

## STUDIUL CELULELOR PREFABRICATE DE MEDIE TENSIUNE

### 1. Noțiuni teoretice

Celulele prefabricate de medie tensiune sunt cabine metalice echipate cu aparate electrice de comutație, protecție, măsură și semnalizare, fiind folosite în distribuții energetice de interior, la tensiuni de 7.2, 24 kV și curenși nominali până la 4500A.

**1.1. Din punctul de vedere al soluțiilor constructive** se deosebesc trei tipuri de celule de distribuție prefabricate reprezentând și trei etape distincte în cadrul evoluției lor:

- a) prima categorie o formează *celulele capsulate nedebroșabile*; ele reprezentând variante perfecționate ale celulelor deschise fixe folosite în centralele electrice, cu deosebirea că în acest caz toate aparatele de comutație secundară sunt închise într-o cutie de tablă. Prezența în celulă a unor aparate cu gabarit mare și îndeosebi a separatoarelor, determină dimensiuni relativ mari ale acestor celule;
- b) un progres important s-a realizat prin introducerea *celulelor debroșabile*, în care întreruptorul automat e montat pe un cărucior prevăzut cu contacte debroșabile, prin intermediul cărora circuitul de curent al întreruptorului este conectat la bare. În felul acesta se obțin următoarele avantaje:
  - ⇒ se poate elimina separatorul, obținându-se nu numai o importantă economie de spațiu, dar și o siguranță mărită în exploatarea celulelor (separatorul constituie principala sursă de avarie), funcția separatorului fiind preluată de contactele debroșabile; operația de extragere a căruciorului debroșabil din celulă nu se poate executa decât cu întreruptorul deschis;
  - ⇒ în poziția extrasă a căruciorului debroșabil, contactele circuitelor secundare rămân încă conectate, ceea ce permite verificarea circuitelor de măsură și control fără prezența tensiunii înalte;
  - ⇒ în caz de defectare a unui aparat, sau pentru revizii, nu este necesar să se scoată de sub tensiune întreaga instalație, ci este suficient să se înlocuiască căruciorul respectiv cu altul gata echipat, ținut ca rezervă.

Introducerea transformatoarelor de măsură izolate cu rășini de turnare și a întreruptoarelor cu ulei puțin tip "coloană", a permis realizarea unor reduceri importante în gabaritul acestor celule;

- c) a treia categorie de celule o constituie *celulele capsulate în rășini*, la care toate aparatele, inclusiv întreruptorul, au o construcție specială, fiind complet îmbrăcate în piese izolante din rășini de turnare; astfel nici o piesă metalică aflată sub tensiune nu este vizibilă sau accesibilă. Întrucât în construcția acestor tipuri de celule trebuie folosite numai aparate special concepute, soluția este foarte scumpă și deci aplicabilă numai în situațiile când lipsa de spațiu este hotărâtoare.

**1.2. După destinația** pentru care sunt construite și implicit *după locul de montare* în sistemul energetic, celulele prefabricate se împart în:

- celule de linie, destinate conectării sau deconectării unui consumator racordat la un sistem energetic;
- celule de cuplă, destinate interconectării între două linii;
- celule de măsură, care conțin transformatoare și aparate de măsură, fiind destinate măsurării diverselor mărimi electrice dintr-o rețea energetică.

Schema constructivă a unei celule prefabricate este prezentată în figura 1:

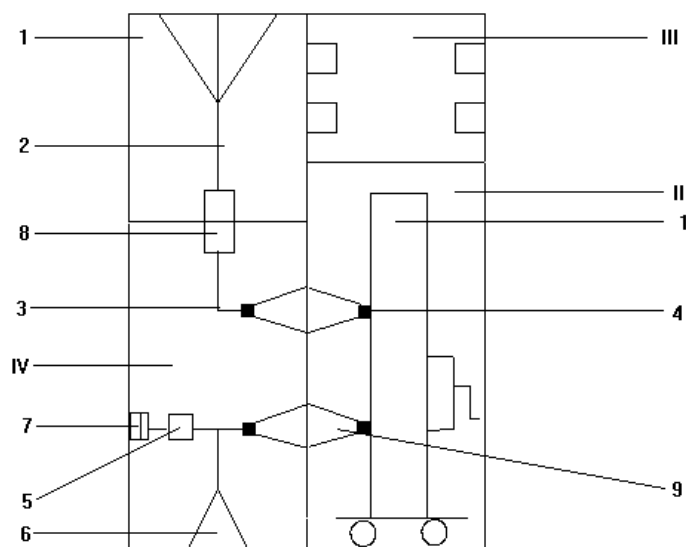


Fig.1 Construcția unei celule de medie tensiune

Celula prefabricată de linie este compusă dintr-o serie de compartimente realizate prin despărțituri metalice și având fiecare un rol funcțional:

I - compartimentul de medie tensiune în care există sistemul de bare primare 2, care face racordul cu rețeaua de medie tensiune. Trecerea din compartimentul I către compartimentul barelor inferioare, se face cu ajutorul izolatorului de trecere 8.

Compartimentarea celulei este realizată prin intermediul unor ecrane metalice sau electroizolante având drept scop protecția împotriva extinderii arcului electric apărut într-un compartiment, spre celelalte (adică împotriva propagării în celulă a arcului electric liber).

Întreprătorul 1, de obicei IUP, se găsește în compartimentul II al căruciorului debroșabil, care poate fi extras din celulă prin intermediul unor mânere situate pe panoul frontal al acestuia.

Introducerea întreprătorului în circuitele primare de medie tensiune se face cu ajutorul contactelor broșe 3 (fixe) sau 4 (mobile), care sunt fixate pe izolatorii de trecere 9.

Plecarea de la contactul broșe inferior este racordată la transformatorul de tensiune 6 respectiv trece prin transformatorul de curent 5, fiind în final racordată la barele colectoare 7. În partea superioară a celulei se află compartimentul aparatelor de comutație secundare (relee și contactoare de joasă tensiune) III, cât și compartimentul aparatelor de măsură.

**1.3.** În prezenta lucrare se va studia o celulă prefabricată de interior de tipul CIIL - 1 - 10 - 630, a cărei simbolizare este :

C – celulă prefabricată; I - de interior; I - închisă; L- echipată cu întreprător (de linie); - un sistem de bare; 10 - tensiunea nominală în kV; 630 - curentul nominal al întreprătorului în A;

Celula este echipată cu următoarele aparate:

- întreprător de 630A (ortojector), de tipul IO - 15kV/630A;
- două transformatoare de curent de 200/5A (de tipul CIRS - 10kV);
- un transformator pentru protecție homopolară (de tipul CIH - 75);
- un releu de timp RTP;
- trei relee de curent RCR;
- două relee intermediare RI;
- un contor de energie activă WH;
- un contor de energie reactivă Var/h;
- un ampermetru;

Schema circuitelor primare ale celulei este prezentată în figura 2:

- ⇒ Barele colectoare de AL;
- ⇒ Ansamblu cărucior debroșabil echipat cu un întreruptor IO-15/630 cu mecanism de acționare MR-2;
- ⇒ Transformatoare de măsură, de curent CIRS -10kV, 2 × 200A, clasă 0,5/3;
- ⇒ Transformator de curent pentru componenta homopolară tip CIH - 75.

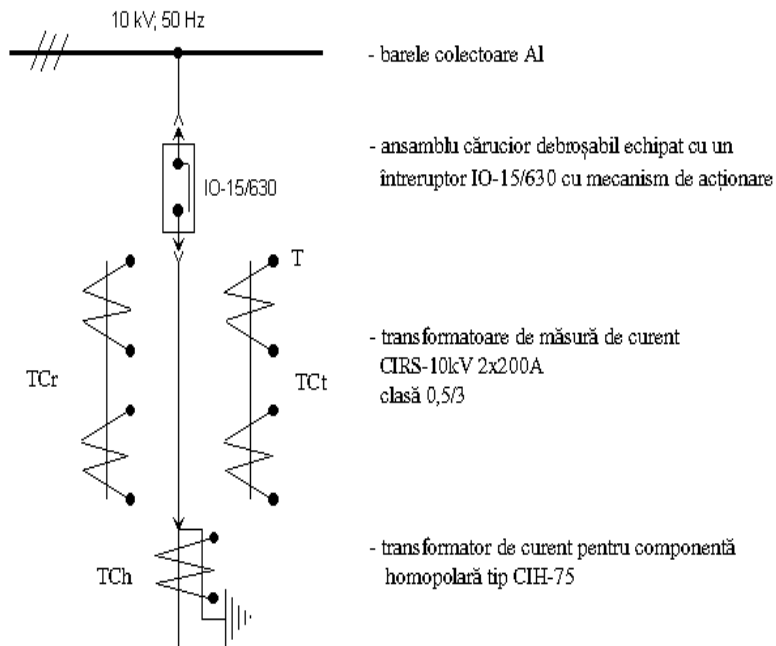


Fig.2. Schema circuitelor primare

## 2. Chestiuni de studiat

- 2.1. Identificarea părților componente ale celulei.
- 2.2. Studiul încălzirii în regim de sarcină nominală a circuitelor primare ale celulei.
- 2.3. Verificarea schemei circuitelor secundare ale celulei și studiul funcționării acestora.

## 3. Modul de lucru

### 3.1. Identificarea părților componente ale celulei

Celulele prefabricate se compun din două părți funcționale :

- partea de înaltă tensiune - comutație primară ce cuprinde: barele colectoare, contactele tip broșe, izolatoarele de trecere, întreruptorul, izolatoare de trecere și contacte tip broșă, transformatoare de măsură de curent tip CIRS-10 și transformatoare de curent tip CIH-75, pentru componenta homopolară;
- partea de joasă tensiune - comutație secundară - ce cuprinde: relele de protecție, aparatele de măsură, semnalizare, iluminat și comandă.

Plecând de la descrierea celulei prefabricate (făcută la punctul 1) și utilizând schițele din fig. 1 și 2, se vor identifica părțile componente ale acestora, notându-se principalii lor parametri nominali (înscrisi pe eticheta fiecărui aparat electric). Cu aceasta ocazie se va studia sistemul de blocaj electric și mecanic al căruciorului debroșabil, atât în poziție închis, cât și în cea de revizie.

### 3.2. Studiul încălzirii în regim de sarcină nominală, a circuitelor primare ale celulei

Se realizează schema din fig. 3, în care :

- TC - transformator de măsură de curent 1000/5A;
- TI - transformator de curenți intensi;

- R - reostat cu apa ;
- A - ampermetre de 5 A ;
- K - comutator pentru alegerea punctului de măsură;
- mV - milivoltmetru de 15 mV /150 div.

Se realizează contacte în serie a fazelor R, S, T (reprezentată punctat în fig. 3). Înserierea fazelor trebuie făcută înaintea transformatoarelor de curent, acestea având un curent nominal mai mic decât restul circuitelor din celulă.

Determinarea încălzirii se face cu ajutorul termocuplelor  $T_k$ , amplasate ca în fig. 4; prin intermediul comutatorului K se alege punctul de determinare a încălzirii, care se va măsura cu milivoltmetrul mV.

Cablurile de legătură se vor alege corespunzător curentului nominal de 630 A , astfel ca să nu se încălzească excesiv în timpul lucrării.

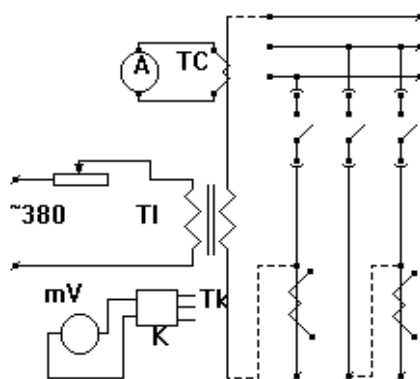


fig.3

După realizarea schemei, se va închide întrerupătorul IO - 15Kv/630A din celulă apoi se alimentează schema aplicând tensiunea de 380 V, pe primarul transformatorului TI (fig. 3). Cu ajutorul reostatului R se va obține curentul nominal 630 A, citit la ampermetrul A.

Prin rotirea comutatorului K montat pe celulă, se va efectua citirea succesivă, din 10 în 10 min., a celor 8 termocuple.

Încălzirile se determină cu relația :  $\theta = 26\alpha$  unde  $\alpha$  [mV] reprezintă indicația citită la milivoltmetrul mV, atunci când aceasta este conectat la termocuplul Tk.

Datele obținute se vor trece în tabelul numărul 1.

		Termocuplul nr.																$\theta_a$				
t		$T_1$		$T_2$		$\frac{T_1+T_2}{2}$		$T_3$		$T_4$		$\frac{T_3+T_4}{2}$		$T_5$		$T_6$			$T_7$		$T_8$	
s		$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	$\alpha$	$\theta$	[ $^{\circ}C$ ]

Se vor continua măsurătorile până la obținerea regimului termic stabilit, adică până în momentul când diferența dintre două citiri consecutive făcute la același termocuplu, este mai mică de  $0,1^{\circ}C$ . Cu ajutorul unui termocuplu se va măsura temperatura mediului ambiant  $\theta_a$ , precum și temperatura punctului rece al termocuplelor din vasul cu ulei. Se va urmări menținerea curentului de încercare constant.

Se vor trasa pe același grafic curbele  $\theta = f(t)$  - variația temperaturii în timp - pentru 3 puncte de măsură.

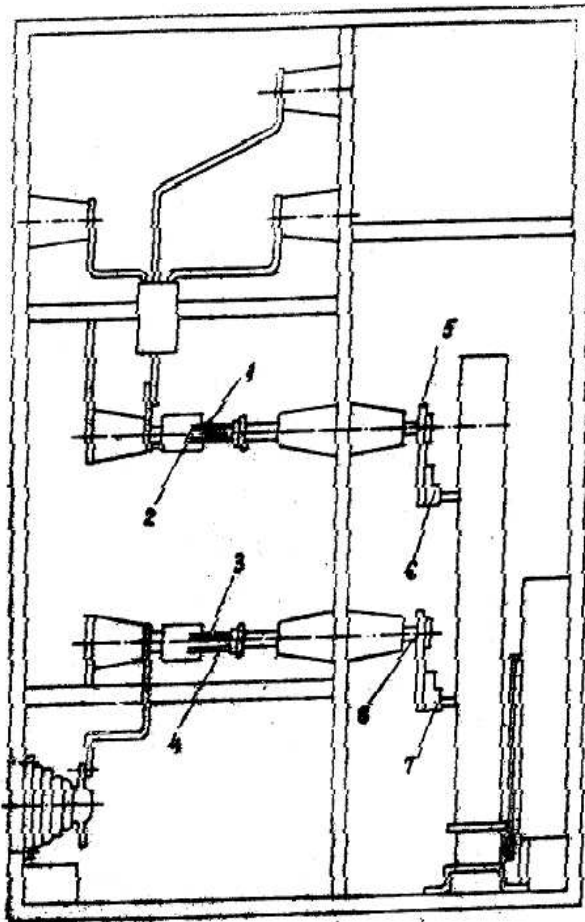


Fig. 4 Schema de amplasare a termocuplelor

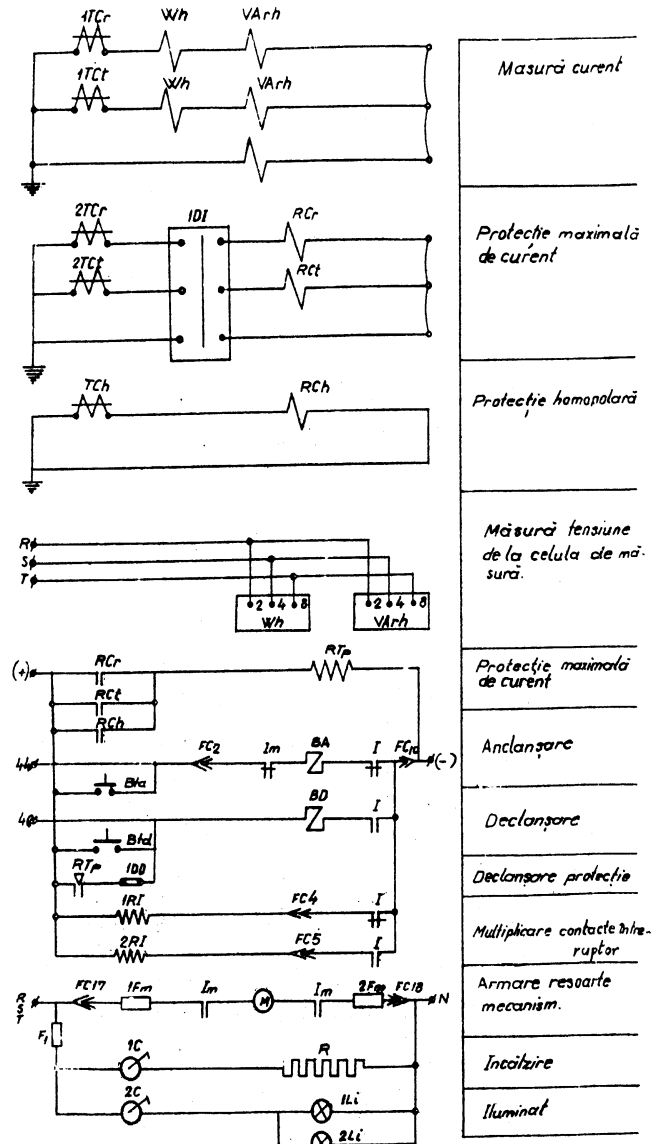


Fig. 5

Se vor analiza și explica rezultatele obținute.

După terminarea măsurătorilor se readuce reostatul R în poziția corespunzătoare rezistenței ohmice minime și se va deconecta de la rețea, schema fig.3.

### 3.3. Verificarea schemei circuitelor secundare ale celulei și studiul funcționării acestora

Circuitele de comutație secundară ale celulei prefabricate studiate, sunt prezentate în fig.5, în care s-au utilizat următoarele notații:

- Tcr; Tct - transformatoarele de măsură de curent pe fazele R-T;
- Tch - transformator de curent de componentă homopolară;
- Wh - contor de energie activă;
- Varh - contor de energie reactivă;
- A - ampermetru;

- Rcr; Rct - relee maximale de curent de pe faza R și respectiv T;
- Rch - releu maximal de curent pentru componenta homopolară;
- DI - dispozitiv de blocare;
- DD - dispozitiv de deconectare a protecției;
- BA, BD - bobinele de anclanșare și declanșare ale întreruptorului;
- Rtp - releu de timp;
- Im - contacte auxiliare ale mecanismului MR-2 acționate în funcție de poziția resoartelor;
- I - contactele auxiliare ale întreruptorului;
- M - motorul de armare a resoartelor mecanismului de acționare MR-2 al întreruptorului;
- Fc - contactele fișă-cuplă;
- Fm, F - siguranțele fuzibile;
- 1C, 2C - întrerupătoare manuale de iluminat;
- R - rezistența de încălzire a compartimentului aparatelor de comutație secundară;
- Li - lămpi de iluminat.

Schema se alimentează cu tensiunea continuă de 220 V la bornele ( + ) și ( - ) (priza fixată pe celulă) și cu tensiune alternativă de 50 Hz la bornele R, S, T și N (priza fixată pe celulă).

### 3.3.1. Funcționarea schemei

În figura 5, schema este reprezentată în poziția întrerupător deschis, cu resoartele mecanismului MR-2 armate și pregătite de anclanșare.

Comanda de anclanșare se poate da apăsând pe butonul Bta, sau de la distanță aplicând polul ( + ) la borna 44. Prin aceasta bobina BA este alimentată, comandând anclanșarea.

Mecanismul MR-2, prin destinderea resoartelor produce închiderea întreruptorului.

Odată cu destinderea resoartelor, contactele Im comanda rearmarea resoartelor prin alimentarea motorului M.

Totodată aceste contacte nu permit alimentarea bobinei BA dacă mecanismul nu are resoartele armate, deci nu este pregătit pentru această operație.

Comanda de declanșare se poate da prin butonul Btd, prin alimentarea cu ( + ) la borna 46, sau temporizat prin releele maximale de curent și releu de timp Rtp.

Dispozitivul DI se utilizează pentru controlul și reglajul protecției maximale de curent. Prin dispozitivul 1-DD se poate deconecta protecția maximală din schema.

Se vor efectua comenzi prin intermediul schemei circuitelor secundare, urmărind funcționarea acestora în următoarele situații :

- ⇒ acclanșare, declanșare prin butoane;
- ⇒ declanșare prin protecție;
- ⇒ verificarea blocajelor electrice.

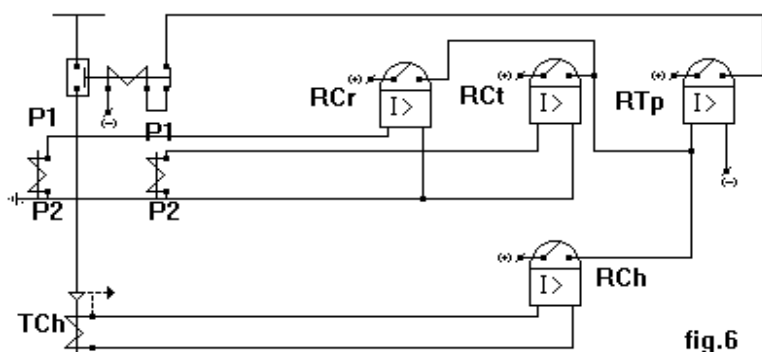
### 3.3.2. Reglajul și funcționarea protecției

Celula tip CIIL-1-10 / 630 este echipată cu următoarele protecții :

- protecția împotriva scurtcircuitelor și a suprasarcinilor;

Intrucât în sistemul energetic această celulă de linie alimentează stații de distribuție la 10KV, nu este ultimul element înaintea consumatorului. Din acest motiv protecția este temporizată, pentru asigurarea condiției de selectivitate.

Schema de principiu a protecției celulei este dată în fig. 6:



a) Protectia impotriva scurtcircuitelor:

Este realizata cu 2 rele de curent cu caracteristica independenta, montate pe 2 faze in secundarul transformatoarelor de masura. La cresterea valorii curentului prin transformatoarele de masura ( infasurarea primara ), va creste corespunzator si curentul in infasurarea secundara, deci prin relele RC. Contactele acestor rele alimenteaza releul de timp Rtp, care dupa scurgerea timpului reglat comanda declansarea intreruptorului.

Se alimenteaza pe rand infasurarile P1-P2 ale transformatorului se curent, cu un curent primar variabil conform schemei din fig.3. Prin variatia reostatului R se va creste valoarea curentului primar pana la actionarea releului de curent.

Notand cu :

- Ir - valoarea reglata a curentului de la releu;
- Iar - valoarea de actionare al releului;
- Irr - curentul de revenire al releului;
- Ip - valoarea curentului primar de pe o faza;
- Is - valoarea curentului citita la ampermetru A (fig.3);
- Kr - factorul de revenire al releului;
- Ipa; r - curentul primar de actionare, respectiv de revenire;
- Ips; r - curentul secundar de actionare, respectiv de revenire;
- K - raportul de transformare al transformatorului de curent.

$$K_r = \frac{I_{rr}}{I_{ar}}; I_{pa;r} = K \cdot I_{sa;r}$$

Se vor efectua cate trei masuratori pentru fiecare valoare reglata a lui Ir, facandu-se media aritmetica a valorilor citite pentru Ipe si Ipr.

Datele obtinute se vor trece in tabelul de mai jos:

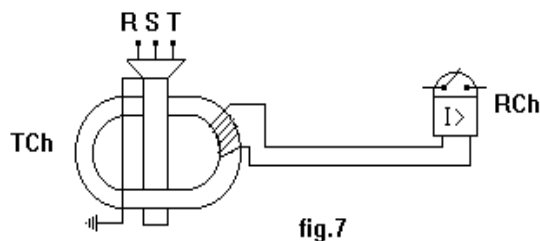
Ir (A)	Ips (A)				Iar (A)	Ipr (A)				Irr (A)	Kr
	1	2	3	val. medie		1	2	3	val. medie		

Determinarile se vor efectua corespunzator la trei valori ale curentului reglat Ir. Aceste determinari se vor face separat pentru cele doua transformatoare de curent si rele corespunzatoare, explicandu-se diferenta intre valorile masurate.

b) Protectia de curent pentru componenta homopolara:

Acest tip de protectie este utilizata cu succes pentru protejarea instalatiilor impotriva punerilor la pamant.

În rețelele de cabluri, protecția se realizează cu ajutorul unui transformator de curent pentru componenta homopolară T<sub>Ch</sub>, care constă dintr-un miez magnetic toroidal ce cuprinde cablul de înaltă tensiune, pe care se află bobina ce alimentează releul.



Dacă nu apar puneri la pământ, fazele R, S, T, sunt parcurse de curenți egali și în această situație suma lor este egală cu zero, iar curentul în releu este de asemenea zero.

Când una din faze este pusă la masă sau este întreruptă, suma curenților pe cele 3 faze va fi diferită de zero, ducând la trecerea unui curent în înfășurarea transformatorului și releu și deci la acționarea protecției homopolare.

Se va utiliza schema din figura 8:

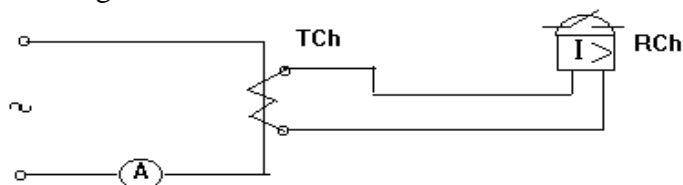


fig.8

Cunoscând raportul de transformare K<sub>b</sub>, se vor determina curenții de acționare și revenire ai releului I<sub>sa</sub>, respectiv I<sub>sr</sub>, precum și factorul de revenire K<sub>r</sub>.

Vor fi efectuate câte 3 măsurători pentru fiecare valoare reglată, după cum se va face media aritmetică a valorilor obținute.

- I<sub>r</sub> - valoarea reglată a curentului la releu;
- I<sub>pa</sub>;r - curentul primar de acționare și revenire;
- I<sub>ps</sub>;a - curentul secundar de acționare și revenire;
- K<sub>r</sub> - factorul de revenire.

$$K_r = \frac{I_{sr}}{I_{sa}}; \quad I_{sr} = \frac{I_{pr}}{K_h}; \quad I_{sa} = \frac{I_{pa}}{K_h}.$$

Datele obținute sunt trecute în tabelul numărul 3:

I <sub>r</sub> (A)	I <sub>ps</sub> (A)				I <sub>sa</sub> (A)	I <sub>pr</sub> (A)				I <sub>sr</sub> (A)	K <sub>r</sub>
	1	2	3	val. medie		1	2	3	val. medie		

Vor fi efectuate măsurători pentru 3 valori ale curentului reglat I<sub>r</sub>.  
Se vor trage concluzii asupra rezultatelor obținute.