

## RC hám RL shınjırlarda o'tkinshi processler

### Joba:

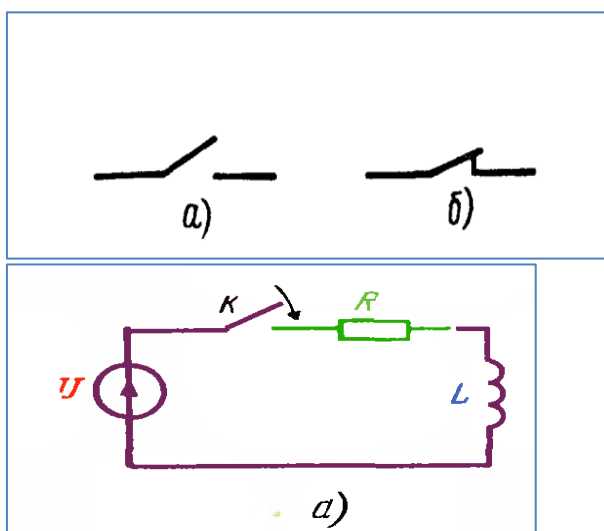
1. Tok hám kernewdiń erkin hám májburiy qurawshıları.
2. Kondensatorda erkin tok.

Elektr shınjırınıń bir turaqlı xolatidan basqa bir turaqlı xolatıǵa ótiwin ańlatıwshı process **ótiw procesi** dep ataladı.

Elektr shınjırınıń tiykarǵı jumıs penen xolati tómendegi processler arqalı ańlatıladı: derekke jalǵanıw hám odan ajırasıw, islep atırǵan shınjırǵa qosımsha dereklerdiń jalǵanıwı, shınjır strukturalıq bólimleriniń qısqa tututasuwi, shınjırda júklemediń keskin artıwı hám azayıwı hám x. k.

Joqarıdaǵı faktorlar arqalı shınjır parametrleri ózgeriwi múmkin.

Elektr shınjırınıń jumıs penen xolatlarınıń ózgeriwine alıp keliwshi barlıq sebepler ápiwayı túrde kommutatsiya yamasa kommutatsion process penen arqalı júz boladı. Mısal ushın bul suwretde kommutatsiya procesi kórsetilgen.



14.1.súwret

Elektr shınjır elementleriniń hám dereklerdiń jalǵanıwı, shınjırdan úzilisi yamasa qayta jalǵanıwı - kommutatsiya dep ataladı. Elektr shınjırlarında Kommutatsiya tómendegi kóriniste boladı.

Injenerlik esaplarında, elektr shınjırındaǵı ornatılǵan xolat kommutatsiya júz bergен ondan (shınjırǵa júkleme jalǵanǵandan yamasa úzilgennen) keyin baslanadı dep shama etiledi. Bul shama tek shınjırda tek aktiv qarsılıq jalǵanǵan bolsaǵana

tuwrı boladı. Eger shıńjırda induktivlik yamasa sıyımlılıq elementleri jalǵanǵan bolsa, ol túrde bul shama nadurıs boladı.

Induktivlik yamasa sıyımlılıq elementleri jalǵanǵan shıńjırda turaqlı xolatdan basqa xolatqa ótiwi sol elementlerdiń magnit hám elektr maydanlarında elektromagnit energiyanıń muǵdar tárepten ózgeriwine baylanıslı boladı.

$$\omega_L = \frac{Li_L^2}{2} \quad \omega_C = \frac{Cu_C^2}{2}$$

Energiyanıń san tárepten málim bir muǵdarǵa ózgeriwi bir demde júz bolmaydı, yaǵnıy shıńjırda turaqlı xolatdan basqa xolatqa ótiwi málim bir waqtın talap etedi.

Fizikalıq kózqarastan qaralganda o'tkinchi process penenelektr shıńjırınıń kommutatsiyagacha bolǵan energetikalıq xolatidan kommutatsiyadan keyingi energetikalıq xolatıǵa ótiw procesi túsiniledi.

Sol sebepli de elektr shıńjırларының o'tkinchi xolati reaktiv elementlerdiń (L hám C)

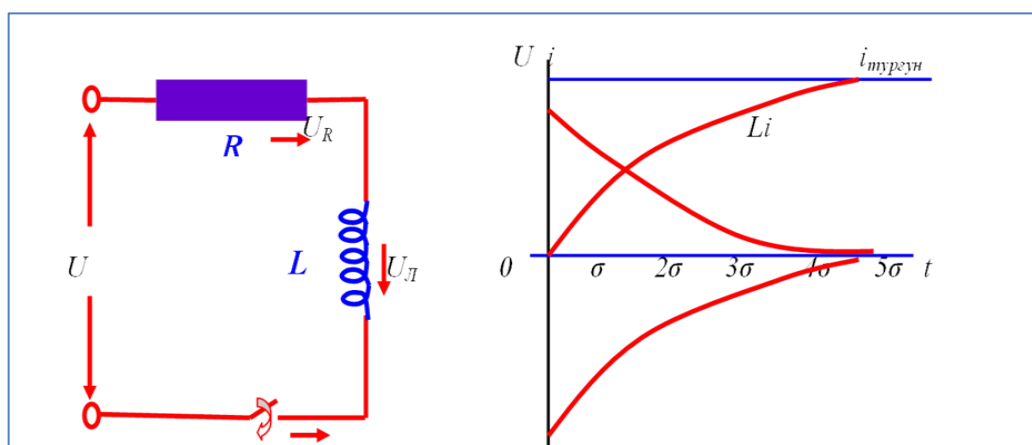
Qásiyetlerinen kelip shıqqan túrde tómendegi kommutatsiya nızamları arqalı ańlatpalanadı :

### ***Tok hám kernewdiń erkin hám májburiy qurawshıları.***

Joqarıda kórsetip ótilgen sıyaqlı elektr shıńjırınıń bir turaqlılasqan xolatidan basqa xolatqa ótiwi bir demde júz bolmaydı, bálki energiya dáregi menen shıńjırda energiya jıynawshı elementleri arasındǵı energiyanıń bólistiriliw procesine ketken waqtın shekem dawam etedi

Sonnan kelip shıqqan túrde elektr shıńjırлары ushın differensial teńlemelerdiń bir jınsılı hám bir jınsılı bolmaǵan ańlatpaları dúziledi.

Bir jınsılı differensial teńlemenı sheshiwde jeke sheshimi hám ulıwma sheshimin tabıw kerek boladı. Mısal ushın bul elektr shıńjırın kórip shıǵamız :



14.2.súwret

Joqarıda keltirilgen elektr shıńjır ushın tómendegi teńleme orınlı boladı :

$$U_L + U_R = U$$

Bunda  $I$  -o'tkinchi process tok, ya'g'niy O'tkinshi tok.

O'tkinchi j'uzimdi eki toklar j'uyindisi dep qaraw m'umkin: m'ajburiy tok  $i_{majb}$ , ol o'tkinchi process penentugugandan keyin k'orinetu'g'ın boladı h'am erkin tok  $i_{erk}$ , o'tkinchi process penendawam jetip atır'gan waqıtta j'uz boladı, ol induktiv t'utede t'oplang'an magnit maydan energiyası ornına payda boladı :

$$i = i_{majb} + i_{epk} \quad u = u_{majb} + u_{epk}$$

M'ajburiy tok (kernew) degende shınjır da'gı EYK arqalı payda bolatu'g'ın j'uzimdi (kernewdi) t'usiniw kerek boladı.

Erkin tok (kernew) k'orsetkishli funksiya arqalı a'nlatsalanadı, olar eksponensial nızam tiykarında sonadı h'am **waqıt t asqan tárepke k'orsetkishli funksiya azayıp baradı.**

O'tkinchi processlerde elektr shınjırın uchastka h'am elementlerinde tok h'am kernewlerdi esaplaw elektr xolat te'ńlemeleri boyınsha ámelge asırıladı.

$$I = I_{majb} + I_{epk} = \frac{U}{R} - \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{U}{R} - \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{U}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

O'tkinchi processda induktivlikdagi kernew:

$$u_L = L \frac{di}{dt} = u e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Ótiw processlerinde tok h'am kernewlerdiń Erkin qurawshıları sırtqı tásir etiwshılerge baylanıslı bolmaydıden, tek shınjırdań passiv elementleri parametrleri arqalı anıqlanadı. Anıqlanatu'g'ın parametrler kommutatsiyadan keyingi xolat ushın anıqlanadı.

Ótiw processlerin taxli qılıwda tolıq, m'ajburiy h'am erkin tok h'am Kernewleri analiz etildi.

Ámelde tolıq tok h'am Kernewlerden paydalanıladı.

***Ótiw processlerin klassik usıl arqalı analiz qılıw.***

1. Elektr shınjırınıń kommutatsiyagacha bol'gan xolati  $t=0$  analiz etiledi, ya'g'niy shınjır da'gı gilt xolatiga qaray onıń induktiv h'am sıyımlılıq elemetlari arqalı ótip atır'gan tok h'am kernewler anıqlanadı.

2. Shınjırdıń kommutatsiyadan keyingi xolati ushın, yaǵnıy  $t$  xolat ushın, ótiw procesi tawsılǵannan keyingi xolat. Induktiv hám sıyımlılıq, qarsılıq elementlaridan ótken tok hám kernewler muǵdarı anıqlanadı.

Sol xolatda shınjırdıń xarakteristik teńlemesi dúziledi, yaǵnıy shınjır daǵı derek uzıladi hám induktiv, sıyımlılıq elementlerin ańlatiwshı kompleks qarsılıqlar arqalı teńleme dúziledi.

3. Túbiri ekige teń bolǵan teńleme sheshiledi. Bunda  $P$  - shamanıń túbiri tabıladı. Bul shama kórsetkishli funksiyanıń birligi bolıp, ótiw processinde tok hám kernewler bahalarınń ózgeris penen tezligin anıqlaydı.

Bunnan tısqarı ótiw procesinń turaqlı jáneqtini ańlatiwshı shama, hám de ótiw procesinń waqıtı anıqlanadı.

4. Kommutatsiya nızamlarına tiykarınan Tok hám kernewlerdinń májburiy hám erkin qurawshıları tabıladı. Bul xolatda  $A$  - turaqlı integral úlkenligi anıqlanadı. Sol basqışda elektr shınjır elementleriniń tok hám Kernewleriniń barlıq bahaları anıqlanadı.

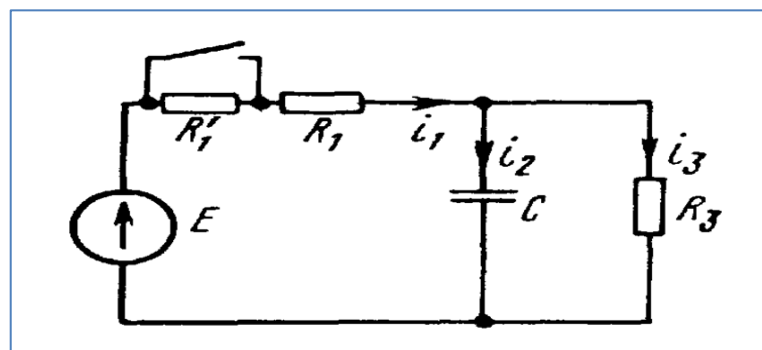
5. Tok hám kernewlerdinń barlıq bahaları ushın waqıtqa baylanıslı bshlgan grafıkları sıızıladı.

Ótiw procesin ańlatiwshı grafik 4 (tórt) basqışhdan ibarat boladı :

1. Kommutatsiyagacha bolǵan xolat.
2. Kommutatsiyadan keyingi xolat.
3. Kommutatsiya waqtındaǵı xolat.
4. Ótiw procesin ańlatiwshı xolat.

Klassik usıl ushın mısál

Kommutatsiyagacha elektr shınjır turaqlılasqan xolatda edi. Tómendegi bahalar berilgen bolsın :



14.3-súwret.

$$R_1 = R_1' = R_3 = 50 \text{ Ом} \quad C = 100 \text{ мкФ} \quad E = 150 \text{ В}$$

1. Kommutatsiyagasha hám kommutatsiyadan keyingi xolatlar ushın  $i_1$   $i_2$   $i_3$  bahaların tabıw talap etiledi.

2. waqıt funksiyası boyınsha tok hám kernewler bahaların tabıw kerek.

Mısaldıń birinshi bólegi: Kommutatsiyagasha:

$$i_1(0) = i_3(0) = \frac{E}{(R_1 + R_1 + R_3)} = \frac{150}{150} = 1A$$

Kondensatordagı kernew:

$$u_C(0) = i_3(0)R_3 = 1 \cdot 50 = 50B$$

Kommutatsiyadan keyingi tok hám kernewler ma`nisin tabamız :

$$i_{1np} = i_{3np} = \frac{E}{R_1 + R_3} = \frac{150}{100} = 1,5A \quad u_{Cnp}(0) = i_{3np}(0)R_3 = 1,5 \cdot 50 = 75B$$

Kirxgofning ekinshi nızamı boyınsha teńleme dúzemiz:  $t=0$  xolat ushın

$$i_1(0_+)R_1 + u_C(0_+) = E \quad u_C(0_+) = u_C(0_-)$$

$$i(0_+) = \frac{E - u_C(0_-)}{R_1} = \frac{150 - 50}{50} = 2A$$

$$i_3(0_+) = \frac{u_C(0_+)}{R_3} = 1A$$

Kirxgofning BIRINCHI nızamı boyınsha :

$$i_1(0_+) = i_2(0_+) + i_3(0_+)$$

$$i_2(0_+) = i_1(0_+) - i_3(0_+) = 2 - 1 = 1A$$

$t = 0_+$  Xolat ushın tok hám kúshleniwlerniń erkin hám májburiy bahaların tabamız :

$$u_{Ccb}(0_+) = u_C(0_+) - u_{Cmn}(0_+) = 50 - 75 = -25B$$

$$i_{Ccb}(0_+) = i_1(0_+) - i_{1np}(0_+) = 2 - 1,5 = 0,5A$$

$$i_{2cb}(0_+) = i_2(0_+) - i_{2np}(0_+) = 1 - 0 = 1A$$

$$i_{3cb}(0_+) = i_3(0_+) - i_{3np}(0_+) = 1 - 1,5 = -0,5A$$

Kondensatorda erkin TOK

$$i_{c\phi} = C \frac{du_{Ccc}}{dt} \quad \frac{du_{Ccc}}{dt} = \frac{i_{c\phi}}{C}$$

$$\left(\frac{du_{Ccc}}{dt}\right)_{t=0+} = \frac{i_{2c\phi}(0_+)}{C} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10^4 \frac{B}{c}$$

Mısaldıń 2 bólegi

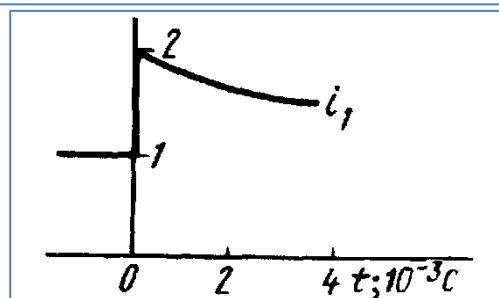
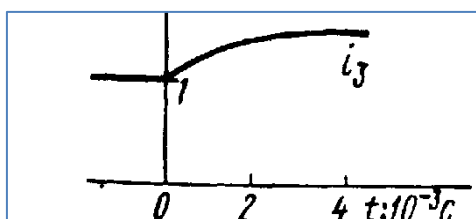
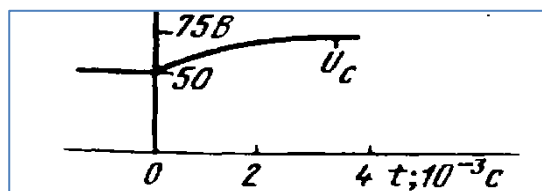
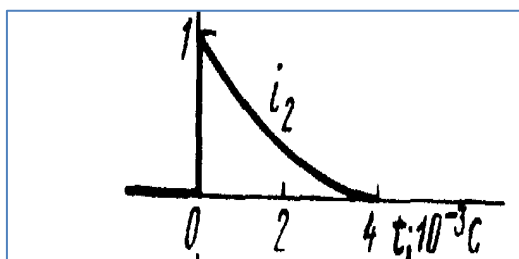
Kommutatsiyadan keyingi xolat ushın teńleme tómendegi kóriniste boladı.

$$pR_1R_3C + R_1 + R_3 = 0 \quad p = -\frac{R_1 + R_3}{R_1R_3C} = -400c^{-1}$$

Elektr shınjırındaǵı hár bir tok májburiy hám erkin qurawshılardıń jıyındısına teń boladı :

$$i_1 = 1,5 + 0,5e^{-400t} A \quad i_2 = e^{-400t} A$$

$$i_3 = 1,5 - 0,5e^{-400t} A \quad u_C = 75 - 25e^{-400t} B$$



14.5.-súwret.

Qadaǵalaw ushın sorawlar

1. Ótiw processlerin klassik usıl arqalı analiz qılıw haqqında túsinik berin
2. O'tkinchi processlerde elektr shınjırın uchastka hám elementlerinde tok hám kernewlerdi esaplaw elektr xolat teńlemelerin korsetin?