

AZ ÚJ, JAVÍTOTT HATÁSFOKÚ POLARITÁSVÁLTÓVAL MEGÉPÍTETT MPPT ÁRAMKÖR

Szegedi Péter mérnök százados
egyetemi tanársegéd
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
Vezetés- és Szervezéstudományi Kar
Fedélzeti Rendszerek Tanszék

Az előzetesen megtervezett kapcsolóüzemű teljesítmény-átalakító építésénél szerzett tapasztalatok és az áramkör mérési eredményei kerülnek ismertetésre.

4. Az új, javított hatásfokú MPPT megépítése, és az áramkör mérésének eredményei

4.1. Az új, javított hatásfokú MPPT építése

A javított hatásfokú, analóg, a maximális teljesítményű pontot követő áramkör egy 12x24cm-es próbapanelre lett megépítve. A FET kapcsolókat és a D_6 diódát hűteni kellett, ezért hűtőbordára tettük és csillám lemezekkel szigeteltük el a hűtőbordáktól. A hűtőbordák a nyomtatott áramköri lemez szélére lettek felfogatva a könnyű kezelhetőség érdekében.

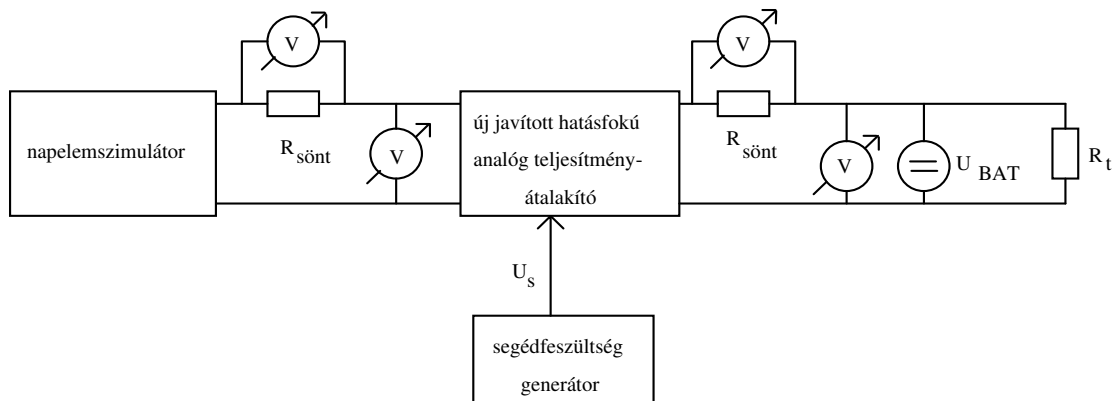
Az áramkör építésekor fontos követelmény volt, hogy a "nagy" teljesítményű kör és a vezérlőkör egymástól helyileg el legyen különítve. A vezérlőkört úgy építettük fel, hogy FET-ek Gate-jeihez minél közelebb végződjenek, hogy rövid "Gate vezetékek" legyenek a minél jobb zavarvédelem miatt. A méréskor észlelt zavarok kiküszöbölése érdekében a segéd feszültség generátort a panelre csatlakozása helyén egy $1\mu\text{F}$ -os és vele párhuzamosan egy 100nF -os kondenzátorral szűrtük. A "nagy" teljesítményű körbe épített kapacitásokkal is párhuzamosan kötöttünk egy-egy 100nF -os kondenzátort, ezáltal a soros ekvivalens ellenállások értéke csökkent, a zavar szűrés javult. A zavar

további csökkentése érdekében a T_8 és a T_9 tranzisztorok emitterét is meghidegítettük egy-egy 100nF-os kondenzátorral. Az áram mérő, R_{27} -es ellenállást 464m Ω /m ellenállású mangánin huzalból készítettük, (a szükséges hossz 2,2cm). A csatlakoztatás megkönnyítése érdekében a szükséges hossznál hosszabb ellenálláshuzalt vágunk le, és a felesleges hosszban az ellenállás két végére rövidzárat tekercseltünk. A rövidrezárt szakasznál fogva az ellenállás felforrasztása már nem okozott gondot. Fordított U alakban rögzítettük, és az U alak szárait - amennyire csak lehetett - összenyomtuk a fellépő induktív veszteségek elkerülése érdekében. A tekercselésekhez használt vezetőket a betekercselhető keresztmetszet és az induktivitásokon átfolyó áram értéke határozta meg. A tekercsek kivezetéseit szilikon csővel szigeteltük. A fazékvasmagok szerelésekor a vasmagok alá és felé szilikon gumigyűrűt és bakelit lapot tettünk és bronz csavarokkal húztuk össze, valamint ezekkel a bronz csavarokkal rögzítettük a panelhez is. A szilikon gyűrűre azért volt szükség, hogy a rideg ferrit összehúzáskor ne pattanjon el.

4.2. Az új, javított hatásfokú analóg MPPT mérési eredményei

Az áramkör bemenő feszültségét egy valóságos napelem helyett az előző cikkben (Repülési Közlemények IX. évfolyam 23. szám, 121old., A maximális teljesítményű pont követésének lehetőségei a napelemes rendszerekben II.) ismertetett napelemszimulátor szolgáltatta. A kapcsolóüzemű teljesítmény-átalakító kimenetére akkumulátor helyett egy feszültség generátort, és terhelésnek $R_T=9,2\Omega$ ellenállást kapcsolunk. A mérési összeállítás az 1. ábrán látható.

A méréshez MINIMULTI MM2002 típusú kézi mérőműszereket, S-2 típusú söntellenállásokat használtunk. A segéd feszültséget és az U_{BAT} feszültséget egy DC POWER SUPPLY TYPE: TR-9178 kettős tápegység szolgáltatta. Az 1. ábrán látható mérési elrendezéssel két különböző mérési sorozatot mértünk le. Az egyik a maximális teljesítményű pont követését tesztelte, a másik a megépített áramkör hatásfokának vizsgálatára irányult.



1. ábra Az új, javított hatásfokú analóg teljesítmény-átalakító mérési összeállítása

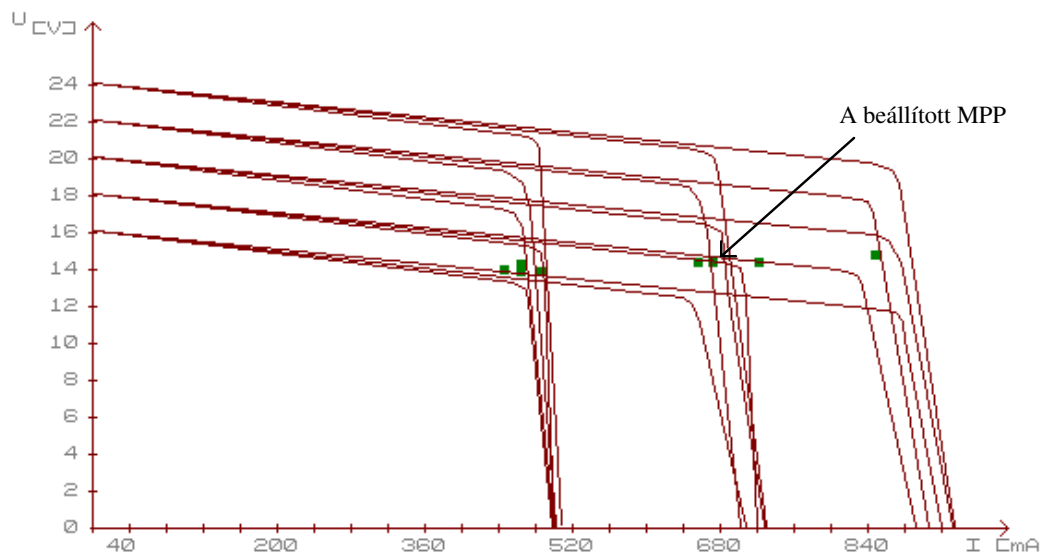
4.3. A maximális teljesítményű pont követésének mérési eredményei

1. A napelemszimulátor üresjárási feszültsége $U_{SA0}=18V$ és a K kapcsoló 22Ω -os állásához tartozó karakterisztika maximális teljesítményű pontját állítottuk be.

A beállított MPP feszültség, áram értéke:

U_{SAMPPT} [V]	14,3	I_{SAMPPT} [mA]	680
------------------	------	-------------------	-----

A követés eredményei:



2. ábra A követés eredménye 1.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=18V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
16	14	482
25,5	14,3	733

Táblázat a 2. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=20V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
15	14	486
20	14,3	674
25,5	14,5	867

Táblázat a 2. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=22V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	14,1	454
19,5	14,3	659

Táblázat a 2. ábrához.

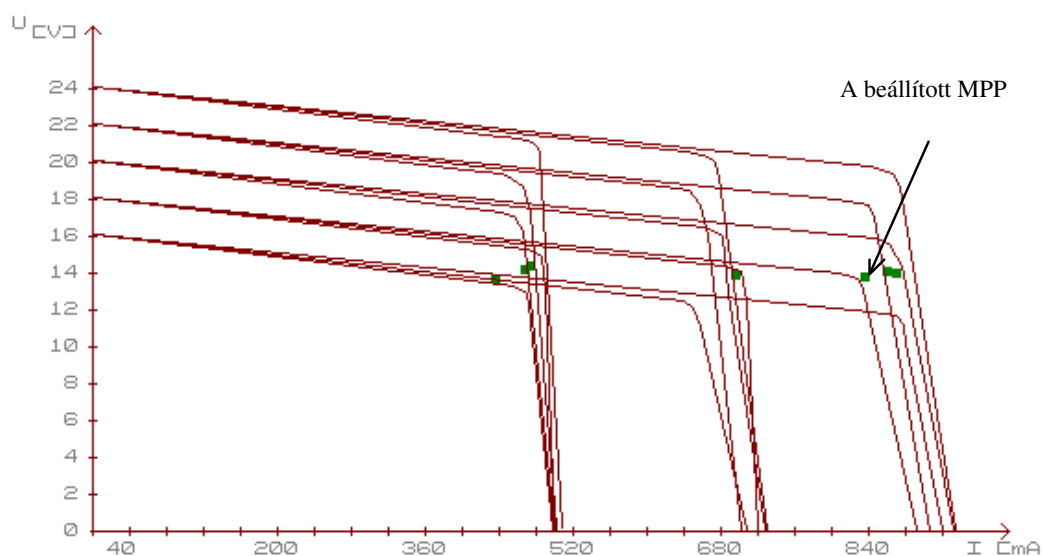
A 2. ábrán látható, hogy az áramkört a beállított maximális teljesítményű pontba kb.: 99%-os pontossággal sikerült bekényszeríteni. A maximális teljesítményű pontokhoz tartozó feszültségeket kb.:74,21-96,4%-os pontossággal, míg az MPP-hez tartozó áramokat kb.:87,8-100%-os pontossággal követte.

2. A napelemszimulátor üresjárási feszültsége $U_{SA0}=18V$ és a K kapcsoló $25,5\Omega$ -os állásához tartozó karakterisztika maximális teljesítményű pontját állítottuk be.

A beállított MPP feszültség, áram értéke:

U_{SAMPPT} [V]	13,8	I_{SAMPPT} [mA]	836
------------------	------	-------------------	-----

A követés eredményei:



3. ábra A követés eredménye 2.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=18V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
16	14,3	486
22	13,9	720

Táblázat a 3. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=16V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
16	13,7	432
22	13,7	432
27	13,7	432

Táblázat a 3. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=20V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
15	14	472
20	13,9	686
25,5	14	880

Táblázat a 3. ábrához.

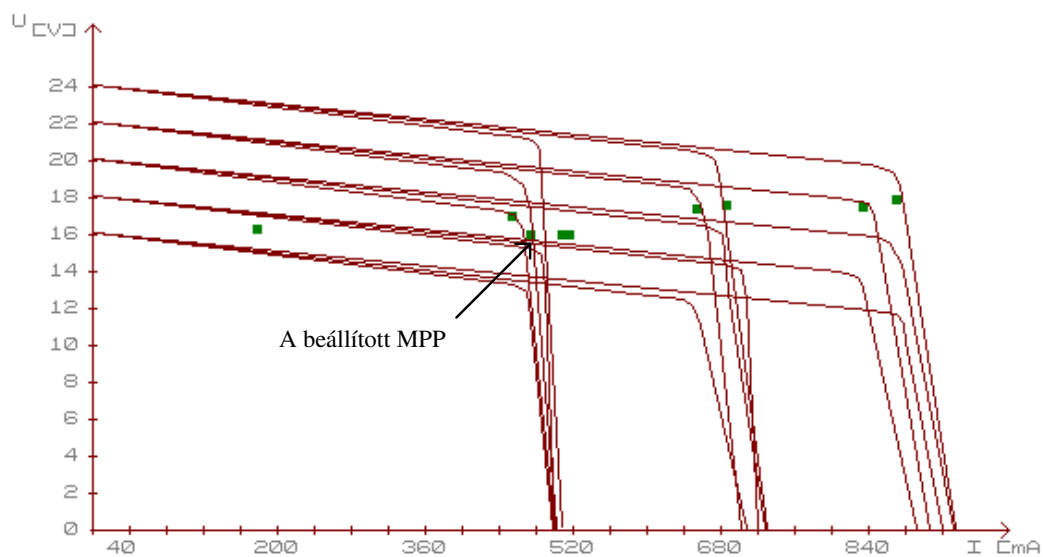
A 3. ábrán látható, hogy az áramkört a beállított maximális teljesítményű pontba kb.: 99,9%-os pontossággal sikerült bekényszeríteni. A maximális teljesítményű pontokhoz tartozó feszültségeket kb.:82,8-97,2%-os pontossággal, míg az MPP-hez tartozó áramokat kb.:95,2-99,17%-os pontossággal követte az áramkör. Az $U_{SA0} = 16V$ -hoz tartozó maximális teljesítményű pontokat nem követte az áramkör.

3. A napelemszimulátor üresjárési feszültsége $U_{SA0}=20V$ és a K kapcsolót 15 Ω -os állásához tartozó karakterisztika maximális teljesítményű pontját állítottuk be.

A beállított MPP feszültség, áram értéke:

U_{SAMPPT} [V]	16,9	I_{SAMPPT} [mA]	491
------------------	------	-------------------	-----

A követés eredményei:



4. ábra A követés eredménye 3

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=20V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
20	17	521
25,5	17	524

Táblázat a 4. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=18V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
16	16,4	179
22	16,4	179
25,5	16,4	179

Táblázat a 4. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=22V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	16,9	462
19,5	17,3	656
24	17,5	840

Táblázat a 4. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=24V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
19,5	17,4	682
24	17,7	868

Táblázat a 4. ábrához.

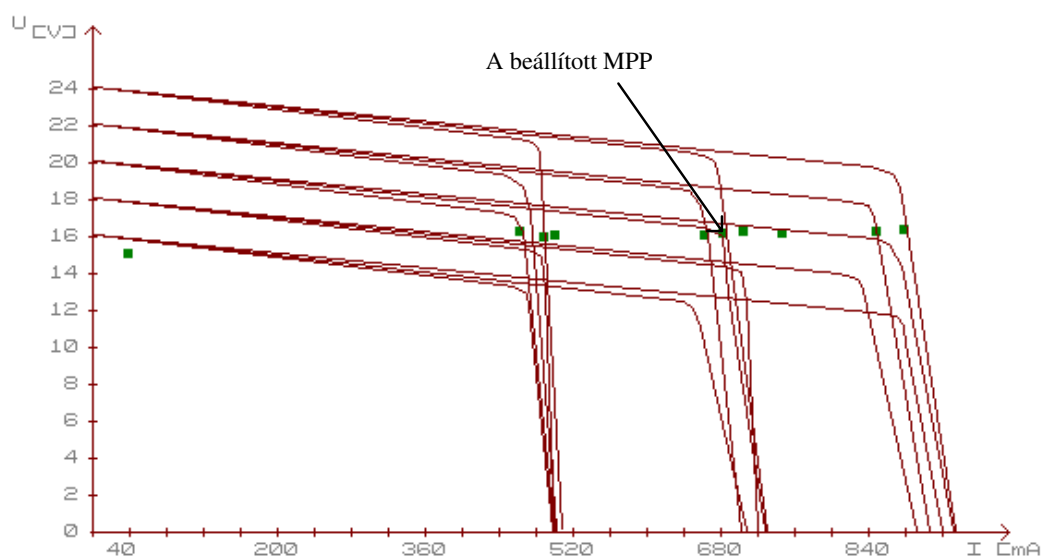
A 4. ábrán látható, hogy az áramkört a beállított maximális teljesítményű pontba kb.: 96,2%-os pontossággal sikerült bekényszeríteni. A maximális teljesítményű pontokhoz tartozó feszültségeket kb.:86,6-98,9%-os pontossággal, míg az MPP-hez tartozó áramokat kb.:62,4-99,9%-os pontossággal követte az áramkör. Az $U_{SA0}=18V$ -hoz tartozó maximális teljesítményű pontokat nem követte az áramkör.

4. A napelemszimulátor üresjárási feszültsége $U_{SA0}=20V$ és a K kapcsoló 20 Ω -os állásához tartozó karakterisztika maximális teljesítményű pontját állítottuk be.

A beállított MPP feszültség, áram értéke:

U_{SAMPPT} [V]	16,2	I_{SAMPPT} [mA]	680
------------------	------	-------------------	-----

A követés eredményei:



5. ábra A követés eredménye 4.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=20V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
15	16	490
25,5	16,2	743

Táblázat az 5. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=16V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
16	15	37
22	15	37
27	15	37

Táblázat az 5. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=22V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	16,3	470
19,5	16,1	660
24	16,3	845

Táblázat az 5. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=24V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	16	500
19,5	16,2	700
24	16,3	876

Táblázat az 5. ábrához.

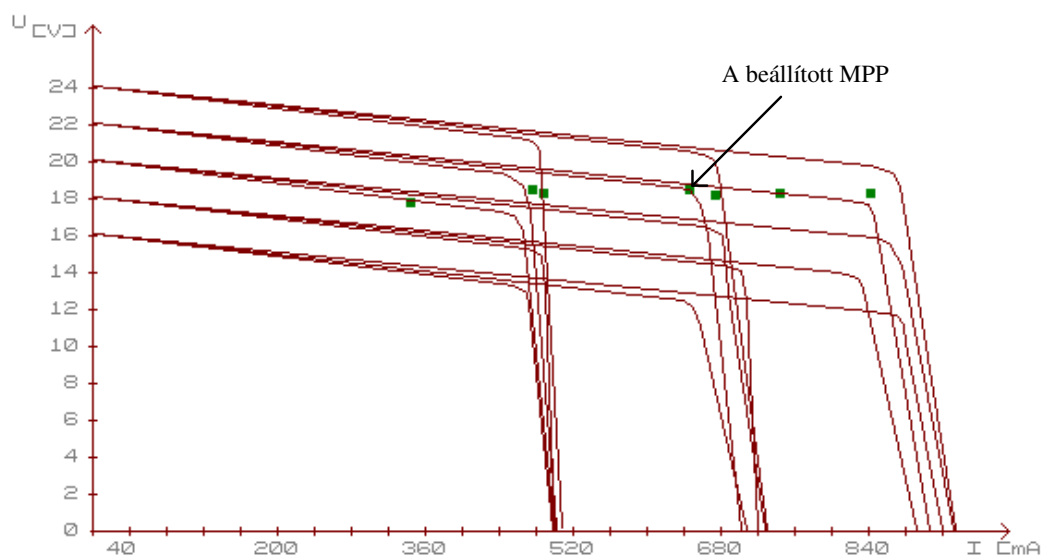
Az 5. ábrán látható, hogy az áramkört a beállított maximális teljesítményű pontba 100%-os pontossággal sikerült bekényszeríteni. A maximális teljesítményű pontokhoz tartozó feszültségeket kb.:75,83-97,47%-os pontossággal, míg az MPP-hez tartozó áramokat kb.:88,45-99,52%-os pontossággal követte az áramkör. Az $U_{SA0}=16V$ -hoz tartozó maximális teljesítményű pontokat nem követte az áramkör.

5. A napelemszimulátor üresjárési feszültsége $U_{SA0}=22V$ és a K kapcsoló 19,5 Ω -os állásához tartozó karakterisztika maximális teljesítményű pontját állítottuk be.

A beállított MPP feszültség, áram értéke:

U_{SAMPPT} [V]	18,5	I_{SAMPPT} [mA]	645
------------------	------	-------------------	-----

A követés eredményei:



6. ábra A követés eredménye 5.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=22V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	18,5	476
24	18,3	742

Táblázat a 6. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=20V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
15	17,6	340
20	17,6	340
25,5	17,6	340

Táblázat a 6. ábrához.

A napelemszimulátor: $U_{SA0}=24V$		
K kapcsoló állása [Ω]	$U_{követés}$ [V]	$I_{követés}$ [mA]
12,2	18,3	486
19,5	18,2	672
24	18,3	840

Táblázat a 6. ábrához.

A 6. ábrán látható, hogy az áramkört a beállított maximális teljesítményű pontba 100%-os pontossággal sikerült bekényszeríteni. A maximális teljesítményű pontokhoz tartozó feszültségeket kb.:86,73-97,37%-os pontossággal, míg az MPP-hez tartozó áramokat kb.:88,23-99,41%-os pontossággal követte az áramkör. Az $U_{SA0}=20V$ -hoz tartozó maximális teljesítményű pontokat nem követte az áramkör.

A mérési eredményekből látható, hogy a vizsgált áramkör a maximális teljesítményű pontot csak szűk feszültség intervallumban képes követni.

4.3 A határfok vizsgálat eredményei:

U_{be} [V]	I_{be} [mA]	P_{be} [W]	U_{ki} [V]	I_{ki} [mA]	P_{ki} [W]	η [%]
15	30	0,45	11,51	36	0,414	92,1
15	30	0,45	11,51	36	0,414	92,1
15	30	0,45	11,51	36	0,414	92,1

U_{be} [V]	I_{be} [mA]	P_{be} [W]	U_{ki} [V]	I_{ki} [mA]	P_{ki} [W]	η [%]
15,7	338	5,307	11,51	440	5,064	95,44
15,7	341	5,354	11,51	445	5,122	95,67
15,7	344	5,401	11,51	448	5,156	95,48

U_{be} [V]	I_{be} [mA]	P_{be} [W]	U_{ki} [V]	I_{ki} [mA]	P_{ki} [W]	η [%]
16	499	7,984	11,51	657	7,562	94,72
16,2	675	10,935	11,51	889	10,232	93,58
16,2	743	12,104	11,51	977	11,245	93,43

U_{be} [V]	I_{be} [mA]	P_{be} [W]	U_{ki} [V]	I_{ki} [mA]	P_{ki} [W]	η [%]
15,9	468	7,441	11,51	612	7,044	94,66
16,1	660	10,626	11,51	864	9,945	93,59
16,2	846	13,705	11,51	1107	12,742	92,97

U_{be} [V]	I_{be} [mA]	P_{be} [W]	U_{ki} [V]	I_{ki} [mA]	P_{ki} [W]	η [%]
16	500	8	11,52	658	7,580	94,75
16,2	691	11,194	11,52	908	10,460	93,44
16,2	876	14,191	11,52	1149	13,236	93,27

Az eredmények értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a hatásfok értékek egy optimalizálatlan próbaáramkör eredményei, de az elért értékek relatíve jónak mondhatók. Az áramkör optimalizálásával további hatásfok növekedés várható.

5. Következtetések

A modellezett kapcsolóüzemű átalakító hatásfoka a mért intervallumban 92,1% és 95,67% között változott. Ez az eredmény egy optimalizálatlan első modelltől jó eredmény. A kapott eredményekből egyértelmű, hogy a modell a napelem maximális teljesítményű pontjának követésére alkalmas. Tehát a polaritásváltó konverterrel felépített modell képes a napelem maximális teljesítményű pontjának követésére.

Az áramkört a napelemszimulátor különböző karakterisztikáihoz tartozó maximális teljesítményű pontjába 96,2-100% -os pontossággal sikerült beállítani. A maximális teljesítményű ponthoz tartozó feszültségek követésére 74,21-98.9% -os pontossággal, míg a maximális teljesítményű ponthoz tartozó áramok követésére 62,4-100% -os pontossággal volt képes az áramkör. A mérés során volt olyan amikor nem követett a modell. Vagyis az eredmények láttán megállapítható, hogy a követés intervalluma kicsi. Szélesebb, a gyakorlati felhasználáshoz megfelelő nagyságú követési intervallum elérése további fejlesztéseket követel. Elsősorban a maximális teljesítményű ponthoz tartozó feszültség követésének intervallumát kell növelni. A továbblépés lehetőségét a modell fejlesztésében egy feszültség előreccsatolásban látjuk, aminek következtében a követés intervalluma kiszélesíthető.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Szegedi Péter

Diplomaterv, 1995 BME

In current article are introduced the experience acquired in assembling of the previously constructed Switch Mode Power Transformer, and also the results of circuit's testing.