

**WO`ZBEKSTAN RESPUBLIKASI MA`MLEKETLIK BAYLANIS,
INFORMATIZATSIYALASTIRIW HA`M TELEKOMMUNIKATSIYALIQ
TEXNOLOGIYALARI KOMITETI**

**TASHKENT INFORMATSIYALIQ TEXNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI NO`KIS FILIALI**

KOMPYUTER INJINIRINGI FAKULTETI

**Baylanis qurilmalarin elektr ta`minlew
Pa`ninen
(Tekst lektsiyalari)**

Duziwshi: Babajanova T.

No`kis 2014

1-lektsiya

Elektr energiyasi derekleri. Da'stu'riy emes energiya derekleri

1. Elektr energiyasi derekleri.

Elektr energiyasi basqa tu'rdegi energiyalardan u'zliksiz yamasa araliq o'zgerttiriv joli arqali alinadi. Bunin' ushin tabiiy organic energetikaliq resurslardan ha'm yadroliq janilg'i, sondayaq, qayta tikleniwshen' energiyalardan, yag'niy da'riyalardin' ag'isi, okean ag'islari, quyash radiatsiyasi, samal, geothermal massalar ha'm basqalardan paydalaniladi.

Elektr energiyasidan sanoat ha'm awil xojaliq tarawlarinda, transportta, baylanis sistemalarinda, xojaliq xizmetlerinde ken' paydalaniladi. Elektr energiyasidan islep shig'ariw ha'm oni tarqatiw energetika tarawina tiyisli esaplanadi. Sonin' ushin energetika xaliq xojalig'inin' tiykarg'i tarmag'i esaplanadi.

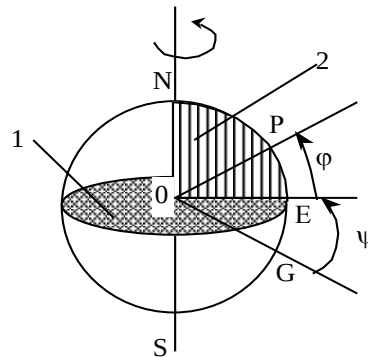
Elektr energiyasi derekleri birlamshi ha'm ekilemshi dereklerge bo'linedi. Birlamshi elektr energiyasi derekleri ha'r tu'rdegi energiyani elektr energiyasiga o'zgerttirip beredi. Olarg'a generatorlar, akkumulyatorlar ha'm basqalar kiredi. Ekilemshi elektr energiyasi derekleri bir tu'rdegi yamasa basqa parametrdagi elektr energiyasiga o'zgerttirip beredi. Olarg'a transformatorlar, tuwrilag'ishlar ha'm basqalar kiredi.

2. Da'stu'riy emes energiya derekleri

Qayta tikleniwshen' energiya derekleri bul qorshag'an ortalikta ha'r dayim bolatug'in ha'm da'wiriw rawishte payda bolatug'in energiya ag'implari tiykarindag'i derekler bolip esaplanadi. Qayta tikleniwshen' energiyani ko'birek o'zine tartatug'in nurlari quyash energiyasi, jer qabig'ingan keletug'in issiliq geotermal energiyasi, ag'im qoyiliwdan paydalanilatug'in gidravlik energiya ha'm jer , ay ha'm quyashnin' o'z ara gravitatsiyaliq ta'sirleniwi na'tiyjesinde payda bolatug'in samal energiyasi bolip esaplanadi.

Jerge tu'setug'in quyash nurlaniwi ag'iminin' en' u'lken tig'izlig'I 0,3-2,5 mkm tolqin uzunliqlari diapazoninda shama menen 1 kVt/m² ti quraydi. Bul nurlaniw qisqa tolqinli esaplanadi ha'm ko'rinetug'in spektrdi o'z ishine aladi. Puxara jasaytug'in jerler ushin, ku'nnin' waqtina ha'm hawa rayina baylanisli ra'wishte jerge tu'setug'in quyash energiyasi ag'implari ku'n dawaminda 3 ten 10 MJ/m² shekem o'zgeredi. Quyash nurlaniwi quyash sirtinda 6000⁰K gradus bolg'aninda aniqlanaturug'in tarqaliw maksimuminda fotonlar energiyasi (shama menen 2 eV) arqali xarakterlenedi. Jer sirtin atmosfera menen qorg'awshi nurlaniw energiyasi ag'implarida shama menen 1 kVt/m² ge ten', biraq olar 10 mkm a'trapindag'i maksimumli, uzun tolqinli dep atalaturug'in 5-25 mkmlilik basqa spectral diapazondi jawip qoyadi. Spektr boyinsha qisqa tolqinli ha'm uzun tolqinli nurlaniwlar bir-birinen jeterlishe uzaqta jaylasqan ha'm olardi an'sat ajrativ mu'mkin.

Ma'lim waqitlarda ma'lim orinlarda ma'lim ta'rizde quyash qurilmasina beriletug'in energiya sipatinda quyash nurlaniwi energiyasidan paydalaniw mu'mkin ekenligin ken'ek ko'rsetiw ushin jer ha'm quyash geometriyasini ko'z aldimizg'a keltiriw paydali boladi. 1-su'wrette jerdin' du'zilisi keltirilgen. Jer o'z orbitasi a'trabinda 24-saat dawaminda aylanip shig'adi (N ha'm S shig'is ha'm batis tochkalari arqali o'tedi). Oq ekvatorial tegislikke perpendikulyar. Jer sirtindag'i P, E ha'm G noqatlari φ ken'lik ha'm ψ uzunliq arqali xarakterlenedi.



1-su'wret. φ ken'lik ha'm ψ uzunliqni aniqlaw sxemasi,

1-ekvatorial tegislik, 2-meridional tegislik

P noqattag'i ω saatli mu'yesh quyashli yarim ku'n momentinen jerdin' buriliw mu'yeshi esaplanadi. Er 1 saatda $360^\circ/24=15^\circ$ mu'yeshke buriladi, ol jag'dayda saatli mu'yesh to'mendegi ten'leme arqali aniqlanadi:

$$\omega = (15^\circ \cdot c^{-1}) \cdot (t_{\text{solar}} - 12 \text{ c}) = (15^\circ \cdot c^{-1}) \cdot (t_{\text{zone}} - 12 \text{ q}) = \omega_{\text{eq}} = (\psi - \psi_{\text{zone}}),$$

Bul jerde t_{solar} ha'm t_{zone} -sa'ykes rawishte aymaqliq quyash ha'm dekret waqit (saatlarda); $\psi_{\text{zone}} - t_{\text{zone}}$ waqit yarim ku'nge sa'ykes kelgende quyash jaylasatug'in ken'lik (aymaqliq quyash ha'm dekret waqitlar sa'ykes kelgende, yag'niy $t_{\text{solar}} = t_{\text{zone}}$ bolg'anda).

Jer quyash a'tirapinda jilina bir ma'rte aylanadi (1.4-su'wret). Jer orbitasini jo'nelisi aylaniw tegisliginin' normal sizig'ina kosmosta $\delta_0 = 23.5^\circ$ mu'yesh astinda ornatilgan jag'dayda saqlanadi. Quyashqa jo'nelis ha'm ekvatorial tegislik arasindag'i mu'yesh δ ag'iwi delinedi ha'm ma'wsimlik o'zgerisler miyzani esaplanadi. Ag'iwi quyash waqti boyinsha quyash ufqta jaylasqan noqat ken'ligi bolip esaplanadi. Arqa yarim sharda δ jazg'i quyash turiw periodidan $\delta_0 = +23.5^\circ$ nen qisqi quyash turiw periodina $\delta_0 = -23.5^\circ$ ge a'ste o'zgere baslaydi, yag'niy

$$\delta = \delta_0 * \sin[360^\circ * (284 + n) / 365],$$

Bul jerde n -jil ku'ni ($n=1$ 1 yanvarg'a tuwri keledi).

Ba'rshe ta'replerge tarqalatug'in quyash nuri energiyasi $4 \cdot 10^{20}$ mln. kVt ti quraydi. Bul mug'dardan jerge milliardtan bir bo'legi tu'sedi ha'm ol $1,78 \cdot 10^{17}$ Vt quraydi. Jerde paydalanilatug'in energiya bolsa $3 \cdot 10^{11}$ MJni quraydi. Jerdin' sirtina energiyanin' ju'da az bo'legi tu'siwinin' sebepleri:

-Jer aylaniw og'inin' ag'iwi sebepli orbitadan quyash tin' ba'lentligi;

- atmosferanın' jag'dayi;
- sirttin' optikaliq qa'siyetleri.

Мақбул sha'rayatlarda, yag'niy ekvatorg'a jaqin jerlerde quyash tikkeley bolip, hawa ashig bolg'anda 1 m^2 sirtqa 1 kVt qa shekem nurlaniw energiyasi pa'seyiwi mu'mkin.

Quyash energiyasin o'zgarttiriwdin' eki usili bar:

1. Quyash energiyasin elektr energiyasina tuwridan – tuwri o'zgarttiriw (fotoo'zgarttirgishler ja'rdeminde)
2. Quyash nurlaniwin jilliliq energiyasina o'zgarttiriw (quyash kollektorlari ja'rdeminde).

Quyash nurlaniwin tuwridan – tuwri o'zgarttiriw ushin yarim o'tkizgishli materiallardan paydalaniladi.

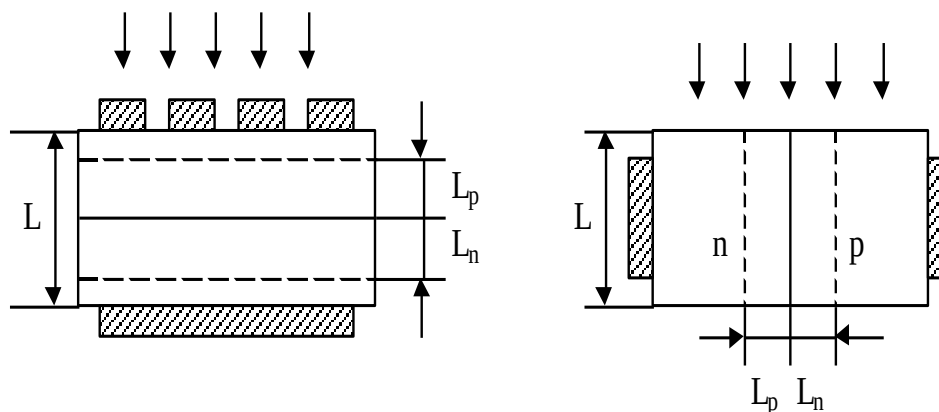
Quyash batareyalari barliq radioelektron apparaturalarda ken' qollaniladi. Qorshag'an ortalikka ta'sirine ba'r qararlig'i ushin olar ashig kosmosta temperatura $+80^{\circ}\text{C}$ tan -150°C shekem bolg'an sharayatlarda islewi mu'mkin. Yarim o'tkizgishli quyash elementlerinin' sirtqi radiatsiya ta'sirinen ha'm issiliqtan qorg'awshi optic qatlam menen qaplanadi.

Quyash elementleri tayarlanatug'in yarim o'tkizgishli elementler $10^{-2} \dots 10^2$ om sm salistirmali qarsiliqqa iye. Yarim o'tkizgishler p-tu'rli ha'm n-tu'rli boladi. Quyash energiyasin elektr energiyasina o'zgarttiriw protsessi fotoelektrik effect arqali a'melge asiriladi. Ol yarim o'tkizgishtin' sirtqi qatlamlarinda 2-3 mkm qalin'liqtag'i erkin elektronlar ko'rinishinde payda boladi. Yarim o'tkizgish sirtinda erkin elektronlardin' payda bolivi ha'm elektr potentsiallar parxi ju'zege kelgeninde onda elektr toki payda boladi. Potentsiallar parxi yarim o'tkizgishtin' nurlanatug'in sirti ha'm saya ta'repi arasinda onin' sirtqi qatlamlarina arnawli qosimshalardi kiritiw esabinan ju'zege keledi. (1.4-su'wret). Qosimshalardin' biri (n-tu'rli) qosimsha elektronlarin ha'm sirtinin' teris zaryadin payda qiladi, ekinshisi bolsa (p-tu'rli) elektronlardin' jetispewligin, yag'niy on' zaryadti payda qiladi. Shegarada elektronlardin' diffuziyasi sebepli kontakt potentsiallar parxi payda boladi. Eger tesikli o'tiw (p-tu'rli) yarim o'tkizgish qosilsa, ol jag'dayda onin' elektronlari jaqtiliq kvantlarin jutip electron o'tiwli (n-tu'rli) yarim o'tkizgishge o'tedi. Bunda jawiq shinjirda elektr toki payda boladi.

Ko'binese kremniyli quyash elementlerinen paydalaniladi. Kremniy jerde en' ko'p tarqalg'an element bolip esaplanadi. Elementler kremniyin eritiw ha'm keyin 5-10 sm diametrli sterjen formadag'i kristalli kremniyin o'siriw joli menen alinadi. Yarim o'tkizgishlerdi aliw ushin bul sterjenlar 300 mkm a'tirapindag'i qalin'liqtag'i juqa plastinkalarg'a bo'linedi. Olar fotoelektron elementlerinin' tiykarg'i bo'legi esaplanadi.

Fotoelement jaqtilandirilg'anda 0,5 V ma'nisli kernewdi payda qiladi. Shig'is toki bolsa jaqtiliq intensivligine ha'm elementtin' isshi sirtina baylanisli. Solay etip tok ku'shi jaqtiliqtin' tolqin uzunlig'ina ha'm onin' intensivligine baylanisli bolip, jaqtiliqtin' nurlaniw intensivligine tuwra proporsional. Jaqtiliq

qansha jariq bolsa, sonsha u'iken tok payda boladi. Jaqtiliq intensivligi 1 kVt/m^2 li jer sharayatlarinda bul elementleridin' paydali jumis koeffitsenti 22-26 protsentke, islep shig'ariw namunalari da bolsa 10-14 protsentke jetiwi mu'mkin.



2-su'wret. p-n o'tiwidin' sxemasi

Ko'plegen rawajlang'an ma'mleketlerde energiya jetispewligi sebepli da'stu'riy emes energiya resurslarin, samal energiyasin oz'lestiriwdin' maqsetli da'stu'rleri qabil qiling'an ha'm usinis etilmekte. Samal, quyash ha'm jer aylaniwinin' ta'siri na'tiyjesinde kelip shig'atug'in ku'tilmegen basqarilmaytug'in ta'biyat protsessi esaplanadi. Energiya deregi sipatinda, samaldin' qa'siyeti, aldin ala, tiykarinan tezliktin' u'lken o'zgeriwshen'ligi arqali onin' periodli emesligi, bunda ol tiykarinan tezliktin' u'lken o'zgeriwshen'ligi arqali aniqlanadi. Ol samal ag'imi kinetik energiyasinin' waqtinin' salistirmali kishi araliqlarinda da u'lken shegaralarda o'zgeriwine alip keledi.

Tu'rli ayaqlarda samaldin' jo'nelisi ha'm ku'shi Jer sirtinan ba'lentlikke baylanisli ra'wishte ha'r tu'rli bolip o'zgeredi. Ma'selen, arqa yarim sharda Jer sirtina jaqin (10....50m) jerlerde ortasha tezlik 7-9 m/s di quraydi. 25-30 m/s tezlikten artiq samal tezligi xaliq xojalig'inda ziyan jetkiziwi mu'mkin, sonin' ushin samal energiyasin mexanikalik yamasa elektr energiyasina o'zgarttiriw ushin samal tezligi 3-25 m/s bolg'anda paydali esaplanadi.

F ko'ldenen' kesimli hawa ag'iminin' energiyasi to'mendegige ten':

$$E = m \cdot v^2 / 2$$

F arqali v tezlikte ag'ip o'tiwshi hawanin' sekunttag'i massasi m sa'ykes ra'wishte to'mendegige ten' boladi:

$$m = p \cdot F \cdot v$$

Ol jag'dayda

$$E = p v^3 F / 2$$

Bul jerde p – hawanin' tig'izlig'i, normal jag'daylarda $1,23 \text{ kg/m}^3$ qa ($t=15^\circ\text{C}$, $p=1,3 \text{ kPa}$ yamasa 760 mm.sim.ust.) ten' boladi.

Solay etip, samal energiyasi onin' tezliginin' kubina proporsional o'zgeredi. Samal pa'tpelegi tek samal energiyasi paydalaniw koeffitsenti arqali bahalanatug'in energiyanin' aniq bo'legin paydali jumisqa o'zgarttiriw mu'mkin. Ha'zirgi samal dvigatelleri (SD) mormal jumis rejiminde samal arqali kinetikaliq

energiyanin' 45-48% ten artiq bolmag'an bo'legin mexanikaliq energiyag'a o'zgartedi.

I.E.Jukovskiy teoriyasi boyinsha ideal jag'day ushin

$$\xi = E_{\text{мех}} / E, \quad \xi = 0,593,$$

Yag'niy samal pa'tpelegi qabil qiling'an toliq energiya ag'iminin' bir bo'legin samal dvigateli mexanikaliq energiyag'a o'zgartedi.

1m² ko'ldenen' kesim ag'imda t=15 °C ha'm p=1,3 kPa bolg'anda salistirmali quvatlilic (sekund energiya) to'mendegini payda:

Samal tezligi, m/s	4	6	8	10	14	18	22
Ag'im quvatlilig'i, kVt/m ²	0,04	0,13	0,31	0,61	1,67	3,6	6,25

Samal pa'tpelegi payda qilatur'in sekundli jumisi yamasa quvatlilic to'mendegi formula arqali aniqlanadi:

$$E = p v^3 F \xi / 2, \quad H^* M/c$$

Hawa ag'imida, qa'legen ha'reketleniwshi forma ha'm ha'reket energiyasina iye boladi. Bul kinetikaliq energiya samal pa'tpelegi yamasa basqa jumisshi organ ja'rdeminde mexanikaliq energiyag'a o'zgarttiriledi.

Samal qurilmalarinin' waziypasina qarap mexanikaliq energiya orinlawshi mexanizmler (generatorlar, kompressorlar, elektrolizler ha'm basqalar) ja'rdeminde elektr, jillilic, mexanikaliq, ja'ne qisilg'an hawa energiyasina o'zgarttiriliwi mu'mkin. Hawa ag'imi kinetikaliq energiyasin mexanikaliq energiyag'a oz'geriwi ushin ha'r tu'rli samal dvigatellerinen paydalaniw mu'mkin.

Transfarmatsiya koyfeysentin bilgen halda voltmetr korsetiwleri boyinsha U₁ kernewin aniqlaw mumkin. Eger eklemshi shinjirdag'I tok artsa U₂ kernew o'zgeredi ha'm o'lshe aniqlic'I eklemshi oramdag'I kernewdin' pa'siyewi esabinan kemeyedi. Sebebi bul transformatrdirin' birlemshi orami joqari kerneli tarmaqqa jalg'ang'an ha'm pa's kernewli tarmaqqa o'tiwi juz beriwi mu'mkin, ol halda isletiwdi eklemshi oram jerge jalg'anadi.

2-lektsiya

Transformatorlar du'zilisi ha'm islew printsiipi. Transformatorlardin' is rejimleri.

Transformatorlar dep, bir parametrdagi o'zgeriwshi tok energiyasin basqa parametrdagi o'zgeriwshi tok energiyasina o'zgartip beriwshi statik elektromagnit qurilmag'a aytiladi. O'zgeretug'in parametrlar tok, kernew, fazalar sani, chastota (arnawli Transformatorlarda) boliwi mumkin.

Elektr tamiynati qurilmalarda transformatorlar ko'binese bir turdegi ozgeriwshen' kernewinin' o'zgeriwshen' kernewge o'zgartiriw ushin qollaniladi. Quwat transformatorlar kush transformatorlari (bir kVa dan juzlep kVA sha), kishi quwattan transformatorlarg'a (BA birliklerinde kVA birliklerine deyin) boladi. Kishi quwatli transformatorlar telekommunikatsiya ham radioapparaturalarda kernew yamasa tokti o'zgartiw ushin iykemlesiwshi yamasa ajiratiwshi transformatorlar qollaniladi.

Ku'sh transformatorlari radio karxanalar ha'm simli baylanis karxanalarini elektr tamiynatinda qollaniladi.

Transformator ozgeriwshen' tok apparati bolip, ozgermes toqta islemeydi.

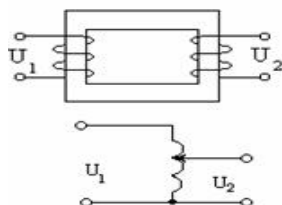
Har qanday transformator eki kerekli bolegi, yag'niy erik polat o'zekten ham mis simnan oralatin oramlardan ibarat. Transformator o'zegini arnawli elektrtexnik polat plastinalardan jiynaladi. Bul plastinalar qalin'lig'i transformator isshi chastotasina baylanisli, chastota qansha joqari bolsa, plastina sonsha juqa boladi. Uzaq turi ha'm onda oramlardin' jaylasiwi boyinsha transformatorlar sterjinli, bronli (Sh-turinde), torredal ham lentaday kesimli boliwi mumkin. Islenetugin sxemasi boyinsha transformatorlar yag'niy oramlar sani boyinsha) bir, eki ham ko'p oramlar boliwi mumkin. Elektr energiyasin uskenesine jalg'anatugin o'zek birlenshi, paydalaniwshig'a jalg'anatugin oram bolsa ekilemshi oram delinedi .

Transformatoridin' birlenshi o'zegini bir, ekilemshi oramlari bolsa bir neshe boliwi mumkin. ular bir-birinen elektr jag'ingan izolatsyalanadi.

Isshi chastotasi boyinsha transformatorlar shartli rawishte minalarg'a ajratiladi;

- Kemeytrilgen shastotali (50 Гцдан kishi).
- Sanaat shastotali (50 Гц)
- O'shirilgen shastotali (100 Гц-10 кГц)
- Joqari shastotali (10 кГцдан joqari).

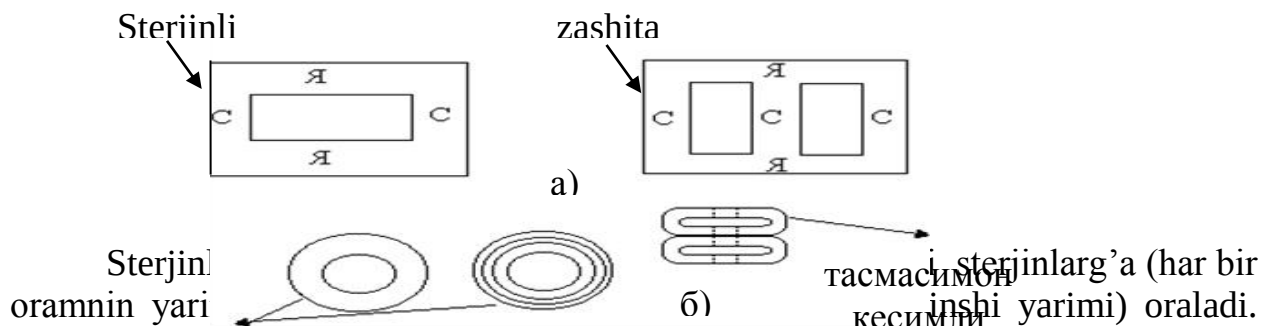
Fazalar sani boyinsha transformatorlar bir fazali (1-suwret) ham ko'p fazali (3 fazali, 6 fazali h t b.) boliwi mumkin. Birlenshi oram fazalari sani elektr energiyasi derek fazalari sani arqali, ekilemshi oram fazalari sani yamasa transformatoridin' sxemadag'I jumis arqali aniqlanadi.



Transformatorlardin' du'zilisi

Transformatorlardin' kerekli bolimlari berk polat o'zek (magnit o'tgizgish) ham og'an orlatin oramlar esaplanadi. O'zekler sterjinli, zashita, torredal, belgisi kesimli bolliwi mumkin (2-suwret).

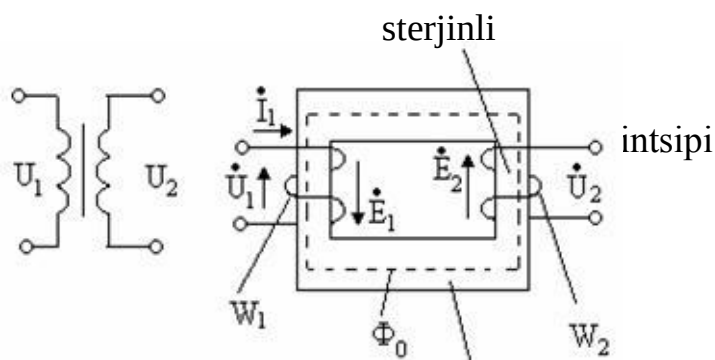
O'zektin' oram oralatugin bo'legi sterjin oram oralmaytugin ham magnit energiyasin toltiriw ushin xizmet qilaturin bolimi bolsa yarmo delinedi.



Qorg'awshi (III-siyaqli) bir fazali transformatorlari har eklemsi oramlar ortasindag'i sterjing'a oraladi, 3 fazali transformatorlarda bolsa har bir faza birlamsi ham eklemsi oramlar o'z sterjinine oraladi. Torredal transformatorlar bir fazali yamasa kishi quwatli yurinde jasaladi. O'zekler materyali Э-41,42 ha'm basqa markali arnalg'an elektrotexnik polat plastinalar xizmet qiladi. Plastinalar qalin'lig'i transformator shastotasina baylanisli. $f=50$ Гц shastotada isleytin transformatorlar ushin 0,5 yamasa 0,35 ммli qalin'liqtag'i polat plastinalardan, juqaraq shastotalilarda isleytin transformatorlar ushin esa 0,2 den 0,08 ммli qalin'liqtag'i polat plastinalardan paydalanadi. transformatorlar O'zgeriwshen' toqta islengenligi ushin polat o'zeklerde jurme toklar (fukotoklari) payda boladi, olar transformator polat o'zektegi quwat jog'aliwlarg'a sebep boladi. Bul jog'altiwlardi qisqartiw ushin uzaqlar juqa plastinalardan jiynaladi ham bul plastinalar bir tamandan bir-birinen izolatsiya ushin laq qaplami menen qoplanadi (yamasa juqa qag'az japistirladi). sterjinli o'zekler tuwri muyeshli turinde arnawli plastinalardan jiynaladi. Qorg'awshi o'zekler shtamplang'an III-siyaqli plastinalardan jiynaladi. Torredal o'zekler o'shirilgen shastotali kishi quwatli (onlap Btlar) transformatorlar ushin jaraladi. Kernewdi transformatsiyalash koyfeysenti boyinsha transformatorlar kemeytriwshi ha'm artiriwshi transformatorlarga bo'linedi.

Transformatorlardin' islew printsiipi

Transformatordin' islew printsiipi eki oramnan sterjinli transformator ja'rdeminde ko'rip shig'amiz. (3-Suwret).



Transformatorlarning islewi printsipli bir-biri bilan elektr toqidan bog'liq bo'lmagan ha'm qo'zg'almas ekin yamasa bir neshe oramlardan o'zara elektromagnit tasirlesiwge asoslang'an. Oramlar W_1 ha'm W_2 oramlar sani arqali xarakterlenadi. Transformatorlarning 3 salt islew qisqa tutasiw ha'm jukleme is rejimleri bar. Bul. rejimlerdi izbe - iz ko'rib shig'amiz.

Transformatorlarning salt islew printsipli

Salt islew rejiminde transformatorlarning birlamshi oram o'zgeriwshen' toq derekke jalg'anadi, eklemshi oramlarning ushllari yamasa ashiq qaladi, yag'niy eklemshi oram toki nolge ten' boladi. U_1 kernew senusdal nizam boyinsha o'zgeredi dep alayiq. Onin' ta'sirinde birlamshi oramdan (uzaqlar sani W_1 bolg'an) salt islew toqina ten' bolg'an $I_1 = I_0$ senusdal tok ag'ip o'tedi. I_0 toknin' qiymati transformator quwatina bog'liq; kishi quwatli transformatorlarda I_1 tok nominal qiymatinin' 25-30 protsenti, ulken quwatli transformatorlarda bolsa I_1 tok nominal qiymatinin' 3-10 protsenti jetedi. I_1 tok tasirinde $F_0 = I_0 W_1$ magnitlewshi kush keledi ha'm bul kush transformator o'zeginde Φ magnit ag'imi payda boladi. Onin ulken bolegi transformator magnit o'zeginde tutasli ha'm birlamshi (oramlar sani W_1 bolg'an) ha'm eklemshi (oramlar sani W_2 bolg'an) oramlar barshe oramlardi kesip o'tetin Φ_0 muxim magnit og'imi payda qiladi. Φ magnit ag'iminin' og'an ulken bo'lmagan bolegi birlamshi oram a'trapinda hawada tutasadi ha'm biraq birlamshi oramlar bog'lang'an Φ_{1s} tarqaliw ag'imin payda qiladi.

Φ_{1s} ag'im birlamshi oramda tarqaliw $\mathcal{E}_{1s}$ ni induksyalaydi:

$$e_{1s} = -W_1 \frac{d\Phi_1}{dt}.$$

Kerekli magnit ag'imi Φ_0 bolsa birlamshi ha'm eklemshi oramlar $\mathcal{E}_{1s}$ lardi induksyalaydi:

$$e_1 = -W_1 \frac{d\Phi_1}{dt}, \quad e_2 = -W_2 \frac{d\Phi_2}{dt}$$

Eger Φ_0 ag'imin siniwsoyda dep esaplasaq, yag'niy $\Phi_0 = \Phi_{0m} \sin \omega$ bolsa, ol jag'dayda induksyalang'an $\mathcal{E}_{1s}$ lar minanday korniste jaziladi:

$$e_1 = -W_1 \omega \Phi_{0m} \cos \omega t = \omega W_1 \Phi_{0m} \sin (\omega t - \pi/2)$$

$$e_2 = -W_2 \omega \Phi_{0m} \cos \omega t = \omega W_2 \Phi_{0m} \sin (\omega t - \pi/2)$$

Bul jerde $\omega W_1 \Phi_{0m} = E_{1m}$, $\omega W_2 \Phi_{0m} = E_{2m}$, yag'niy e_1 ha'm e_2 ha'm siniwsoyda nizam boyinsha o'zgeredi, biraq faza boyinsha $\pi/2$ muyeshke

Arqada qaladi. Amelde $\mathcal{E}_{1s}$ din' onin' sapasina emes, ta'sir etiwshi qiymatlarga bog'liq, ular mina formulalar arqali aniqlanadi.

$$e_2 = -W_2 \frac{d\Phi_2}{dt}$$

$$E_1 = \frac{E_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{m W_1 \cdot \Phi_{0m}}{\sqrt{2}} = \frac{2p \cdot W_1 \cdot \Phi_{0m}}{\sqrt{2}} = 4.44 \cdot f \cdot W_1 \cdot \Phi_{0m}, \quad E_2 = 4.44 \cdot f \cdot W_2 \cdot \Phi_{0m}$$

Joqardag'i formulalarda korinedi , birlemshi oramlar eklemshi oramlar ЭЮКlardi bul oramlar sanlarna tuwri propatsional, yag'niy oramlar sani qansha ulken bolsa oram ЭЮКи sonsha ulken boladi.

Transfarmatlardi $W_1 > W_2 = E_1/E_2 = n$ qatnasi menen xarakterlew qabil qiling'an. Bul qatnas transformatsiya koyfeysenti delinedi. Ol birlemshi ha'm eklemshi чўлғамлари ЭЮКlari o'z- ara neshe marte parq qiliwdi korsetedi.

Eger $W_1 > W_2$ bolsa, transformatr kemeytriwshi, $W_1 < W_2$ bolsa, transformatr arttrwshi transformatr delinedi. Transformatr tarmaxtan $S_1 = U_1 \cdot I_1$ quwatin patda qiladi, ol eklemshi taman $S_2 = U_2 \cdot I_2$ quwatidan eki og'an ten' boladi, yag'niy $S_2 < S_1$. Usinin' ushin transformatr oramlardi kernew qansha ulken bolsa, ondagi toq sonsha kishi boladi. Yag'niy

$$n = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

Transformatorlardin' jukleme printsipleri.

Eger transformatordin' ekilemshi orami jukleme jalg'ansa ol jag'dayda transformatr jumisshi rejiminde isleydi. Bul rejimde transformatrdag'I fizik jag'daylar jukleme xarakternebaylanisli boladi. Eki kerekli aktiz-induktiv ha'm aktiv-siyimli juklemeli jag'daylardi ko'rip shig'amiz.

Eger birlemshi oramlar U_1 kernew berilse eklemshi oram bolsa juklemege oralsaol jag'dayda ha'r eki oramlar ma's rawishte I_1 ha'm I_2 тоқлар ag'ip o'tedi. Olar transformatrda Φ_{is} ha'm Φ_{rs} magnit ag'imlarni payda qiladi. Olardin' ko'p bo'legi transformatr o'zeginde tutasadi qalغان kem bo'legi bolsa oramlar a'trapinda Φ_1 ha'm Φ_2 tarqaliw ag'imlarin patda etedi hawada tutasadi. Bul ag'imlar transformatr oramlarinda $\dot{E}_{1s}$ ha'm $\dot{E}_{2s}$ tarqaliw ЭЮКlarin payda qiladi, olar birlemshi ha'm eklemshi oramlar x_1 ha'm x_2 induktiv tarqaliw kirislerine sariplanadi, yag'niy

$$\dot{E}_{1s} = -j\dot{I}_1 x_1, \quad \dot{E}_{2s} = -j\dot{I}_2 x_2$$

Bul jag'dayda juklengen transformatr ushin qadi ten'lemesi min ko'rinishke iye boladi.

$$\begin{aligned} \bar{U}_1 &= -\dot{E}_1 - \dot{E}_{1s} + \dot{I}_1 r_1 = -\dot{E}_1 + j\dot{I}_1 x_1 + \dot{I}_1 r_1 \\ \bar{U}_2 &= \dot{E}_2 + \dot{E}_{2s} - \dot{I}_2 r_2 = \dot{E}_2 - j\dot{I}_2 x_2 - \dot{I}_2 r_2 \end{aligned}$$

Transformatordin' qisqa tutasiw is rejimi.

Qisqa tutasiw rejiminde birlemshi oram tarmaqqa jalg'anadi eklemshi oram bolsa qisqa tutastirladi. Isletiw jag'daylarinda qisqa tutasiw avarya rejimi esaplanadi ha'm oramlar toqlari ulken korniske artip ketedi.. Bunda oramlar kushli qizadi ha'm olardi deformatsiyalaytin ulken mexanik kushler ta'sir qiladi.

Biraq ha'r qanday jukleme transformatr parametirlerin aniqlaw ushin qisqa tutasiw ta'jriybesi o'tkizledi. Bul ta'jriybede eklemshi oram qisqa tutastirladi birlenshi oramg'a bolsa to'menletilgen U_k kernew beriledi. Bul kernew qisqa tutasiw kernew delinedi ha'm nominaldan protsent o'lsenedi yag'niy

$$U_k = \frac{U_k}{U_1} \cdot 100\%$$

Standart boyinsha qisqa tutasiw kernewi nominal kernewi 5,5...10.5 % quraydi. U_k sapasi juda kishi bolg'anlig'i I_0 magnitlawshi tok ha'm ko'pir rawishte Φ_0 magnit ag'imi sezlersiz boladi yag'niy $I_{0k} \approx 0$ boladi, bunda birlenshi oramlardin' magnitlawshi ku'shi kompensatsiyalaw ushin sarp boladi. Magnitlawshi tokti esapqa alinbasa (yag'niy $I_{0k} = 0$), ol halda magnit jag'dayi ten'lemesi $Q_1 W_1 + Q_2 W_2 = 0$ ko'rinsine iye boladi ha'm eger transformatlardi keltrilgen depesaplansa ol, jag'dayda $I_1 = -I_2$ boladi eklemshi oramlar jag'day ten'lemesi kuydegi ko'rniske iye boladi.

$$O'_2 = \vec{E}'_2 - I'_2 Z'_2 = 0$$

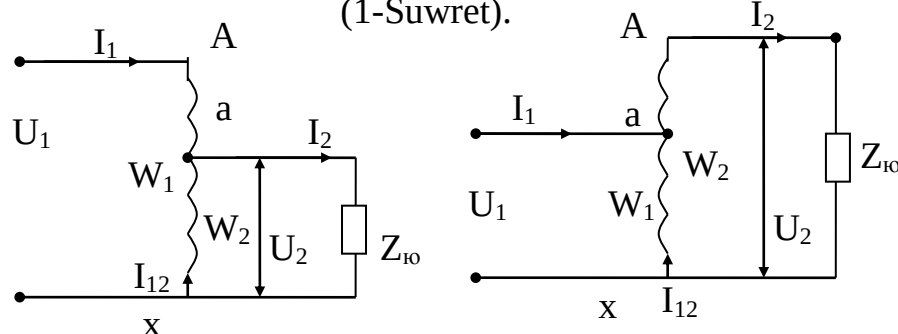
Avtotransformatorlar, O'lshe transformatorlari, kernew ha'm tok transformatori, u'sh fazali shinjirlar. U'sh fazali transformatorlar .

Avtotransformatorlar.

Transformatorlarda tek elektromagnit baylanisqa iye bolg'an keminde eki oram bar.. Avtotransfarmatr bolsabir oramnan ibarat bolip ol bir waqittin' o'zinde ha'm birlenshi ha'm eklemshi tarmaqqa tiyisli boladi.

Avtotransfarmatr artiriwshi ha'm kemeytiriwsshiboliwi mu'mkin..

(1-Suwret).



Avtotransformatorlardin' birlenshi ha'm eklemshi oramlari elektromagnit baylanistan tisqari elektr baylanisqa am iye boladi. Kemeytiriwshi avtotransfarmatlarda $W_1 > W_2$ transformatorlardin' eklemshi oram, W_2 (A...x) birlenshi oram, W_2 (W1>W2) oramlar sanli ha'm birlenshi oramlarinin' bir bo'legi (a...x)

Eklemshi oram bolsa W_2 (W1<W2) oramlar sanli putin oramlar (A...x) esaplanadi Oramlar basini A aqirin bolsa X benen belgileymiz.

Kemeytiriwshi avtotransfarmatlardin' islew prinsipin ko'rip shig'amiz. U_1 birlenshi kernew birlenshi oramnin' A...x ushlarina beriledi. Salt islewde ($I_2=0, Z_{10}=\infty$) boladi. Bielemshe oramlarda quwatjog'aliwlari itibatg'a alinbasa ЭЮКЛarten salmaqliq ten'lemesini to'mendegshe jaziw mumkin.

Birlenshi oram ushin :

$$U_1 = E_1 = 4,44 \cdot W_1 \cdot f \cdot \Phi_m$$

Ekilemshi oram ushin:

$$U_2 = E_2 = 4,44 \cdot W_2 \cdot f \cdot \Phi_m$$

Avtotransformatrlar transformatrǵa qarag'anda abzalig'I bir qıl paydali quwatta islew ha'm oralatin sim az sariplanadi (sebebi $A \dots x$ bo'limnen har dayim toklar parqi ag'ip o'tedig'unligi ushin bul bo'limdi iyletin simnan oraw mumkin), kishi quwat jog'altiwları joqari Φ_{IK} , jukleme o'zgergende kernewdin' kem o'zgerishsi esaplanadi.

Bul abzaliqlar transformatsiya koyfeysenti birge jaqin bolg'anda joqari boladi, sonin' ushin avtotransformatrlar ekiden ulken bolmag'an transformatsiya koyfeysentinde qollaniladi.

Avtotransformatrlarda quwat birlamshi oramdan eklemshi oramg'a quwat fazali elektromagnit jol benen emes balki elektr jol menen oramlar arasinda tuwridan-tuwri elektr baylanis arqali uzatiladi. Bul avtotransformatrlardin' to'mendegi kemshilikleri juzege keledi:

- 1) joqari kernew kishi kernew tarmqqa o'tiw abzalig'I sebebi oramlar arasinda tuwridan – tuwrı elektr baylanis bar. Sonin' ushin tek energiya paydalaniwshisi jerge jalg'ang'an maydang'a iye bolsa avtotransformatrlardi isletip bolmaydi.
- 2) avtotransformatrlar kishi qisqa tutasiw qarsilig'ına iye yag'niy qisqa tutasiw toqlari transformatrdikine qarag'anda ulken boladi.

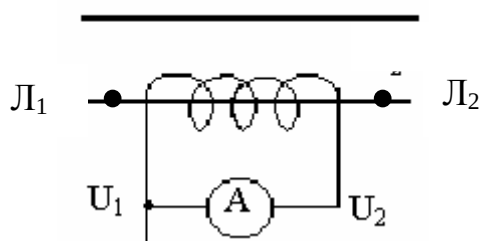
O'lshew transformatorlari.

Ko'binese u'lken toq ha'm kernewdin' o'lshewi qolaysiz boladi sebebi bunda o'lshew a'spabların jasaw ha'm isletiw mu'mkinshiligi joq. O'zgermeli toqlar ha'm kernewler o'lshew shegaraların' ken'eytriw ha'm joqari ku'shleniwden o'lshew a'spabların izolatsyalaw u'shin toliq ha'm kernewlik transformatorlari za'ru'r

Tok transformatorlari

Tok transformatorlari joqari shamadag'I (40 A geshe) toqti kishi shamadag'I toqqa o'zgartip beredi ha'm birlamshi oramdag'I ha'r qanday toq eklemshi oramdag'I toq shaması SA den aspaydi (2–suwret).

Birlamshi oramdag'I toktin' ma'nisine ko're olar 1 Adan 40 qa deyn bolg'an 40 gradinsyag'a iye. Eklemshi oram nominal tok 1A, 2A, 2.5A ha'm 5A boliwi mu'mkin. Eklemshi oramlar bir neshe boliwi mumkin. Sxemada tok transformatri 2– suwrette ko'rsetilgen ta'rizde belgilenedi.



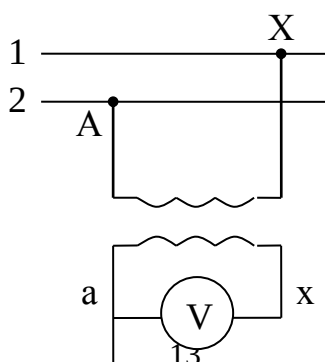
2–suwret . Tok transformatornin' sxemasi

Birlemshi oram (L_1-L_2) bir yamasa bir neshe ju'da' ulken kesimli simli oramlardan payda boladi ha'm jukleme shinjirg'a tuwridan tuwri jalg'anadi. Tok o'lshenetug'in (U_1-U_2) eklemshi oram kishi kesimli simlardan ko'p sanli oramli formada orinlanadi ha'm kishi qarsiliqqa iye bolg'an ampermetr yamasa basqa a'spab tuwridan tuwri jalg'anadi, (esaplag'ish, Voltmetr h t b) yag'niy tok transformatri qisqa tutasiwg'a jaqin bolg'an rejimde isleydi. Eger birlemshi oramda tok o'zgergende eklemshi oram shinjiri uzilse yag'niy $I_2=0$ bolsa, I_1 kemeymeydi. Onday jag'dayda magnit shinjirinda juda ulken magnit payda boladi. Bul o'zekte ruzsat etilmeytin qiziwdi keltrip shig'aradi, O'mir ushin qa'wpli ha'm eklemshi oram izolatsiyasinin' buziliwna alip keledi. Qawipsizlikti ta'minlew ushin tok transformatri eklemshi orami jerge jalg'anadi. Islep turg'an tok transformatrnin' ekinshi oramin ajratip bolmaydi. . U_1-U_2 shinjirg'a a'spablar sonday jalg'anadi, aspabtag'I toktin' bag'dari baqlanatug'in shinjirdag'I tok bag'dari menen saykes keliwi kerek.

Kernew transformatori

Olar kishi quwatli transformatrlar bolip ko'p sanli oramli (A-X) birlemshi oramlari o'lshenetu'gin tarmaqtin' siziqli simlarna jalg'anadi (a-x) eklemshi oram bolsa voltmetrge yamasa ulken qarsilliqa iye bolg'an basqa a'spabqa jalg'anadi. (3-suwret) transformatsiyalaw koyfeysenti sonday da'rejede tan'lanadi, tarmaq nominal kernewinde eklemshi oram kernewi 100 V ha'm 200 V dan aspaw kerek. Kernew transformatri sonday jalg'aniwi kerek birlemshi kernewge faza baylanis saykes keletug'in eklemshi kernew beriw kerek boladi yag'niy eklemshi oram qarsilig'I jeterli da'rejede u'lken bolg'anlig'I ushin kernew transformatri jeke islewge jaqin rejimge isleydi dep esaplaw mumkin, eklemshi oramdag'I tok 0 ge jaqin boladi.

Sonday qilip, birlemshi ha'm eklemshi oram kernewleri bul oramlar ЭЮК larg'a ten' bolg'an san ta'repten n ma'rtebe transformatsiyalaw koydeysentine parq qiladi.



3-suwret kernew transformatri sxemasi

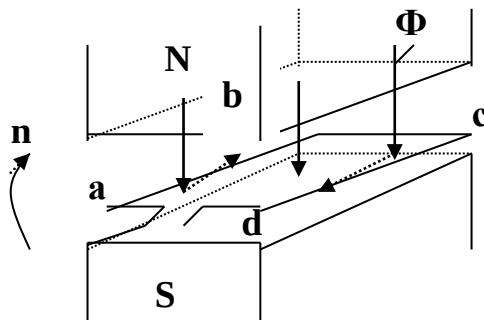
Transfarmatsiya koeffitsientini bilgan holda voltmeter ko'rsatkichlari bo'yicha U_1 karniwin aniqlash mumkin. Eger eklemshi shinjirdag'i tok artsa U_2 karniwin o'zgeradi ham o'lsheini aniqlig'i eklemshi oramdag'i karniwdin' pa'siyewi esabini kemeyadi. Sebebi bul transformatr din' birlemshi orami joqari karni tarmaqqa jalg'ang'an ham pa's karni tarmaqqa o'tiwi juz beriw mu'mkin, ol holda isletiwdi eklemshi oram jerge jalg'anadi.

4-lektsiya

Elektr mashinalar

Elektr mashinalar mexanikaliq energiyasin elektr energiyasina ya'ki elektr energiyani mexanik energiyasina o'zgartiriwge mo'lsherlenen. Mexanik energiyani elektr energiyasina o'zgartiretug'in mashina generator, elektr energiyani mexanik energiyaga o'zgartiretin mashina ese dvigatel dep ataladi. Har qanday elektr mashinasi ha'm generator, ha'm dvigatel rejiminde islewi mu'mkin. Tok tu'ri shinjirda islewine qarab elektr mashinalar o'zgariwshen' ha'm o'zgermes tok mashinalarina bo'linedi. O'zgariwshen' tok mashinalari asinxron ha'm sinxron mashinalarg'a bo'linedi ham bir fazali ya'ki ush fazali boliwi mu'mkin. A'melde sinxron mashinalar generator, asinxron mashinalar ese dvigatel rejiminde isletiledi.

Ba'rsha elektr mashinalarnin' islew prinstipi elektrodinamika nizamlarina, yag'niy elektromagnit indukstiya ha'm elektromagnit kushler nizamlarina tiykarlang'an. Eger turaqli magnit ya'ki elektromagnit maydani (N-S) polyuslari arasina jaylastirilg'an ramka n tezlik (saat mili bag'itinda) penen aylantirilsa (sirtqi aylandiriw Derek ja'rdeminde), ol halda elektromagnit indukstiya nizamina tiykarlanip ramkanin' aktiv a-b i c-d o'tkizgishlerde (magnit ag'imi liniyalariga perpendikulyar ha'raketlenetug'in) bag'iti on' qol qag'iydasi menen aniqlanatug'in EJK indukstiyalanadi (1-su'wret).



1-su'wret En' an'sat elektr mashinasinin' islew prinstipi

Bul o'tkizgishler magnit ag'imimg'a qarag'anda qarama-qarsi bag'itlarga bir waqitta ha'reketleniwi ushin ondagi EQK g'a keledi ha'm ramkani aylandira baslaydi. Demek, elektr energiya mexanikaliq energiyag'a aylanadi, yag'niy mashina dvigatel rejiminde isleydi. Ramkanin' magnit maydanda bir ma'rte toliq aylanisinda EJK sinusoidal r'awishte bir da'wirdi basip o'tedi. Bul sinusoidal EJKnin' chastotasi ramkanin' bir ma'rte toliq aylaniwinda polyuslar sanina baylanisli. Elektr mashinalarda keminda eki polyusli boladi (olar barqulla jup sanli boladi), yag'niy olardi juplar (jup polyuslar) deb esaplanadi ha'm r-jup polyusli dep belgilew qabil qiling'an. Bizlerdin' jag'dayda $p=1$, biraq mashinalarda ko'p jup polyuslar boliwi mu'mkin, ol jag'dayda ramka bir ma'rte toliq aylang'anda onda sinusoidal EJK nin' bir neshe da'wirleri payda boladi. EJK nin' chastotasi $f \sim n$, lekin ramkanin' aylaniw tezligi 1 ayl/min emes, ba'lki n ayl/min g'a ten', ol jag'dayda mashinada indukstiyalang'an EJKnin' chastotasi $f = p \cdot n / 60$ boladi. Yag'niy ha'r qanday elektr mashinada jup polyuslar sani,

aylaniw tezligi ha'm indukstiyalang'an EJK chastotasi arasinda u'zliksiz baylanis bar. Mashinalarda bir oramli emes, ba'lki ko'p oramli katushkalar isletiledi.

Ha'r qanday elektr mashina qozg'almas bo'lek – stator ha'm aylaniwshi bo'lek – rotordan ibarat. Rotor stator ishinde erkin aylaniwi ushin olar arasinda hawa tirqishi (millimetr u'leslerinen bir neshe millimetrlarg'a shekem) qoyiladi.

Mashinalar statori qalin'lig'i 0,35 ya'ki 0,5 mmli elektrotexnikaliq polat plastinkalardan (transformatorlardag'i siyaqli) jiynaladi. Plastinkalar mashinanin' tu'rine qarap elektromagnit katushka jaylastirilg'an polyuslari aniq ko'rinip turatug'in (o'zgermeli tok mashinalarda) ya'ki Halqa ishki sirti boylap jaylastirilatug'in bir tekistegi yarim jabiq salmalari (o'zgermeli tok mashinalarda) ta'rizde shtamplanadi ha'm shoyinnan ya'ki polattan qoyilg'an staninanin' ishki ta'repine bekitiledi. Statinin' qaptal ta'repleri rotor bali o'tkiziletug'in qaplam menen qaplanadi.

Mashinalar rotor ha'm elektrotexnikaliq polat plastinkalardan jiynalip, onin' sirtqi ta'repine katushkalar jaylastirilatug'in kanallar oyiladi. Rotorlar du'zilisiz ha'r tu'rdegi mashinalardi u'yreniw protsessinde korip shig'amiz. Mashinalar katushkaları mis ya'ki alyuminiy simlardan tayarlanadi ha'm mashina tu'rine qarap rotorg'a ya'ki statorg'a ma'lim ta'rizde jaylastiriladi.

1. Asinxron mashinalar

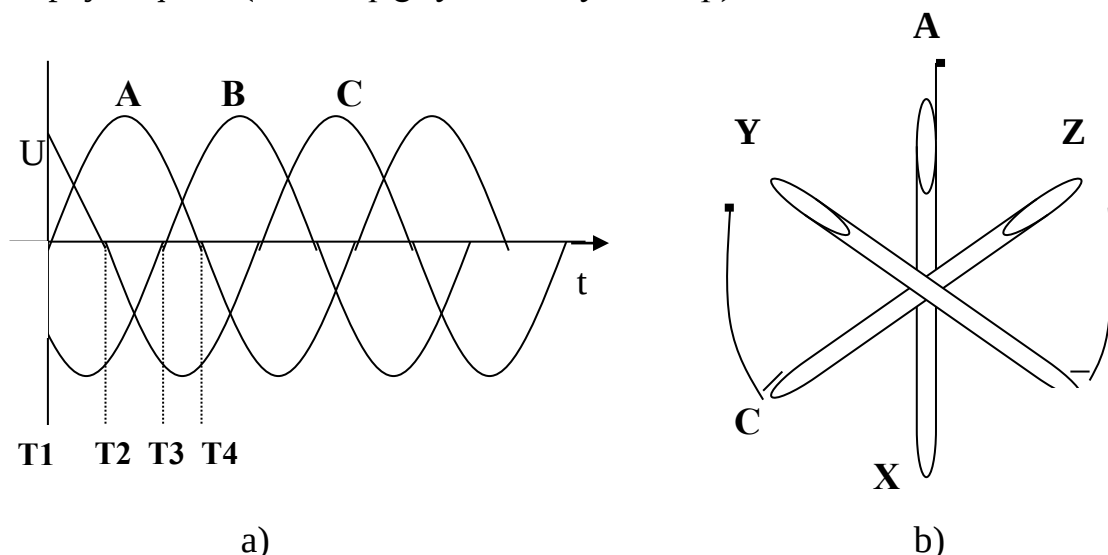
Barliq mashinalar siyaqli asinxron mashina ha'm generator, ha'm dvigatel rejimlerinde islewi mu'mkin. Biraq bul generator sipatında qatara sezilerli kemshiliklerge iye ha'm aytarliqtay dvigatel sipatında isletiledi. Asinxron dvigateller bir fazali, eki fazali ha'm u'sh fazali boladi. Mashinanin' statori yarim jabiq kannallar oyilg'an elektrotexnikaliq polat plastinalardan jiynaladi. Bul kanallarg'a katushka jaylastiriladi. Da'slep sinxron dvigateldi ko'rip shig'amiz. Olarda stator katushkaları o'z ara 120^0 qa su'rilgen saykes rawishte jalg'ang'an u'sh katushkadan ibarat ha'm u'sh fazali sistemanipayda qiladi. Staninanin' klemmalar qutishasina 6 ha'r bir fazanin' basi ha'mushlari shig'ariladi, yag'niy katushkalar ha'm juldiz, ha'm u'shmu'yesh formada jalg'aw mu'mkin. Asinxron mashinalardin' rotorlari faza katushkasi ha'm tutastirilg'an boliwi mu'mkin.

Qisqa tutastirilg'an rotor toliq jabiq kanalli polat mislardan jiynaladi, olarg'a ushlari metall halqashalarg'a bekitilgen sterjenler jaylastiriladi. Sterjenler ko'binshe alyuminiydan tayarlanadi ha'm basim astinda rotor katushkalarina qoyiladi. Bunday rotorlardin' shinjirg'a shig'islari bolmaydi. Qisqa tutastirilg'an rotorli dvigateller faza katushkali rotorli dvigatellardan ko're arzan, a'piwayi ha'm isletiwde isenimli, lekin olardin' tiklew xarakteristikalai jaman. Faza katushkali rotordin' katushkaları statordiki siyaqli u'sh fazali bolip, olardin' aqirlari juldiz sxemada jalg'anadi, ushlari bolsa rotor valinan ha'm bir-birlerinen izolyatsiyalang'an halda rotor valina bekitilgen kontakt halqashalarina jalg'anadi. Staninag'a ko'mir ya'ki mis shetkalar bekitilgen bolip, val aylang'anida olar halqashalar menen sirpaniwshan' kontakt payda qiladi. Shetkalar ja'rdemine rotor katushkaları qisqa tutastiriliwi ya'ki sirtqi qarsiliqqa jalg'aniwi mu'mkin. Faza

katushkali rotorlar qisqa tutastirilg'an rotorlardan kem ha'm tek joqari quwatli asinxron dvigatellerde isletiledi.

Statordin' u'sh fazali katushkasini u'sh fazali tok beriletug'in ken'islikte o'zara 120° ga su'rilgen u'sh katushkalar ko'rinishinde ko'z aldimizg'a keltiremiz (2-su'wret).

Tok jo'nelisin ramkanin' basinan axirina on', ramkanin'axirinan basina bolsa shep dep qabil qilamiz. T1 waqit momentinde A-X ramkada tok joq, V-U ha'm C-Z ramkalarda bolsa tok bar. Bul ramkalar ko'rsetilgen jo'nelistegi magnit ag'imin payda qiladi (Parma qag'iydasina tiykarlanip).

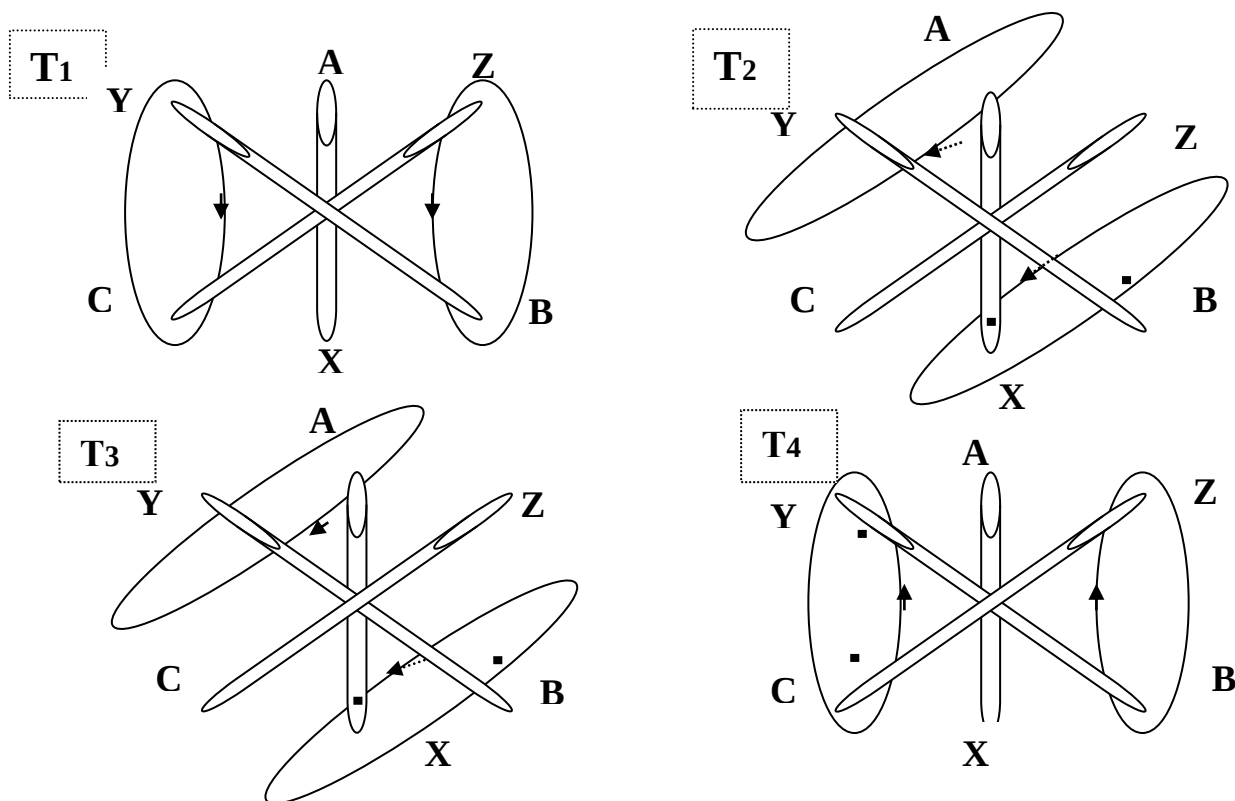


2-su'wret Fazalardin' jiljiw diagrammasi a) ha'm A, V, S katushkalardin' aylaniw sxemasi b)

Solay qilip, ta'miyat kernewinin' yarim da'wirde stator maydani na 180° g'a buriladi, yag'niy 360° da toliq aylanip shig'adi. Eger statordin' u'sh fazali katushkasina u'sh fazali tok berilse, onda $n=60$ ob/min. tezlikte aylanatug'in f_1/p magnit maydani payda boladi (3-su'wret), bul jerde f_1 - chastota (sebebi f_1 ha'm r -const, ol jag'dayda n const). Bul maydan rotor katushkalarin kesip o'tip, onda E_2 EJKni payda qiladi:

$$E_2 = 4,44 f I k_{Ch} W_2 F$$

bul jerde K_2 —rotor katushkanin' jaylastiriw usilina baylanisli bolg'an katushka koeffitsienti; W_2 —rotor katushkanin' oramlar sani.



3 – su'wret Waqittin' T1-T4 momentleri ushin A, V, S katushkalarinin' aylaniw sxemalari.

Rotor katushkalari qisqa tutastirilg'an bolg'anli ushin odan I_2 tok ag'ip o'tedi. Bul tok aylanbali magnit maydani menen o'z ara ta'sirlesip rotordi aylanbali magnit jo'nelisinde aylaniwg'a tartatug'in F_ψ ku'shti payda qiladi. O'z na'wbetinde F_ψ ku'sh rotordi aylaniwina ma'jbu'rleytug'in M_{ayl} aylandirwshi momentti payda qiladi. Onin' ta'sirinde rotor n_2 tezlikte aylana baslaydi (rotor katushkalari ko'p bolg'anlig'i ushin dvigateldin' aylandiriwshi momenti ba'rshe katushkalar aylandiriwshi momentleri jiyindisina ten' boladi). Dvigatel rejiminde $n_1 > n_2$, yag'niy rotor maydani statordin' aylanbali magnit maydaninan arqada qaladi. Eger $n_1 = n_2$ bolsa, rotor stator maydanina salistirg'anda ha'reketlenbeydi, demek onin' katushkalarinda EJK ha'm toklar payda bolmaydi, yag'niy aylandiriwshi moment bolmaydi ha'm rotordin' aylaniwi toqtaydi. n_1 sinxron tezlik delinedi, asinxron dvigatellerde rotordin' tezligi odan kishi boladi. Statordin' magnit maydani rotorg'a salistirg'anda $n_s = n_2 - n_1$ ayl/minga tezirek aylanadi. Asinxron dvigatellerde rotordin' stator maydaninan arqada qaliwin sipqanaw birligi $S = n_s / n_1$ menen nisbiy birliklerde yaki protsentlerde xarakterlew qabil qiling'an:

$$S, \% = (n_1 - n_2) \cdot 100\% / n_1$$

Eger rotor toqtatg'an $S=1$ yaki 100 % bolsa, ha'm dvigatel sinxron tezlikke jetse $S=0$, yag'niy dvigatel rejiminde $S=0$ den 1 ge shekem o'zgeredi.

Eger sirtqi aylandiriw deregi arqali rotor stator magnit maydani jo'nelisine qarama-qarsi jo'neliste aylandirilsa, ol jag'dayda

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} > 1$$

Bul rejim elektromagnit tormoz rejimi delinedi.

Eger rotordi stator magnit maydani jo'nelisinde $n_2 > n_1$ tezlik penen aylandirilsa,

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} < 0$$

Bul rejim generator rejimi delinedi, lekin asinxron dvigatel a'dette bul rejimde islemeydi.

Dvigateldin' is protsessinde katushkalaridag'i EJK ha'm tok chastotasi to'mendegige ten' boladi:

$$f_2 = \frac{P(n_1 - n_2)}{60} \cdot \frac{n_1}{n_2} = \frac{Pn_1}{60} \cdot S = f_1 S$$

EJK bolsa to'mendegige ten' boladi:

$$E = 4,44 f_2 W_2 K_r \Phi = 4,44 f_1 S W_2 K_r \Phi = E_2 \cdot S$$

Rotor katushkasinin' Z_2 qarsilig'i aktiv ha'm induktiv qurawshilarg'a iye. Induktiv qurawshi chastotag'a baylanisli, ol jag'dayda rotor katushkasinin' qarsilig'i to'mendegige ten' boladi:

$$Z_2 = \sqrt{r^2 + (x^2 S)}$$

Ol jag'dayda asinxron dvigatel jumis protsessindegi rotor shinjirindag'i tok to'mendegige ten' boladi:

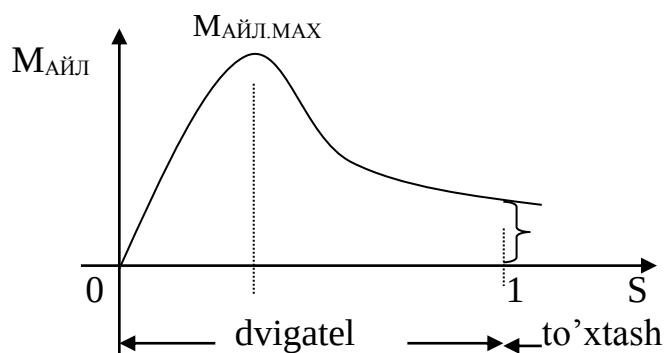
$$I_{2S} = E_2 S / \sqrt{r^2 + x^2 S}$$

Dvigateldin' aylandirish momentini magnit ag'imina, rotor tokina baylanisli ha'm to'mendegishe aniqlanadi:

$$M_{AYL} = S F_m I_{2S} \cos \Psi_{2s},$$

bul jerde, Ψ_{2s} -rotordag'i I_{2S} tok ha'm E_{2S} EYuK arasindag'i mu'yesh, rotor katushkalarinin' qarsilig'i S birlikke baylanisli bolg'anlig'i ushin Ψ_{2s} ha'm S birlikke baylanisli boladi; F_m -statoridin' magnit ag'imi; S -fazalar sanin, jup polyuslar sanin, katushka oramlari ha'm onin' konstruktiv du'zilisini esapqa alatug'in konstruktiv koeffitsient.

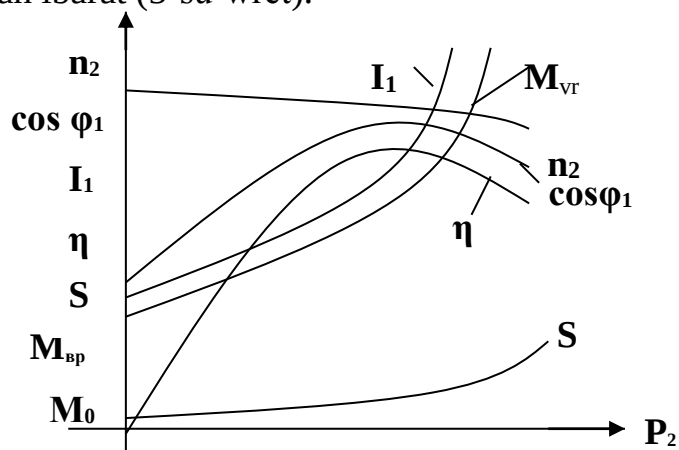
Sunday qilib, M_{ayl} aylandirish moment S sipqanawg'a baylanisli bolg'an quramali funktsiya. Asinxron dvigatel ushin $M_{ayl}=f(S)$ di biliw za'rur (4-rasm). Asinxron dvigatel M_{ayl} aylandirish moment ju'klemenin' M_t tormozlawshi momentine ten' bolg'aninda o'zgermeli tezlikte ashiq isleydi.



4-su'wret Aylandiriwshi momenttin' sipqanawg'a baylanislig'i sizilmasi.

Ju'kleme qansha o'lken bolsa, n_2 sonsha kishi ha'm M_{ayl} sonshelli u'lken boladi. Asinxron dvigateldin' barqarar jumis tarawı 0... S_{max} aralıq esaplanadi. Nominal ju'klemede $S=0,03...0,05$, yag'niy 3-5%, ju'kleme artiwi menen S artadi, salt islewde bolsa nolge jaqin boladi. $S_{max} ...1$ aralıq dvigateldin' barqarar jumis tarawı, yag'niy M_{ayl} momenttin' ju'da kidhi kemeyiwinde sipqanaw keskin artadi ha'm dvigatel toqtaydi.

Asinxron dvigateldin' jumis xarakteristikaları rotordin' aylaniwlar sani n_2 ni, aylandiriwshi momenti M_{ayl} di, paydalaniw toki I_1 di, quwatlılıq koeffitsienti $\cos \varphi_1$ di ha'm paydali jumish koeffitsienti η di mashina valindag'i paydali quwatlılıq R_2 g'a baylanisliliginan ibarat (5-su'wret).



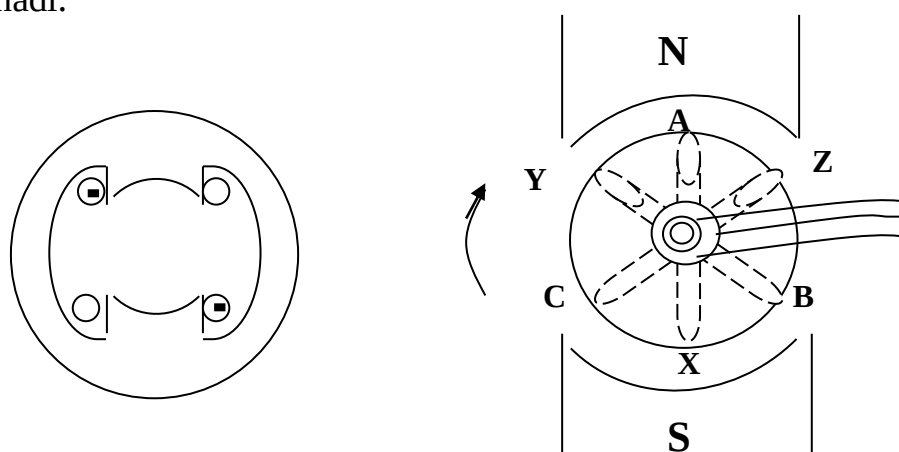
5-su'wret Asinxron dvigateldin' jumis xarakteristikaları sizilmaları
(M_0 – mexanikalıq joytiwlar momenti)

2. Sinxron mashinalar

Sinxron mashinalar ha'm dvigatel, ha'm generator rejimlerinde islewı mu'mkin. Bul mashinalardin' apzallıqları sonda olarda barshe protsessler sinxron ($n_1=n_2$) tezliklerde bolıp o'tedi, yag'niy rotordin' aylaniwlar sani stator magnit maydani aylaniwlar sanına ten', yag'niy dvigatel ushin $n_1=n_2=60f/p$ baylanisliliq orinlanadi (f -ta'miynat tarmag'i chastotasi), sirtqi aylandiriw deregi arqalı aylandirilatuğ'in generator ushin shig'is birligi bolsa islep shig'arilatug'in EJKnin' $f=pn/60$ (n - rotordin' aylaniw tezligi) chastotasi xizmet qiladi..

Sodan kelip shig'ip, bunday mashinalar sinxron mashinalar delinedi. Sinxron generator barshe elektr mashinalar siyaqli stator ha'm rotordan ibarat. Sinxron generatorlardin' bir neshe tu'rleri bar. Olardan birinshisinde aniq ko'rinetug'in polyuslari statorda, u'sh fazali katushkalari bolsa rotor kanallarg'a jaylastiriladi. Ol jag'dayda stator elektrotexnikaliq polat plastinalardan jiynaladi, polyuslarga bolsa qo'zg'altiw katushkasi oraladi, ol o'zgermeli toktan ta'miynlenedi ha'm mashinada ku'ndelikli magnit ag'imin payda qiladi (1-su'wret).

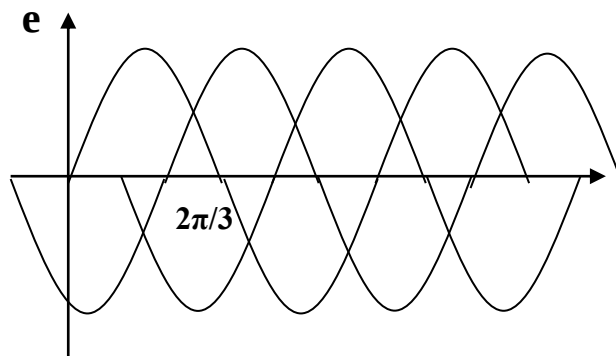
Rotor faza rotorli asinxron mashinalardag'i siyaqli jasaladi, yag'niy onda kanallar oyiladi ha'm og'an o'z ara 120^0 qa su'rilgen ha'm ko'binshe juldiz sxemada jalg'anatug'in u'sh katushkadan ibarat u'sh fazali katushka jaylastiriladi. Katushkalar aqirlari uliwma noqatqa, baslari bolsa rotor valina bekitilgen ha'm bir-birlerinen izolyastiyalang'an u'sh halqalarg'a jalg'anadi. Ha'r bir halqa statorg'a bekitilgen qo'zg'almas shetka menen sirpanma kontakt payda qiladi. Bul shetkalar arqali rotor katushkalarinan ju'klemege EJK uzatiladi (2-su'wret). Elektr mashinalarda EJK indukstiyalanatug'in bolek yakor delinedi. Bul jag'dayda yakor rotor esaplanadi.



1-su'wret Sinxron generatordin' islew prinstipi

Generatordin' islew prinstipi to'mendegishe:

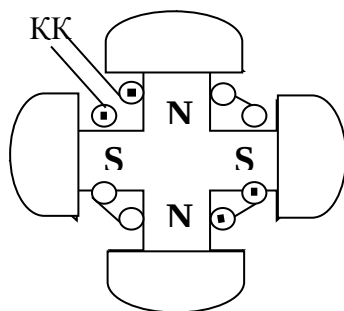
Ku'ndelikli magnit (yaki qo'zg'atiw katushkasi payda qilaturug'in elektromagnit) polyuslari arasina u'sh fazali katushkalar sistemasi jaylastiriladi ha'm sirtqi aylandiriw deregi ja'rdeminde aylandiriladi. Katushkalar ku'ndelikli magnit maydaninda ha'reketlengeninde olarda fazasi $2\pi/3$ ge, yag'niy dawirdin' $1/3$ bo'legine su'rilgen EJK payda boladi. Bu EJK nin' chastotasi $f = pn/60$, bul jerde $n = \text{const}$ bolg'aninda, chastota ha'm $f = \text{const}$ boladi. Sanaat chastotasin $f = 50$ Gst aliw ushin $n = 3000$ ayl/min tezlikti uslap turiw kerek boladi.



2-su'wret Sinxron generatordin' kernew diagrammalari

Eger mashinani $r=1$ jup polyusli qilib jasalsa, $n=3000$ ayl/min tezlikti, eger mashinani $r>1$ jup polyusli qilib jasalsa, $n<3000$ ayl/min tezlikti ta'miynlewi kerek boladi. Bunday du'zilisdegi mashinani tek kishi quwatliliqlarda (15 kVt qa shekem) ha'm kishi krenewlerde (380/220 V) islep shig'ariw mu'mkin, sebebi joqari kernewlerdi ha'm toklardi ha'reketlenetug'in kontaktlardan aliw qiyin.

Qo'zg'almas ku'ndelikli magnit maydanida u'sh fazali katushkani aylandiriw yaki bul maydandi qo'zg'almas u'sh fazali katushkag'a salistirg'anda aylandiriw prinstipial parq qilmaydi. Sonin' ushin sinxron mashinanin' ekinshi du'zilisi bar bolip, bunda u'sh fazali yakor katushkasi stator kanallarina jaylastiriladi, yag'niy stator asinxron mashinadag'i siyaqli boladi, rotor bolsa polyuslari aniq ko'rinetug'in boladi ha'm onin' polyuslarina sirtqi o'zgermeli tok dereginen ta'miynlenetug'in qo'zg'atiw katushkasi oraladi (3-su'wret).



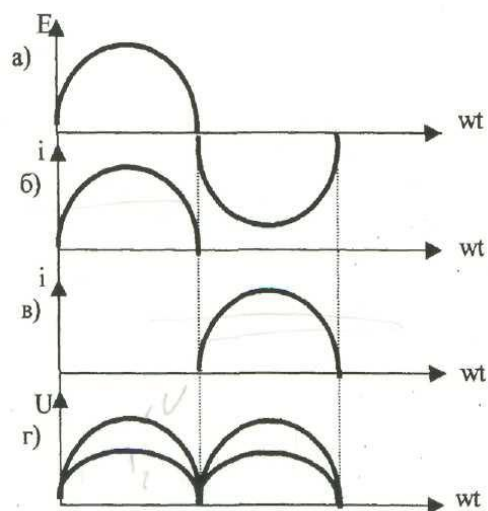
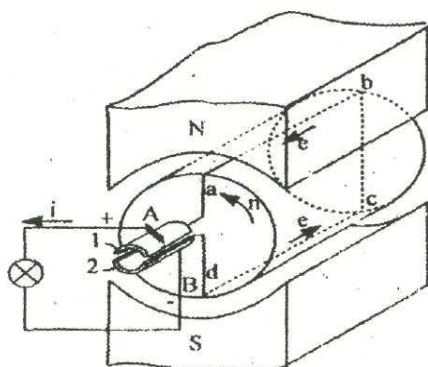
3-su'wret Sinxron generator rotorinin' sizilmasi

Rotordin' valina shetkalar arqali sirtqi ta'miynat dereklerinen o'zgermeli tok beriletug'in eki izolyastiyalang'an halqalar bekitiledi. Rotor aylanadi ha'm sa'ykes ra'wishte statordin' magnit maydani ha'reketlenedi. Magnit maydani u'sh fazali katushkalarg'a salistirg'anda n tezlikte aylanadi ha'm $f=pn/60$ chastotali EJK indukstiyalanadi. Endi bolsa joqari kernewler ha'm toklar qozg'almas katushkalardan alinadi. A'dette bunday rotorlar $p>3$ jup polyusli qilib jasaladi, mashinanin' tezligin onsha u'lken bolmag'an ($n=1000$ ayl/min) tezlikli qiliw mu'mkin. Eger joqari tezlikti ta'miynlew kerek bolsa (yag'niy $p<3$ jup polyuslar sanin), ol jag'dayda rotordin' mexanikaliq puxtalig'in asiriw ushin rotor polyuslari aniq ko'rinqetug'in ta'rizde islep shig'ariladi. Ol tsilindr formada bolip, sirtina kanallar oyiladi. Bul kanallarg'a o'zgermeli tokti o'tkizetug'in ha'm aylanbali

ku'ndelikli magnit maydani payda qilaturug'in qo'zg'atiw katushkasi jaylastiriladi. A'dette polyuslari aniq ko'rinbeytug'in rotorlar $p=1$ jup polyusli, yag'niy joqari tezlikli ta'rizde islep shig'ariladi. Ha'r qanday du'zilibtegi sinxron mashinalardin' islew prinstipleri bir qiyli.

Turaqli tok mashinalari

Turaqli tok mashinalari baylanis ka'rxanalarinin' elektr ta'miynati qurilmalarinda zaryad ha'm bufer energiya derekleri, o'zgermeli kernew elektromagnit o'zgerttirgishleri (radioumformerler) sipatinda u'zliksiz ta'miynat qurilmalarinda ken' qollaniladi.



4-su'wret En' a'piwayi turaqli tok generatori ha'm onin' waqit diagrammalari

En' a'piwayi o'zgermeli tok generatori ku'ndelikli magnit ha'm onin' polyuslari aralarina jaylastirilg'an ramkadan ibarat. Ramkanin' basi ha'm aqirinin' ushlari eki 1 ha'm 2 yarim segmentlarg'a biriktirilgen (4-su'wret). Yarim halqalar menen sipqaniwshi elektr kontaktta iye bolg'an qo'zg'almas A ha'm V shetkalarg'a generatorin' ju'klemesi jalg'anadi. Ramka magnit maydan polyuslarinda arasinda aylang'aninda onin' aktiv o'tkizgishlerinde elektromagnit indukstiya nizamina muwapiq o'zgermeli EJK payda boladi.

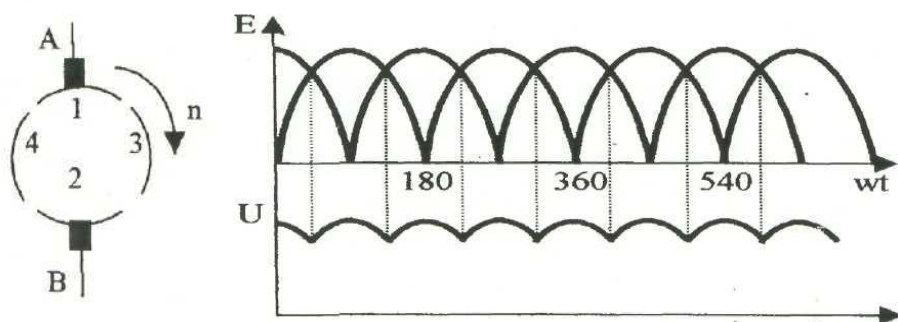
Eger ramka tegisligi aylaniwdan aldin gorizontall jag'dayda bolsa, ol jag'dayda ondag'i EJK nol ma'nisten o'zgere baslaydi. Bul EJK birinshi yarim aylaniwda (ramkanin' ha'm ta'repi shig'is polyus ta'siri astinda boliw waqti) maksimal ma'niske shekem artadi ha'm o'z jo'nelisin o'zgerttirmegen jag'dayda nolge shekem kemeyedi. Ramka shinjiri jabiql bolg'anlig'i ushin bul EJK ta'sirinde ju'klemeden tok ag'ip o'tedi.

Ekinshi yarim aylaniwda ramkanin' av ta'repi bayis polyus ta'siri astina, cd ta'repi bolsa shig'is polyus ta'siri astina kiredi. Bul jo'nelis na'tiyjesinde olardag'i EJK kerisine o'zgeredi. Lekin bul menen birge av ta'repke biriktirilgen 1 yarim halqa A shetka astinan shig'ip V shetka astina kiredi, cd ta'repke biriktirilgen 2 yarim halqa bolsa V shetka astinan shig'ip A shetka astina kiredi. Sonday qilib A ha'm V shetkalar waqittin' qa'legen momentinde sa'ykes rawishte sa'ykes polyusta EJK indukstiyalang'an o'tkizgish penen baylanisadi. Bunin' natiyjesinde ju'klemede tok bir jo'neliste ag'ip o'tedi ha'm ekinshi yarim dawirde birinshi yarim aylaniwdag'i o'zgeris takirarlanadi.

Ramkanin' bir ma'rte toliq aylaniwinda toktin' o'zgeris nizami 4-su'wrette ko'rsetilgen ta'rtipte boladi. Ramkanin' keyingi aylaniwlarinda protsess takrarlanadi ha'm ju'kleme arqali bir jo'nelistegi pulslaniwshi tok ag'ip o'tedi. Shetkalardag'i kernew tok formasin ta'kraraydi.

Generator qisqishlarindag'i tuwrilang'an kernew aylanbali yarim halqalar ha'm qozg'almas shetkalar ja'rdeminde alinadi. Biraq, 4-su'wretten ko'rinip tur, ju'klemedegi tok ha'm kernew tuwrilang'an esaplansada birligi jag'ingan turaqli emes.

Tuwrilang'an toktin' turaqli boliwina birinshi jaqinlasiwda magnit polyuslari aralarina birinshisine salistirg'anda 90^0 mu'yesh astinda jaylastirilg'an ekinshi uxsas ramka kiritiledi. Ha'r bir ramkanin' basi ha'm ushlari to'rt yarim halqalardin' birine bekkem biriktiriledi (5-su'wret).



5-su'wret En' a'piwayi turaqli tok generatorinda ramkalar saninin' asiriliwi.

A ha'm V shetkalar da'slepki jag'dayinda qoladi. Bir-birinen 90^0 qa su'rilgen ramkalar aylang'anda olarda sinusoidal EJK payda boladi. Ha'r bir ramkanin' bir ma'rta aylaniwinda 1-2 ha'm 3-4 yarim halqalar juplig'i shetkalar menen eki ma'rte isqalanadi. Bunin' natiyjesinde ju'klemedegi kernew ramkalardag'i EJKlardan quraladi. Ramkalardag'i EJK tuwri lanatug'in 1,2,3 ha'm 4 yarim halqalar kollektor delinedi. 5-su'wretten ko'rinedi, aling'an tok ha'm kernew birligi jag'ingan sezilerli kishi terbeliske iye. Eger mine usi prinstip boyinsha polyuslar aralig'indag'i ramkalar sani ko'beyttirilse, shetkalardag'i kernew ha'm ju'klemedegi tokti aytarliqtay turaqli tok aliw mu'mkin. En' a'piwayi turaqli tok generatori kator bar kemshiliklerge iye, ondag'i magnit ag'imi ku'shsiz, o'tkizgishtin' aktiv

uzinlig'i kishi, buning natiyjesinde generator qisqishlarindag'i kernew birligi jag'inan ha'm forma pul'sastiyasi talap qiling'an da'rejede bolmaydi. Zamango'y generatorlar konstrukstiyasi bul kemshiliklerdi tuwrilaw imkanin beredi.

Zamango'y generator, qozg'almas bo'lek-statina ha'm aylanbali bo'lek yakordan ibarat. Stanina iri mashinalar ushin polattan, kishi mashinalar ushin shoyinnan jasaladi ha'm og'an polyuslardin' o'zekleri ornatiladi (6-su'wret). Basli polyus staninanin' ishki sirtina ornatilg'an bolip, og'an qozg'atiw katushkalari oralg'an. Bas polyus mashinanin' tiykarg'i magnit maydanin payda qiladi. Magnit maydanin tegis tarqaliwi ushin bas polyusqa u'shlik ornatilg'an. Yakor tsilindr siyaqli o'zek bolip, oqqa ornatiladi. Yakor qalin'lig'i 0,35 yaki 0,5 mmli elektrotexnikaliq polat plastinalar toplanin tayarlanadi. Jiynalg'an toklarg'a bolatug'in quwatlilik israbini kemeyttiriw maqsetinde plastinalar bir-birlerinen izolyastiya qilinadi. Aylaniwshi yakordin' katushkalarinda o'zgermeli EJK payda qilinip, kollektor ha'm shetkalar ja'rdeminde generatordan turaqli tok alinadi. Yakor katushkasi izolyastiyalang'an mis simnan ibarat bolip, ol bo'lek-bo'lek sektsiya qilinip jasalg'annan son' yakordin' o'zegindegi kanallarg'a jaylastiriladi. Katushka yakordin' o'zeginen jaqsilap izolyastiya qilinadi ha'm arnawli ag'ash panalar ja'rdeminde kanallarg'a bekitledi (6-su'wret). Katushkanin' ushlari kollektor plastinalarina biriktiriledi. Kollektor tsilindr formada bolip, mistan jasalg'an bo'lek-bo'lek plastinalardan ibarat. Korpustag'i tutqishqa ornatilg'an shetkalar ja'rdeminde kollektordan tok alinadi. Shetkalar ko'mir, grafit, mis yaki bronzadan jasaladi.

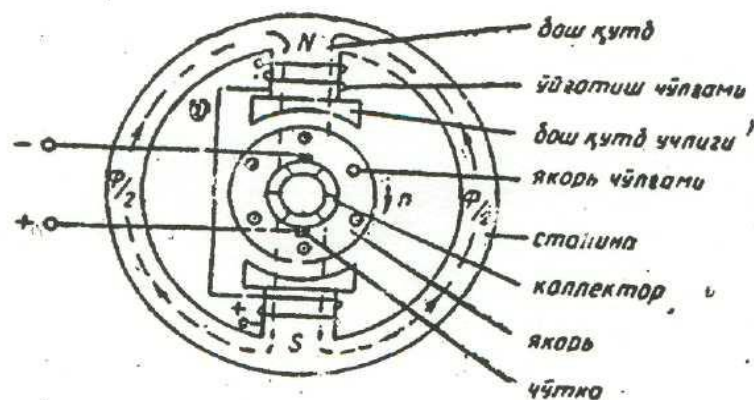
Generator rejiminde mashina yakori birlamshi dvigatel ja'rdeminde turaqli tezlik penen aylandirilg'anda, onin' katushkalari oramlarin bas magnit ku'sh siziqlari kesip o'tiwi natiyjesinde, elektromagnit indukstiyasi nizamina tiykarlanip, EJK indukstiyanadi, yag'niy $E = c n F$, bul jerde c -turaqli koeffitsient; n -yakordin' aylanw tezligi, ayl/min; F -bas polyuslardin' magnit ag'imi, Vb. Indukstiyalang'an EJK nin' jo'nelisin on' qol qag'iydasina ko're aniqlaw mu'mkin.

Turaqli tok generatorlarinin' qasiyetleri olardin' qozg'atiw sxemasina qarap, yag'niy tok bas polyustin' qozg'atiw katushkalarina qanday beriliwine qarap ha'r tu'rli boladi. Turaqli tok generatorlari magnit maydani qozg'atiw usilina qarap g'arezsiz qozg'atiwli ha'm o'z-o'zinen qozg'atiwli boladi.

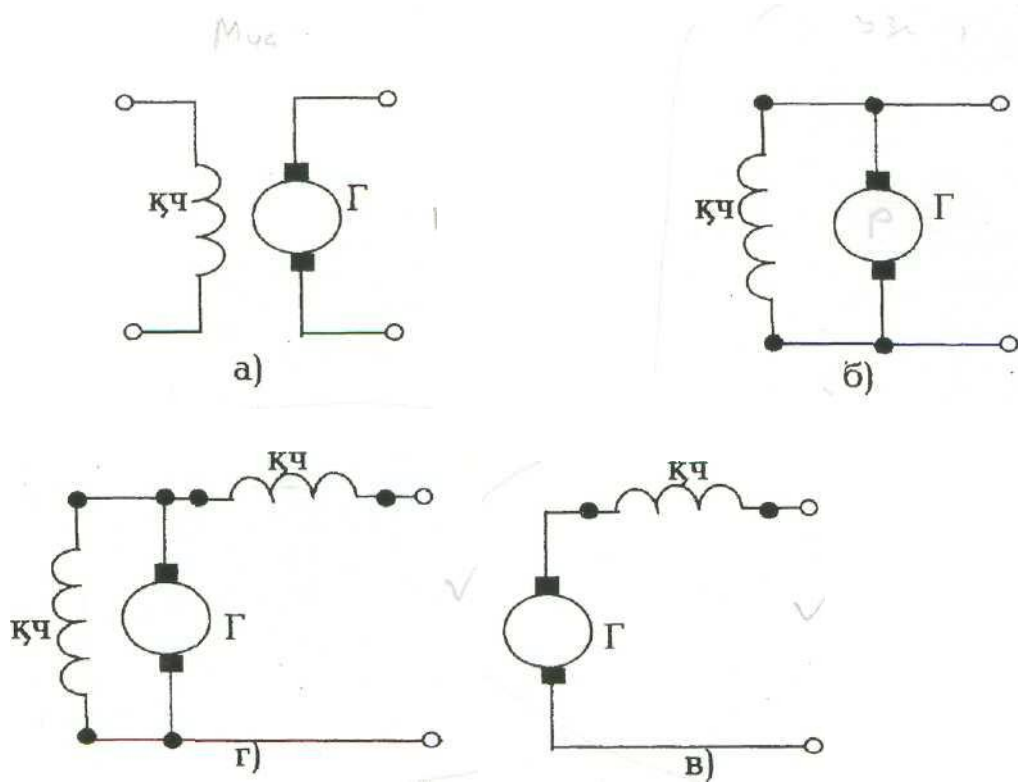
G'arezsiz qozg'atiwli generatorlardin' qozg'atiw katushkalarina beriletug'in tok sirtqi derekten (akkumulyator yaki basqa generator) alinadi (7-su'wret). O'z-o'zinen qozg'atiwli generatorlardin' qozg'atiw katushkalarina beriletug'in tok bevosita generatordin' o'zinen-yakorinan alinadi. O'z-o'zinen qozg'atiwli generatorlar 3 tu'rli boladi:

- a) parallel qozg'atiwli yaki shunt qozg'atiwli generatorlar;
- b) izbe-iz qozg'atiwli series generatorlar;

v) aralas qo'zg'atiwli yaki kompaund generatorlar.



6-su'wret. Zamanagoy tok generatorinin' duzilis sxemasi



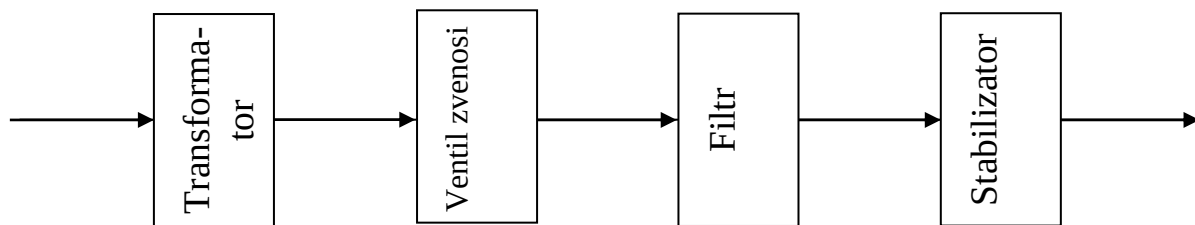
6-lektsiya

Tuwrilag'ishlar. Bir fazali tuwrilag'ish sxemasi.

Respublikamizda elektr energiyasi 50 Gts jiylikli o'zgeriwshen' tokta tarqatiladi, sol menen birge telekommunikatsiya apparaturalarinin' ko'p bo'legi tu'rli nominallardga'i o'zgermes tok penen ta'minleniwi sebebli o'zgeriwshen' tokti o'zgeres tokqa o'zgertiwi za'ru'rligi tuwiladi. Bunin' ushin tuwrilag'ishlar isletiledi. Tuwrilag'ish dep o'zgeriwshen' tokti o'zgermes tokqa aylandiriwshi u'skenege aytiladi.

Uliwma aytiqanda tuwrilag'ish 4 tiykarg'I bo'lekten ibarat boladi. (1 - suwret).

Transformator o'zgeriwshen tok tarmag'i ku'sheniwin tuwrilawshi element kirisinde talap qilinatug'in ma'nisine o'zgartiriledi.



1 – su'wret. Bir kanalli tuwrilag'ishtin' du'ziliw sxemasi.

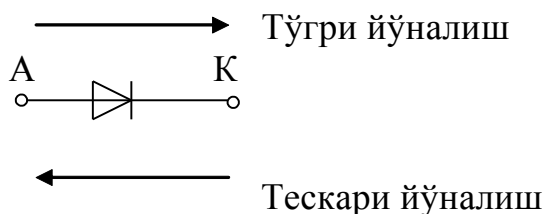
Ventillar bir ta'repleme o'zgeriwshen'likke iye ha'm o'zgeriwshen' tokti o'zgermes tokqa o'zgertiwshini a'melge asiradi. Tuwrilag'ishta olardin' sani tuwrilaw sxemasina baylanisli boladi. Tuwrilag'ishtin' ha'r bir fazasi keminde bir ventil zvenosina iye boladi. Bir ko'pshilik jag'daylarda talap qilinatug'in tok ha'm kernew ma'nislerin aliw ushin ha'r ibr ventil zvenosinda bir neshe ventiller boliwi mu'mkin. Ventillar izbe – iz, parallel ha'm quramali gruppalarda jalg'aniwi mu'mkin.

Tuwrilag'ishdan keyin kernew ya'ki tok pulsleniwshen' boladi. Oni o'zgermes ha'm o'zgeriwshen' di payda etiwshen'lerden ibarat dep esaplaw mu'mkin. Telekommunikatsiya apparaturalari pulsleniwshen' o'zgermes tok penen ta'minlengende baylanis signallarinin uzatiwda kesentler payda boliwi mu'mkin. Bug'an ruxsat etilmeydi ha'm pulsatsiyani kemeytirriw sharalari ko'rinedi. Bunin' ushin ventiller ha'm ta'minlenetug'in apparaturalar arasinda jumsaq filtr qoyiladi. Tuwrilawshilerdin' shig'iwshi kernewi 10 ... 15 protsentke o'zgeriwi mu'mkin bolg'an ta'minat o'zgeriwshen' kernew ma'nisine baylanisli. Telekommunikatsiya apparaturalarinda ko'pinshe bunday sezilerli terbenislerge ruxsat etilmeydi. Sonin' ushin zamanago'y tuwrilag'ishlar filtrden keyin tok ha'm kernew stabilizatorlari qoyiladi. Bul zvenodan tisqari tuwrilawshi qurilmasinda kommutatsiyalawshi apparaturasi, qorg'awshi shinjiri ha'm basqalar boliwi mu'mkin.

O'zgeriwshen tokti o'zgermes tokqa o'zgertiriw siziqli emes element ventil ja'rdeminde a'melge asriladi.

Ventil bir ta'repleme o'tkiziwge, yag'niy bir bag'ittag'I tokqa u'lken o'zgeriwshen'likke (kishi qarsiliqqa) ha'm basqa bag'ittag'I tok kishi

o'zgeriwshen'likke (u'lken qarsiliqqa) iye boladi. Ventil kishi qarsiliqqa iye bolg'an bag'dar tuwri bag'dar delinedi ha'm $R_{T\ddot{y}F}$, $I_{T\ddot{y}F}$, $U_{T\ddot{y}F}$ ma'nislerdi harakterlenedi. Ventil u'lken qarsiliqqa iye bolg'an bag'dar bolsa teris bag'dar delinedi ha'm R_{Tec} , I_{Tec} , U_{Tec} ma'nisleri menen harakterlenedi. Sxemada ventildin' belgileniwi. 2.2 – su'wreti.



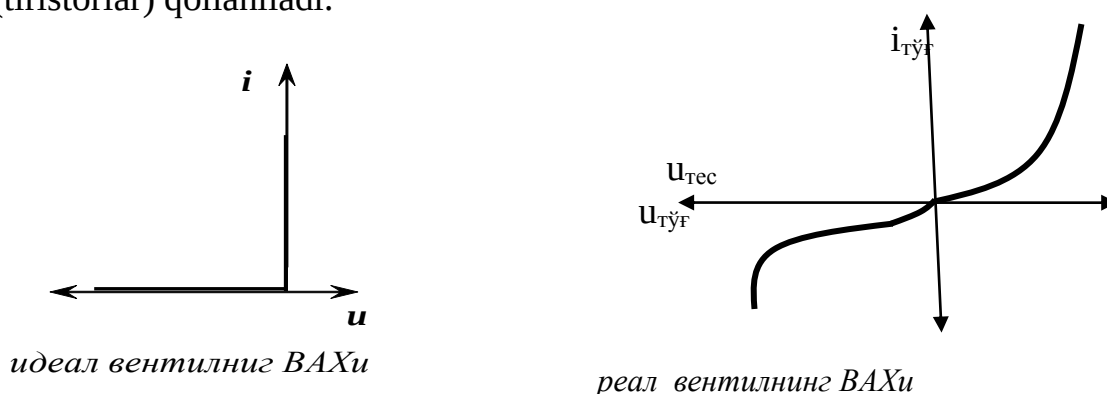
2 – su'wret. Sxemada venteldin' belgileniwi.

Anodtan katodqa bag'itindag'i kernew tuwri, katodran anodqa bag'itindag'i ku'shleniw ese teris ku'shleniw delinedi. Real ha'm ideal ventillerge ajratiladi. Ventildan ag'ip o'tetug'in tok ha'm ventildin' tiykarg'i elektr qa'siyetleri onin' volt-amper ta'ripi (BAX) $I=f(U)$ arqali harakterlenedi. Ventiller real ha'm ideal ventillerge ajratiladi.

Ideal ventilde $R_{T\ddot{y}F}=0$, ma's rawishte $U_{T\ddot{y}F}=0$, $I_{T\ddot{y}F}$ tok ese hesh na'rse menen sheklenbeydi, $R_{Tec}=\infty$, yag'niy U_{Tec} ku'shleniwler ha'r qanday ma'niste $I_{Tec} \square=0$ boladi.

Real ventil qandaydir R_{tuw} qarsiliqqa iye boladi, sonin' ushin talap qilinatug'in I_{tuw} tuwri tokti aliw ushin ventilge ma'lim ma'nisindagi U_{tuw} kernewin beriw kerek boladi. Real ventil teris bag'itta R_{ter} joqari qarsiliqqa iye bolg'anlig'i sebepli qandayda I_{ter} teris tokti o'tkeredi (3 – su'wret).

Ventillar basqarilatug'in ha'm basqarilmaytug'in boliwi mu'mkin. Ha'zirgi waqitta tiykarinan yarim o'tkizgishli ventillar – selenli, kremniyli basqarilatug'in (tiristorlar) qollaniladi.



3 – su'wret. Yarim o'tkizgishli diodtin' volt – amper tu'rleri.

Bir fazali bir taktli tuwrilag'ish sxemasi.

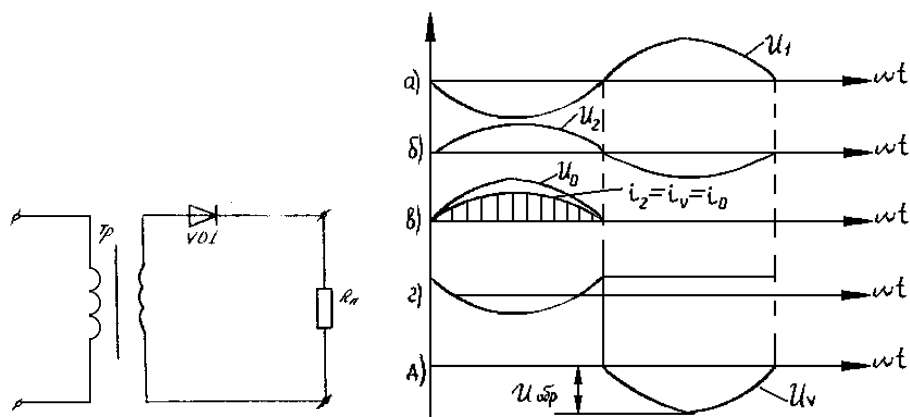
Bir fazali bir yarim periodli tuwrilag'ash sxemasi 4 – su'wretde keltirilgen. VD1 diod anodta on' potentsial bolg'anda tok, VD1 diod, R_j ju'keleme arqali ag'ip o'tip transformator ekilemshi derekge tusedi. Eger $U_2=\sin\omega t$ bolsa, ju'klemedegi

tok yarim sinusoidag'I ko'riniste boladi, ju'klemedegi kernew ko'rinisi ha'm sonday ko'riniste boladi. Bul tuwrilang'an tok bir da'wirde ag'ip o'tetug'in tuwrilang'in toktin' ortasha ma'nisi bolg'an o'zgermes payda etiwshige iye boladi.

Bir taktli tuwrilag'ish sxemada to'mendegi qa'tnasiqlar orinli esaplanadi.

$$U_0 = (\sqrt{2}/\pi)U_2 = 0,45U_2$$

$$I_0 = (2/\pi)I_2 = I_2/1,57 = 0,637 I_2.$$



4 – su'wret. Bir fazali bir taktli tuwrilag'ish sxemasi ha'm waqit diagrammalari.

Jabiq ventiline qoyilg'an teris kernew transformator ekilemshi katushkag'a qoyilatug'in kernewge proporsional boladi:

$$U_{rec} = U_m = \pi U_0 = 3,14U_0 = U_2\sqrt{2}$$

Yag'niy, tuwrilag'ish kernewde π ma'rte u'lken boladi. Tuwrilang'an ku'shleniw ha'm tok pilsatsiyasinin' chastotasi $f_{tuw}=f_{tar}$ boladi (yag'niy $m=1$).

Kopir siyaqli tuwrilag'ish sxemasi

Sxemada bir yarim da'wir waqtinda tuwrilang'an tok VDI diod, R_j ju'kleme VD3 diod arqali transformatorin' ekilemshi katushka ag'ip o'tedi (5 – su'wret, bir fazali ko'pir siyaqli Gerts sxemasi). Teris qutibta tok VD2 diod, R_j ju'kleme, VD4 diod arqali transformatorin' ekilemshi katushkag'a ag'ip o'tedi. Yag'niy, tok ju'kleme ha'm transformator ekilemshi katushka arqali pu'tkil da'wir waqtinda ag'ip o'tedi. R_j ju'klemeden ag'ip o'tip I_j ju'kleme toktin' o'zgermes payda etiwshisi ($I_m=U_m/R_j$ bolg'anda) to'mendegige ten' boladi:

$$I_0 = \left(\frac{m}{\pi}\right) I_m \cdot \sin \frac{\pi}{m} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}U_2}{R_n \cdot \pi} = 0,9 \frac{U_2}{R_n};$$

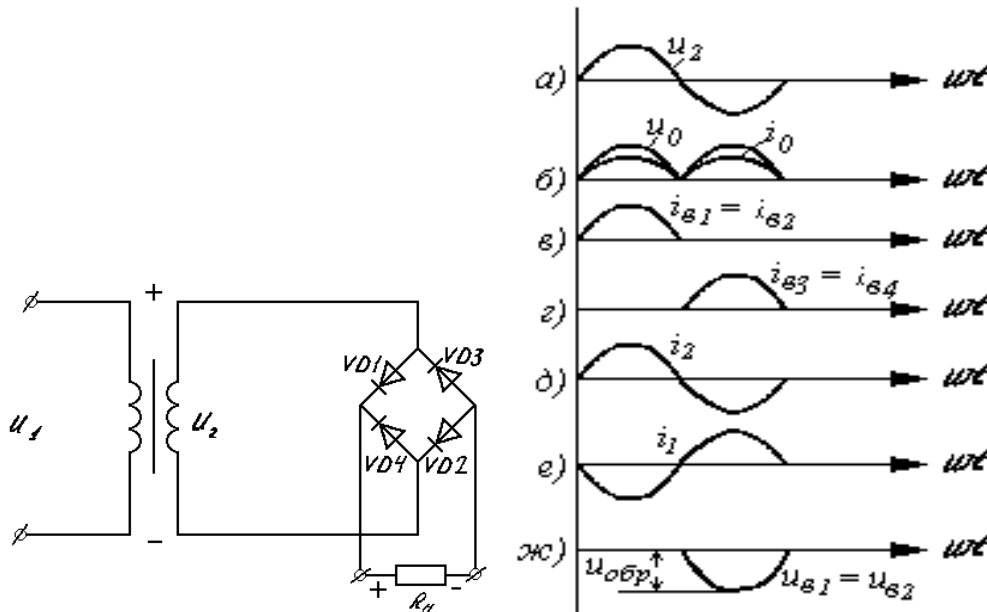
$$U_0 = 2\sqrt{2} \frac{U_2}{\pi}$$

yag'niy, bir fazali bir taktli sxemadag'idan 2 ma'rte u'lken boladi. Transformatorin' ekilemshi katushkadan tok pu'tin da'wir waqtinda ag'ip o'tedi, ol jag'day da onin' ta'sir etiwshili ma'nisi to'mendegishe aniqlanadi:

$$I_2 = \left(\frac{1}{2\pi}\right) \int (I_m)^2 \sin^2 \omega t d\omega t = I_m \frac{1}{\sqrt{2}}$$

bul jag'dayda, I_0 ha'm I_2 toklarinin' salistirip, to'mendegin alamiz:

$$I_0 = \left(\frac{2}{\pi}\right) \sqrt{2} I_2 = 0.9 \cdot I_2$$



5 – su'wret. Ko'pir siysaqli tuwrilawshi sxemasi ha'm onin' waqit diagrammalari

Ha'r qanday yarim da'wir eki diod isegeni ushin ha'r bir izbe – iz jalg'anga'n diodlardan ag'ip o'tetug'in toktan ta'sir etiwshi ma'nisi $I_{vd}=I_2/2$ boladi.

Bul sxema ushin $m=2$, $f_{t,k}=2f_t$ boladi, diodlar ekilemshi katushkag'a parallel jalg'ang'ani ushin jabiqlik diodlardag'I teris kernew bolsa $U_{ter}=U_m=\sqrt{2} U_2$ boladi.

Transformator ekilemshi shinjirdan nolinshi shig'iw shig'arilg'an eki taktli tuwriag'ish sxemasi

Bul sxemada basqasha qilip eki fazali bir taktli sxema delinedi, sebebi tuwriag'an toknin' bir dawri waqtinda transformatorin' ekilemshi har bir yarim katushkadan bir tok impulse ag'ip o'tedi, biraq, a'dette o'zgeriwshen' tok texnikasinda eki fazali tok, onin' generatsiyalaw qiyinlig'I ha'm eki fazali tok tarmag'inin' joqlig'I ushin birinshi at qollaniladi (6 – su'wret).

Bul sxemada ekilemshi katushka har eki yarimlari tuwriag'ish ishinde izbe – iz qatnasadi. Birinshi yarim dawir tok VD1 diod, R_j ju'kleme ha'm transformator yarim katushka, ekinshi yarim da'wride bolsa VD2 diod, R_j ju'kleme ha'm transformator basqa katushka arqali ag'ip o'tedi. Ju'klemeden pu'tin da'wir waqtinda bir qutibli tok ag'ip o'tedi (4 – su'wret).

Bul sxemada ju'kleme ku'shleniwini' o'zgermes payda etiwshisi to'mendegige ten' boladi:

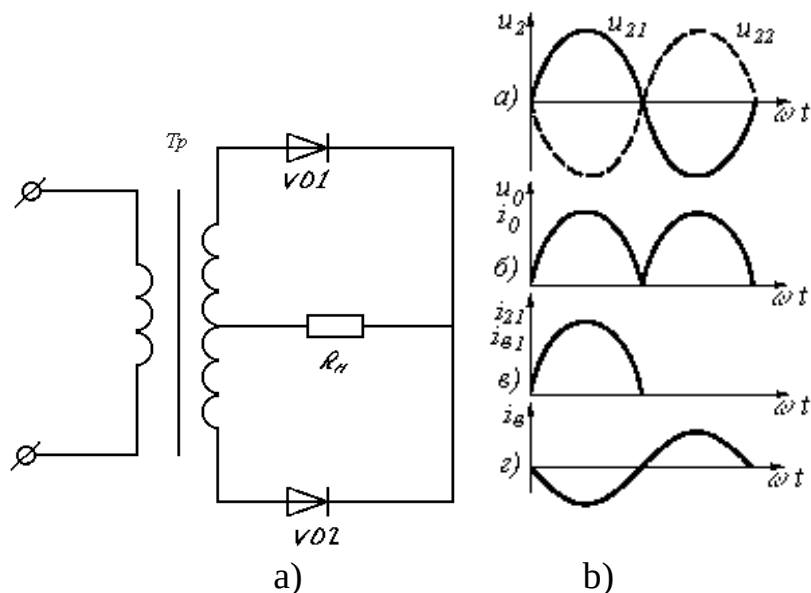
$$U_0 = \frac{m}{\pi} U_m \sin\left(\frac{\pi}{m}\right) = 2\sqrt{2} \frac{U_2}{\pi}$$

$m=2$, $U_2=U'_2=U''_2$, bul jag'dayda

$$I_0 = U_0 / R_{IO} = 0,9 U_2 / R_{IO}.$$

Transformator din' ekilemshi ha'r bir yarim katushkasi tok tin' ta'sir etiwshili ma'nisi to'mendegige ten' boladi:

$$I_2 = \frac{I_m}{2} \frac{2}{m} + \sin\left(\frac{2\pi}{m}\right) = \frac{I_m}{2} = 1.28 I_0$$



6 – su'wret. Transformator din' ekilemshi shinjirinan nolinshi shig'iw shig'arilg'an eki taktli tuwrilag'ish sxemasi ha'm onin' waqit diagrammalari

Juklemedegi pulsatsiyalar chastatasi $f_{t.k.p.} = 2f_{tar}$. Jabiq ventillik transformator ekilemshi katushka ushlari arasindag'i potentsiallar parqina ten' bolg'an teris ku'shleniw ta'siri astinda boladi. Potentsiallar parqinin' maksimal ma'nisi bir ekilemshi yarim katushkadag'i kernew ekilengen amplitudaliq ma'nisine ten' boladi;

$$U_{TEC} = 2U_m = 2\sqrt{2} U_2,$$

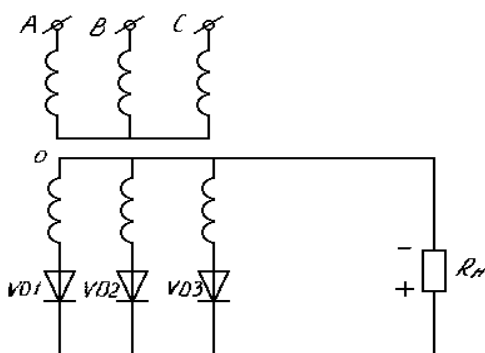
Demek, bul sxemadag'i jabiq ventildegi teris ku'shleniw ko'pir siyaqli sxemadag'i qatnasinan eki ma'rte u'lken boladi.

7 – lektsiya.

Ko'p fazali tuwrilag'ish sxemalari. Tiristorli basqarilatug'in tuwrilawshilar.

U'sh fazali bir taktli tu'wrilag'ish sxemasi

Ol ekilemshi katushka juldiz sxemada jalg'ang'an ush fazali transformator ha'm transformator ekilemshi katushkalari fazalarig'a bir jalg'ang'an 3 diodlardan ibarat. Transformator ekilemshi katushka aqirg'i ushlari bir nolinshi toshkag'a, basli ushlari bolsa diodlar anodlarina jalg'anadi. Ha'mme ventiller katodlari uliwmalik noqatqa jalg'anadi ha'm tuwrilag'ish shig'iwinda teris polyusti payda qiladi (1 – su'wret).



1 – su'wret. U'sh fazali bir taktli tuwrilawshinin' sxemasi

Transformatoridin' nolinshi toshkasi on' polyus esaplanadi. Ekilemshi katushka faza kernewinin' bir – birinen $2\pi/3$ mu'yeshke su'rilgen boladi.

Qa'legen waqit momentinde anotinda basqa fazalarg'a qarag'anda en' u'len on' potentsial bolga'n faza diodi ashiladi (2 – su'wret).

t_0 qa'legen waqit momentinde VD1 diod anodtinda en' u'lken on' potentsial boladi ha'm ol ashiq boladi. U_{21} ku'shleniw ta'sirinde tok birinshi faza, VD1 diod, R_j ju'kleme arqali nolinshi toshkag'a ag'ip o'tedi.

Ju'klemedegi kernew U_{21} on' ma'niske ten' boladi. t_0 waqit momentine ekinshi fazadag'I kernew ha'm on', birak birinshi fazadag'I ku'shleniwden kishi boladi, sonin' ushin VD2 diod anodidag'I potentsial onin' katodindag'i potentsialdan kishi boladi ha'm VD2 diod jabiq boladi.

t_2 momentinen baslap ushinshi faza islep baslaydi ha'm waqiyalar da'wirlik taktarlanadi. Ha'r bir faza da'wirdin' $2\pi/3$ bo'legi dawaminda isleydi. Tuwrilag'ish shig'isindag'i U_0 ku'shleniw qa'legen waqit ekilemshi katushka (faza diod ashiq bolg'anda) faza ku'shleniwinin' on' ma'nisinde ten' boladi, yag'niy U_0 tu'wrilang'an kushleniw U_2 ku'shleniwdin' awdiriwshisi esaplanadi, $I_0 = U_0/R_0$ bolg'anlig'i ushin mine usi iyirliktin' o'zi basqa mashtabta tok iyirligi boladi. tok ha'r bir faza boyinsha da'wirdin' ushten bir bo'legine ag'ip o'tedi.

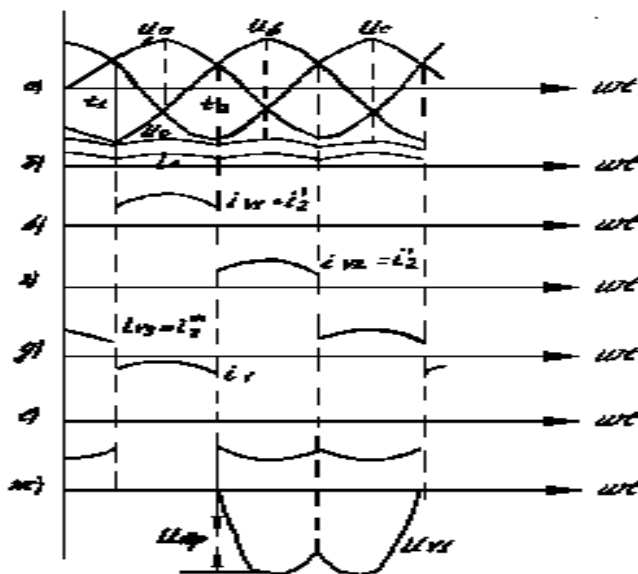
Waqittin' baslaniwi dep qospa katushkalar fazalarindag'I U_2 ku'shleniw U_m ku'shkeniwge ten' bolg'an momentine alamiz ha'm $\omega t = \pi/m$ (bul jerde $m=3$)

vaqit intervalin ko'rip shig'amiz. Ol jag'dayda tuwrilang'an ku'shleniwidin' o'zgermes payda etiwshisi to'mendegi ten'leme arqali aniqlanadi.

$$U_0 = \left(\frac{m}{2\pi}\right) \int U_m \cdot \cos \omega t d\omega t = \left(\frac{m}{\pi}\right) U_m \sin \frac{\pi}{m} = \frac{3}{\pi} U_m \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \quad (1)$$

ya'ki U_2 ta'sir etiwshisi ma'nisine o'tip to'mendegige iye bolamiz;

$$U_0 = (3\sqrt{3} \sqrt{2} U_2) / 2\pi = 1,17 U_2, \quad (2)$$



2 – su'wret. U'sh fazali bir taktli tuwrilag'ish sxemasi waqit diagrammalari.

Tuwrilang'an toktin' o'zgermes payda etiwshisi to'mendegishe aniqlanadi:

$$I_0 = \left(\frac{m}{\pi}\right) \int (I_m)^2 \cdot \cos^2 \omega t d\omega t = \left(\frac{3}{\pi}\right) I_m \sin \frac{\pi}{3} \quad (3)$$

Diod ha'm transformator qos katushkalardag'I toktin' ta'sir etiwshisi ma'nisi to'mendegishe aniqlanadi:

$$I_2 = \left(\frac{1}{\pi}\right) \int (I_m \cos \omega t)^2 d\omega t = I_m \sqrt{\frac{1}{2m}} + \left(\frac{1}{4\pi}\right) \sin \frac{2\pi}{m} \quad (4)$$

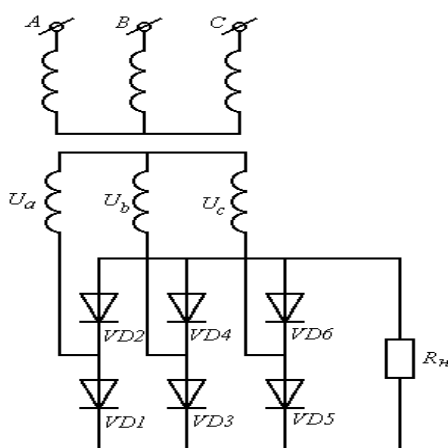
Eger I_0 ha'm I_2 toklerin ma's rawishte o'zgertiwler qilip, o'z ara salistirsaq $I_0 = I_2 / 0,58 = 1,752 I_2$ ge iye bolamiz. Diodqa qoyilatug'in teris keshleniw bul sxemada eki sinusoidal kushleniwler parqi arqali aniqlanatug'in iyirlik arqali ko'rsetiledi. Bul eki faza kernewlerinin' parqi siziqli kernewge ten' bolg'anlig'I ushin teris kernewdin' maksimal amplitudasi transformatoridin' ekilemshi katushkag'a siziqli ku'shleniw amplitudasina ten' boladi, yag'niy $U_{mec} = \sqrt{3} U_m = U_{II} = \sqrt{3} \sqrt{2} U_2$ tuwrilang'an ku'shleniw pilsatsiyasinin' shastotasi $f_n = m f_c = 3 f_c$ boladi.

U'sh fazali eki taktli sxema (Larionov sxemasi)

Bunda transformatoridin' ekilemshi katushka juldiz ya'ki u'sh mu'yesh sxemada jalg'aw mu'mkin, biraq ol ko'binshe juldiz sxemada jalg'anadi, sebebi

bunda tuwrilang'an ku'shleniwdin' yarimin aliw ushin nolinshi toshkasinan paydalaniw imkaniyati bar (3 – su'wret).

Transformatoridin' katushkalarinin' ha'r bir fazasi bir ventilin' anodina ha'm ekinshi ventilin' katodina jalg'anadi. U'sh ventil (1, 3, 5) anodlari menen o'z ara uliwmalik noqatqa jalg'anadi ha'm shig'ista (-) polyusta bolatug'in anod gruppasin payda qiladi, basqa u'sh ventillar bolsa, shig'isinda (+) polyus bolatug'in katod gruppasin payda qiladi.



3 – su'wret. U'sh fazali eki taktli sxema (Larionov sxemasi)

Anod topari katodtinda en' u'lken teris potentsial bolg'an ventil, katod gruppasi bolsa anodinda en' u'lken on' potentsial bolg'an ventil ashiq boladi. qa'legen waqit momentinde tok eki izbe – iz jalg'ang'an ventil, ju'keleme qarsilig'I ha'm eki fazalar katushkalarinan ag'ip o'tedi.

Ha'r bir ventillar periodtinin' $1/6$ bo'legi isleydi. Fazalardi qaplaw ta'rtibi qaysi ventillar juplig'inan tok ag'ip o'tiwin aniqlaydi. Eger bul tartip o'zgartirilse, ol halda izbe – iz jalg'ang'an ventillar tartibi o'zgeredi. Tuwrilang'an toktin' ha'r bir da'wrinde transformatoridin' ha'r bir fazasi arqali $1/3T$ paytida on' qutibli eki tok impulse (ha'r bir impuls $T/6$ uzunliqta) ha'r sol uzunliqtag'i teris polyusli eki tok impulse ag'ip o'tedi (4 – su'wret).

Sunday qilip, transformatoridin' ha'r bir fazasi dawirdin' $2T/3$ bo'lgi waqtinda, ha'r bir ventil bolsa dawirdin' $T/3$ bo'legi waqtinda isleydi. Tuwrilag'ish shig'isindagi ku'shleniw (bul sxema ushin $m=6$) ku'shleniw alti taktlari tuwrilawda aling'an awmag'a, onin' ma'nisi bolsa bul fazalardag'i ventillardin' ashiliw dawirlarinde eki fazalar arasidag'i siziqli ku'shleniwlerdin' tuwra manisine ten' boladi.

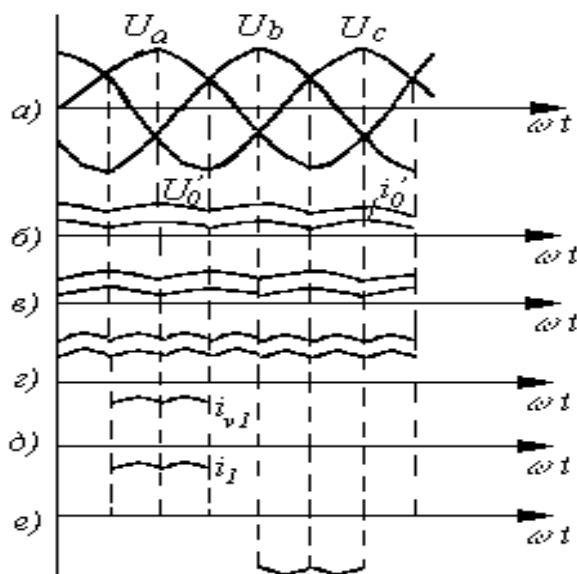
Tuwtilang'an ku'shkeniw din' o'zgermes payda etiwshisinin' manisini to'mendegishe aniqlanadi:

$$U_0 = (m/\alpha) \sqrt{2} U_2 \sin(\alpha/m) = (6/\pi) U_2 \sqrt{2} \sin(\pi/6) = 2,34 U_2 \quad (5)$$

Tuwrilang'an toktin' o'zgermes payda etiwshisinin' ma'nisi to'mendegishe aniqlanadi:

$$I_0 = 1.22 I_2, \quad (6)$$

bul jerde I_2 – transformator ha'r bir fazasi toktin' ta'sir etiwshi ma'nisi.



5 – su'wret. U'sh fazali eki taktli sxemanin' waqit diagrammalari

Tuwrilang'an ku'shleniw ha'm tok pulsatsiyasinin' chastotasi $f_{nm.k.u.} = 6f_{map}$.

Ha'r bir ventildegi teris ku'shleniw to'mendegishe boladi:

$$U_{TEC} = 2,457 U_2. \quad (7)$$

8-Lektsiya

Tegislewshi filtrlar. Kernew ko'beytirgishleri

Tegislewshi filtrlar

Tu'rli o'zgeriwshen' tokti tuwri law sxemalarin ornatiwda belgili bolg'aninday, tuwri lang'an kernewdin' on' ma'nisi o'zgermes emes, ba'lkim Fure qatari arqali aniqlanadi. Ol o'zgermes payda etiwshiden ha'm o'zgeriwshen garmonikaliq jiyindisidan ibarat boladi. O'zgeriwshen' garmonikalardin' $f_n = mf_r$ chastotali birinshi garmonikasi en' u'lken ma'niske iye boladi. Ol jag'dayda bizler tuwri lang'an kernewdin' pulsatsiya koeffitsentin aniqlaymiz:

$$K_{II\kappa} = \frac{2}{(km)^2 - 1} = \frac{U_{\sim}}{U_o}, \quad (1)$$

Bul jerde K-garmonika nomeri.

Pulsatsiya koeffitsentin tok ushin ha'm aniqlaw mu'mkin: $K_{II} = I_{\sim}/I_o$. Aktiv ju'kleme $K_{III} = K_{II}$, kompleks ju'klemeden bolsa $K_{III} \neq K_{II}$, boladi. Ko'binshe ju'kleme ta'minat kernewi pulsatsiya koeffitsentin tuwri lag'ish shig'iwindag'i pulsatsiya koeffitsentten kishi boliwin talap etedi. Bunda pulsatsiyani kemeytiriw ushin tuwri lag'ish shig'iwina tekislewshi filtr qoyiladi.

Tegislewshi filtrdin' pulsatsiyani kemeytiriw qa'biliyeti filtr kiriwindegi (tuwri lag'ish shig'iwindag'i) pulsatsiyani, onin' shig'iwindag'i (ju'klemedegi) pulsatsiya koeffitsentine qarag'anda ten' bolg'an tegislew koeffitsenti arqali bahalanadi.

$$K_c = \frac{K_{II\theta x}}{K_{II\theta lx}} = \frac{\frac{U_{01m}}{U_o}}{\frac{U_{H1m}}{U_H}}, \quad (2)$$

Bul jerde U_{01m} ; U_{H1m} – o'zgeriwshen'di payda etiwshinin' tiykarg'i (birinshi) garmonikasinin' filtr kiriwi ha'm shig'iwindag'i amplitudalari; U_o ; U_H – filtr kiriwi ha'm shig'iwindag'i kernewdin' o'zgermes payda etiwshileri.

Filtrdeg'i za'ru'r tegislew koeffitsentin ta'minlewshiden tisqari, ja'ne bir qatar talaplar qoyiladi. Filtr arqali pu'tu'n ju'kleme toki ag'ip o'tedi, onnan kernew ha'm tokti o'zgermes payda etiwshinin' bir bo'legi tu'sedi. Bul tu'siwshini kemeytiriw ushin filtr a'detten kishi aktiv jog'altiwlarg'a iye bolg'an L ha'm C reaktiv elementler tu'rli kombinatsiyalardan payda boladi. Tek ju'klemenin' ju'da' kishi quwatlarda filtr L drosselinin' ornina R resistor qoyiladi.

Filtrlerge to'mendegi talaplar qoyiladi:

- 1) Kernewdin' o'zgermes payda etiwshisi minimal boliwi kerek;
- 2) R_{io} ju'kleme qarsilig'i keskin o'zgergende ju'klemedegi toktin' formasin o'zgermewi (filtrdin' reaktiv elementleri kernew ha'm toktin' keskin o'zgeriwine kesent qiliwi esaplanadi);
- 3) O'tiw jarayaninda toktin' keskin o'zgeriw ha'm artiqsha kernew bolmawi;
- 4) Joqari esenimlilik;
- 5) Filtrdin' o'z terbelislerinin' chastotasi tuwrilang'an kernew ha'm tok o'zgeriwshen' payda etiwshileri chastotadan kishi boliwi.

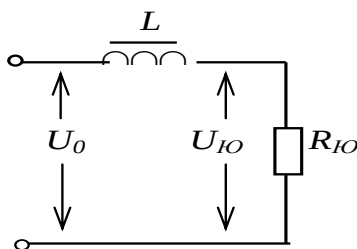
Filtrlerdin' C, L, LC (Γ -siyaqli), CLC (Π -siyaqli), ko'p zvenoli LC h'am RC, rezonansli, tranzistorli ha'm mikrosxemali tu'rdegi sxemalari bar .

Reaktiv elementlerde tegislewshi filtrlardi quriw usillari to'mendegishe: ju'kleme shinjirlarg'a izbe-iz ta'rizde toktin' o'zgeriwlerine u'lken qarsiliqqa, toktin' o'zgermes payda etiwshileri kishi qarsiliqqa iye bolg'an elementler jalg'anadi (ma'selen, o'zgeriwshen' reaktiv ga'ltak, parallel rezonans kontur), ju'klemege parallel ra'wishte bolsa toktin' o'zgeriwleri kishi qarsiliqqa, toktin' o'zgermes payda etiwshige u'lken qarsiliqqa iye bolg'an element qoyiladi (ma'selen, kondensator, izbe-iz rezonansli kontur). Bul filtrlerdin' islew prinsipleri reaktiv elementlerdin' elektr energiyasin jiynaw ha'm o'zgeriw qabilyetlerine maslasqan bolip esaplanadi.

Induktivli filtr ju'kleme izbe-iz jalg'ang'an L drosselden ibarat (2-su'wret). Drosseldi tekislew jag'dayi tuwrilag'ish kernewinin' o'zgeriwshen' payda etiwshisinin' o'zgeriwlerine tosqinliq qiliwshi ondag'i o'z induksiya EQK lardi payda qiliwg'a tiykarlanadi.

Drosseldin' $X_L = \omega_{\text{n}} L$ qarsilig'i toktin' o'zgermes payda etiwshisi ushin no'lge ten' (bul jerde $\omega_{\text{n}} = 2\pi f_{\text{n}} = 2\pi m f_c = m \omega_c$), toktin' o'zgeriwshen' payda etiwshisi ushin bolsa no'lge ten' emes ha'm drossel qarsilig'indag'i kernewdi o'zgeriwshen' payda etiwshisi pa'seyiwine iye bolamiz. Pulsatsiyalardi jaqsi tekislew ushin drosseldi' induktiv qarsilig'i R_{io} ju'kleme qarsilig'inan ko'p ma'rte u'lken boliwi kerek (yag'iniy $X_L \ll \omega_{\text{n}} L \gg R_{\text{io}}$), bul jag'dayda bunday filtrdin' tekislew koeffitsenti to'mendegige ten' boladi:

$$K_c = \frac{K_{\text{Пex}}}{K_{\text{Пвх}}} \approx \frac{\sqrt{R_{\text{n}}^2 + (m\omega_c L)^2}}{R_{\text{n}}} . \quad (3)$$



1-su'wret. Induktiv filtr.

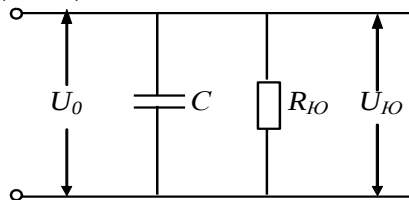
Induktiv filtrlar to'mendegi kemshiliklarga iye:

- 1) ju'kleme toki kerkin o'zgergenide drosselde u'lken induksiya EQK I payda boladi, bul drossel oramlarinda izolyatsiyalang'ani ushin qa'wipli bolga'n artiqsha kernewdi keltirip shig'aradi.
- 2) Ju'kleme toki o'zgergende bunday filtrdin' tekislew prinsipi o'zgeredi, sebebi drossel induktivligi R_{to} ju'kleme qarsilig'ina baylanisli.

Abzalliqdari bolsa, an'satlig'i, kishi quwat jog'altiwleri ha'm kernewdin' shig'iwina kem o'zgeriwinen ibarar.

Siyimlig'i filtrin' prinsipi to'mendegishe. Tuwrilag'ishlarda kernew artqanida kondensator elektr energiyasin jiyinaydi, tuwrilag'ishtag'i kernew kemeygende bolsa kondensatorda jiynalg'an energiya ju'kleme arqali zaryadlanadi (2-su'wret). Pulsatsiyani aniqlawdi ta'minlew ushin kondensatordin' siyim qarsilig'i ju'kleme qarsiliqtan sezilerli kishi boliwi kerek.

$$X_C = 1 / (\omega C) \ll R_H, \quad (4)$$



2-su'wret. Siyimliq filtr

Siyim bolg'anda tuwrilag'ish shig'iwinda pulsatsiya koeffitsenti to'mendegige ten' boladi:

$$K_{\text{П кр}} = 2 / (m^2 - 1) \quad (5)$$

Siyim filtrin' aniqlaw koeffitsenti to'mendegige ten' boladi:

$$K_c = \frac{2 / (m^2 - 1)}{H / (r_{\phi} C)} \quad (6)$$

Siyimliq filtrin' abzalliqdari an'satlig'i ha'm kishi quwat jog'altiwleri esaplanadi.

Siyimliq filtri to'mendegi kemshiliklarga iye:

1) Siyimliq filtr tuwrilag'ish diodlarina to'mendegilerden tisqari kernewdi artiwina alip keledi;

2) Ju'kleme toki u'lken bolg'anda filtrg'a u'lsen siyimliq kerek boladi, bolmasa ju'klemedegi kernew kondensatordin' tez zaryadsizlaniwdan kelip shig'atug'in ju'kleme tokinin' artiw menen keskin kemeyip ketedi;

3) Ko'p fazali tuwrilaw sxemalarinda bunday filtr qoyilsa, kesik mu'yeshi keskin kemeyip ketedi ha'm fazani o'tkerip jiberiw mu'mkin, yag'iniy tuwrilag'ish diodlarinan biri tokti o'tkizbetdi;

4) Kondensatordin' zaryadlanaw toki u'lken ha'm tuwrilag'ish arqali ag'ip o'tedi, bunda diod toki kesik mu'yeshi ku'shli kemeyedi;

5) Tuwrilag'ish diodlari arqali tek tuwrilag'ish kishi ishli qarsilig'i arqali shegaralanatug'in u'lken tok amplitudasi o'tedi.

Bir zvenoli Γ –siyaqli LC filtrlar

Ol drossel ha'mde kondensatordan ibarat boladi. Bunday filtr sezilerli u'lken tegislew koeffitsentin ta'minleydi (3-su'wret). Bunda birlemshi garmonika ushin to'mendegi isleniwi kerek:

$$X_{C1} = 1 / (m \omega_C C) \ll R_H \ll \omega_C L = X_{L1}, \quad (7)$$

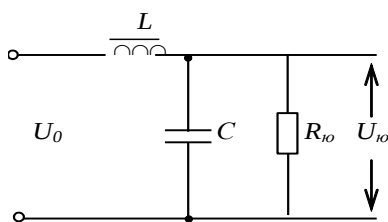
bul jag'dayda ha'r bir element bo'lek qollanatur'ina qarap birgelikte qollanilsa jaqsiraq boladi.

Bir sha'rtti isleniwinde tuwrilang'an kernew o'zgeriwshen' payda etiwshi ushin shinjirdin uliwma qarsilig'i ku'shli kemeyedi, sonin' ushin drossel arqali ag'ip o'tetug'in tuwrilang'an toktin' o'zgeriwshen' payda etiwshisi artadi, ondag'i kernewdin' pa'seyiwi artadi, demek, ju'klemede kernewdin' o'zgeriwshen' payda etiwshisi sezilerli kemeyedi (L ha'm C elementler bo'lek qollang'anlig'ina qarag'anda). Bul jag'dayda drossel aktiv qarsilig'in itibarg'a almag'anda, $U_0 = U_{i0}$ dep esaplaw mu'mkin. Bul jag'dayda Γ -ta'rizli filtrdin' tekislew koeffitsenti to'mendegige ten' boladi.

$$K_C = U_{01m} / U_{H1m} = (m \omega_C)^2 LC - 1. \quad (8)$$

Eger $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ – ekenligin esapqa alsaq, ol jag'dayda to'mendegige iye bolamiz.

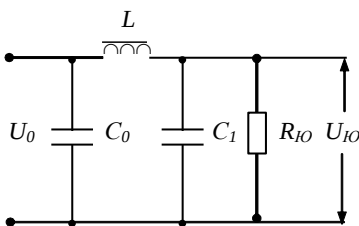
$$K_C = (m \omega_C / \omega_0)^2 - 1. \quad (9)$$



3-su'wret. Bir zvenoli Γ -siyaqli LC-filtr

Bir zvenoli Π -siyaqli LC-filtrlar

Π -siyaqli LC filtrdi C_0 siyimliq filtrda ha'm L, C_1 elementlerden ibarat Γ -siyaqli filtrdan payda bolg'an eki zvenoli filtr ko'rinishinde ko'rsetiw mu'mkin (4-su'wret).



4-su'wret. Bir zvenoli Π -siyaqli LC-filtr

Bunday filtdin' tekislew prinsipi ha'r eki zvenolinin' birgeliktegi islew ta'rzinde tu'sindiriw mu'mkin ha'm onin' tegislew koeffitsenti ha'r eki zvenolinin' tegislew koeffitsentlerinin' ko'beymesine ten', yag'iniy

$$K_{\text{сн}} = K_{\text{сс0}} K_{\text{сг}}, \quad (10)$$

yamasa $K_{\text{сс0}}$ ha'm $K_{\text{сг}}$ ma'nislerin qoysaq, to'mendegige iye bolamiz:

$$K_{\text{сн}} = \frac{2r_{\phi} C_0}{H(m^2 - 1)} \cdot (L_1 C_1 m^2 \omega_c^2 - 1) \quad (11)$$

Aktiv filtrlar

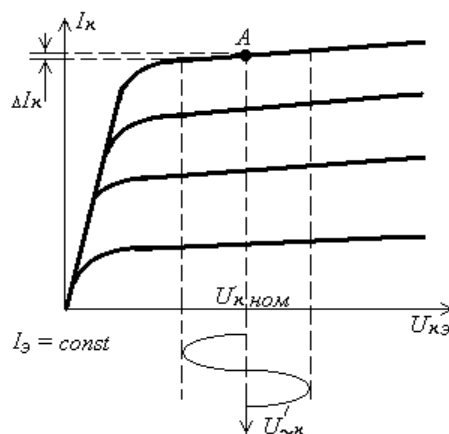
Tegislewshi LC ha'm RC filtrlar qatar kemshiliklerge iye, olardin' tiykarg'ilari to'mendegiler:

- 1) Filtr drosselinin' u'lkenligi ha'm qimbatlig'i;
- 2) Tegislew koeffitsentinin' ju'kleme tog'ina baylanislig'i;
- 3) Drosseldin' elektromagnit shen'berlerdi payda etiw;
- 4) Filtrlarde o'tiw jarayanlarinin' payda boliwi;
- 5) A'ste terbeliwler ha'm kernewdin' o'zgeriw kesentsiz ju'klemege o'tiw;
- 6) RC-filtrlarde kernewdin' pa'seyiw u'lkenligi, kishi tegislew qa'biliyeti ha'm tag'i basqalar.

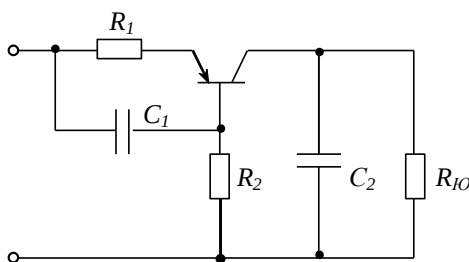
Bul kemshiliklerden qutiliw ushin electron filtrlardan paydalaniladi. Olar tranzistorlarda ha'm integral mikrosxemalarda jiynaladi. Olardin' islep prinsipleri toklar ushin tu'rli qarsiliqlardi payda qiliwg'a tiykarlang'an. Bul tranzistordin' $I_K = f(U_{K3})$ ko'rinedi. Tranzistorlardin' o'zgermes tok boyinsha qarsilig'i $R_0 = U_{K3}/I_K$, bul jerde I_K —u'lken, o'zgeriwshen' tok boyinsha qarsilig'i bolsa $R_{\sim} = \Delta U_{K3}/\Delta I_K$, bul jerde ΔU_{K3} —u'lken, ΔI_K —kishi, sonin' ushin $R_{\sim} \gg R_0$ boladi. Tranzistordin' tegisleniwin ta'minlewi ushin A jumisi toshkani tan'law kerek, kollektorg'a qoyilg'an kernewdin' o'zgeriwshen' payda etiwshisi A jumishi tochkasin tegis arqali shegaralarinan jiljitip jibermesin, yag'iniy I_K diyerli o'zgerissiz qaliwi kerek.

A'piwayi tranzistorli filtrlarde ju'kleme emitter shinjirg'a yamasa kollektor shinjirg'a jalg'anadi (5-su'wret).

Ju'kleme kollektor shinjirina jalg'ang'an filtrda onin' rejimi LC-shinjirinin' waqit arqali aniqlanadi (6-su'wret). Bul shinjir, eger waqit dayimiysi kiriw kernewi pulsatsiyasi da'wirden ju'da' u'lken bolsa, emitter toki stabillesedi.



5-su'wret. Tranzistordin' shig'iw diagrammasi



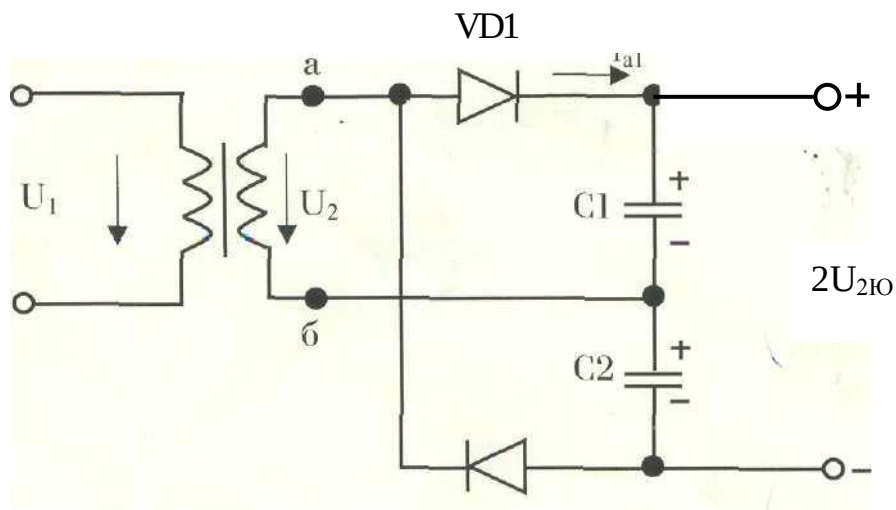
6-su'wret. Emitter filtrin' prinsipial sxemasi

Kernew ko'beytirgishleri

Kernew ko'beytirgishleri o'z shig'iwinda kirisindegige qarag'anda qa'legen waqta u'lken kernew aliw imkanin beradi.

Bul qurilma keyingi waqitt joqari kernewli transformatorlar ornina isletilgenligi sebepli ko'p qollanilmaqta. Bunda ko'lemde ha'm massada sezilerli utisqa erisilmekte.

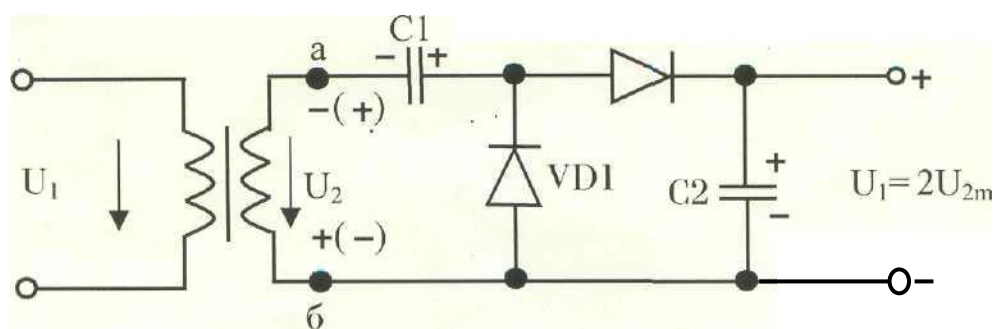
7-su'wrette kernewdi eki ma'rte ko'beytirgenimizde parallel prinsipial sxemada keltirilgen. Bul transformatoridin' ekilemshi oramina jalg'ang'an eki bir yarim da'wir tuwrilag'ishlarinan ibarat. Kiriw kernewlerinin' birinshi yarim da'wirinde VD1 diod ashiq, VD2 diod bolsa jabiq. Waqittin' bul momentinde C1 kondensator ashiq boladi VD1 diod arqali kernewdin' U_{2m} amplitude ma'nisine shekem zaryadlanadi.



7-su'wret. Kernewdi eki ma'rte ko'beytirgishtin' parallel prinsipial sxemasi

Kiriw kernewinin' keyingi yarim da'wrindegi B tochkasinin' potensial on', a tochkasinin' potentsiali bolsa teris VD2 diod bolsa ashig boladi. Bul yarim da'wir ashig bolga'n VD2 diod arqali C2 kondensator kernewinin' U_{2m} ma'nisine shekem zaryadlanadi. C1 ha'm C2 kondensator shig'iw klemalarina qarag'anda izbe-iz jalg'ang'anlig'i sebepli kondensatorlar polyuslari kernewinin' ma'nisi sonday, qurilmanin' shig'iw kernewi eger zaryadlaniwidin' ha'mme waqit $CR_{IO} \gg T/2$ bolsa, transformator ekilemshi oramnin' ekilengen kernewi ma'nisi ten' boladi ($C=C1=C2$, T kiriw kernewinin' da'wri). Egerde kondensatordin' zaryadlanivi olardin' zaryadlaniw yarim da'wri o'tip ketedi ha'm shig'iw kernewi $2U_{2m}$ ma'nisinen kishi boladi.

8-su'wret kernewin eki ma'rte ko'beytirgishtin' izbe-iz sxemasi keltirilgen. Kiriw kernewinin' birinshi yarim da'wrinde b tochkasinin' potensial on', a tochkasinin' potentsiali bolsa teris bolg'anda VD1 diod ashig, VD2 diod bolsa jawiq boladi. Bul waqit momentinde C1 kondensator VD1 diod arqali kernewdin' U_2 ma'nisine shekem zaryadlanadi. Keyingi yarim da'wirde a tochkanin' potentsiali on' v tochkanin' potentsiali teris bolad, bunda VD1 diodi jawiq, VD2 diodi bolsa ashiladi. C2 kondensator VD2 diod arqali transformator ekilemshi orami U_2 kernewi ha'm alding'i zaryadlang'an C1 kondensator kernewleri jiyindisina ten' bolg'an kernewden baslap zaryadlana baslaydi. Demek, R_{IO} teriztordag'i kernew U_{2m} kernewinin' ekilengen ma'nisine ten' boladi.

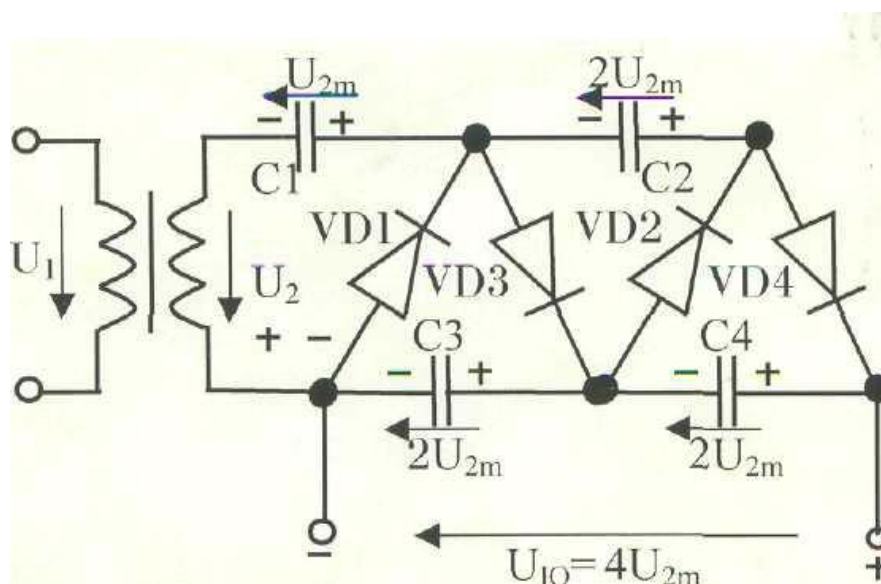


8-su'wret. Kernewdi eki ma'rte ko'beytirgishtin' izbe-iz sxemasi

Kernewdin' eki ma'rte ko'beytiriwdin' izbe-iz sxemasi parallel sxemag'a qarag'anda qatar abzalliqlarg'a iye: shig'iw kernewinin' pulsatsiyasi kishi, islew stabilligi bolsa joqari. Bunnan tisqari bir neshe kernewdi to'rt ma'rte ko'beytirgishlerdi jiynaw qiyin emes (9-su'wret). Eki kernewdi to'rt ma'rte ko'beytirgishinin' sxemasin izbe-iz jalg'aw bolsa, kernewdi segiz ma'rte ko'beytirgishinin' sxemasin aliw mu'mkin. Sonin' ushin kernewdi eki ma'rte ko'beytirgishin izbe-iz sxemalari parallel sxemag'a qarag'anda ko'birek qollaniladi.

Kernewdi ko'beytirgishleri ja'rdeminde qurali shig'iwindag'i bir neshe onlap kilometr kernewdi kishi gabaritli ha'm arzan asbablardan (kondensator ha'm diodlar) paydalang'an halda aliw mu'mkin. Ha'mme kernewdi ko'beytirgishtin' uliwma kemshiligi olardin' joqari bolmag'an quwati ha'm kishi PJK leri esaplanadi.

Ha'zirgi waqitta mikroelektronika texnologiyasinin' rawajlaniwi arqali 2000-2400 V shig'iw kernewin aliw imkanin beriwshi K299 seriadag'i integral mikrosxemalar islep shig'arilmaqta ha'm qollanilmaqta. Ma'selen, K299EB1 mikrosxema kernewdi to'rt ma'rte ko'beytiriw esaplanadi ha'm 9-su'wrettegi sxema boyinsha jiynalg'an.



9-su'wret. Kernewdi to'rt ma'rte ko'beytiriwdin' izbe-iz sxemasi

9-lektsiya

Stabilizatorlar. Parametrik stabilizatorlar. Tiristorli stabilizatorlar

Kushleniu yaki tok stabilizatorlari, dep taminleu kushleniui, tarmaq tok ham kushleniudi manisi boyinsha o'zgermes uslap turiushi qurilmag'a aytiladi.

Isleu prinstipine qaray, stabilizatorlar parametrik, kompensastion ham impulsli stabilizatorlarga ajratiladi.

Stabilizatorlar shig'iu nostabilligi boyinsha, stabilleu prinstipi boyinsha, stabilleu diapazoni boyinsha, temperaturaliq koeffistienti boyinsha bahalanadi.

Kiristegi nostabillik to'mendegishe aniqlanadi:

$$N_{1(kir)} = \Delta U_{kir} / U_{kir} \quad (1)$$

Shig'isindag'i nostabillik to'mendegishe aniqlanadi:

$$N_{2(shig')} = \Delta U_{shig'} / U_{shig'} \quad (2)$$

Juklemedegi tok nostabilligi to'mendegishe aniqlanadi :

$$N_{I_{juk}} = \Delta I_{juk} / I_{juk} \quad (3)$$

ΔU_{kir} – stabilizator kirisidagi kushleniudin' o'zgeriui;

$\Delta U_{shig'}$ – stabilizator shig'isindag'i kushleniu o'zgeriui;

ΔI_{juk} – jukleme tokdin' o'zgeriui.

Kushleniu stabilizatorinin' stabilleu koeffistienti to'mendegishe aniqlanadi ($I_{juk} = \text{sonst}$ bolg'anda):

$$K_{st.k} = K_{st.u} = N_{1(kir)} / N_{2(shig')} = (\Delta U_{kir} / U_{kir}) / (\Delta U_{shig'} / U_{shig'}) \quad (4)$$

Stabilleu koeffistienti qansha ulken bolsa, kushleniudi stabilleu turinde sonsha jaqsi boladi.

Parametrik stabilizatorlar

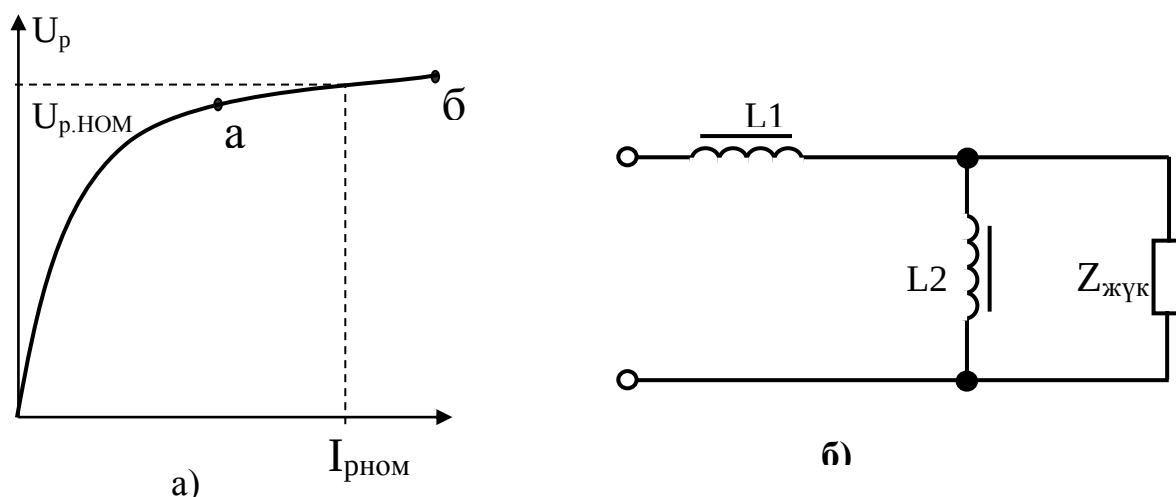
Siziqli emes elementlerdin' qasyetlerinen paydalanip kushleniu (tok) ti stabilleudi a'melge asiritug'in stabilizatorlar parametrik stabilizatorlar delinedi.

Parametrik stabilizatorlarda kiris kushleniudin' yaki jukleme tokdin' o'zgeriui irkinishsiz ciziqli emes elementlarga ta'sir qiladi. Shig'iu kushleniudin' (yaki jukleme tokinin') talap qiling'an manisinen o'zgeriui siziqli element VAXtin' siziqliemesligi da'rejesi arqali aniqlanadi. Siziqli emes elementlar turinde o'zgerushen' kushleniui (tok) stabilizatorlarida drossellar (1-su'yret), o'zgermes kushleniu (tok) stabilizatorlarida bolsa stabilitron, stabistor ham maydoniy tranzistorlar qollaniladi (2-su'yret).

O'zgeriushen' kushleniudi parametrik stabilleu o'zgerushen' tok ushin siziqli emes VAXqa iye bolg'an siziqli emes elementlar jardeminde a'melge asiriladi. Bunday xarakterge magnit o'tkizgish toyiniu rejiminde isleushi drosselge iye bolip (1a-su'yret), bunda magnit o'tkizgishtin' toyiniuina mas kelushi a-b araliq drosseldin' is aralig'i esaplanadi.

Sxemada toying'an drossel L_2 Z_{juk} juklemege parallel jalg'anadi. Ballast qarsiliq turinde VAXti siziqli bolg'an L_1 drossel qollaniladi. Sxemanin' isleu prinstipi to'mendegishe boladi: U_{kir} kiris kushleniui o'zgergende $U_{shig'}$ shig'iu kushleniui ham L_1 siziqli drosseldeg'i kushleniu artadi. L_2 toying'an drosseldeg'i

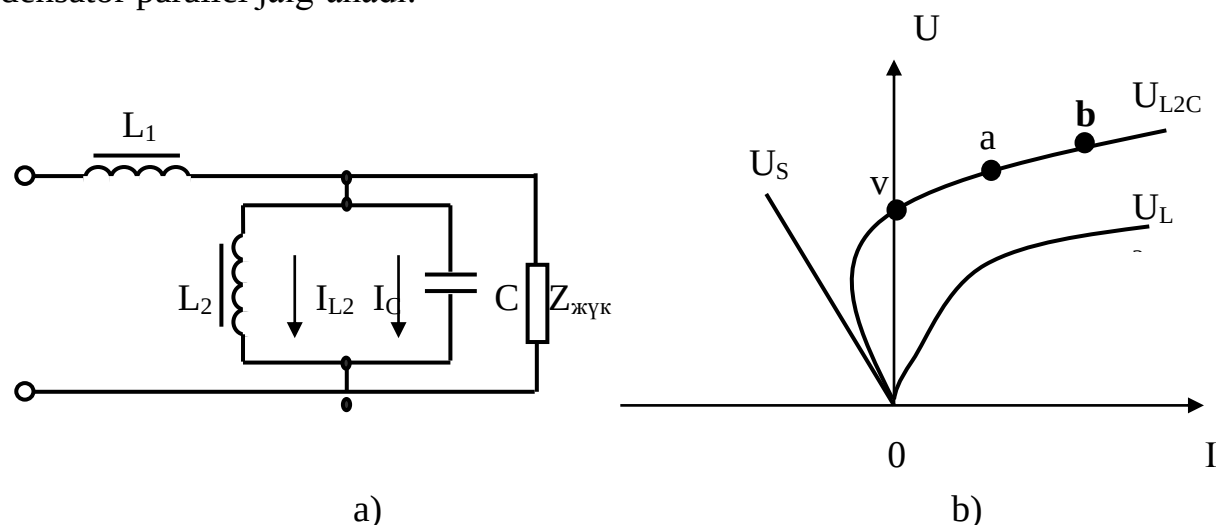
tok keskin artadi. Lekin bunda L1 drosseldegı kushleniunin' pa'seyiui artadi, L2 drosseldegı ham Z_{juk} juklemedegı kushleniu sezilersiz artadi.



1-суўрет. Дросселдиң ВАХты (а) ҳам өзгериушең күшлениу параметрик

En' a'piuayi o'zgerushen' kushleniu parametrik stabilizatorinin' abzallig'i a'piuayilig'i bolsa, onin' kemshilikleri FIKtin' kishiligi $(0,4...0,6)$, stabilieu koeffistientinin' kemligi $(K_{ST} < 10)$, sondayaq, aurlig'i esaplanadi.

Ferrorezonansli stabilizatorlarda toyiniu rejiminde isleushi L2 drosselg'a S kondensator parallel jalg'anadi.



2-suwret. Ferrorezonansli kushleniw stabilizatorinin' prinstipial sxemasi (a) ha'm VAX i (b)

L_{2S} konturidin' rezonans chastotasi stabillenushi kushleniu chastotasina jaqin,

lekin ten' emes.

O'zgerushen' kushleniu ferrorezonansli stabilizatorinin' isleu prinstipin 2-suўrette ko'rsetilgen L2 drosseldin' ham S kondensatorning VAXlaridan foydalangan holda tushuntirish mumkin. U_{L2} ham U_C kushleniulerin geometrik qosiu natijesinde L2C konturdag'i kushleniunin' naduris sizig'in alamiz. Kishi kiriu kushleniude drossel toyinbag'an, onin' induktivligi ulken ham natijeli naduris

siziq siyimlig'i xarakterine iye boladi (2b-su'uret, 0-v). L2C konturdag'i toklar rezonansinda (v tochka) L2C konturdag'i natijeli tok nolge ten' boladi. Kiri kushleniunin' keyingi o'zgeriunde induktiv xarakterge iye boladi (v-b). Sipatlamasinda bul araliqta tok keskin o'zgeredi, konturdag'i, yag'niy juklemedegi kushleniu bolsa sezilerli o'zgermeydi. Ferrerezonansli stabilizatorlardin' abzalliqdari to'mendegilerden ibarat:

- joqari FIK (0,85-0,9) ham joqari qu'at ko'effisienti (0,9 sha);
- kushleniu boyinsha joqari stabilleu ko'effisienti;
- qu'yatin' ken' diapazoni;
- uzaq xizmet muddeti;
- qurilmanin' a'piuayilig'i ham isenimliligi;
- mexanik ta'sirlerge barqararligi.

Kemshilikleri bolsa to'mendegilerden ibarat;

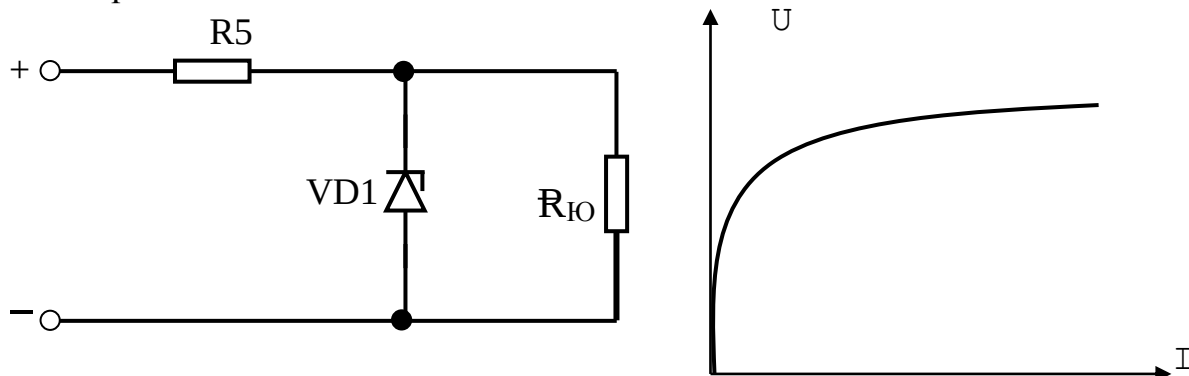
- reaktiv qarsiliqlarinin' chastatasina baylanislilig'i ushin kiri kushleniui o'zgergende shig'iu kushleniunin' sezilerli o'zgeriui;

- elektromagnit kesentlerdin' boliui;
- massa ham ko'leminin' ulkenligi;
- juklemedegi stabillang'an kushleniu formasinin' buziliui.

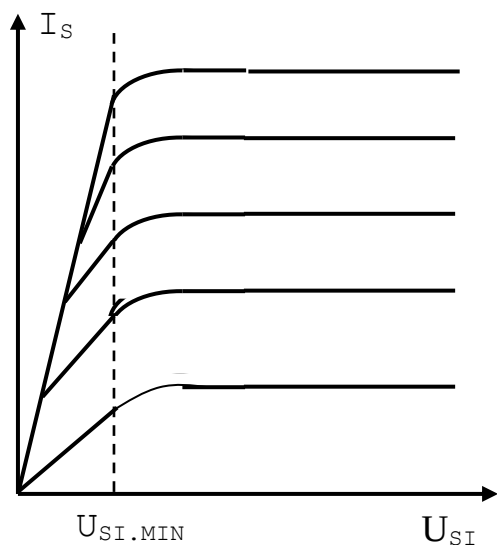
O'zgermes kushleniu parametrik stabilizatorlarinda siziqsiz elementleri turinde stabilitronlar, stabistorlar ham maydani tranzistorlar qollaniladi. VD stabilitronda jiynalg'an parametrik stabilizatorin' prinstipial sxemasi 3-su'yrette keltirilgen bolip, R_b ballast rezistordin' qarsilig'i sonday tan'lanadi, ondag'i kushleniunin' pa'seyiui (0,5...3) U_{juk} ti payda etiui kerek. Kiri kushleniui artqanda U_{shig} kushleniu artadi. Lekin VD stabilitrondag'i onsha ulken bolmag'an ΔU_{ST} kushleniudin' o'zgeriui ondag'i tokdin' keskin artuina alip keledi. Bunda R_b rezistordag'i kushleniudin' pa'seyiui artadi, R_{juk} juklemedegi kushleniu bolsa sezilersiz o'zgeredi. Stabilizator kirisindagi U_{KIR} kushleniudin' o'zgeriui R_b ballast rezistordag'i kushleniudin' ham stabilitrondag'i kushleniudin' o'zgeriui jiyindisina ten':

$$\Delta U_{KIR} = \Delta U_{Rb} + \Delta U_{ST} \quad (5)$$

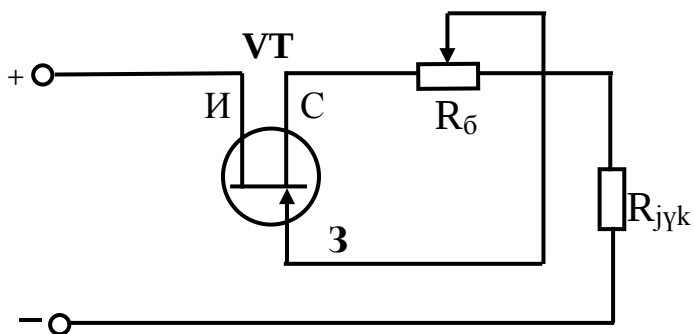
Ballast rezistorinin' qarsilig'i stabilizator qarsilig'ingan birg'ansha ulken ($R_b \gg R_{ST}$) eknligin itibarg'a alsaq, bul halda kiri kushleniunin' ha'r qanday o'zgerisi stabilitronnin' R_{ST} qarsilig'inda ajraladi ham juklemedegi kushleniu o'zgerissiz qollanadi.



3-расм. Стабилитронда йиғилган параметрик стабилизатор схемаси (а) ва стабилитроннинг ВАХи (б)



a)



b)

4-suvret. Maydanli tranzistor VAXti (a) xam maydanli tranzistorda jiynalg'an parametrik stabilizator sxemasi (b)

Bul sxemanin' kemshiliklerine FIKtin' kishkeneligi (0,3) stabilizatoridin' ulken ishki qarsilig'i (5...20 Om) ham shig'iu kushleniunin' kishi diapazong'a iyeligin kiritiu mumkin. Stabilizatoridin' abzalliq-lari bolsa a'piuaiyilig'i, isenimliligi, ko'leminin' ham massasinin' kishiligi.

O'zgermes tok parametrik stabilizatorlari tog'i og'an qoyilg'an kushleniuge sezilerli baylanisli bolmag'an siziqli emes elementlerde jiynaladi. Bunday element turinde maydonli tranzistorlar qollaniladi (4-suyret). Maydonli tranzistorlarda $U_{ZI} = \text{const}$ bolg'anda I_s sezilerli o'zgermeydi.

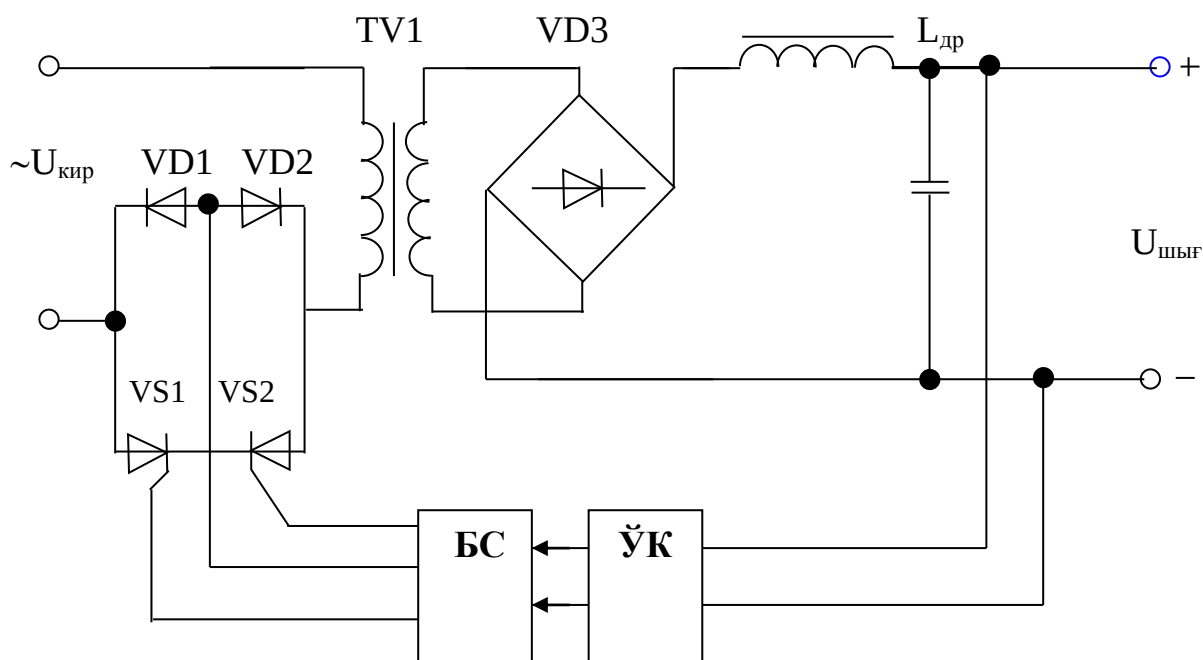
Kompensastion tiristorli kushleniu stabilizatorlari

Kompensastion kushleniu stabilizatorlari tiykarinan tranzistorlarda yaki tiristorlarda jiynaliui mumkin.

Tiristorli stabilizatorlarda to'rilaushi ham stabilizastiyenin' qa'lipin uslau uaziypasi uliumalastirilg'an.

Tiristorli stabilizatorlar o'zgermes ham o'zgeriushen' toklarda isleuleri mumkin.

Kompensastion tiristorli stabilizatoridin' prinstipial sxemasi 5-suyrette keltirilgen.



5-сүүрет. Компенсацион тиристорлы стабилизатордың принципиал схемасы

Qalpintikleushi element transformatorinin' birlmshi orami shinjirg'a, yag'ny o'zgeriushen' tok ta'repine jalg'anadi. Qaliplestiriushi element eki qaramaqarsi ham izbe-iz jalg'ang'an VS1 ham VS2 tiristorlardan, VD1 ham VD2 diodlardan duzilgen. VD1 ham VD2 diodlar tiristorlardi shuntlaydi ham tiristor jabiq bolg'aninda o'zgeriushen' tokti o'tiui ushin kiritiledi. Transformatoridin' ekilemshi oramina G-tarizli LC filtrli ko'pir tarizli to'rilau sxemasi qoyiladi. Keri baylanisli o'lsheushi – kusheytirushi (O'K) hma tiristordi basqariu sxemasi (BS) sho'lkemlestirilgen. Shig'iu kushleniui o'zgergeninde O'K bo'legi parx signali islep shig'ariladi. Bul signal tiristorlardi basqariu sxemasina beriledi, bul jerde BS α qaliplestiriushi muyishin basqaradi. Keri baylanistin' ta'siri na'tijesinde shig'iu kushleniui artqanda α qaliplestiriushi muyishi artadi, bul transformator birlmshi ham ekkilemshi oramlarindag'i kushleniudin' kemeyiune alip keledi. O'lsheushi-kusheytkish bo'legi (O'K) turinde magnit kusheytkishten paydalaniuimiz mumkin.

10-lektsiya Kompensatsion stabilizatorlar

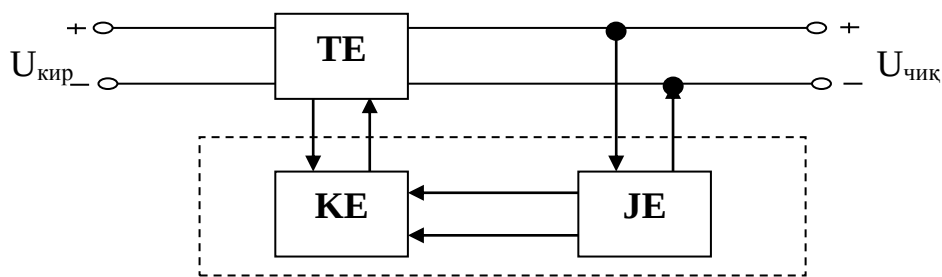
Kompensatsion stabilizatorlarda stabilav teris baylanis shinjiri arqali shig'is kernewi yaki toki o'zgeriwinin' tiklewshi elementke ta'siri esabinan a'melge asiriladi.

Kompensatsion stabilizator berk avtomatik tiklew sistemasi bolip, olarda tokti tiklewshi elementten u'zliksiz yaki u'zlikli bolip ag'ip o'tedi.

Tiklew usuli boyinsha kompensatsion stabilizatorlar izbe-iz ha'm parallel tu'rlerge bo'linedi.

Kompensatsion stabilizatorlar o'z sxemasinda jalg'awshi element ha'm tiklewshi elementine iye boladi.

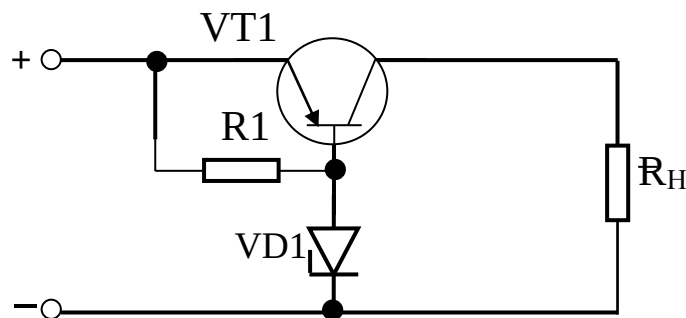
Tiklewshi elementi izbe-iz jalg'ang'an kompensatsion stabilizatordin' du'zilis sxemasi 1-su'wrette ko'rsetilgen.



TE-tiklewshi elemen, JE-jalg'awshi element, KE-ku'sheyttirgish element
1-su'wret. Kompensatsion stabilizatordin' du'zilis sxemasi

Shig'istan kernew jalg'awshi elementke beriledi, onda etalon kernew menen salistiriladi, eger kernew etalidan parq qilsa, pariqliq signali payda boladi, ol ku'sheyttirwshi elementte ku'sheyttiriledi ha'm tiklewshi elementke beriledi. Shig'is kernewi artqanda tiklewshi elementtin' qarsilig'i artadi, tiklewshi elementte kernewdin' pa'seyiwi artadi ha'm shig'isindag'i kernew stabilanadi. Sxemada kompensatsion stabilav teris baylanis esabina tiklewshi kernew arqali avtomatik ra'wishte a'melge asiriladi.

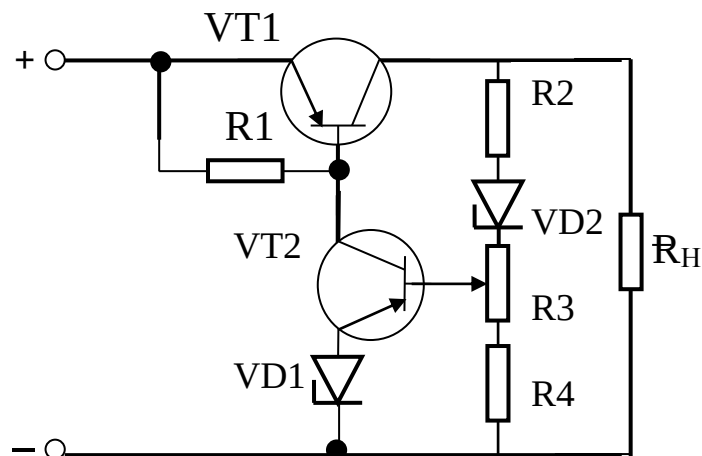
Kompensatsion stabilizatorli stabilizatordin' a'piwayi printsiptial sxemasi 2-su'wrette keltirilgen.



2-su'wret. Kompensatsion stabilizatorli stabilizatordin' a'piwayi
printsiptial sxemasi

Bul sxemada VT1 tranzistor tiklewshi element bolip esaplanadi. Ju'klemede shig'is kernew artqaninda VT1 tranzistor bazasindag'i potentsial onin' emmitterine salistirg'anda artadi. Tranzistordin' qarsilig'i artadi, ondag'i kernewdin' pa'seyiwi artadi ha'm shig'istag'i kernew da'slepki ma'nisine qaytadi.

Ku'sheyttirish tranzistorli kompensatsion tranzistorli stabiliztordin' printsiptial sxemasi 3-su'wrette keltirilgen.



VT1 – tiklewshi element, VT2 kusheyttirish element.
3-su'wret. Ku'sheyttirish tranzistorli kompensatsion tranzistorli stabiliztordin' printsiptial sxemasi.

VT1 tranzistor bazasi ha'm emmitteri arasindag'i kernew R3,R4 bo'lgishindagi kernew ha'm VD1 stabiliztordagi tayanish kernew parqi orqali alinadi. Tayanish kernewi bo'liwshi kernewinen u'lken, sonin' ushin VT2 tranzistor ashiq boladi. Eger shig'is kernewi turaqli bolsa, VT2 tranzistor kollektor toki turaqli boladi ha'm kernew kollektor ju'klemesinen VT1 tranzistorg'a beriledi.

Eger kiris kernewi o'zgerse VT2 tranzistor kollektor ju'klemesindegi kernew o'zgeredi, VT1 tranzistor ishki qarsilig'i o'zgeredi, ondag'i kernewdin' pa'seyiwi o'zgeredi.

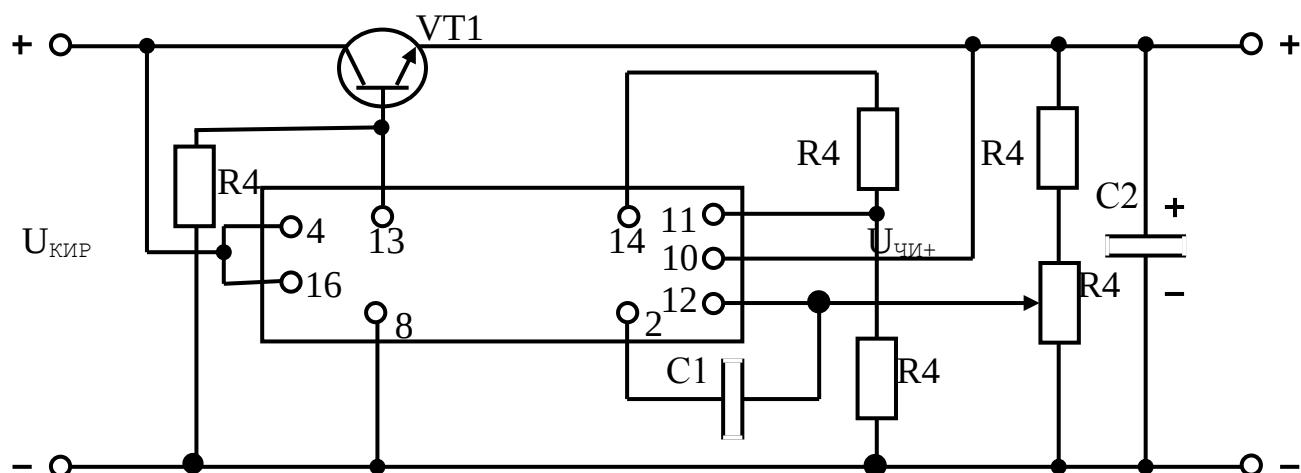
Ha'zirgi waqitta baylanis apparaturalarinda integral mikrosxemalarda jiynalg'an u'zliksiz tiklewshi stbilizatorlar ken' qollanilmaqta.

K142EH1,2 tu'rindagi integral stabilizatorlar 3 ten 30 V qa shekem shig'is kernewin ta'miynlewi mu'mkin. Bunda integral mikrosxemag'a qatar diskret elementler jalg'anadi. (4-su'wret)

K142EH3 ha'm K142EH4 tu'rindagi integral stabilizatorlar shig'is kernewinin' 3...3- V diapazonin aliwdi ta'miynleydi. Bunda ruxsat etilgen maksimal tok 1 A ni, maksimal quwatlilik bolsa 1,4 Vt ti(radiatorsiz) payda qiladi. K142EH5A ha'm K142EH5B tu'rindagi integral mikrosxemalar bir nominaldag'I 5 V ha'm 6 V kernewlerdin' aliniwin ta'miynleydi. Bunda ruxsat etilgen maksimal tok 3 A ni, maksimal quwatlilik bolsa 1, 2 Vt ti (radiatorsiz) payda qiladi. KP142EH6 tu'rindagi integral stabilizatorlar $\pm 5... \pm 25$ diapazondagi eki polyusli shig'is kernewin aliw imkanin beredi. Bunda ju'kleme toki 0,2 A di quraydi. KP142EH8 ha'm KP142EH9 tu'rindagi integral stbilizatorlar 1,5 A ju'kleme tokinda 9,12,15,20,24,27 V nominallardagi shig'is kernewlerin aliwdi

ta'miynleydi. Keyingi waqitlarda shigis kernewi tiklenetug'in KP142EH12, KP142EH14, KP142EH18 KP1151EH1 ha'm bir nominal shig'is kernewin beriwshi KP142EH15 seriyalardag'i integral stabilizatorlar jaratildi.

Eger integral mikrosxemalar talap qiling'an ju'kleme tokin ta'miynley almasa, olarg'a sirttan tiklewshi transistor jalg'aniwi mu'mkin. Qosimsha tranzistorli K142EH1 integral mikrosxema bazasinda jiynalg'an stabilizator sxemasi 6-su'wrette keltirilgen.



6-su'wret. K14EH1 integral mikrosxema bazasinda jiynalg'an qosimsha tranzistorli stabilizator sxemasi.

Qolayliqlari:

- kishi gabarit ha'm awirliq;
- joqari isenimlilik;
- xizmet mu'ddetinin' uzaqlig'i.

Kemshilikleri:

- kishi FIK;
- qorshag'an ortalik temperaturasına baylanislig'i.
- artiqsha ju'kleniwler ha'm kernewlerge sergeklik.

11-lektsiya

O'zgarttirgishlar. Invertorlar ha'm konvertorlar

Ko'shpeli telekommunikatsiya apparaturalarin elektr energiyasi menen ta'miynlewde birlenshi elektr energiyasi sipatinda kishi qollaniliwshi turaqli tok derekleri (galvanic elementler , akkumulyatorlar, termogeneratorlar, quyash ha'm atom batareyalari) isletiledi. Tu'rli tu'rdegi telekommunikatsiya apparaturalarinin' elektr ta'miynati ushin bolsa tu'rli nominaldag'i turaqli ha'm o'zgermeli kernewler za'rur boladi. Sonin' ushin bir nominaldag'i o'zgermeli yamasa turaqli kernewdi ekinshi nominaldag'i o'zgermeli yamasa turaqli kernewge o'zgarttiriw talap qilinadi. Bul waziypani o'zgarttirgishler orinlaydi. O'zgarttirgishler elektr ta'miynat deregi kernewinin' apparaturalar bo'leklerin elektr ta'miynati ushin talap qiling'an tu'rindagi ha'm nominaldag'i kernewlerge o'zgarttirip beriw ushin xizmet qiladi.

O'zgarttirgishler eki tu'rge bo'linedi. Turaqli tok energiyasin o'zgermeli tok energiyasina o'zgarttirip beriwshi o'zgarttirgishler invertorlar delinedi ha'm oz'garttiriw protsessi invertorlawdan ibarat boladi.

Eger o'zgarttirgish shig'iwinda turaqli kernew aliniwi talap qilinsa, ol jag'dayda invertordan keyin tuwrilag'ish ha'm filtr qoyiladi. Bunday bir kernewli turaqli tok energiyasin basqa kernewli turaqli tok energiyasina o'zgarttiriwshi o'zgarttirgish konvertor delinedi ha'm o'zgarttiriw protsesi konvertorlawdan ibarat boladi.

Invertor ha'r qanday o'zgarttirgishtin' tiykarg'i bo'legi bolip esaplanadi. Invertorlar to'mendegi belgilerge qarap klasslarga bo'linedi:

- o'zgarttiriliwshi birlik tu'rine qarap: tok invertorlari ha'm kernew invertorlari;
- jumis taktina qarap: bir taktli ha'm eki taktli invertorlar;
- gilt elementleri tu'rine qarap: tranzistorli ha'm tiristorli invertorlar;
- qozg'altiw usilina qarap: g'azrezsiz ha'm o'z-o'zinen qozg'altiwshi invertorlar;

Tranzistorli invertorlar to'mendegi tiplerge bo'linedi:

- tranzistorlardin' jalg'aniw sxemalarina qarap: uliwmalik emmitterli ha'm uliwmalik kollektorli invertorlar;

- teris baylanis tu'rine qarap: kernew boyinsha teris baylanisli, tok boyinsha teris baylanisli invertorlar;

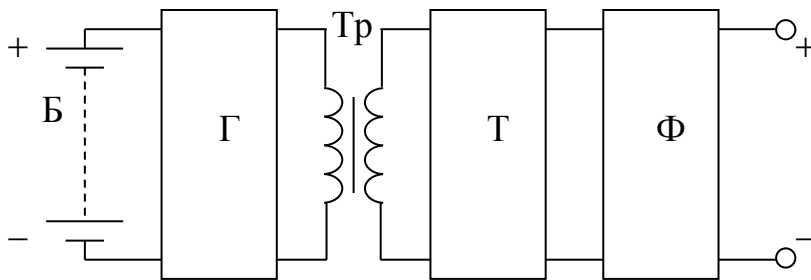
Tiristorli invertorlar to'mendegishe bo'linedi:

- tiristorlar kommutatsiyasina qarap: tarmaq arqali ha'm avtonom;
- ju'klemege qatnasi kommutatsiyalawshi siyimliliktin' jalg'aniwina qarap: izbe-iz, izbe_iz parallel ha'm parallel. Yarim o'tkizgishli o'zgarttirgishlerdin' abzalliqdari isenimlilik, joqari FIK, kishi ko'lemi ha'm ekspluatatsion mu'ddetinin' uzaqlig'i bolip esaplanadi.

Tranzistorli o'zgarttirgishlar

Tranzistorli o'z-o'zinen qozg'altiwshi o'zgarttirgishlar (avtogeneratorlar) turaqli kernewdi o'zgarttiriw protsesin 1-su'wrette keltirilgen du'zilis sxemasinan

paydalang'an halda tu'sindiriw mu'mkin. Turaqli tok deregi akkumulyator batareyasi B esaplanip, odan onsha u'lken bolmag'an $U_{\text{кнр}}$ kernew T_p transformatorg'a beriledi. T_p transformator o'zgermeli kernewdin' tu'rlniwi ha'm onin' ma'nisin o'zgertiw ushin xizmet qiladi. Akkumulyator kernewi turaqli bolg'anlig'i ushin akkumulyator ha'm transformator arasina turaqli tok shinjirin waqit rawishte u'ziw ha'm jalg'aw maqsetinde 350...400 Gtsli tok u'zgishin qoyiw kerek. Turaqli tok u'zgishi sipatinda tranzistorli generator Γ xizmet qiladi.



1-su'wret. O'z-o'zinen qozg'altiwshi bir taktli o'zgerttirgish (avtogenerator) tin' du'zilis sxemasi

Transformator birlamshi katushkadag'i tok tin' u'ziliwi magnit o'tkizgishte waqit boyinsha o'zgermeli $\Phi(t)$ magnit ag'imin payda etedi. Na'tijjede katushkalarda magnit ag'imi o'zgeriw tezligine ha'm katushka oramlar sanina proporsional bolg'an $\mathcal{E}_{\text{IOK}}$ induksiyanaladi. Sonday qilib turaqli kernewden tuwrimu'yeshli impulsar formasindag'i o'zgermeli kernew alinadi, yag'niy invertorlaw a'melge asiriladi. Tuwrimu'yeshli impulsar transformator ja'rdeminde amplituda boyinsha o'zgerttiriledi ha'm keyin Φ tegislewshi filtr T tuwrilag'ishqa beriledi. Tuwrilag'ish shig'iwinan turaqli kernew alinadi. Bunday o'zgerttirgish konvertor delinedi. Onin' shig'iwinan kiris kernewinen talap qiling'an ma'niske parq qiliwshi turaqli kernew alinadi.

Tiristorli o'zgerttirgishler

Joqari quwatliliqli o'zgerttiriw qurilmalarinda joqari voltli kernewdi o'zgertiw ushin eki aniq jag'dayg'a iye bolg'an tiristorlar qollaniladi.

Tiristorlar bir neshe kilovoltlarga shekemgi kernewlerge ha'm bir neshe amper toklarga mo'lsherlenip islep shig'ariladi. Sonin' ushin tiristorli o'zgerttirgishler joqari paydali jumis koeffitsentli u'lken quwatliliqti ta'miynleydi.

Kommutatsiya arnawli qurilmalar arqali a'melge asirilatug'in ha'm ju'klemesi basqa o'zgermeli tok energiyasi dereklerine iye bolmag'an tiristorli o'zgerttirgishler avtonom o'zgerttirgishler delinedi. Avtonom invertordin' kommutatsiya chastotasi tiristorlardin' basqariw sistemasi jumis chastotasi arqali aniqlanadi. Olar tok ha'm kernew invertorlarina bo'linedi. Tok invertorlarinda tokti o'zgerttiriw a'melge asiriladi, kernew formasi ju'klemege baylanisli. Derektan alinatug'in tok tin' ha'r dayimlilik'in uslap turiw ushin olar turaqli kernew deregine joqari induktivlikli L drossel arqali jalg'anadi.

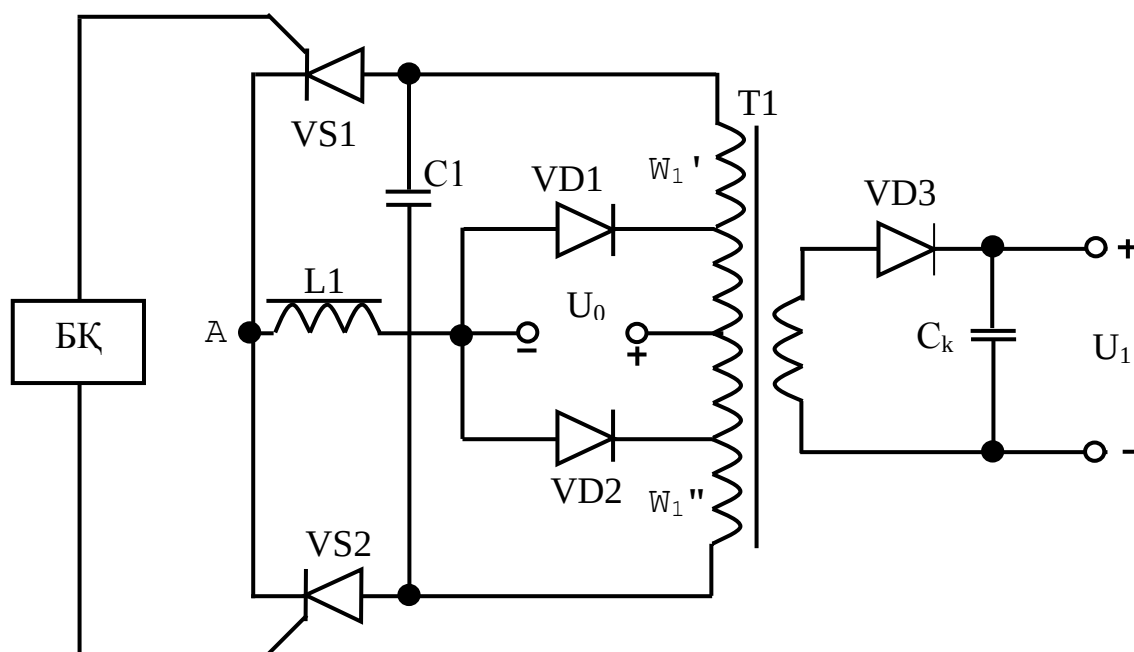
Kernew invertorlari turaqli kernew deregine tuwridan tuwri jalg'anadi. Bunda invertor shig'isinda derekke parallel ra'wishte C kondensator jalg'anadi. Tiristorli invertorlarda tok kommutatsiyasin reaktiv elementler-kondensatorlar ha'm drosseller orinlaydi.

Invertorlarda tiristorlar gilt rejiminde isleydi. Olardin' jalg'aniwi basqariw qurilmasi arqali a'melge asiriladi. Basqariw qurilmalari sipatinda impuls generatorlari-avtogenerator, multivibrator ha'm bloking-generatorlar isletiledi. Basqariwshi impulsar tiristorlar basqariw elektrodlarina qarama-qarsi fazada beriledi. Tiristordin' ashiliwi ushin anod token en' az uslap turiwshi tok ma'nisine shekem kemeyttiwiw kerek. Anod ha'm katod aralig'ina bolsa tiristor basqariliwinin' qayta tikleniwi ushin jeterli bolg'an waqitqa shekem teris kernew qoyiladi. Bul invertorda kommutatsiyalawshi kondensator qollaniliwi arqali a'melge asiriladi. Bunda kondensator tiristor anodina katodina qatnas teris kernew beriliwin ta'miynleydi.

Ju'klemede C_K kommutatsiyalawshi kondensator jalg'aniwina qarap tiristorli invertor sxemalari parallel-izbe-iz ha'm izbe-iz-parallel sxemalarg'a bo'linedi. 2-su'wrette ko'rsetilgen eki taktli parallel invertor VS1 ha'm VS2 tiristorlardan, (BC) basqariw sxemasinan, C_K kommutatsiyalawshi kondensatordan VD1 ha'm VD2 diodlardan ha'm L drosselden ibarat. Transformatorin' birlamshi katushkasi 0 orta noqatqa ha'm VD1, VD2 diodlar jalg'anatug'in eki 1 ha'm 2 noqatlarina iye

Birinshi yarim da'wirde basqariwshi impuls ta'sirinde VS1 tiristor ashiiq ha'm VD2 tiristor jabiiq boladi. Bunda tok ta'miynlewshi dereginen transformatorin' joqari yarim katushkasi VD1 tiristor ha'm L drossel arqali ag'ip o'tedi. Bul tok to'mengi jelkedegi joqari jelkedegi EYKke ten' bolg'an, biraq qarama-qarsi fazadag'i EYKti induktsiyalaydi, yag'niy minus katushkanin' ortang'i noqatinda, plus bolsa bul katushkanin' to'men aqirg'i noqatinda boladi. Sonin' ushin C_K kondensatorg'a izbe-iz jalg'ang'an kernewler qoyiladi: ta'miynat dereginen U_0 ha'm transformatorin' birlamshi to'mengi katushkadan shama menen U_0 ge ten' bolg'an kernew. Na'tiyjede C_K kondensator ekilengen ta'miynat deregi kernewine shekem, yag'niy $U_c=2U_0$ ge shekem zaryadlanadi. Bunday kernew VD2 tiristor anodinda da boladi.

Ekinski yarim dawir waqtinda basqariwshi impuls VS2 tiristorin ashadi. VS1 tiristor tok o'tkiziwdi dawam etedi. Biraq ashilg'an VS2 tiristor arqali C_K kommutatsiyalawshi kondensator VD1 tiristorg'a parallel jalg'anadi. C_K kondensatordan VS1 tiristorg'a $2U_0$ ge ten' bolg'an teris kernew qoyiladi ha'm C_K kondensatorin' razryadlaniw toki arqali VS1 tiristor jabiladi. Ashilg'an VS2 tiristor arqali C_K kondensatorin' i_{ck} qayta zaryadlaniw toki ha'm transformatorin' birlamshi W_1 katushkasi toklarinin' jiyindisinin ibarat bolg'an i_T tok ag'ip o'tedi. C_K kondensator teris polyusli $2U_0$ kernewge shekem zaryadlanadi. U_0 o'zgertirilgen kernew W_1 birlamshi katushkag'a qoyiladi ha'm bul katushkadag'i tok alding'i ashiwshi impuls waqtindag'i W_1 katushkadag'i tokqa qarama-qarsi jo'neliske iye boladi. Bunda W_2 ekilemshi katushkada kernewdin' ekinshi (teris) yarim tolqini sa'wlelenedi



2-su'wret. Eki taktli tiristorli o'zgartirgish tin' sxemasi

VS1 tiristorg'a kelesi ashiwshi impuls berilgende sxema da'slepki jag'dayina qaytadi ha'm joqaridag'I protsess ta'kirlanadi

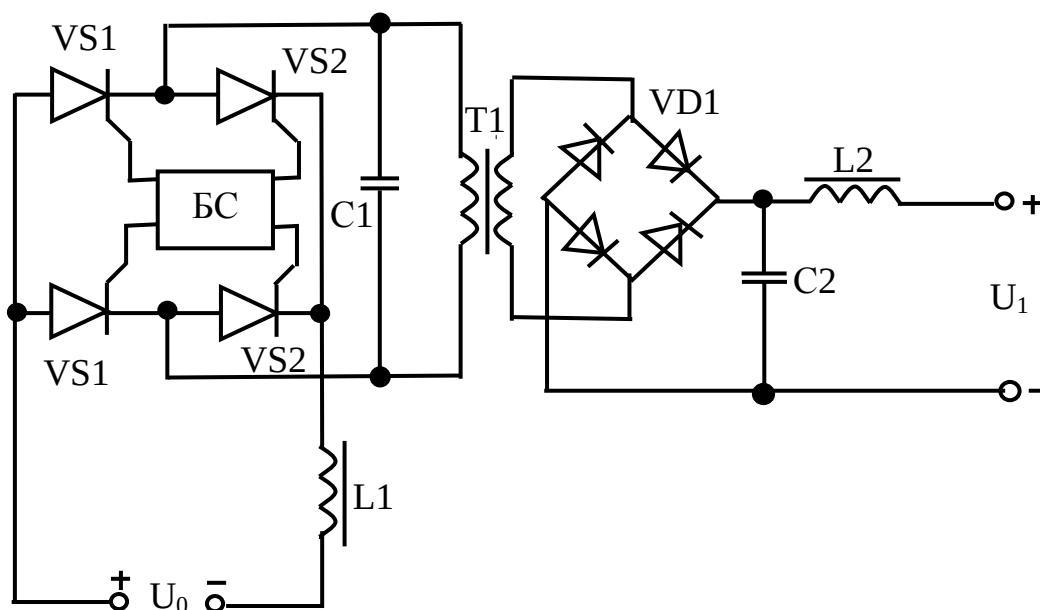
Tiristorlardin' gezekpe-gezek ashiliwi na'tiyjesinde transformatoridin' birlenshi yarim katushkalarinda toklar da'wirlik ra'wishte o'zgeredi ha'm ekilemshi katushkada o'zgermeli tok payda boladi. Bul tok ChT shig'is tuwrilag'ish arqali tuwri lanadi ha'm Φ filtr arqali ju'klemge jiberiledi. Solay qilib, o'zgartirgish shi'giwinda talap qiling'an nominaldag'i o'zgermes kernew sa'wlelenedi.

L1 drossel ta'miynat deregi tokin ha'r eji tiristorlar ashiq bolatug'in qisqa waqit aralig'inda ta'miynlewshi Derek tokin sheklep turadi.

Kommtatsiya momentinde tiristorlardan birewi ashiq, ekinshisi bolsa induktivlik tin' razryadlaniw toki o'tkizip atirg'an waqitta ju'kleme induktivliginde ha'm reaktiv kommutatsion elementlerde jiynalg'an reaktiv quwatliliqti VD1 ha'm VD2 diodlar U_0 ta'miynlewshi derek ta'repine o'tkerip jiberiw ushin xizmet qiladi.

Eki taktli ko'pir siyaqli o'zgartirgish sxemasi 3-su'wrette keltirilgen. Birinshi yarim da'wirde basqariwshi kernew on' impulslari bir waqittin' o'zinde VS1 ha'm VS2 tiristorlarga beriledi. Tiristorlar ashiladi ha'm olar arqali T1 transformatorinin' birlenshi katushkasina tok ag'ip o'tedi. Bul waqitta C1 kondensator ta'miynlewshi dereginin' U_0 kernewine shekem zaryadlanadi.

Basqariwshi kernewdin' ekinshi yarim da'wirinde impulslar VS2 ha'm VS3 tiristorlarga beriledi ha'm olar ashiladi. Biraq bul waqitta C1 kondensatordan teris potensial beriledi ha'm olda jawiladi.



3-su'wret. Eki taktli ko'pir siyaqli o'zgarttirgishtin' printsiyal sxemasi

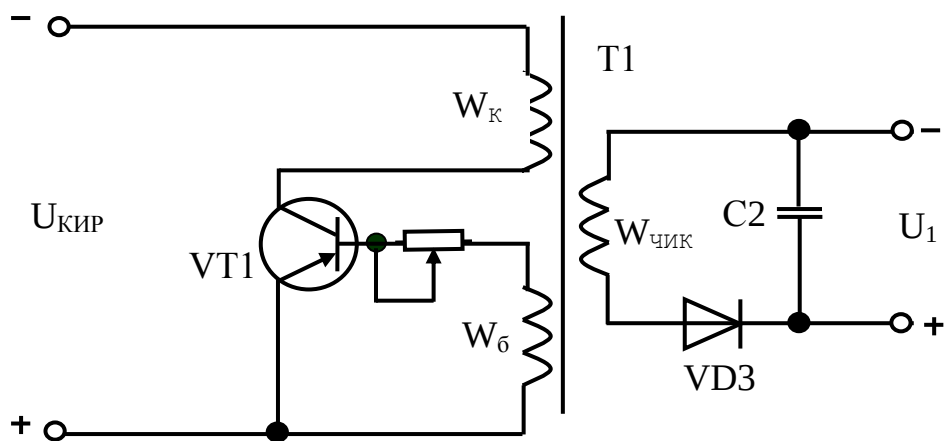
Son' tiristorlar juplig'i na'wbetpe-na'wbet ashladi. Bunda T1 transformatorinin' birlamshi katushkasidan qarama-qarsi jo'nelistegi tok impulslari ag'ip o'tedi. Bul tok impulslari ekilemshi katushkada o'zgeriwshen' tokti induktsiyalaydi. Keyin bul o'zgermeli tok tuwrilag'ishta tuwrilanadi ha'm filtrde tegislenip ju'klemge uzatiladi.

O'z-o'zinen ha'm g'arezsiz qozg'altiwshi tranzistorli o'zgarttirgishler sxemalari

O'z-o'zinen qozg'altiwshi tranzistorli bir taktli o'zgarttirgish (1-su'wret) printsiyal sxemasi $U_{\text{кнр}}$ o'zgermes kernew deregi avtogenerator sxemasi boyinsha gilt rejiminde islewshi VT tranzistorda jiynalg'an tok u'zgishi, magnit ot'kiziwhisi tuwrimu'yeshli gizterezis shen'berli impuls transformator T1, bir yarim da'wirli tuwrilag'ish ha'm ju'klemiden quralg'an.

O'zgarttirgishtin' islew printsiplari impuls transformatori birlamshi katushkada gilt ra'wishte islewshi VT transistor ja'rdeminde turaqli tokti u'ziwge tiykarlang'an. Kollektor shinjirina $U_{\text{кнр}}$ turaqli kernew qoyilg'anda transformatorlardin' W_k birlamshi katushkadan tok ag'ip o'te baslaydi. Jalg'aniw momentinen baslap tok o'niy ra'wishte emes, belgili nizam boyinsha artadi. Sonin' ushin tok impuls transformatori magnit ot'kizgishinde o'siwshi magnit ag'imin payda qiladi. Bul o'zgeriwshen' magnit ag'imi W_6 teris baylanis katushkasinda o'z induktsion EYKti payda qiladi. W_6 teris baylanis katushkasinin' ushlari baza-emmitter araliqqa sonday jalg'anadi, kollektor toki artqanda bazag'a ag'iwshi potensial keledi. Tranzistor ashilip, odan keyingi kollektor tokinin' artiwina

imkaniyat jaratadi, yag'niy sxemada on' teris baylanis a'melge asiriladi. Kollektor ha'm baza toklarinin' bunday ko'shpele ra'wishte tez artiwi magnit ag'imi toying'ansha dawam etedi. Keyin bul toklardan' artiwi toqstaydi ha'm turaqli tokta transformator katushkalarinda EYK enduktsiyalanbaydi. Na'tiyjede transistor bazasina ashiwshi potentsial kelmeydi ha'm ol jabila baslaydi.

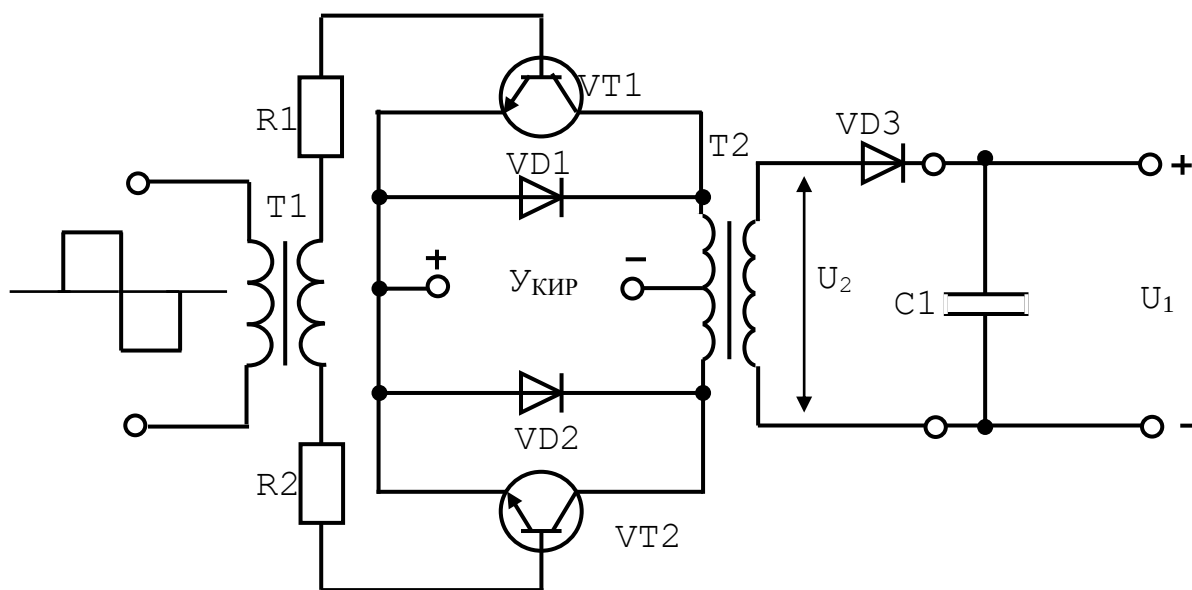


1-su'wret. O'z-o'zinen qozg'altiwshi tranzistorli bir taktli o'zgerttirgishtin' printsiplal sxemasi

Tranzistor jabiliwindag'i kollektor tokinin' kemeyiwi qarama-qarsi jo'nelistegi EYKti payda qiladi ha'm bazag'a tranzistordi jabiwshi kernew beriledi. Birlemshi katushka toki u'ziledi. Solay qilip transistor, impuls transformatori ha'm ta'miynlewshi Derek kernewi boyinsha transformatorli teris baylanisli relaktsion generatorin payda qiladi. Ol o'zgermes toktin' u'ziliwin ta'miynleydi. Transformatoridin' ekinshi katushkasidan sol chastota ha'm polyustag'i, biraq amplitudasi artqan formadag'i impulsalar alinadi. Bul impulsalar VD diodta jiynalg'an tuwrilag'ishqa beriledi. Tuwrilag'ishtan keyin $R_{Ю}$ ju'klemede talap qiling'an ma'nistegi turaqli kernew payda boladi.

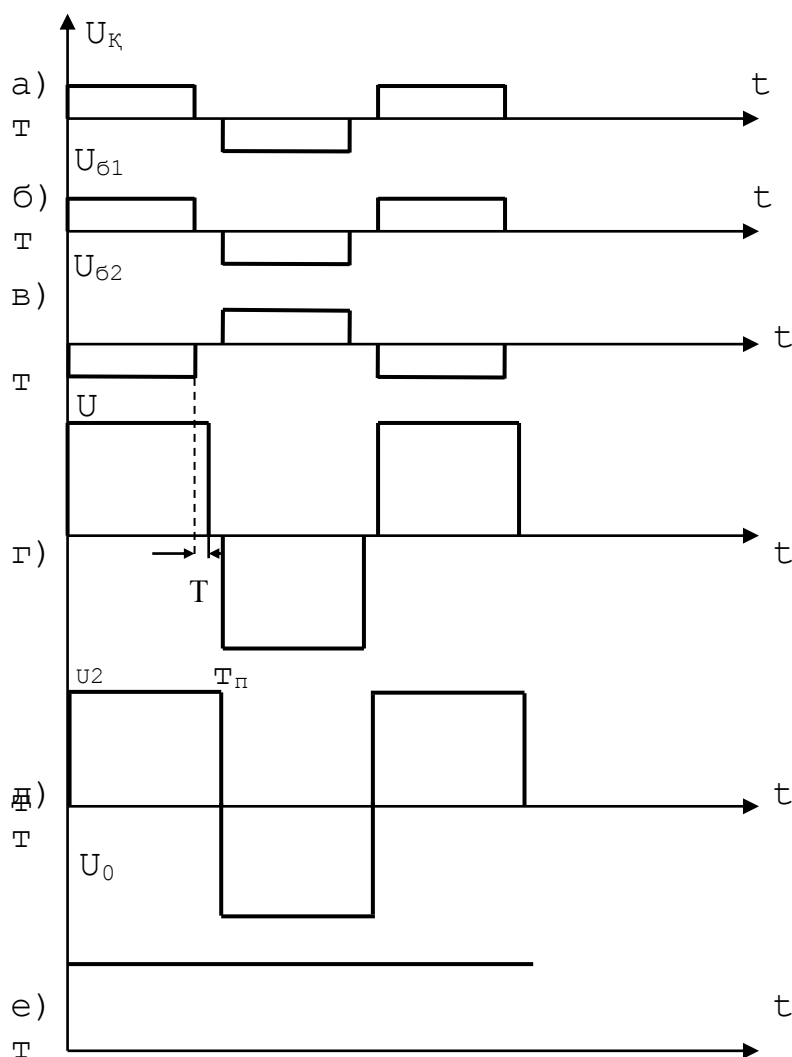
Bir taktli o'zgerttirgishtin' apzallig'i onin' sxemasinin' a'piwalig'i ha'm isenimligi bolip esaplanadi. Kemshiligi bolsa magnit o'tkizgishinin' ha'r demlik magnitlaw na'tiyjesinde kollektor katushkasidan tok tek bir jo'neliste ag'ip o'tedi.

En' a'piwayi du'zilgen eki taktli o'zgerttirgish sxemasinda T1 ku'sh transformatorinin' eki birlemshi katushkasi VT1 ha'm VT2 tranzistorlarinin' bazalari menen jalg'ang'an, birlemshi ta'miynlew deregi U_{KIP} bolsa tranzistorlar emmitterlari ha'm T2 transformator birlemshi yarim katushkalarinin' orayliq noqati ortasina qoyilg'an (2-su'wret).



2–su’wret. G’arezsiz qozg’altiwshi eki taktli o’zgerttirgishtin’ printsiplal sxemasi

Ku’sh tranzistorlari gezgekpe-gezek toyinadi. Bunin’ ushin T1 qozg’atiwshi transformatorinin’ ekilemshi katushkasinan olardin’ bazalarina sa’ykes uzunliqtag’i impulslari beriledi. T2 transformatorinin’ ekilemshi katushkasinan alinatug’in shig’is kernewi impulslarinin’ uzunlig’i ashiwshi impulslar uzunlig’idan tranzistorlar bazalarindag’i tiykarg’i bolmag’an tasiwshilarinin’ zaryad su’riw waqti τ_p ge u’lken. Eger ashiwshi impulslar uzunlig’i $T/2 - \tau_p$ ge ten’ dep alinsa, shigiwda meandr formadag’i o’zgermeli kernew alinadi. Bunday formadag’i kernew tuwrilag’ishta filtrsiz turaqli kernewge aylandiriladi. Eger ku’sh tranzistorlarin nolli u’zilissiz tuwri mu’yeshli kernew impulslari menen qozg’altilsa (3d-su’wret), ol jag’dayda bazadag’i tiykarg’i bolmag’an tasiwshilardin’ zaryad su’riw waqtina ten’ bolg’an waqitta ha’r eki tranzistor ashiq boladi, bul bolsa ku’sh transformatori birlamshi katushkanin’ qisqa tutasiwina ten’. Bunday ha’r bir yarim da’wir aqirindag’i qisqa waqit tutasiwlarinin’ keru ta’sirlerin joq qiliw ushin inverter sxemasina qosimsha elementler kiritiw kerek boladi. Inverter aktiv-induktiv xarakterindegi ju’klemde islegeninde ju’kleme toki polyuslarinin’ o’zgeriwi momentleri shig’is kernewi polyuslari o’zgeriwi momentlerine, ja’nede, ku’sh tranzistorlarin qayta jalg’aniw momentlerine salistirg’anda keshigip qaladi. Bul ha’r bir yarim dawirinin’ baslang’ish bo’leginde ku’sh tranzistori arqali teris jo’neliste tok o’tiwine, yag’niy teris tokdin’ payda boliwina alip keledi.



3-su'wret. G'arezsiz qozg'altiwshi eki taktli o'zgerttirgishtin' waqit diagrammalari

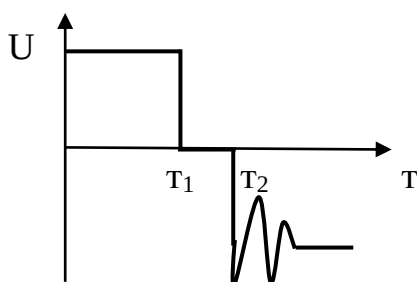
Tranzistor arqali ag'ip o'tetug'in teris tok impulsi o'z jo'nelisin o'zgertirmegen ju'kleme toki transformatoridin' basqa birlamshi katushkasina ha'm ku'sh tranzistorina tranformatsiyalanadi. Invers rejiminde islep atirg'an tranzistordin' tok boylap ku'sheyttiriw koeffitsenti kishi boladi. Bunday kollektor tokinda transistor toyiniw rejiminen shig'ip ketiwi mu'mkin, bul ku'sh shinjirindag'i qosimsha quwatlilik israplarina ha'm tranzistordin' ku'yiwine alip keliwi mu'mkin.

Ku'sh tranzistori arqali ag'ip o'tetug'in teris tokti kemettiriw ushin invertor sxemasinda ku'sh tranzistorlarina parallel ra'wishte jalg'awshi VD1 ha'm VD2 diodlar jalg'anadi. Bunday diodlar eger invertor salt islegeninde isley alsa da, ju'kleme ra'wishte qoyiliwi. Bunda induktiv tok esaplang'an VT1 transformatorinin' magnitlaw toki yarim da'wirinin' bir bo'legi dawaminda teris jo'neliste ag'ip o'tedi. Arasinda shuntlawshi diodlardin' joqlig'inda bunday magnitlawshi tok ku'sh tranzistorlarin isten shig'iwina alip keliwi mu'mkin.

Tranzistorlardin' kommutatsiyalaniwi an'satlastiriw maqsetinde tuwrilag'ish quramina qosimsha zaryadsizlaw diodi kiritiledi (3-su'wret). Aldin ashiq bol'gan

diodtin' jabiliwinan son' shig'isindag'i kernew sekiriw arqali o'z polyusin o'zgerledi ha'm bul polyustin' o'zgeriwine so'niwshi joqari chastotali terbelisler sebep boladi (4-su'wret)

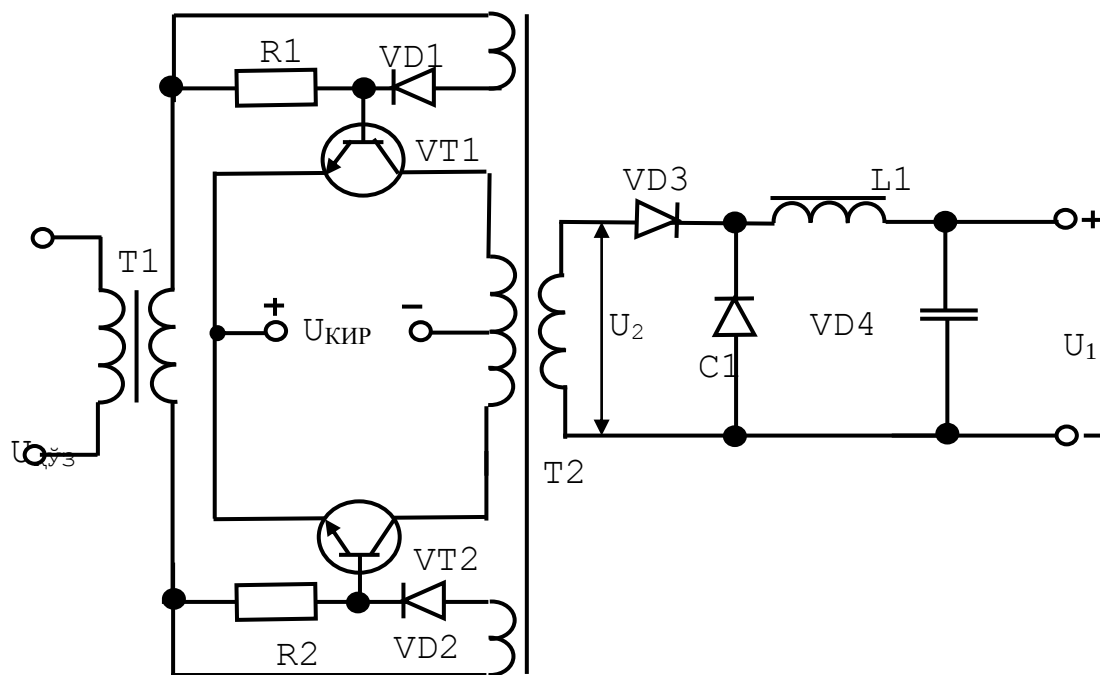
Bul terbelisler transformator induktiv tarqaliwinin' qayta zaryadlanivi, ozamlarara siyimliliq ha'm montaj siyimliligi a'qibetinde payda boladi. U'lken quwatli o'zgartirgishlerde olar radioavariyalardin' intensiv deregi bolip esaplanadi. Sonin' ushin arasinda ju'klemesi induktiv elementten baslaniwshi o'zgartirgishlerden paydalanbawg'a ma'jbur.



4-su'wret. So'niwshi joqari chastotali terbelislerdin' payda boliwi

G'arezsiz qozg'altiwshi invertorlar tranzistorlarinin' kollektor toklarinin' keskin artip ketiwde joqari chastotali kesentlerdi keltirip shig'aradi. Budan tisqari olar tranzistorlardin' artiqsha ju'kleniwine sebep boladi. Bunday kemshiliklerden qutilwdin' tek bir usili, birinshi tranzistor ashiliwin, ekinshi tranzistrodin' jabiliwina shekem keshiktiriw usili bolip esaplanadi. Bul sha'rt invertor tranzistorlarin simmetrik emes impulsar yamasa nolli u'ziliw impulsar menen basqarilg'anda orinlanadi. Bul ha'r eki usil qozg'altiwshi sxemasin ko'riwde o'z ara baylanisli bolg'an qiyinshiliqlarg'a iye ha'm tuwriag'ish ju'klemesi o'zgermeli bolg'anda jaqsi na'tiyjelerdi bermeydi. Tranzistordin' u'ziliw waqti kollektor tokina baylanisli, sonin' ushin jalg'aniwdi keshiktiriw invertor ju'klemesinin' o'zgeriwine sa'ykes almasiwi kerek.

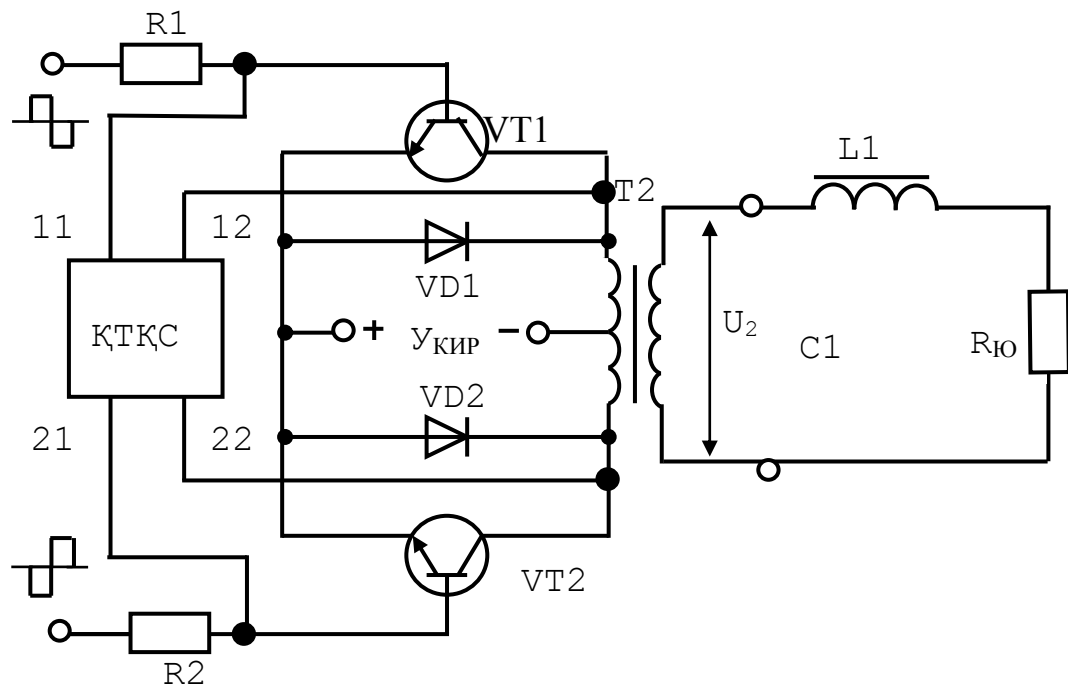
Qaytar toklardan du'zetiwxemasi menen baylanisqan invertor sxemasi bul kemshiliklerden uzaqta (5-su'wret). Ondag'I invertor transformatorinin' qosimsha W_2 katushkalarinan alinatug'in kernew tranzistorlar ashiliwin keshiktiriw ushin xizmet qiladi. Ol shig'is kernewinin' polyusi o'zgermegenshe jabiqlong'an tranzistordin' ashiliwin uslap turiwg'a imkan beredi. Sonin' ushin tek bir jelke tranzistori jabilg'annan son', ekinshi jelke tranzistori bazasina ashiwshi kernew keledi. Tranzistor u'zilgende baza shinjirindag'i diod jabiladi ha'm W_2 qosimsha katushkalardan alinatug'in jabiwshi kernew bazag'a kelmeydi. Bunday invertor sxemasinda kollektor toki impulsarinda keskin artiw bolmaydi, shig'is kernewi bolsa nolli u'ziliwlersiz boladi. Kommutatsion protsessler olarda bolmaydi.



5-su'wret. Qaytar toklardan du'zetiwx sxemasi menen jalg'ang'an invertorli o'zgerttirgishtin' sxemasi

5-su'wrette keltirilgen invertor ku'sh shinjiri T1 transformatoridan VT1 ha'm VT2 tranzistorlardan, VD1 ha'm VD2 diodlardan ibarat. Invertordin' ju'klemesi transformatoridin' ekilemshi katushkasindag'i L1 induktiv element ha'm R_j resistor esaplanadi. Tranzistorlar nolli pawzalarsiz tuwri mu'yeshli impulsar arqali kommutatsiyalanadi. Bul impulsar qozg'altiwshidan tranzistor bazalarina R1 ha'm R2 rezistorlar arqali beriledi. Sondayaq, bul rezistorlar toying'an tranzistorlar baza toklarin shekleydi. Aldin aytip o'tilgenindey, bunday qozg'altiw ku'sh shinjirinda qisqa tutasiwlardi keltirip shig'aradi. Bul waqitlarda ha'r eki tranzistorlar ashiq boladi ha'm olarda transformatoridin' birlemshi katushkalarinda kommutatsion toklar keskin artip baradi. VT1 ha'm VT2 tranzistorlar kommutatsion tokleri transformatoridin' birlemshi katushkalari ortang'i noqatinan U_{KIP} ta'mkiynlewshi dereginin' minus polyusina ag'ip o'tedi, yag'niy transformatoridin' ekilemshi katushkasina transformatsiyalanbaydi ha'm sonin' ushin bul toklar qaytar toklar delinedi.

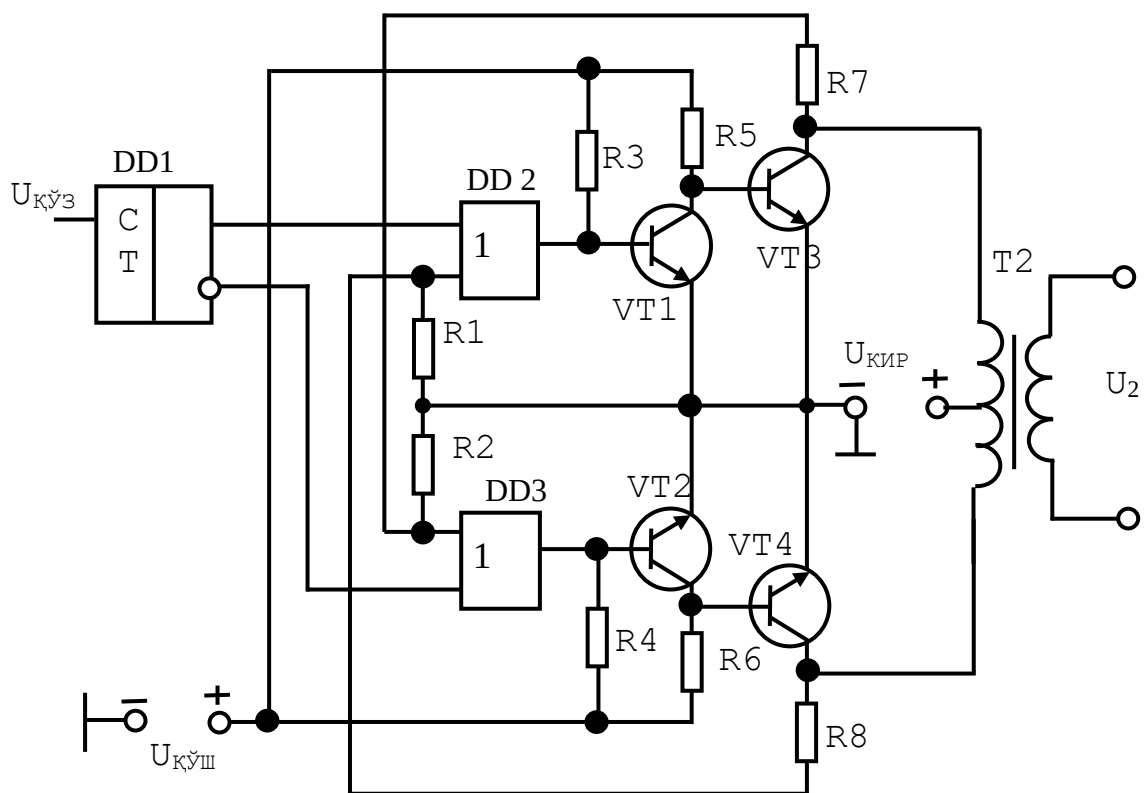
Kommutatsiya protsessin jaqsilaw maqsetinde invertor sxemasina qosimsha ra'wishte qaytar toklardan qutiliw sxemasi (QTQS) kiritiledi (6-su'wret). Ol eki kiriske (11 ha'm 21) ha'm eki shig'isqa (12 ha'm 22) iye. VT1 tranzistordin' jabiqlalatinasaykes keletug'ininvers shig'is kernewinin' polyusina sxemanin' 12 ashiq ha'm VT1 tranzistordin' emitter-baza o'tiwin shuntlaydi ha'm qozg'altiw shinjirin VT1 tranzistordi ashiwina VT2 tranzistor jabilmag'ansha ha'm shig'is kernewinin' polyusi o'zgermegenshe, yag'niy sxemanin' 21 kirisinde on' potentsial bolmag'ansha jol qoyilmaydi.



6-su'wret. Kommutatsion qa'siyetlerinin' jaqsilang'an inverotli o'zgerttirgish sxemasi

7-su'wrette su'wretlengen o'zgerttirgish invertorinin' qaytar toklardan qutiliw sxemasinda u'sh DD1, DD2 ha'm DD3 logikaliq elementlerden paydalanilg'an.

DD1 mikrosxemada trigger bolip, shig'isinda (1 ha'm 2 shig'islar) o'z ara faza boyinsha 180^0 qa jiljartilg'an on' impulslar izbe-izligin tu'rlendiredi. Bul impulslar izbe-izligi VT1 ha'm VT2 tranzistorlardi ashiliwi ushin za'rur bolatug'in impulslardi tu'rlendiriw ushin xizmet qiladi. Bunda DD2 ha'm DD3 mikrosxemalar sa'ykeslendiriw sxemasida qatnasadi. Olardin' birinshi kirislerine berilgen impulslar, ekinshi kirislerinde on' potentsial bolmag'ansha olardin' shig'islarina o'tpeydi. Sol ta'rizde R7 ha'm R8 rezistorlar arqali qarama-qarsi jelkenin' ku'sh tranzistori kollektori menen ekinshi kirislerdin' baylanisi ta'miylenedi.



7-su'wret. Basqariw sxemasinda logikaliq elementlerden paydalanilg'an kommutatsion qa'siyetlerinin' jaqsilang'an invertorli o'zgerttirgish sxemasi

13-Lektsiya

Ekilemshi elektr ta'minati dereklerinin' elektr ta'minati sistemasi menen elektromagnit sa'ykeslesiwi

Elektr energiyasinin' sipati radioelektron vositalardin' isenimli islewi ko'rsetkishlerin aniqlawshi za'ru'r dereklerden biri bolip esaplanadi. Radioelektron apparaturalar ishinde elektr ta'minati derekleri ju'kleme ha'm elektr ta'minati sistemasi ortasinda sa'ykeslendiriwshi bo'lek bolip xizmet qiladi. Elektr ta'minati derekleri ko'rsetkishlerine to'mendegilerden texnik talaplar radioelektron apparatura ushinda uliwma bolip esaplanadi. Elektr ta'minati derekleri (ETD) du'zilis tu'ri, tiykar elementleri, du'zilisi ha'm tayarlaw texnologiyasi boyinsha sezilerli parqqa iye. Bul parqlar onin' quramina kiretug'un radioelektron qurilma abzalliqalar arqali aniqlanadi. O'z na'wbetinde radioelektron qurilmalar funktsional waziypalarg'a ha'm isletiw sharayatlarina ko're parqlanadi.

Elektr energiyasi sistemalari ta'repinen ESD lerine to'mendegi talaplar quwalar qatnasi, tok tu'ri (o'zgeriwshen' yamasa o'zgermes), ku'shleniwler ma'nisleri, tok ha'm ku'shleniwler ma'nislerinin' jumis ha'm o'tiw rejimdegis ruxsat etilgen ag'iqlar arqali aniqlanadi.

O'zgermes tok elektr ta'minati talap qilinatug'un quwat 1.5 kVt tan aspag'an hallarda qollaniladi. Bunda sistemanin' abzalliqalar akkumlyator ja'rdeminde rezervlawdin' an'satlig'i bolip esaplanadi. Olardin' kemshiliklerge iye analog ju'klemeni elektr ta'minati elektr energiyasin eki ma'rte o'zgertiriw (impulsli ha'm u'zliksiz) kerekligin kiritiw mu'mkin. Ha'zirgi waqitta 270 V shigiw kernewli o'zgermes tok elektr ta'minati sistemalarin jaratiw u'ztinde jumis alip barilmaqta.

ESD lerinin' o'zgeriwshen tok elektr energiyasi sistemasi menen sa'keslewshi tarmaqta generatsiyalawshi joqari chastotali kesentler da'rejesin kemeytiriw ha'm ESD paydalaniw tokinin' iykemligin jaqsilaw talaplardin' islewi araqli ta'minlenedi. Elektr energiyasi sistemalarina joqari garmonikaliq ta'siri izbe-iz ha'm parallel rezonanslar na'tiyjesinde toklar ha'm kernewler garmonokalarinin' artiwi, sondayaq elektr energiyasin uzatiwda ha'm odan paydalaniwda generatsion protsesslerdin' kemeyiwi arqli ko'rinedi.

Ku'shleniw garmonikalari transformatorlarda gistorezistag'i jog'altiwlaridi ha'm magnit o'tkizgishlerdegi toklaridi sonday aq oramlardag'i jog'altiwlaridi keltirip shig'aradi.

Garmonikalar konsentratorlarda payda qiling'an qosimsha jog'altiwlar to'mendegi formula arqli aniqlanadi:

$$\delta P = \sum_{n=2}^{\infty} \Delta p_0 \cdot \omega \cdot C \cdot n \cdot U_n^2$$

Bul jerde Δp_0 -tiykarg'i chastotadag'i ko'lem jog'altiwlar, $B_T/B \cdot A_p$;
C-kondensatordin' siyimlig'i;

U_n - n-garmonikanin' ku'shleniwi
n-garmoniklanin' nomeri.

Qosimsha jog'altiwlar kondensatordin' qosimsha qiziwina alip keledi. Sonin' ushin kondensatordi praektlik tok boyinsha ruxsat etilgen artiqsha ju'klemini esapqa alg'an halda a'melge asiriladi. Bul Angliyada 15% ti, Evropada ha'm Avstraliyada 30% ti, AQSH ta 80% ti ha'm Rassiyada 30% ti payda qiladi.

Elektromagnit sa'ykeslewdi jaqsilaw maqsetinde ku'shleniwlerdin' simmetrik emesligin kemeytiw ha'm paydalaniw toki formasinin' iyrimligin jaqsilaw ushin reaktiv quwatti toplawdi ta'minlewshi korrektsiyalaw qurilmalari isletiledi.

Elektr energiyasi sistemalarinda otiw jarayani waqtinda ESD lar kiriw shinjirinda ruxsat etiletug'un ma'nislerden sizilerli u'lken bolg'an ku'shleniwdin' keskin sa'kiriw artiw jag'daylari boliwi mu'mkin. Kernewdin' keskin artiw a'dette induktiv ha'reketli ju'kleme tok shinjirlari kommutatsiyalari keltirip shig'aradi. Shet el mag'liwmatlarina ko're 240 V kernewli elektr ta'minat tarmag'ina iye bolg'an islep shig'ariw karxanalarinda kernew boyinsha artiqsha ju'kleme 500 V ge shekem (1 ku'nde 1 ma'rte) ha'm 300 ge deyin (500 ma'rte ku'nine) artip ketiwi mu'mkin. Kernewdin' sa'kiriw ta'rizde tez artip ketiwi sonday aq ta'biyiy yamasa jasalma elektromagnit impuls ha'm static elektr maydan ta'siri ha'm keltirip shig'ariwi mu'mkin.

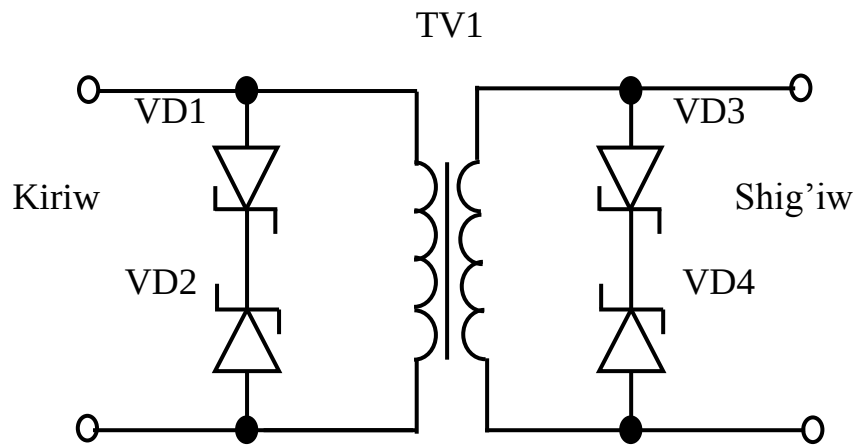
ESD ler kishi shinjirlardi artiqsha ju'klemelerden qorg'aw ushin kernew sheklegishler, zaryadsizlawshi qurilmalar, bipolyar tetrodlar, vazistorlar, diodlar ha'm stablizatorlar qollaniladi. Kernew impulslar energiyasi u'lken da'rejede bolg'anda tu'rli fizik prinsiplerden jiynalg'an bir neshe kernew bo'liwshilerinen payda bolg'an kombinatsion qorg'aw sxemalari qollaniladi.

O'zgermes tok shinjirlarinda artiqsha ju'klemelerden qorg'aw simmetrik emes kernew sheklewleri yamasa stablizator ja'rdeminde a'melge asiriladi. Bul asbaplar sonday kernew ma'nisi menen tan'lanadi, artiqsha ju'klemeler impulstan keyin olardin' o'zgermes tok shinjirlardan avtomatik u'ziliwi ta'minleniwi kerek boladi.

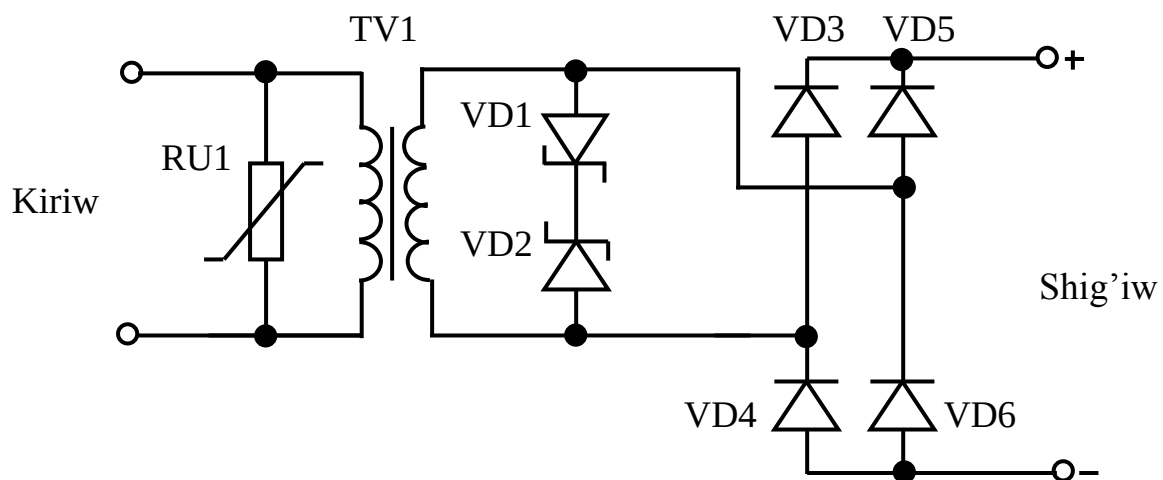
O'zgeriwshen' tok tarmaqlarinda qorg'aw simmetrik emes kernew sheklewleri qarama-qarsi jalg'aw arqali a'melge asiriw mu'mkin. Ma'selen, 1-su'wrette VD1- VD4 ha'm 2-su'wrettegi RU1, VD1, VD2.

O'zgeriwshen' tok shinjirlarinda ko'pir ta'rizli tuwriw sxemasi bolg'anda tuwriwlag'ish diodlarin qorg'aw simmetrik emes kernew sheklewin ko'pir diodlarina jalg'aw arqali a'melge asiriw mu'mkin, ma'selen 3-su'wrettegi VD5 diodi.

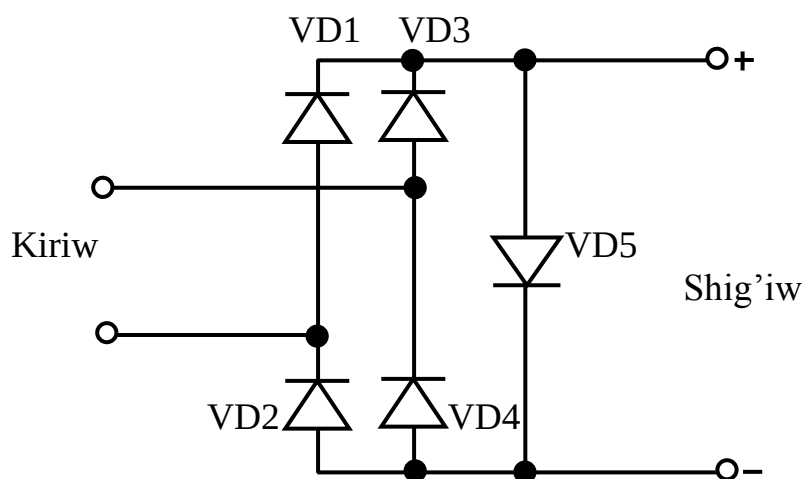
Bul jag'dayda sxemanin' tezligi tuwriwlag'ish diodlarinin' jalg'aniw waqtin esapqa alg'an jag'dayda aniqlaw za'ru'r.



1-su'wret. Simmetrik emes kernew bo'lgishlerinin' jalg'aniwi



2-su'wret. Varistordin' ha'm simmetrik emes kernew bo'lgishlerinin' jalg'aniwi



3-su'wret. Tuwrilag'ish diodlarinin' simmetrik emes kernew sheklegishi ja'rdeminde qorg'aw

Sxema to'mendegi ta'rtipte isleydi. TV1 transformator ekilemshi oramdag'i kernewler VD1 - VD4 ha'm VD5 - VD8 ko'pir siyaqli tuwrilaw sxemalari arqali tuwrilanadi. VD5 - VD8 tuwrilag'ish sxemasi shig'iwdag'i tuwrilang'an kernew integral kernew stablizatori STU (SM 781.12.ACZ) arqali stabillanadi. Tuwrilang'an kernew C4, C6 kondensatorlar ja'rdeminde filtrlanip 5C basqariw sxemasi ha'm KU1 (125 MB) rele orami beriledi. Basqariw sxemasi IC1 (LM 393N, 1401CA3) mikroxema bazasi jiynaladi. Mikrosxema eki kanalli kernew kolparatori bolip, tarmaq kernewinin' artiwin yamasa kemeyiwin baqlawg'a mo'lsheirlengen. Eger tarmaq kernewi 190 V qa kemeyse yamasa 250 V qa artsa, basqariw sxemasi ku'sheyitiriwshi VT1 tranzistori arqali KU1 reledi u'zedi. Bul relenin' kontaktleri ju'klemeni tarmaqtan u'zedi.

67

№14 Lektsiya

Jeke kompyuterler elektr ta'minati derekleri

Jeke kompyuterler (JK) elektr ta'minati derekleri (ETD) 220V/110V li o'zgeriwshen' kernewden ta'minlenedi. Shig'iw kernewleri bolsa $\pm 5B$ ha'm $\pm 12B$ kernewli kanallarg'a bo'linedi. Elektr ta'minlew derekleri ha'mme kanallari quwatlari jiyindisi 65 Vt tan 350 Vt qa deyin boliwi mu'mkin.

Jeke kompyuterler elektr ta'minlew dereklerinin' du'zilis sxemasin ko'rip shig'amis (1-su'wret). Ol to'mendegi tiykarg'i bo'leklerden quralg'an:

- Kiriw shinjirlari
- O'zgertirgish;
- O'zgertirgishti basqariw sxemasi;
- Shig'iw shinjiri;
- Qorg'aw sxemasi;
- Qosimsha ta'minat deregi;
- Ventilyator sxemasi.

Kiriw shinjiri qurami to'mendegi kompanentler kiredi:

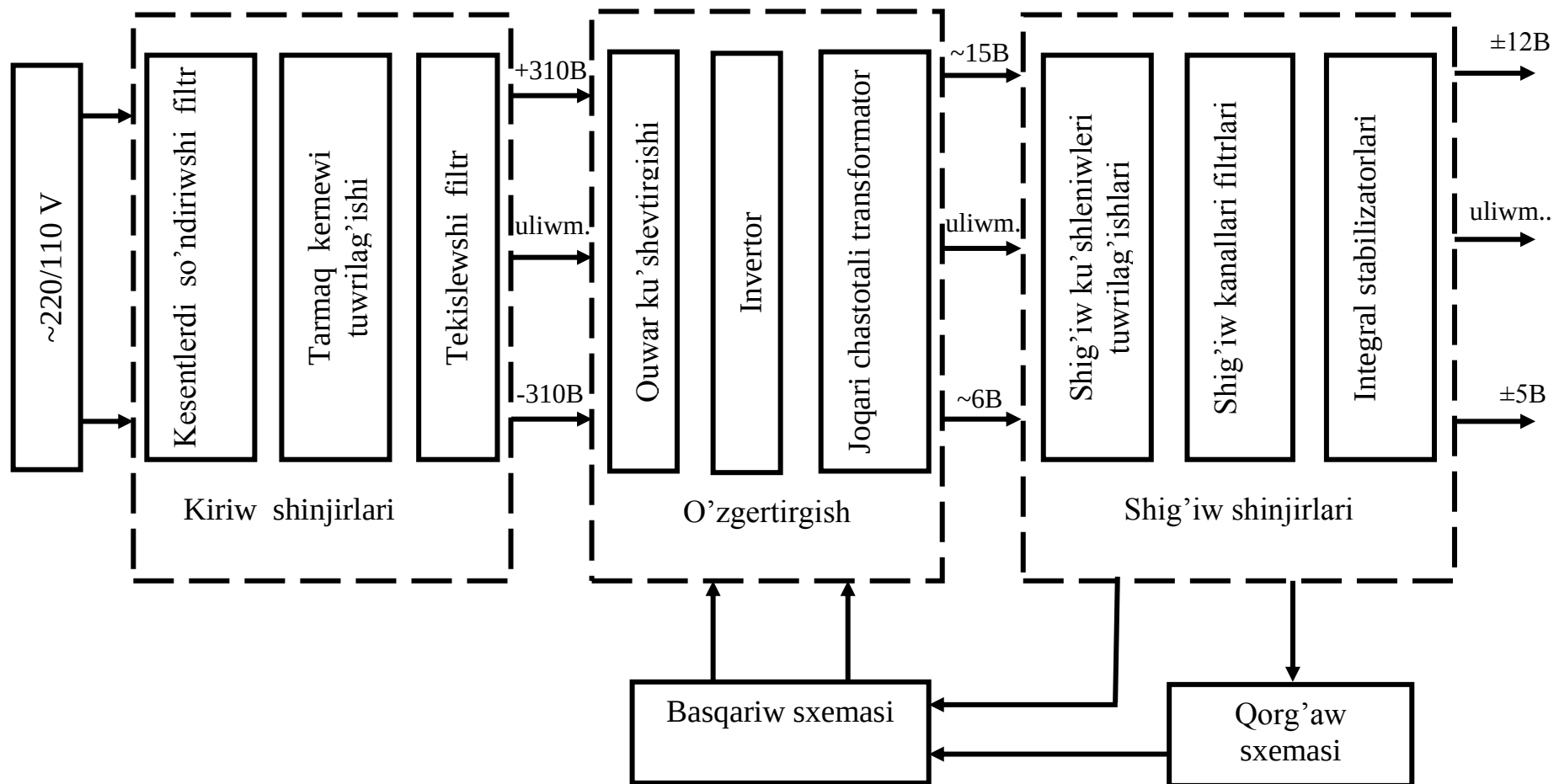
- Kiriw u'sh tesikli razemi;
- Tarmaq qayta jalg'awshisi;
- Shigiw u'sh uyali razemi (display elektr ta'minati kabelin jalg'aw ushin);
- Saqlag'ish;
- Sheklewshi termorezistor;
- Kesentlerdi so'ndiriwshi filtr;
- Tarmaq kernewi tuwrilag'ishi;
- Tekislewshi filtr;
- Zaryadsizlaw rezistori.

Elektr ta'minati deregi shinjirdin' sxemasi 2-su'wrette keltirilgen. Saqlag'ish FU1 kiriw shinjirinda nasazliqlar (qisqa tutasiw yamasa artiqsha ju'kleme) bolg'anda elektr ta'minati deregin tarmaqtan u'zedi.

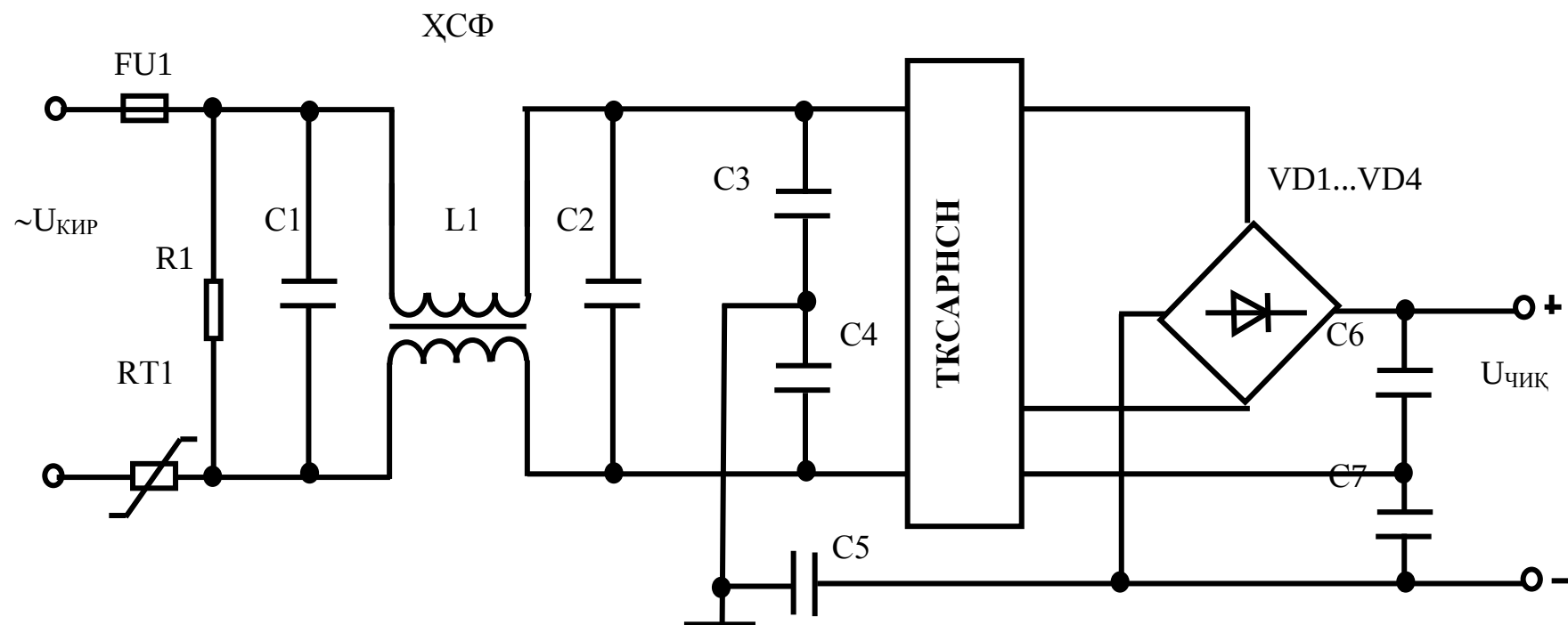
Sheklewshi termorezistor RT1 kondensator arqali ag'ip o'tken toktin' keskin artip ketiwin shekleydi.

Kesentlerdi so'ndiriw filtr (KSF) joqari chastotali kesentlerdi ETD nen tarmaqqa ha'm tarmaqtan ETD ne o'tiwin kemeytiredi.

Tarmaq kernewi tuwrilag'ishi (TKT) o'zgeriwshen tarmaq kernewin tuwrilaw ushin xizmet qiladi. Tuwrilag'ish shig'iwinda tuwrilang'an kernewdin' pulsatsiyasin kemeytiriw ushin to'men chastotali su'ykeliwshi filtr qolayli.



1–su'wret. Jeke kompyuterler elektr ta'minati dereklerinin' du'zilis sxemasi



2-su'wret. Shig'iw shinjirlari sxemasi

ETD ler 110/220 V kernewlerine islep shig'ariladi, sebebi tarmaq kernewleri tu'rli ma'mleketlerde tu'rli nominallarg'a ha'm chastotalarg'a iye, ma'selen, AQSH ta 120 V, 60 Gts, Xamdosliq ha'm ko'plep Evropa ma'mleketlerinde bolsa 220 V, 50 Gts. Bunda ETD gin tu'rli tarmaq kernewlerine sa'ykeslestiriw ushin kiriw shinjirlarinda XSF ha'm TKT arasina tarmaq kernewinin' tanis sxemasi kiritiledi. Ol avtomatik ta'rizde ETD din ol yamasa bul tarmaq kernewine sa'ykeslendiredi. Tarmaq kernewi 220 V bolg'anda tuwri law ko'pir tu'rindagi tuwri law'ish arqali a'melge asiriladi, filtrdin' C6 ha'm V7 kondensatorlari bir waqitta zaryadlanadi. Tarmaq kernewi 110 V bolg'anda tuwri law kernewin eki ma'rte ko'beytiw sxemasi boyinsha a'melge asiriladi ha'm filtrdin' C6 ha'm C7 kondensatorlari tarmaq kernewinin' tu'rli polyuslerinde zaryadlanadi.

O'zgartirgish to'mendegi bo'leklerden payda bolg'an (3-su'wret).

- Quwat ku'sheyitirgishi;
- invertor;
- joqari chastotali transformator.

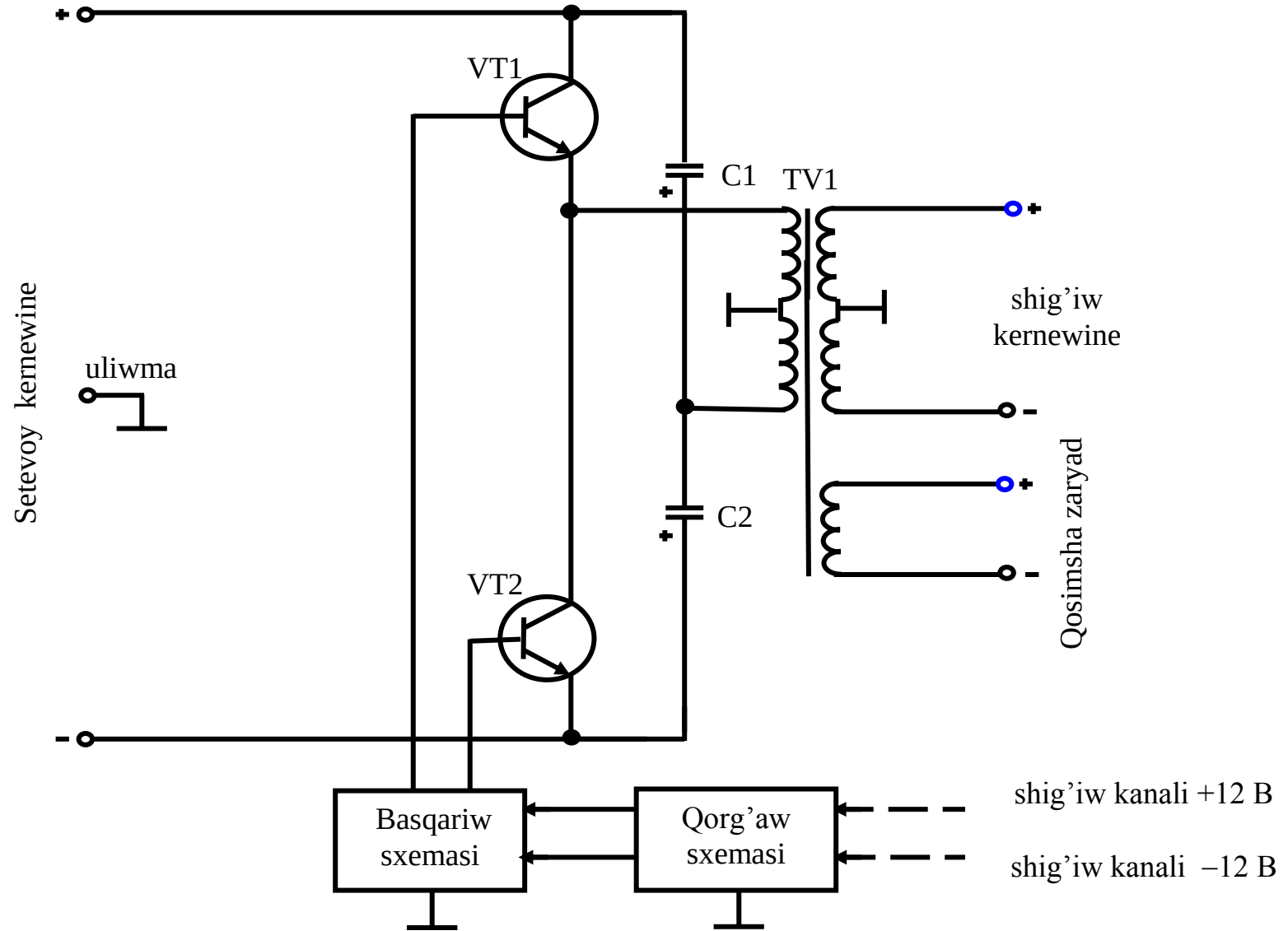
Ol TKT tuwri law'ishi shig'iwindagi ± 310 V kernewli o'zgermes tok energiyasin basqariw sxemasinan (BS) keletin signallarg'a baylanisli rawishte o'z shig'iwinda 12...15 V ha'm 5...7 V kernewi tuwri mu'yeshli impuls lar formasindagi o'zgeriwshen' tok energiyasina o'zgartip beredi. O'zgartirgishtin' islewi waqittin' qa'legen momentinde basqariw sxemasinan keletin signalg'a baylanisli boladi.

Quwat ku'sheyitirgishi invertor ku'sh tranzistorlarin kommutatsiyalawshi basqariliwin, yag'iniy tranzistorlardi ashatug'in ha'm jawatug'in baza toklarin qalplestiriwshi, sonday aq, invertor tranzistorlarinin' baza-emittor ha'm baza-kollektor shinjirlarin basqariw sxemasinan ajratiwdi ta'minleydi. O'zgartirgish invertori tiykarinan eki taktli yamasa yarim ko'pir tu'rindagi sxemalardan quraladi. Sxemada tranzistorlari izbe-iz ashiladi ha'm jawiladi. Joqari chastotali transformatoridin' ekilemshi oramlarinan tuwri mu'yeshli pa'seytirgish kernew impuls lari shig'iw tuwri law'ishlarina beriledi.

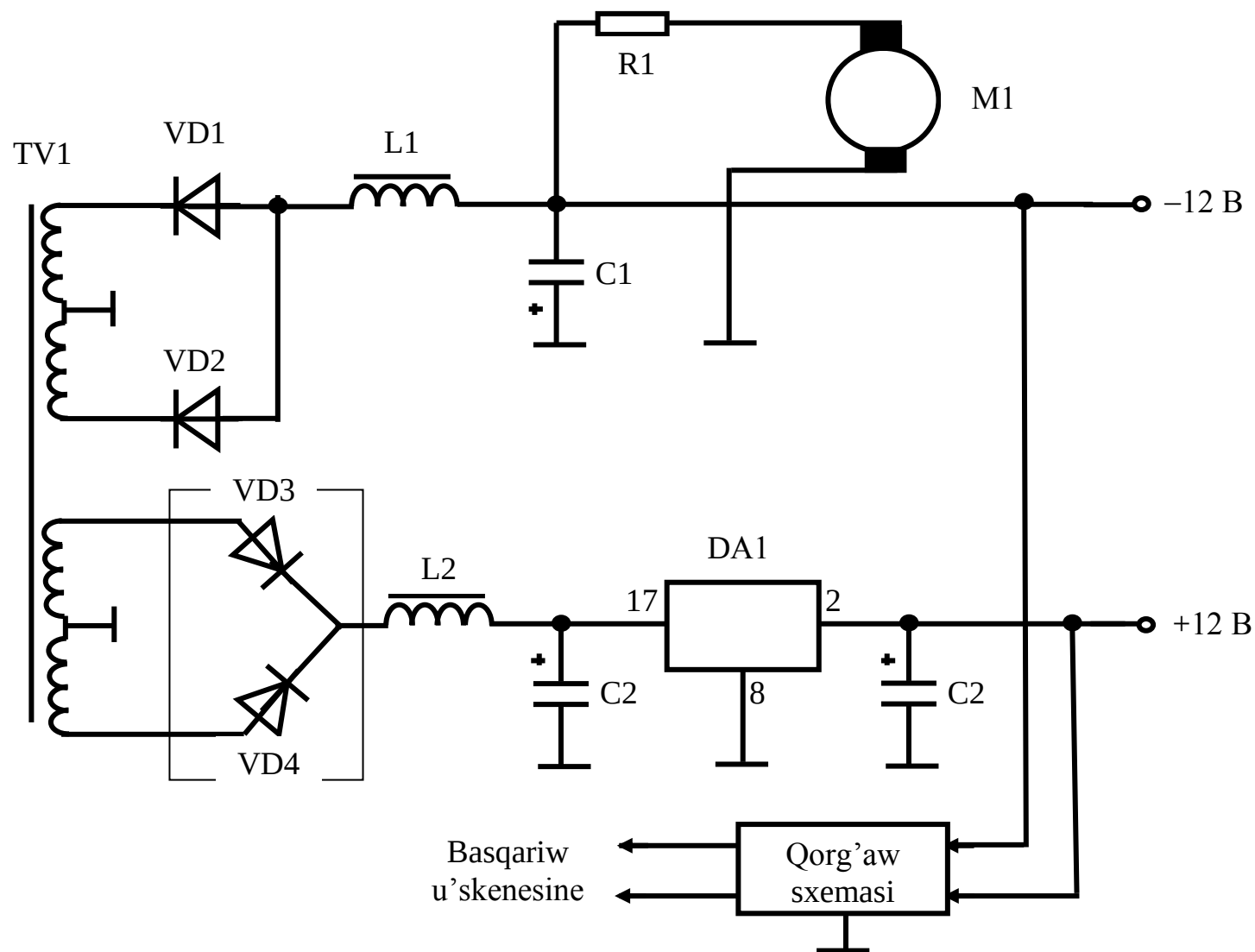
PK ETM wi to'mendegi bo'leklerden payda bolag'an (4-su'wret).

- shig'iw kernewleri tuwri law'ishlari;
- shig'iw kanallari filtrlari;
- integral stabilizatorlar.

Shig'iw shinjirlari kanal g'a iye bolip, joqari aniq kanallar -12 V ha'm -5 V kernewli, kem aniq kanallar bolsa +12 V ha'm +5 V kernewli kanallar esaplanadi. Joqari aniq kanallarda shig'iw kernewin stabillaw ushin ken'lik-impulsi modulyatsiyadan tisqari kernewdi shig'iwli satbillew qollaniladi. Bunda bul kanallar shig'iw dag'i siziqli integral stabilizatorlar qoyiladi (LM7912, LM7905 yamasa KP142EH8B, KP142EH5B). Kommutatsiyalaw waqtinda dinamik israplardi kemeytiriw ushin joqari aniq 12 ha'm 5 V kanallardan keriy qarsiliqtin' qayta tikleniw waqti kem bolg'an SHottki diodlari qollaniladi.



3-su'wret. Схема преобразователя



4-su'wret. Shig'iw shinjiri sxemasi

SHK ETD gi a'dette, bir neshe qorg'aw waziypalarin isleydi, yag'iniy bir neshe qorg'aw sxemalarin iye boladi. Bul qorg'aw sxemalarinin' qa'legen birinewin islewinin' islep ketiwi basqariw sxemasina ta'sir qiliwi arqali ha'mme kanallardi u'ziliwine alip keledi. Ma'selen, artiqsha ju'klemelerde quwat ku'sheyitirgishlerine berilgen impuls ken'ligi keskin tarayip no'lge (pawzag'a) aylanadi ha'm transformatoridin' ekilemshi oramindag'i kernew no'lge ten' boladi.

Basqariw sxemasi kiriw kernewi, joqari tok ha'm ETD komponentleri parametrlerinin' temperature boyinsha stabilliklerge o'zgergende shig'iw kernewinin' stabilleniwin ha'm rostlanishin ta'minleydi. Keri baylanis kernewi ETD shig'iwinan BS g'a beriledi.

SHK ETD gi quramina ETD nin' o'zi ha'm sistema blogi electron qurallardin' suwitiw ushin ventilyator kiredi. Ko'binshe dvigateldi ta'minlew ushin +12 V kernew isletiledi, ayrim jag'daylarda bolsa dvigatelge kernew -12 V shinadan beriledi (4-su'wret). Ventelyatordin' paydalaniw toki shama menen 0.12 A ge ten' boladi.

Qosimsha ta'minat deregi basqariw sxemasin ha'm quwat ku'sheyitirgishi ja'rdemshi kernew menen ta'minlenedi.

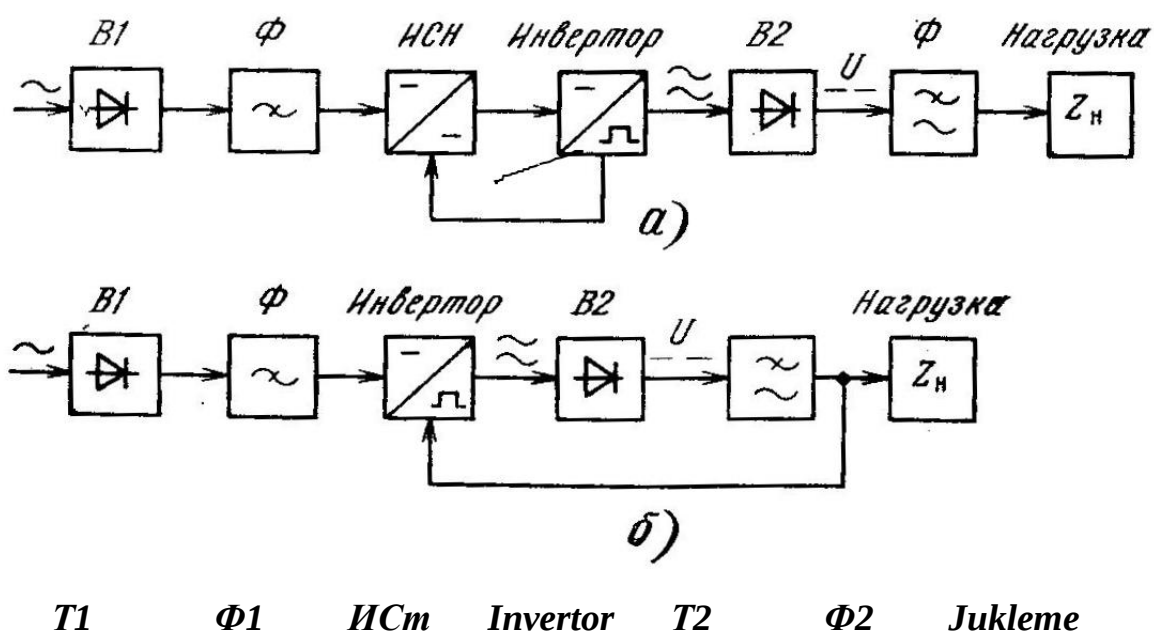
15-lektsiya

Radio elektron apparaturalarining' elektr ta'minati

Radioelektron apparaturala elektr taminati derklerinin' ko'lemi ha'm salmag'i tarmaq transformatori, pa's chastotali filtr parametrleri ha'm siziqli stabilizatorlaardin' tuwirlawshi elementindehi issiliq ajiraliwlari arqali aniqlanadi. Arttirilg'an chastotada isleytug'in ha'm impulsli rejimler o'zgermes kernewdi tuwirlag'ish elektr ta'minati derklerinin' ko'lemi ha'm salmag'i sezilerli da'rejede kishi. Biraq radioelektron apparaturalar ushin kishi ko'lemli elektr ta'minati derklerdidi integral mikrosxemalarda jiynaw ushin bul derklerdin' parametrleri qaniqtirmaydi.

Jaqsi ko'rsetkishlerge transformersiz kirisli elektr ta'minati derklerine iye. Olarda tarmaq kernewi da'slep kiris tuwirlag'ishinda tuwirlanadi, keyin tuwirlang'an kernewdin' pulsatsiyasi kondensator filtri arqali tegislenedi, budan keyin o'zgermes kernew invertorinda joqari chastotali tuwri muyeshli ko'rinistegi o'zgermeli kernewge o'zgartiriledi. Bul kernew kush transformatorinin' ekilemshi oramina talap qiling'an ma'niste transformatsiyalanadi, ja'ne tuwirlanadi, tegislenedi ha'm juklemege uzatiladi.

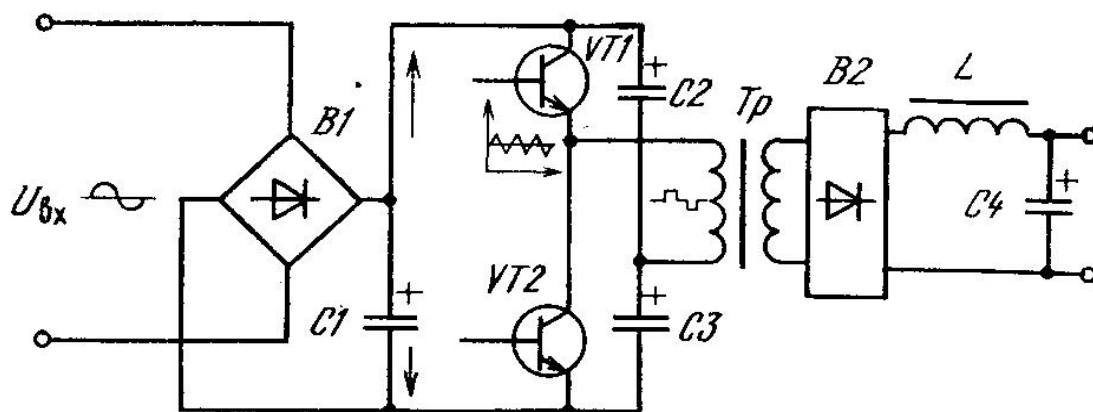
Transformatorsiz kirisli elektr ta'minati derklerinin' du'zilis sxemalari 1- suwrette keltirilgen. Bundaay sxemalarda elektr taminati deregi shig'iw shinjirin kiris ta'minat tarmag'inan ajiratiw invertor transformatorinda a'melge asiradi.



1-su'wret. Transfoematorsiz kirisli elektr ta'minati derklerinin'
duzilis sxemasi

Shig'istag'i kernewdi stabillew invertorinda ken'lik-impulsli modulyatsiya usili menen, sondayaq, ivertordan aldin yaki odan keyin stabilizator qoyiw arqali a'melge asiriladi.

Yarim ko'pir siyaqli tuwirlaytug'in invertor tiykarinda transformatorsiz kirisli elektr ta'minati dereklerinin' printspial sxemasi 2-suwrette keltirilgen. Tarmaq kernewi transformatorsiz ko'pir siyaqli tuwirlag'ishqa beriledi ha'm onin' shig'iwdag'I o'zgermes kernew invertorina beriledi. Invertordin' tranzistorlari ken'lik-impulsli modulyatsiyalang'an signal ta'sirinde izbe-iz ashiladi. Invertor shig'iwinda arttirilg'an chastotali (20 KGts a'trapinda) eki polyusli ken'lik-impulsli tuirlanadi ha'm LC-filtr ja'rdeminde tegislenedi.



2-su'wret. Yarim ko'pir siyaqli tuwirlanaturug'in invertor tiykarinda transformatorsiz kirisli elektr ta'minati dereklerinin' printspial sxemasi

Kishi ko'lemli elektr ta'minati dereklerinin quriw ushin kush tranzistorlari joqari voltli boliwi ($U_{KЭ.макс.рyх} > 350...400 \text{ V}$), $I_K = 5...10 \text{ A}$ kollektor toklarin o'tkeriw, kishi $U_{KЭ.мyй} = 1...2 \text{ V}$ toyiniw kernewine iye boliwi, invertordin' 50...100 KGts ha'm onnan joqari chastotalardi isley aliwin ta'minlew kerek. Tuwirlag'ish diodlari joqari chastotali ($f > 50...100 \text{ KGts}$) ha'm kishi waqitli qayta jalg'aniwg'a iye boliwi kerek.

Radioelektro apparaturalarinin' normal islewi ushin stabil toklar ha'm kernewler za'rur. Elektr ta'minati derekleri o'zgermkishleri shig'iwindag'i kernew bolsa kiris ta'minat kernewi o'zgergende o'zgeredi.

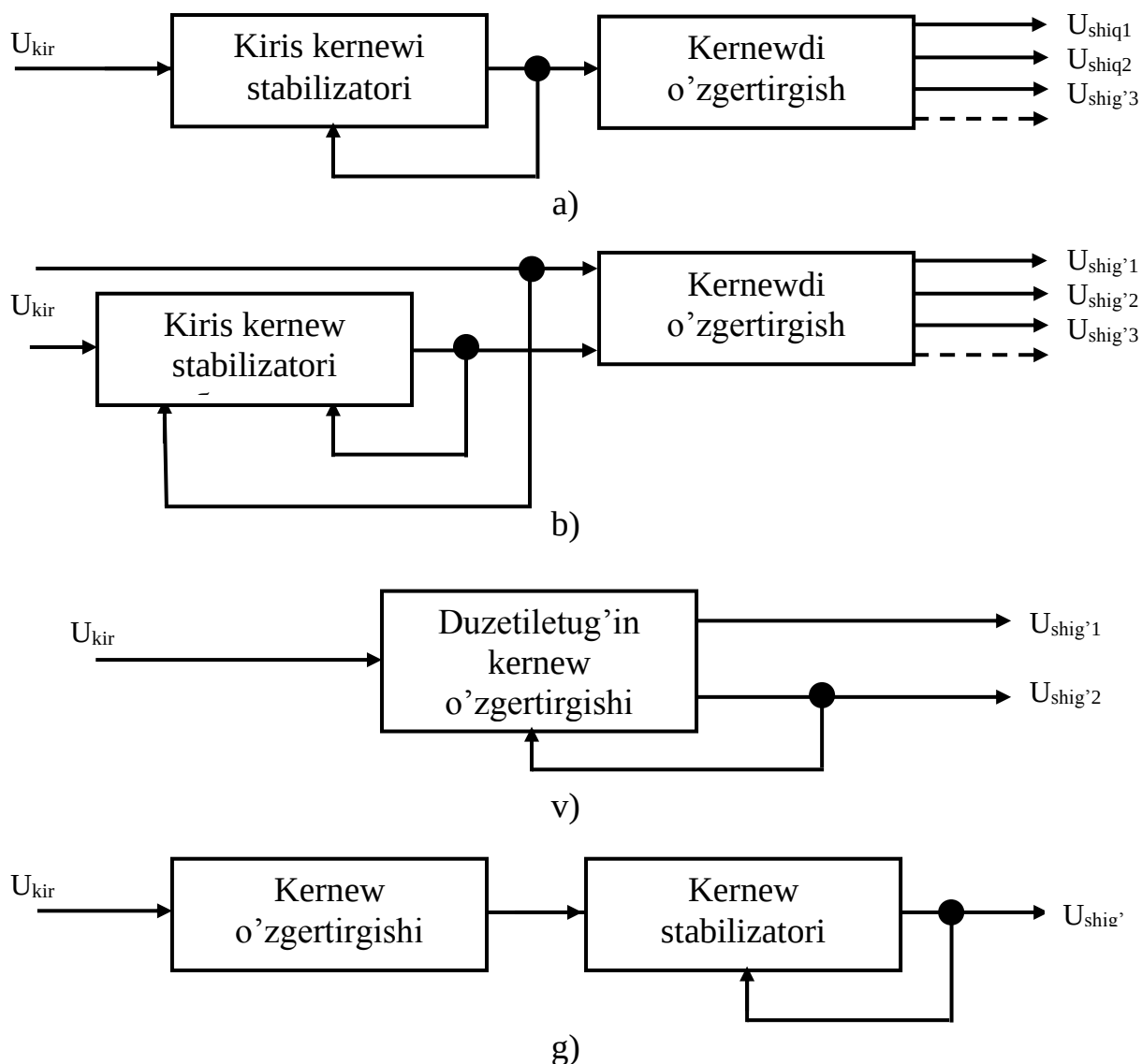
Bunin' menen elektr ta'minati derekleri o'zgermkishlerde stabilizatordin' qollniliwi zoriqtiriliwina alip nkeledi.

Stabillewshi o'zgermkishler dep kiris ta'minat kernewi ha'm shig'iw shinjiri jukleme toki o'zgergende shig'ista beilgeni aniqplanadi $U_{shig'}$ o'zgermes kernewdi ta'minleytug'in qurilmag'a aytiladi.

O'zgermkishlerde kernewdi stabillew turli usillarda a'melge asiradi. Stabillewshi kernew o'zgermkishlerdin' duzilis sxemalari 3-su'wrette ko'rsetilgen.

A'dette, bir o'zgermkish o'z shig'isinda bir neshe kernewlerdi, yag'niy bir neshe taminat kanalların qa'liplestiredi (3,a-su'wret).

Oraylastirilg'an volt kernewli stabilizatorli o'zgermkishler (3,a-su'wret) shig'ista 100 Vt atrapindag'i quwatliq penen ta'minleydi.



3-su'wret. Stabillewshi kernewdin' o'zgartirwshi duzilis sxemasi

Duziwlengen o'zgartirgish ja'rdeminde bir neshe shig'is kanallarini oraylastirilgan satbillewshili o'zgartirgishlar unemli esaplanadi (3,b-su'wret). Bul o'zgartirgishlarda o'zgartirw ha'm stabillew uliwmalastirilgan bolip, sonin' esabinan paydali jumis kefitsenti asadi. Bul ken'lik-impulisli modulyatsiya rejiminde isleydi.

Oraylastirilmagan stabillew usilinda kiris kernewi tuwridan-tuwri o'zgartirshke beriledi, shig'ista bolsa har bir kanalga ayriqsha siziqli yamasa impulisli stabilizator qoyiladi (3,v-su'wret). Shig'is kernewi bul sxemada joqari stabillike paydali jumis koefitsenti to'men ma'niske iye boladi.

Stabillengen turaqli kernew o'zgartirgishke beriledi ha'm onin' shig'isindagi kernew stabil uslap turiladi.

Stabilizatsiya usuli ko'p kanalli elektr taminati dereklerinde o'zgartirishdan bir qancha stabil (3...5%) stabilizatsiya shig'is keraklarini alish zaruriyati bar bo'lganda qo'llaniladi.

Birinchi usul bo'yinsha qurilgan sxemalar to'rtinchi paydali jumma ko'rsatkichiga ega bo'lgani uchun $2 V_t$ ga teng quvvatli elektr taminati dereklerinde qo'llaniladi.

Oraylashtirilgan impulsli o'zgartirishlar uning hisoblanadi. Bunday o'zgartirishlar onlayn vattlariga teng shig'is quvvatli ko'p kanalli elektr taminati dereklerinde qo'llaniladi.

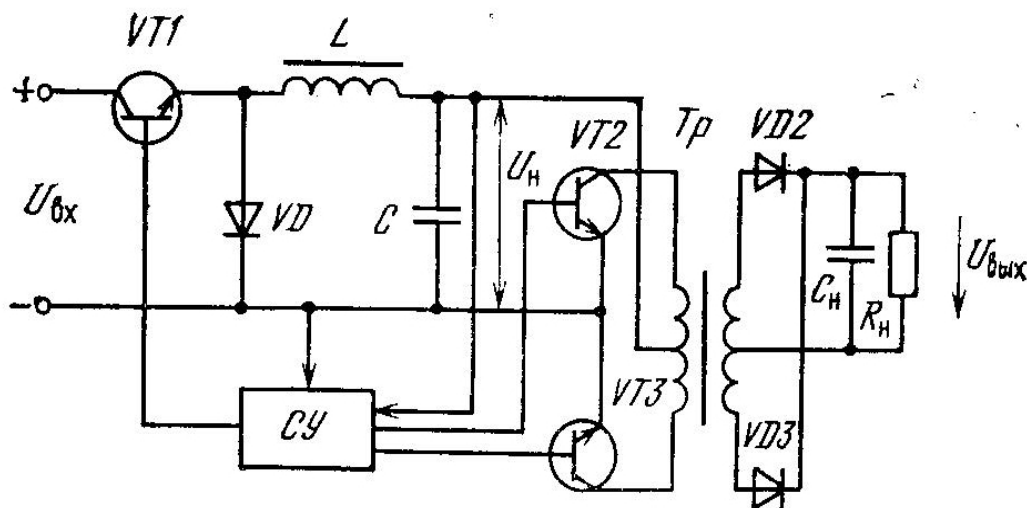
Birinchilik o'zgartirishi shig'is keraklarini impulsli usulida stabilizatsiya o'zgartirishlar uning hisoblanadi. Bunda kuch tranzistorlari impulsli ish rejimi paydali jumma ko'rsatkichini asiradi, chastotaning 300 KHz ga teng shig'is asirida bo'lsa uning ko'lemining salmog'ini kamaytiradi.

Kirish impulsli stabilizatsiya o'zgartirishning printsipl sxemasi 4-suvetda keltirilgan. Ol 3, a-suvetda keltirilgan tuzilish sxemasi bo'yinsha jaylangan ham VT1 tranzistoridagi impulsli stabilizatsiyalardan, VD diod, L drossel ham C kondensatordan iborat demodulyatsiyalash filtri, VT1 tuzilish transistor ham VT2 ham VT3 tranzistorlardagi ekinchi taktli kuchaytirishni qayta jalg'aw rejimlarini boshqarishning boshqarish sxemasini qurilgan.

Sxemaning ish printsipl to'rtinchi. O'zgarish U_{KIR} kirish keraklarini VT1 tranzistoridagi impulsli stabilizatsiya kiritish beriladi ham uning shig'istan LC tuzilish orqali mustaqil qozg'altirish kerak o'zgartirishi o'rinlaytug'ini VT2 ham VT3 tranzistorlardagi quvvatlilik kuchaytirish kiritish beriladi.

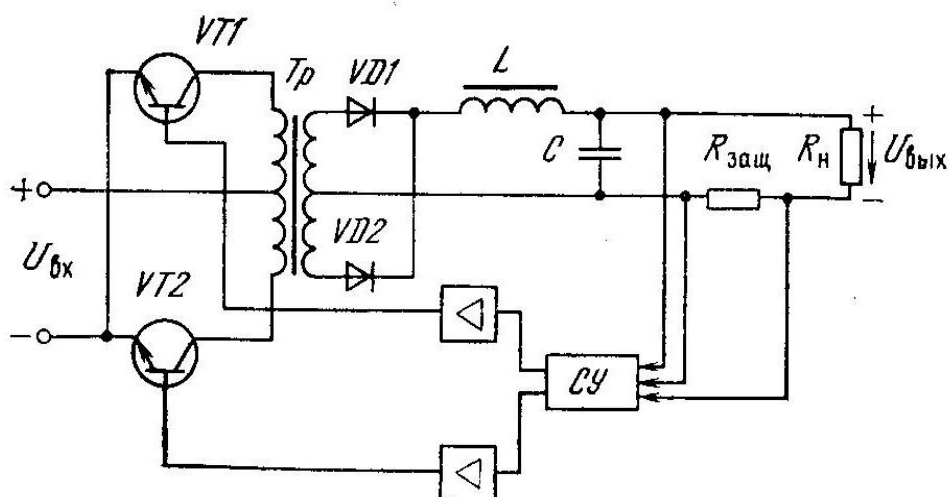
Onlayn tuzilish kerak nollari pallasiz yuqori muayyan o'zgarish kerak o'zgartiradi. Tr transformatorning ekimshini o'ramidagi transformatsiyalangan kerak VD2 ham VD3 diodlardagi ekinchi taktli tuzilishlash beriladi, tuzilishlash ham C_n siyimlilik filtri saqlanadi.

Duzilishlashning ekinchi taktli o'zgartirishning printsipl sxemasi 5-suvetda keltirilgan. Ol 3, v-suvetda ko'rsatilgan tuzilish sxema bo'yinsha jaylangan. U_{KIR} kirish keraklarini dastlab VT1 ham VT2 tranzistoridagi o'zgartirish beriladi.



4-su'ret. Kiris impulsli stabilizatorli o'zgartkishtin' printspial sxemasi

O'zgartkish jumisin basqariw , basqariw sxemasinan ken'lik boyinsha modulyatsiyalang'an impulslardin beriliwi arqali a'melge asiriladi. Bul impulslar R_j juklemedegi shig'is kernewin baqlaydi ha'm impulslar ken'ligi sonday etip o'zgartiriledi, U_{KIR} kiris kernewi eki jukleme toki o'zgergende shig'is kernewinin' ortasha ma'nisi berilgen aniqliqta turaqli uslap turiladi.



5-su'wret. Duziwlentug'in eki taktli o'zgartkishtin' printspial sxemasi

Integral miokrosxemalarda duziwlentug'in o'zgartirgishte basqariw sxemalari sipatinda qollaniliwi mu'mkin. Biraq, integral mikrosxemalardin' shig'is tokleri quwatli kush tranzistorlarin basqariw ushin jetrli bolmaydi. Sonin' ushin, basqariw sxemasinan keyin signal qosimsha kusheytirgishte kusheytiriledi ha'm kusheytirilgen parq signali quwatli kush tranzistorlarinin' kirislerine beriledi. O'zgartirgishte quwatli kush tranzistorlarin tok boyinsha artiqsha juklemeden yamasa qisqa tutasiwdan qorg'aw basqariw sxemasinan R_{qor} qorg'aniw rezistorinda artiqsha jukleme haqqinda signal aliniwi arqali a'melge asiriladi.