

RELEE ȘI DECLANȘATOARE

Releul este un aparat de protecție, cu acțiune automată, care la o anumită valoare a parametrului de intrare (mărimea supravegheată) produce modificarea în salt a valorii parametrului de ieșire.

Dintre aceste mărimi cel puțin una este de natură electrică.

Dacă mărimea de ieșire este de natură electrică, atunci aparatul este un releu indirect.

Dacă mărimea de ieșire este de natură mecanică, atunci aparatul este un releu direct (declanșatoare).

1. Relee

În cazul general, un releu are trei elemente funcționale:

- elementul de recepție (sau elementul sensibil);
- elementul comparator (elementul de măsură și comparare);
- elementul de execuție.

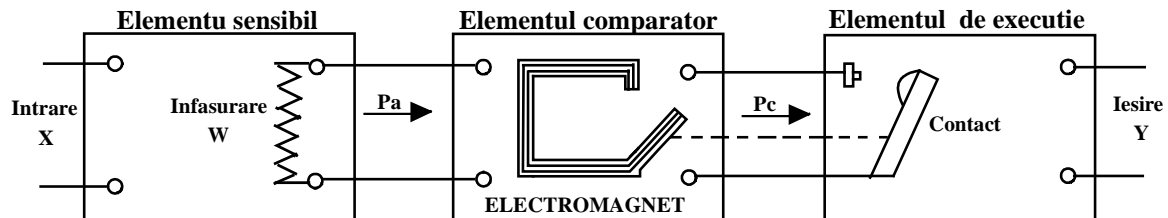


Fig.1.1

Elementul de recepție sesizează modificarea mărimii de intrare (de exemplu a curentului sau a tensiunii) la care releul reacționează și, într-o formă oarecare, transmite impulsul primit elementului intermediar. Elementul intermediar măsoară mărimea primită, o compară cu valoarea stabilită prin reglaj și, dacă aceasta a atins valoarea fixată, transmite acțiunea elementului de execuție. Elementul de execuție, recepționând impulsul transmis, produce o schimbare bruscă a mărimii de ieșire. Astfel, elementul de execuție îndeplinește lucrul mecanic specific tipului respectiv de releu (de exemplu închiderea circuitului de declanșare).

1.1 Clasificarea releelor

a) După principiul de funcționare a elementului de recepție (elementul sensibil):

- rele electromagnetice;
- relee magnetoelectrice;
- rele electrodinamice;
- rele de inducție;
- rele magnetice;
- rele electrotermice;
- rele electronice.

b) După principiul de funcționare a elementelor executoare:

- rele cu contacte;
- rele fără contacte (relee magnetice și electronice).

c) După natura mărimii de intrare:

- relee de curent;
- relee de tensiune;
- relee de putere;
- relee de frecvență;
- relee de timp.

d) După felul cum este realizată acțiunea față de o anumită valoare a mărimii de intrare:

- relee maxime. Acționează la apariția sau creșterea mărimii date peste o anumită valoare maximă;
- relee minime. Acționează la dispariția sau scăderea mărimii date sub valoare limită;
- rele direcționale. Acționează la schimbarea semnului mărimii date;
- rele diferențiale. Acționează când există o diferență între valorile unei mărimi.

e) După modul de montare în circuitul principal

- rele secundare, acelea ce sunt conectate prin intermediul transformatoarelor de măsură în circuitul principal;
- rele primare, acelea ce sunt conectate direct în circuitul principal;
- rele intermediare, acelea ce sunt acționate prin intermediul elementelor executoare ale altor rele.

f) După modul cum acționează asupra aparatului principal al schemei:

- rele directe, la care elementul de execuție acționează direct asupra aparatului principal al schemei;
- rele indirecte, la care elementul de execuție acționează indirect asupra aparatului principal al schemei (prin închiderea unor contacte din circuitul bobinei de conectare și deconectare a aparatului principal).

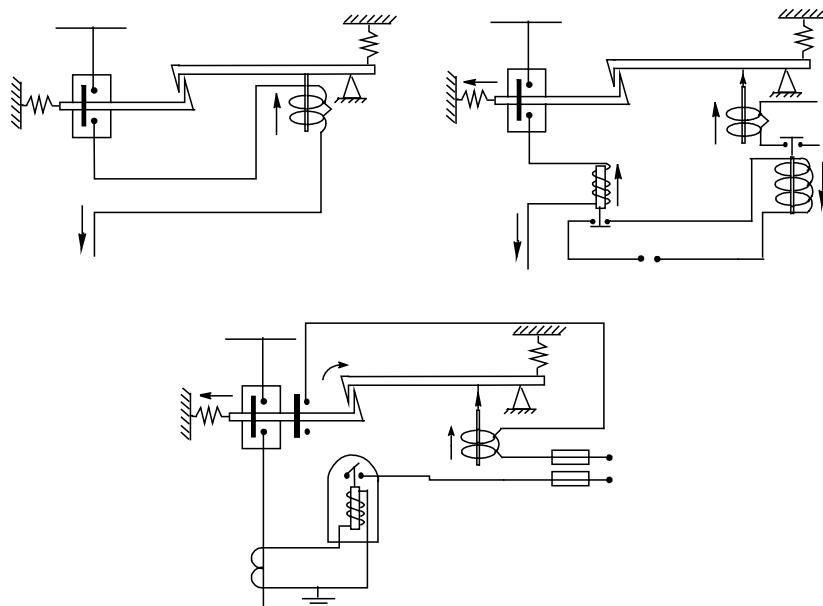


Fig.1.2

În figura 1.2 a este reprezentat schematic un releu direct maximal de current. Când curentul depășește valoarea reglată, releul face să basculeze o pîrghie, care la rîndul ei provoacă funcționarea dispozitivului mecanic de declanșare al unui întrepruptor. Releul indirect maximal din figura 1.2b, închide un contact din circuitul de alimentare al bobinei de declanșare a întrepruptorului. În figura 1.2c este arătată schema unui releu secundar maximal de curent cu acțiune indirectă.

1.2 Caracteristicile și parametrii principali ai releelor

Principala caracteristică a unui releu este caracteristica intrare-ieșire, $y=f(x)$, ea reprezentând legătura, cu caractere discontinue dintre mărimea de intrare x și mărimea de ieșire y .

În figura 1.3 avem următoarele notații :

- x_a reprezintă mărimea de acționare (valoarea limită a mărimii de intrare la care sistemul mobil al releului se pune în mișcare și închide sau deschide contactele);
- x_r reprezintă mărimea de revenire (valoarea limită a mărimii de intrare la care sistemul mobil al releului începe să se deplaseze în sens invers sensului deplasării din cazul acționării și continuă pînă la revenirea în poziția inițială de repaos);
- x_f reprezintă valoarea de funcționare continuă a mărimii de intrare;
- y_{max} reprezintă parametrul de ieșire corespunzător stării de repaos, la releele fără contacte.

În figura 1.3a este prezentată caracteristica intrare-ieșire a unui releu maximal, iar în figura 1.3b este prezentată caracteristica intrare-ieșire a unui releu minimal.

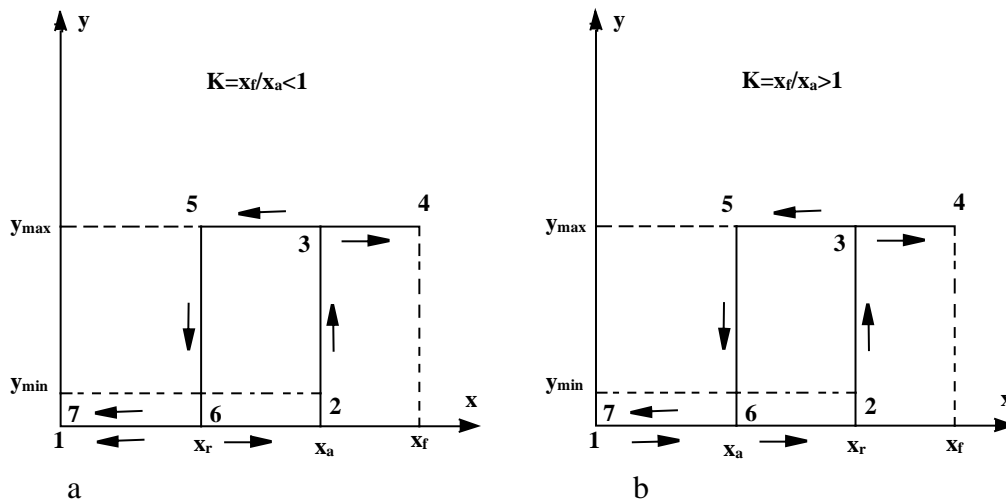


Fig.1.3

Pentru releul maximal, la variația mărimii de intrare x , de la zero la x_a , mărimea de ieșire rămîne nulă (sau egală cu y_{min} la releele fără contacte). În momentul cînd mărimea de intrare atinge valoarea x_a mărimea de ieșire y variază brusc, făcînd un salt pînă la valoarea y_{max} și rămîne constantă chiar dacă în continuare x crește. În procesul de micșorare a mărimii de intrare pînă la valoarea x_r , mărimea y rămîne mereu constantă și numai la valoarea x_r variază brusc pînă la valoarea zero (sau pînă la y_{min}).

Raportul $x_r/x_a = K_r$ se numește factor de revenire.

Pentru releele maximale $K_r < 1$ (variază între 0.2 și 0.99), iar pentru cele minimale $K_r > 1$. Cu cât K_r va avea o valoare mai apropiată de unitate cu atît releul este mai sensibil.

Raportul $x_a/x_f = K_s$ se numește factor de siguranță la acționare.

Parametrului de intrare x_a îi corespunde o putere de acționare P_a (care pune în mișcare elementul executor), iar parametrului de ieșire y_{max} îi corespunde puterea de comandă P_c (pentru care elementul executor are stabilitatea necesară).

Raportul $P_c/P_s=K_c$, se numește factor de siguranță.

La un releu electromagnetic $P_a = 0.1 \cdot 10^3 \text{ W}$; $K_c = 5 \cdot 10^2$. Aria 2-3-4-5-6 cuprinsă între curbele de acționare și revenire a caracteristicii $y=f(x)$, (fig.1.3), reprezintă pierderile corespunzătoare (histerezis) magnetice, electrice, mecanice, și frecării uscate a echipamentului mobil.

Timpul de acționare t_a reprezintă timpul care se scurge din momentul apariției semnalului de intrare, care acționează asupra elementului sensibil, până în momentul acționării complete a releului.

Se numește valoarea reglată mărimea (maximală sau minimală) de la care elementul sensibil intră în acțiune.

Eroarea releului reprezintă diferența dintre valoarea reală de pornire și valoarea reglată.

Relația de dependență dintre timpul de acționare și mărimea de intrare definește caracteristica de funcționare.

Aastă caracteristică are următoarele forme:

- caracteristică independentă (timpul de acționare a releului nu depinde de valoarea mărimii de intrare);
- caracteristică dependentă (timpul de acționare al releului se micșorează pe măsură ce valoarea mărimii de intrare crește);
- caracteristică limitat dependentă (parte inițială a curbei este dependentă, iar începând de la o anumită valoare a mărimii de intrare - x_1 - caracteristica devine independentă);
- caracteristică mixtă sau limitat dependentă, cu acționare instantanee la scurtcircuit.

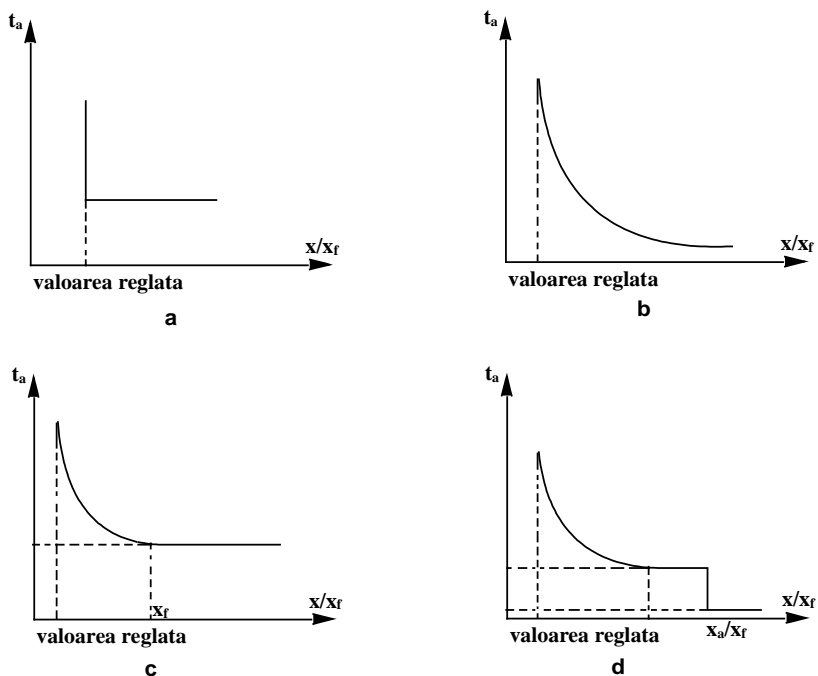


Fig.1.4

1.3. Tipuri constructive

1.3.1. Releele electromagnetice sunt acelea la care câmpul magnetic produs de curentul din înfășurările releului acționează asupra unui miez mobil de oțel. Forța electromagnetică de atracție este proporțională cu pătratul fluxului din întrefier: $F_c = k_1 F_i^2$

Direcția forței de atracție nu depinde deci de semnul fluxului și, prin urmare, nici de semnul curentului. Astfel, releele electromagnetice pot fi folosite atât în curent continuu cât și în curent alternativ.

Din punctul de vedere constructiv, releele electromagnetice pot fi realizate cu mișcare de rotație sau cu mișcare de translație a armăturii.

Au caracteristică independentă.

Releele maxime de curent (RC), cu acțiune instantanee

Sunt rele electromagnetice secundare, destinate pentru protecția instalațiilor electrice împotriva suprasarcinilor și scurtcircuitelor, când curentul controlat depășește o anumită limită.

Armătura mobilă a releului este realizată sub forma unei palete 2 din oțel moale, aflată în întrefierul unui electromagnet 1 și care se rotește solidar cu un ax 8 (fig.1.5). Curentul ce trece prin bobinele releului produce un flux magnetic, care străbate armătura mobilă. Sub acțiunea fluxului magnetic, armătura tinde să se rotească în sensul acelor de ceasornic, adică tinde să se plaseze în lungul liniilor de câmp. Un resort antagonist 3 se opune rotirii și menține armătura 2 deviată față de axul polilor electromagnetului, atât timp cât curentul nu a depășit valoarea maximă la care este reglat releul. Când curentul în bobina releului a depășit valoarea reglată, resortul nu mai poate ține armătura 2 și aceasta se rotește în sensul acelor de ceasornic, deplasând în același timp puntea de contact 4, care face legătura între contactele 5, deci releul acționează.

După ce releul a acționat și curentul care trece prin bobinele releului se micșorează forța electromagnetică scade și, la un moment dat, nu mai este suficientă pentru a reține armătura mobilă, care sub acțiunea resortului, revine la poziția inițială, deschizând contactele 5. Aceasta este operația de revenire a releului, care are loc la un curent mai mic decât curentul de acționare al releului.

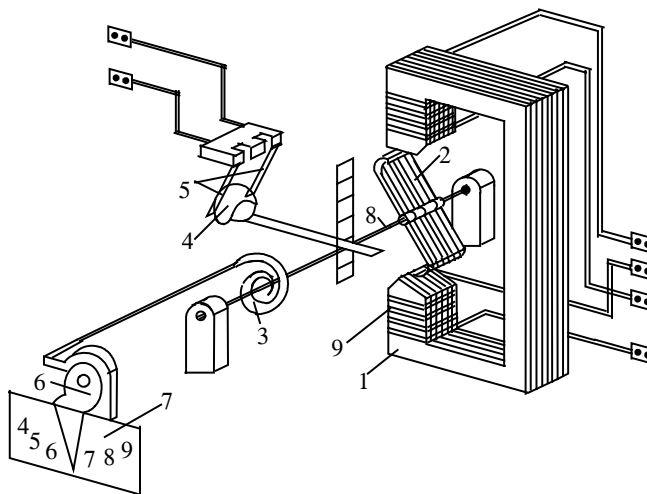


Fig.1.5

Curentul de acționare al releului poate fi reglat între anumite limite. Prin rotirea pârghiei 6 spre dreapta se mărește forța de tensionare inițială aplicată resortului, deci pentru rotirea armăturii mobile este necesar un curent de acționare mai mare. În acest fel se poate regla curentul de acționare în domeniul $I_a \cdot 2I_a$. Pe scala 7 se pot citi valorile curenților de acționare.

O altă posibilitate de reglaj al curentului de acționare este montarea celor două bobine ale releului în serie sau în deviație. Când bobinele sunt montate în serie, fiecare bobină este străbătută de un curent de două ori mai mic decât curentul care trece prin fiecare bobină când acestea sunt montate în paralel. Deci curentul de acționare la montarea în serie a bobinelor este de două ori mai mic decât la montarea lor în paralel. Scala releului este gradată pentru montajul în serie al bobinelor, deci indicațiile scalei trebuie înmulțite cu 2 pentru montajul în paralel al bobinelor.

Cu aceste două posibilități de reglaj, se poate regla curentul de acționare în domeniul $I_a \cdot 4I_a$.

Acest tip de releu are un anumit timp de acționare ($0,05 \cdot 0,25$ s), dar se poate considera că releul acționează instantaneu.

Releele de acest tip se construiesc pentru curent continuu și curent alternativ, folosind contacte normal deschise și normal închise, pentru curenți de acționare $0,2 \cdot 200$ A.

Releele maximale și minimale de tensiune (RT)

Constructiv, sunt analoage cu releele maximale de curent, cu deosebirea că înfășurările lor u un număr mai mare de spire.

La releele minimale de tensiune, tensiunea de acționare U_a este mai mică decât tensiunea de revenire U_r și de aceea K_r este supraunitar. În cazul acestor relee, arcul antagonist acționează în sensul acționării armăturii, pe când la releele maximale acționează în sensul revenirii.

Releele minimale de tensiune, la tensiunea de regim au armătura atrasă și contactele rămân deschise (contacte normal deschise), arcul antagonist fiind tensionat. La scăderea tensiunii până la (o anumită valoare minimă) tensiunea de acționare U_a armătura se mișcă sub acțiunea arcului antagonist și închide contactele, iar releul acționează. Armătura poate reveni în poziția inițială, numai după creșterea tensiunii, peste tensiunea de revenire ($U_r > U_a$).

Releele de semnalizare (RdS)

Au rolul de a semnaliza optic (printr-un fanion) și acustic (prin închiderea unui circuit de alarmă) apariția, respectiv dispariția curentului sau tensiunii pe care le controlează. Releele cu înfășurare de curent se leagă în serie cu bobina de declanșare a dispozitivului de acționare al întreruptorului, iar releele cu înfășurare de tensiune se leagă în paralel cu înfășurarea releului de temporizare.

Releele intermediare (RI)

Se folosesc în calitate de rele auxiliare când în circuitul de ieșire este nevoie de un număr mai mare de contacte și cu capacitate de rupere sporită. Astfel, de exemplu în circuitul parcurs de curentul operativ al unui releu de curent, destinat protecției, se introduce un releu intermediar, al carui contact suportă închiderea sau deschiderea circuitelor bobinelor de declanșare a dispozitivelor de acționare ale întrerupătoarelor.

Releele intermediare de curent continuu sunt constituite pe baza unor electromagneți de tip clapetă cu circuit magnetic în formă de E (fig.1.6).

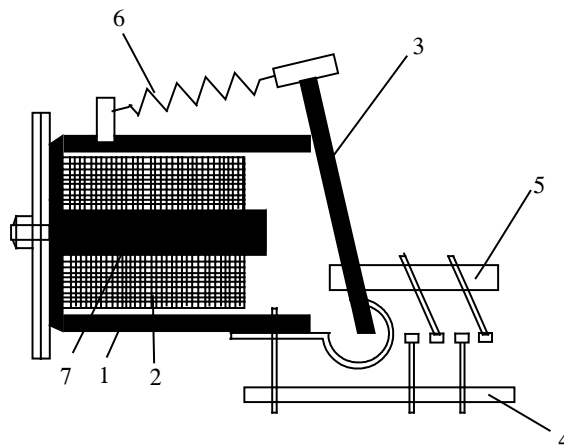


Fig.1.6

La trecerea curentului prin înfășurarea 2, armătura este atrasă de către piesele polare 1 și 7 ale circuitului magnetic. Împreună cu armătura, se mișcă și puntea de contacte 5.

Tensiunea de acționare U_a este de $0,54 U_n$, la forța maximă a resortului 6.

1.3.2. Relele de curent de inducție.

Se bazează pe principiul acțiunii reciproce între fluxurile magnetice variabile în timp și între curenții induși de aceste fluxuri într-un element mobil (rotor).

Au caracteristică dependentă.

Prin însuși principiul lor de funcționare, relele de curent de inducție, se pot folosi numai în curent alternativ.

Pentru obținerea cuplului motor C_m , releul trebuie să posede cel puțin două fluxuri magnetice, decalate în spațiu și în timp. Din interacțiunea fluxului F_1 și curentului F_2 datorat t.e.m. E_2 indusă de fluxul F_2 , și a fluxului F_2 și curentului I_1 datorat t.e.m. E_1 indusă de fluxul F_1 , ia naștere cuplul motor C_m , care acționează asupra organului mobil. Elementul mobil al releelor de curent de inducție are de obicei forma unui disc rotativ. Aceste rele sunt de două tipuri: cu spire în scurtcircuit și cu circuit magnetic complex.

Sistemul de inducție cu spire în scurtcircuit este prezentat în figura 1.7.

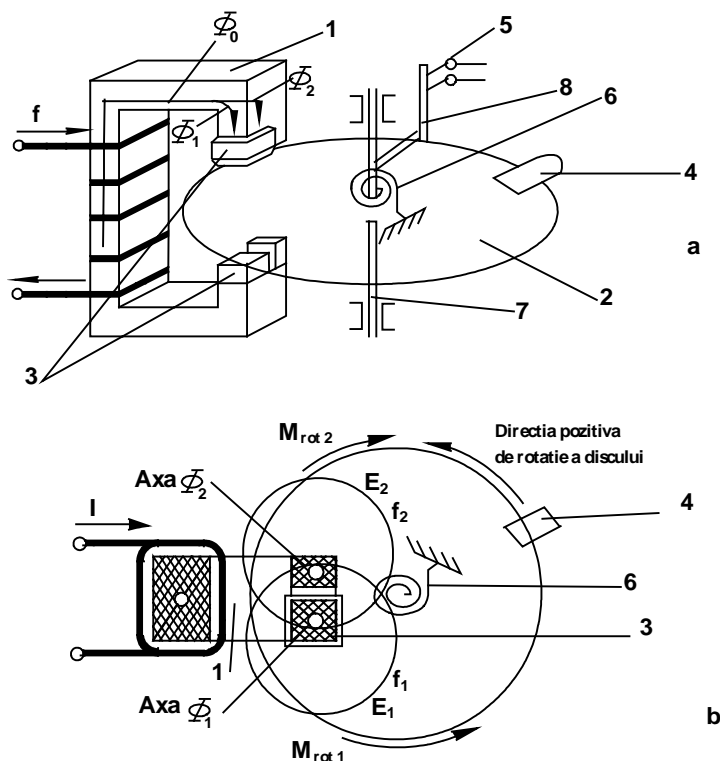


Fig.1.7

În întrefierul unui circuit magnetic 1, simplu, cu o singură bobină, este plasat un disc 2, care se poate roti solidar cu axul 7. poli electromagnetului sunt despicați în câte două părți, pe una din părți fiind montate spirele scurtcircuitate în formă de inele 3. când prin bobina releului trece curent, discul tinde să se rotească în sensul săgeții, sub acțiunea cuplului motor. Când curentul în bobina releului este mai mare decât curentul de acționare al releului, discul învinge acțiunea resortului antagonist și începe să se rotească. În timpul mișcării, discul taie fluxul magnetic al unui magnet permanent 4 în formă de

potcoavă. Din acțiunea reciprocă dintre curentul indus în disc de acest flux și câmpul magnetic al magnetului permanent rezultă un cuplu rezistent, care frânează mișcarea discului.

Releu direcțional de putere

În rețelele alimentate de la mai multe surse și în rețelele buclate nu se poate asigura selectivitatea protecției prin utilizarea releelor de curent. Releele direcționale acționează când se schimbă sensul de circulație al puterii în elementul de rețea protejat. Este releu maximal secundar. Un exemplu de releu direcțional este (fig.1.8) realizat pe principiul inducției.

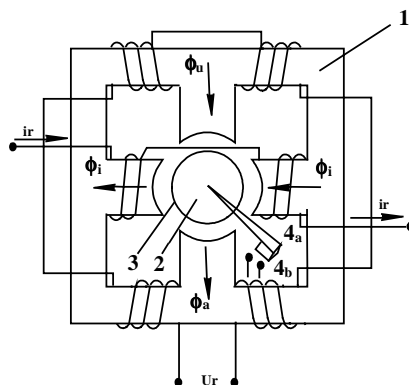


Fig.1.8

Releul se compune dintr-un circuit magnetic cu 4 poli interiori. Pe jugurile și pe polii circuitului magnetic sunt montate înfășurări de tensiune și de curent, conectată la bornele transformatorului de curent.

Elementul mobil al releului are formă tambur cilindric (2). Tamburul 2 este constituit dintr-un miez magnetic, pentru a se opune fluxurilor și este acoperit cu o tablă de aluminiu (3).

Pentru crearea cuplului motor sunt necesare ca și la releul de curent de inducție, două fluxuri decalate în timp și defazate în spațiu. La releul direcțional de putere există 2 mărimi ce influențează releul, tensiunea U_r și curentul I_r , înfășurările respective producând fluxurile ϕ_u și ϕ_l . Sensul de rotație al tamburului depinde de sensul puterii din rețea, la regim normal de funcționare, sensului circulației puterii îi corespunde sensul de rotire al tamburului invers acelor de ceasornic. La scurtcircuit, când sensul de circulație al puterilor se schimbă, tamburul se rotește în sensul acelor de ceasornic și puntea de contact 4 închide contactele 5 ale releului.

2. Declansatoare

2.1. Declanșatorul direct maximal de curent

Este un aparat conectat în serie cu întreruptorul de putere și parcurs deci de curentul care trebuie supravegheat. Spre deosebire de releu, declanșatorul, la depășirea valorii reglate a mărimii electrice (curent) determină un proces mecanic de dezăvorâre a unei forțe. Astfel, prin intermediul unei tije izolate acționează asupra zăvorului broaștei întreruptorului. Declanșatoarele directe de maxim de curent se pot realiza în variantele:

- cu acțiune instantanee;
- cu acțiune temporizată dependentă (independentă) de curent.

În fig. 1.9 este reprezentat schematic declanșatorul direct cu acțiune instantanee. Pe miezul magnetic 1 este plasată bobina 2 parcursă de curentul care trebuie supravegheat, iar pe o derivație a acestui miez apare un scurtcircuit. Armătura mobilă 3 se poate roti în jurul axului 7. La funcționarea normală, adică la valori ale curenților sub valoarea reglată, spirele în scurtcircuit creează un flux antagonist astfel încât fluxul magnetic nu se poate închide prin polul 8 ci prin polul 9, determinând

astfel rotația armăturii 3 și lipirea ei de polul 9. Astfel, tika inelantă 5 transmite un impuls mecanic mecanismului întreruptorului și acesta este deconectat.

În fig. 1.9 este prezentat declanșatorul maximal direct, independent care realizează o protecție temporizată. Se montează direct pe întreruptor și se află sub tensiune de serviciu. Bobina electromagnetului este parcursă de curentul principal. El conține un micromotor sincron plasat în coloana unui electromagnet. Pe miezul magnetic se află rotorul sub formă de pahar 3. Spirele în scurtcircuit 4 și 5 determină decalajul fluxurilor în întrefierul micromotorului, condiție necesară creerii unui câmp învârtitor. În lipsa unei avarii, resortul 7 ține armătura 6 depărtată. Acțiunea instantanee este determinată de atragerea paletii 9 sub acțiunea fluxului de dispersie provocat de curenți intenși, astfel se transmite un impuls mecanic tijei de declanșare 10 care desface clichetul 17 și oferă posibilitatea ca armătura mobilă 6 să fie atrasă de armătura fixă 1. Astfel se transmite un impuls tijei de acționare 8. Acțiunea temporizată presupune în prealabil o mică rotație a armăturii 6 în jurul axului 11; prin aceasta se ridică frâna 12 de pe rotorul micromotorului și se execută un cuplaj între roata dințată 13 și în consecință sectorul dințat 14, prin intermediul roții dințate 15. Axul micromotorului antrenează roata dințată 13 și sectorul dințat 16, până când știftul acestuia, rotindu-se spre dreapta, împinge pârghia 10 și desface zăvorul declanșatorului, iar armătura 6 este atrasă. Astfel se transmite un impuls tijei 8, care acționează asupra mecanismului întreruptorului. Acțiunea instantanee se reglează din resortul 7 pentru valori ale curenților $5 - 15 I_n$.

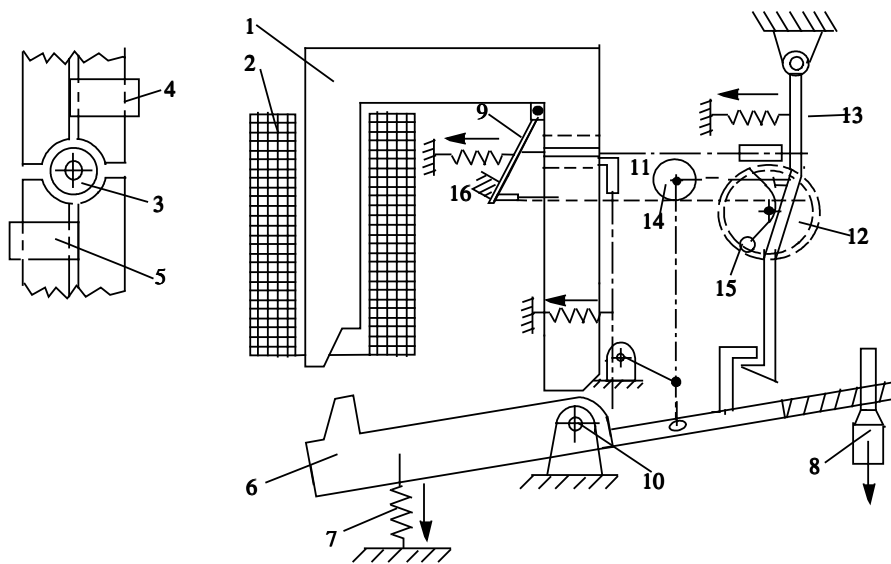


Fig.1.9