermetr) və şəbəkənin müxtəlif nöqtələrində gərginlikləri ölçmək üçün çəngəli olan yüksək dəqiqlik sinfinə malk, bir ədəd gəzdirilən voltmetrlə təchiz olunmuşdur.

İşin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər:

Nəzarət nöqtələrində gərginlikləri ölçməyə başlamazdan əvvəl qida mənbəyində U_g və T1 yüksəldici transformatorunun bıdağında, müəllim tərəfindən verilən gərginliyi qoymalı. Gərginlik U_g laboratoriya avtotransformatorunun köməyi ilə tənzimlənir.

Ən böyük və ən kiçik yük rejimləri yükləyici reostatların dəstəklərilə qoyulur, rejimi, stenddə quraşdırılmış ampermetrin göstərişinə əsasən təyin edirlər. Yüklərin dəyişməsi zamanı qida mənbəyinin gərginliyinin U_g verilmiş qiymətini izləmək lazımdır.

Nəzarət nöqtələrində ölçülmüş gərginliyin qiymətlərini cədvələ yazmaq lazımdır.

Sxemin ayrı-ayrı sahələrindəki gərginlik itkilərini, bu sahələrin son nöqtələrində ölçülmüş gərginliklər fərqi kimi təyin edirlər:

$$\Delta U_{1-2} = U_1 - U_2, \quad \Delta U_{2-3} = U_2 - U_3 \quad \text{və s.}$$

Transformatorların əlavə artımlarının təcrübi təyin edilməsini boş işləmə rejimində aparırlar ki, bu zaman transformatorlarda gərginlik itkisi, demək olar ki, olmur.

T1, T2 və T5 transformatorlarının boş işləmə rejimini yaratmaq üçün, uyğun olaraq, SA1, SA2 və SA3 açarlarını açırlar.

Transformatorun seçilmiş, vahidə yaxın, transformasiya əmsalında əlavə artımını aşağıdakı düsturla təyin edirlər:

$$\Delta V_{\text{ə.a}} = \frac{U_{\text{t.b.i}}^I - U_{\text{t.b.i}}^{II}}{U_{\text{t.b.i}}^{II}} \cdot 100\%$$

Əlavəni $U_{t.b.i}^1$ - inistənilən qiymətində təyin etmək olar, amma hesablamaların daha münasib olması üçün bu təcrübədə gərginliyi $U_{t.b.i}^1$ bütün transformatorlar üçün nominala bərabər ($U_{t.b.i}^1 = U_n = 100 \text{ V}$) saxlamaq tövsiyyə olunur. Ölçmələri transformatorların bütün budaqları üçün aparmaq lazımdır. Ölçmələrin qiymətlərini və hesabatların nəticələrini cədvəldə qeyd etməli.

Transformatorlarda gərginlik əlavələrinin təyin edilməsi, sxemin modelində alınmış təcrübi qiymətlərə əsasən transformatorlarda gərginlik itkilərinin hesablanması üçün vacibdir.

Əgər gərginlik transformasiyanın bir pilləsinə gətirilmişsə, onda yükləmə zamanı transformatorlardakı gərginlik itkisi:

$$\Delta U_t = U_t^1 + \Delta V_{a.a}$$

Hesablamaların nəticələrini cədvələ qeyd etməli.

Transformatorlarda budaqlanmalar elə seçilməlidir ki, tələbedicilərdə gərginliyin səviyyəsi nominal qiymətdən $\pm 7,5\%$ — dən çox fərqlənməsin.

Tələbedicilərdə gərginliyin nominal qiymətdən meyllənməsi aşağıdakı düs-turla təyin edilir:

$$\Delta V_{t.e} = \frac{U_{t.e} - U_n}{U_n} \cdot 100\%.$$

$\Delta V_{t.e}$ – T2 və T5 transformatorlarının a və b nöqtələri üçün təyin edilməli və nəticələr cədvəldə qeyd edilməlidir.

Tədqiq edilən şəbəkənin gərginlik səviyyəsinin paylanma epyuranun qurulma nümunəsi şəkil 1, v-də göstərilmişdir. Absis oxunun səviyyəsi nominal gərginliyə uyğun gəlir. Onun üzərində sağa tərəf şəbəkənin T1 və T5 transformatorları arasındakı sahələri qeyd edirir. Ordinat oxu üzərində transformatorların və generatorun yaratdıqları artımları və transformatordakı və şəbəkə sahələrindəki gərginlik itkilərini atırlar.

Yoxlamasualları:

1. Gərginliyin tənzimlənməsini nə üçün tətbiq edirlər?
2. Kənd elektrik şəbəkələrində gərginliyin hansı tənzimlənmə metodlarını istifadə edirlər?
3. Gərginliyin transformatorlarla tənzimlənməsi necə həyata keçirilir?

4. Ałaldıcı transformatorların əlavə artımları yüksəldici transformatorların əlavə artımlarından nə ilə fərqlənilir?
5. Tələbedicilərdə gərginlik meylini necə təyin etməli?
6. Təcrübə qiymətlərinə görə şəbəkə sahələrindəki və transformatorlardakı gərginlik itkilərini necə tapmalı?

LABORATORIYA İŞİ № 14

Statik kondensatorların köməyilə radial şəbəkələrdə gərginliyin tənzimlənməsi

İşin məzmunu: 1. Xəttin budaqlarında (1, 2, 3 və 4 nöqtələrində) gərginliyi tənzimləmədən və reaktiv gücü kompensasiya etmədən gərginlikləri, cərəyan və gücü ölçməli. Bütün nöqtələr üçün $\cos\varphi$ -ni hesablamalı;

2. Həm uzununa və həm də eninə kompensasiyanı həyata keçirmək üçün kondensatorların tələb olunan tutumunu təyin etməli;

3. Şəbəkənin modeli üzərində, əvvəlcə yükə paralel qoşulan, sonra isə yükə ardıcıl qoşulan kondensatorların köməyilə reaktiv gücü kompensasiya etməli;

4. Xətdə reaktiv gücün kompensasiyası zamanı cihazların göstərişlərini götürməli və $\cos\varphi$ -ni hesablamalı;

5. 10 kV-luq xətdəki gərginliklərin, cərəyanların, aktiv və reaktiv güclərin həqiqi qiymətlərini hesablamalı.

Qurğunun təsviri: Stenddə gərginliyi 10 kV olan dəyişən cərəyanlı radial elektrik şəbəkənin bir fazalı nümunəvi modeli verilmişdir. Bu xəttin prinsiplial sxemi və onun nümunəvi bir fazalı elektrik modelinin sxemi şəkil 1-də verilmişdir.

Modelin nominal gərginliyi 100 V-dur. Modelə qida stenddə yerləşdirilmiş açar vasitəsilə verilir. Mənbəyin gərginliyi laboratoriya avtotransformatoru vasitəsilə tənzimlənir.

Şəbəkənin sahələrinin müqaviməti aktiv və reaktiv müqavimətli rezistorlarla imitasiya olunur (hər sahədə $r=1,82$ Om və $x=0,67$ Om-dur ki, bu da A35 naqili ilə yerinə yetirilmiş, uzunluğu 2 km olan xəttə uyğun gəlir).

Modeldə şəbəkənin yükləri rezistorlarla imitasiya olunur:

$$r_{y-1}=r_{y-2}=107 \text{ Om}; \quad r_{y-3}=407 \text{ Om};$$

$$X_{y-1}=X_{y-2}=80 \text{ Om}; \quad x_{y-3}=160 \text{ Om}.$$

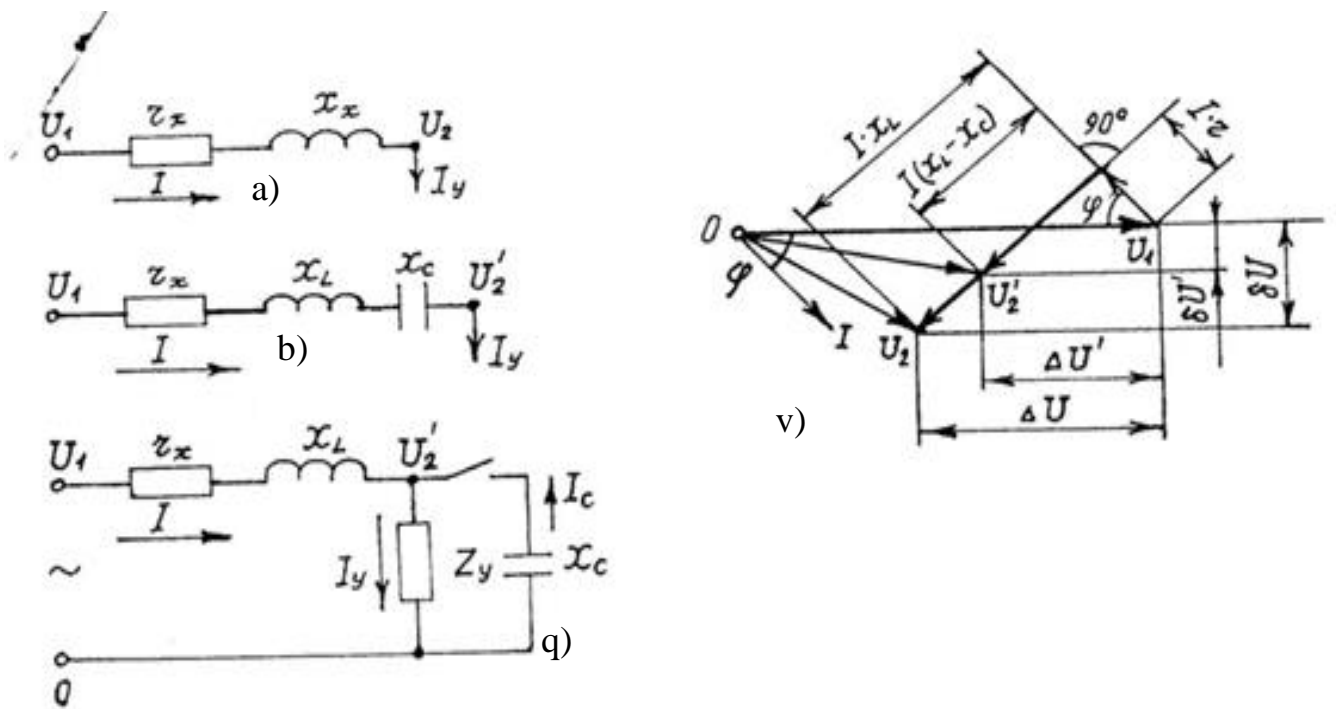
Yük Y-4 dəyişkəndir və onun qiyməti hər tələbə briqadası üçün müəllim tərəfindən ayrıca verilir.

Y-4 yükünün yanındaki transformator T4 gərginliyi 0,4 kV tərəfdə dəyişməyə imkan verir və gərginliyin səviyyəsini dəyişmək, transformatordakı +5%, 0 və -5% çıxarmaları vasitəsilə transformasiya əmsalını dəyişmək mümkündür.

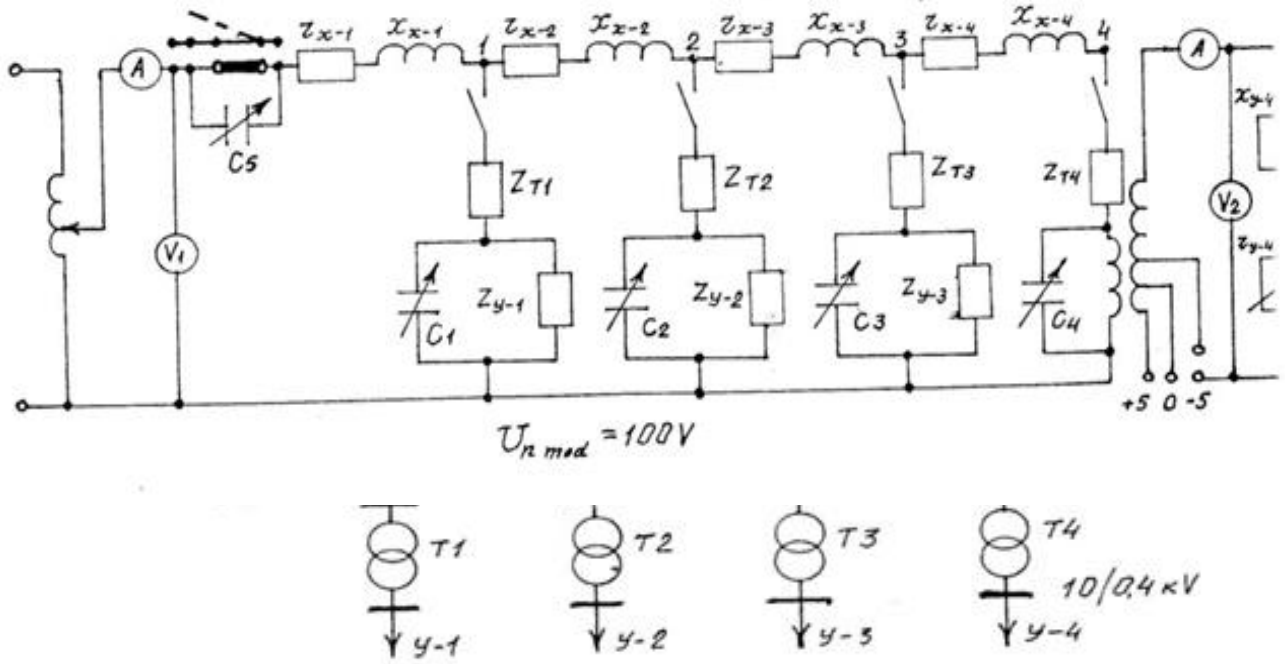
Yükün Y-4 cərəyanı və T4-ün alçaq tərəfindəki gərginlik, həmçinin qida mənbəyinin gərginliyi sxemə yığılmış ampermetr və voltmetrlərlə ölçülür.

Yüklərə ayrılan budaqlarda cərəyan, gərginlik və gücü uyğun cihazlarla və xüsusi qoşma düyməsinin və ya stekkerin köməyiylə ölçülür.

Yükləri Y-1, Y-2, Y-3 eninə kompensasiya etmək üçün tutumlar nəzərdə tutulmuşdur ki, onların da açarları modeldə quraşdırılmışdır.



d) j)



Şəkil 1

Uzunuma kompensasiyanı vuran zaman kondensatordan xətlə ardıcıl qoşulmuş şuntu çıxarmaq lazımdır.

İşin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər:

İşin təcürbi hissəsinə qida mənbəyinin şinlərində gərginliyin qiymətini qoymaqdan başlamaq lazımdır. Gərginliyin qiyməti müəllim tərəfindən verilir.

Necə ki, modeldə gərginliyin və cərəyanın real qiymətləri ilə işləmək müm-kün olmadığından, ölçülən kəmiyyətlərin miqyaslarından istifadə etmək lazımdır.

Miqyasları seçərkən modelin imkanlarını və ölçmələrin münasibliyini nəzərə almaq lazımdır. Miqyasları aşağıdakı düsturlarla təyin edirlər:

$$M_u = \frac{U_{orjin}}{U_{model}} - \text{gərginliyin miqyası;}$$

$$M_i = \frac{I_{orjin}}{I_{model}} - \text{cərəyanın miqyası;}$$

$$M_Z = \frac{Z_{orjin}}{Z} - \text{müavimətin miqyası;}$$

$$M_P = M_S = M_I \cdot M_U - \text{gücün miqyası.}$$

Modeldə ölçülmüş cərəyanları, gərginlikləri, gücləri aşağıdakı düsturlarla orijinal qiymətlərə gətirirlər:

$$I_{orj} = I_{mod} \cdot M_I,$$

$$U_{orj} = U_{mod} \cdot M_U,$$

$$P_{orj} = P_{mod} \cdot M_P,$$

Təcrübənin hər birində gərginlikləri və cərəyanları generatorun şinlərindəki gərginliyə, yəni 100 V-a bərabər gərginlikdə və ya xəttin nominal gərginliyindən 5... 10% yüksək gərginlikdə (daha doğrusu, 105 V və ya 110 V) ölçmələr aparmaq lazımdır.

Tapşırığı yerinə yetirmək üçün gərginlikləri, cərəyanları, gücləri şəbəkənin sahələrindəki nəzarət nöqtələrində, kondensatorların olmadığı hallarda ölçmək lazımdır və qiymətləri cədvələ qeyd etmək lazımdır.

Alınmış qiymətlərə əsasən müəllim tərəfindən verilmiş arzu olunan $\cos\varphi$ -yə və verilmiş şəbəkədəki əlavə gərginlik artımına istinad edərək, gərginliyin eninə və uzununa kompensasiyasını həyata keçirmək üçün kondensatorların lazım olan güclərini hesablamalı.

Modeldə, kondensatorların düsturla hesablanmış tutumlarını, uyğun olaraq, əvvəlcə eninə, sonra isə uzununa kompensasiya üçün qoyub cərəyanları, gərginlikləri və gücləri ölçməli. Alınmış qiymətləri cədvəldə qeyd etməli. M_j , M_u ,

M_z , M_P miqyaslarından istifadə edərək, modeldə ölçülmüş qiymətləri həqiqi qiymətlərə gətirmə hesabatlarını aparmalı və alınmış nəticələri cədvəldə yazmalı.

Yoxlama sualları: 1. Kənd elektrik şəbəkələrində gərginliyin tənzimlənməsinin əsas metodları hansılardır?

2. Uzununa və eninə tutum kompensasiyalarının prinsipial fərqi nədədir?

3. Tutum kompensasiyasını aparmaq üçün kondensator batareyalarının lazım olan gücünü (və tutumu) necə təyin etməli?

4. M_j , M_u , M_z , M_P miqyas əmsalları nədir və onları necə təyin etməli?

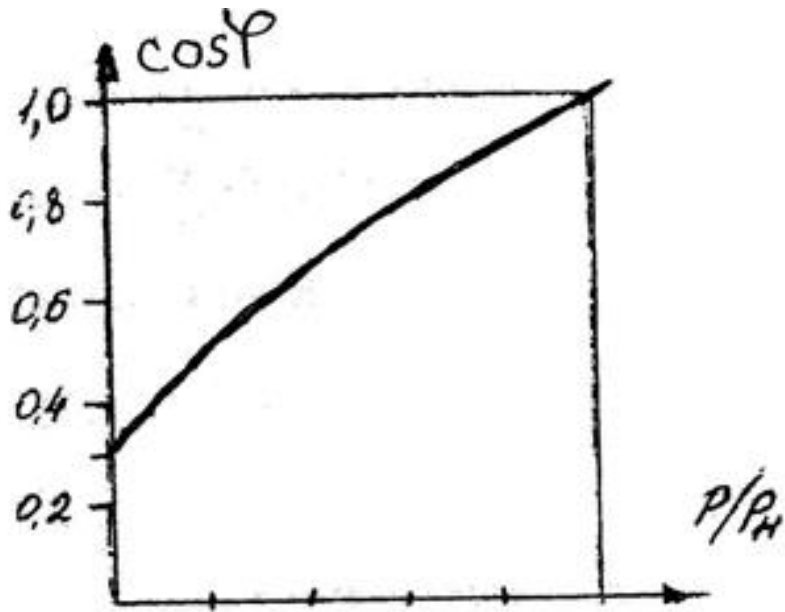
LABORATORİYA İŞİ № 15

Elektrik qurğularının güc əmsalı və onun yaxşılaşdırılması üsulları

İŞİN MƏQSƏDİ: - Güc əmsalının ($\cos \varphi$) elektrik qurğularının işinə təsirini və onun yaxşılaşdırılması üsullarını öyrənməli.

TAPŞIRIQ

1. Güc əmsalına aid nəzəri izahatı oxumalı və öyrənməli. Vektor diaqramını çəkməli.



Şəkil 2. $\cos \varphi$ –nin mühərrikin yükündən asılılığı.

P - yükün həqiqi qiyməti;

P_n - mühərikın nominal (pasport) gücü.

Elektrik qurğularının güc əmsalının qiymətinə asinxron mühərriklərdən başqa qaynaq transformatorları və başqa yüklərdə təsir edir.

Güç əmsalının artırılması üçün tədbirlər.

Güç əmsalının artırmaq üçün elektrik enerjisi tələbedicilərinin tələb etdiyi reaktiv gücü azaltmaq lazımdır.

Bu aşağıdakı üsullarla yerinə yetirilir:

a) işləyən asinxron mühərriklərini nominal gücə qədər yüklənməsi və ya az yüklə işləyən mühərrikləri bir qədər kiçik güclü mühərriklə əvəz etməli;

b) asinxron mühərrikləri və qaynaq transformatorlarının yüksüz işləmə vaxtlarını məhdudlaşdırmalı;

v) az yüklənmiş asinxron mühərriklərinin “üçbucaq” birləşdirmə sxemlərindən “ulduz” birləşmə sxemlərindən “ulduz” birləşmə sxeminə keçməklə stator dolağına verilən gərginliyi azaldıb, maqnitləşdirici cərəyanı azaltmaq (nominal yükün $30 \div 36\%$ miqdarında).

Kompensasiya edici qurğunun hesabı.

Məlumdur ki, kondensatorun reaktiv gücü aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$Q_c = \frac{U_c^2}{X_c} = U_0^2 \cdot \omega \cdot c$$

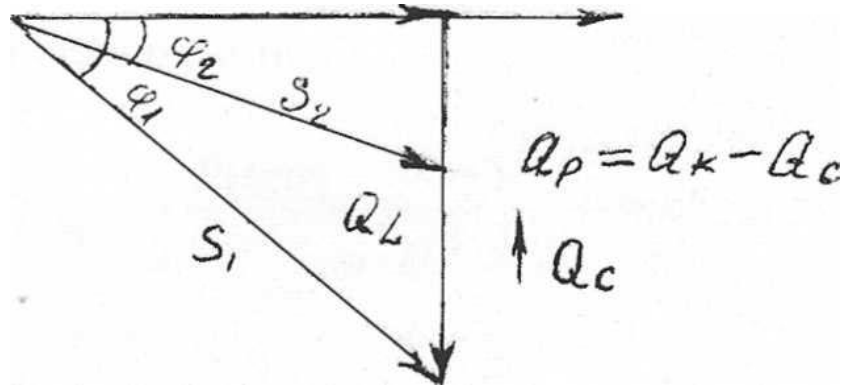
Burada U_c - kondensatorun gərginliyidir.

$X_c = \frac{1}{\omega c}$ - kondensatorun tutum müqavimətidir.

$\omega = 2\pi f$ - dəyişən cərəyanın bucaq tezliyidir.

$$f = 50 \text{ olduqda, } \omega = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314 \text{ san}^{-1}$$

C - kondensator tutumudur.



Şəkil 3.

Şəkil 3-də güclər üçbucağı göstərilmişdir.

Kompensasiya edici qurğu tətbiq olunanadək, cərəyan qəbuledici şəbəkədən P aktiv gücünü Q_L - reaktiv induktiv gücünü və $S_1 = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$ tam gücünü alır.

Onda güc əmsalı $\cos \varphi = \frac{P}{S_1}$ dir.

Kondensatorlar qoşulduqdan sonra şəbəkədən alınan reaktiv güc azalır.

$$Q_c = Q_{L1} - Q_{L2}$$

Onda güc əmsalının yeni qiyməti $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ olur.

Üçbucaqlardan aşağıdakıları tapırıq:

$$Q_{L1} = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1; \quad Q_{L2} = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

Onda $Q_c = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 - P \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$

Bundan başqa $Q_c = U_c^2 \cdot \omega \cdot c$ bərabərliklərin sağ tərəfini bərabərləşdirərək aşağıdakını alırıq:

$$U_c^2 \cdot \omega \cdot c = P (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

Buradan

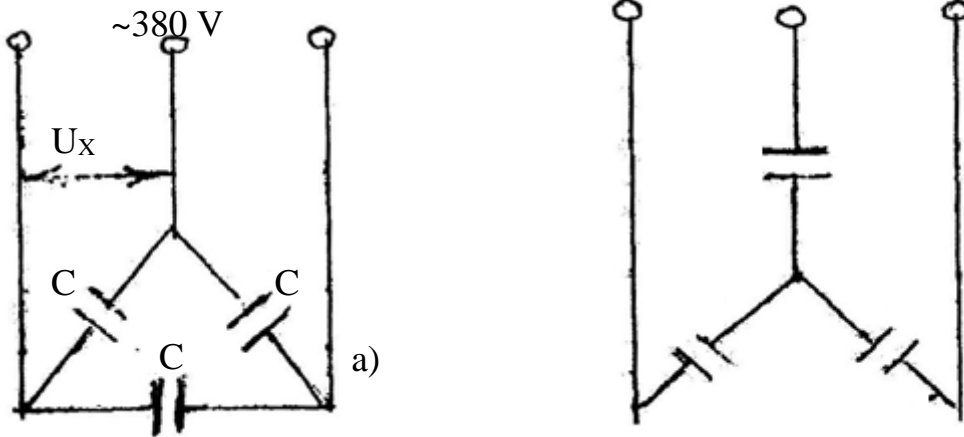
$$C = \frac{P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)}{\omega \cdot U_c^2}$$

Üç fazlı şəbəkəyə kondensatorları həm “ulduz”, həm də “üçbucaq” sxemi ilə qoşmaq olar (şəkil 4). Kondensatorları üç fazlı şəbəkəyə üçbucaq sxemi ilə qoşmaq məsləhət görülür, çünki eyni reaktiv gücü kompensasiya etmək üçün “ulduz” birləşmə sxemindən 3 dəfə az güclü tutum tələb olunur.

$U_{c\Delta} = U_x$ -üçbucaq birləşmədə

$$C_{boq} = \frac{P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \cdot 10^9}{\omega \cdot U_c^2} \text{ mkF, onda}$$

$$C_{bat\Delta} = \frac{P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \cdot 10^9}{\omega \cdot U_c^2} \text{ mkF} \quad \text{b)}$$



Şəkil 4.

QEYD: Kondensatorları şəbəkədən açdıqda onların sıxaclarında təhlükəli gərginlik qalır. Batareyaları boşaltmaq üçün müqavimət olaraq 220 V-luq közərmə lampasından istifadə edilir. 6 ədəd eyni güclü lampa götürülür. İki-iki öz aralarında ardıcıl birləşərək üçbucaq sxemi ilə batareyaların sıxaclarına bağlanır.

İşin yerinə yetirilməsi

Təcrübəni aparmaq üçün eksperimental qurğu paralel təsirlənən sabit cərəyan generatoru ilə bu valda olan asinxron mühərrikindən (və ya mexaniki yüklənən asinxron mühərrikindən) kondensator batareyalarından və ölçü nəzarət cihazlarından ibarətdir. Kondensator batareyaları stendin daxilində quraşdırılıb və sıxacları çıxarılmışdır (şəkil 4).

İş aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir:

1. Prinsipial və quraşdırma sxemlərinə əsasən stenddə sxemi yığmalı. Kondensator batareyalarını “üçbucaq” sxemi ilə qoşmalı.

2. Stenddə olan bütün açarları “açma” vəziyyətində saxlamalı.

3. P rubilniki bağlamaqla mühərriki ilə qoşmalı və II - çevircək açarı ilə “ulduzdan” “üçbucağa” keçməli.

4. Təcrübədən 6 dəfə ölçü götürmək və ölçünün nəticəsini cədvələ yazmalı (birinci ölçü yüksüz işində). Güc əmsalının yükündən asılı olaraq dəyişməsinə nəzarət yetirməli.

5. $\cos \varphi = f(P)$ asılılıq qrafikini qurmalı (az güc üçün əmsalı aşağıdakı düsturla hesablamalı):

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3UI}}$$

Üçbucaq sxemi ilə kondensator batareyasını şəbəkəyə qoşmalı. Batareyanın reaktiv gücünü hesablamalı.

$$Q_{\text{bat}} = \sqrt{3UI_2 \sin \varphi}; \quad \sin \varphi = 1$$

Ölçünün nəticələrini və hesablamaları cədvələ yazmalı:

Birləşmə sxemi	Batareyanın tutumu	Şəbəkənin gərginliyi	Batareyanın cərəyanı	Batareyanın reaktiv gücü
	$m\kappa\Phi$	V	A	VAR

7. Mühərriki işə qoşub $P = 0,5$ gücdə göstəriciləri cədvələ yazmalı. İş tutumlarından istifadə etməli: $3 \times 5 \quad 3 \times 20 \text{ mK}\Phi$.

S/s	Batareyanın tutumu	Şəbəkənin gərginliyi	Şəbəkə cərəyanı	Mühərrik cərəyanı	Batareyanın cərəyanı	Aktiv güc	Mühərrikin $\cos \varphi$ -si
	C	U	I	I_m	I_b	P	
	$\text{mK}\Phi$	V	A	A	A	kVt	-

Yoxlama sualları

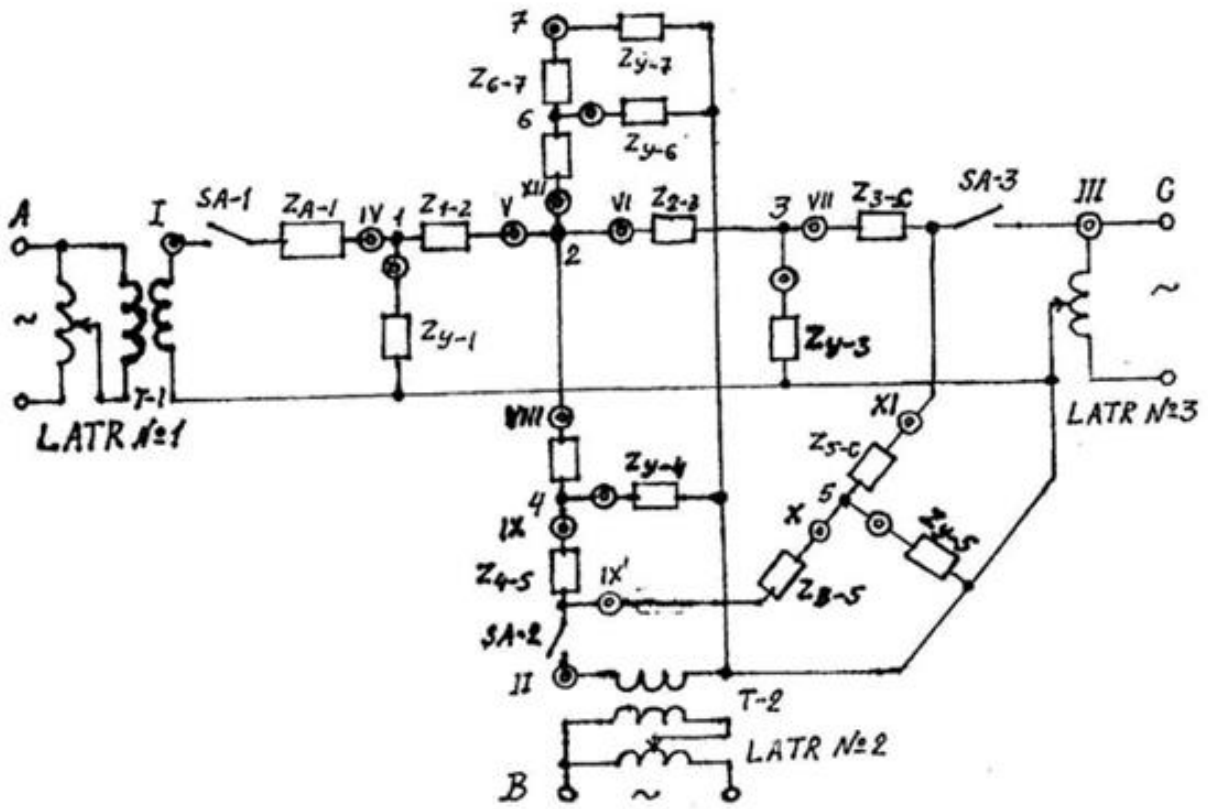
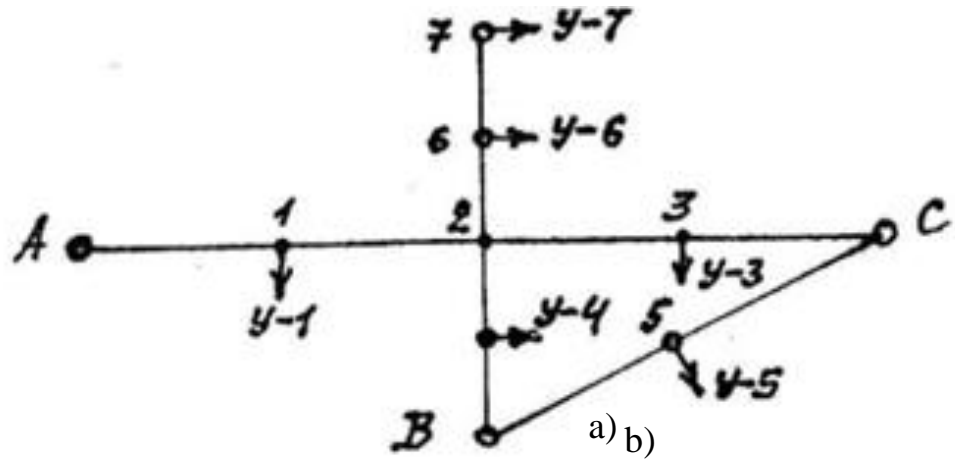
1. Elektrik enerjisi tələbedicilərinin $\cos \varphi$ -nin azalması nəyə bərabər olur?
2. $\cos \varphi$ -nin azalması hansı şəbəkədən olur?
3. Tələbedicilərin $\cos \varphi$ -ni artırmaq üçün hansı tədbirlərdən istifadə edilir?
4. Kompensasiya edici qurğular nəyə deyilir və onların iş prinsipi necədir?
5. Kondensator batareyasının tutumu və gücü necə hesablanır?
6. Elektrik şəbəkəsinin hansı sahəsində generatorla tələbedici arasında kondensator batareyası quraşdırmalı, hansı sxemlə batareyanı üç fazlı şəbəkəyə qoşmaq əlverişlidir?

LABORATORİYA İŞİ № 16

Mürəkkəb qapalı şəbəkənin iş rejimlərinin öyrənilməsi

Giriş. Hal-hazırda kənd təsərrüfatında radial xətlər əksəriyyət təşkil edir. Lakin onlar ciddi çatışmazlıqlara malikdirlər. Bu ondan ibarətdir ki, magistralın əsas sahəsində qəza baş verdikdə, xəttin bütün tələbedicilərinin qidalanması kəsilir. Kənd təsərrüfatında elə tələbedicilər var ki, onlarda elektrik təchizatında fasilələr yol verilməzdir (quş fermaları, elektromexaniki sağımı olan heyvandarlıq fermaları və s.). Buna görə də elektrik təchizatının etibarlılığının təmin olunmasına ehtiyac duyulur. Belə tələbedicilər üçün ehtiyat enerji mənbələri yaradıldıqda, etibarlılıq yüksəlir. Elektrik təchizatının etibarlılığının yüksəldilməsinin bir variantı da qapalı şəbəkələrin yaradılmasıdır. Qapalı şəbəkə elə elektrik şəbəkəsinə deyilir ki, onun magistralının hər bir nöqtəsi ən azından iki tərəfdən qidalana bilsin.

Laboratoriyada üç qida mənbəyinə malik olan mürəkkəb qapalı şəbəkənin modeli üzərində təcrübə yolu ilə ayrı-ayrı budaqlarda cərəyanların paylanması və gərginliyin səviyyəsini konkret variant üçün tapırlar. Sınağın nəticələrini hesabın nəticələri ilə müqayisə edir və bu və ya digər iş rejiminin qənaətbəxş olduğu halda nəticə çıxarılmalıdır.



Şəkil 1

Qurğunun təsviri.

Stendin üz tərəfində üç qida mənbəyi olan qurğunun prinsipial sxemi və onun nümunəvi modelinin sxemi verilmişdir (xəttin sahələrini və yüklərini əvəz edən rezistorlar stendin arxa tərəfində montaj edilmişdir). Şəbəkənin qida mənbələrini (A, B, C) modeldə üç ədəd laboratoriya avtotransformatorları (JATP №1-3) əvəz edir (şəkil 1). Xəttin hissələri 10 ədəd rezistorlarla və onların yükləri isə 7 ədəd rezistorlarla ($Z_{y-b}...Z_{y-7}$) əvəz olunmuşdur. Qida mənbələri SA-1, SA-2 və SA-3

açarları ilə qoşulurlar. Qida mənbələrinin cərəyanlarını, gərginliklərini və güclərini ölçmək üçün stekkeri I, II, III yuvalara taxırlar. Hissələr üzrə həmin kəmiyyətləri Roma rəqəmləri ilə işarələnmiş nöqtələrdə ölçü aparırlar. Üç-dörd yükün müqaviməti bir neçə variantda təqdim oluna bilər.

İşin aparılma qaydası:

1. Qida mənbələrinin gərginliklərinin uyğun qiymətlərini qoymalı;
2. Tələbedicilərin verilmiş qiymətlərini seçməli;
3. Şəbəkənin müxtəlif nöqtələrində cərəyanları, gərginlikləri və gücləri ölçməli;
4. Modelin miqyasmdan istifadə edərək, cərəyanların və güclərin real qiymətlərini hesablamalı;
5. Təcrübə yolu ilə əldə edilən kəmiyyətləri hesabat qiymətlərilə müqayisə etməli;
6. Qida mənbələrindən birinin kəsilməsi halmda təcrübəni təkrar etməli və təcrübədən alınan kəmiyyətləri hesabat kəmiyyətlərilə müqayisə etməli.

Yoxlama sualları:

1. Qapalı şəbəkələrin üstünlükləri və çatışmazlıqları nədir?
2. Şəbəkələrin şəkil dəyişmələrinin hansı üsulları vardır?
3. Qapalı xəttin mənbələrindən biri tərəfindən qida verilməsi kəsildikdə tələbedicilərin sıxaclarındakı hansı gərginlik buraxıla bilən sayıla bilər?
4. Qapalı şəbəkələrin qısa qapanmadan mühafizəsinin mürəkkəbliyi nədən ibarətdir?

Hesabatın tərkibi:

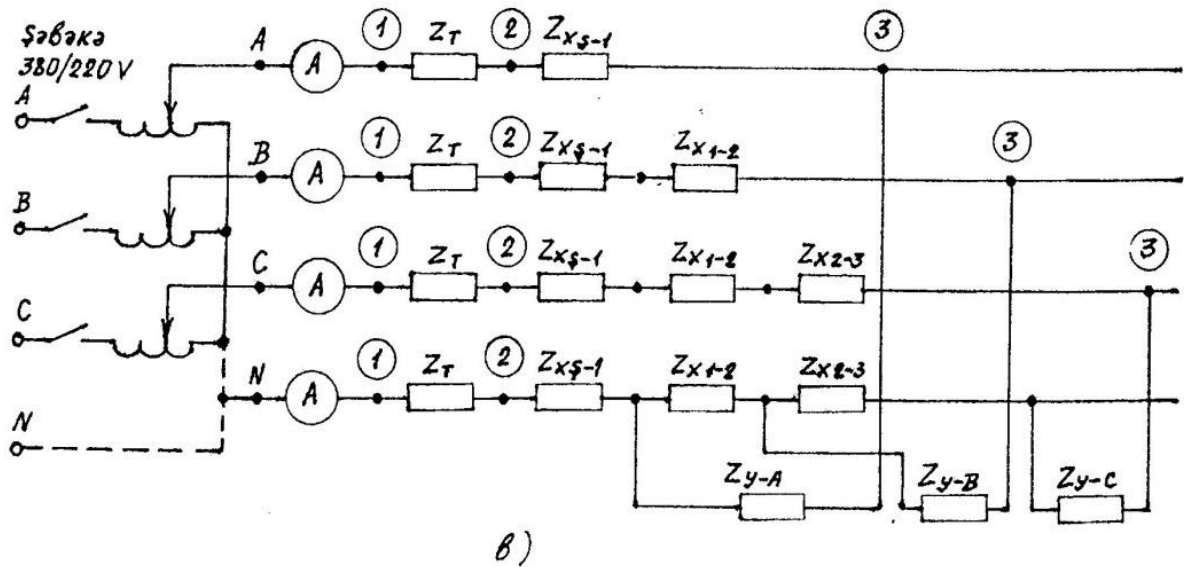
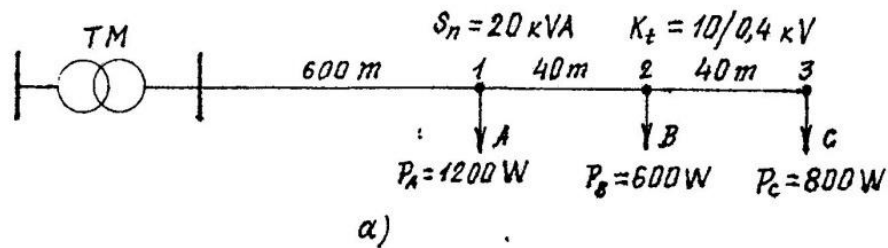
1. Şəbəkənin və modelin sxemləri.
2. Ölçmələrin nəticələri və kəmiyyətlərin təcrübə təyininin hesabatı.
3. Kəmiyyətlərin analitik təyininin hesabat qiymətləri.
4. Qapalı şəbəkələrin iş rejimləri haqqında nəticələr.

LABORATORIYA İŞİ № 17

Fazaları qeyri –bərabər yüklənmiş radial xəttin tədqiqi

İşin məzmunu: 1. Hesabat modeli ilə tanış olmalı;

3. Şəkil 1, a-da göstərilmiş şəbəkənin əvəz sxemini tərtib etməli və miqyas əmsallarını seçərək, onun parametrlərini təyin etməli;



Şəkil 1.

3. Modelin kommutasiya sahəsində ştekkerlərin köməyilə sxem yığmalı;
4. Qida mənbəyinin nominal gərginliyini qoymalı;
5. Paket açarlarının köməyilə sxemə gərginlik verməli və hər bir fazanın başlanğıcında və sonunda gərginliyi ölçərək, xətdə qırığın olmamasına əmin olmalı;
6. Transformatorun birinci və ikinci tərəfində və xəttin yüklər bağlanmış nöqtələrində bütün fazalardakı gərginliyi ölçməli. Hər bir fazada cərəyanı ölçməli. Ölçmələrin nəticələrini cədvələ yazmalı;
7. Transformatorlarda və xətdə gərginlik itkisini və təcrübi qiymətlərə əsasən tələbedicilərdə gərginliyin nominalqiymətdən meyl etməsini təyin etməli;
8. Cərəyanların və gərginliklərin həqiqi qiymətlərini qiymətlərini təyin etməli;
9. Ölçmələrin və hesablamaların nəticələrinə əsasən ümumi nəticələr çıxarmalı.

Ümumi məlumat: Qeyri -bərabər yüklü şəbəkəyə nümunə kimi, elektrik enerjisinin qarışıq paylanma sistemi üzrə yerinə yetirilmiş şəbəkə götürülmüşdür. Belə şəbəkədə bir fazalı transformatorlar (6 və 10 kV) üç fazalı üçməftilli xəttin xətt gərginliyinə qoşulurlar. Alçaq gərginlikli şəbəkələrdə qeyri –bərabər yükləmə (fazalar üzrə), işıqlanma yüklərinin və birfazalı cihazların müxtəlif zamanlarda vurulması ilə yaranır.

Ulduz qoşulmuş, qeyri –bərabər aktiv yüklü şəbəkədə gərginlik itkilərin analitik hesabı aşağıdakı düsturlarla yerinə yetirilir:

$$\Delta U_{AN} = \sum_1^n \dot{I}_{a1} \cdot r_1 + \sum_1^n \left(\dot{I}_{a1} - \frac{\dot{I}_{a2} - \dot{I}_{a3}}{2} \right) \cdot r_y;$$

$$\Delta U_{BN} = \sum_1^n \dot{I}_{a2} \cdot r_3 + \sum_1^n \left(\dot{I}_{a2} - \frac{\dot{I}_{a1} - \dot{I}_{a3}}{2} \right) \cdot r_y;$$

$$\Delta U_{CN} = \sum_1^n \dot{I}_{a3} \cdot r_3 + \sum_1^n \left(\dot{I}_{a3} - \frac{\dot{I}_{a1} - \dot{I}_{a2}}{2} \right) \cdot r_y;$$

Bu işdə birinci tərəf dolağının nominal gərginliyi 10 kV və ikinci tərəf gərginliyi 0,4 kV, gücü 20 kVA olan TM transformatorundan qidalanan, A16 alüminium məftillərdə yerinə yetirilmiş, nominal gərginliyi 380/220 V olan, dördməftilli şəbəkə tədqiq olunur.

Bir fazalı aktiv yüklərin qiymətləri və onların qoşulduğu fazalar, həmçinin yarımstansiyadan onların bağlandığı nöqtəyə qədər olan məsafələr şəkil 1, a-da verilmişdir. Yüklərin göstərilmiş qiymətləri müəllim tərəfindən dəyişdirilə bilər.

Dəyişən cərəyanın laboratoriya hesabat modeli, gücü 20, 30, 50 və 100 kVA olan transformatorları, uzunluqları 40 m olan A16, A25, A35, A50 məftilləri ilə yerinə yetirilmiş alçaq gərginlikli şəbəkəsini, gücləri 100, 300 və 500 Vt olan aktiv yükləri imitasiya edən aktiv və reaktiv müqavimətlər yığımından ibarətdir.

Rezistorlar modelin hər iki tərəfində duran, iki tumba üzərində yerləşdirilmiş getinaks platalar üzərində quraşdırılmışdır. En kəsiyi $0,75 \text{ mm}^2$ olan БПБЛЭ naqilindən ibarət elementlər stolun yuvalarına birləşdirilmişdir.

Modelin şaquli paneli, yuvaları olan getinaks plitədən hazırlanmışdır və ayrı – ayrı elementləri və sxem yığımını birləşdirmək üçün kommutasiya sahəsi vəzifəsini yerinə yetirir. Yuvalar hər birində beş ədəd olmaqla düyümlərdə birləşdirilmişdir. Ştekkerlərin köməyi kommutasiya sahəsində real şəbəkənin bəndləri imitasiya olunur. Əgər lazım gələrsə, bir bəndə birləşdirilən yuvaların sayını, qısa qapanmış çəngəllərin və ya ştekkerli naqillərin köməyi ilə artırmaq mümkündür.

Modelə qida, iki paket açarının köməyi ilə 380 V –luq şəbəkəyə qoşulmuş idarə pultundan verilir.

Avtotransformatorların köməyi ilə şəbəkənin başlanğıcında gərginliyi dəyişdirmək mümkündür, xarici sıxacları olan voltmetrlə isə modelləşdirilmiş şəbəkənin istənilən nöqtəsində gərginliyi ölçmək mümkündür. Çox kiçik xüsusi gərginlik itkisinə malik, elektrostatik voltmetr C-95 istifadə edilmişdir, ona görə də ölçülən gərginliyin qiymətinə nəzərə çarpacaq təsir göstərmir.

Stendi işə salmadan əvvəl əmin olmaq lazımdır ki, voltmetrin şkalasının işıqlanmasının çevirgəcinin əqrəbi 220 V nişanının üzərində olsun. Voltmetrin şka-

lasının işıqlanması üçün qida, idarə pultunda şaquli yerləşmiş, iki yuxarıdakı sıxac-lardan verilir.

Digər iki sıxac, tumblerin “sahə -qida” aşağı vəziyyətində, modelin müxtəlif nöqtələrində gərginlikləri ölçmək üçün istifadə edilir.

Üfqi yerləşdirilmiş, dörd sıxacdan isə sxemin qidalandırılması üçün gərginlik çıxarılır.

İşin yerinə yetirilməsi üçün göstərişlər: Şəbəkənin əvəz sxemini, şəkil 1 , b-də göstərildiyi kimi, transformatorun bütün üçfazasını və xətti müqavimət şəklində təsvür etmək daha münasibdir.

Verilmiş bu halda xəttin və transformatorun keçiriciliyi nəzərə alınmır, belə ki, alçaq gərginlikli şəbəkələrdə o hesabların nəticələrinə ciddi təsir göstərmir.

0,38 kV-luq xəttin naqillərinin və transformatorun müqavimətlərinin qiymət-lərini, xüsusi naqillərin və qapayıcıların köməylə stendin horizontal panelində yı-ğırılar. Stenddə məftillərin markası, en kəsiyi, uzunluğu və transformatorun gücü göstərilmişdir.

Həmçinin, yük də stendin panelinin horizontal hissəsində yığılmalıdır, onun nişanlanması vattlarla verilmişdir. Yüku xəttin müqavimətinə paralel qoşmaq la-zımdır.

Modelin real şəbəkəyə oxşarlığı M_U, M_i, M_z, M_P miqyaslarını seçməklə yara-dılır.

Ampermetr və voltmetrin göstərilərini, həmçinin, hesabların nəticələrini cədvəldə qeyd etməli.

Yoxlama sualları:

1. Şəbəkələrdə gərginlik qeyri-simmetriklili hansı hallarda baş verir?
2. Qeyri-simmetrik yüklərin hansı növləri vardır?
3. Qeyri-simmetrik yüklü şəbəkənin hesabının mürəkkəbliyi nədən ibarətdir?
4. Fazaların qeyri-simmetrik yüklənməsi elektrik şəbəkəsinin işinə hansı təsir göstərir?
5. Şəbəkədəki qeyri-simmetrikliliyi necə azaltmaq olar?

İSTİFADƏ OLUNAN ƏDƏBİYYATLAR

1. Г.П.Минике, Й.Б.Копытов. «Справочник по электропотреблений в промышленности» -1982.
2. Б.А.Комийанйшнов, Т.З.Зайцев. «Компенсация реактивной мощности» - 1978.
3. Т.В.Лещинская «Электроснабжения сельского хозяйства» -2009.
4. В.А.Боровинов, В.В.Косарев «Электрические сети и системы» - 1974.
5. А.А.Ермолов «Основы электроснабжения сельского хозяйства» -1975.
6. Б.И.Менкин «Электроснабжение промышленных предприятий» -1985.
7. Вороцинский В.Т. В.Г.Железко «Потери электроэнергии в электрических сетях» -1981.
8. Поснелов Г.Э. «Потери мощности энергии в электрических сетях» -1981.
9. Бебко В.Г., Стовийчик С.О. «Методика расчета электроэнергии в электрических сетях» -1989.
10. Чернобродов М.В. «Релейная защита» -1971.
11. S.Z.Məmmədov, H.Ə.Babayev. “Kənd təsərrüfatının elektrik təchizatı” - 2012.
12. Цигельман И.А., Тульчин И.К.: - Электроснабжение, электрические сети и освещение. Москва, Издательство «Высшая школа», 1969.
13. Будзко И.А.: - Практикум по электроснабжению сельскохозяйства. М. Колос, 1982.