

**ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ, ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱ,
ՌԱԴԻՈՏԵԽՆԻԿԱ**

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ ԵՎ ՀԱՇՎՈՂԱԿԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱ

ՀՏԴ 621.316.544.1:621.383

**Գ.Հ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ, Վ.Գ. ԽԱՉԱՏՈՒՐՅԱՆ, Լ.Գ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ,
Ք.Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ**

**ՖՈՏՈՎՈԼՏԱԻԿ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿՈՆՏՐՈԼԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ
ՆԵՅՐՈՑԱՆՑԵՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ**

Մշակվել և իրագործվել է առավելագույն հզորության կետին հետևող կոնտրոլեր՝ օգտագործելով նեյրոցանցերի մեթոդը: Մոդելավորման արդյունքները MATLAB-ի միջավայրում ապացուցում են առաջարկվող մեթոդի առավելությունները՝ ինչպես արդյունավետության, այնպես էլ արագագործության տեսակետից արևի ճառագայթման ինտենսիվության ու ջերմաստիճանի կտրուկ փոփոխությունների դեպքում:

Առանցքային բաներ. առավելագույն հզորության կետին հետևում, ֆոտովոլտաիկ համակարգ, նեյրոնային ցանցեր, ցածրացնող կերպափոխիչ, աշխատանքային ցիկլ, կոնտրոլեր:

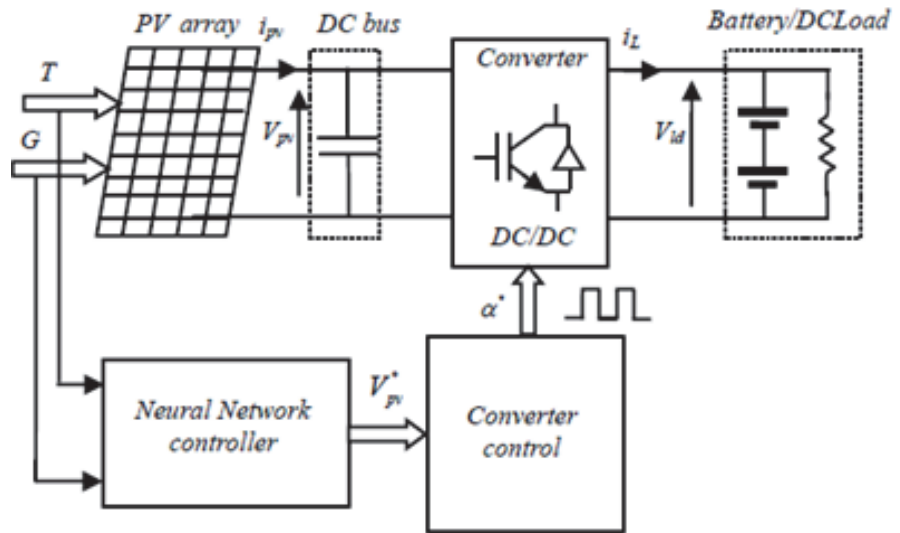
Ներածություն: Ֆոտովոլտաիկ համակարգերի (ՖՀ) արդիականությունը պայմանավորված է էներգիայի աճող պահանջարկով, ջերմոցային գազերի արտանետումների նվազեցման և էներգետիկ անվտանգության ապահովման խնդիրներով: Դրանք հատկապես կարևոր են սահմանափակ բնական վառելիքային պաշարներ ունեցող, սակայն արևային էներգառեսուրսով հարուստ Հայաստանի Հանրապետության համար: Ժամանակակից ՖՀ-երն ունեն բարձր ինքնարժեք և ցածր արդյունավետություն, ինչը խոչնդոտում է տնտեսությունում դրանց լայնամասշտաբ կիրառությանը: Այդ է պատճառը, որ ներկայումս հետազոտություններ են կատարվում՝ նշված թերությունները նվազագույնի հասցնելու նպատակով, ինչն իրականացվում է ՖՀ-ի առավելագույն հզորության կետին հետևման (ԱՀԿՀ) սարքավորման միջոցով [1]: ԱՀԿՀ սարքավորումը ներկայացնում է հաստատուն լարման փոխակերպիչ՝ ներդրված ֆոտովոլտաիկ վահանակի և բեռնվածքի միջև, որը ստիպում է ֆոտովոլտաիկ վահանակի աշխատանքային կետին՝ տեղաշարժելու դեպի առավելագույն հզորության կետը(ԱՀԿ), կախված բեռնվածքի վիճակի, ֆոտոէլեկտրական վահանակի արտադրողականությունից, PV տարրերի ջերմաստիճանի և արևի ճառագայթման ինտենսիվության փոփոխությունից: Մինչ

այժմ գոյություն ունեն ԱՀԿ-ի բազմաթիվ մեթոդներ և ալգորիթմներ: Վերջիններս միմյանցից տարբերվում են մի քանի ասպեկտներով, ինչպիսիք են՝ բարդությունը, անհրաժեշտ տվիչների քանակը, զուգամիտության արագությունը, արդյունավետության աստիճանը և արժեքը: Վերջին ժամանակներս ինտելեկտուալ մեթոդները, ինչպիսիք են՝ ոչ հստակ տրամաբանության մեթոդը և արհեստական նեյրոնային ցանցերի մեթոդը, լայն կիրառություն են գտել ՖՀ-ում՝ հիմնականում իրենց ճկունության, սիմվոլիկ տրամաբանության և «մտածելու» ունակության շնորհիվ, ինչը հատկապես օգտակար է ոչ գծային բարդ համակարգերով աշխատելիս [2]:

Աշխատանքի նպատակն է մոդելավորել և կառավարել ինքնավար ՖՀ, որպեսզի ֆոտովոլտայիկ վահանակից շարունակաբար ստացվի առավելագույն հզորություն: Այդ նպատակով առաջարկվում է ԱՀԿ-ի արդյունավետ մեթոդ: Առաջարկվող ԱՀԿ սարքավորման կառավարման մեթոդը հիմնված է նեյրոնային ցանցերի կոնտրոլերների օգտագործման վրա: Դրանք կարող են ոչ միայն ճշգրիտ հետևել ԱՀԿ-ին, այլ նաև օժտված են բավականին բարձր արագագործությամբ:

Ֆոտովոլտային համակարգի կոնֆիգուրացիան: Հետազոտվող ինքնավար ՖՀ-ի մոդելի սխեման և դրա կառավարման հանգույցները ցույց են տրված նկ. 1-ում: Այն բաղկացած է ֆոտովոլտային վահանակից, հաստատուն հոսանքի դողի կոնդենսատորից, հաստատուն լարման կերպափոխիչից, բեռնվածքից և ԱՀԿ-ի կառավարման հանգույցից:

ԱՀԿ-ի կառավարման բլոկն անհրաժեշտ է, որպեսզի ֆոտովոլտային վահանակից ստանանք առավելագույն հզորություն ջերմաստիճանի և ճառագայթման ինտենսիվության փոփոխության պայմաններում: Այն ներառում է երկու հիմնական մասեր. առաջինը՝ նեյրոնային ցանցի կոնտրոլերն է, որն ընդունում է արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը և ֆոտովոլտային տարրի ջերմաստիճանը՝ որպես մուտքային պարամետրեր, և գնահատում ֆոտովոլտային վահանակի լավարկված լարման արժեքը, որը համապատասխանում է ելքային հզորության առավելագույն արժեքին: Երկրորդը՝ ուժային շղթայի ղեկավարման բլոկն է, որը միացնում և անջատում է ուժային տրանզիստորը՝ PV-վահանակից առավելագույն հզորություն ստանալու համար:



Նկ. 1. Ֆոտովոլտայակ համակարգի կոնֆիգուրացիան

Հաստատուն լարման կերպափոխիչի մոդելը: Հաստատուն լարման կերպափոխիչը տեղադրվում է PV-վահանակի և բեռնվածքի միջև, որպեսզի ֆոտովոլտային վահանակի աշխատանքային կետը բերվի ԱՀԿ-ին, որը որոշվում է ներդրոնային ցանցի կոնտրոլերի միջոցով: Դրան հասնում ենք հաստատուն լարման կերպափոխիչի աշխատանքային ցիկլը փոխելով և հետևաբար՝ կարգավորելով PV-վահանակի ելքային լարումը (նկ.2): Ցածրացնող լարման կերպափոխիչի փոխանցման ֆունկցիան ստատիկ ռեժիմում ունի հետևյալ տեսքը.

$$V_{out} = \alpha V_{pv}, \quad (1)$$

որտեղ α - ն աշխատանքային ցիկլն է, V_{out} -ը՝ ելքի լարումը, V_{pv} -ն՝ PV վահանակի ելքի լարումը: Հոսանքի միավորներով վերջին փոխանցման ֆունկցիան կարող է գրվել՝

$$I_{in} = \alpha I_L, \quad (2)$$

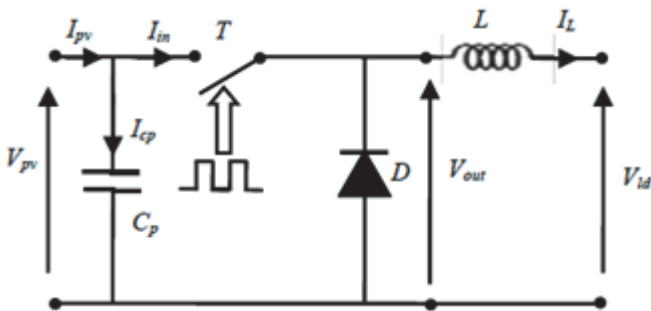
որտեղ I_{in} -ը և I_L -ը կերպափոխիչի մուտքի և ելքի հոսանքներն են համապատասխանաբար:

Կերպափոխիչի մուտքի և ելքի շղթաները նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները ստացվում են Կիրխոֆի հոսանքի և լարման օրենքների միջոցով: Դրանք արտահայտվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$\left(\frac{r_{Cp}}{1+r_{Cp}C_p} \right) \frac{dV_{pv}}{dt} = I_{pv} - I_{in}, \quad (3)$$

$$L \frac{dI_L}{dt} = V_{out} - V_{ld} - r_L I_L, \quad (4)$$

որտեղ C_p -ն հաստատուն հոսանքի դողի կոնդենսատորի ունակությունն է, r_{Cp} -ն՝ դրա արտահոսքի դիմադրությունը, L -ը և r_L -ը՝ ելքի ֆիլտրի ինդուկտիվությունը և համարժեք հաջորդական դիմադրությունը համապատասխանաբար, V_{ld} -ն՝ բեռնվածքի լարումը:



Նկ. 2. Ցածրացնող լարման կերպավորիչի համարժեք սխեման

Ինչպես ցույց է տրված նկ. 1-ում և 2-ում, ուժային շղթայի տրանզիստորի միացումը և անջատումը օգտագործվում են որպես մեխանիզմ ֆոտովոլտային վահանակից առավելագույն հզորություն ստանալու համար: Երբ տրանզիստորը միացված է, ապա կոճի միջով անցնող հոսանքն աճում է գծային օրենքով: Սակայն երբ տրանզիստորն անջատված է, կոճի մեջ հավաքված էներգիան դիողի միջոցով դուրս է մղվում դեպի բեռնվածքը:

ԱՀԿ-ի կառավարման ռազմավարությունը: Ներդրանքի մեթոդի կիրառման դեպքում PV-վահանակի ԱՀԿ-ի հետևումը իրականացվում է երկու փուլով: Առաջին փուլում ստանալով եղանակային պարամետրերը՝ «G» - արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը և «T» - ջերմաստիճանը, որոնք հանդիսանում են ներդրանքի ցանցի կոնտրոլերի մուտքային տվյալները, գնահատվում են ԱՀԿ-ին համապատասխանող լարման լավարկված արժեքը: Երկրորդ փուլում ուժային մասի ղեկավարման բլոկին հաղորդվում է լարման սխալը, որը հանդիսանում է ներդրանքի ցանցի կոնտրոլերի ելքային լավարկված լարման և PV- վահանակի ելքային լարման միջև եղած տարբերությունը, որպեսզի գեներացվի լավարկված աշխատանքային ցիկլ սարքավարելու համար հաստատուն լարման կերպավորիչը դեպի ԱՀԿ-ն:

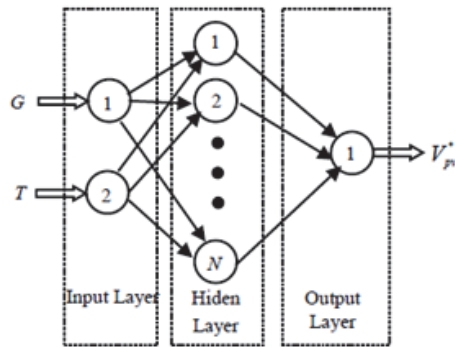
Ներդրանքի ցանցը դիտարկվում է որպես սև արկղ, որն ընդունում է մուտքի տվյալներ և գեներացնում ելքի տվյալներ [3]: Տվյալ դեպքում օգտագործվում են արևի ճառագայթումը և PV- վահանակի ջերմաստիճանը՝ որպես մուտքային

պարամետրեր, իսկ ելքում ստացվում է ԱՀԿ-ին համապատասխանող լարման լավարկված արժեքը: Յուրաքանչյուր մուտքային վեկտորի համար կարող ենք հաշվել ցանցի ելքային վեկտորը: Ելքային վեկտորի և նպատակային վեկտորի տարբերությունը հանդիսանում է սխալը: Գծային նեյրոնային ցանցի հիմնական նպատակն այն է, որ գտնվեն ցանցի կշիռների և շեղումների համար արժեքներն այնպես, որ սխալների քառակուսիների գումարը բերվի նվազագույնին՝ «newlind» ֆունկցիայի միջոցով: Հետևյալ բանաձևն արտահայտում է այդ սխալների թվաբանական միջինը.

$$E = \frac{1}{Q} \sum_{k=1}^Q (t(k) - a(k))^2, \quad (5)$$

որտեղ Q -ն ցանցով ընդունված դիտարկումների հավաքածուն է, t -ն՝ նպատակային վեկտորը, a -ն՝ ելքի վեկտորը: Դիտարկումների հավաքածուն նախատեսված է ցանցի ուսուցման համար:

Ինչպես ցույց է տրված նկ. 3-ում, նեյրոնային ցանցի կոնտրոլերը բաղկացած է երեք շերտերից: Մուտքի շերտը բաղկացած է երկու հանգույցներից, որոնք ներկայացնում են PV-վահանակի «T» ջերմաստիճանը և «G» արևի ճառագայթման ինտենսիվությունը: Թաքնված շերտը բաղկացած է հարյուր հանգույցներից, որոնց ակտիվացման ֆունկցիան «purelin»-ն է: Ելքի շերտը բաղկացած է մեկ հանգույցից, որը ԱՀԿ-ին համապատասխանող լարման լավարկված արժեքն է:



Նկ. 3. Նեյրոնային ցանցի ճարտարապետությունը

Ուժային շղթայի ղեկավարումը ցույց է տրված նկ. 4-ում: Ինչպես կարելի է նկատել, այն բաղկացած է երկու ՀԻ ղեկավարման կոնտուրներից. առաջինը կառուցվել է հաստատուն հոսանքի շղթայի կոնդենսատորի վրա՝ PV-վահանակի ելքի լարումը կարգավորելու համար, իսկ երկրորդը տեղադրված է L-ֆիլտրի ելքի վրա՝ բեռնվածքի մեջ ներարկված հոսանքը կարգավորելու համար: ՀԻ կարգավորիչի ընտրությունն ապահովում է համակարգի ճշգրտությունը և որևէ ազդե-

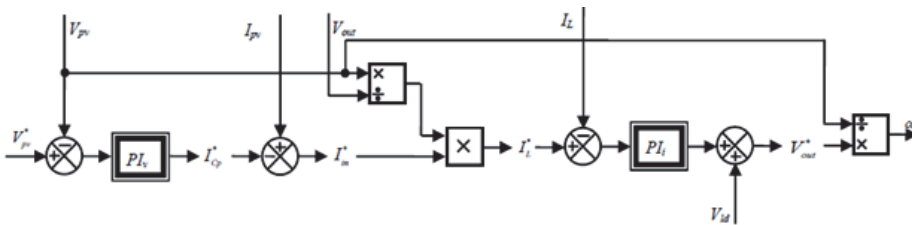
ցություն չի ունենում համակարգի կայունության և մարման գործակցի վրա: Իրոք, ինտեգրատորի առկայությունը մեծացնում է համակարգի կարգը, սակայն զրոն թույլ է տալիս պահպանել համակարգի կայունությունը:

PI կոնտրոլերի մշակման գործընթացը հետևյալն է. Կիրառելով Լապլասի ձևափոխությունը (3) հավասարման համար, ստանում ենք.

$$I_{pv} = I_{Cp} + I_{in} , \quad (6)$$

որտեղ՝

$$\frac{V_{pv}(s)}{I_{Cp}(s)} = \frac{r_{Cp}}{1+r_{Cp}C_p s} : \quad (7)$$



Նկ. 4. Առաջարկվող ուժային մասի կառավարման սխեման

Կիրառելով փակ ցիկլը (1)-ի նկատմամբ՝ կունենանք.

$$I_{in}^* = I_{pv} - PI_v(V_{pv}^* - V_{pv}), \quad (8)$$

որտեղ PI_v -ն նշանակում է ՀԻ-լարման կարգավորիչ, որը մշակվել է (6)-ի կայունացման համար բևեռների տեղադրման ճանապարհով: Այնուհետև կարելի է դուրս բերել (1) հավասարմանը համապատասխան փոխակերպիչի հենակային ելքային հոսանքի հետևյալ բանաձևը.

$$I_L^* = \frac{1}{\alpha} I_{in}^* : \quad (9)$$

Այս անդամը կներմուծվի ինդուկտիվության հոսանքի ղեկավարման կոնտրոլի մեջ: (4)-րդ բանաձևի Լապլասի ձևափոխությունից հետո կունենանք՝

$$V_{bob} = V_{out} - V_{ld} : \quad (10)$$

Այստեղից՝

$$\frac{I_L(s)}{V_{bob}(s)} = \frac{1}{r_L + Ls} : \quad (11)$$

Իրականացնելով (10) հավասարման համար փակ կոնտուրով հոսանքի ղեկավարումը՝ կստանանք.

$$V_{out}^* = V_{ld} + PI_i(I_L^* - I_L), \quad (12)$$

որտեղ PI_i -ն նշանակում է ՀԻ-հոսանքի կարգավորիչ: Տեղադրելով V_{out}^* - լարումը (1) հավասարման մեջ, կստանանք լավարկված աշխատանքային ցիկլը, որն օգտագործվում է ՀՀ/ՀՀ կերպափոխիչի ղեկավարման համար:

Մոդելավորման արդյունքները: Առաջարկվող էլեկտրական ուժային համակարգը մոդելավորվել է Matlab / Simulink փաթեթի միջոցով: Մոդելավորված PV-վահանակի և էլեկտրական ուժային համակարգի պարամետրերը բերված են աղ. 1-ում և 2-ում:

Հիմնվելով այն փաստի վրա, որ PV-վահանակի ելքային պարամետրերը կախված են արևի ճառագայթման ինտենսիվությունից և միջավայրի ջերմաստիճանից, նկ. 5-ում բերված են հզորություն-լարում (P-V) և հոսանք-լարում (I-V) բնութագրերը արևի «G» ճառագայթման ինտենսիվության տարբեր արժեքների և միջավայրի հաստատուն՝ $T=25^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի դեպքում:

Այս բնութագրերից կարելի է հետևություն անել, որ արևի ճառագայթման մեծացումը հանգեցնում է ԱՀԿ-ում ելքային հզորության աճին: Կարող ենք նաև նկատել, որ կարճ միացման հոսանքն աճում է արևի ճառագայթման մեծացմանը զուգընթաց, մինչդեռ պարապ ընթացքի լարումը մնում է քվազի հաստատուն: Ջերմաստիճանը աննշան ազդեցություն է ունենում կարճ միացման հոսանքի վրա: Այնուամենայնիվ, պարապ ընթացքի լարումը փոքրանում է ջերմաստիճանի աճի հետ մեկտեղ:

Ներդրոնային ցանցի հիման վրա կոնտրոլերի բնութագրերի գնահատման համար հաշվարկվել են երեք վիճակագրական պարամետրեր ստանդարտ թեստային պայմանների դեպքում, որոնք են՝ միջին տոկոսային բացարձակ սխալը (ՄՏԲԱ), միջին շեղման սխալը (ՄՇԱ) և միջին քառակուսային սխալի արմատը (ՄՔՍԱ) [4]: ՄՏԲԱ-ն որոշվում է

$$APAE(\%) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{|y_i - e_i|}{y_i} \right) * 100\% \quad (13)$$

բանաձևով, որտեղ՝ m -ը դիտարկումների հավաքածուն է, y_i -ն՝ PV- վահանակի լավարկված լարման i -րդ չափված արժեքը՝ ըստ իրական ԱՀԿ-ի, e_i -ն՝ PV- վահանակի ներդրոնային ցանցից ստացված լավարկված լարման i -րդ հաշվարկված արժեքը:

ՄՇԱ-ն ցույց է տալիս գնահատված արժեքների միջին շեղումը համապատասխան չափված տվյալներից: ՄՇԱ-ի դրական արժեքը ցույց է տալիս, որ հաշվարկված տվյալները գերազնահատված են և հակառակը: Վերջապես, RMSE-ն ներկայացնում է չափված տվյալների նկատմամբ հաշվարկված արժեքների շեղման չափը [5]: ՄՇԱ- ն և ՄՔՍԱ- ն արտահայտվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$MBE = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{e_i - y_i}{y_i} \right), \quad (14)$$

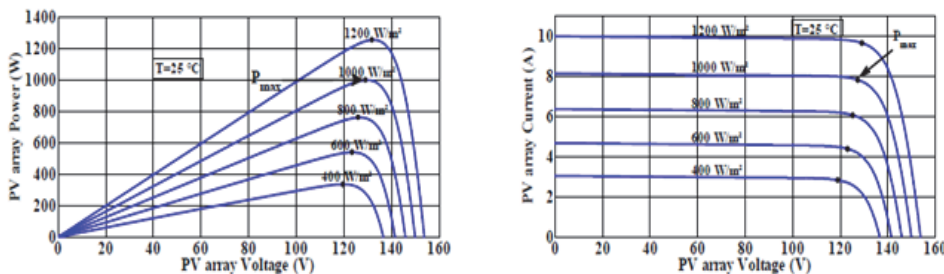
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{e_i - y_i}{y_i} \right)^2}. \quad (15)$$

Աղյուսակ 1

Նկարագրությունը	Պարամետր
Առավելագույն հզորություն	$P_{max} = 998 \text{ Վզ}$
Լարում	$V_{mp} = 129.75 \text{ Վ}$
Հոսանք	$I_{mp} = 7.69 \text{ Ա}$
Կարճ միացման հոսանք	$I_{sc} = 8.12 \text{ Ա}$
Պարապ ընթացքի լարում	$V_{oc} = 149.9 \text{ Վ}$

Աղյուսակ 2

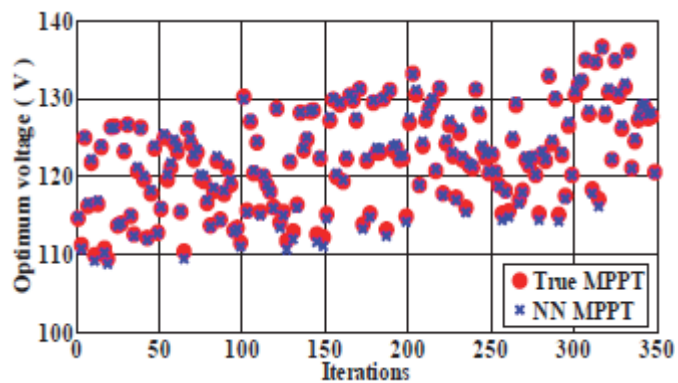
Նկարագրությունը	Պարամետր	Անվանական արժեքներ
ՀՀ դողի կոնդենսատոր	Ունակություն (C_p, r_{Cp})	220 մկՖ, 10 կՕհմ
Իջեցնող կերպափոխիչ	Փոխանջատման հաճախություն	5 կՀց
Ինդուկտիվ կապ	Ինդուկտիվություն (L, r_L)	25 մՀն, 0.05 մկՕհմ



Նկ. 5. Հաստատված ջերմաստիճանում ֆոտովոլտաիկ վահանակի հաշվարկված բնութագրերը

Աշխատանքում արհեստական նեյրոնային ցանցի ուսուցման գործընթացում օգտագործվել են շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի և արևի ճառագայթման 800 զույգ տվյալներ, սակայն փորձական հավաքածուն (175 զույգ) կազմված է այն տվյալներից, որոնք ցանցում բացակայել են: Վիճակագրական պարամետրերի ստացված արժեքները կազմում են՝ 0.32% (ՄՏԲՍ), 0.085% (ՄՇՍ) և 0.38% (ՄՔՍԱ): Կարելի է եզրակացնել, որ արհեստական նեյրոնային ցանցի ուսուցումից

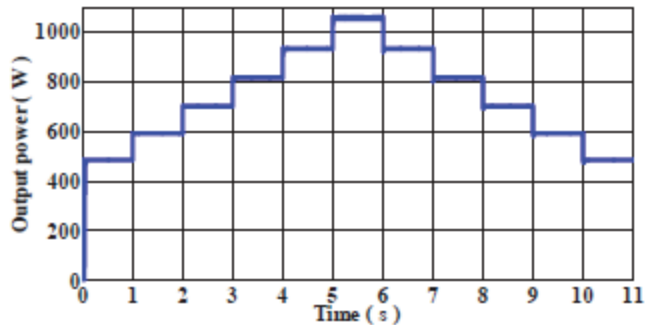
հետո այն կարող է գնահատել ԱՀԿ-ին համապատասխան լարումը նույնիսկ ուսուցման ընթացքում չօգտագործված տվյալների համար՝ ընդունելի ճշգրտությամբ: Նկ. 6-ում ցույց են տրված իրական ԱՀԿ-ի առկայության դեպքում չափված օպտիմալ լարման արժեքները և Նեյրոնային ցանցով հաշվարկված օպտիմալ լարման արժեքները՝ արևային ճառագայթման ինտենսիվության և շրջակա միջավայրի ջերմաստիճանի 175 թեստային դիտարկումների համար: Ինչպես կարելի է տեսնել, գոյություն ունի լավ համապատասխանություն տեսական և փորձնական տվյալների միջև:



Նկ. 6. Նեյրոնային ցանցի արձագանքը և համապատասխան թիրախները թեստային դիտարկումների համար

Իրականացրել ենք փորձարկումների առաջին սերիան, որի դեպքում ճառագայթման հզորությունը փոխվել է 550 Վտ/մ^2 -ից մինչև 1050 Վտ/մ^2 -ն 50 Վտ/մ^2 քայլով և հակառակը: Ընդ որում, ջերմաստիճանը պահպանվել է հաստատուն՝ $T = 25^\circ\text{C}$:

Նկ. 7-ում բերված է ԱՀԿ ալգորիթմով կառավարվող PV համակարգի ելքային հզորության ժամանակային կախվածությունը: Նկ. 7-ում երևում է, որ ստացված ելքային հզորության կորերը ցույց են տալիս ճառագայթման ինտենսիվության փոփոխությունների նկատմամբ արագ արձագանքման ժամանակը (0,1 վրկ-ից պակաս)՝ առաջարկվող ԱՀԿ կառավարման հանգույցի միջոցով:



Նկ. 7. ԱՀԿ-ի կառավարման վրա հիմնված ֆոտովոլտաիկ վահանակի ելքային հզորությունը

Հետազոտվող ճառագայթման ինտենսիվության փոփոխության պայմաններում նկատվել են վեց գագաթներ՝ 486.3 Վտ, 592.4 Վտ, 702.9 Վտ, 817.7 Վտ, 936.9 Վտ և 1060 Վտ հզորություն-լարում և հոսանք-լարում բնութագրերում:

Եզրակացություն: Մշակվել և փորձարկվել է կլիմայական պայմանների արագ փոփոխությունների պայմաններում ԱՀԿ-ին հետևելու ինտելեկտուալ մեթոդ: Առաջարկվող ԱՀԿ մեթոդը փորձարկելու համար իրականացվել է ինքնավար ՖՀ-ի մոդելավորում MATLAB-ի միջավայրում հաստատուն հոսանքի բեռնվածքի դեպքում: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ առաջարկվող ԱՀԿ մեթոդը միանգամայն ճշգրիտ հետևում է ԱՀԿ-ին՝ աննշան տատանումներով: Մշակված ԱՀԿ կառավարման մեթոդի հիմնական առավելություններն են զուգամիտության մեծ արագությունը, բարձր արդյունավետությունը, կայունությունը և հեշտությամբ իրականացվելու հնարավորությունը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Ավագյան Կ.Գ.** Բարձր արդյունավետությամբ արևային էլեմենտներ և կայաններ.- Երևան: Գասպրինտ, 2016. – 198 էջ:
2. **Киракосян Г.Г., Аветисян К.А., Конджорян А.А., Киракосян Л.Г.** Моделирование и конструирование следящей системы за точкой максимальной мощности на основе нечеткой логики для солнечных энергетических установок//Вестник Инженерной академии Армении.- 2014.-Т. 11, N 1.-С. 135-141.
3. **Ben-Saleh, C. and Ouali, M.** Comparison of Fuzzy Logic and Neural Network in Maximum Power Point Tracker for PV Systems//Electric Power Systems Research.- 2011. - V.81.-P. 43-50.
4. **Ясницкий Л.Н.** Искусственный интеллект. Элективный курс: Учебное пособие. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – 200 с.
5. Estimating the Maximum Power of a High Concentrator Photovoltaic (HCPV) Module Using an Artificial Neural Network/ **F. Almonacid, E.F. Fernandez, P. Rodrigo,** et al // Energy.- 2013.-V. 53.- P.165-172.

**Г.Г. КИРАКОСЯН, В.Г. ХАЧАТУРЯН, Л.Г. КИРАКОСЯН,
К.А. АВETИСЯН**

**РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЛЕРА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ**

Представлены теоретические детали работы, выполненной для разработки и реализации контроллера отслеживания точки максимальной мощности с использованием метода нейронных сетей для автономной фотоэлектрической системы. Результаты моделирования в среде MATLAB, представленные для этого подхода при быстром изменении интенсивности излучения и температуры, подтверждают преимущества предложенного метода с точки зрения как эффективности, так и быстродействия.

Ключевые слова: отслеживание точки максимальной мощности, фотоэлектрическая система, нейронные сети, понижающий преобразователь, рабочий цикл, контроллер.

**G.H. KIRAKOSYAN, V.G. KHACHATURIAN, L.G. KIRAKOSYAN,
K.A. AVETISYAN**

**DEVELOPING A CONTROLLER FOR A PHOTOVOLTAIC SYSTEM BY
NEURAL NETWORKS**

The theoretical details of the work carried out to develop and implement a maximum power point tracking controller using neural networks for a stand-alone photovoltaic system are presented. The simulation results in the Matlab environment presented for this approach under rapid variation of insolation and temperature conditions confirm the effectiveness of the proposed method both in terms of efficiency and fast response time.

Keywords: maximum power point tracking, photovoltaic system, neural network, buck converter, duty cycle, controller.