

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00491

(22) Data de depozit: 04/08/2020

(41) Data publicării cererii:  
28/02/2022 BOPI nr. 2/2022

(71) Solicitant:  
• POPA GABRIEL NICOLAE, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO;  
• DINIȘ CORINA MARIA, BD. LIBERTĂȚII NR. 7A, BL. 14B, ET. 4, AP. 15, HUNEDOARA, HD, RO;  
• POPA IOSIF, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO

(72) Inventatori:  
• POPA GABRIEL NICOLAE, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO;  
• DINIȘ CORINA MARIA, BD. LIBERTĂȚII NR. 7A, BL. 14B, ET. 4, AP. 15, HUNEDOARA, HD, RO;  
• POPA IOSIF, BD. DACIA NR. 1, BL. B1, SC. A, ET. 3, AP. 9, HUNEDOARA, HD, RO

(54) SISTEM ECONOMIC DE REGLARE AUTOMATĂ A FACTORULUI DE PUTERE, CU BATERII DE CONDENSATOARE, DIN INSTALAȚIILE TRIFAZATE DE JOASĂ TENSIUNE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem electronic de reglare automată a factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune. Sistemul, conform invenției, are un regulator VAR-metric cu microprocesor (RFP) cu șase ieșiri, comandat de defazajul dintre curentul dintr-o bară ( $L_1$ ) care face parte dintr-un sistem de bare de distribuție ( $L_{1,2,3}, N$ ) de la care se alimentează consumatorii pentru care se reglează factorul de putere, obținut la ieșirea unui traductor de curent (TC), și tensiunea de fază corespunzătoare barei respective ( $U_{L1N}$ ). Primele trei ieșiri ale regulatorului VAR-metric sunt legate la primele trei intrări ale unui automat programabil ( $AP_1$ ) de capacitate mică, printr-o magistrală de date ( $M_1$ ), iar celelalte trei, la primele trei intrări într-un al doilea automat programabil ( $AP_2$ ), printr-o altă magistrală de date ( $M_2$ ), prima ieșire din automatele programabile ( $AP_1, AP_2$ ) fiind legată la intrarea de comandă a unui releu electronic static trifazat de putere (K), iar următoarele șase, din fiecare automat, fiind legate la bobinele unor contactoare electromagnetice trifazate.

Revendicări: 1  
Figuri: 5

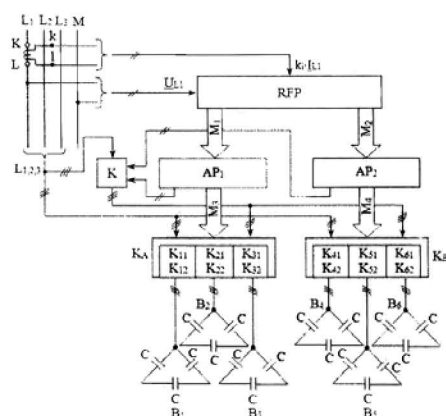


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art. 32 din Legea nr. 64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art. 23 alin. (1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 20 00491
Data depozit .... 04-08-2020 ..	

## DESCRIEREA INVENȚIEI

Invenția se referă la un sistem economic de reglare automată a factorului de putere cu baterii de condensatoare din instalațiile trifazate de joasă tensiune.

Este cunoscută instalația de îmbunătățire a factorului de putere cu regulator VAR-metric clasic (US 4204150, US 4055795) care măsoară permanent curentul pe o fază, de obicei cu un transformator de curent *TC*, și tensiunea pe aceeași fază (sau la alte tipuri de regulatoare, tensiunea de linie pe celelalte două faze), și în funcție de valoarea calculată și impusă a factorului de putere, sunt introduse sau scoase pe rând, temporizat, bateriile de condensatoare prin contactoarele aferente. Puterea totală a bateriilor de condensatoare se stabilește în funcție de puterea reactivă de compensat, iar numărul bateriilor, în funcție de finețea reglajului factorului de putere. Dezavantajele acestei instalații sunt vârfurile de curent generate de bateriile de condensatoare care apar la conectarea acestora și uzura prematură a contactelor contactoarelor. Aceste dezavantaje sunt înlăturate de o instalație asemănătoare (US 6462519 B1), la care se înlocuiesc contactoarele electromagnetice, cu relele electronice trifazate de putere la care comutarea bateriilor de condensatoare se face la trecerea prin zero a tensiunii, pe rând, pe fiecare fază în parte. Durata de viață a releelor electronice trifazate de putere este mult mai mare decât a contactoarelor electromagnetice, iar comanda lor se poate face cu tensiuni mici (3-32 V c.c.). Dezavantajul acestei instalații sunt costurile de 4-6 ori mai mari, în funcție de numărul de trepte de baterii de condensatoare, față de varianta precedentă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem economic de reglare automată a factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, care utilizează un releu electronic trifazat de putere comun tuturor treptelor de baterii de condensatoare.

Sistemul economic de reglare automată a factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, conform invenției, înlătură dezavantajul de mai sus prin aceea că pentru îmbunătățirea factorului de putere din instalațiile trifazate de joasă tensiune, are în alcătuire un transformator de curent (care măsoară curentul pe o fază), un regulator VAR-metric cu microprocesor, două automate programabile de mică capacitate, un releu electronic trifazat de putere, douăsprezece contactoare electromagnetice și șase baterii de condensatoare, în care:

- transformatorul de curent este legat la bornele de intrare *k* și *l*, iar tensiunea de fază a barei *L<sub>l</sub>*, la bornele *L<sub>l</sub>* și *N* ale regulatorului VAR-metric;
- primele trei ieșiri ale regulatorului VAR-metric sunt legate la primele trei intrări ale primului automat programabil, iar următoarele trei ieșiri, la primele trei intrări ale celui de-al doilea automat programabil;
- primele ieșiri ale celor două automate programabile se leagă la intrarea de comandă a releului electronic trifazat de putere, iar următoarele șase ieșiri ale celor două automate programabile se leagă la douăsprezece contactoare electromagnetice, repartizate câte șase pe fiecare automat;
- contactoarele electromagnetice sunt împărțite în șase grupe, fiecare grupă este formată din două contactoare, care împreună cu releul electronic trifazat de putere comun, fac parte din circuitele celor șase baterii de condensatoare, astfel încât primul contactor din grupă, are contactele principale înseriate cu elementul de execuție (tiristoare în anti-paralel) al releului electronic trifazat de putere, iar contactele principale ale celui de-al doilea contactor scurtcircuitază seria de elemente de execuție ale contactoarelor amintite anterior, alimentând direct bateria de condensatoare de la barele de distribuție a energiei electrice.

Avantajele invenției sunt următoarele:

- curenții la conectarea condensatoarelor sunt mult diminuați (de la (20-50) $\times I_n$  la  $I_n$ , unde  $I_n$  este curentul nominal);

*Handwritten signature and date:*  
 02/11/20  
 11/21

- comutarea se face la tensiune zero;
- nu apare descărcare în arc la comutare;
- fiabilitate ridicată;
- costuri mai mici decât în cazul utilizării unui releu electronic trifazat de putere pentru fiecare baterie de condensatoare;
- tensiune de izolare intrare/ieșire foarte mare;
- nu generează câmpuri electromagnetice perturbatoare;
- durata de viață superioară față de sistemele la care conectarea bateriilor de condensatoare se face cu contactoarele clasice.

Sistemul economic de reglare al factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, conform invenției, asigură, în funcție de defazajul dintre tensiune și curent, asigură o valoare a factorului de putere în jurul valorii impuse (de obicei, factorul de putere neutral 0,92), prin conectarea corespunzătoare a bateriilor de condensatoare utilizând pentru aceasta un singur releu electronic trifazat de putere.

Sistemul economic de reglare al factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, conform figurii 1, cuprinde un regulator VAR-metric cu microprocesor RFP, legat la barele de distribuție a energiei electrice, un transformator de curent TC (cu raportul de transformare  $k_i$ ) conectat la bornele  $k$  și  $l$ , montat pe faza  $L_1$ , și tensiunea de fază a barei  $L_1$  (se măsoară prin bornele  $L_1$  și  $N$ ), care, în funcție de valoarea defazajului dintre tensiunea de fază  $U_{L1}$  și curentul care trece prin bara respectivă  $k_i I_{L1}$ , impune valoarea logică  $I$  prin magistralele de date  $M_1$  sau  $M_2$ , conectate la intrările unor automate programabile de mică capacitate  $AP_1$  și  $AP_2$ , care prin programul implementat în ele, asigură comanda grupurilor de contactoare electromagnetice  $K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}, K_{31}, K_{32}$  prin magistrala de date  $M_3$ , a contactoarelor electromagnetice  $K_{41}, K_{42}, K_{51}, K_{52}, K_{61}, K_{62}$  prin magistrala de date  $M_4$  și a releului electronic trifazat de putere  $K$  (care comută la trecerea prin zero a fiecărei tensiuni de fază), pentru a conecta, pe rând, bateriile de condensatoare  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  sau  $B_6$ , utilizate la compensarea energiei reactive absorbită de consumatorii alimentați de la sursa trifazată de joasă tensiune.

Schema detaliată a sistemului economic de reglare al factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, este prezentată în figura 2. Când factorul de putere real din instalație are o astfel de valoare încât pentru creșterea lui până în jurul valorii impuse, regulatorul VAR-metric RFP determină activarea bateriei de condensatoare  $B_1$ , regulatorul VAR-metric RFP stabilește valoarea logică  $I$  a semnalului de ieșire  $O_1$ ; în acest caz și semnalul  $I_1$ , de la intrarea în  $AP_1$ , are valoarea logică  $I$ . Această valoare determină la ieșirea automatului, după un interval mic de timp, valoarea logică  $I$  a semnalului  $Q_2$ , ca urmare acționează contactorul electromagnetic  $K_{11}$  și se închid contactele sale normal deschise din circuitul bateriei de condensatoare  $B_1$ ; după timpul  $t_1=0,5$  s și semnalul  $Q_1$  are valoare logică  $I$  pe intrarea  $A$  de comandă a releului electronic trifazat de putere  $K$  la trecerea prin zero a tensiunii, deci anclanșează, și bateria de condensatoare  $B_1$  este conectată la barele  $L_{1,2,3}$ . După intervalul de timp  $t_2=0,5$  s și semnalul de ieșire  $Q_3$  are valoarea logică  $I$  și anclanșează contactorul  $K_{12}$  care scurtcircuitază elementele de execuție ale aparatelor de comutație  $K$  și  $K_{11}$ , legate în serie și alimentează direct, de la barele  $L_{1,2,3}$ , bateria de condensatoare  $B_1$ . Acum cele trei aparate de comutație  $K, K_{11}$  și  $K_{12}$  sunt anclanșate. După timpul  $t_3=0,5$  s, semnalele  $Q_1$  și  $Q_2$  au valoare logică  $0$ , aparatele de comutație  $K$  și  $K_{11}$  declanșează, bateria de condensatoare  $B_1$  fiind conectată la rețea numai prin contactele contactorului  $K_{12}$ . Bateria de condensatoare  $B_1$  va rămâne conectată în instalație un interval de timp  $t_4$  stabilit de regulatorul VAR-metric RFP, care depinde de valoarea la un moment dat și valoarea impusă a factorului de putere din instalație. După timpul  $t_4$ , regulatorul VAR-metric RFP impune valoarea logică  $0$ , când, prin program, automatul programabil  $AP_1$  stabilește valoarea logică  $0$  a semnalului de ieșire  $Q_3$ . Declanșează contactorul  $K_{12}$  și bateria de

condensatoare  $B_1$  este deconectată de la rețea. În același mod, sistemul economic de reglare automată a factorului de putere poate activa două sau mai multe baterii de condensatoare, în același interval de timp, în funcție de valoarea reală a factorului de putere.

În figura 3 sunt prezentate variațiile în timp ale semnalelor  $I_1$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  și  $Q_3$  care determină conectarea și deconectarea, de la instalația deservită, a bateriei de condensatoare  $B_1$ . Aceeași logică de comandă stabilită prin programele înscrise în  $AP_1$  și  $AP_2$  se utilizează și pentru conectarea bateriilor de condensatoare  $B_2$  (se utilizează  $K$ ,  $K_{21}$ ,  $K_{22}$  și  $AP_1$ ),  $B_3$  ( $K$ ,  $K_{31}$ ,  $K_{32}$  și  $AP_1$ ),  $B_4$  ( $K$ ,  $K_{41}$ ,  $K_{42}$  și  $AP_2$ ),  $B_5$  ( $K$ ,  $K_{51}$ ,  $K_{52}$  și  $AP_2$ ) și  $B_6$  ( $K$ ,  $K_{61}$ ,  $K_{62}$  și  $AP_2$ ).

În figura 4 este prezentat programul pentru un automat programabil realizat în *FBD* (Function Block Diagram). Același program se află înscris în ambele automate programabile ( $AP_1$  și  $AP_2$ ). În program se utilizează trei circuite monostabile  $B05$ ,  $B21$  și  $B27$  cu timpul setat la  $t_{r1}=t_1+t_2+t_3$ , care controlează ieșirile  $Q_2$ ,  $Q_4$  și  $Q_6$ , trei circuite monostabile  $B11$ ,  $B24$  și  $B30$  cu timpul setat la  $t_{a2}=t_1+t_2$ , care pot modifica valorile semnalelor de ieșire  $Q_3$ ,  $Q_5$  și  $Q_7$ , și un releu de timp cu temporizare la acționare  $B34$ , cu timpul setat la  $t_{a3}=t_1$ , pentru controlul semnalului  $Q_1$ . Pentru a realiza logica necesară se mai utilizează trei *INVERSOARE*  $B10$ ,  $B23$  și  $B29$ , o poartă *SAU* cu trei intrări,  $B12$  și trei porți *ȘI* cu două intrări,  $B09$ ,  $B22$  și  $B28$ .

În figura 5 sunt date graficele, în funcție de timp, ale tensiunii și curentului la comutarea unei condensator printr-un contactor (în partea stângă a imaginii), și prin releu electronic de putere, la care comutația are loc la trecerea prin zero a tensiunii de alimentare (în partea dreaptă a imaginii). În primul caz, curentul la conectarea condensatorului, poate crește la peste 8 ori valoarea nominală, fapt ce determină scăderea fiabilității aparatului de comutație și, implicit, a sistemului de reglare automată a factorului de putere.

Sistemul economic de reglare automată a factorului de putere cu baterii de condensatoare din instalațiile trifazate de joasă tensiune se poate realiza și cu alt număr de baterii de condensatoare. Dacă se utilizează trei baterii de condensatoare se utilizează un regulator *VAR-metric*, un automat programabil, un releu electronic trifazat de putere și șase contactoare electromagnetice. Pentru schema propusă în figura 2, în funcție de numărul ieșirilor automatului programabil se pot utiliza la comanda bateriilor de condensatoare un automat programabil cu mai multe ieșiri, un automat programabil și modul de extensie, sau două sau mai multe automate programabile.

Sistemul de reglare automată a factorului de putere, care face obiectul prezentei invenții, este economic deoarece utilizează un singur releu electronic trifazat de putere  $K$  care conectează pe rând, potrivit programelor înscrise în  $AP_1$  și  $AP_2$ , cele șase baterii de condensatoare, cu precizarea că pentru aceasta, se impune folosirea în instalația de alimentare a fiecărei baterii, a două contactoare trifazate.

## REVENDICĂRI

Sistem electronic de reglare automată a factorului de putere, cu baterii de condensatoare, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, caracterizat prin aceea că pentru îmbunătățirea factorului de putere, din instalațiile trifazate de joasă tensiune, are în alcătuire un transformator de curent ( $TC$ ), un regulator  $VAR$ -metric cu microprocesor ( $RFP$ ), două automate programabile de mică capacitate ( $AP_1, AP_2$ ), un releu electronic trifazat de putere ( $K$ ), douăsprezece contactoare electromagnetice trifazate ( $K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}, K_{31}, K_{32}, K_{41}, K_{42}, K_{51}, K_{52}, K_{61}, K_{62}$ ) și șase baterii de condensatoare ( $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ ), în care:

- transformatorul de curent ( $TC$ ), montat pe prima bară ( $L_1$ ) a sistemului trifazat de bare de distribuție ( $L_{1,2,3}$ ), este legat la intrările  $k, l$ , iar tensiunea de fază a aceleiași faze, la bornele  $L_1, N$  ale regulatorului  $VAR$ -metric ( $RFP$ );

- primele trei ieșiri ( $Q_1, Q_2, Q_3$ ) sunt legate la primele trei intrări ( $I_1, I_2, I_3$ ) ale primului automat programabil ( $AP_1$ ), iar următoarele trei ieșiri ( $Q_4, Q_5, Q_6$ ) sunt legate la primele trei intrări ( $I_1, I_2, I_3$ ) ale celui de-al doilea automat programabil ( $AP_2$ );

- primele ieșiri ( $Q_1$ ) ale celor două automate programabile ( $AP_1, AP_2$ ) se leagă la intrarea de comandă a releului electronic de putere ( $K$ ), iar următoarele șase ieșiri ( $Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$ ) ale celor două automate programabile ( $AP_1, AP_2$ ) se leagă la bobinele celor douăsprezece contactoare electromagnetice trifazate ( $K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}, K_{31}, K_{32}, K_{41}, K_{42}, K_{51}, K_{52}, K_{61}, K_{62}$ ), repartizate câte șase pe fiecare automat;

- cele douăsprezece contactoare electromagnetice trifazate ( $K_{11}, K_{12}, K_{21}, K_{22}, K_{31}, K_{32}, K_{41}, K_{42}, K_{51}, K_{52}, K_{61}, K_{62}$ ) sunt împărțite în șase grupe, fiecare grupă este formată din două contactoare ( $K_{11}, K_{12}; K_{21}, K_{22}; \dots, K_{61}, K_{62}$ ), care împreună cu releul electronic trifazat de putere comun ( $K$ ) fac parte din circuitele celor șase baterii de condensatoare ( $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ ), astfel încât primul contactor din grupă ( $K_{11}, K_{21}, \dots, K_{61}$ ) are contactele principale înseriate cu elementele de execuție ale releului electronic trifazat de putere ( $K$ ), alimentând, în prima perioadă bateria de condensatoare la trecerea prin zero a fiecărei tensiuni de fază, după care, potrivit programului înscris în cele două automate programabile ( $AP_1, AP_2$ ), contactele principale ale celui de-al doilea contactor din grupă ( $K_{12}, K_{22}, \dots, K_{62}$ ) scurtcircuitază, pe fiecare fază contactul principal înseriat cu elementul de execuție al releului electronic trifazat de putere ( $K$ ), când bateria de condensatoare ( $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ ) este alimentată direct de la barele de distribuție trifazate ( $L_1, L_2, L_3$ ), după care sunt declanșate primul contactor din grupă ( $K_{11}, K_{21}, \dots, K_{61}$ ) și releul electronic trifazat de putere ( $K$ ).

DESENE EXPLICATIVE

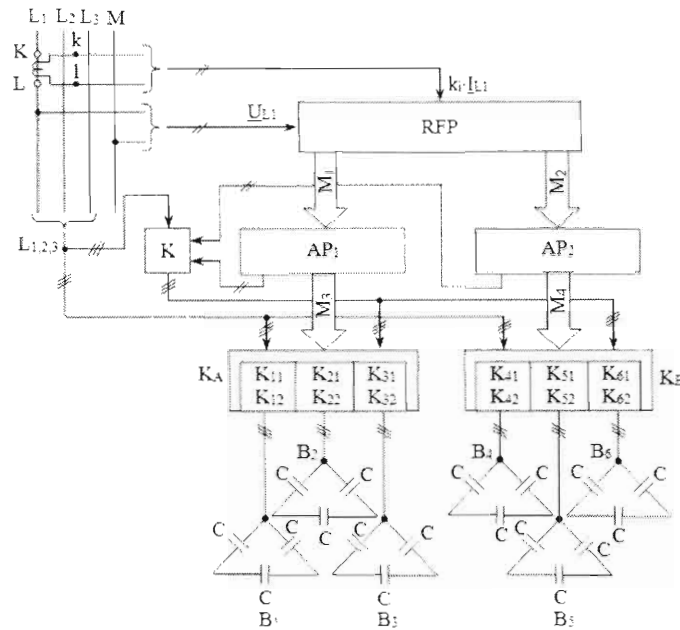


Fig.1. Schema bloc a sistemului economic de reglare automată, cu baterii de condensatoare, a factorului de putere din instalațiile trifazate de joasă tensiune

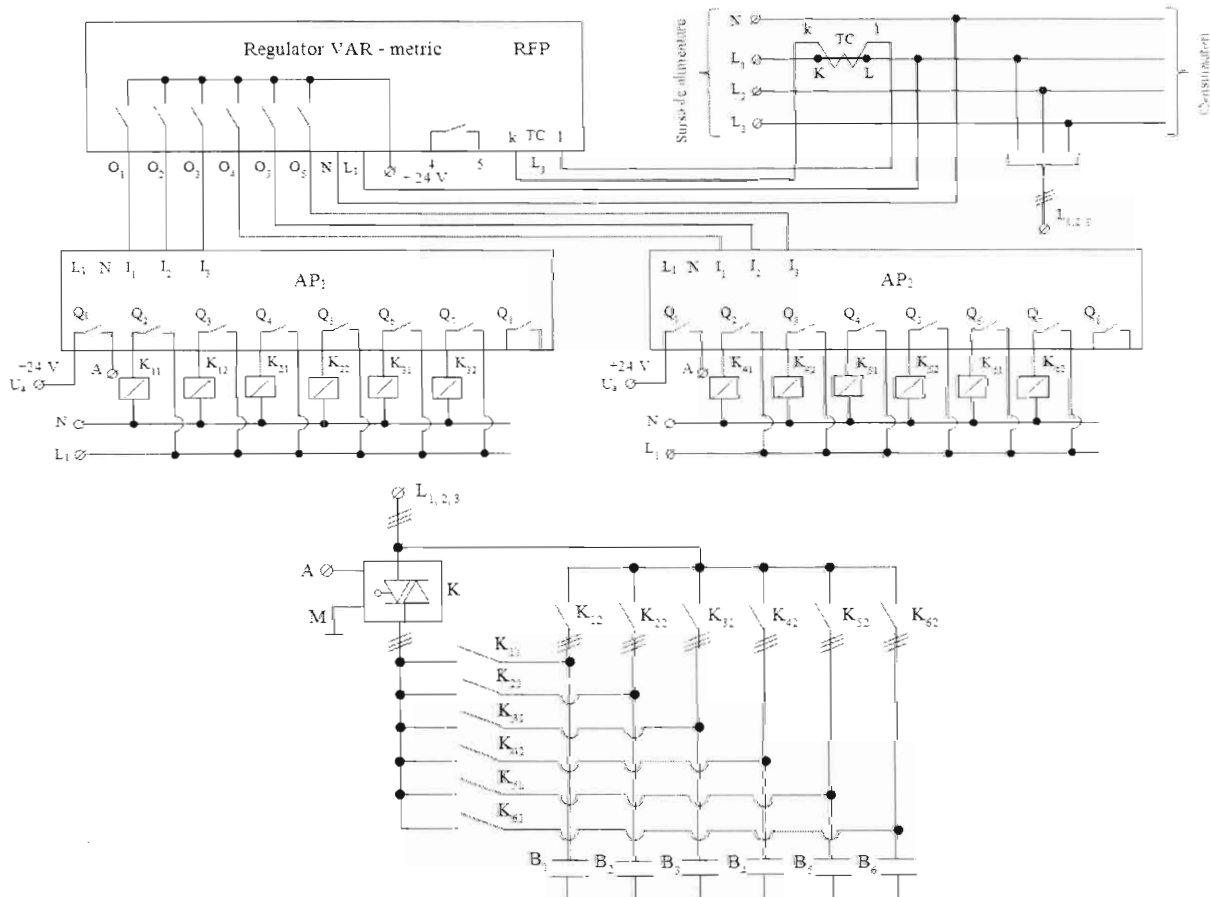


Fig.2. Schema electrică a sistemului economic de reglare automată a factorului de putere din instalațiile trifazate de joasă tensiune cu regulator VAR-metric, automate programabile, contactoare electromagnetice, releu electronic trifazat de putere și baterii de condensatoare

*Handwritten signature and date: 11/11/13*

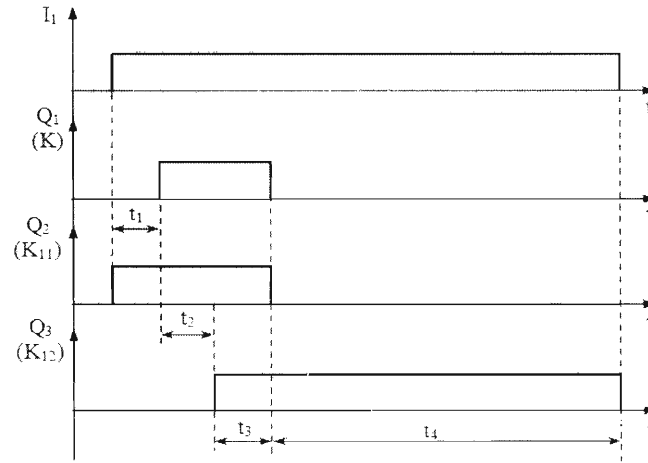


Fig.3. Reprezentarea grafică a semnalelor  $I_1=f_1(t)$ ,  $Q_1=f_2(t)$ ,  $Q_2=f_3(t)$  și  $Q_3=f_4(t)$  utilizate pentru conectarea bateriei de condensatoare  $B_1$

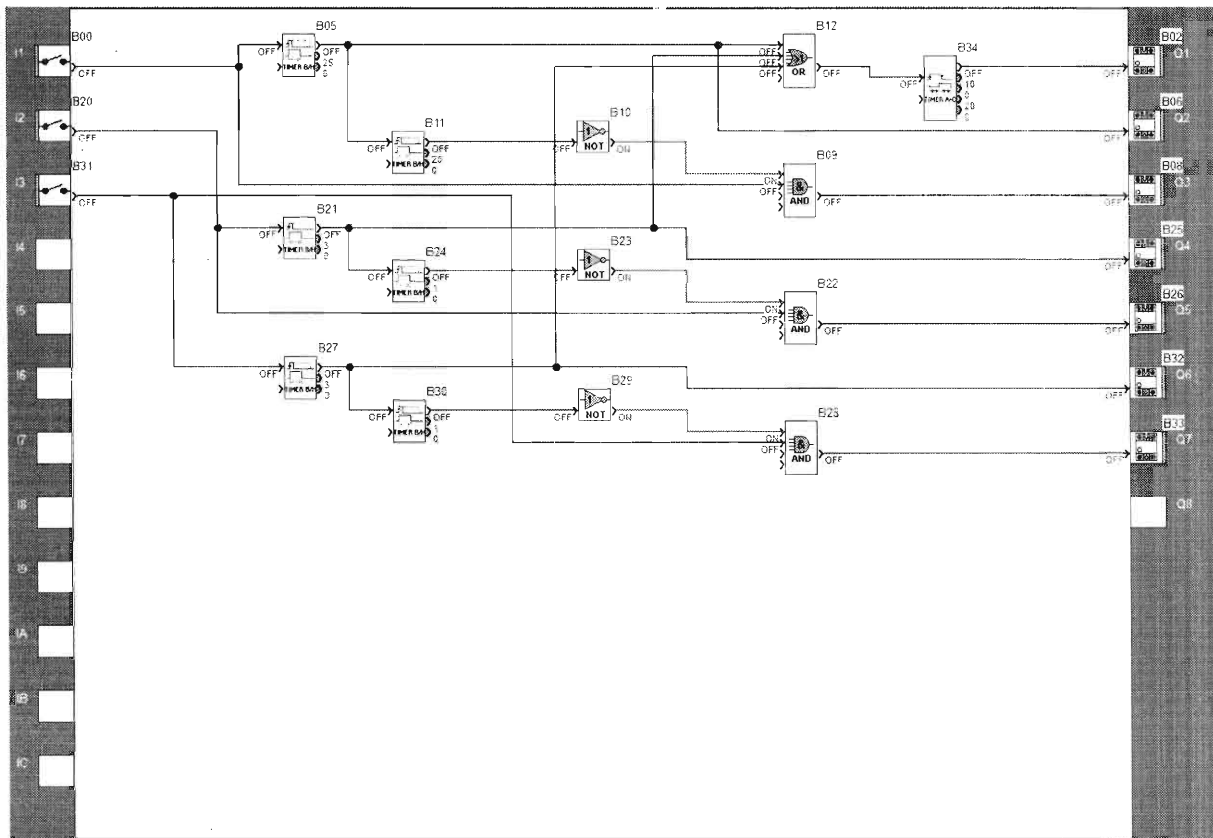


Fig.4. Programul realizat pe automatele programabile  $AP_1$  și  $AP_2$ , pentru comanda contactoarelor electromagnetice și a releului electronic trifazat de putere

*Handwritten signature and notes:*  
 Cellara  
 C. Dinu  
 2017

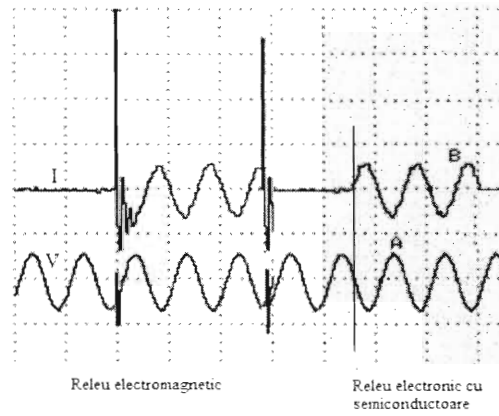


Fig.5. Tensiunea (V) și curentul (I) pe un condensator, când este conectat la sursa de alimentare printr-un contactor electromagnetic (stânga) și printr-un releu electronic de putere (dreapta)