

Invenția se referă la electrotehnică, și anume la convertoarele de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu.

Este cunoscut convertorul de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu în baza cheilor electronice, care conține o sursă de curent continuu, un condensator de filtrare, două chei electronice de comutație, două diode de returnare, un transformator de frecvență înaltă cu patru înfășurări, o punte de redresare, care constă din trei chei electronice, o inductanță de stocare în ciclu a energiei și un condensator de filtrare [1].

Dezavantajul dispozitivului constă în faptul că în acesta se utilizează un număr mare de elemente semiconductoare active și pasive, ceea ce conduce la majorarea costului dispozitivului și a pierderilor de energie în acesta. Totodată, în convertorul de acest tip au loc pierderi mai mari de energie din cauza comutării cheilor în regim activ și este necesar un bloc funcțional separat pentru limitarea supratensiunilor de comutație pe aceste chei. La majorarea costului și creșterea pierderilor de energie contribuie și faptul că transformatorul de frecvență înaltă funcționează numai pe durata timpului egală cu durata semiunde și, ca urmare, acest transformator are o masă sporită.

Este cunoscut, de asemenea, dispozitivul pentru convertizarea energiei în baza cheilor electronice, care conține o sursă de curent continuu, un condensator de filtrare, patru chei electronice de comutație, un transformator de frecvență înaltă cu trei înfășurări, două inductanțe de comutație și una de acumulare, o punte de redresare, care constă din două diode și condensatoare de filtrare [2].

Dezavantajul dispozitivului constă în faptul că în acesta se utilizează un număr mare de elemente semiconductoare active și pasive, care conduce la majorarea costului dispozitivului și a pierderilor de energie în acesta. Totodată, în dispozitiv se utilizează un transformator de frecvență înaltă cu trei înfășurări, ceea ce duce la mărirea masei, deci și a costului și pierderilor de energie în acest transformator. În dispozitiv se utilizează și un număr mare de elemente feromagnetice.

Mai este cunoscut dispozitivul de convertizare a energiei în baza cheilor electronice, care conține o sursă de curent continuu, două condensatoare de filtrare, două chei electronice de comutație, două condensatoare de comutație, un transformator de frecvență înaltă cu trei înfășurări, două bobine de inductanță pentru comutație și o bobină pentru stocarea energiei în ciclul de funcționare, o punte de redresare, care constă din trei diode și un condensator de filtrare [3].

Dezavantajul dispozitivului constă în faptul că în acesta se utilizează un număr mare de elemente semiconductoare pasive, care conduce la majorarea costului dispozitivului și a pierderilor de energie în acesta. Totodată, în dispozitiv se utilizează un transformator de frecvență înaltă cu trei înfășurări, ceea ce duce la mărirea masei, deci și a costului și pierderilor de energie în transformator. În dispozitiv se utilizează și un număr mare de elemente feromagnetice.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în majorarea randamentului și micșorarea costului convertorului de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu.

Convertorul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un condensator de filtrare, două condensatoare de frecvență, conectate între ele în serie, și două chei electronice, conectate între ele în serie, toate conectate în paralel la ieșirile unei surse de curent continuu. Între nodul de conexiune al condensatoarelor și nodul de conexiune al cheilor electronice este conectată înfășurarea primară a unui transformator de frecvență înaltă, miezul feromagnetic al căruia este executat cu întrefier. În paralel cu înfășurarea primară a transformatorului este conectat un condensator de comutație. La ieșirile înfășurării secundare a transformatorului este conectată o bobină de inductanță. Convertorul mai include un condensator de filtrare, care este conectat în paralel la bobină printr-un element semiconductor, totodată bornele condensatorului formează bornele de conectare a sarcinii.

Rezultatul tehnic al invenției constă în majorarea randamentului și micșorarea costului de confecționare a convertorului de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu.

Micșorarea costului de confecționare a convertorului se asigură prin simplificarea schemei electrice a convertorului datorită excluderii mai multor elemente funcționale, în comparație cu cea mai apropiată soluție: sunt excluse două diode de redresare și două bobine de inductanță, utilizate în cea mai apropiată soluție pentru comutație. De asemenea, în convertor se utilizează un singur transformator de frecvență înaltă cu două înfășurări, pe când în cea mai apropiată soluție se utilizează un transformator de frecvență cu trei înfășurări, ceea ce asigură micșorarea masei de material conductor al înfășurărilor și masei de materiale feromagnetice, ce, de asemenea, contribuie la micșorarea costului de confecționare a transformatorului și, ca urmare, a convertorului. Micșorarea costului de confecționare a convertorului se datorează, de asemenea, micșorării numărului de legături dintre elementele funcționale.

Majorarea randamentului convertorului este o urmare a micșorării numărului de elemente semiconductoare pasive, adică a excluderii a două diode de redresare din schema funcțională a celei mai apropiate soluții, și a micșorării numărului de elemente inductive, deoarece în schema funcțională a convertorului se utilizează o singură inductanță, în comparație cu cele trei elemente inductive, utilizate în schema celei mai apropiate soluții. Excluderea acestor elemente, deci și a pierderilor în ele, contribuie la majorarea randamentului convertorului. De asemenea, la majorarea randamentului contribuie și utilizarea unui transformator de frecvență cu două înfășurări cu o masă totală mai mică a materialelor active, în comparație cu transformatorul de frecvență cu trei înfășurări, utilizat în cea mai apropiată soluție, deci și pierderile în acest transformator sunt mai mici, ceea ce asigură majorarea randamentului convertorului.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema echivalentă a convertorului;

- fig. 2, diagrama impulsurilor de comandă a cheilor electronice 5 și 6 și formelor curbelor de tensiune și curent în elementele convertorului.

Enumerarea pozițiilor din fig. 1:

1 – sursa de curent continuu; 2 – condensatorul de filtrare; 3, 4 – condensatoare de frecvență; 5, 6 – chei electronice; 7 – înfășurarea primară a transformatorului 8 de frecvență înaltă; 8 – transformator de frecvență înaltă; 9 – înfășurarea secundară a transformatorului 8 de frecvență înaltă; 10 – condensatorul de comutație; 11 – bobina de inductanță pentru stocarea în ciclu a energiei; 12 – elementul semiconductor; 13 – condensatorul de filtrare; 14 – sarcina.

Explicarea pozițiilor din fig. 2:

V_6 – forma impulsului de comandă, aplicat la cheia electronică 6;

V_5 – forma impulsului de comandă, aplicat la cheia electronică 5;

U_6 – forma curbei tensiunii la cheia electronică 6;

U_5 – forma curbei tensiunii la sarcina 14;

U_{34} – forma curbei tensiunii în nodul de conexiune al condensatoarelor 3 și 4 de frecvență;

I_C – forma curbei curentului în punctul de conexiune a nodului de conexiune al condensatoarelor 3 și 4 și înfășurării primare 7 a transformatorului 8;

I_6 – forma curbei curentului, ce trece prin cheia electronică 6;

I_5 – forma curbei curentului, ce trece prin cheia electronică 5;

U_{12} – forma curbei tensiunii la elementul semiconductor 12;

I_{12} – forma curbei curentului, ce trece prin elementul semiconductor 12;

I_{11} – forma curbei curentului, ce trece prin bobina de inductanță 11;

I_9 – forma curbei curentului, ce trece prin înfășurarea secundară 9 a transformatorului 8.

Convertorul de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu (vezi fig. 1) include un condensator 2 de filtrare, două condensatoare 3 și 4 de frecvență, conectate între ele în serie, și două chei electronice 5 și 6, conectate între ele în serie, toate conectate în paralel la ieșirile unei surse de curent continuu 1. Între nodul de conexiune al condensatoarelor 3 și 4 și nodul de conexiune al cheilor electronice 5 și 6 este conectată înfășurarea primară 7 a unui transformator 8 de frecvență înaltă, miezul feromagnetic al căruia este executat cu întrefier. În paralel cu înfășurarea primară 7 a transformatorului 8 este conectat un condensator 10 de comutație. La ieșirile înfășurării secundare 9 a transformatorului 8 este conectată o bobină de inductanță 11. Convertorul mai include un condensator 13 de filtrare, care este conectat în paralel la bobina 11 printr-un element semiconductor 12, totodată bornele condensatorului 13 formează bornele de conectare a sarcinii 14.

Convertorul de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu funcționează în felul următor.

La aplicarea tensiunii la sursa de curent continuu 1 și în prezența impulsurilor de comandă V_5 , V_6 și V_{12} , respectiv, pentru cheile 5, 6 și 12, pot fi asigurate două regimuri de lucru al convertorului. Primul regim se asigură prin reglarea duratei impulsului de comandă V_5 la cheia electronică 5. Energia de la sursa de curent continuu 1 în acest regim se acumulează în câmpul magnetic al transformatorului 8 și în bobina de inductanță 11. Acest regim mai este numit „fly-back”. Regimul al doilea se asigură prin reglarea duratei impulsului de comandă V_6 la cheia electronică 6. În acest regim, numit „forward”, energia de la sursa de curent continuu 1 se transferă direct la sarcina 14.

Se analizează primul regim de lucru al convertorului. Fie că tensiunile condensatoarelor 3, 4 și 10 sunt egale și constituie $\frac{1}{2}$ din valoarea tensiunii sursei 1. În acest moment (vezi fig. 2, pentru t_0) se aplică impulsul de comandă V_6 la cheia electronică 6. La deschiderea cheii electronice 6, condensatorul 4 se descarcă, iar condensatorul 3 se încarcă prin înfășurarea primară 7 cu formarea unui curent I_C . Datorită legăturii mutuale electromagnetice între înfășurarea primară 7 și înfășurarea secundară 9, în circuitul format din înfășurarea secundară 9 și bobina de inductanță 11 mai apare un curent $I_9 = I_{11}$. Acești curenți I_C și $I_9 = I_{11}$ trec prin cheia electronică 6, înfășurarea primară 7 și prin bobina de inductanță 11, încep a crește linear (vezi fig. 2, pentru intervalul t_0-t_1) și sunt determinați de inductivitatea înfășurării primare 7, adică de mărimea fizică a întrefierului în miezul feromagnetic al transformatorului 8 și valoarea inductanței bobinei 11. Ca urmare a trecerii curenților I_C și $I_9 = I_{11}$, se asigură stocarea energiei în câmpul magnetic al transformatorului 8 și în bobina 11. La deconectarea impulsului de comandă V_6 (vezi fig. 2, pentru t_1) aplicat la cheia electronică 6 și închiderea acestei chei, curentul I_6 scade până la zero, iar condensatorul 10 asigură menținerea tensiunii pe cheia 6 egală cu zero (vezi fig. 2, pentru t_1-t_2), ceea ce duce la diminuarea pierderilor la comutarea cheii electronice 6. Din acest moment (vezi fig. 2, pentru t_2), condensatorul 10 se încarcă (vezi fig. 2, pentru t_2-t_3), iar tensiunea electromotoare a înfășurărilor 7 și 9 și a bobinei 11 își schimbă polaritatea. Când tensiunea electromotoare a înfășurării secundare 9 și a bobinei 11 se egalează cu valoarea tensiunii sarcinii 14, se deschide elementul semiconductor 12 (vezi fig. 2, pentru t_3) și dioda interioară a cheii electronice 5, și se formează două circuite. Primul circuit este format din condensatoarele 3 și 4, înfășurarea primară 7, dioda interioară a cheii electronice 6, condensatorul 4, prin care energia fluxului de scăpări ale transformatorului 8 se întoarce în condensatoarele 3 și 4. Al doilea circuit este format din elementul semiconductor 12, bobina 11, sarcina 14, elementul semiconductor 12, și asigură transferul energiei stocate în bobina 11 în sarcina 14 (vezi fig. 2, pentru t_3-t_4). În acest interval de timp, la cheia electronică 5 se aplică impulsul de comandă V_5 . Când curentul, ce trece prin cheia electronică 5, își schimbă polaritatea (vezi fig. 2, pentru t_4), fiindcă la această cheie electronică 5 este aplicat impulsul de comandă V_5 , se deschide circuitul electric, format din condensatoarele 3 și 4, cheia electronică 5, înfășurarea primară 7, condensatoarele de frecvență 3 și 4. Datorită legăturii mutuale electromagnetice, între

înfășurarea primară 7 și înfășurarea secundară 9 mai apare un circuit, format din înfășurarea secundară 9, sarcina 14, elementul semiconductor 12, înfășurarea secundară 9. Din acest moment (vezi fig. 2, pentru t_4), prin circuitele descrise mai sus energia din condensatoarele 3 și 4, adică de la sursa 1, se transferă direct la sarcina 14 (vezi fig. 2, pentru t_4-t_6). La deconectarea impulsului de comandă V_5 (vezi fig. 2, pentru t_6), aplicat la cheia electronică 6, și închiderea acestei chei, curentul I_6 , ce trece prin această cheie, scade până la zero, iar condensatorul 10 asigură menținerea tensiunii la cheia 5 egală cu zero (vezi fig. 2, pentru t_6-t_7), ceea ce duce la diminuarea pierderilor la comutarea cheii electronice 5. Datorită faptului că curentul de magnetizare a transformatorului 8 și a bobinei 11 (vezi fig. 2, pentru t_5) asigură stocarea energiei în câmpul magnetic al acestor elemente, în momentul de timp t_5 se încarcă din contul acestei energii condensatorul 10, care în acest proces își schimbă polaritatea tensiunii (vezi fig. 2, pentru t_7-t_0). La schimbarea polarității tensiunii condensatorului 10 se schimbă și polaritatea tensiunii electromotoare la bobina 11 și la înfășurările primară 7 și secundară 9, ce duce la închiderea elementului semiconductor 12. Când valoarea tensiunii condensatorului 10 devine egală cu valoarea tensiunii condensatorului 4 (vezi fig. 2, pentru t_0), se deschide dioda interioară a cheii electronice 6, și energia de magnetizare a transformatorului 8 și a bobinei 11 se transferă în condensatoarele 3 și 4 (vezi fig. 2, pentru t_7-t_0). Din momentul t_0 se aplică, din nou, un impuls de comandă V_6 la cheia electronică 6 și procesul de funcționare a convertorului se repetă într-un nou ciclu de lucru.

Convertorul de tensiune de curent continuu în tensiune de curent continuu se confecționează în baza componentelor electronice industriale, iar transformatorul de frecvență înaltă și bobina de inductanță se confecționează în baza tipurilor standard ale miezurilor feromagnetice. Tehnologia de producere a plăcilor imprimate este accesibilă pentru realizare atât în condiții de laborator, cât și la fabricare la uzinele cu profil de producere a echipamentelor electronice de diferită destinație.

Micșorarea costului de confecționare a convertorului se asigură prin excluderea mai multor elemente funcționale. De asemenea, în convertor se utilizează un singur transformator de frecvență înaltă cu o realizare constructivă simplificată cu două înfășurări, ceea ce asigură micșorarea consumului de materiale active. Deoarece înfășurarea secundară a convertorului înlocuiește două înfășurări secundare din cea mai apropiată soluție, se asigură o utilizare mai eficientă a transformatorului de frecvență înaltă și micșorarea masei necesare de material. Micșorarea masei de material conductor și a masei de materiale feromagnetice contribuie la micșorarea costului de confecționare a convertorului, ceea ce se datorează, de asemenea, și micșorării numărului de legături dintre elementele funcționale.

Majorarea randamentului convertorului este o urmare a micșorării numărului de elemente semiconductoare pasive și de elemente inductive. Excluderea acestor elemente, deci și a pierderilor provocate de curenți în ele, contribuie la majorarea randamentului convertorului. De asemenea, la majorarea randamentului contribuie și utilizarea unui transformator de frecvență cu două înfășurări, astfel asigurându-se o masă totală mai mică a transformatorului de frecvență și, ca urmare, pierderi de energie în convertor mai mici, deci randamentul total al convertorului se majorează.