مثال: می خواهیم روشنایی ۴ اتاق به متراژ ۱۲ متر واقع در باغی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع و نیز روشنایی بخشی از فضای باغ را تأمین کنیم. ممن اینکه سالنین باغ می خواهند از تلویزیون و یخچال هم استفاده کنند. در صورتیکه استفاده ۱۲ ساعته از این تجهیزات در شبانه روز مدنظر باشد. مطلوب است ارائه محاسبات و طراحی سیستم فتوولتائیک مورد نیاز برای این باغ. فرض شود روزهای ابری و پنل ها هم بیشتر نسبت ولتاژ کاری مصرف کننده ها ۱۲ ولت DC می باشد. روزانه ۵ ساعت تابش مفید خورشید داریم.

پاسخ:

گام اول: تعیین مجموع توان مصرفی تجهیزات مورد نظر:

۱- فرض می شود که ۸ لامپ ۱۱ واتی (دو لامپ در هر اتاق) روشنایی ۴ اتاق باغ را تأمین کنند

۲- فرض می شود که یک تلویزیون ۳۵ واتی استفاده شود.

۳- فرض می شود که یک یخچال ۴۵ واتی استفاده شود.

۴- فرض می شود که یک پروژکتور ۴۰ واتی برای روشنایی محوطه باغ استفاده شود

توان مصرفی کل = $(8 \times 11 + 35 + 45 + 40) = 208\ W$

توانی که این وسایل در یک ساعت مصرف می کنند.

مجموع توان مصرفی در ۱۲ ساعت برابر است با:

$MTEC = 208\ W \times 12 = 2496\ WH$ (وات ساعت)

گام دوم: تعیین پنل های مورد نیاز:

توان مورد نیازی که در مدت ۵ ساعت تابش مفید خورشید باید توسط پنل ها تأمین شود برابر است با:

$$MROSP = \frac{2496\ WH}{5\ H} = 499\ W$$

با توجه به پنل های موجود می توان از ۵ پنل ۱۱۰ واتی استفاده کنیم

گام سوم: تعیین باتری مورد نیاز:

حداقل آمپر ساعت مورد نیاز باتری ها برابر است با:

$$MBAH = \frac{2496}{12} = 208\ AH$$

ولتاژ کاری مصرف کننده ها که باید تطابق داشته باشد با ولتاژ کاری باتری

با توجه به باتری های موجود در بازار، دو عدد باتری از نوع ۱۲۰AH/۱۲V استفاده می شود.

حداقل جریان مورد نیاز برای شارژ باتری ها برابر است با:

$$MRCC = \frac{499}{12} = 42\ A$$

با توجه به جریان مورد نیاز و شارژ مجاز موجود در بازار نوع و مقدار شارژرهای مورد نیاز تعیین می شوند.

چون تجهیزات با برق DC کار می کنند نیازی به مبدل نداریم.

مثال: می خواهیم روشنایی یک تابلو بیلبورد را با پروژکتورهای ۴۰ واتی که با برق ۱۲ ولت DC در مدت ۱۲ ساعت در شبانه روز کار می کنند را تأمین کنیم. این تابلو در شمال کشور واقع است و در آنجا ممکن است تا ۱۰ روز ابری یا آب و هوایی به گونه ای باشد که نور خورشید دریافت نکنیم. فرض کنید که زاویه نصب پنل ها به صورت بهینه تنظیم شده اند و روزانه ۵ ساعت مفید تابش خورشید داشته باشیم. مطلوب است طراحی سیستم فتوولتائیک مناسب این سیستم روشنایی.

پاسخ:

گام اول (تعیین مجموع توان مصرفی تجهیزات مورد نظر):

فرض می شود برای روشنایی از ۴ عدد پروژکتور ۴۰ واتی استفاده کنیم. پس:

$$\text{توان مصرفی} = 4 \times 40 = 160\ W$$

توانی که این ۴ پروژکتور در یک ساعت مصرف می کنند

مجموع توان مصرفی در ۱۲ ساعت برابر است با:

$$MTEC = 160\ W \times 12 = 1920\ WH \quad (\text{وات ساعت})$$

گام دوم (تعیین پنل مورد نیاز):

توان مورد نیازی که در مدت ۵ ساعت تابش مفید خورشید باید توسط پنل ها تأمین شود برابر است با:

$$MRDSP = \frac{1920\ WH}{5H} \times \frac{30}{30-20} = 576\ W$$

با توجه به ۱۰ روز ابری این توان باید در ۲۰ روز تولید شود.

پس از ۶ پنل ۱۰۰ واتی می توانیم استفاده کنیم

گام سوم تعیین باتری مورد نیاز:

حداقل آمپر ساعت مورد نیاز باتری‌ها برابر است با:

$$MBAH = \frac{1920}{12} \times (10+1) = 1760\ AH$$

ولتاژ کاری مصرف کننده‌ها که باید با ولتاژ کاری باتری تطابق داشته باشد.

پس با توجه به باتری‌های موجود در بازار از 15 عدد باتری از نوع $AH120/V_{12}$ استفاده می‌شود

حداقل جریان مورد نیاز برای شارژر باتری‌ها برابر است با:

$$MRCC = \frac{576}{12} = 48A$$

با توجه به جریان مورد نیاز و شارژرهای موجود در بازار نوع و مقدار شارژر حال مورد نیاز تعیین می‌شوند

سیون تجهیزات با برق DC کار می‌کند نیاز به مبدل نداریم.

مثال: مطلوب است محاسبه زاویه ارتفاع خورشید در ظهر خورشیدی و B_{opt} در روز ۱۳ فوریه در شهر Madison واقع شده در ایالت Wisconsin آمریکا؟

پاسخ:

برای روز ۱۳ فوریه $\Rightarrow n = i + 31 = 13 + 31 = 44$

برسب درجه باشد

$$\delta = 23,45 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) = 23,45 \sin\left(360 \frac{284 + 44}{365}\right)$$

$$23,45 \sin\left(\frac{23340.7^\circ}{\text{[illegible]}}\right) = 23,45 \times (-0,0947) = -14^\circ$$

عرض جغرافیایی Madison $\phi = 43^\circ$

با دانستن ϕ و δ، زاویه ارتفاع خورشیدی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\sin(\alpha_s) = \cos(\phi)\cos(\delta) + \sin(\phi)\sin(\delta) \Rightarrow$$

$$\sin(\alpha_s) = \cos(43^\circ) \times \cos(-14^\circ) + \sin(45^\circ) \times \sin(-14)^\circ = 0,5446 \Rightarrow$$

$$\alpha_s = \sin^{-1}(0,5446) = 33^\circ$$

$$B_{opt} = 90^\circ - \alpha_s = 90^\circ - 33^\circ = 57^\circ$$

اگر خواسته باشیم در ۱۳ فوریه پنل خورشیدی را در شهر Madison نصب کنیم با این زاویه نصب می‌کنیم.

مثال: مطلوب است محاسبه زاویه نصب پنل مال خورشیدی به صورت ثابت برای شهر Madison واقع شده در ایالت Wisconsin آمریکا؟

پاسخ: اگر خواسته باشیم پنل‌ها را به صورت ثابت نصب کنیم، بهینه‌ترین زاویه، زاویه عرض جغرافیایی منطقه است. با توجه به اینکه عرض جغرافیایی Madison برابر 43° است پس:

$$B_{opt} = 43^\circ$$

مثال: مطلوب است محاسبه زاویه شیب پنل های خورشیدی برای فصل تابستان و زمستان برای شهر سمنان با عرض جغرافیایی $\phi = 35^\circ$ ؟

پاسخ:

برای روز اول تابستان که بیشترین زاویه ارتفاع خورشیدی را داریم:

$$\alpha_s(max) = 90^\circ - \phi + 23/5^\circ \quad , \quad \beta_{opt} = 90^\circ - \alpha_s \rightarrow \beta_{opt} = \phi - 23/5^\circ = 11/5^\circ$$

برای روز آخر تابستان (اول پاییز)، زاویه ارتفاع خورشیدی برابر است با:

$$\alpha_s(mid) = 90^\circ - \phi \quad , \quad \beta_{opt} = 90^\circ - \alpha_s \rightarrow \beta_{opt} = \phi = 35^\circ$$

پس اگر خواسته باشیم برای فصل تابستان یک β_{opt} انتخاب و با این زاویه پنل را نصب کنیم:

$$\beta_{opt\,ave} = \frac{11/5^\circ + 35^\circ}{2} = 23/5^\circ$$

برای روز اول زمستان، زاویه ارتفاع خورشیدی برابر است با:

$$\alpha_s(min) = 90^\circ - \phi - 23/5^\circ \quad , \quad \beta_{opt} = 90^\circ - \alpha_s \rightarrow \beta_{opt} = \phi + 23/5^\circ = 58/5^\circ$$

برای روز آخر زمستان (اول بهار)، زاویه ارتفاع خورشیدی برابر است با:

$$\alpha_s(mid) = 90^\circ - \phi \quad , \quad \beta_{opt} = 90^\circ - \alpha_s \rightarrow \beta_{opt} = \phi = 35^\circ$$

پس اگر خواسته باشیم برای فصل زمستان یک β_{opt} انتخاب و با این زاویه پنل را نصب کنیم:

$$\beta_{opt\,ave} = \frac{58/5^\circ + 35^\circ}{2} = 46/75^\circ$$