

Soluția tehnică propusă se referă la electrotehnică, și anume la convertoarele de tensiune alternativă în tensiune de curent continuu.

Se cunoaște un convertizor de tensiune alternativă în tensiune de curent continuu în baza transformatorului feromagnetic, care reprezintă un transformator feromagnetic cu două bobine, primară și secundară. Bobina primară se conectează la sursa de curent alternativ, iar la bobina secundară se conectează o punte de diode, la ieșirea căruia se formează tensiunea de curent continuu [1].

Dezavantajele acestui convertizor constau în pierderile considerabile de energie în transformatorul feromagnetic, lipsa sistemului de stabilizare a tensiunii la ieșirea convertizorului și randamentul scăzut, condiționat de pierderile ridicate de energie.

Se cunoaște, de asemenea, o instalație pentru convertizarea tensiunii, care conține o punte de redresare, două condensatoare de filtrare elementare, un convertor de tip forward, care constă din două tranzistoare și două diode de returnare, un transformator de frecvență și un redresor, care conține două diode, o bobină de inductanță, un condensator și sarcină [2].

Dezavantajele acestei instalații constau în faptul, că în această instalație are loc returnarea energiei în sursă prin două diode de returnare cu pierderi de energie atât în regimul de mers în gol, cât și în regimul de sarcină. De asemenea, transformatorul și bobina de inductanță sunt confecționate ca două elemente separate, ce conduce la majorarea masei și creșterea pierderilor sumare de energie în aceste elemente. Aceasta conduce la majorarea masei elementelor feromagnetice, pierderilor sumare în miezurile feromagnetice și materialul conductor în aceste elemente, și la un randament micșorat al instalației. Prezența a două diode de returnare a energiei în sursa de alimentare, de asemenea, are ca urmare o creștere a complexității realizării constructive a convertizorului.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției, micșorarea masei elementului feromagnetic și majorarea randamentului de convertizare a tensiunii alternative în tensiunea de curent continuu.

Instalația, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că, conform primei variante, include o punte de redresare, intrarea căreia este conectată la bornele de alimentare, la ieșirea căreia sunt conectate n condensatoare de filtrare elementare, conectate în serie, un transformator de frecvență înaltă, bobina primară a căruia este formată din n secții, fiecare secție fiind conectată consecutiv cu un tranzistor de comutare, formând o ramură. Fiecare ramură este unită consecutiv cu următoarea, totodată toate sunt conectate la ieșirea punții. Nodurile de conexiune ale condensatoarelor sunt unite cu nodurile de conexiune ale ramurilor bobinei primare a transformatorului. Fiecare nod de conexiune a unei secții cu tranzistorul, cu excepția primului nod, este unit printr-o diodă de returnare cu nodul de conexiune a începutului secției precedente cu condensatorul. Instalația mai include un redresor, format dintr-o bobină de inductanță (8), confecționată pe același miez feromagnetic cu bobina secundară a transformatorului și conectată consecutiv cu aceasta, dar în contrafază cu secțiile bobinei primare a transformatorului. Nodul de conexiune a bobinei secundare a transformatorului și bobinei de inductanță este unit printr-o diodă de redresare cu o diodă de redresare, unită consecutiv cu începutul bobinei secundare a transformatorului. Nodul de conexiune a diodelor de redresare și începutul bobinei de inductanță sunt unite cu bornele de conectare a sarcinii, între care este conectat un condensator de filtrare.

Conform variantei a doua, instalația include o punte de redresare, intrarea căreia este conectată la bornele de alimentare, la ieșirea căreia sunt conectate n condensatoare de filtrare elementare, conectate în serie, un transformator de frecvență înaltă, bobina primară a căruia este formată din n secții, toate, cu excepția primei, fiind executate cu câte o priză, fiecare secție fiind conectată consecutiv cu un tranzistor de comutare, formând o ramură. Fiecare ramură este unită consecutiv cu următoarea, toate fiind conectate la ieșirea punții. Nodurile de conexiune ale condensatoarelor sunt unite cu nodurile de conexiune ale ramurilor bobinei primare a transformatorului; fiecare priză a secțiilor este unită printr-o diodă de returnare cu nodul de conexiune a începutului secției precedente cu condensatorul. Instalația mai include un redresor, format dintr-o bobină de inductanță, confecționată pe același miez feromagnetic cu bobina secundară a transformatorului și conectată consecutiv cu aceasta, dar în contrafază cu secțiile bobinei primare a transformatorului. Nodul de conexiune a bobinei secundare a transformatorului și bobinei de inductanță este unit printr-o diodă de redresare cu o diodă de redresare, unită consecutiv cu începutul bobinei secundare a transformatorului. Nodul de conexiune a diodelor de redresare și începutul bobinei de inductanță sunt unite cu bornele de conectare a sarcinii, între care este conectat un condensator de filtrare.

Conform variantei a treia, instalația include o punte de redresare, intrarea căreia este conectată la bornele de alimentare, la ieșirea căreia sunt conectate n condensatoare de filtrare elementare, conectate în serie, un transformator de frecvență înaltă, bobina primară a căruia este formată din n secții, prima secție fiind unită consecutiv cu un tranzistor de comutare, celelalte sunt executate cu câte o priză, fiecare priză fiind conectată cu un tranzistor, secțiile cu tranzistoarele formând ramuri, totodată fiecare ramură este unită consecutiv cu următoarea, toate fiind conectate la ieșirea punții. Nodurile de conexiune ale condensatoarelor sunt unite cu nodurile de conexiune ale ramurilor bobinei primare a transformatorului. Ieșirile secțiilor, cu excepția primei, sunt unite printr-o diodă de returnare cu nodul de conexiune a începutului secției precedente cu condensatorul. Instalația mai include un redresor, format dintr-o bobină de inductanță, confecționată pe același miez feromagnetic cu bobina secundară a transformatorului și conectată consecutiv cu aceasta, dar în contrafază cu secțiile bobinei primare a transformatorului. Nodul de conexiune a bobinei secundare a transformatorului și bobinei de inductanță este unit printr-o diodă de redresare cu o diodă de redresare, unită consecutiv cu începutul bobinei secundare a transformatorului. Nodul de conexiune a diodelor de redresare și începutul bobinei de inductanță sunt unite cu bornele de conectare a sarcinii, între care este conectat un condensator de filtrare.

Simplificarea construcției a instalației constă în excluderea unei diode din circuitul de returnare a energiei în sursa de alimentare, iar micșorarea numărului de elemente sau de componente funcționale în convertizor asigură simplificarea realizării lui constructive.

Micșorarea masei elementelor feromagnetice se asigură prin confecționarea pe același miez feromagnetic a bobinei secundare a transformatorului de frecvență înaltă și a bobinei de inductanță, care îndeplinesc diferite funcții – de transformare a parametrilor tensiunii și curentului și de netezire a curentului de sarcină.

Majorarea randamentului instalației este o urmare a micșorării pierderilor la convertizare a tensiunii prin excluderea componente, formate de dioda exclusă, diminuarea masei elementului feromagnetic și, ca urmare a pierderilor de energie în acest element. La diminuarea pierderilor contribuie și excluderea procesului de returnare a energiei în sursă prin dioda de returnare în regim de sarcină a convertizorului. Returnarea are loc numai în regim de mers în gol. Toate acestea contribuie la obținerea rezultatului tehnic al invenției – simplificarea realizării constructive, diminuarea masei elementului feromagnetic și, ca rezultat, a instalației de convertizare, precum și majorarea randamentului instalației de convertizare a tensiunii alternative în tensiunea de curent continuu.

Rezultatul tehnic al invenției constă în simplificarea schemei electrice a instalației prin micșorarea numărului de elemente funcționale și a numărului de legături dintre elemente, ca urmare a excluderii din schema funcțională a unei diode de returnare. Schema funcțională a instalației de convertizare conține o singură diodă de returnare în comparație cu două diode din schema celei mai apropiate soluții.

Realizarea constructivă a transformatorului de frecvență înaltă și a bobinei de inductanță ca un element constructiv integrat pe același miez feromagnetic asigură micșorarea masei sumare a elementelor electromagnetice a convertizorului și a pierderilor de energie în acest element. Gabaritele și masa echipamentelor electromagnetice sunt determinate de puterea lor nominală. Pentru echipamentele electromagnetice dimensiunea lor liniară este o funcție a

puterii nominale, și aceasta se confirmă de expresia  $l \sim \sqrt[4]{P_i}$  (Кацман М.М. Расчет и конструирование электрических машин. М.: Энергоатомиздат, 1984. -360 с. Vezi pag. 47-49). Masa echipamentului feromagnetic

unitar  $M$  este proporțională cu volumul și este determinată de expresia  $M \sim l^3 \sim (\sqrt[4]{P_i})^3 \sim \sqrt[4]{P_i^3}$ , iar pierderile

$$\frac{\sum_{i=1}^m M_i}{M_{un}} \sim \frac{\sum_{i=1}^m P_{\Sigma,i}}{P_{un,\Sigma}} \sim \frac{m \sqrt[4]{(P_i^3 / m^3)}}{\sqrt[4]{P_i^3}} = \sqrt[4]{m}$$

sumare sunt determinate de expresia.

Raportul masei la puterea nominală a elementelor feromagnetice este determinat de relația  $(M / P_i) \sim (1 / \sqrt[4]{P_i})$ . Această relație caracterizează valoarea specifică a masei, ce revine la o unitate de putere a echipamentului electromagnetice, care se micșorează cu creșterea puterii unitare a lui. În caz că două echipamente separate se confecționează constructiv ca un element integrat se obține o diminuare a masei cu micșorarea pierderilor în comparație cu confecționarea lor ca elemente separate. Pentru  $m$  echipamente unitare, ce au puterea sumară  $P = mP_i$

$$\frac{\sum_{i=1}^m M_i}{M_{un}} \sim \frac{\sum_{i=1}^m P_{\Sigma,i}}{P_{un,\Sigma}} \sim \frac{m \sqrt[4]{(P_i^3 / m^3)}}{\sqrt[4]{P_i^3}} = \sqrt[4]{m}$$

, este valabilă expresia

. La confecționarea a două elemente electromagnetice ca un element integrat, conform relației anterioare, obținem că pentru  $m=2$  pierderile și masa elementului integrat se micșorează proporțional funcției  $\sqrt[4]{m} = \sqrt[4]{2} = 1,189$ , deci cu 19% în comparație cu executarea lor ca elemente funcționale separate.

Diferența dintre pierderile de energie  $\Delta P$  în cea mai apropiată soluția și în instalația revendicată în regim de mers în gol se determină din relația  $\Delta P_{MG} = P_{DR} + \Delta P_{T-B}$  și în regim de sarcină – din relația  $\Delta P_S = 2P_{DR} + \Delta P_{T-B}$ , unde  $\Delta P_{MG}$  – micșorarea pierderilor de energie în regim de mers în gol în instalația revendicată;  $P_{DR}$  – pierderile

caracteristice pentru dioda exclusă din schemă;  $\Delta P_{T-B}$  – micșorarea pierderilor în elementul feromagnetic integrat, condiționată de îmbinarea într-un singur element a funcției de transformare a parametrilor tensiunii și curentului (transformatorul) și de netezire a curentului în sarcină (bobina de inductanță), având ca rezultat micșorarea masei

elementului;  $\Delta P_S$  – micșorarea pierderilor în regim de sarcină a instalației revendicate, care sunt mai mici în comparație cu regimul de mers în gol, urmare excluderii trecerii curentului prin dioda de returnare în regim de sarcină. Această și asigură micșorarea pierderilor sumare în instalația de convertizare a tensiunii în comparație cu

cea mai apropiată soluție cu  $\Delta P_{MG}$  în regim de mers în gol și cu  $\Delta P_S$  în regim de sarcină, care și determină majorarea randamentului în comparație cu cea mai apropiată soluție.

Cele menționate mai sus asigură obținerea rezultatului tehnic: simplificarea construcției, micșorarea masei elementului feromagnetic și majorarea randamentului de convertizare a tensiunii.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-5 care reprezintă:

- fig. 1, schema principală a convertizorului de tensiune, conform primei variante, în care bobina primară a transformatorului este formată din două secții;

- fig. 2, schema principială a convertizorului de tensiune, conform variantei a doua, în care bobina primară a transformatorului este formată din trei secții;
- fig. 3, schema principială a convertizorului de tensiune, conform variantei a treia, în care bobina primară a transformatorului este formată din trei secții;
- fig. 4, vedere de ansamblu a transformatorului cu bobina de inductanță, cu miez feromagnetic de tip E;
- fig. 5, vedere de ansamblu a transformatorului cu bobina de inductanță, cu miez feromagnetic de tip U.

Enumerarea pozițiilor din fig. 1–5:

1 – o punte de redresare; 2 – un condensator de filtrare elementar; 3 – o diodă de returnare a energiei în sursa de alimentare; 4 – o secție a bobinei primare a transformatorului; 5 – un tranzistor de comutare; 6 – sarcina; 7 – bobina secundară a transformatorului; 8 – o bobină de inductanță; 9,10 – diode de redresare; 11 – un condensator de filtrare; 12 – miezul feromagnetic; 13 – bornele de alimentare; 14 – bornele de conectare a sarcinii 6; 15 – o punte feromagnetică; 16 – nodul de conexiune ale condensatoarelor de filtrare elementare 2; 17 – nodul de conexiune ale ramurilor bobinei primare a transformatorului; 18 – priza secției 4 a bobinei primare a transformatorului; 19 – nodul de conexiune a unei secții 4 cu tranzistorul de comutare 5.

Instalația pentru convertizarea energiei (vezi fig. 1) include un convertor de tip forward, transformatorul de frecvență confecționat pe același miez feromagnetic 12 cu inductanța 8 a redresorului 9,10 în așa fel, ca secțiunile 4 a bobinei primare comutate de tranzistoarele de comutație 5 să fie în contrafază cu bobina de inductanță 8. Între nodurile de conectare 19 ale secțiunilor 4 a bobinei primare cu tranzistoarele de comutație 5 din interiorul celei a doua și nodurile de conectare 17 a primei celule cu celula notată convențional ca N0, care fizic reprezintă conductorul de alimentare de la puntea de redresare 1. Bobina primară a transformatorului de frecvență (vezi fig. 2) conține N secțiuni 4 (total trei), N-1 din ele sunt executate cu o ieșire 18 din interiorul secțiunilor, conectate între ele consecutiv de N (total trei) tranzistori de comutație 5, formând N (total trei) celule conectate în serie, fiecare celula conține o secțiune 4 a bobinei primare și un tranzistor de comutație 5, condensatorul de filtrare se confecționează din N (total trei) condensatoare elementare 2 conectate în serie, nodurile de conectare 16 între condensatoare și nodurile de conectare 17 între celule sunt conectate între ele, iar între ieșirea 18 din interiorul secțiunii 4 a bobinei primare, care este formată din N secțiuni 4 a celei N și nodurile de conectare 17 între celulele N-1 și N-2 se conectează N-1 diode de returnare 3 (bobina primară a transformatorului de frecvență (vezi fig.3) poate conține N (total trei) secțiuni, executate cu o ieșire 18 din interiorul secțiunii 4 și ieșirile 18 sunt conectate consecutiv cu N tranzistoare de comutație 5, formind N (total trei) celule conectate în serie, fiecare celula conține o secțiune 4 a bobinei primare și un tranzistor de comutație 5, condensatorul de filtrare se execută din N condensatoare elementare 2 conectate în serie, nodurile de conectare 16 între condensatoare elementare 2 și nodurile de conectare 17 între celule se conectează între ele, iar între capetele libere a secțiunii 4 a bobinei primare a celei N și nodurile de conectare 17 între condensatoarele de filtrare 2 N-1 și N-2 se conectează N-1 diode de returnare.

Instalația pentru convertizarea tensiunii, conform primei variante, funcționează în felul următor

La aplicarea tensiunii la bornele de alimentare 13 (vezi fig. 1), prin diodele punții de redresare 1 se încarcă condensatoarele de filtrare elementare 2. La tranzistoarele de comutare 5 se aplică impulsuri de comandă, care asigură starea deschisă a tranzistoarelor 5. Condensatoarele 2 trec în regim de descărcare prin circuitul, format de elementele 2 - 4 - 5 - 4 - 5 - 2. În acest circuit apare curentul, care trecând prin spirele secțiilor 4 a bobinei primare formează fluxul magnetic în miezul feromagnetic 12, care la rândul său induce tensiune în bobina secundară 7 și prin circuitul format de elementele 7 - 9 - 6-11 - 8 - 7 trece curentul, care încarcă condensatorul de filtrare 11. După încărcarea condensatorului 11, tranzistoarele de comutare 5 se închid la stingerea impulsului de comandă. Fluxul de magnetizare a miezului feromagnetic 12 induce tensiune în spirele secției 4 a bobinei primare și a bobinei de inductanță 8, urmare a întreruperii curentului în circuitul bobinei primare, și prin circuitul 8 - 10 -6-11 - 8 energia de magnetizare a elementului feromagnetic se transferă în condensatorul de filtrare 11, dar nu se transferă pentru acumulare în condensatoarele elementare 2 de filtrare, deoarece la întreruperea trecerii curentului tensiunea condensatorului 11 este mai joasă ca tensiunea condensatoarelor de filtrare elementare 2, și, ca urmare a acesteia, dioda 3 nu este deschisă pentru returnarea energiei de magnetizare a miezului feromagnetic în condensatoarele elementare 2. Acest efect este o urmare a confecționării a bobinei secundare a transformatorului pe același miez feromagnetic cu bobină de inductanță și asigurarea unei legături mutuale între secțiile 4 a bobinei primare a transformatorului și a bobinei de inductanță 8, prin ce se asigură că în acest interval de timp potențialul catodului diodei 3 este mai înalt ca potențialul anodului, determinat de starea nodului 19. În soluția cea mai apropiată, în lipsa unei astfel de influențe mutuale reciproce, energia de magnetizare din miezul feromagnetic prin două diode de returnare se reîntoarce în sursa de alimentare, ceea ce conduce la creșterea pierderilor în procesului de transformare a energiei de convertorului proprotipului în comparație cu soluția propusă, ca urmare a unui număr sporit de transformări a energiei în procesul de conversie. Aceasta și contribuie la sporirea randamentului convertorului propus. Când sarcina lipsește, energia de magnetizare a elementului feromagnetic prin circuitul 4 - 3 -2-4 se întoarce în condensatoarele elementare de filtrare 2 ca și în prototip, dar numai cu participarea în acest proces a unei singure diode.

Totodată ciclul de lucru a diodele de returnare 3 în instalația propusă are loc numai în regim de mers în gol. În regim de sarcină diodele de returnare 3 sunt închise și, ca urmare, nu au loc pierderi în aceste elemente. Aceasta este un avantaj al soluției propuse.

Instalația pentru convertizarea tensiunii, conform variantei a doua, funcționează în felul următor

La aplicarea tensiunii la bornele de alimentare 13 (vezi fig. 2), prin diodele punții de redresare 1 se încarcă condensatoarele de filtrare elementare 2. La tranzistoarele de comutare 5 se aplică impulsuri de comandă, care asigură starea deschisă a tranzistoarelor 5. Condensatoarele 2 trec în regim de descărcare prin circuitul, format de elementele 2 - 4 - 19 - 5 - 4 - 19 - 5 - 4 - 19 - 5 - 2. În acest circuit apare curentul, care trecând prin spirele secțiilor 4 a bobinei primare formează fluxul magnetic în miezul feromagnetic 12, care la rândul său induce tensiune în bobina secundară 7 și prin circuitul format de elementele 7 - 9 - 6 - 11 - 8 - 7 trece curentul, care încarcă condensatorul de filtrare 11. După încărcarea condensatorului 11, tranzistoarele de comutare 5 se închid la stingerea impulsului de comandă. Fluxul de magnetizare a miezului feromagnetic 12 induce tensiune în spirele secției 4 a bobinei primare și a bobinei de inductanță 8, urmare a întreruperii curentului în circuitul bobinei primare, și prin circuitul 8 - 10 - 6 - 11 - 8 energia de magnetizare a elementului feromagnetic se transferă în condensatorul de filtrare 11. Când sarcina lipsește, energia de magnetizare a elementului feromagnetic prin circuitul 4 - 18 - 3 - 2 - 4 se returnează în condensatoarele de filtrare elementare 2.

Totodată ciclul de lucru a diodele de returnare 3 în instalația propusă are loc numai în regim de mers în gol. În regim de sarcină diodele de returnare 3 sunt închise și, ca urmare, nu au loc pierderi în aceste elemente.

Instalația pentru convertizarea tensiunii, conform variantei a treia, funcționează în felul următor

La aplicarea tensiunii la bornele de alimentare 13 (vezi fig. 3), prin diodele punții de redresare 1 se încarcă condensatoarele de filtrare elementare 2. La tranzistoarele de comutare 5 se aplică impulsuri de comandă, care asigură starea deschisă a tranzistoarelor 5. Condensatoarele 2 trec în regim de descărcare prin circuitul, format de elementele 2 - 4 - 18 - 5 - 4 - 18 - 5 - 4 - 18 - 5 - 2. În acest circuit apare curentul, care trecând prin spirele secțiilor 4 a bobinei primare formează fluxul magnetic în miezul feromagnetic 12, care la rândul său induce tensiune în bobina secundară 7 și prin circuitul format de elementele 7 - 9 - 6 - 11 - 8 - 7 trece curentul, care încarcă condensatorul de filtrare 11. După încărcarea condensatorului 11, tranzistoarele de comutare 5 se închid la stingerea impulsului de comandă. Fluxul de magnetizare a miezului feromagnetic 12 induce tensiune în spirele secției 4 a bobinei primare și a bobinei de inductanță 8, urmare a întreruperii curentului în circuitul bobinei primare, și prin circuitul 8 - 10 - 6 - 11 - 8 energia de magnetizare a elementului feromagnetic se transferă în condensatorul de filtrare 11. Când sarcina lipsește, energia de magnetizare a elementului feromagnetic prin circuitul 4 - 3 - 2 - 4 se returnează în condensatoarele de filtrare elementare 2.

Totodată ciclul de lucru a diodele de returnare 3 în instalația propusă are loc numai în regim de mers în gol. În regim de sarcină diodele de returnare 3 sunt închise și, ca urmare, nu au loc pierderi în aceste elemente.

Schemele echivalente care descriu instalația sunt realizate în baza componentelor electronice industriale, iar transformatorul de frecvență înaltă și bobina de inductanță se confecționează în baza utilizării tipurilor standarde a miezurilor feromagnetice. Tehnologia de producere a plăcilor imprimate este accesibilă pentru realizare atât în condiții de laborator, cât și fabricarea la uzinele cu profil de producere a echipamentelor electronice de diferită destinație.

Simplificarea construcției instalației se asigură prin excluderea a unei diode de returnare din schema convertorului de tip forward și utilizarea unui singur dispozitiv, care îndeplinește două funcții: funcția transformatorului și funcția bobinei de inductanță.

Micșorarea masei elementului feromagnetic se datorează faptului folosirii unui singur dispozitiv efectuat pe un singur miez feromagnetic pentru realizarea funcției de transformare a parametrilor tensiunii și curentului și funcția de netezire a curentului în sarcină 6,11 de către bobina de inductanță 8.

Majorarea randamentului de conversie a energiei în instalație este condiționată de excluderea componetei pierderilor care au loc în diodele de returnare, deoarece în regim de sarcină aceste diode sunt închise și prin aceasta se exclude scurgerea curentului cu degajarea energiei ( pierderi) în circuitul de returnare. De asemenea, micșorarea pierderilor de energie sunt o urmare a micșării masei elementului feromagnetic la nivel de 19% pentru același sarcini electromagnetice a elementului prototipului și pentru cazul soluției propuse. La executarea transformatorului și bobinei de inductanță ca un element integrat persitatea efectul în ciclul de lucru de transfer a energiei de magnetizare a elementului feromagnetic în circuitul sarcinei cu excluderea fazei procesului de returnare a acestei energii în sursă, ce este normal pentru procesul de funcționare a prototipului. Prin aceasta se asigură sporirea randamentului instalației de conversie după schema propusă și atingerea unui din scopurile invenției- sporirea randamentului ca urmare a micșării masei elementului feromagnetic și sporirea cotei energiei transferate în sarcină (energia de magnetizare a miezului ) fără returnarea ei în sursă.

În așa mod se asigură simplificarea construcției, micșorarea masei elementului feromagnetic și se soluționează problema sporirii indicatorilor de eficiență energetică a instalației și majorării coeficientului de transferare a energiei în sarcină, deci se soluționează sarcina invenției.

Totalitatea semnelor indicate a soluției tehnice propuse de realizare a instalației de conversie a energiei electrice asigură atingerea scopului invenției privind simplificarea construcției, micșorarea masei și majorarea randamentului.