

АСИНХРОН ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИ ЗАМОНАВИЙ ЭЛЕМЕНТ БАЗА АСОСИДА ТУЗИЛГАН ЧАСТОТАВИЙ БОШҚАРИШ СХЕМАСИ

М22-16 гуруҳи магистранти Д.И.Эгамбергенов
Илмий раҳбар т.ф.н., проф. Н.М. Арипов

Мақолада асинхрон двигателнинг бошқариш қонуниятлари кўриб чиқилган ва бу қонуниятлар асосида бир қанча усуллардан фойдаланилган. Келтирилган хулоса натижасида асинхрон двигатель асосида тузилган ростланадиган электр юритмаларни яратишда қандай ростлагичдан фойдаланиш масаласи ёритилган.

In the article regulatiry control of an asynchronous motor were examined and several methods were used based on these regularities. According to the given conclusion the issue of using of which rectifier in creation of rectifying electric drive based on asynchronous motor was described.

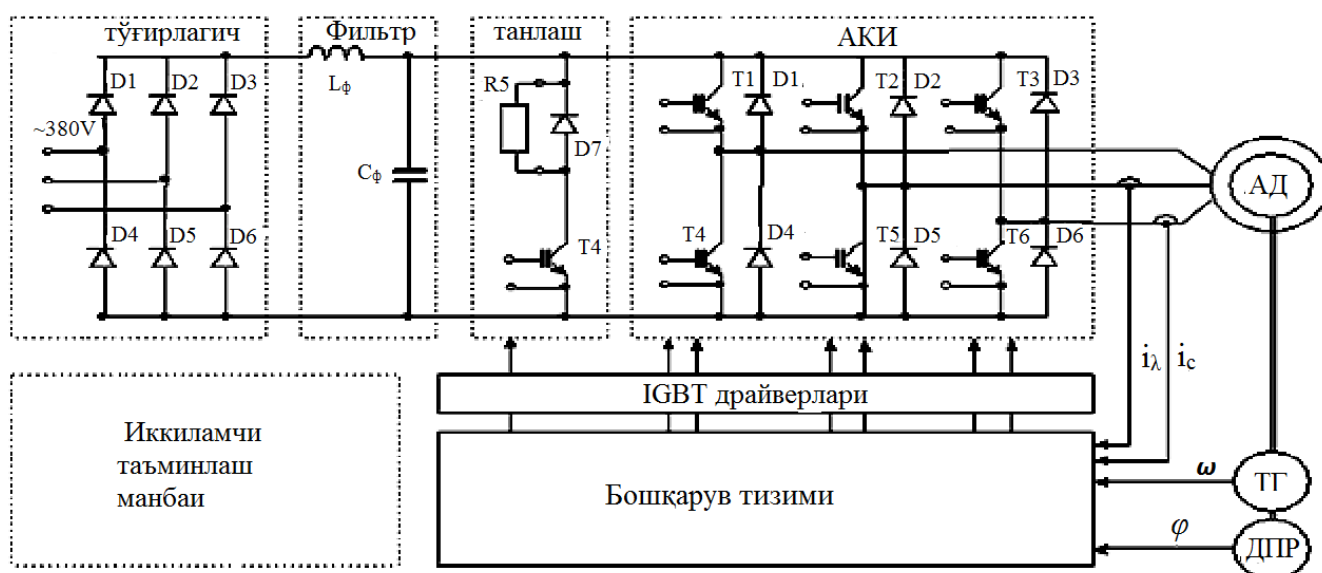
Умумлашган электр юритмаларнинг частотавий бошқаришнинг асосий қонунлари куйидагилардир:

- 1) статор кучланиши ва частотасининг пропорционаллик қонуни $U_s/\omega_1 = \text{const}$,
- 2) магнитловчи занжирдаги магнит оқими илашишини доимийлиги қонуни $\Psi_o = \text{const}$,
- 3) двигатель роторидаги магнит оқими илашишини доимийлиги қонуни $\Psi_r = \text{const}$,
- 4) ротор кучланиши ва абсолют сирпанишнинг пропорционаллик қонуни $U_r/\beta = \text{const}$.

Ушбу қонунлар шуни ўрнатадики, двигателнинг тезлиги (моменти) ни частотавий ростланганда таъминловчи кучланишнинг амплитудаси ва частотасининг нисбати ўзгармас ҳолатда ушлаб турилиши ёки оқим илашиши барқарорлашган бўлиши зарур.

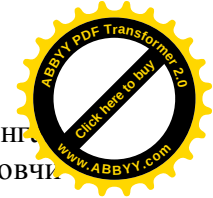
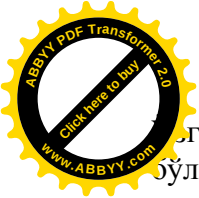
Кўрсатилган ифодаларни амалга оширилиши электр машинанинг тури ва конструктив бажарилишига боғлиқ. $U_r/\beta = \text{const}$ нисбати фақат фаза роторли машиналарга тўғри бўлиб, улар ҳозирда юқори қувватли, аммо параметрик бошқариладиган электр юритмаларда кенг қўлланилади.

1-расмда замонавий ўзгарувчан ток электр юритмаларининг таркибига кирувчи асосий функционал блоклар келтирилган.



1- расм. Янги элемент базаси асосида тузилган частота ўзгаркичли асинхрон электр юритманинг функционал схемаси

Кучли токли ўзгарткич, бошқарилмайдиган тўғрилагич $D1...D6$ дан, филтър $L_\phi - C_\phi$ дан, балласт резистори R_6 га эга рекуператив энергияни қабул қилувчи занжирдан ва уч фазали автоном кучланиш инвертори АКИ дан иборат.



Ўзгарткичнинг кучли токли каскадлари бошқариш тизими билан драйвер орқали боғланг. бўлиб, у транзисторларнинг хавфсиз коммутациясини ҳамда ўта юкланишдан сақловчи алгоритмни таъминлайди.

Ўзгарткичнинг мазкур схемаси универсал бўлиб, қисқа туташув роторли асинхрон двигател (АД) га эга бўлган электр юритмаларни юқорида кўрсатилган частотавий бошқариш қонунлари асосида амалга ошириш имкониятини беради. ЭМ нинг тури, унинг частотавий бошқариш усули ва бунинг учун керакли бўлган тескари алоқаларнинг тузилиши бошқариш тизимининг функционал жихатдан қурилишини аниқлайди.

Электр юритманинг датчиксиз бошқарув тизимини тузишда, тахогенератор ТГ ёки роторнинг ўрин жойи датчиги ЎЖД ни мавжудлиги шарт бўлмайди. Ўзгарувчан ток электр юритмасининг умумий тузиш принциплари ва бошқариш тизимининг асосий функционал блокларини кўриб чиқамиз.

Ростланадиган электр юритмаларни қуришдаги муҳим масалалардан бири – АКИ нинг кучли токли қалитларини коммутациялаш алгоритмининг танлашдир. Чунки, ушбу танлаш оқибатида, қўлланиладиган кучли токли элемент базаси белгиланиб, ўзгарткичнинг ростлаш ва энергетик характеристикалари аниқланади.

Кўриб чиқиладиган транзисторли кучли токли ўзгарткичда импульс кенглиги бўйича модуляциялаш (ШИМ) алгоритми мавжуд бўлиб, у чиқишдаги кучланишни модули ва фазаси бўйича кенг диапазонда ростланишни таъминлайди. Бу эса, электр юритматизимининг тезлик бўйича кенг диапазонда ростланганда зарур бўлади.

Шунингдек, симметрик импульс кенглиги бўйича модуляция ШИМ ўзгарткичнинг чиқишидаги токини пульсациясини камайишига, яъни юкланишнинг қувват йўқотишларини ҳамда электромагнит халақитларини пасайишига олиб келади. Шу сабабдан, бошқариш тизимининг чиқиш блоклари симметрик ШИМ билан жихозланади.

Хар қандай ўзгарувчан ток электр юритмаларининг бошқариш тизимида координата ўзгарткич КЎ лар мавжуд бўлиб, у ростланувчи ўзгарувчилар ўртасидаги турли координаталар тизими бўйича боғланишларни ўрнатади.

Юқорида кўрсатилганидек, электр машинанинг математик ифодаси ҳамда бошқариш тизимидаги ростлагичларнинг синтези, таянч векторлари билан боғлиқ бўлган айланадиган координата тизими орқали амалга оширилади. Лекин, АКИ ёрдамида АД ни бошқариш ва фазалардаги токни ўлчаш, уч фазали қўзғалмас координаталар тизими $a-b-c$ да бажарилади ва статор чўлғамлари билан боғлиқ бўлади.

Шу сабабдан, умумий ҳолатда координата ростлагич КР ларининг сигналлари тўғри ва тескари трансляциясини, айланадиган $x-y$ (ёки $d-q$) ҳамда айланмайдиган икки фазали $a-b$ ва уч фазали $a-b-c$ координаталар тизимларида Кларк тенгламасига кўра амалга оширилади. Ушбу тенгламаларда ток ва кучланиш векторларининг проекцияси координата тизимида мос ҳолдаги индекслар билан белгиланади (x, y – индекслари d, q – индексларига мос ҳолда).

-бошқаришнинг тўғри канали

- ток бўйича тескари алоқа канали

$$u_{s\alpha} = u_{sx} \cos \omega t = u_{sy} \sin \omega t,$$

$$u_{s\beta} = u_{sx} \sin \omega t + u_{sy} \cos \omega t,$$

$$u_{sa} = u_{sa},$$

$$u_{sb} = 0.5 u_{s\alpha} - 0.86 u_{s\beta},$$

$$u_{sc} = -0.5 u_{s\alpha} - 0.86 u_{s\beta}.$$

$$i_{s\alpha} = i_{sa},$$

$$i_{s\beta} = -(i_{sb} + i_{sc}) / 0.86,$$

$$i_{sx} = i_{s\alpha} \cos \omega t + u_{s\beta} \sin \omega t,$$

$$i_{sy} = -i_{s\alpha} \sin \omega t + u_{s\beta} \cos \omega t$$

Рақамли-аналог бошқариш схемаларда бу тенгламаларни амалга ошириш мураккабдир, чунки у кўп сонли микросхемалар тўпламини ҳамда аналог кўпайтиргичларни талаб қилади. Бошқариш тизимида микроконтроллерларни қўллаш, координата ўзгарткичларини қуриш масаласини осонлаштиради, лекин кўпайтириш операцияларни катта сони, ростлаш циклининг частотасини камайтиради, бу эса баъзи талабларга жавоб бермайди.

Электр юритманинг анаънавий бошқариш тизими, ўзгарувчиларни бўйсундирилган ҳолда ростланиш принципига кўра қурилади. Бунда, токнинг ички контури тезликни ростлаш контури ва керак бўлганда эса ўрин жойи контури билан ҳам қамраб олинади. Ток контурини қўзғалмас координаталар $a-b-c$ тизимида тузиш, координата ўзгарувчилари сонини камайтиради, бу ўз навбатида бошқариш тизимини соддалаштиради.



Маълумки, қисқа туташув роторли АД, унинг атрофидаги “сирпанадиган” стат. майдони ёрдамида кўзғалади. Двигателни бошқариш жараёнида, ротор майдони ўзгармас бўлиши зарур. Натижада, магнит тизимини тўйиниши камайиб, АД нинг механик характеристикаси чизикли бўлиб қолади ва электр юритмаларнинг динамик параметрлари яхшиланади. Ушбу масаланинг ечими анча мураккабдир. Шу сабабдан, АД ни бошқариш қонуни ва услубини танлаш электр юритмага қўйилган талаблардан келиб чиқади.

Шундай қилиб, юқорида кўриб чиқилган электр юритмаларни яратишда, тезлик бўйича диапозони, тезликни ростлашни аниқлиги, инверторнинг манбаловчи кучланиш, максимал момент каби кўрсаткичларга мос миқдорда танланади, натижада оптимал энергетик характеристикалар олиниши кўзда тутилади.

АД учун $U_s/\omega_1 = \text{const}$ бошқариш қонунини амалга оширадиган функционал схемада “кучланиш-частота” ўзгарткичи ёрдамида манбаловчи кучланиш амплитудаси ва инвертор коммутациясининг асосий частотасини нисбати ўзгармас ушлаб турилади. Координата ўзгарткич $\sin$ ва $\cos$ функциялари жадваллари ҳамда рақамли-аналог ўзгарткичлар асосида бажарилади. Бундай частотавий бошқариш кенг тарқалган бўлиб, бунда юритманинг тезлигини ростлаш диапозони кичик ва тизимга динамик жараёнлар бўйича юқори талаблар қўйилмаган бўлади. Токни ростлаш контурнинг мавжудлиги ток амплитудасини частотага бўлган нисбатини ўзгармас қилиб ушлаб туришга имконият яратади. Натижада механик характеристикани қаттиқлиги ортади, лекин электр юритмаларни асосий характеристикалари яхшиланмайди. Ушбу АДнинг тезлигини ростлаш принципи частотали-токли бошқариш усулига тааллуқлидир.

АД ни частотали-токли принципи бўйича бошқаришнинг бошқа усули абсолют сирпаниш бўйича ростлаш деб аталади ва у $\Psi_m = \text{const}$ ҳамда $\Psi_r = \text{const}$ қонунларини амалга оширади. Бунда, $\Psi_r = \text{const}$ қонуни анча афзалроқдир чунки бир хил амалга оширилганда, электр юритмаларнинг характеристикаларини яхшироқ қийматларини таъминлайди. Абсолют сирпаниш бўйича тузилган электр юритмаларни бошқаришда $\Psi_r = \text{const}$ қонунини таъминлайдиган учта асосий усулни кўрсатиш мумкин, булар: скаляр, поляр ва векторли усуллар. Ушбу усуллар қуйидаги тенгламаларни бажаришга асосланган:

вектор кўринишида

$$I_s = \Psi_r (1 + j\beta L_r / R_r) / L_m, \quad (1)$$

поляр кўринишида

$$I_s = \Psi_r / L_m \cdot \sqrt{1 + (\beta L_r / R_r)^2}, \quad \delta = \arctg(\beta L_r / R_r) \quad (2)$$

бунда δ – роторнинг оқим илашиши Ψ_r ва статор токи i_s векторлари орасидаги бурчак, β – абсолют сирпаниш.

Ростланишни *скаляр усули* ток i_s нинг модулини Ψ_r га боғлиқ ўзгариши бўйича (1) тенглама асосида бажарилади. Ушбу усул 1-расмда келтирилган функционал схема орқали амалга оширилади бунда токни ростлаш контурининг тўғри каналига тааллуқли нозикли блок киритилади.

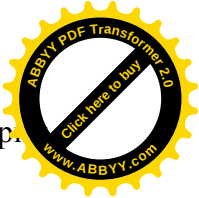
1-расмда келтирилган функционал схема ток i_s ни оқим илашиши Ψ_r билан боғлиқ бўлган поляр бошқариш усули ни ифодалайди, бунда токнинг модули I_s ҳамда фазаси δ бир вақтнинг ўзида ростланади.

Векторли бошқариш усули сирпаниш бўйича олиб борилади ва бунда x - y координаталар тизимига проекциялари тақсимланган (2) тенглама ишлатилади. Бундай ҳолатда, токни икки канал бўйича ростлаш олиб борилади ва роторнинг оқим илашишини вектори Ψ_r га мос тушган айланувчан координаталар тизимини вектори проекциясига мос бўлади. Ҳақиқий ўққа бўлган ток I_{ds} нинг проекцияси ўзгармас қилиб ушлаб турилади ёки АД ни икки фазали ростлинишини таъминлаш учун айланиш тезлигига мос ҳолда ростланади. Мавҳум ўққа бўлган ток I_{qs} нинг проекцияси абсолют сирпанишга нисбатан пропорционал ўзгаради:

$$\beta = I_{qs} / (C_m I_{mr\max}), \quad (3)$$

бунда $C_m = L_r \omega_1 / R_r$, $I_{mr\max}$ – роторнинг берилган токи.

Кўриб чиқилган АД нинг бошқариш тизимлари, кўзғалмас координата тизимидаги ток бўйича ростлаш контурларига эга. АД асосида тузилган ростланадиган электр юритмаларни



атишда айланувчан x -у тизимида токни ростлашни амалга оширувчи ПИ-ростлагичлар қўллаш мақсадга мувофиқ.

АД нинг статикада ишлаши нуқтаи назаридан, абсолют сирпаниш бўйича бошқарув усуллари бир-бирига тенг бўлиб, барча ҳолатларда механик характеристикалар тўғри чизик кўринишда бўлади (ЎТД характеристикаларига ўхшаш). Динамик режимларда ватезликдиапазони кенг бўлганда эса векторлибошқарув афзалдир.

ЭМ ни бошқариш усули ҳамда қонунини танлашда нафақат ижро этувчи двигателни тури, балки электр юритманинг характеристикасига бўлган талабларни ҳисобга олиш зарур. Масалан, АД асосида қурилган тезкор, кенг диапазонда ростланадиган электр юритма импульс кенглиги бўйича модуляция ШИМ билан жихозланган инвертор асосида ҳамда абсолют сирпаниш бўйича вектор бошқарувига кўра тузилади. АД асосида қурилган оддийроқ электр юритмаларнинг тизимларида эса скаляр ва поляр бошқарув қўлланилади.

Адабиётлар

1. Арипов Н.М., Хошимов А.А. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод шелкоматания. Т. ТашГТУ. 2000. 72 с.
2. Барский В.А. и др. Создание серии IGBT преобразователей частоты для регулируемых асинхронных электроприводов /Электротехника.1999 г. 38-41с.
3. Дацковский Л.Х. и др. Современное состояние и тенденции в асинхронного частотно-регулируемого электропривода /Электротехника, 1996 г. 18-28с.