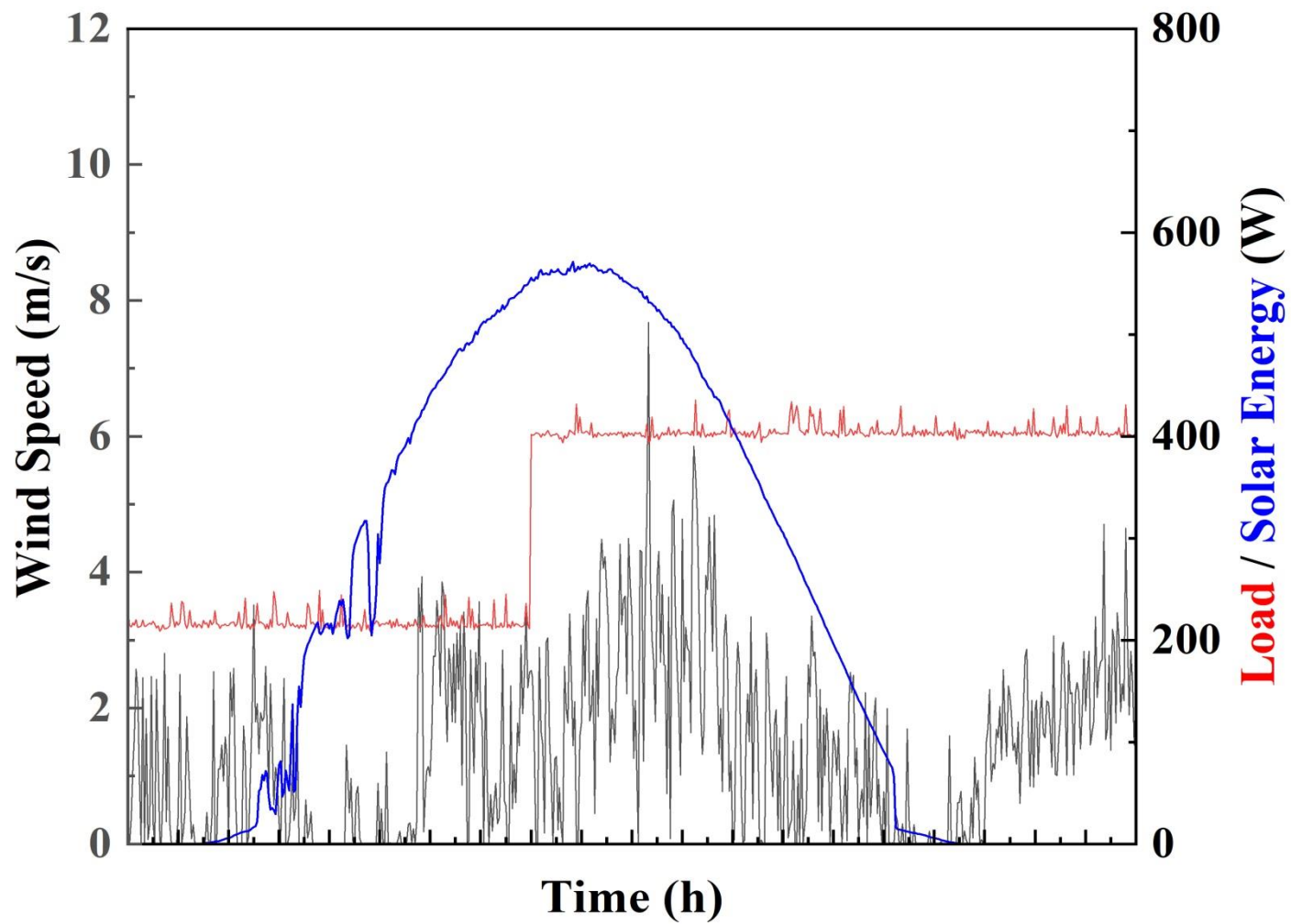


ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΙΣΧΥΟΣ



1. PV modules
2. Wind Generator
3. Charge Controllers
4. Battery Bank
5. Inverter
6. Fuse box
7. AC appliances



Μπαταρίες σε υβριδικά συστήματα

- Οι μπαταρίες αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή χημικής ενέργειας
- Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται:
 - Τη νύχτα και τις περιόδους με παρατεταμένη συννεφιά ή άπνοια.
 - Για τη παροχή σταθερή πηγή ισχύος.
 - Για την παροχή απαραίτητων υψηλών ποσών ενέργειας σε μικρό χρονικό διάστημα.

Μπαταρίες σε υβριδικά συστήματα

Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται συχνά σε υβριδικά συστήματα είναι:

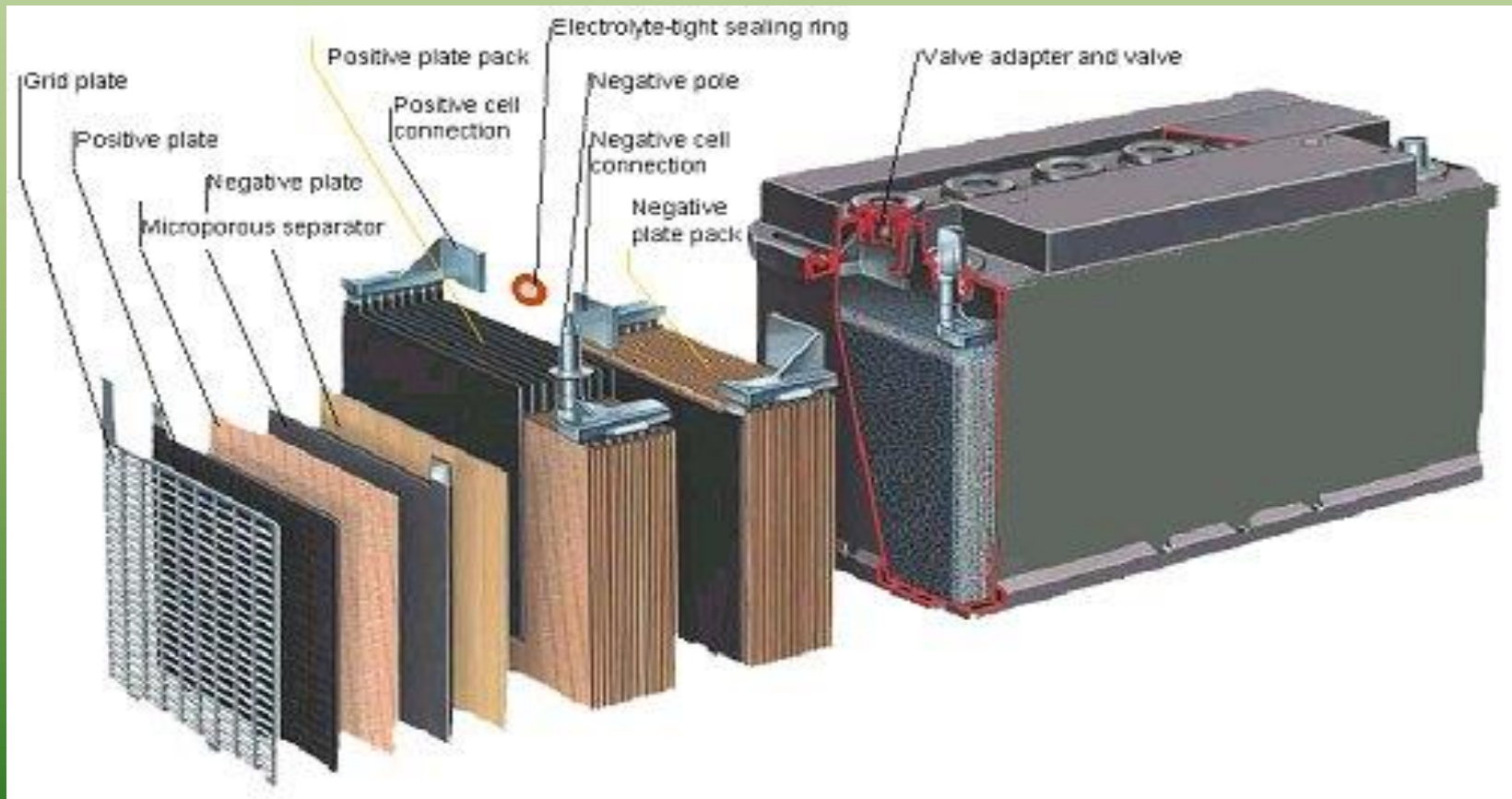
- Μπαταρίες Μολύβδου – Οξέος (Lead acid batteries)
 - Ανοιχτού τύπου
 - Κλειστού τύπου
- Αλκαλικές Μπαταρίες (Alkaline Batteries)
 - Νικελίου – Καδμίου
 - Νικελίου – Μεταλλικού υδριδίου
- Μπαταρίες ιόντων Λιθίου

Comparison Table of Secondary Batteries

- Combining cobalt, nickel, manganese and aluminum raises energy density up to 250Wh/kg.
- Cycle life is based on the depth of discharge (DoD). Shallow DoD prolongs cycle life.
- Cycle life is based on battery receiving regular maintenance to prevent memory.
- Ultra-fast charge batteries are made for a special purpose.
- Self-discharge is highest immediately after charge. NiCd loses 10% in the first 24 hours, then declines to 10% every 30 days. High temperature and age increase self-discharge.
- 1.25V is traditional; 1.20V is more common.
- Manufacturers may rate voltage higher because of low internal resistance (marketing).
- Capable of high current pulses; needs time to recuperate.
- Do not charge Li-ion below freezing.
- Maintenance may be in the form of equalizing or topping charge* to prevent sulfation.
- Protection circuit cuts off below about 2.20V and above 4.30V on most Li-ion; different voltage settings apply for lithium-iron-phosphate.
- Coulombic efficiency is higher with quicker charge (in part due to self-discharge error).
- Li-ion may have lower cost-per-cycle than lead acid.

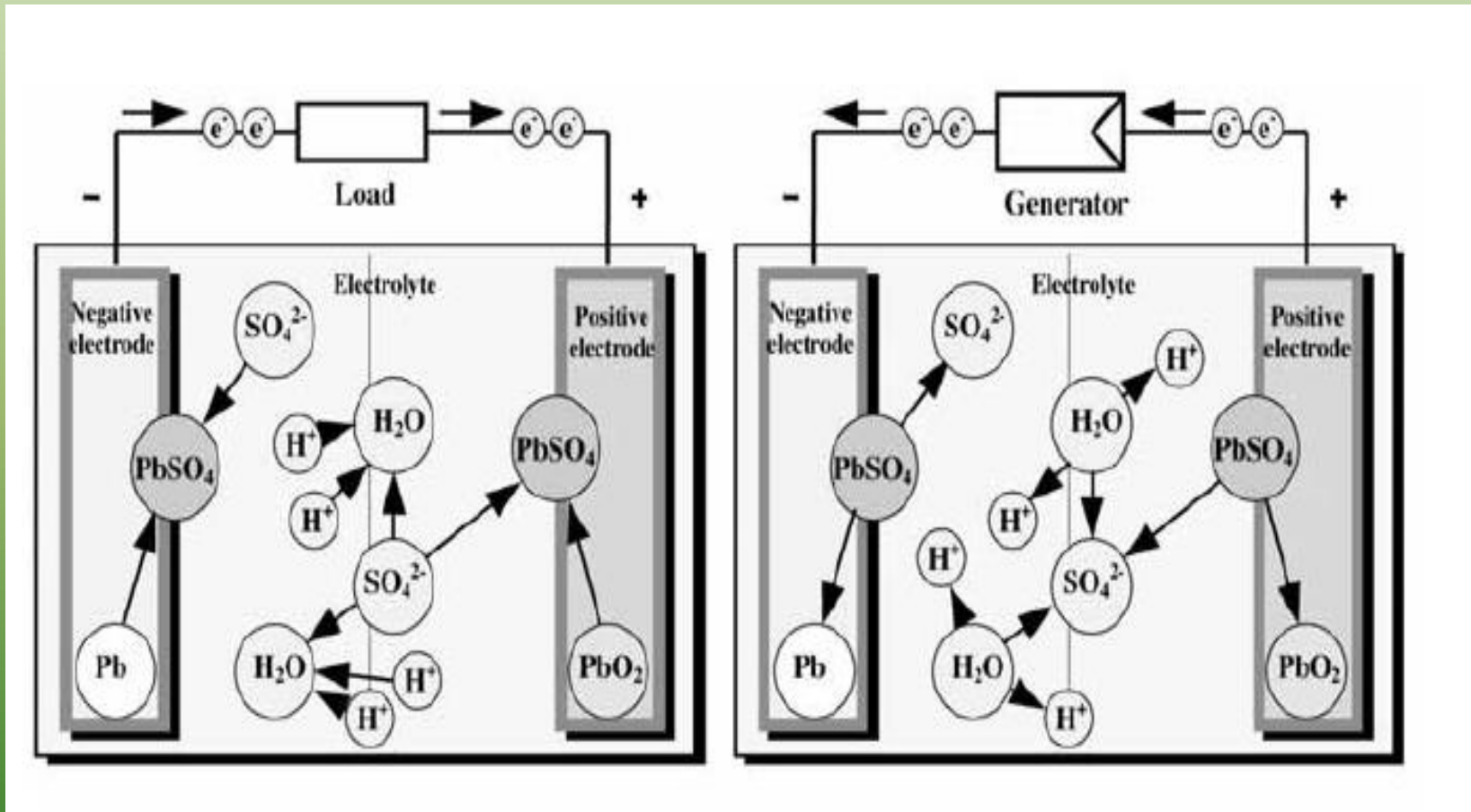
Specifications	Lead Acid	NiCd	NiMH	Li-ion ¹		
				Cobalt	Manganese	Phosphate
Specific energy (Wh/kg)	30–50	45–80	60–120	150–250	100–150	90–120
Internal resistance	Very Low	Very low	Low	Moderate	Low	Very low
Cycle life² (80% DoD)	200–300	1,000 ³	300–500 ³	500–1,000	500–1,000	1,000–2,000
Charge time⁴	8–16h	1–2h	2–4h	2–4h	1–2h	1–2h
Overcharge tolerance	High	Moderate	Low	Low. No trickle charge		
Self-discharge/ month (room temp)	5%	20% ⁵	30% ⁵	<5% Protection circuit consumes 3%/month		
Cell voltage (nominal)	2V	1.2V ⁶	1.2V ⁶	3.6V ⁷	3.7V ⁷	3.2–3.3V
Charge cutoff voltage (V/cell)	2.40 Float 2.25	Full charge detection by voltage signature		4.20 typical Some go to higher V		3.60
Discharge cutoff voltage (V/cell, 1C)	1.75V	1.00V		2.50–3.00V		2.50V
Peak load current Best result	5C ⁸ 0.2C	20C 1C	5C 0.5C	2C <1C	>30C <10C	>30C <10C
Charge temperature	–20 to 50°C (–4 to 122°F)	0 to 45°C (32 to 113°F)		0 to 45°C ⁹ (32 to 113°F)		
Discharge temperature	–20 to 50°C (–4 to °F)	–20 to 65°C (–4 to 49°F)		–20 to 60°C (–4 to 140°F)		
Maintenance requirement	3–6 months ¹⁰ (topping chg.)	Full discharge every 90 days when in full use		Maintenance-free		
Safety requirements	Thermally stable	Thermally stable, fuse protection		Protection circuit mandatory ¹¹		
In use since	Late 1800s	1950	1990	1991	1996	1999
Toxicity	Very high	Very high	Low	Low		
Coulombic efficiency¹²	~90%	~70% slow charge ~90% fast charge		99%		
Cost	Low	Moderate		High ¹³		

LEAD – ACID BATTERIES



LEAD – ACID BATTERIES

Charge – Discharge



Negative electrode reaction: $\text{Pb}(s) + \text{HSO}_4^-(aq) \rightarrow \text{PbSO}_4(s) + \text{H}^+(aq) + 2e^-$

Positive electrode reaction: $\text{PbO}_2(s) + \text{HSO}_4^-(aq) + 3\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightarrow \text{PbSO}_4(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$

Προδιαγραφές Μπαταρίας

- Ημέρες Αυτονομίας
- Χωρητικότητα Μπαταρίας
- Ρυθμός και Βάθος Εκφόρτισης
- Διάρκεια Ζωής
- Περιβαλλοντικές Συνθήκες

Ημέρες Αυτονομίας

- Η αυτονομία αναφέρεται στον αριθμό των ημερών που μπορεί μια μπαταρία να καλύψει τις ανάγκες ενός φορτίου χωρίς να επαναφορτιστεί.
- Ο αριθμός των ημερών αυτονομίας προσδιορίζεται από:
 - το συνολικό φορτίο
 - το είδος του φορτίου
- Η γενική περιοχή ημερών αυτονομίας καθορίζεται ως ακολούθως:
 - 2 με 3 ημέρες για μη υψηλής σημασίας χρήσεις ή για συστήματα που διαθέτουν γεννήτρα πετρελαίου ως εφεδρεία.
 - 5 με 7 ημέρες για κρίσιμα φορτία χωρίς άλλες διαθέσιμες εφεδρικές πηγές ενέργειας.

Χωρητικότητα Μπαταρίας

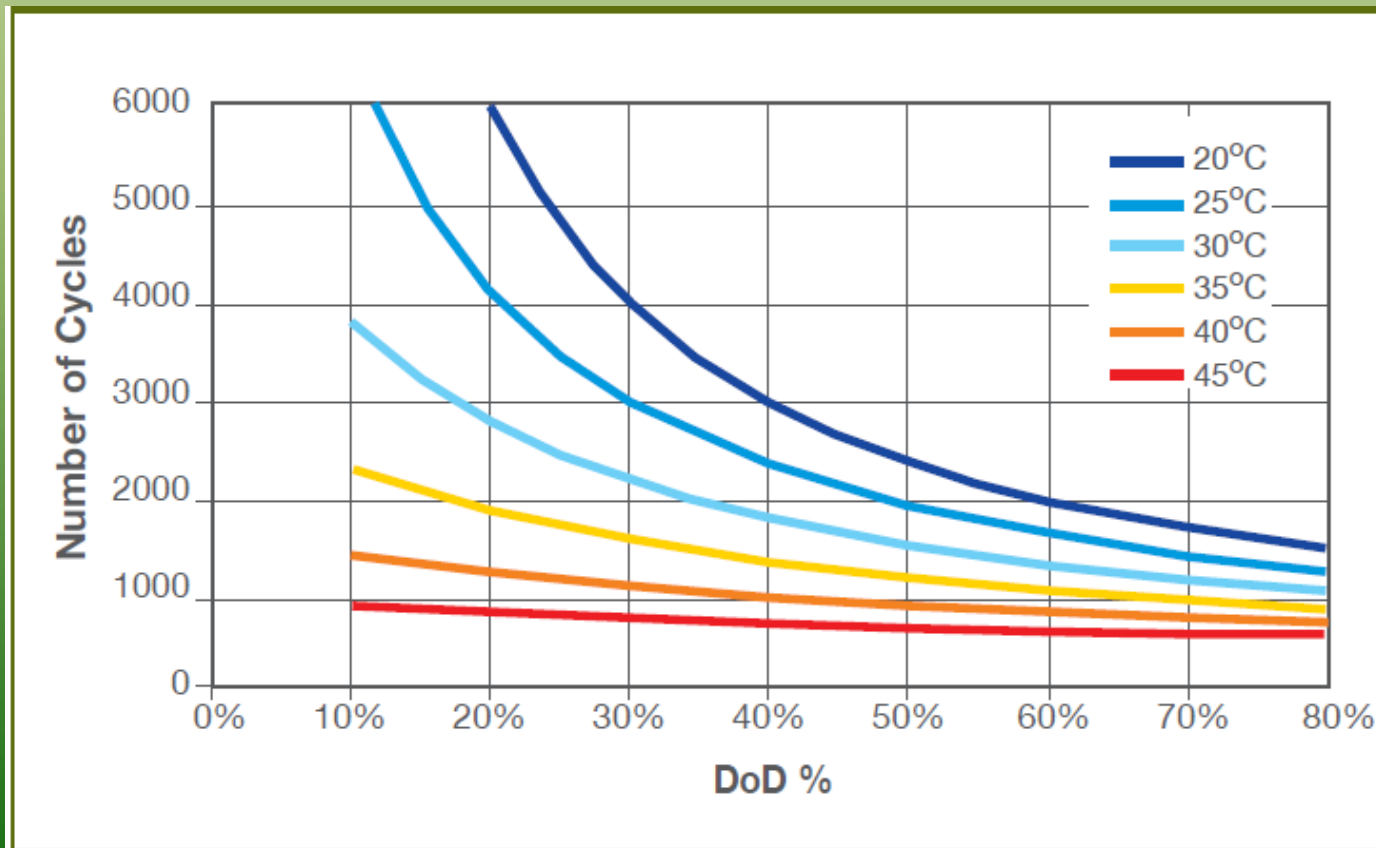
- Χωρητικότητα μιας μπαταρίας C (από την αγγλική λέξη capacity) είναι το **συνολικό ηλεκτρικό φορτίο** που μπορούμε να πάρουμε από μια πλήρως φορτισμένη μπαταρία, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εκφόρτισης (ρυθμό εκφόρτισης, τάση και θερμοκρασία).
- Παράγοντες που επηρεάζουν τη χωρητικότητα μιας μπαταρίας:
 - Ρυθμός εκφόρτισης
 - Βάθος εκφόρτισης
 - Θερμοκρασία
 - Ηλικία
 - Χαρακτηριστικά επαναφόρτισης

Ρυθμός και Βάθος Εκφόρτισης

- **Ο Ρυθμός εκφόρτισης** εκφράζεται συχνά ως **C-rate** για την κανονικοποίηση ως προς τη χωρητικότητα της μπαταρίας, η οποία είναι συχνά διαφορετική μεταξύ των μπαταριών. C-rate είναι ένα μέτρο του ρυθμού με τον οποίο μια μπαταρία εκφορτίζεται σε σχέση με την ονομαστική χωρητικότητα.
 - Ο ρυθμός με τον οποίο εκφορτίζεται μια μπαταρία επηρεάζει άμεσα τη χωρητικότητά της
 - Υψηλοί ρυθμοί εκφόρτισης δίνουν χαμηλότερη χωρητικότητα
 - Χαμηλοί ρυθμοί εκφόρτισης δίνουν υψηλότερη χωρητικότητα
- **Βάθος εκφόρτισης (DOD)** αναφέρεται στο κλάσμα ή το ποσοστό της χωρητικότητας που έχει αφαιρεθεί από την πλήρως φορτισμένη μπαταρία.

Διάρκεια ζωής μπαταρίας

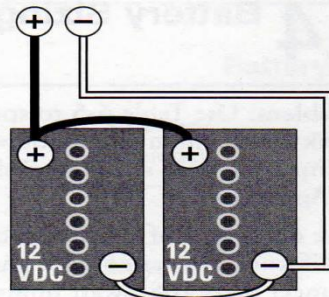
- Οι κατασκευαστές των μπαταριών ορίζουν το χρόνο ζωής μιας μπαταρίας σε όρους «αριθμού κύκλων».
- Η ζωή της μπαταρίας (αριθμός κύκλων) επηρεάζεται από το βάθος εκφόρτισης (ως ποσοστό της χωρητικότητας της μπαταρίας) και τη θερμοκρασία.



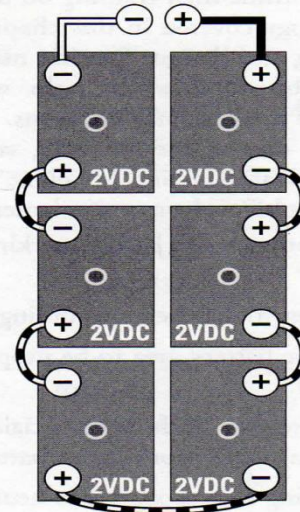
Περιβαλλοντικές Συνθήκες

- Η λειτουργία των μπαταριών επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- Απαιτείται **υψηλότερη τάση** για την ολοκλήρωση της φόρτισης μιας μπαταρίας για λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες (το αντίθετο συμβαίνει σε υψηλές θερμοκρασίες)
- Οι ελεγκτές φόρτισης θα πρέπει **αυτόματα να ρυθμίζουν** τη τάση φόρτισης με βάση τη θερμοκρασία της μπαταρίας.

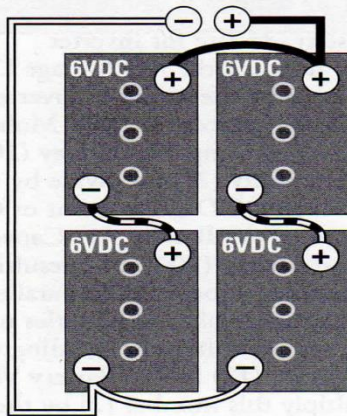
Μπαταρία 12 Volt



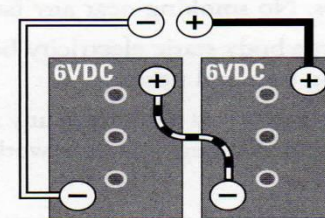
12-VOLT CONFIGURATION
with 12-volt batteries in *parallel*



12-VOLT CONFIGURATION
with 2-volt batteries in *series*

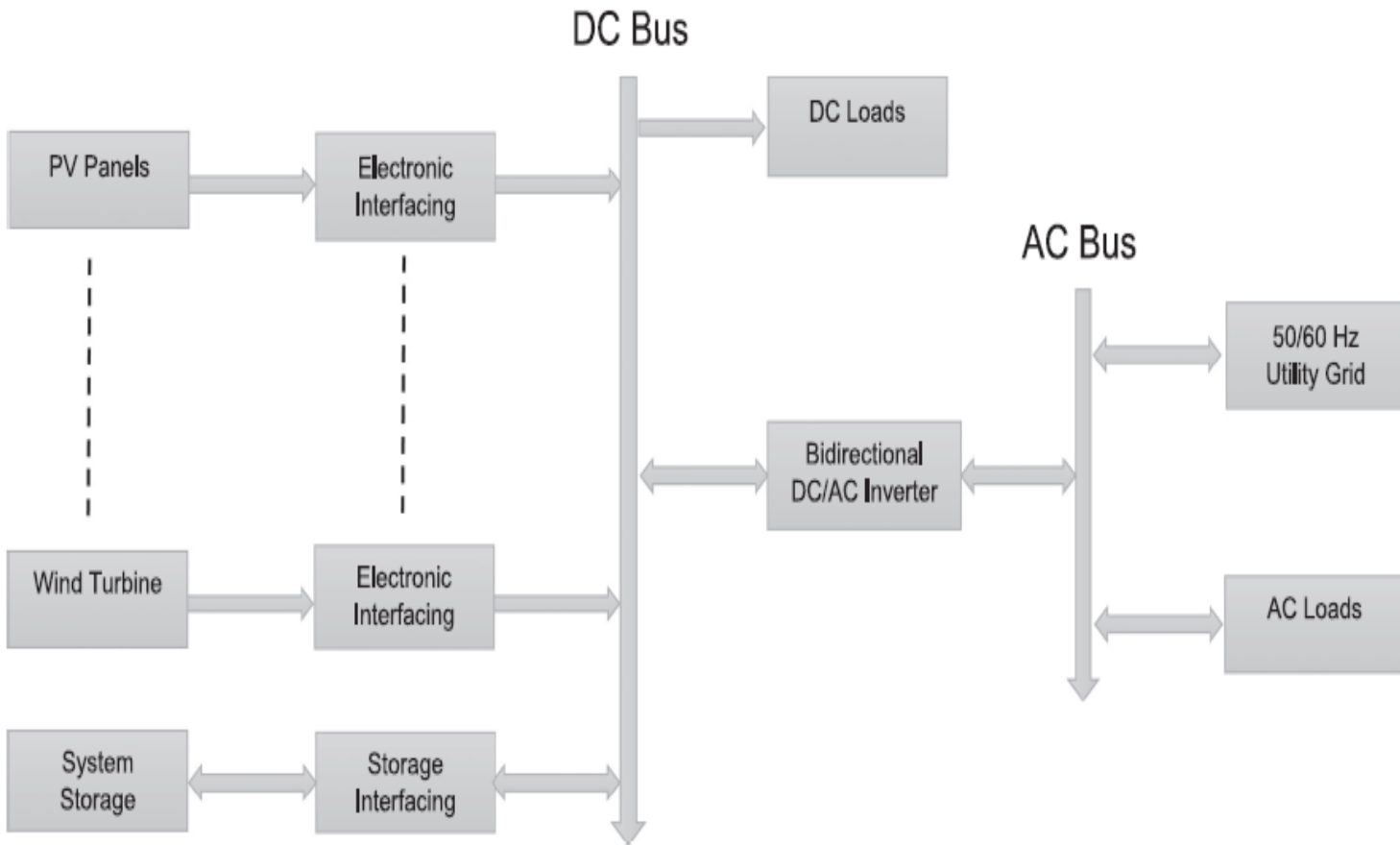


12-VOLT CONFIGURATION
with 6-volt batteries in *series/parallel*

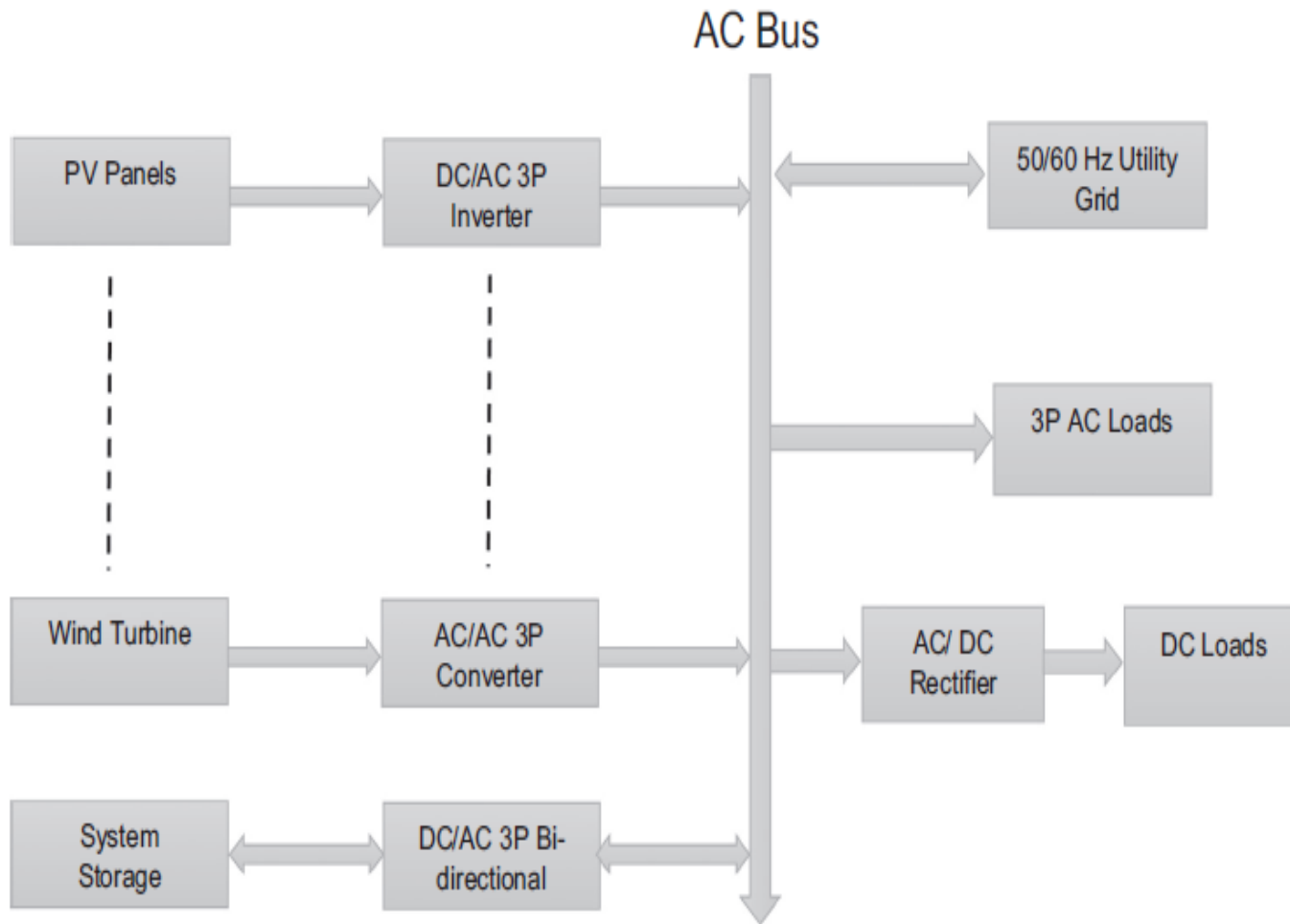


12-VOLT CONFIGURATION
with 6-volt batteries in *series*

DC-coupled hybrid system



AC-coupled hybrid system



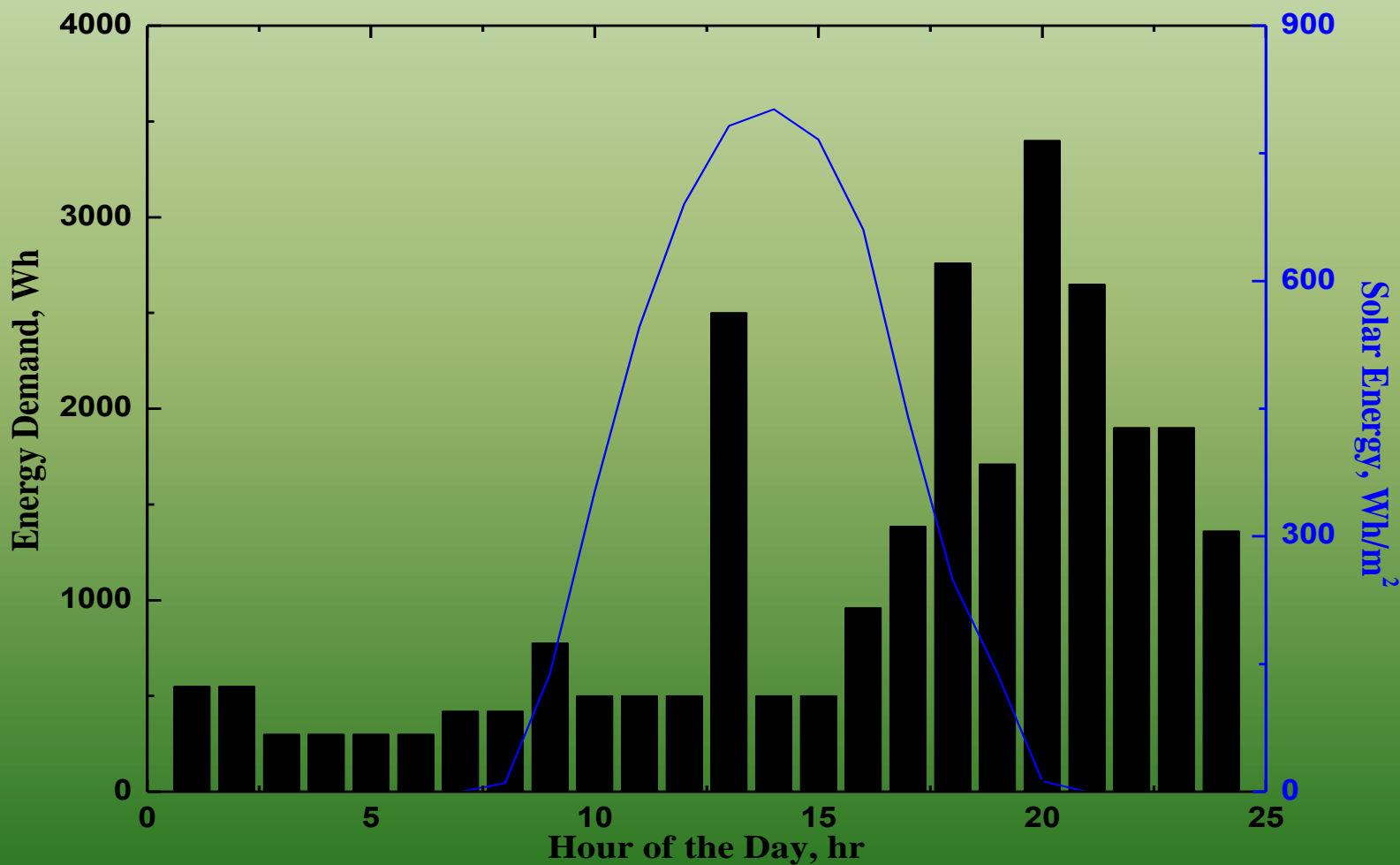
Παράδειγμα 1^ο – Σχεδιασμός Συστήματος Αυτόνομης Οικίας

Σε μια οικία, κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου, κατεγράφησαν οι καταναλώσεις που παρουσιάζονται στο διπλανό πίνακα.

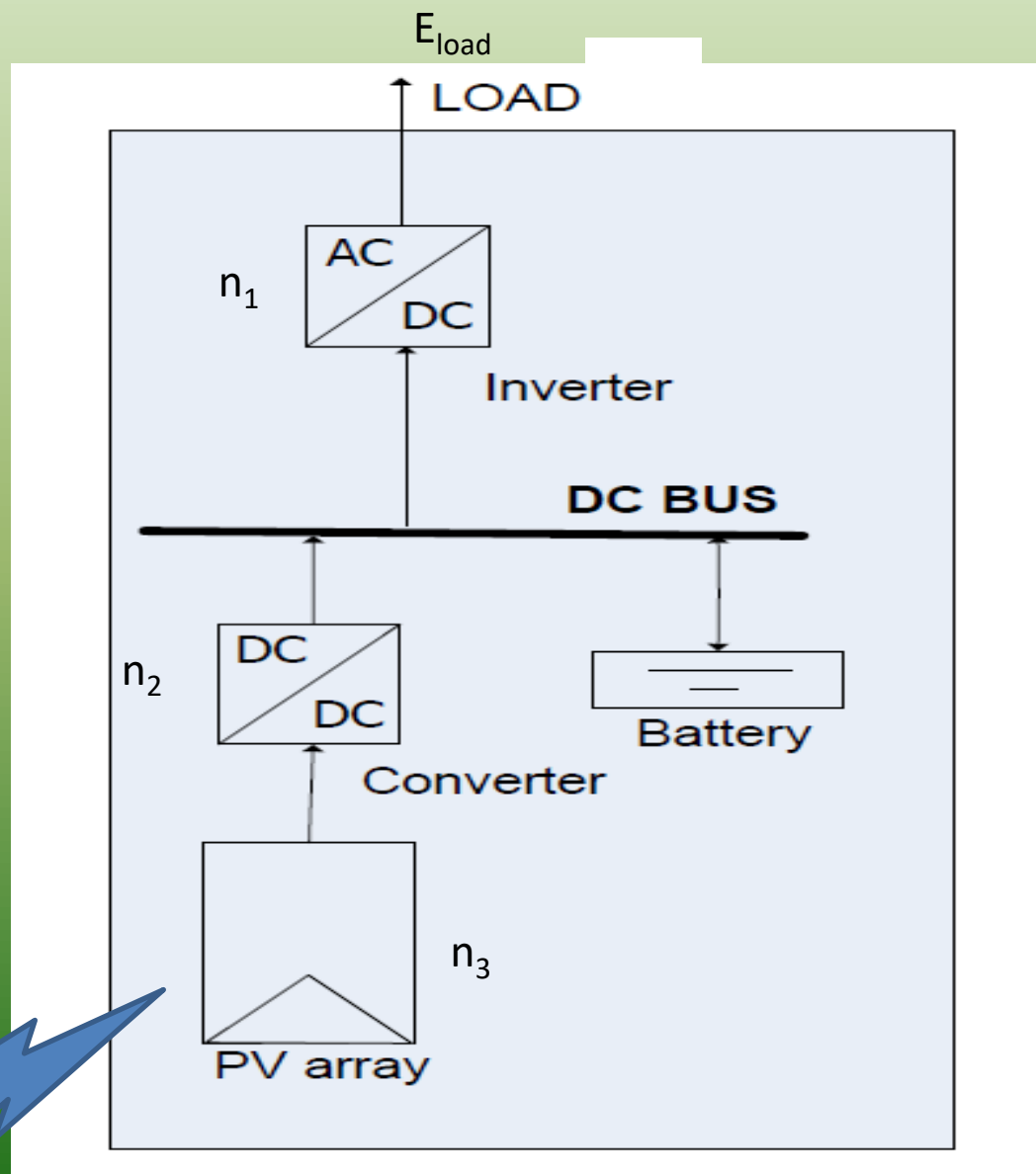
Να κατασκευαστεί σε γράφημα το προφίλ της καταναλισκόμενης ενέργειας και με βάση τη μέση ηλιακή ακτινοβολία του πίνακα να υπολογιστεί η απαιτούμενη επιφάνεια των φωτοβολταϊκών, το μέγεθος της μπαταρίας για την πλήρη κάλυψη της κατανάλωσης αυτής της ημέρας καθώς επίσης και να καθοριστούν οι προδιαγραφές των ηλεκτρονικών ισχύος.

Ώρα	Σύνολο Ενεργειακών Αναγκών, Wh	Μέση Ηλιακή Ακτινοβολία, Wh/m ²
0-1	550	0
1-2	550	0
2-3	300	0
3-4	300	0
4-5	300	0
5-6	300	0
6-7	420	0
7-8	420	10.3
8-9	775	138.5
9-10	500	352.9
10-11	500	545.5
11-12	500	690.5
12-13	2500	782.4
13-14	500	801.8
14-15	500	766.3
15-16	960	660.5
16-17	1385	439.9
17-18	2760	248.9
18-19	1710	138.4
19-20	3400	12.4
20-21	2650	0
21-22	1900	0
22-23	1900	0
23-24	1360	0

Προφίλ της καταναλισκόμενης ενέργειας και της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας



Αυτόνομο Σύστημα Παροχής Ισχύος



E_{solar}

Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

DC/AC αντιστροφέας

Device short name	XW+ 7048 E	XW+ 8548 E
Inverter AC output (standalone)		
Output power (continuous) at 25°C	5500 W	6800 W
Overload 30 min/60 sec at 25°C	7000 W/9500 W	8500 W/12000 W
Output power (continuous) at 40°C	4500 W	6000 W
Maximum output current 60 seconds (rms)	40 A	53 A
Output frequency (selectable)	50/60 Hz	50/60 Hz
Output voltage	230 Vac	230 Vac
Total harmonic distortion at rated power	< 5%	< 5%
Idle consumption search mode	< 7 W	< 7 W
Input DC voltage range	40 to 64 V (48 V nominal)	40 to 64 V (48 V nominal)
Maximum input DC current	150 A	180 A
Charger DC output		
Maximum output charge current	110 A	140 A
Output charge voltage range	40 – 64 V (48 V nominal)	40 – 64 V (48 V nominal)
Charge control	Three stage, two stage, boost, custom	Three stage, two stage, boost, custom
Charge temperature compensation	Battery temperature sensor included	Battery temperature sensor included
Power factor corrected charging	0.98	0.98
Compatible battery types	Flooded (default), Gel, AGM, Lithium ion, custom*	Flooded (default), Gel, AGM, Lithium ion, custom*
Battery bank range (scaled to PV array size)	440 to 10000 Ah	440 to 10000 Ah
AC input		
AC 1 (grid) input current (selectable limit)	3 – 60 A (56 A default)	3 – 60 A (56 A default)
AC 2 (generator) input current (selectable limit)	3 – 60 A (56 A default)	3 – 60 A (56 A default)
Automatic transfer relay rating/typical transfer time	60 A/8 ms	60 A/8 ms
AC input voltage nominal	230 V +/- 3%	230 V +/- 3%
AC input frequency range (bypass/charge mode)	45 – 55 Hz (default) 40 – 68 Hz (allowable)	45 – 55 Hz (default) 40 – 68 Hz (allowable)
AC grid-tie output		
Grid sell on AC1 (max)	4.5 kVA	6.0 kVA
Grid sell current range on AC1 (selectable range)	0 to 20 A	0 to 27 A
Grid sell voltage range on AC1	205 to 262 Vrms (auto adjust entering sell mode)	205 to 262 Vrms (auto adjust entering sell mode)
Grid sell frequency range on AC1	48 to 51 Hz (auto adjust entering sell mode)	48 to 51 Hz (auto adjust entering sell mode)
Grid sell power factor range (lead/lag)	0.5	0.5
Efficiency		
Peak	95.8%	95.8%

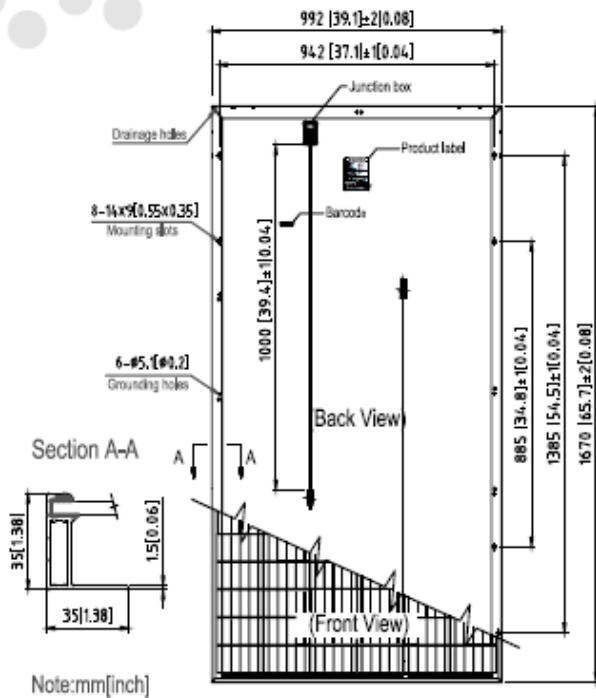
Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

DC/DC μετατροπέας

Device short name	MPPT 80 600
Electrical specifications	
Nominal battery voltage	24 and 48 V (Default is 48 V)
PV array operating voltage	195 to 550 V
Max. PV array open circuit voltage	600 V including temperature correction factor
Battery voltage operating range	16 to 67 VDC
Array short-circuit current	35 A (28 A @ STC)
Max. charge current	80 A
Max. and min. PV wire size in conduit	#6 AWG to #14 AWG (13.5 to 2.5 mm ²)
Max. output power	2560 W (nominal 24 V), 4800 W (nominal 48 V)
Charger regulation method	Three-stage (bulk, absorption, float) plus manual equalization Two-stage (bulk, absorption) plus manual equalization
Supported battery types	Flooded, GEL, AGM, Lithium-ion, Custom
Efficiency	
Max. power conversion efficiency	94% (nominal 24 V), 96% (nominal 48 V)

Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

Φωτοβολταϊκά



Electrical Characteristics

STC	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at STC (Pmax)	290 W	285 W	280 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	31.4 V	31.3 V	31.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	9.24 A	9.11 A	8.98 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.5 V	38.3 V	38.1 V
Short Circuit Current (Isc)	9.58 A	9.48 A	9.37 A
Module Efficiency	17.5%	17.2%	16.9%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM=1.5;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at NOCT (Pmax)	214.3 W	210.3 W	206.4 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	29.2 V	29.0 V	28.8 V
Optimum Operating Current (Imp)	7.33 A	7.25 A	7.16 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.4 V	35.2 V	35.0 V
Short Circuit Current (Isc)	7.77 A	7.69 A	7.60 A

NOCT: Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

Απαιτούμενη Ενέργεια από Μπαταρία

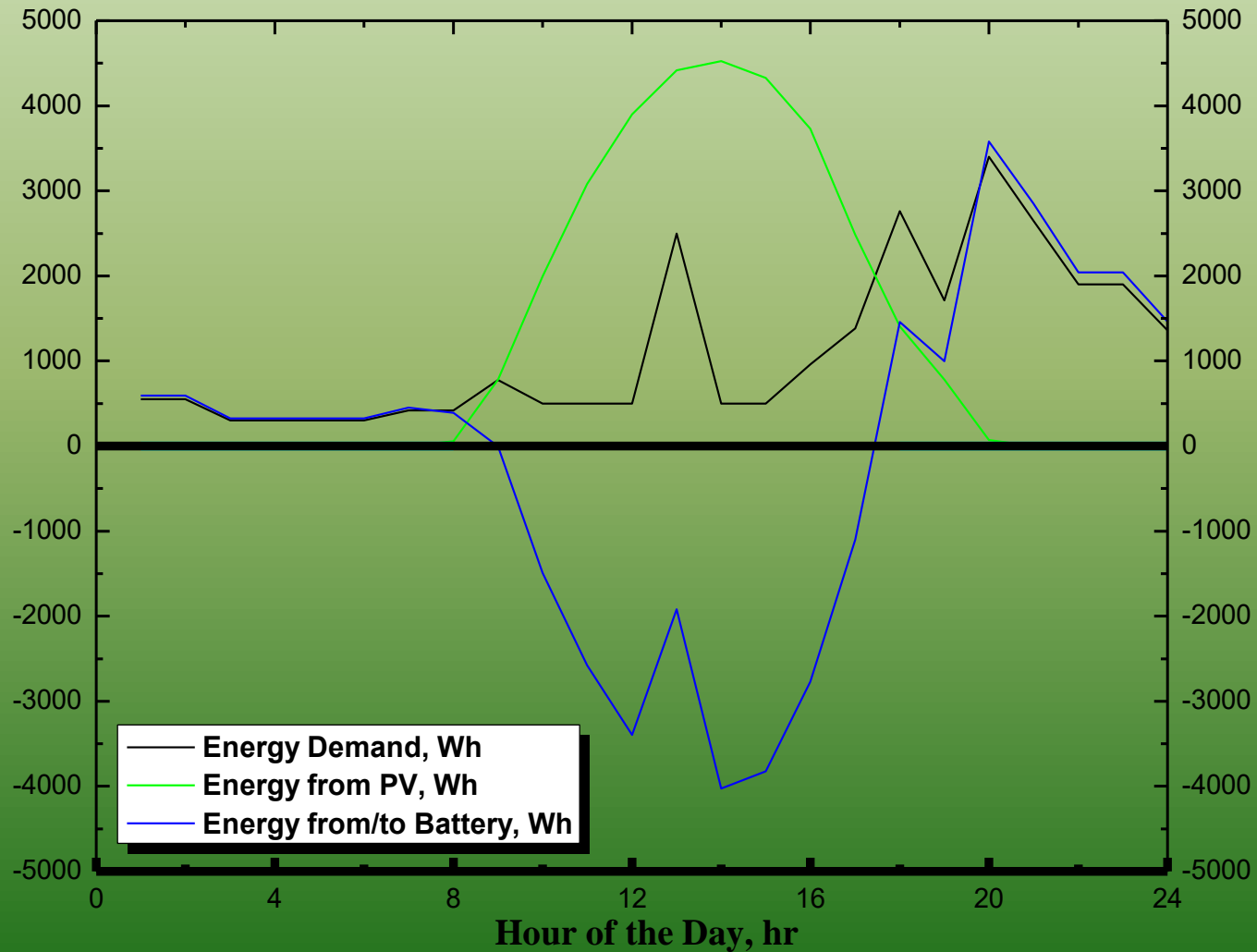
Ώρα	Σύνολο Ενεργειακών Αναγκών, Wh	Μέση Ηλιακή Ακτινοβολία, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	550	0	0	579	0
1-2	550	0	0	579	0
2-3	300	0	0	316	0
3-4	300	0	0	316	0
4-5	300	0	0	316	0
5-6	300	0	0	316	0
6-7	420	0	0	442	0
7-8	420	10.3	54	385	0
8-9	775	138.5	726	52	0
9-10	500	352.9	1849	0	1312
10-11	500	545.5	2858	0	2321
11-12	500	690.5	3618	0	3081
12-13	2500	782.4	4099	0	1414
13-14	500	801.8	4201	0	3664
14-15	500	766.3	4015	0	3478
15-16	960	660.5	3460	0	2429
16-17	1385	439.9	2305	0	817
17-18	2760	248.9	1304	1533	0
18-19	1710	138.4	725	1037	0
19-20	3400	12.4	65	3511	0
20-21	2650	0	0	2789	0
21-22	1900	0	0	2000	0
22-23	1900	0	0	2000	0
23-24	1360	0	0	1432	0
	26940	5588.3	29278	17601	18515

Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

Μπαταρία

	Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height* (mm)	Poles Dist. (mm)	Weight (approx kg)	Short Circuit Current (A)	Internal Resistance (mOhm)
				C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80 Vpc	C24 1.80 Vpc	C12 1.75 Vpc							
Cells	2V 4 RES OPzV 290	4	2	301	290	281	258	232	103	206	382	-	20	2300	0.88
	2V 5 RES OPzV 360	5	2	376	363	352	323	290	124	206	382	-	24	2860	0.71
	2V 6 RES OPzV 435	6	2	452	435	423	388	347	145	206	382	-	28	3380	0.60
	2V 5 RES OPzV 535	5	2	561	536	517	472	420	124	206	498	-	31	3380	0.60
	2V 6 RES OPzV 640	6	2	675	644	622	567	504	145	206	498	-	37	3980	0.51
	2V 7 RES OPzV 750	7	2	789	753	727	662	588	166	206	498	-	42	4520	0.45
	2V 6 RES OPzV 935	6	2	986	937	892	809	716	145	206	673	-	50	4360	0.47
	2V 8 RES OPzV 1245	8	4	1311	1247	1187	1077	954	191	210	673	80	68	5980	0.34
	2V 10 RES OPzV 1560	10	4	1641	1560	1485	1347	1193	233	210	673	110	82	7380	0.28
	2V 12 RES OPzV 1875	12	4	1976	1877	1786	1618	1432	275	210	673	140	97	8640	0.24
	2V 12 RES OPzV 2120	12	4	2214	2120	2050	1878	1678	275	210	824	140	120	9440	0.22
	2V 16 RES OPzV 2820	16	6	2949	2824	2731	2503	2237	399	214	799	110	165	12680	0.16
	2V 20 RES OPzV 3520	20	8	3678	3523	3412	3127	2796	487	212	799	110	200	16240	0.13
	2V 24 RES OPzV 4245	24	8	4438	4248	4106	3760	3357	576	212	799	140	240	18460	0.11
Blocks	6V 4 RES OPzV 250	4	2	263	253	250	233	212	272	205	371	-	48	2260	2.70
	6V 5 RES OPzV 315	5	2	330	317	313	292	265	380	205	371	-	63	2740	2.22
	6V 6 RES OPzV 380	6	2	397	381	377	350	318	380	205	371	-	70	3220	1.89
	12V 1 RES OPzV 65	1	2	65	63	62	58	52	272	205	371	-	43	620	19.80
	12V 2 RES OPzV 125	2	2	130	125	124	115	105	272	205	371	-	52	1240	9.90
12V 3 RES OPzV 185	3	2	196	188	186	173	158	380	205	371	-	72	1720	7.08	

Παραγωγή και Κατανάλωση Ενέργειας

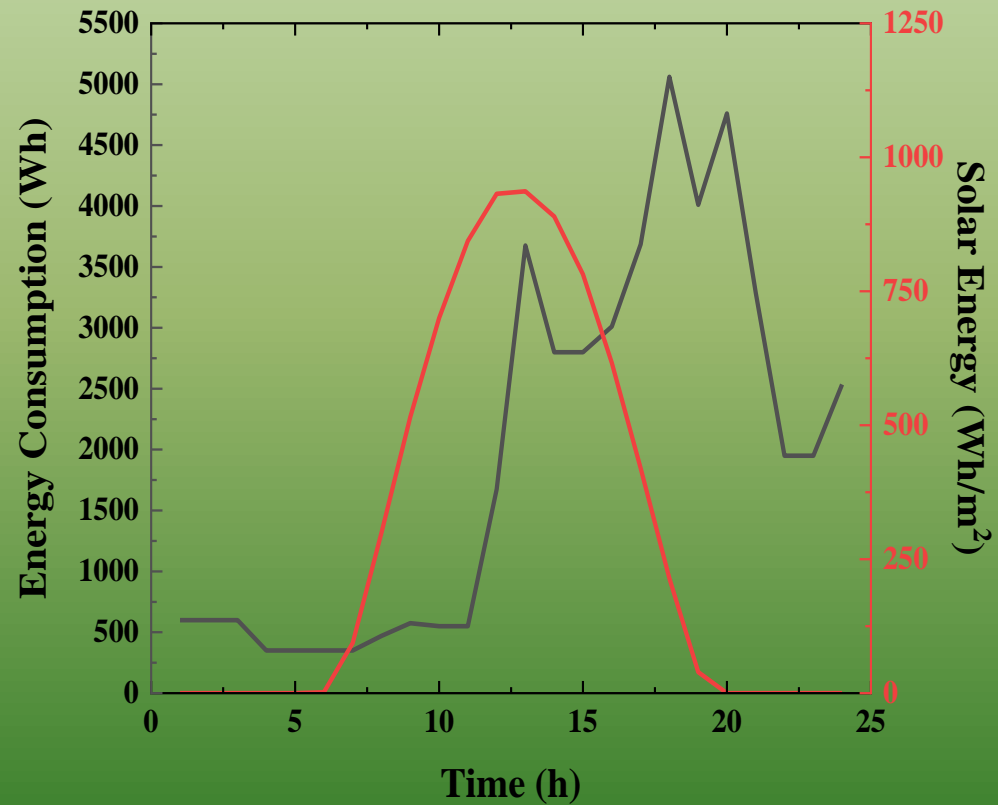


Παράδειγμα 2^ο – Σχεδιασμός Συστήματος Αυτόνομης Οικίας

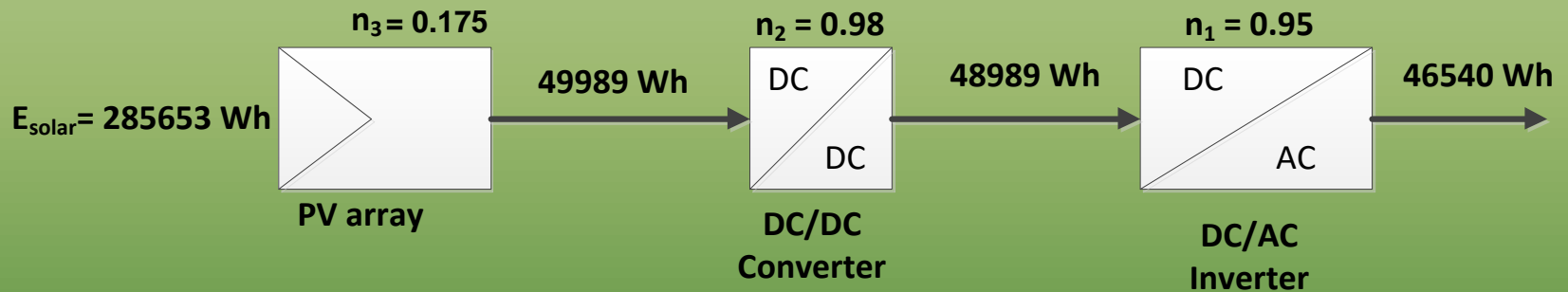
Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	600	500	0	0
1-2	600	500	0	0
2-3	600	250	0	0
3-4	350	250	0	0
4-5	350	250	0	0
5-6	350	250	1.5	0
6-7	350	370	93.5	0
7-8	470	370	299	17.9
8-9	575	725	515.1	155.9
9-10	550	450	700.1	319.6
10-11	550	450	843.8	453
11-12	1675	450	932	536.1
12-13	3675	2450	936.4	566.7
13-14	2800	450	889.4	523.7
14-15	2800	450	781.6	462.9
15-16	3010	910	616.3	306.8
16-17	3685	1335	419.6	129.9
17-18	5060	2710	214.4	13.5
18-19	4010	2600	39.5	0
19-20	4760	3350	0	0
20-21	3285	2600	0	0
21-22	1950	1850	0	0
22-23	1950	1850	0	0
23-24	2535	1310	0	0
	46540	26680	7282.2	3486

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	600	0
1-2	600	0
2-3	600	0
3-4	350	0
4-5	350	0
5-6	350	1.5
6-7	350	93.5
7-8	470	299
8-9	575	515.1
9-10	550	700.1
10-11	550	843.8
11-12	1675	932
12-13	3675	936.4
13-14	2800	889.4
14-15	2800	781.6
15-16	3010	616.3
16-17	3685	419.6
17-18	5060	214.4
18-19	4010	39.5
19-20	4760	0
20-21	3285	0
21-22	1950	0
22-23	1950	0
23-24	2535	0
	46540	7282

Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας



Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας



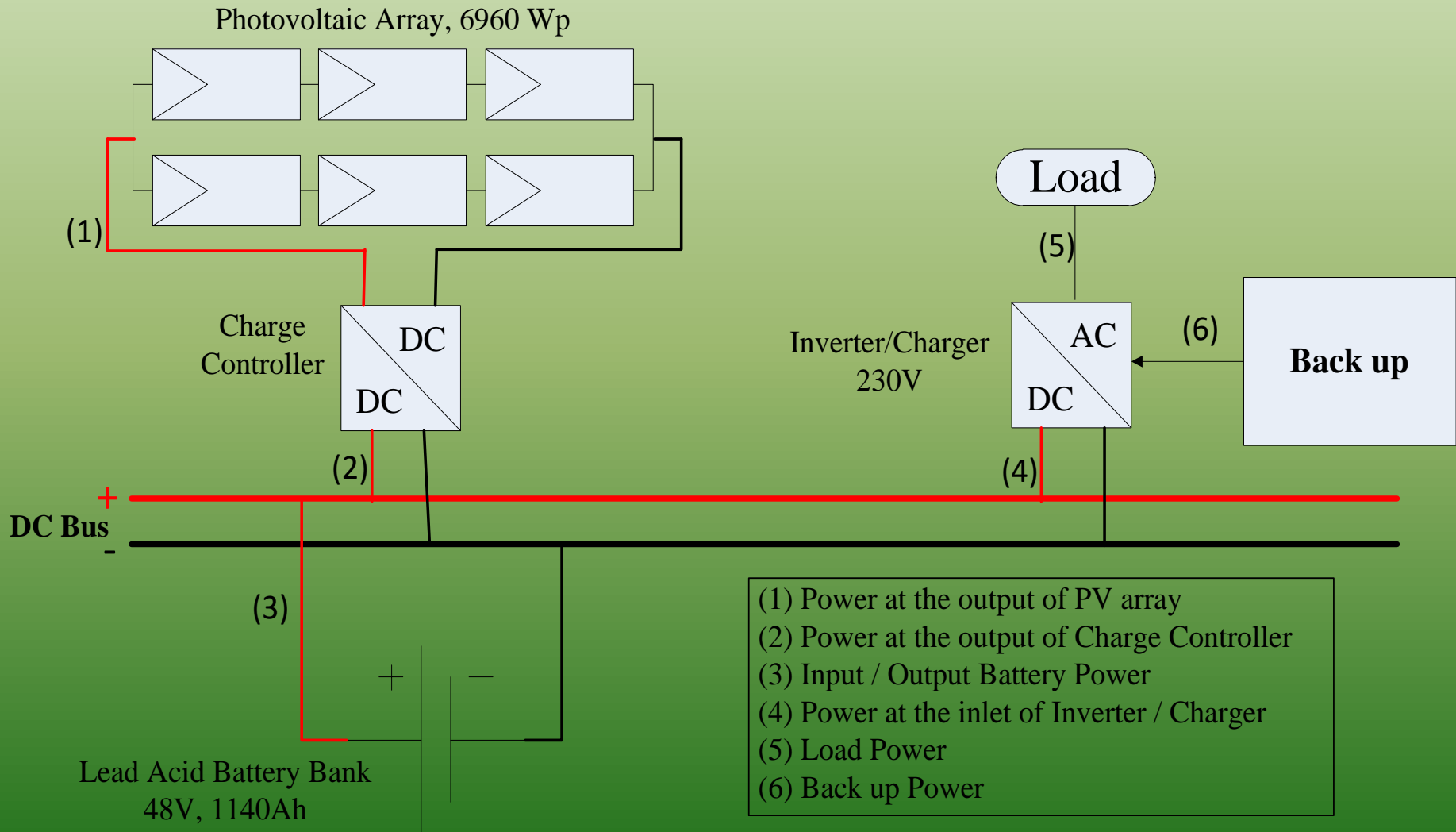
Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0.0	632	0
1-2	600	0	0.0	632	0
2-3	600	0	0.0	632	0
3-4	350	0	0.0	368	0
4-5	350	0	0.0	368	0
5-6	350	1.5	10.2	358	0
6-7	350	93.5	638.1	0	262
7-8	470	299	2040.7	0	1536
8-9	575	515.1	3515.6	0	2898
9-10	550	700.1	4778.2	0	4187
10-11	550	843.8	5758.9	0	5168
11-12	1675	932	6360.9	0	4562
12-13	3675	936.4	6390.9	0	2444
13-14	2800	889.4	6070.2	0	3063
14-15	2800	781.6	5334.4	0	2327
15-16	3010	616.3	4206.2	0	973
16-17	3685	419.6	2863.8	1072	0
17-18	5060	214.4	1463.3	3892	0
18-19	4010	39.5	269.6	3957	0
19-20	4760	0	0.0	5011	0
20-21	3285	0	0.0	3458	0
21-22	1950	0	0.0	2053	0
22-23	1950	0	0.0	2053	0
23-24	2535	0	0.0	2668	0
	46540	7282	49701	27154	27420

Σενάριο 1°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

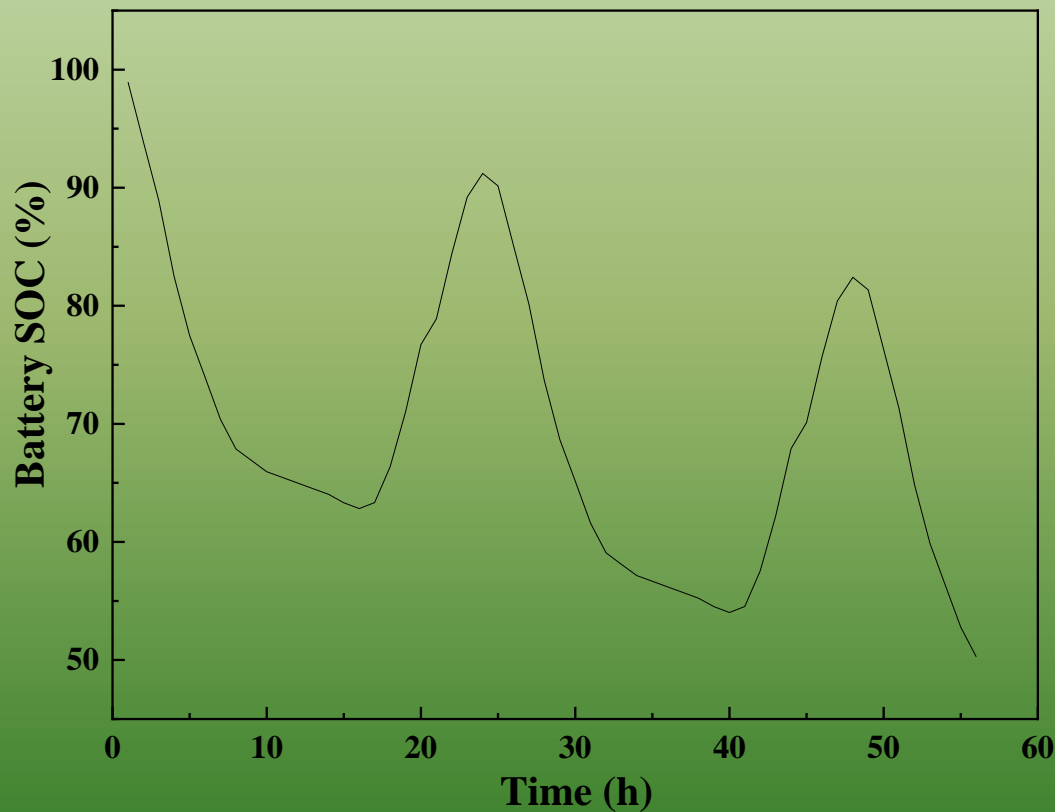
Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0	526	0
1-2	500	0	0	526	0
2-3	250	0	0	263	0
3-4	250	0	0	263	0
4-5	250	0	0	263	0
5-6	250	0	0	263	0
6-7	370	0	0	389	0
7-8	370	18	122	276	0
8-9	725	156	1064	0	280
9-10	450	320	2181	0	1664
10-11	450	453	3092	0	2556
11-12	450	536	3659	0	3112
12-13	2450	567	3868	0	1211
13-14	450	524	3574	0	3029
14-15	450	463	3159	0	2622
15-16	910	307	2094	0	1094
16-17	1335	130	887	580	0
17-18	2710	14	92	2767	0
18-19	2600	0	0	2737	0
19-20	3350	0	0	3526	0
20-21	2600	0	0	2737	0
21-22	1850	0	0	1947	0
22-23	1850	0	0	1947	0
23-24	1310	0	0	1379	0
	26680	3486	23792	20391	15569

Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας



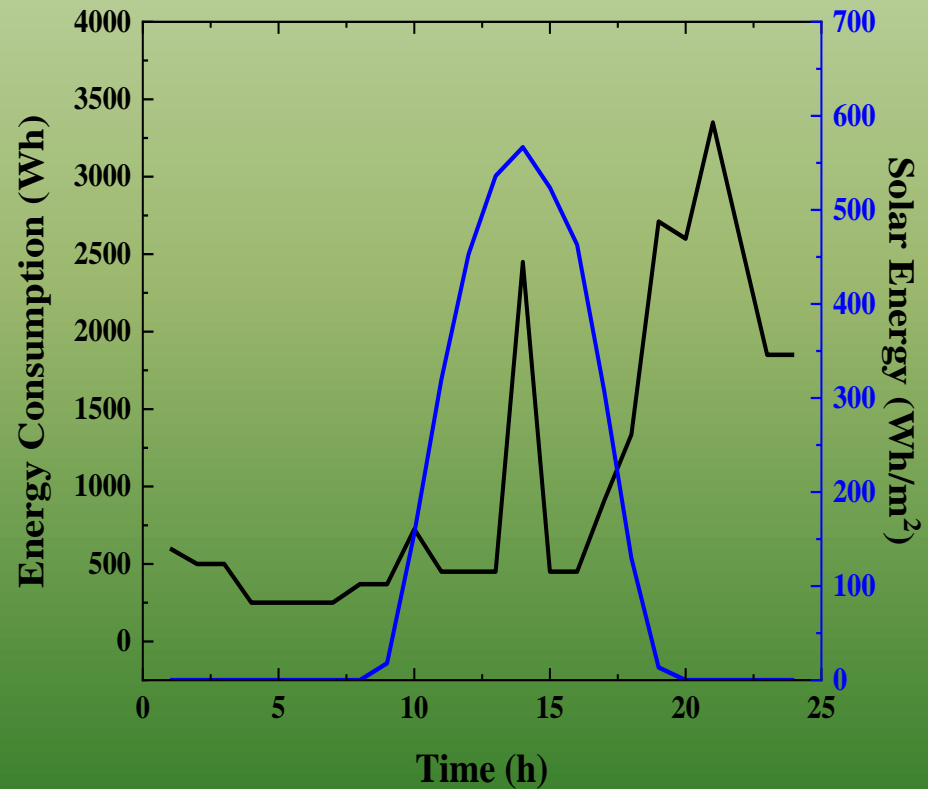
Σενάριο 1^ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	526	0
1-2	526	0
2-3	263	0
3-4	263	0
4-5	263	0
5-6	263	0
6-7	389	0
7-8	276	0
8-9	0	280
9-10	0	1664
10-11	0	2556
11-12	0	3112
12-13	0	1211
13-14	0	3029
14-15	0	2622
15-16	0	1094
16-17	580	0
17-18	2767	0
18-19	2737	0
19-20	3526	0
20-21	2737	0
21-22	1947	0
22-23	1947	0
23-24	1379	0
	20391	15569

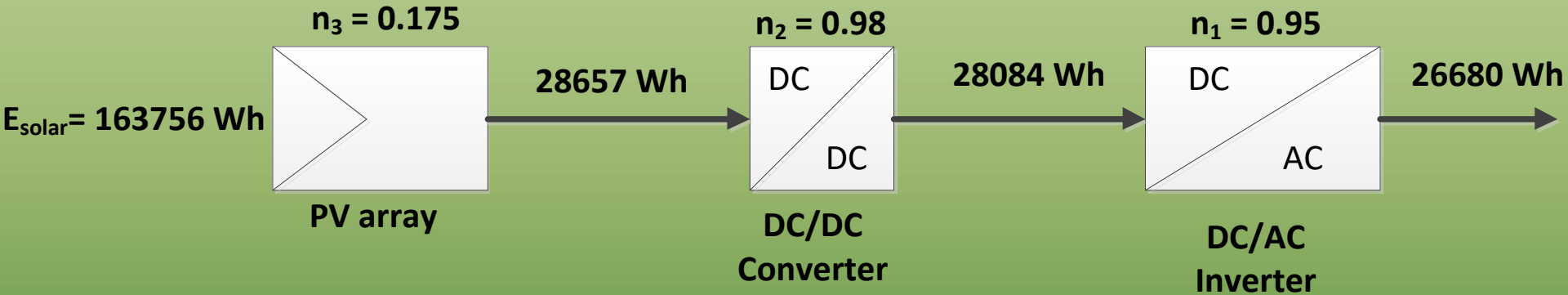


Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²
0-1	500	0
1-2	500	0
2-3	250	0
3-4	250	0
4-5	250	0
5-6	250	0
6-7	370	0
7-8	370	17.9
8-9	725	155.9
9-10	450	319.6
10-11	450	453
11-12	450	536.1
12-13	2450	566.7
13-14	450	523.7
14-15	450	462.9
15-16	910	306.8
16-17	1335	129.9
17-18	2710	13.5
18-19	2600	0
19-20	3350	0
20-21	2600	0
21-22	1850	0
22-23	1850	0
23-24	1310	0
	26680	3486



Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας



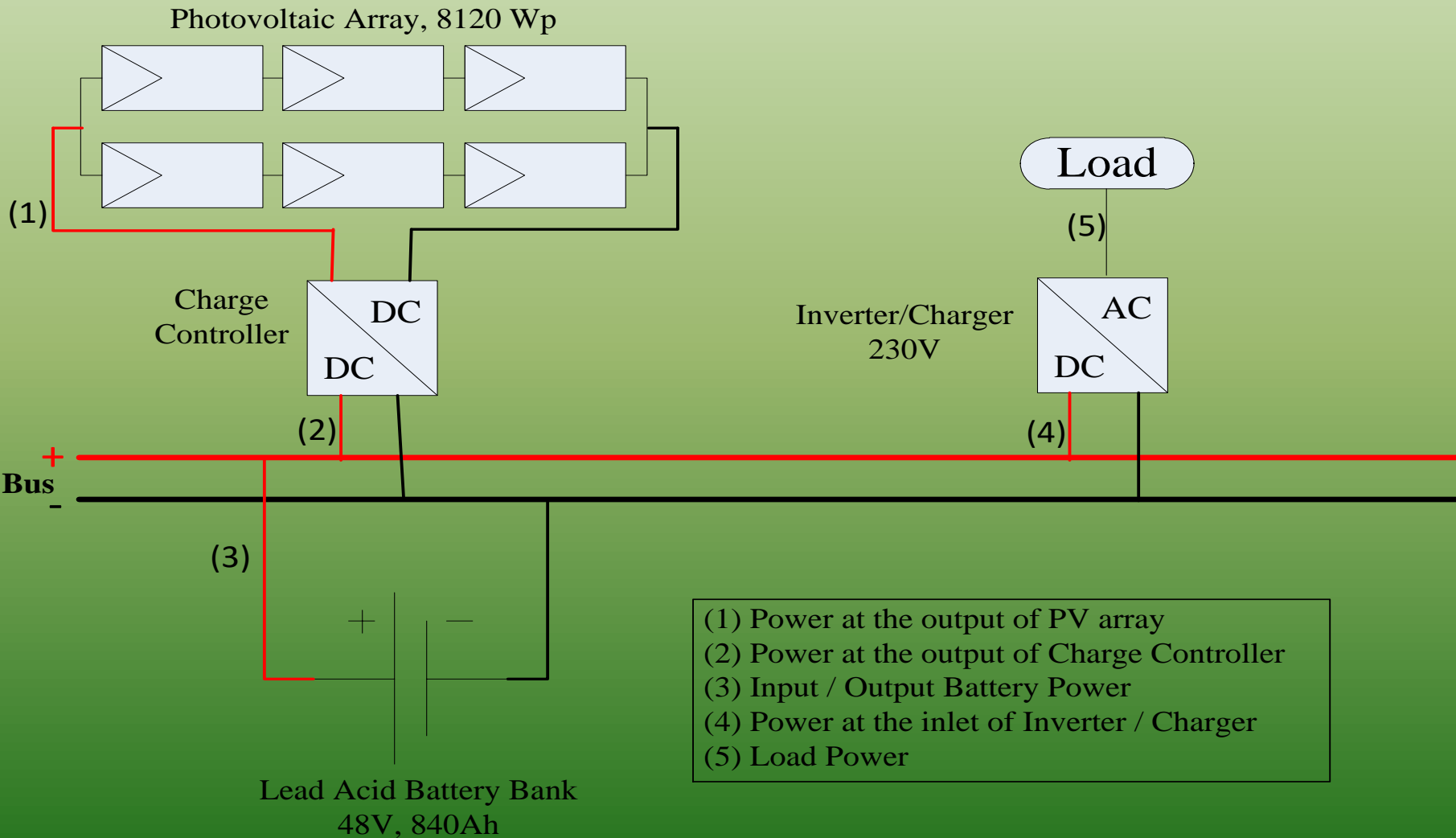
Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0.0	526	0
1-2	500	0	0.0	526	0
2-3	250	0	0.0	263	0
3-4	250	0	0.0	263	0
4-5	250	0	0.0	263	0
5-6	250	0	0.0	263	0
6-7	370	0	0.0	389	0
7-8	370	17.9	147.2	252	0
8-9	725	155.9	1282.3	0	493
9-10	450	319.6	2628.7	0	2102
10-11	450	453	3725.9	0	3178
11-12	450	536.1	4409.4	0	3848
12-13	2450	566.7	4661.1	0	1989
13-14	450	523.7	4307.4	0	3748
14-15	450	462.9	3807.4	0	3258
15-16	910	306.8	2523.4	0	1515
16-17	1335	129.9	1068.4	411	0
17-18	2710	13.5	111.0	2749	0
18-19	2600	0	0.0	2737	0
19-20	3350	0	0.0	3526	0
20-21	2600	0	0.0	2737	0
21-22	1850	0	0.0	1947	0
22-23	1850	0	0.0	1947	0
23-24	1310	0	0.0	1379	0
	26680	3486	28672	20181	20130

Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m ²	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0	632	0
1-2	600	0	0	632	0
2-3	600	0	0	632	0
3-4	350	0	0	368	0
4-5	350	0	0	368	0
5-6	350	1.5	12	357	0
6-7	350	93.5	769	0	385
7-8	470	299	2459	0	1915
8-9	575	515.1	4237	0	3547
9-10	550	700.1	5758	0	5064
10-11	550	843.8	6940	0	6223
11-12	1675	932	7666	0	5749
12-13	3675	936.4	7702	0	3679
13-14	2800	889.4	7315	0	4222
14-15	2800	781.6	6429	0	3353
15-16	3010	616.3	5069	0	1799
16-17	3685	419.6	3451	666	0
17-18	5060	214.4	1763	3685	0
18-19	4010	39.5	325	3919	0
19-20	4760	0	0	5011	0
20-21	3285	0	0	3458	0
21-22	1950	0	0	2053	0
22-23	1950	0	0	2053	0
23-24	2535	0	0	2668	0
	46540	7282	59896	26500	35936

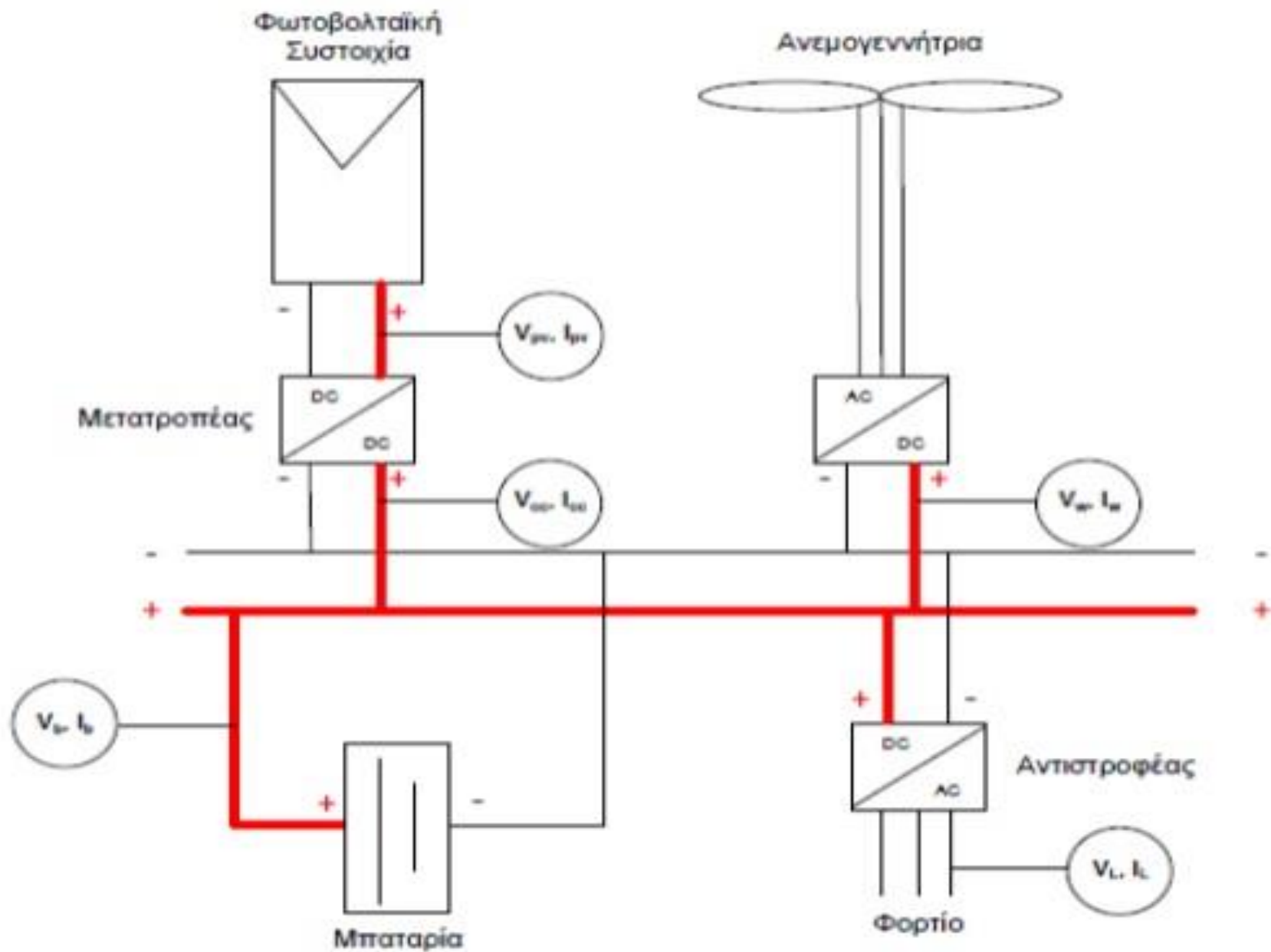
Σενάριο 2°. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας



Θέμα 1ο

Έστω ένα υβριδικό σύστημα παροχής ισχύος, αποτελούμενο από μια φωτοβολταϊκή συστοιχία, μία ανεμογεννήτρια και μία μπαταρία, το οποίο καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες ενός AC φορτίου (σχήμα). Τη χρονική στιγμή t έγιναν οι παρακάτω καταγραφές:

- Ένταση ρεύματος φωτοβολταϊκών, I_{pv}
- Τάση φωτοβολταϊκών, V_{pv}
- Ένταση ρεύματος φωτοβολταϊκών μετά τον μετατροπέα, I_{cc}
- Τάση φωτοβολταϊκών μετά τον μετατροπέα, V_{cc}
- Ρεύμα ανεμογεννήτριας, I_w
- Ένταση ρεύματος κατανάλωσης στο φορτίο, I_L
- Τάση φορτίου, V_L
- Απόδοση αντιστροφέα, η_{inv}



Να δοθούν οι απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα:

•Τη χρονική στιγμή t , η μπαταρία φορτίζεται ή εκφορτίζεται;

•Ποιο είναι το ρεύμα της μπαταρίας τη χρονική στιγμή t ;

_____ Amp

•Ποια είναι η τάση της μπαταρίας τη χρονική στιγμή t ;

_____ Volt

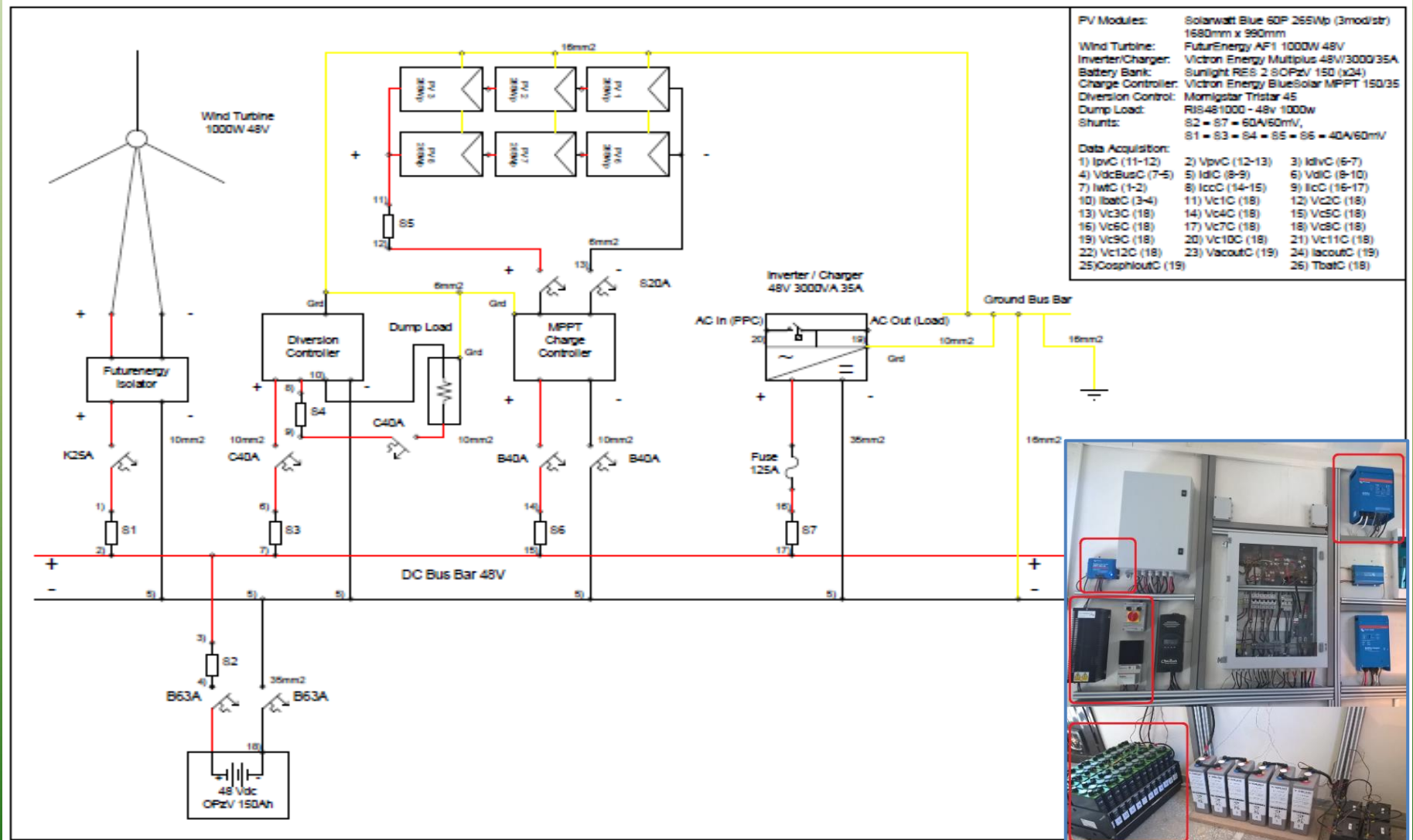
•Ποια είναι η απόδοση του μετατροπέα τη χρονική στιγμή t ;

_____ %

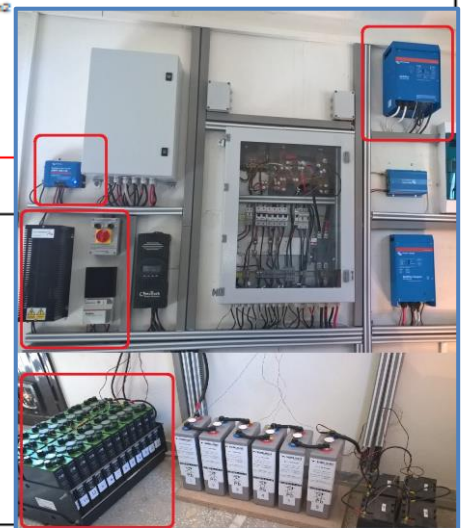
Εργαστήριο Τεχνολογίας Παραγωγής Ενέργειας από Μη Συμβατικές Πηγές



48V System - Πειραματική Διάταξη



- PV Modules:** Solarwatt Blue 60P 265Wp (3mod/str)
1680mm x 990mm
- Wind Turbine:** FuturEnergy AF1 1000W 48V
- Inverter/Charger:** Victron Energy Multiplus 48V/3000/35A
- Battery Bank:** Sunlight RES 2 60PzV 150 (x24)
- Charge Controller:** Victron Energy BlueSolar MPPT 150/35
- Diversion Control:** Mornistar Tristar 45
- Dump Load:** RJS481000 - 48v 1000w
- Shunts:**
S2 = S7 = 60A/60mV,
S1 = S3 = S4 = S5 = S6 = 40A/60mV
- Data Acquisition:**
- | | | |
|---------------------|------------------|------------------|
| 1) IpvC (11-12) | 2) VpvC (12-13) | 3) IdIVC (5-7) |
| 4) VdcBusC (7-5) | 5) IdIC (8-9) | 6) VdIC (8-10) |
| 7) IwtC (1-2) | 8) IccC (14-15) | 9) IicC (15-17) |
| 10) IbatC (3-4) | 11) Vc1C (18) | 12) Vc2C (18) |
| 13) Vc3C (18) | 14) Vc4C (18) | 15) Vc5C (18) |
| 16) Vc6C (18) | 17) Vc7C (18) | 18) Vc8C (18) |
| 19) Vc9C (18) | 20) Vc10C (18) | 21) Vc11C (18) |
| 22) Vc12C (18) | 23) VacoutC (19) | 24) IacoutC (19) |
| 25) CosphioutC (19) | 26) TbatC (18) | |



Laboratory Report

- ✓ Data from real system
- ✓ Calculations
 - Efficiency of
 - PVs,
 - DC/DC Converter,
 - DC/AC Inverter