ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ Ι



Σχεδιασμός Συστήματος Αυτόνομης Οικίας

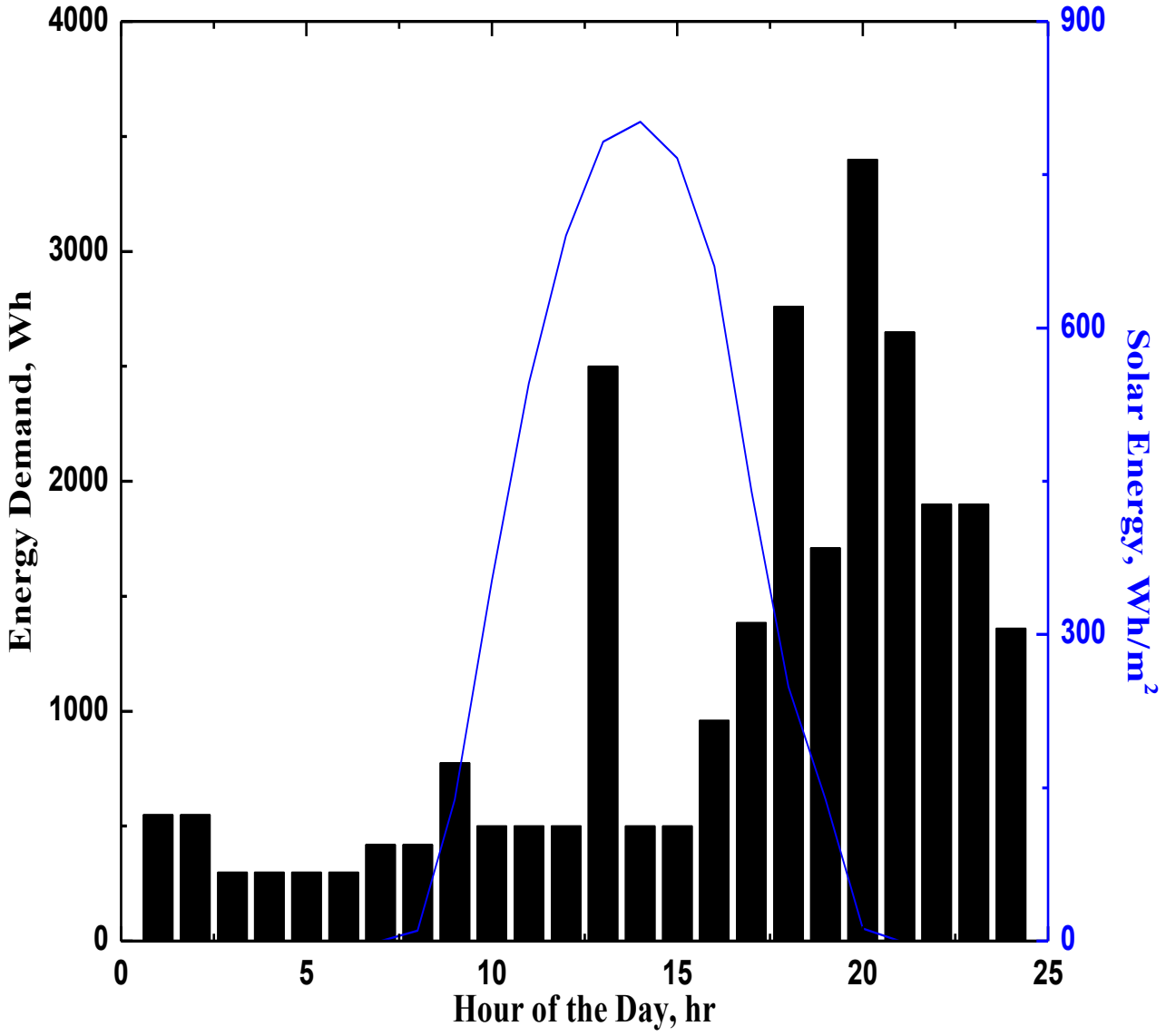
Σε μια οικία, κατά τη διάρκεια ενός 24ώρου, κατεγράφησαν οι καταναλώσεις που παρουσιάζονται στο διπλανό πίνακα.

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.

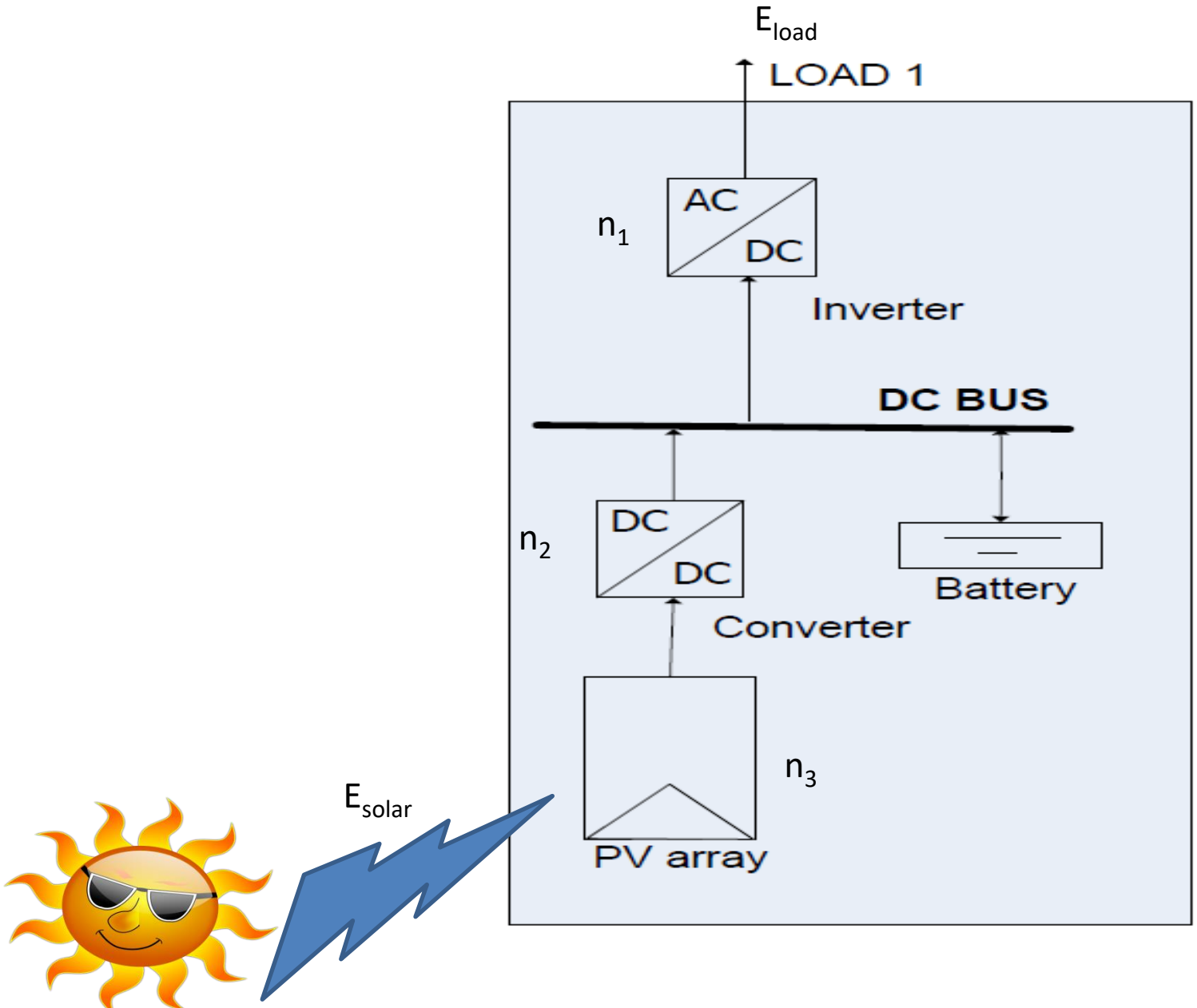
Ώρα	Σύνολο Ενεργειακών Αναγκών, Wh	Μέση Ηλιακή Ακτινοβολία, Wh/m^2
0-1	550	0
1-2	550	0
2-3	300	0
3-4	300	0
4-5	300	0
5-6	300	0
6-7	420	0
7-8	420	10.3
8-9	775	138.5
9-10	500	352.9
10-11	500	545.5
11-12	500	690.5
12-13	2500	782.4
13-14	500	801.8
14-15	500	766.3
15-16	960	660.5
16-17	1385	439.9
17-18	2760	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

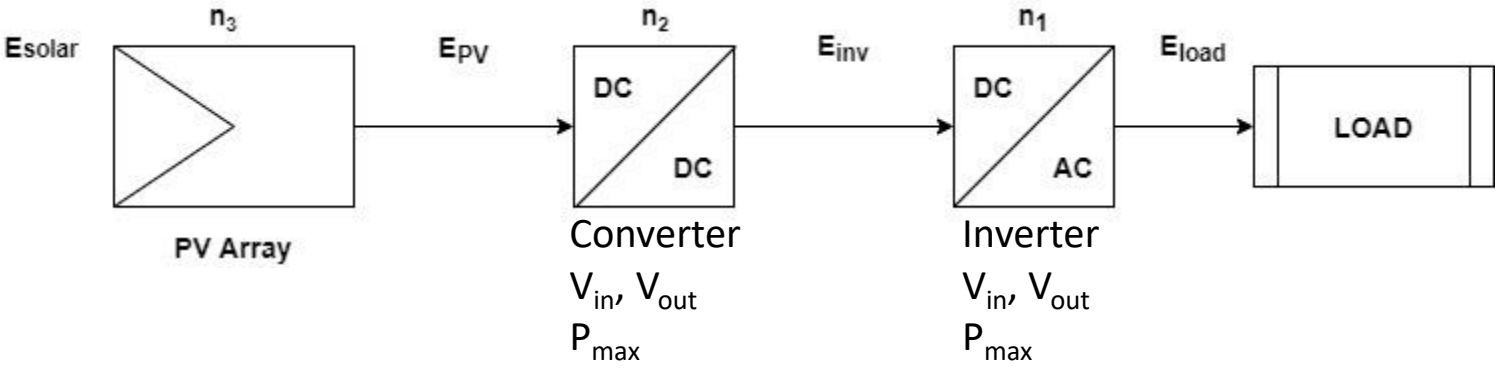
Προφίλ της καταναλισκόμενης ενέργειας και της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας

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
	26940	**5588.3**



Αυτόνομο Σύστημα Παροχής Ισχύος





$$n_1 = \frac{E_{load}}{E_{inv}} \Rightarrow E_{inv} = \frac{E_{load}}{n_1}$$

$$E_{load} = 26940\ Wh$$

$$n_1 = 0.958$$

$$E_{inv} = 28121\ Wh$$

$$n_2 = \frac{E_{inv}}{E_{PV}} \Rightarrow E_{PV} = \frac{E_{inv}}{n_2}$$

$$E_{inv} = 28121\ Wh$$

$$n_2 = 0.96$$

$$E_{\mathrm{PV}} = 29293Wh$$

Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

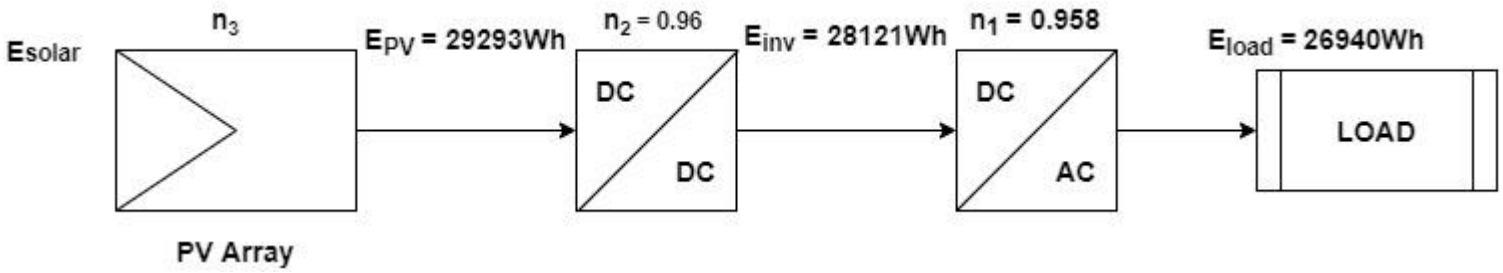
DC/AC αντιστροφέας

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)



$$n_3 = \frac{E_{PV}}{E_{solar}} \Rightarrow E_{solar} = \frac{E_{PV}}{n_3}$$

$$E_{PV} = 29293\ Wh$$

$$n_3 = 0.175$$

$$E_{solar} = 167387Wh$$

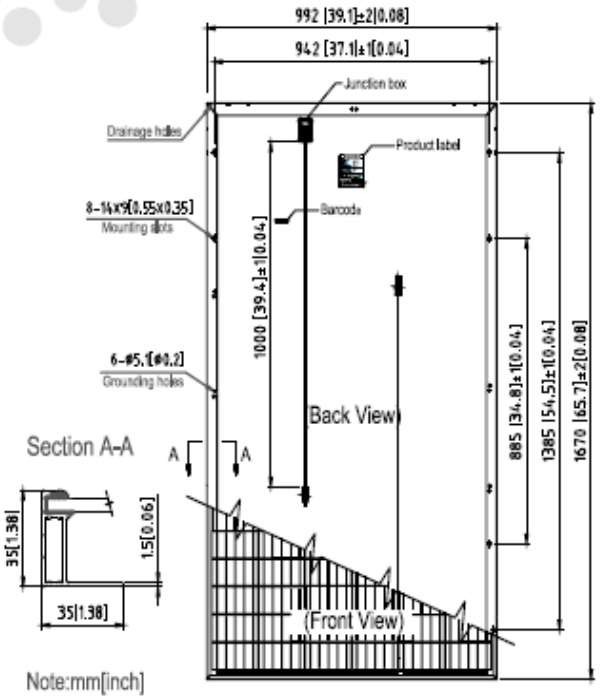
Συνολική Επιφάνεια PV array: $A_t = \frac{E_{solar}}{\frac{E_{solar}}{surf.}} = \frac{167387Wh}{5588.3Wh/m^2} = 29.95m^2$

Η επιφάνεια ενός PV module είναι: $A_m = 1.67m \times 0.992m = 1.657m^2$

Number of Modules: $n = \frac{A_t}{A_m} = \frac{29.95m^2}{1.657\ m^2/mod} \cong 18\ modules$

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%

Συνδεσμολογία PV modules

Προδιαγραφές PV module: P_p = 290W
V_p = 31.4V
I_p = 9.24A

Προδιαγραφές DC/DC μετατροπέα: P_p = 4800W
PV array operating Voltage 195 – 550 V

1η Διαμόρφωση: 18 modules σε σειρά -> 18x31.4 = 565.2V > 550V

2η Διαμόρφωση: 9 modules σε σειρά -> 9x31.4 = 282.6V > 195V

Άρα τα modules θα συνδεθούν 2 σειρές με 9 modules η κάθε σειρά.

Συνολική ισχύς PV array: 18 x 290 = 5220W_p > 4800W!!!

VarioString
VS-120



Model	VS-120			
Electrical characteristics PV array side	MPPT 1	MPPT 2	1 + 2 in parallel	1 + 2 in series
Maximum solar power recommended (@STC)	3500 W	3500 W	7000 W	7000 W
Maximum current	13 A	13 A	26 A	13 A
Maximum solar open circuit voltage	600 V	600 V	600 V	900 V
Minimum solar functional circuit voltage	200 V	200 V	200 V	400 V
Recommended MPPT voltage	250-500 V	250-500 V	250-500 V	500-750 V
Electrical characteristics battery side				
Maximum output current	60 A	60 A	120 A	
Nominal battery voltages	48 V			
Operating voltage range	38 - 68 V			
Battery grounding possibility	Battery + or battery -			
Performances of the device				
Maximum efficiency	> 98 %			
MPPT efficiency	> 99.8 %			
Maximum stand-by self-consumption (48 V)	< 25 mA (1.25 W)			
Charging stages	4 stages: Bulk, Absorption, Float, Equalization			
Battery temperature compensation (with accessory BTS-01)	–3 mV / °C /cell (25°C ref) default value adjustable -8 to 0 mV /°C			

Απαιτούμενη Ενέργεια από Μπαταρία

Ώρα	Σύνολο Ενεργειακών Αναγκών, Wh A	Μέση Ηλιακή Ακτινοβολία, Wh/m^2 B	Ενέργεια από PV, Wh C	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh D	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh E
0-1	550	0	0	574	0
1-2	550	0	0	574	0
2-3	300	0	0	313	0
3-4	300	0	0	313	0
4-5	300	0	0	313	0
5-6	300	0	0	313	0
6-7	420	0	0	438	0
7-8	420	10.3	54	387	0
8-9	775	138.5	726	112	0
9-10	500	352.9	1849	0	1253
10-11	500	545.5	2858	0	2222
11-12	500	690.5	3618	0	2951
12-13	2500	782.4	4099	0	1325
13-14	500	801.8	4201	0	3511
14-15	500	766.3	4015	0	3332
15-16	960	660.5	3460	0	2320
16-17	1385	439.9	2305	0	767
17-18	2760	248.9	1304	1629	0
18-19	1710	138.4	725	1089	0
19-20	3400	12.4	65	3487	0
20-21	2650	0	0	2766	0
21-22	1900	0	0	1983	0
22-23	1900	0	0	1983	0
23-24	1360	0	0	1420	0
	26940	5588.3	29278	17695	17681

Ονομαστική Χωρητικότητα Μπαταρίας

Υποθέτοντας ότι DoD = 80% και

V_{nom} = 48V

$$C_{nom} = \frac{17681}{DoD.V_{nom}} \cong 460Ah$$

Επιλογή Προδιαγραφών Υποσυστημάτων

Μπαταρία

	Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C) C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80 Vpc	C24 1.80 Vpc	C12 1.75 Vpc	Length (mm)	Width (mm)	Height* (mm)	Poles Dist. (mm)	Weight (approx kg)	Short Circuit Current (A)	Internal Resistance (mOhm)
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

