



ФАННИНГ НОМИ:

**ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТ ТИЗИМЛАРИНИНГ
РЕЛЕ ҲИМОЯСИ ВА АВТОМАТИКАСИ**

9

Маъруза

- Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.
- Ток ва кучланиш индукцион релелари.



Сиддиқов.И.Х

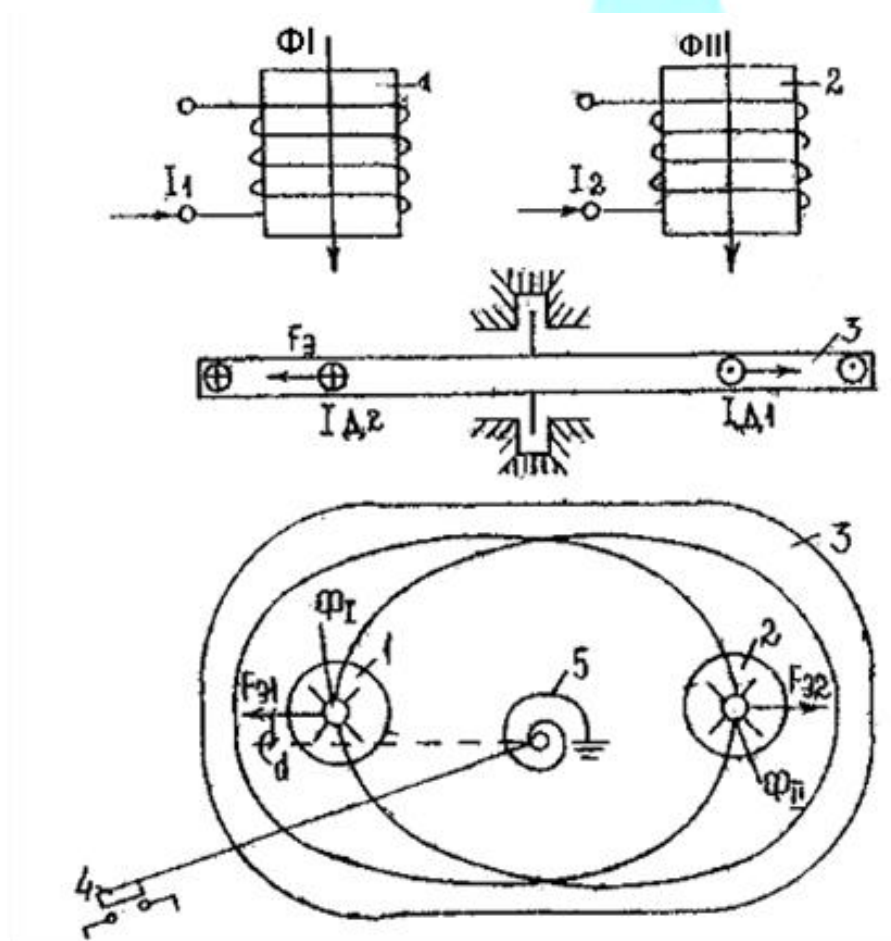


Д.т.н., Профессор

Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.

Реле икки магнит оқим Φ_I ва Φ_{II} нинг магнит майдони таъсирида ҳаракатланувчи қисм 3 дан иборат. Магнит оқимлар кўзгалмас электромагнитлар 1 ва 2 нинг чулғамида ток оқиши натижасида юзага келади. Ҳаракатланувчи қисм мис ёки алюминийдан ясалган ва ўқга маҳкамланган айланувчи диск ёки цилиндр шаклида тайёрланади. Соат стрелкасига тескари ҳаракатланган қисм (диск) пружина 5 ни кучини енгади ва контактлар 4 ни кўшади.

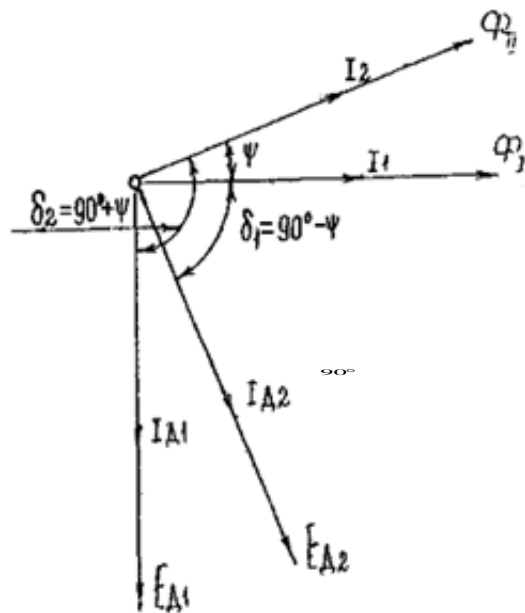
Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.



Чулғамлар 1 ва 2 дан Φ_I ва Φ_{II} магнит оқимлар ҳосил қилувчи ўзгарувчан (синусоидал) I_1 ва I_2 тоқлар оқади. Магнитлашга сарф бўлган йўқолишларни ҳисобга олмасак, Φ_I ва Φ_{II} оқимлар фазалари бўйича уларни ҳосил қилувчи тоқлар билан мос келади

1-расм. Индукцион релеларнинг тузилиши

Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.



2-расм. Индукцион реле э.ю.к. си, ток ва магнит оқимлари

Харакатланувчи қисм 3 га сингиб Φ_I оқим унда $E_{d1} = d\Phi_I F/dt$ э.ю.к. ни ҳосил қилади. Индукция қонунига асосан ҳосил қилинган э.ю.к. уни ҳосил қилувчи магнит оқимлардан фаза бўйича 90° га орқада қолади. E_{d1} ва E_{d2} э.ю.к. лар таъсири остида ҳаракатланувчи қисмда I_{d1} ва I_{d2} уюрма тоқлар ҳосил бўлади.

Уюрма тоқлар контури индуктив қаршилигининг кичиклиги натижасида уларнинг йўналишлари э.ю.к. ларга мос қилиб олинади. Кўрилаётган конструкцияда Φ_I оқим ва I_{d2} ток, Φ_{II} оқим ва I_{d1} тоқларнинг ўзаро таъсири натижасида $F_{\Sigma 1}$ ва $F_{\Sigma 2}$ кучлар ҳосил бўлади.

Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.

Маълумки, магнит оқим билан у ҳосил қилган токнинг контури орасидаги таъсир кучи магнит оқимининг бир текис магнит майдон ҳосил қилиш шартида нолга тенг. Шунинг учун Φ_I ва $I_{Д1}$, Φ_{II} ва $I_{Д2}$ катталиклар орасида ўзаро таъсир кучи кузатилмайди. $F_{\varepsilon 1}$ ва $F_{\varepsilon 2}$ кучларнинг йўналишлари оқим ва токларнинг мусбат қийматлари учун “чап қўл” қоидаси бўйича аниқланади (2-расм). Ҳар бир кучнинг йўналиши ва ишораси магнит оқим ва у билан таъсирлашаётган ток $I_{Д1}$ нинг ораларидаги фазалар бурилиш бурчаги билан аниқланади. $F_{\varepsilon 1}$ ва $F_{\varepsilon 2}$ кучлар натижаловчи электромагнит куч F_{ε} ҳосил қиладилар ва бу натижаловчи куч $F_{\varepsilon 1}$ ва $F_{\varepsilon 2}$ нинг алгебраик йиғиндиси тарзида аниқланади.

$$F_{\varepsilon} = F_{\varepsilon 1} + F_{\varepsilon 2}$$

Индукцион релеларини тузилиши ва ишлаш принципи.

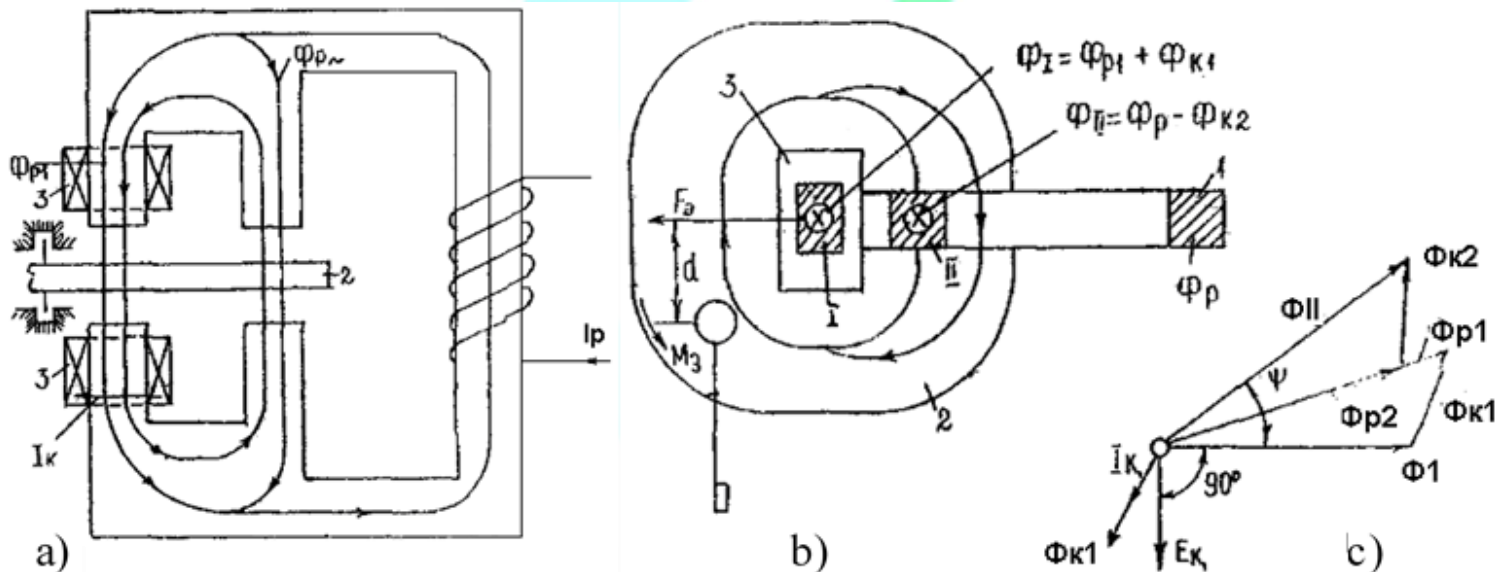
Натижаловчи куч $F_э$, айланувчи момент $M_э = F_э d$ ни ҳосил қилади, бу ерда d - $F_э$ кучнинг елкаси. Электромагнит куч ва момент ($F_э$ ва $M_э$) таъсирида, $M_э$ нинг ишорасига боғлиқ равишда реле контакти 4 ни қўшади ёки узади.

Ҳулоса қилиб айтганда, индукцион релеларнинг ишлаши икки магнит оқимининг реледаги ҳаракатланувчи қисмда индукцияланувчи тоқлар билан ўзаро таъсирга асосланган.

Ток ва кучланиш индукцион релелар

Қисқа туташган чулғамли (экранли) релелар.

Реле диск 2 ўқи жойлашган қутбли электромагнит 1 дан иборат. Электромагнитнинг юқори ва пастки қутбларида қутбнинг бир қисмини ўраб турувчи мисдан ясалган қисқа туташган чулғамлар 3 жойлашган. Реленинг чулғамидаги ток I_p ва қисқа туташган чулғамдаги ток I_k , Φ_p ва Φ_k оқимлар ҳосил қилади.



3-расм. Қисқа туташган чулғамли ток ва кучланиш индукцион релеларининг тузилиши, вектор диаграммаси

Ток ва кучланиш индукцион релелар

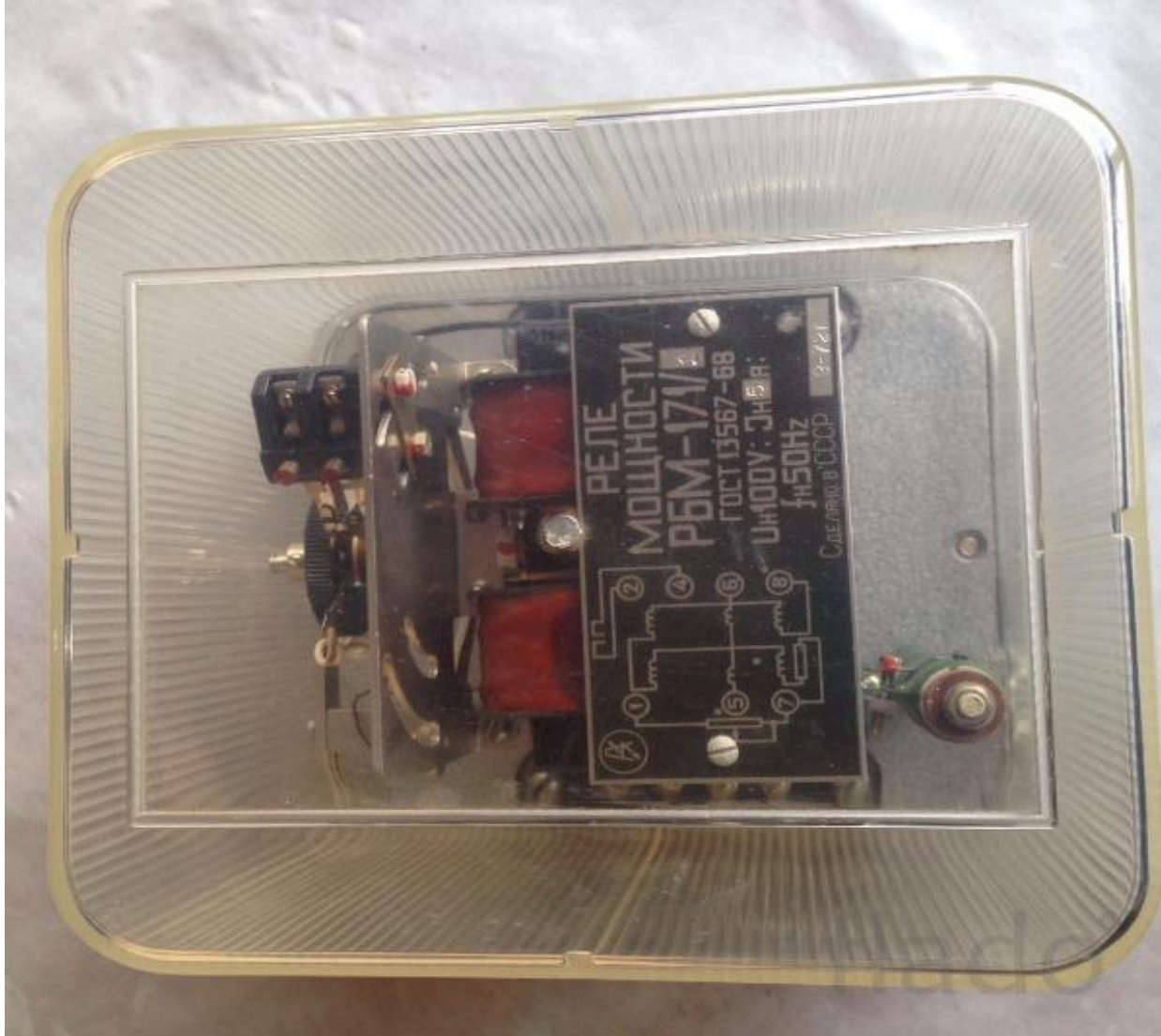
Қисқа туташган чулғамни ўраб олган қутб I дан натижаловчи $\Phi_I = \Phi_{p1} + \Phi_{к1}$ магнит оқим чиқади. Иккинчи қутбдан $\Phi_{II} = \Phi_{p2} - \Phi_{к2}$ оқим чиқади. Иккала магнит оқим ҳам дискка сингади ва унда уярма тоқлар ҳосил қилади

Оқимларнинг вектор диаграммаси 3.с-расмда кўрсатилган. У худди қисқа туташган чулғамли электромагнит реленинг вектор диаграммаси шаклида курилади. Вектор диаграммадан кўриниб турибдики, Φ_I ва Φ_{II} оқимлар бир биридан фаза бўйича

ψ бурчакка фарқ қилади, ваҳоланки Φ_{II} оқим Φ_I дан ўтиб кетади. Бундан хулоса шуки, қисқа туташган чулғамли реленинг тузилиши иккита бир-биридан фазалар бўйича фарқ қилувчи ва фазода бир-бирига нисбатан силжиган оқим ҳосил қилиб беради. Φ_I ва Φ_{II} оқимларнинг дискдаги индукцияланган тоқлар билан таъсири натижасида F_ε электромагнит куч ва дискка таъсир қилувчи момент ҳосил бўлади.

$$M_\varepsilon = F_\varepsilon = k\Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

Реле РБМ



Ток ва кучланиш индукцион релелар

Иккала магнит оқим ҳам I_p токка пропорционал бўлганлиги сабабли I_p ток ўзгарганда бурчак ψ ўзгармасдан қолади ва

$$M_{\text{э}} = k' I_p^2$$

Реле чулғамини тармоқдаги ток билан таъминлаганда реленинг моменти

$$M_{\text{э}} = k' I_T^2$$

шунинг учун реле ток релеси дейилади. Агар реленинг чулғами катта қаршиликка эга бўлса ва у тармоқ кучланиши U_T билан таъминланса реленинг чулғамидаги ток

$$I_p = \frac{U_T}{Z_p n_n}$$

Ток ва кучланиш индукцион релелар

Бу ерда n_n - кучланиш трансформаторининг трансформация коэффициенти, Z_p – реле чулғамининг қаршилиги. Бундан реленинг ишлаши тармоқ кучланиши билан характерланади, шунинг учун бу реле кучланиш релеси дейилади.

$$M_{\text{э}} = k U_T^2$$

Индукцион релеларнинг сабр вақти

Индукцион релеларнинг сабр вақти

Индукцион релеларнинг тузилиши уларни махсус соат механизмларисиз вақт бўйича ишловчи қилиб тайёрлаш имконини беради. Индукцион релеларнинг ишлаш вақти реле контактларини диск ёрдамида α бурчакка бурилишига ва диск харакатининг бурчак тезлигига боғлиқ (3-расм). Агар

айланиш тезлиги ўзгармас бўлса вақт $t_p = \frac{\alpha}{W_p}$ формуладан топилади.

Дискнинг харакати ортиқча момент $M_{aйл} = M_э - M_к$, яъни электромагнит момент $M_э$ ва унга тескари таъсир қилувчи қаршилик momenti $M_к$ ҳисобига содир бўлади. Айланиш momenti системанинг инерция momenti $Jd\omega / Fdt$ ни енгади ва унга $d\omega / Fdt$ тезланиш беради:

$$M_{aйл} = Jd\omega / Fdt$$

Индукцион релеларнинг сабр вақти

$M_{айл}$ ортиқча момент қанча кўп бўлса, шунча дискнинг айланиш тезлиги ω_p катта бўлади. Реле чулғамидаги I_p токнинг ошиши билан ортиқча момент I_p^2 га пропорционал ошади. Бунинг натижасида тезлик ω_p ошади ва бунга мос равишда реленинг ишлаш вақти t_p камаяди.

Шундай қилиб, индукцион релеларнинг ишлаш вақтлари токнинг функциясидир, ток ортганда вақт t_p камаяди. Реле ишлаш вақтининг бу хусусияти токка боғлиқ бўлган хусусият дейилади. Амалда вақт бўйича чегараланган боғлиқ хусусиятли ток релелари қўлланилади.

Бу боғлиқликнинг хусусияти шундаки, реледаги токнинг маълум бир қийматдан бошлаб реленинг ишлаш вақти ўзгармас бўлиб қолади. Буни боғлиқ бўлмаган хусусият дейилади.

Индукцион релеларнинг сабр вақти

Чегараланган боғлиқ бўлган характеристикали реленинг параметрлари шундай олинадики, бунда характеристиканинг боғлиқ бўлмаган қисмига мос келувчи тоқларда реленинг магнит ўзаги тўйинади. Магнит ўзак тўйинганда I_p тоқининг ошиши билан магнит оқимлар Φ_I ва Φ_{II} ўзгармайди. Натижада ортиқча момент ва u билан боғлиқ бўлган дискнинг айланиш тезлиги ва реленинг сабр вақти ўзгармасдан қолади. Индукцион релеларда сабр вақтини ошириш учун дискни ўз қутблари билан ўраб турувчи доимий магнит ўрнатилади, диск айланиш пайтида уни доимий магнитнинг магнит оқими Φ_m куч чизиқлари кесиб ўтади ва бунинг натижасида дискда “қирқиш” тоқлари пайдо бўлади. Бу тоқларнинг магнит оқим Φ_m билан ўзаро таъсири натижасида момент ҳосил бўлади ва u дискнинг харакатига тескари таъсир қилади. Момент M_m ортиқча моментни камайтиради, бунинг натижасида тезлик камаяди ва сабр вақти t_p ортади.

Индукцион релеларнинг сабр вақти

Индукцион релеларнинг ишлаш вақтлари одатда қўзғалмас ва қўзғалувчан контактлар орасидаги масофани ўзгартириш ҳисобига бошқарилади. Тезкор индукцион релелар доимий магнитсиз ва ҳаракатланувчи системаси кичик йўл босадиган қилиб тайёрланадилар. Булардан ташқари реленинг тезроқ ишлаши учун ҳаракатланувчи системанинг тезлиги оширилган бўлади.

$$M_{\text{айл}} = Jd\omega / Fdt$$

формуладан кўришиб турибдики, инерция момент J қанча кичик бўлса реленинг ҳаракатланувчи қисми шунча тез айланади. Шунинг учун кичик диаметрли ва кичик инерция моментли цилиндрлик роторли айланувчи системалар ишлатилади. Цилиндрлик роторли реленинг ишлаш вақти 0.02-0.04 сек, дискли реленинг энг кам ишлаш вақти 0.1 сек.

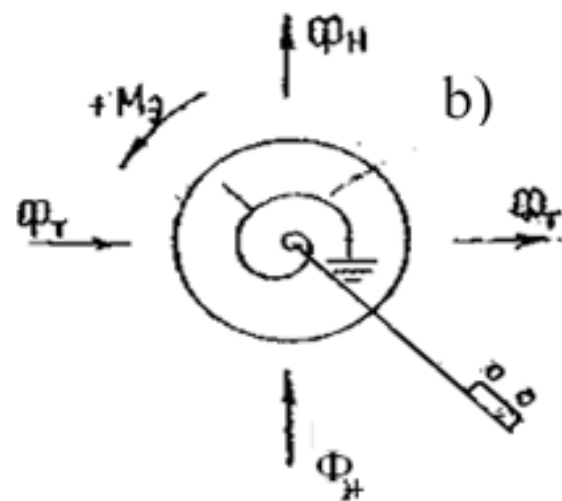
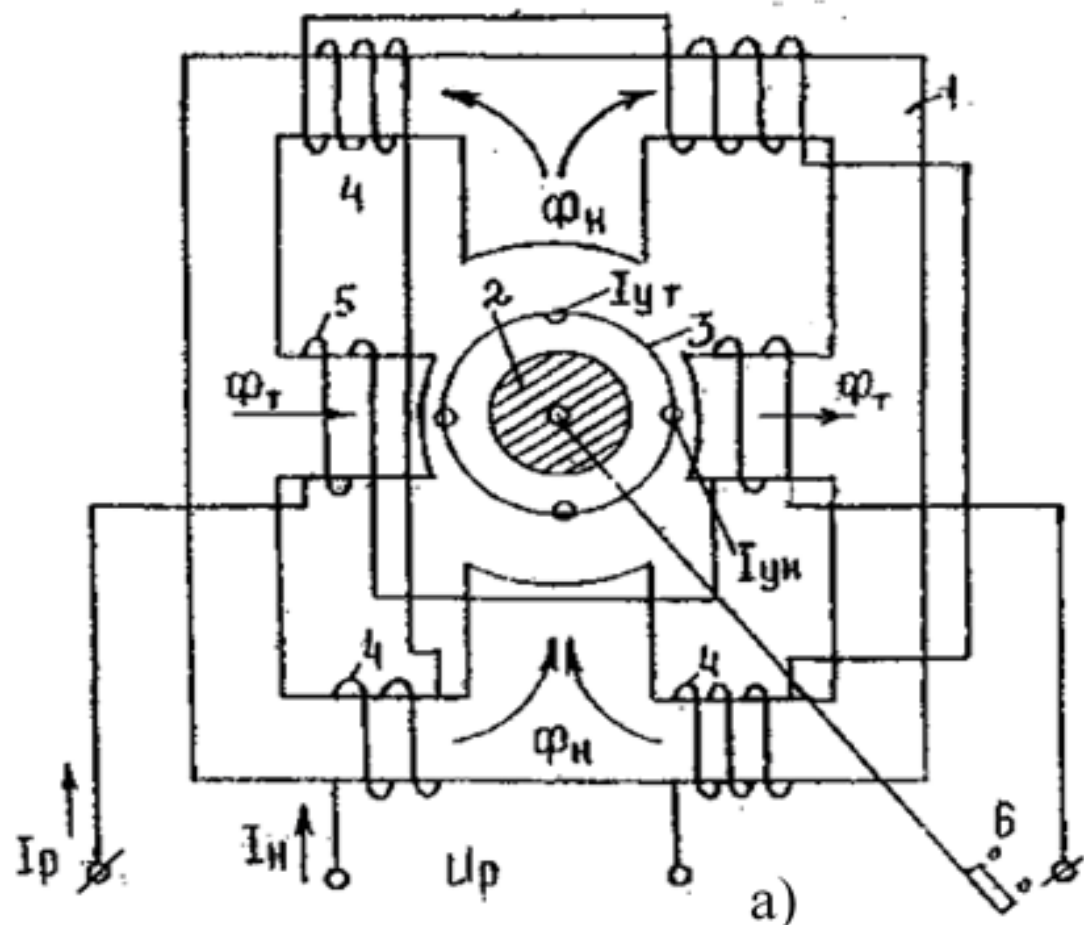
Инерцион айланиш

Йиғилиб қолган кинетик энергия ҳисобига индукцион реленинг айланувчи диски электромагнит кучнинг таъсири тугагандан кейин ҳам айланаверади. Дискнинг инерцион айланиши реленинг контактларини тармоқнинг қисқа туташуви ўчирилгандан кейин ҳам қўшиб юбориши мумкин. Дискнинг инерцион айланишини камайтириш учун доимий магнит ишлатилади. Шунинг учун бу турдаги релелар ишлатилган ҳимояларнинг ёлғон ишлашларини олдини олиш учун сабр вақтни ўрнатаётганда инерцион хатолик ҳисобга олинади.

Индукцион қувват релеларининг тузилиши ва ишлаш принциплари.

Ҳозирги замон индукцион қувват релелари цилиндрик ротор кўринишдаги ҳаракатланувчи системали қилиб тайёрланади (4- расм).

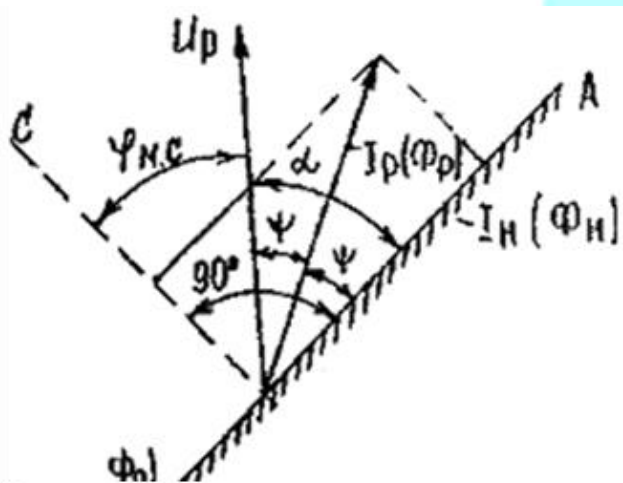
Реле ичкарига чиқиб турган қутбли ёпиқ магнит ўзак-система 1 дан иборат. Қутблар орасига қутблараро кенгликнинг магнит сингдирувчанлигини оширувчи пўлат цилиндр 2 ўрнатилган. Алюминийдан ясалган цилиндр 3 (ротор) пўлат ўзак ва қутблар орасидаги ҳаво ораликда айланиши мумкин. Ротор 3 айланган пайтда реленинг контактлари 6 қўшилади. Ротор ва контактларнинг бошланғич ҳолатига қайтариш учун тескари таъсир қилувчи спиралсимон пружина 7 ишлатилган.



- 1- магнит узак
- 2- пулат цилиндр
- 3- ротор(алюм.)
- 4- чулгам(V_p)
- 5- чулгам(I_p)
- 6- контакт
- 7- пружина

4-расм. Қувват релеси: а)-цилиндрик роторли реле;

Чулғам 4 $U_p = U_m / n_n$ кучланиш билан, чулғам 5 эса $I_p = I_m / n_m$ ток билан таъминланади, бу ерда U_m ва I_m тармоқ (ҳимоя қилинаётган элемент) кучланиши ва токи. $I_n = U_p / Z_n$ ток чулғам 4 да Φ_n магнит оқим ҳосил қилади. Ўз навбатида I_p ток 5 чулғамдан оқиб Φ_m оқим ҳосил қилади.



5-расм. Қувват релесининг вектор диаграммаси.

Φ_n ва Φ_m магнит оқимларнинг вектор диаграммаси берилган. Вектор диаграммасини қуришга асос бўлиб U_p кучланиш хизмат қилади. I_n ток U_p кучланишдан фаза бўйича φ_p бурчакка бурилган. α бурчак чулғам 4 нинг актив ва реактив қаршиликлари муносабати билан, таъминланаётган кучланиш билан аниқланади ва реленинг ички бурилиш (силжиш) бурчаги дейилади.

Қувват релеларининг асосий характеристикалари.

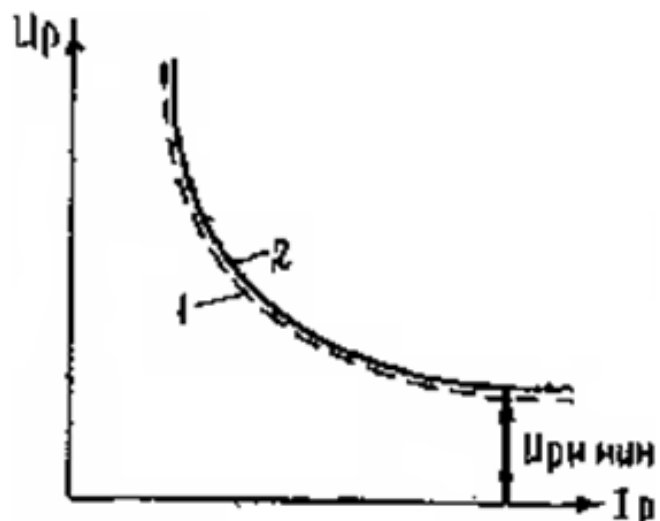
1. Ишлаш қуввати. Электромагнит момент $M_э$ пружинанинг қарши моменти M_n ва ишқаланишлик $M_{ишқ}$ моментларини енганда реле ишлайди. Реле ишлагандаги энг кичик қувватга реленинг ишлаш қуввати S_p и дейилади.

Хозирги замон қувват йўналиши релеларида максимал сезгирлик бурчагида реленинг ишлаш қуввати 0,2 дан 4 ВА гача бўлган қийматни ташкил этади. Реленинг ишлаш қуввати I_p токка ва φ_p бурчакка боғлиқлиги сезгирлик ва бурчак характеристикаларини баҳолайди.

2. Сезгирлик характеристикаси. Ўзгармас φ_p бурчакда реледаги кучланиш ва ток ўртасидаги $U_{пу}=f(I_p)$ боғлиқликни кўрсатади, бунда U_p реленинг ишлаши учун керак бўлган (берилган I_p ва φ_p да) энг кичик кучланиш (7-расм).

Одатда характеристика φ_p нинг қиймати максимал сезгирлик бурчагига тенг бўлганда, яъни $\sin(\alpha - \varphi_p) = 1$ бўлганда олинади. Назарий сезгирлик характеристикаси гипербола кўринишда (1-график) Ҳақиқатда пўлат ўзакнинг I_p нинг катта қийматида тўйиниши ҳисобига ўзгармасдан қолади ва сезгирлик чизиғи ток ўқиға параллел бўлади (2-график)

Сезгирлик характеристикаси.



7-расмда аралаш турдаги реленинг $\alpha=+45^0$ га тенг бўлгандаги характеристикаси берилган

7-расм. Қувват релесининг сезгирлик характеристикаси: 1- назарий; 2- реал

Бурчак характеристикаси

а) реленинг сезгирлигини (U_p ни катталиги билан характерланувчи) ҳар хил φ_p нинг қийматларида ўзгаришини;

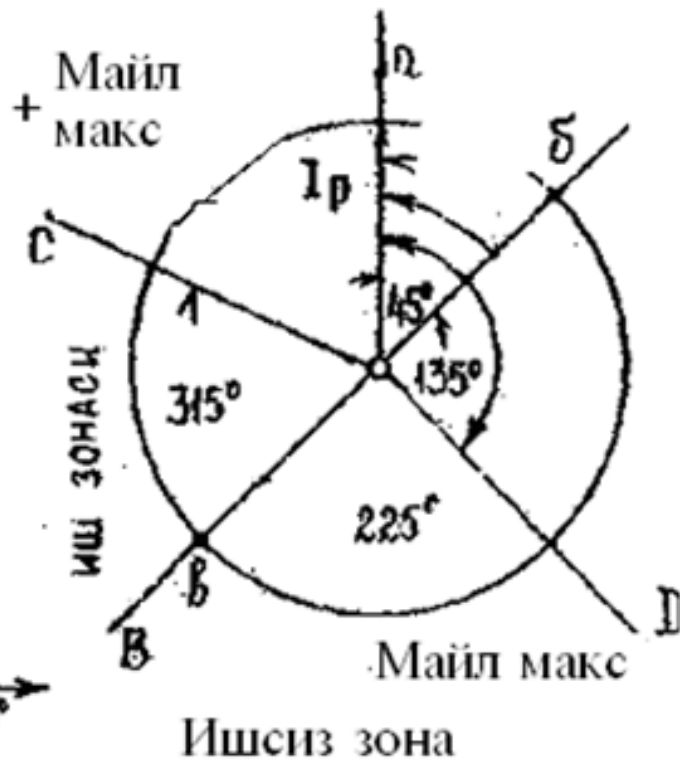
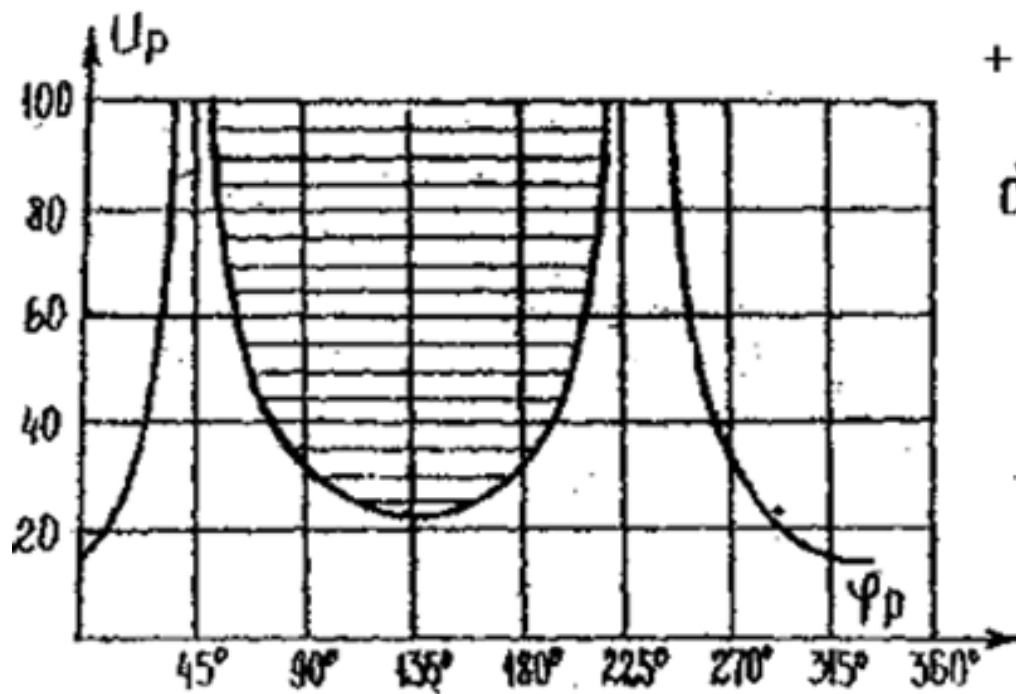
б) реле ишлагандаги кучланишни кичик қийматини ва бурчак φ_p ни энг қулай зонасини (U_p нинг U_p мин га яқин қийматида);

в) қачон электромагнит момент ўз ишорасини ўзгартиришини, φ_p бурчакнинг мусбат ва манфий моментларга мос чегараларини.

Реледаги электромагнит моментнинг ишораси унинг чулғамларидан оқаётган I_n ва I_p тоқларнинг (ёки улар ҳосил қилган оқимларнинг) нисбий йўналишларига боғлиқ. Қувват релеларини қуришда шундай шарт қабул қилинганки, бу шартга биноан реленинг чулғамларидан оқаётган тоқлар (I_n ва I_p) тоқлар бир хил йўналишли бўлганда контактлар уланиши керак.

Реле ўлчов трансформаторларига чулғамларнинг кутбларини ҳисобга олган ҳолда шундай уланадики, ҳимоя зонасида реле ўзининг контактларини улайди.

Ўзича юриб кетиш (самоход) ходисаси.



8-расм. Аралаш турдаги қувват релесини $\alpha=45^\circ$ қол учун бурчак характеристикалари

Ўзича юриб кетиш (самоход) ходисаси.

Ток бўйича ўзича юриб кетувчи релелар қувват тескари йўналганда ишлаб кетиши мумкин, яъни қисқа туташув релега яқин жойда юз берса (чиқишлардаги кучланиш ноль ёки унга яқин бўлганда).

Реленинг ўз-ўзидан ишлаб кетишига сабаб реле магнит системасининг цилиндрик роторга нисбатан носимметрик бўлиши натижаси ҳисобланади. Цилиндрик роторли релеларда ўз-ўзидан ишлаб кетиш ҳолларини олдини олиш учун пўлат ўзакда кертик қўйилган бўлади, ўзакнинг ҳолатини ўзгартириб оқимнинг ҳаво оралиқдаги нотекислигини камайтиради.



Эътиборингиз учун раҳмат!



Сиддиқов.И.Х



Д.т.н., Профессор