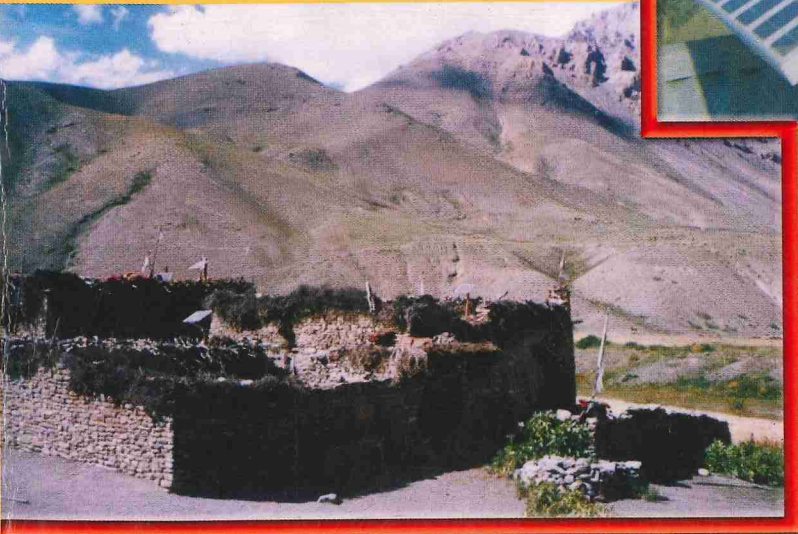
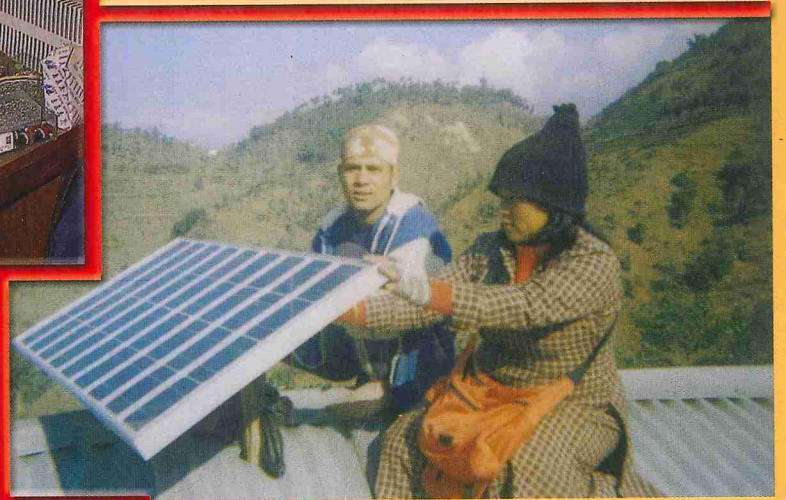


# सौर्य विद्युत प्राविधिक तह-२

# तालिम पुस्तिका



वैकल्पिक ऊर्जा प्रवर्द्धन केन्द्र (AEPC) /  
ऊर्जा क्षेत्र सहयोग कार्यक्रम (ESAP)

२०६३





सौर्य विद्युत प्राविधिक (तह-२)  
**तालिम निर्देशिका**



वैकल्पिक ऊर्जा प्रवर्द्धन केन्द्र (AEPC) /  
ऊर्जा क्षेत्र सहयोग कार्यक्रम (ESAP)

२०६३







## विषय सूची

एक भलक	१
नमूना कार्य तालिका	२
१. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको प्राविधिक चिनारी	३
१.१ घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने आधारभूत परिभाषाहरु	४
१.२ सौर्य मोड्यूलको परिचय	५
१.३ ब्याट्रीको परिचय	९
१.४ चार्ज कन्ट्रोलरको परिचय	१५
१.५ बत्तिहरुको परिचय	२४
१.६ डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको परिचय	३०
१.७ डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको परिचय	३२
१.८ नमूना प्रश्नहरु (सैद्धान्तिक)	३४
२. ग्राहकको आवश्यकता अनुसार घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन	३६
२.१ डिजाइन गर्ने तरिका	३७
२.२ नमूना प्रश्नहरु (सैद्धान्तिक)	४७
२.३ सीपको मुल्याङ्कन	४७
३. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको जाँच तथा आधारभूत पारामिटरहरुको रिकर्ड	४८
३.१ सोलार मोड्यूलको जाँच	५०
३.२ चार्ज कन्ट्रोलरको जाँच	५१
३.३ बत्तिहरुको जाँच	५१
३.४ ब्याट्रीको जाँच	५२
३.५ डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको जाँच	५२
३.६ डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको जाँच	५३
३.७ नमूना प्रश्नहरु (सैद्धान्तिक)	५४
३.८ सीपको मुल्याङ्कन	५४
४. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरुको मर्मत	५५
४.१ सौर्य मोड्यूल	५८
४.२ ब्याट्री	५८
४.३ चार्ज कन्ट्रोलर	६५
४.४ बत्ति	७२
४.५ डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर	७४
४.६ डि.सी./ए.सी. इन्भर्टर	७५
४.७ नमूना प्रश्नहरु (सैद्धान्तिक)	७६
४.८ सिपको मुल्याङ्कन	७७

५.	घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीसंग सम्बन्धित सुरक्षा उपायहरू	७९
५.१	सौर्य विकिरणबाट तारहरूको बचावट	८०
५.२	सौर्य विद्युतबाट हुनसक्ने खतरा र बचावटका उपायहरू	८०

६.	सौर्य विद्युत र वातावरणमा यसको प्रभाव	८३
----	---------------------------------------	----

	प्राविधिक शब्दावली	८५
--	--------------------	----

#### अनुसूचीहरू

(क)	Solar Insolation in Nepal
(ख)	Solar Modules
(ग)	Wire Size
(घ)	Batteries
(ङ.)	Lights, Controllers and Converters
(च)	Checking of MOSFETs
(छ)	Skill Standard

## सौर्य विद्युत प्राविधिक (तह २) तालिम (एक भलक)

१. उद्देश्य: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन तथा मर्मत गर्न आवश्यक सीप तह २ को सीप परिक्षणमा सहभागी भई प्राविधिक शिक्षा तथा व्यवसायिक तालिम परिषद् (CTEVT) बाट प्रमाणपत्र प्राप्त गर्न सहयोग पुऱ्याउने ।
२. तालिम सहभागीहरु: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली डिजाइन तथा मर्मत कार्यमा संलग्न प्राविधिकहरु ।
३. सहभागी संख्या: बढीमा २० जना
४. तालिम अवधि: करिब ४० घण्टा (७ दिन)
५. तालिम संचालन गर्ने निकाय: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीका उत्पादकहरु, सौर्य ऊर्जासंग सम्बन्धित गैरसरकारी संस्थाहरु ।
६. प्रशिक्षक तथा श्रोत व्यक्तिहरु:
  - (क) मुख्य प्रशिक्षक: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा कम्तिमा ३ वर्ष अनुभव भएका ऊर्जा विशेषज्ञहरु ।
  - (ख) सहायक प्रशिक्षक: सीप तह २ उत्तिर्ण गरी २ वर्ष घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली सम्बन्धि अनुभव भएका प्राविधिकहरु ।
७. तालिमका पाठ्यक्रम, उद्देश्य, अवधि तथा प्रशिक्षकका लागि पाठ्य सामग्री: यस पुस्तिकामा उल्लेख भए अनुसार ।

## सौर्य विद्युत प्राविधिक (तह २) तालिम नमूना कार्यतालिका

शेसन कक्षा	पहिलो दिन	दोश्रो दिन	तेश्रो दिन	चौथो दिन	पाचौ दिन	छैठौ दिन	सातौ दिन
पहिलो	*	पुस्तकको १.१, १.२, १.३	१.७, १.८ र २.१	२.१ र २.२	३.५, ३.६, ३.७	४.३, ४.४	४.८
दोश्रो	*	पुस्तकको १.४	२.१	२.२	३.७, ४.१	४.४	४.८
तेश्रो	*	पुस्तकको १.४	२.१	३.१, ३.२	४.२, ४.३	४.५, ४.६	४.८, ५.०, ६.०
चौथो	*	पुस्तकको १.५, १.६	२.१	३.३, ३.४	४.३	४.७	**

प्रत्येक शेसन ९० मिनेटको हुनेछ । प्रत्येक शेसन पछि १५ मिनेटको विश्राम हुनेछ ।

\* पहिलो दिनको सम्पूर्ण सेसन इलेक्ट्रोनिक्स कम्पोनेन्टहरुवारे जानकारी र ति कम्पोनेन्टहरुको जाँच गर्ने तरिकाहरु वारे सैद्धान्तिक र प्रयोगात्मक कक्षाहरुको लागि छुट्याइएको छ ।

\*\* सातौ दिनको अन्तिम सेसनमा प्रशिक्षकले प्राविधिक शिक्षा तथा व्यवसायिक तालिम परिषद्द्वारा लिइने सीप परिक्षण परिक्षासंग सम्बन्धित Skill Standard तथा सीप मुल्याङ्कन विधि वारे जानकारी दिने ।

### प्रशिक्षक परिचालन तालिका

पाठ्याँश प्रशिक्षक	१	२	३	४	५	६
मुख्य प्रशिक्षक	१	१	१	१	१	१
सहायक प्रशिक्षक	१	१	३	३	१	१

## १. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको प्राविधिक चिनारी

पाठ्यांशको उद्देश्य: यो पाठ्यांशको अन्त्यमा तालिमहरुले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको बारेमा आवश्यक जानकारी पाउने छन् ।

कार्य विवरण: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली वारे जानकारी हासिल गर्ने ।

सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरु: -

समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - ४०५ मिनेट

आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा

आवश्यक सामग्रीहरु: १) सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणका नमूनाहरु

पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरु	समयावधि
१.१	घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने आधारभुत परिभाषाहरु	ब्याख्या, उदाहरण	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने ।	कक्षाकोठा	१५ मिनेट (सै.)
१.२	सौर्य मोड्यूलको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, सौर्य मोड्यूलको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र सौर्य मोड्यूलको नमूनाहरु	३० मिनेट (सै.)
१.३	ब्याट्रीको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने र ब्याट्रीको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र ब्याट्रीका नमूनाहरु	४५ मिनेट (सै.)
१.४	चार्ज कन्ट्रोलरको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने र चार्ज कन्ट्रोलरको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र चार्ज कन्ट्रोलरका नमूनाहरु	१५० मिनेट (सै.)
१.५	बत्तिको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने र बत्तिको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र बत्तिका नमूनाहरु	६० मिनेट (सै.)
१.६	डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने र डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरका नमूनाहरु	३० मिनेट (सै.)
१.७	डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको परिचय	„	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने र डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको नमूना देखाउने ।	कक्षाकोठा र डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरका नमूनाहरु	२५ मिनेट (सै.)
१.८	परिक्षा	-	परिक्षार्थीहरुले सैद्धान्तिक प्रश्नहरुको लिखित जवाफ दिने	कक्षाकोठा	२० मिनेट



## १.१ घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने आधारभुत परिभाषाहरु

ग्राहकको आवश्यकता अनुसार घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन गर्नुभन्दा अगाडि डिजाइनमा प्रयोग हुने पारामिटरहरु जस्तै: शक्ति (Power), पिक वाट (Peak Watt), ऊर्जा (Energy) बारे जानकारी हुनुपर्दछ ।

### शक्ति (Power)

विद्युतवाट चल्ने कुनैपनि सामानले विद्युतिय शक्तिको खपत गर्दछ । जस्तै: एक किलोवाटको हिटरले एकघण्टामा एकयुनिट ऊर्जा खपत गर्दछ भने त्यस हिटरको खपत शक्ति हामी एक किलोवाट भन्दछौं । यसप्रकारले कुनै पनि विद्युतिय सामानले खपत गर्ने विद्युतिय शक्ति निम्न अनुसार निकाल्न सकिन्छ ।

$$P = E / t$$

जहाँ,

P - सामानले खपत गर्ने शक्ति (Watt मा)

E - सामान विद्युतवाट चलाउनलाई चाहिने ऊर्जा (Watt Hour वा Wh मा)

t - सामान चलाउने अवधि (Hour मा)

### पिक शक्ति (Peak Watt)

विभिन्न कम्पनीहरुले निकालेको सौर्य मोड्यूलहरुको पारामिटरहरु मध्ये  $I_{max}$  र  $V_{max}$  पारामिटरहरुले महत्वपूर्ण भूमिका खेल्दछन् । साधारणतया सौर्य मोड्यूलमा एक वर्गमिटरमा एक किलोवाट बराबरको घामको किरण पर्दछ तब सौर्य मोड्यूलले दिने अधिकतम करेन्ट र भोल्टलाई क्रमशः  $I_{max}$  र  $V_{max}$  भनिन्छ ।  $I_{max}$  र  $V_{max}$  गुणन गर्दा आउने शक्तिलाई अधिकतम शक्ति  $P_{max}$  भनिन्छ ।

$$P_{max} \text{ (Watt)} = I_{max} \text{ (Ampere)} \times V_{max} \text{ (Volt)}$$

यदि घामको चर्कोपना बदलेमा  $P_{max}$  को मान पनि फरक पर्दछ ।

### एम्पीयर-आवर (Ampere Hour)

ब्याट्रीमा संचित गरी राखिने ऊर्जाको एकाई Ampere Hour हो । उदाहरणको लागि कुनै ब्याट्री शत प्रतिशत चार्ज भएको अवस्थामा यसको संचित ऊर्जा 100 AH छ भने यस ब्याट्रीबाट एकघण्टा सम्म 100 A को करेन्ट निकाल्न सकिन्छ अथवा लगातार २० घण्टासम्म 5A करेन्ट निकाल्न सकिन्छ भन्ने कुरा बुझिन्छ ।

### इर्याडियन्स (Irradiance)

Irradiance सौर्य शक्तिको क्षमतालाई जनाउने पारामिटर हो । यसको एकाई  $\text{Watt/m}^2$  हो । यसले एक वर्गमिटर क्षेत्रफल भएको सतहमा कति सौर्य शक्ति छ भन्ने देखाउँदछ । साधारणतया मध्याह्नमा चर्को घाम लागेकोबेला Irradiance करिब  $1000 \text{ Watt/m}^2$  हुन्छ भने विहान वा साँझपख यो निकै कम हुन्छ । धेरैजसो सौर्य मोड्यूलहरुको पारामिटर पनि  $1000 \text{ Watt/m}^2$  सौर्य शक्ति भएको अवस्थामा नापिएको भनी उल्लेख गरिएको हुन्छ ।

### इन्सोलेसन (Insolation)

एकदिनभरीमा सूर्यले पृथ्वीको १ वर्गमिटर क्षेत्रफलमा दिने सौर्य ऊर्जालाई insolation भनिन्छ । Insolation को एकाई Watt-hour per square meter perday ( $\text{Wh/m}^2/\text{day}$ ) हो । उदाहरणको लागि विहान ६ बजेदेखि बेलुकी ६ बजेसम्म (१२ घण्टा) एकनाससंग  $1000 \text{ Watt/m}^2$  बराबरको घाम लागेको भए जम्मा insolation  $12 \text{ hours} \times 1000 \text{ watt/m}^2 = 12000 \text{ watt-hour/m}^2/\text{day}$  हुन्थ्यो । तर विहानदेखि साँझसम्म एकनासको घाम नलाग्ने

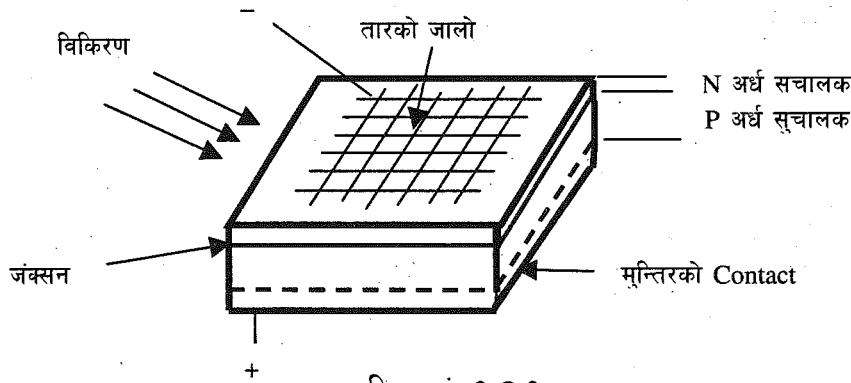
हुनाले insolation 12000 भन्दा त कमनै हुन्छ । नेपालको लागि insolation ४५०० देखि ५५०० watt-hour/m<sup>2</sup>/day सम्म हुन्छ ।

### पिक सन (Peak Sun)

Insolation लाई 1000 watt/m<sup>2</sup> ले भाग गर्दा आउने संख्या (घण्टा) लाई Peak Sun भनिन्छ । Peak Sun को अर्थ दिनभरिमा 1000 watt/m<sup>2</sup> बराबरको घाम कति घण्टा लाग्यो होला भन्नु हो । उदाहरणको लागि नेपालको insolation 4500 watt-hour/m<sup>2</sup>/day छ भने Peak Sun 4.5 हुन्छ । अर्थात् दिनभरिमा जम्मा भएको सौर्य ऊर्जा 1000 watt/m<sup>2</sup> बराबरको घामले ४.५ घण्टामै दिनसक्छ ।

## १.२ सौर्य मोड्यूलको परिचय

सौर्य मोड्यूल सोलार सेल (Solar cell) बाट बनेको हुन्छ । सोलार सेल अर्ध सुचालक (Semi-conductor) बाट बनेको यस्तो संयन्त्र हो, जसले सूर्यको किरण वा ईलेक्ट्रो म्याग्नेटिक विकिरण (Electromagnetic Radiation) लाई विद्युतीय शक्तिमा परिणत गर्दछ । सोलार सेलले डि.सी. करेन्ट उत्पादन गर्दछ । सोलार सेल P र N किसिमको अर्धसुचालकहरूको जंक्सन हो (चित्र १.२.१) ।



चित्र नं. १.२.१

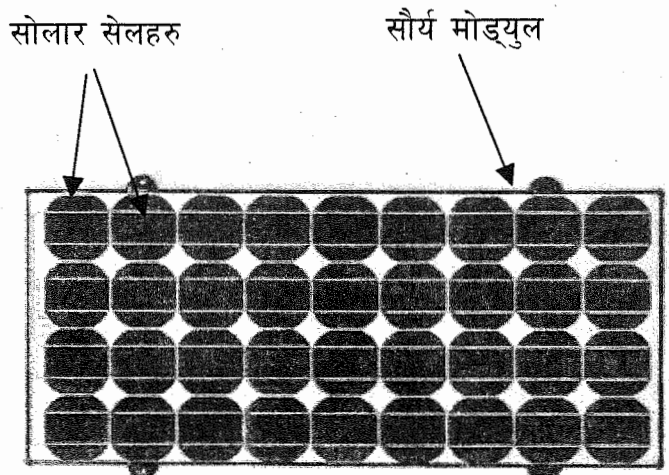
सौर्य विकिरण N अर्धसुचालकमा परेपछि त्यसमा उत्पन्न हुने ईलेक्ट्रोनहरू र P अर्धसुचालकमा उत्पन्न हुने ईलेक्ट्रोनहरू N अर्धसुचालकको माथिल्लो सतहतिर जम्मा हुन्छन् । यसैगरी N मा उत्पन्न हुने Positive Charge (or holes) P तिर जान्छ । सेलमा विकिरण परेपछि N अर्धसुचालकमा ईलेक्ट्रोनको घनत्व बढ्दछ र P अर्ध सुचालकमा ईलेक्ट्रोनको घनत्व घट्दछ । अर्थात् P र N को विचमा विद्युतीय चाप उत्पन्न हुन्छ । यदि बाहिरी परीपथमा कुनै लोड जोड्ने हो भने त्यसबाट करेन्ट प्रवाह हुन थाल्दछ ।

सोलार सेलले १००० W/m<sup>2</sup> बराबरको सौर्य शक्तिमा करिब ०.६ भोल्ट चाप उत्पादन गर्दछ । तर यसले दिनसक्ने करेन्ट भने सेलको क्षेत्रफलमा निर्भर गर्दछ । साधारणतया १०० cm<sup>2</sup> क्षेत्रफलको एउटा सेलले करिब ३ A जति करेन्ट दिन सक्दछ ।

एउटामात्र सेलको भोल्टेज धेरै नै कम हुने हुनाले त्यसले व्याट्रीलाई चार्ज गर्न सक्दैन । सोभो हिसावले व्याट्रीलाई चार्ज गर्न प्रयोग गरीने श्रोतको चाप व्याट्रीको चाप भन्दा १.५V ले बढि हुनु आवश्यक छ । तसर्थ १२V को व्याट्रीलाई चार्ज गर्न ३० देखि ४० वटा सेललाई सिरीजमा जोडिन्छ (चित्र १.२.२) । ३६ वटा सेललाई सिरीजमा जोड्ने हो भने करिब ३६ × ०.६ = २१.६V जति चाप उत्पन्न हुन्छ जुन १२ भोल्टको व्याट्री चार्ज गर्नको लागि पर्याप्त हुन्छ । यसरी सेलहरूलाई सिरीजमा जोडेर सौर्य मोड्यूल बनाइन्छ।

सौर्य मोड्यूलको करेन्ट क्षमता त्यसमा प्रयोग गरीएका सेलहरूको क्षेत्रफलमा निर्भर गर्दछ भने मोड्यूलले उत्पादन गर्ने विद्युतीय चाप सेलको संख्यामा भर पर्दछ ।

सोलार सेल बनाउन साधारणतया प्रयोग हुने अर्धसुचालक तत्व क्रिस्टलाईन सिलिकन हो । यस बाहेक आमरफोस सिलिकन, ग्यालियम आर्सेनाईड, कपर-इन्डियम-डाईसेलेनाईड पनि प्रयोग गर्न थालिएको छ ।



चित्र नं. १.२.२

सौर्य मोड्यूलमा सेलहरू सिरीज जोडाईमा रहेकाले कुनै एक सेलमा छाँया परेमा त्यो सेलले काम गर्न छोड्छ र सबै परिपथहरू ओपन सर्किट हुन जान्छ । यस अवस्थामा मोड्यूलले विद्युत उत्पादन गर्न सक्दैन । यसरी कुनै एक वा धेरै सेलमा छाँया परे पनि मोड्यूलले केहि न केहि शक्ति उत्पादन गरी रहोस भन्नाका खातिर सौर्य मोड्यूलमा वाइपास डायोड (By Pass Diode) को प्रयोग गरिएको हुन्छ । साधारणतया एउटा मोड्यूलमा दुईवटा वाइपास डायोड राखिएका हुन्छन् र तिनीहरूलाई मोड्यूलको जंक्शन बक्स भित्र देख्न सकिन्छ ।

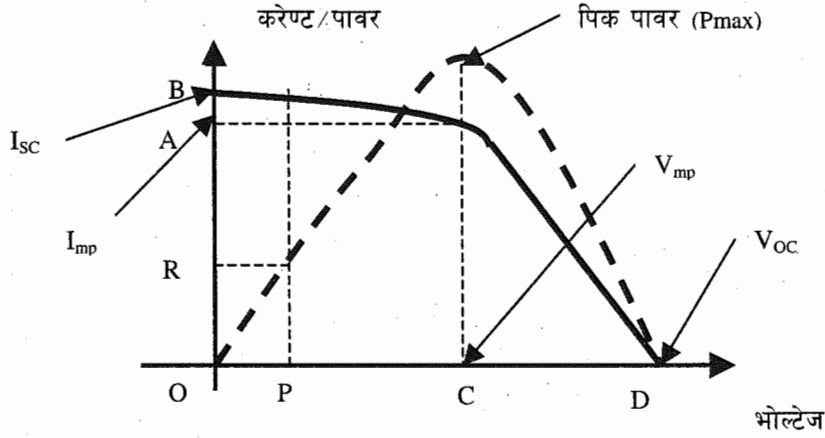
साधारणतया सौर्य मोड्यूलको Specification तालिका नं. १.२.१ मा दिए अनुसारको हुन्छ ।

तालिका नं. १.२.१

S.N.	Parameter	Capacity
1	Peak Power (Wp)	30 Watts *
2.	Open circuit voltage (Voc)	21.6 volts
3.	Maximum Power Voltage (Vmp)	16.7 volts
4.	Short circuit current (Isc)	2.05 Amps
5.	Maximum power current (Imp)	1.80 Amp
6.	Short circuit temp coefficient (mA/ <sup>0</sup> C)	0.9
7.	Open circuit voltage coefficient (V/ <sup>0</sup> C)	-0.10

\* at standard test condition

माथी दिइएको Specification लाई राम्ररी बुझ्न तल चित्र नं. १.२.३ को ग्राफलाई बुझ्नु पर्दछ ।



चित्र १.२.३

यदि सोलार मोड्यूलको दुइवटा टर्मिनल (+ र -) लाई एक-आपसमा छुवाउने हो भने तारबाट अधिकतम करेन्ट बग्दछ र यस करेन्टलाई Short-circuit current ( $I_{SC}$ ) भनिन्छ। यस अवस्थामा टर्मिनलमा शुन्य भोल्ट (0,V) हुन्छ। चित्र १.२.३ मा  $I_{SC}$  लाई B विन्दुले जनाइएको छ। यदि सोलार मोड्यूलको दुइवटा टर्मिनललाई खुला राख्ने हो भने तारबाट कुनै पनि करेन्ट बग्दैन अथवा करेन्ट शुन्य (0,A) हुन्छ। यस्तो अवस्थालाई Open circuit भनिन्छ र यसबेला मोड्यूलले उत्पादन गर्ने भोल्ट अधिकतम हुन्छ। यो भोल्टलाई Open circuit voltage ( $V_{OC}$ ) भनिन्छ। चित्र १.२.३ मा  $V_{OC}$  लाई OD ले जनाइएको छ।

OD भित्र कुनै पनि विन्दुलाई सो सित सम्बन्धित करेन्टलाई गुणन गरी शक्ति निकाल्न सकिन्छ। जस्तै OP भोल्टेजको लागि करेन्ट OB बराबर हुन्छ र  $OP (V) \times OB (A) = OR (Watt)$  हुन्छ। एवम् प्रकारले Power curve खिच्दै गएमा चित्र नं. १.२.३ मा देखाएजस्तो Power curve बन्दछ। जुन ठाउँमा Power सबैभन्दा बढी हुन्छ त्यहि विन्दुबाट भोल्टेज लाइनमा  $OC = V_{mp}$  हुन्छ र यस  $V_{mp}$  लाई Maximum Power Voltage भनिन्छ। त्यस्तै जुन ठाउँमा Maximum Power हुन्छ र  $V_{mp}$  सित सम्बन्धित विन्दु  $OA = I_{mp}$  लाई Maximum Power Current ( $I_{mp}$ ) भनिन्छ।

$$\text{Peak Power (Wp)} = V_{mp} \times I_{mp}, \text{ Watts हुन्छ।}$$

यहाँ याद राख्नु पर्ने कुरा के छ भने Peak power एउटा Standard conditions मा मात्र हुन्छ। जस्तै माथि दिइएको Specification मा  $30W_p$  त्यसबेला मात्र निस्कन्छ जब Solar irradiance अर्थात् घाम  $1000 W/m^2$  बराबरको चम्किलो र सोलार मोड्यूल भित्रको सोलार सेलको तापक्रम  $25^\circ C$  हुन्छ। साधारणतया नेपालमा  $1000 W/m^2$  को चम्किलो घाम सधैं सबै ठाउँमा पर्दैन र बाहिरी तापक्रम पनि यस्तो हुँदैन कि सोलार सेलको तापक्रम  $25^\circ C$  नै होस्। सोलार मोड्यूलले साधारण अवस्थामा माथि Specification मा दिइएको  $30W_p$  दिदैन। Peak power ले त सोलार मोड्यूलले दिन सक्ने अधिकतम पावर मात्र देखाउँछ।

तालिका नं. १.२ मा देखाइएको Short circuit temperature coefficient भन्नाले के बुझिन्छ भने यदि सोलार सेलको तापक्रम  $25^\circ C$  भन्दा एक डिग्री बढी अर्थात्  $26^\circ C$  भएमा सोलार मोड्यूलको  $I_{sc}$   $0.9 mA$  का दरले बढ्छ। यस्तै प्रकारले प्रत्येक एक डिग्री सेलको तापक्रम बढी भएमा क्रमशः  $I_{sc}$   $0.9 mA$  ले बढ्दै जान्छ।

तालिका नं. १.२ मा देखाइएको Open Circuit Voltage Coefficient ( $V/^{\circ}C$ ) ले के देखाउँछ भने यदि सोलार सेलको तापक्रम  $25^{\circ}C$  भन्दा एक डिग्री बढी अर्थात्  $26^{\circ}C$  सेल तापक्रम भएमा  $V_{oc}$  को मान  $-0.10V$  ले घट्दछ अर्थात्  $V_{oc} (21.6 - 0.1) = 21.5$  भोल्ट हुन्छ। एवम् प्रकारले प्रत्येक एक डिग्री तापक्रम  $25^{\circ}C$  भन्दा बढी भएमा प्रत्येक डिग्रीको लागि  $V_{oc}$  को मान  $-0.1$  भोल्टले घट्दै जान्छ। उदाहरणको लागि सोलार सेलको तापक्रम  $45^{\circ}C$  भएमा  $V_{oc}$  को मान  $V_{oc} = 21.6 - \{(45^{\circ}C - 25^{\circ}C) \times 0.1\} = 21.6 - 2.0 = 19.6$  भोल्ट हुन्छ।

यसप्रकारले सेलको तापक्रम बढ्दै गएमा करेण्ट अलि बढे पनि  $V_{oc}$  बढी मात्रामा घट्ने भएकोले सोलार मोड्यूलले निकाल्ने शक्तिको मात्रा घट्ने हुन्छ। यसकारण बढी वातावरणीय तापक्रम हुने ठाउँमा सोलार मोड्यूलको शक्ति Specification मा उल्लेख भए अनुसार नभई घट्ने हुन्छ। सोलार मोड्यूलको लागि कम वातावरणीय तापक्रम र बढी घाम लाग्ने ठाउँ उपयुक्त हुन्छ।

सोलार सेलमा तापक्रम निकाल्नको लागि सूत्र नं. १.२.१ प्रयोग गर्नु पर्दछ।

$$T_{sc}(x) = T_{ambient} (^{\circ}C) + 0.3 I_R (mW/cm^2) \dots\dots\dots (\text{सूत्र नं. १.२.१})$$

यहाँ,

- $T_{sc}$  - सोलार सेलको तापक्रम  $^{\circ}C$  मा
- $I_R$  - घामको तेज  $milliWatt/cm^2$  मा
- 0.3 - Constant coefficient

उदाहरणको लागि  $I_R$  बराबर  $80mW/cm^2$  र दिइएको ठाउँको वातावरणीय तापक्रम  $25^{\circ}C$  भएमा सोलार सेलको तापक्रम सूत्र नं. १.० अनुसार  $49^{\circ}C$  हुन्छ।

### १.३ ब्याट्रीको परिचय

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग गरिने स्टोरेज ब्याट्री (Storage Battery) एउटा यस्तो इलेक्ट्रो-केमिकल (Electro-Chemical) संयन्त्र (Device) हो, जसले रसायनिक ऊर्जा (Chemical Energy)लाई जम्मा गरी राख्छ र आवश्यकता अनुसार यसलाई विद्युत ऊर्जा (Electrical Energy) मा परिणत गरी विद्युत (Current) प्रवाह गराउँछ। जब ब्याट्रीलाई कुनै बत्ती (Lamp) वा इलेक्ट्रीकल लोड (Electrical Load) संग जोडिन्छ, त्यसबेला ब्याट्री भित्र रसायनिक प्रक्रिया (Chemical Reaction) शुरु हुन्छ र घनात्मक (Positive) प्लेटबाट ऋणात्मक प्लेट (Negative Plate) तिर करेण्ट बहन शुरु हुन्छ।

केही खास प्रकारका ब्याट्रीहरूमा यस्ता रसायनिक प्रक्रियाहरू उल्टो दिशामा पनि प्रवाह गराउन सकिन्छ अर्थात् ब्याट्रीभित्र विद्युत प्रवाह गराई ब्याट्रीमा रसायनिक ऊर्जाको मात्रा बढाउने र आफुलाई चाहिएको बेलामा सो रसायनिक ऊर्जालाई विद्युत ऊर्जामा परिणत गर्ने। यस्ता ब्याट्रीलाई सेकेन्डरी सेल (Secondary Cell) पनि भनिन्छ र लिड एसिड ब्याट्री (Lead Acid Battery) यसको एउटा राम्रो उदाहरण हो।

ब्याट्रीमा दिउँसोभरि सोलार प्लानेलबाट उत्पादन भएको करेण्ट वा विद्युतीय शक्ति जम्मा हुन्छ। ब्याट्रीमा शक्ति जम्मा गर्ने प्रक्रियालाई चार्जिङ (Charging) भनिन्छ। बेलुकी पख ब्याट्रीमा जम्मा भएको शक्ति बत्ति बाल्न, रेडियो सुन्न वा टेलिभिजन हेर्न प्रयोग गर्न सकिन्छ। जति ऊर्जा (Energy) सोलार प्लानेलले दिनभरिमा दिन्छ त्योभन्दा



बढी ऊर्जा बेलुकी पख खपत गर्न हुँदैन । आफुमा संचित भएको शक्ति दिने प्रक्रियालाई डिस्चार्जिङ (Discharging) भनिन्छ ।

नेपालमा सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग गरीएका ब्याट्रीहरु सबै लिड एसिड ब्याट्रीहरु हुन् । लिड एसिड ब्याट्रीहरु बनावटको आधारमा मुख्यतया दुई वर्गमा वर्गिकरण गर्न सकिन्छ, जस्तै मोटर, ट्रकहरु स्टार्ट गर्न प्रयोग गरिने (SIL Battery) र स्थिर विद्युत आपूर्ति गर्ने हेतुका डिप साइकल ब्याट्री (Deep Cycle Battery) ।

मोटर कार, ट्रक गाडिहरुको ब्याट्रीहरु छोटो समयमा धेरै मात्रामा विद्युत शक्ति प्रवाह गरी ईन्जीन स्टार्ट गर्ने प्रयोजनकालागि बनाइएका हुन्छन् त्यसैले यसका प्लेटहरु पातलो तर क्षेत्रफल (Surface Area) बढि भएका हुन्छन् । यी ब्याट्रीहरुलाई ईन्जीन स्टार्ट भएको लगत्तै मोटरमा राखिएको डाइनामोले पुनः चार्ज गर्न सुरु गर्छ । यसरी थोरै समयको लागि मात्र विद्युत खपत (Discharging) हुने हुँदा यस्ता ब्याट्रीहरु आफ्नो क्षमताको १०-२० प्रतिशत भन्दा बढि डिस्चार्ज हुँदैनन् ।

डिप साइकल ब्याट्रीहरु लामो समयवधीसम्म निश्चित मात्राको विद्युत शक्ति निरन्तर रुपमा आपूर्ति (Continuous power supply) गर्ने उद्देश्यले बनाइएको हुन्छ । यसका प्लेटहरु मोटा हुन्छन्, यसर्थ समान क्षमताको कार ब्याट्रीको तुलनामा यसको वजन बढि हुन्छ । यसरी धेरै लामो समयको लागि निश्चित मात्रामा नबढ्ने गरी (बढिमा कुल क्षमताको ५ प्रतिशत (C 20) मात्राको विद्युत खपतका दरले) डिस्चार्ज हुनेहुँदा यस्ता ब्याट्रीहरुलाई क्षमताको ७०-८० प्रतिशत सम्म डिस्चार्ज गर्न सकिन्छ ।

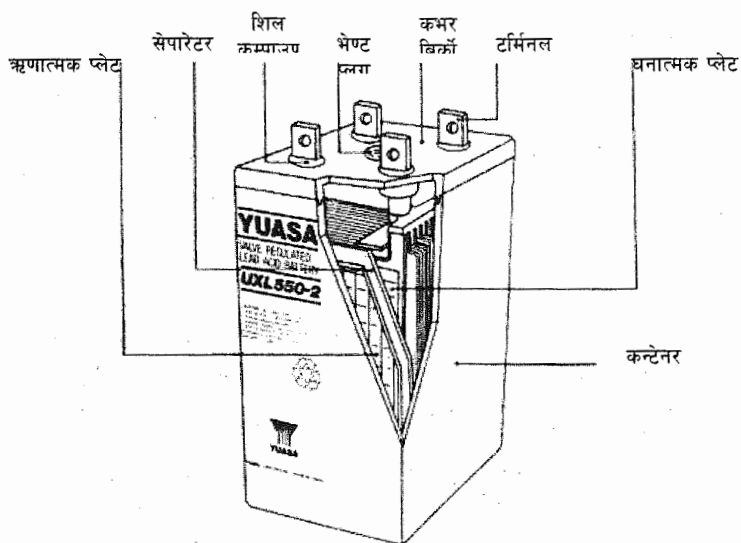
कुनै कुनै किसिमका ब्याट्रीहरुलाई मर्मत सम्भार गरीरहनु पर्दैन । यस्ता ब्याट्रीहरुलाई मेन्टेनेन्स फ्री ब्याट्री (Maintenance free Battery) भनिन्छ । यी दुई प्रकारका हुन्छन्: जेल (Gel Type) भएको अथवा एब्जरबर ग्लास म्याट (AGM type) भएको । यस्ता ब्याट्रीहरुमा डिस्टील पानी थपिरहनु पर्दैन । यस्ता ब्याट्रीहरुमा पानी राख्ने बिकोहरुपनि हुँदैनन् ।

यी ब्याट्रीहरुपनि लिड एसिड ब्याट्री नै हुन् तर फरक के हुन्छ भने यी ब्याट्रीहरुमा ईलेक्ट्रोलाइट साधारण लीड एसिड ब्याट्रीमाभै तरल अवस्थामा नभै प्लेट, सेपरेटरमा सोसिएर जेलको रुपमा रहेका हुन्छन् । यसप्रकारका ब्याट्रीहरु राम्ररी सिल (Seal) गरिएका हुन्छन् र ब्याट्री चार्ज गर्दा निस्कने ग्यास बाहिर आउन पाउदैन । ब्याट्री चार्ज गर्दा धनात्मक प्लेटबाट निस्कने अक्सिजन ग्यास ब्याट्रीभित्रै ऋणात्मक प्लेटमा रसायनिक प्रक्रियामा खपत हुन्छ । जसलेगर्दा ब्याट्रीमा पानीको मात्रामा कमी आउदैन र बेला बेलामा पानी थप्नुपर्ने भन्कट हुँदैन ।

Valve Regulated Lead Acid Battery (VRLA) भन्नाले माथी वर्णन गरिएको ब्याट्री हो तर यसमा सुरक्षाको दृष्टिले ब्याट्री चार्ज गर्दा उत्पन्न हुने ग्यासले ब्याट्री भित्र अत्याधिक चाप (Pressure) उत्पन्न भएको अवस्थामा ग्यास निष्काशित गर्नका लागि विशेष किसिमको भल्भ (Valve) राखिएको हुन्छ (चित्र नं. १.३.१) ।

चार्ज गरिने ब्याट्रीको डिस्चार्ज अवस्था अनुसार ब्याट्री चार्जगर्दा प्रयोगहुने ऊर्जा ब्याट्रीभित्रको रसायनिक प्रक्रिया उल्टाउन खपत हुन्छ भने चार्जको अन्त्यतिर सो ऊर्जाको अधिकांश भाग ब्याट्रीको पानीलाई इलेक्ट्रोलाइटसिस् गरी अक्सिजन र हाईड्रोजन ग्यास बनाउनमा खर्च हुन्छ । यसर्थ शिल्ड ब्याट्री चार्जगर्दा ओभर चार्ज नहोस भनि ध्यान दिनुपर्छ ।

भल्भ रेगुलेटेड शिल्ड ब्याट्री साधारण लिड एसिड ब्याट्री भन्दा बढि टिकाउ र सुरक्षित हुन्छन् भने यसको मूल्य पनि बढीनै हुन्छ ।



Valve regulated Lead Acid Battery Components

चित्र नं. १.३.१

ब्याट्रीमा तेजाव र पानी हाली सकेपछि धेरै अबधिका लागि त्यत्तिकै छोडी राख्नु हुदैन । यसरी छोडीराखेमा ब्याट्री विस्तारै आफै डिस्चार्ज (Self-Discharge) भएर विग्रन सक्छ । एक महिना भन्दा बढी समय राख्नु परेमा प्रत्येक महिनाको एकचोटी ब्याट्री चार्ज गर्नु पर्दछ ।

कुनै पनि वस्तुको निश्चित आयु हुन्छ । त्यस्तै ब्याट्रीको पनि एक निश्चित आयु हुन्छ । ब्याट्रीको आयु सिद्धिन थालेपछि एकदमै चाँडै चार्ज हुने र बत्ती बालेको केही छिन मै डिस्चार्ज भएर बत्तीहरु निम्ने हुन थाल्दछ । यस्तो अवस्थामा नयाँ ब्याट्री फेर्नु पर्ने हुन्छ ।

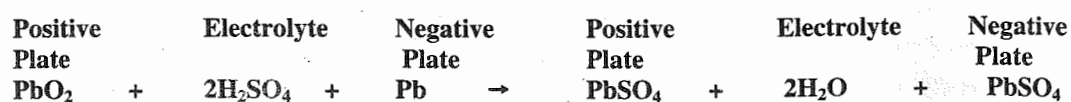
ब्याट्रीहरुको उपयोग सकिएपछि पनि पुराना ब्याट्रीहरु Recycling (पुनःप्रयोग/उत्पादन) हुन सक्दछन् । तसर्थ पुराना ब्याट्रीलाई तेजाव नपोखाई राख्नु पर्दछ । सम्बन्धित संकलनकर्तासंग सम्पर्क राखी त्यस्ता ब्याट्रीहरु बेच्न वातावरणीय दृष्टिकोणले उचित एवं आर्थिकरूपले लाभदायक पनि हुन्छ ।

### ब्याट्रीमा हुने रसायनिक प्रक्रियाहरु (Chemical Reaction of a Lead Acid Battery)

लिड एसिड ब्याट्रीमा निम्न रसायनिक पदार्थहरु पाइन्छन् :

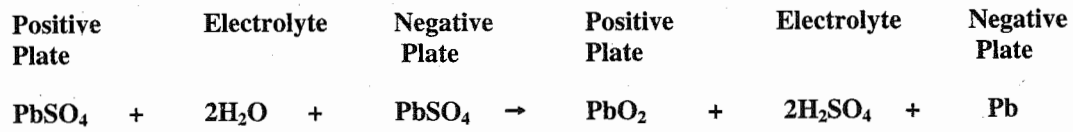
- (क) लिड पेरोक्साइड ( $PbO_2$ ) : पोजिटिभ प्लेटहरुमा हुन्छ ।
- (ख) लिड ( $Pb$ ) अर्थात शिशा : नेगेटिभ प्लेटहरुमा हुन्छ ।
- (ग) गन्धकको तेजाव (Sulphuric Acid =  $H_2SO_4$ ) : ब्याट्रीको इलेक्ट्रोलाइटमा पाइन्छ ।
- (घ) पानी ( $H_2O$ ) : ब्याट्रीको इलेक्ट्रोलाइटको एक मुख्य पदार्थ ।
- (ङ) लिड सल्फेट ( $PbSO_4$ ) : डिस्चार्ज भएको पोजिटिभ र नेगेटिभ प्लेटहरुमा पाइन्छ ।

डिस्चार्ज गर्दा ब्याट्रीभित्र निम्न रसायनिक प्रक्रिया उत्पन्न हुन्छ :



यस्तो अवस्थामा पोजिटिभ र नेगेटिभ प्लेटहरूमा क्रमशः  $PbO_2$  र  $Pb$  को ठाउँमा  $PbSO_4$  बन्दछ र इलेक्ट्रोलाइटको  $H_2SO_4$  पानीमा ( $H_2O$ ) परिणत भई इलेक्ट्रोलाइटमा पहिले भन्दा  $H_2SO_4$  को मात्रामा कमी देखिन थाल्छ । यस्तो स्थितिको ब्याट्रीको क्षमतामा ह्रास आएको हुन्छ ।

चार्ज गर्दा ब्याट्रीभित्र निम्न रसायनिक प्रक्रिया उत्पन्न हुन्छ :-

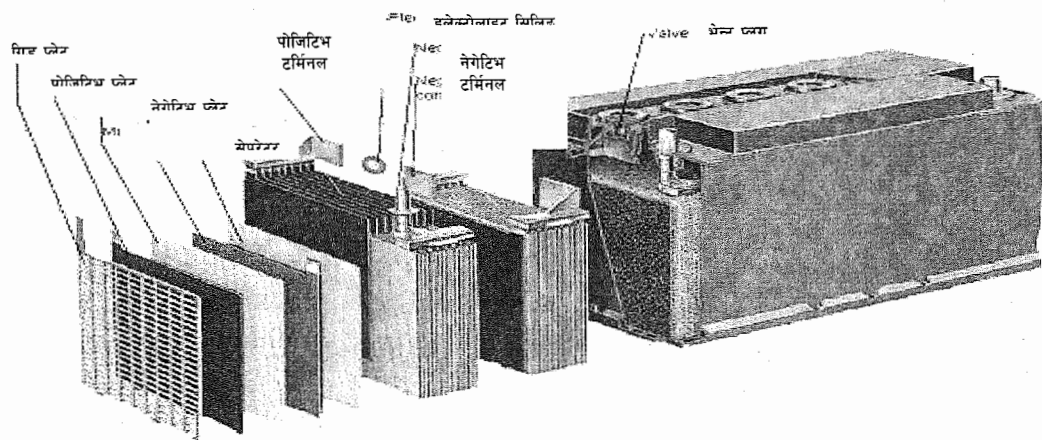


यस्तो अवस्थामा पोजिटिभ र नेगेटिभ प्लेटको  $PbSO_4$  क्रमशः  $PbO_2$  र  $Pb$  मा परिणत हुन्छ र इलेक्ट्रोलाइटमा  $H_2SO_4$  को मात्रा पहिले भन्दा बढी देखिन थाल्छ । यस्तो ब्याट्रीको क्षमतामा बृद्धि भएको देखिन्छ ।

#### ब्याट्रीका अंगहरू (Battery Components)

ब्याट्रीमा निम्न पार्ट्स र रसायनहरू राखिएका हुन्छन् :

- घनात्मक प्लेट (Positive Plate) : यो मुख्यतः लिड पेरोक्साइड ( $PbO_2$ ) ले बनेको हुन्छ र बदामे/खैरो (Brown) रंगको हुन्छ ।
- ऋणात्मक प्लेट (Negative Plate) : यो स्पन्ज लिड (Sponge Lead) वा शिशाले बनेको हुन्छ र खरानी (Grey) रंगको हुन्छ ।
- सेपरेटर (Seperator) : यो घनात्मक र ऋणात्मक प्लेटहरूलाई आपसमा जोडिनदेखि बचाउनको लागि राखिएको हुन्छ र PVC, लैटेक्स, ग्लास फाइबर (Glass Fibre) आदि पदार्थहरूबाट बनाइन्छ ।
- इलेक्ट्रोलाइट (Electrolyte) : यो गन्धकको शुद्ध तेजाव (Pure Sulphuric Acid) र डिस्टिल्ड (Distilled) वा डि-आयोनाइज्ड (De-ionised) पानी (Water) को मिश्रणबाट बनाइन्छ ।
- डिब्बा (Container) : विभिन्न प्लेटहरू, सेपरेटरहरू र इलेक्ट्रोलाइटलाई एउटा डिब्बा (Container) भित्र राखिन्छ र डिब्बाको माथि एउटा ढक्कन (Cover) हुन्छ । डिब्बा प्लाष्टिकले बनेको हुन्छ ।
- ब्याट्री कभर माथि बाहिर घनात्मक टर्मिनल (Positive Terminal) ऋणात्मक टर्मिनल (Negative Terminal) र भेन्ट प्लगहरू (Vent Plug) जडान गरिएका हुन्छन् (चित्र नं. १.३.२) ।



चित्र नं. १.३.२: लिड एसिड ब्याट्री (Lead Acid Battery)

### ब्याट्रीको क्षमता (Capacity of Battery)

एउटा निश्चित दर (Rate) मा अर्थात ऐम्पेयर (Ampere) मा एउटा निश्चित समय अवधि भित्र कुनै एक चार्ज भएको ब्याट्रीले उपयोगको लागि दिनसक्ने एउटा निश्चित विद्युत परिमाणलाई ब्याट्रीको क्षमता (Capacity of Battery) भनिन्छ। यसलाई ऐम्पेयर आवरमा (Ampere-Hour) मा नापिन्छ।

उदाहरणको लागि २० घण्टा अर्थात  $C_{20}$  को आधारमा १०० Ampere-hr क्षमता भएको ब्याट्रीले ५ Amp को करेन्ट २० घण्टासम्म दिन सक्छ। ब्याट्री चार्ज हुनलाई ब्याट्रीको पूर्ण क्षमता खाली वा पूर्ण क्षमतामा कमी भएको हुनु पर्दछ। उदाहरणको लागि ७० Amp\_hr को ब्याट्री पूरै चार्ज (Full Charge) छ भने यसले थप शक्ति जम्मा गर्न सक्तैन। तर त्यही ब्याट्री अघिल्लो राति प्रयोग भईसकेको छ र त्यसमा ५० Amp\_hr मात्रै शक्ति बाँकी छ भने त्यस्तो ब्याट्रीलाई चार्ज गरेर पुनः ७० Amp\_hr मा ल्याउन सकिन्छ। तर डिस्चार्ज करेन्टको मात्रा धेरै भयो भने ब्याट्रीको क्षमता स्वतः कम हुनजान्छ।

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने लिड एसिड ब्याट्रीहरूको क्षमताहरूलाई आपसमा ठीक तरिकासँग तुलना गर्नको लागि २० घण्टा डिस्चार्जको आधारमा (अर्थात  $C_{20}$  Rating मा) प्रायशः ब्याट्रीहरूको क्षमता निश्चित गरिन्छ। इलेक्ट्रोलाइटको तापमान (Temperature) ले पनि ब्याट्रीको क्षमतामा असर पार्दछ। सामान्यतः तापमान बढी हुँदा ब्याट्रीको क्षमता बढ्छ र तापमान घट्नु जाँदा ब्याट्रीको क्षमतामा न्हास आउँदछ।

साधारणतया ब्याट्रीको Specification तालिका नं. १.३.१ मा दिइए अनुसार हुन्छ।

### तालिका नं. १.३.१

S.N.	Description	
1.	Model no.	ABC
2.	Capacity in AH @ 25°C @ C/20	60 AH
3.	Discharge current in A @ I/20	3 A
4.	Charge current in A	Start 5A, Finish 2 A
5.	Approximate weight of cell	Dry (Kg) – 13 Kg. Wet (Kg) – 17.5 Kg.
6.	Electrolyte (Kg)	4.5 Kg.
7.	Cell voltage	2.1 volt/cell (@ full charge)

#### Capacity 60 AH @ 25°C @ C/20

यो Specification ले के बुझाउँछ भने दिइएको ब्याट्रीको संकलन शक्ति जम्मा ६० AH छ र C/20 भन्नाले यदि ३A करेन्ट यस ब्याट्रीबाट निकाले २० घण्टामा ब्याट्रीमा भएको सबै संकलन शक्तिको प्रयोग हुन्छ। यो सबै प्रक्रिया २५°C तापक्रमको लागि मात्र हो। यदि २५°C भन्दा कम तापक्रम भएमा ब्याट्रीमा भएको शक्ति छिटो सकिन्छ अर्थात २० घण्टा भन्दा अगाडिनै सकिन्छ। तर तापक्रम २५°C भन्दा बढी भएमा ब्याट्रीमा भएको शक्ति सकिनको लागि २० घण्टा भन्दा बढी समय लाग्दछ, जुन राम्रो हो।

#### Discharge Current 3 A @ I/20

माथिको तालिकामा दिइएको यस Specification ले दिइएको ब्याट्रीमा कति करेन्ट मात्र निकाल्ने सिफारिस गरिएको छ भन्ने कुरा बुझिन्छ। उदाहरणको लागि यस ब्याट्रीको

3A करेण्ट निकाल्दा २० घण्टामा ब्याट्रीको सम्पूर्ण शक्ति प्रयोग हुन्छ । ब्याट्रीमा भएको शक्ति बिस्तारै निकालेमा ब्याट्रीको सेल भोल्टेज चाँडै घट्दैन ।

#### Charge Current in A

माथिको तालिकामा दिइए अनुसार यो ब्याट्री डिस्चार्ज भएको अवस्थामा ब्याट्रीमा शक्ति संचित गर्नको लागि शुरुमा ५A करेण्टले चार्ज गर्ने र ब्याट्रीमा शक्ति बढ्दै आएपछि ३A ले चार्ज गर्ने भन्ने कुरा बुझाउँदछ ।

#### Electrolyte

साधारण ब्याट्रीमा राखिने Sulphuric Acid लाई Electrolyte भनिन्छ । यसको शुरुको Specific gravity १.२४० देखि १.२६० सम्म २५°C तापक्रममा हुन्छ । तालिकामा दिइएको ब्याट्रीमा जम्मा ४.५ के.जी. Electrolyte को आवश्यक छ भन्ने कुरा बुझिन्छ।

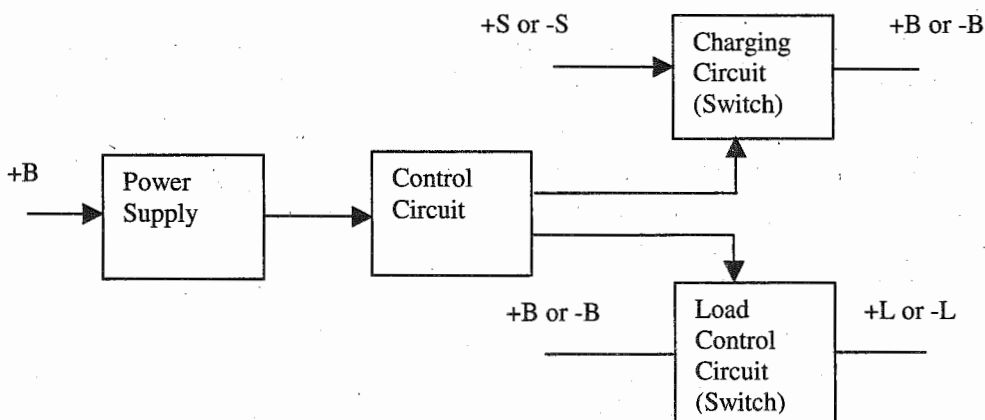
#### Cell Voltage

दिइएको ब्याट्रीमा जम्मा ६ सेलहरु छन् र प्रत्येक सेलको Open circuit voltage पुरा चार्ज हुँदा 2.1V हुन्छ भने जम्मा ब्याट्री टर्मिनलको Voltage 12.6 V हुन्छ । यस अवस्थामा ब्याट्री पुरा चार्ज भएको छ भनी बुझ्नु पर्दछ ।

### १.४ चार्ज कन्ट्रोलरको परिचय

चार्ज कन्ट्रोलर सौर्य घरेलु प्रणालीमा प्रयोग हुने ब्याट्रीको सुरक्षाको लागि आवश्यक पर्ने इलेक्ट्रोनिक उपकरण हो । सौर्य प्रणालीमा सौर्य मोड्यूलले दिनभरीमा उत्पादन गरेको ऊर्जा आवश्यक समयमा प्रयोगको लागि ब्याट्रीमा संचित गरेर राखिन्छ । ब्याट्रीमा संचित ऊर्जा न्यून चार्ज अवस्था सम्म हुने गरी र चार्ज गर्दा बढि-चार्ज अवस्थामा पुग्ने गरी खपत गर्न हुँदैन । यदि यसो गरेमा ब्याट्रीको आयु घट्न जान्छ । सो अवस्थालाई नियन्त्रण गर्न चार्ज कन्ट्रोलरको प्रयोग गरिन्छ ।

चार्ज कन्ट्रोलर साधारणतया निम्न Block हरुबाट बनेको हुन्छ (चित्र १.४.१) । यस अनुसार चार्ज कन्ट्रोलर लाई चार भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ ।



चित्र नं. १.४.१



Power Supply Section ले Battery को १२V लाई चार्ज कन्ट्रोलरको अन्य Circuit लाई आवश्यक पर्ने Supply Voltage र Reference Voltage मा परिणत गर्दछ ।

कन्ट्रोल सर्किटले व्याट्रीको भोल्टेजलाई अनुगमन गर्दछ र आवश्यकता अनुसारको सिग्नल (Signal) अन्य सर्किटमा पठाउँदछ । साधारणतया कन्ट्रोल सर्किटमा IC (Integrated Circuit) को प्रयोग भएको हुन्छ ।

चार्जिङ्ग सर्किटको काम सौर्य मोड्यूलले उत्पादन गरेको करेन्ट व्याट्रीसम्म पुऱ्याई व्याट्रीलाई चार्ज गर्नु हो । व्याट्रीमा संचित ऊर्जा उसको क्षमता भन्दा कम रहेछ भने कन्ट्रोल सर्किटले सो Sense गरी Charging Circuit मा रहेको Switch लाई ON गरी दिन्छ । यस अवस्थामा सौर्य मोड्यूल र व्याट्री बिच Connection हुन्छ र व्याट्रीचार्ज हुन्छ । साधारणतया Switch को रूपमा MOSFET प्रयोग गरिन्छ । पुराना मोडेलको चार्ज कन्ट्रोलरमा Mechanical Relay पनि प्रयोग गरेको पाईन्छ । व्याट्री पुरा चार्ज हुने अवस्थामा पुगेपछि कन्ट्रोल सर्किटले चार्जिङ्ग सर्किटको स्वीचलाई अफ गरिदिन्छ वा Pulse Width Modulation (PWM) मोडमा पठाईदिन्छ । PWM मोडमा केहि मात्रामा सौर्य मोड्यूलबाट उत्पादित करेन्ट व्याट्रीमा गइरहन्छ र व्याट्रीलाई पुरा चार्ज अवस्थामा पुऱ्याउन मद्दत गर्दछ ।

चार्जिङ्ग सर्किटमा रहेको स्वीचको स्थान (Position) अनुसार चार्ज कन्ट्रोलरलाई Series वा Shunt Controller मा विभाजन गरीन्छ । Shunt Controller मा स्वीचलाई सौर्य मोड्यूलको Parallel मा राखिएको हुन्छ । व्याट्री पुरा चार्ज नहुँदा स्वीच OFF Condition मा रहेको हुन्छ र मोड्यूलको करेन्ट व्याट्री सम्म पुग्दछ । व्याट्री Over Charge हुने अवस्थामा स्वीच ON Condition मा जान्छ र सौर्य मोड्यूललाई Short Circuit गरीदिन्छ । यस अवस्थामा सौर्य मोड्यूलबाट उत्पादित करेन्ट व्याट्रीमा पुग्दैन ।

Series Controller मा स्वीचलाई सौर्य मोड्यूल र व्याट्रीको बिचको परिपथमा राखिएको हुन्छ । व्याट्री पुरा चार्ज नहुँदा स्वीच ON Condition मा हुन्छ र मोड्यूल तथा व्याट्रीको परिपथ पूर्ण हुन्छ र व्याट्री चार्ज हुन्छ । व्याट्री पुरा चार्ज हुने अवस्थामा पुगेपछि स्वीच OFF Condition मा जान्छ र व्याट्री Overcharge हुन पाउँदैन ।

यसैगरी व्याट्री चार्ज अवस्थामा रहेको बेला र व्याट्री र लोडको परिपथ बिचको स्वीच बन्द गर्दा Load Control Switch ON हुन्छ र व्याट्री तथा लोडको परिपथ पूर्ण हुन्छ । यसबेला सबै बत्तीहरु बल्दछन् । व्याट्रीमा संचित ऊर्जा (Voltage) आवश्यक सतह भन्दा कम हुने अवस्थामा कन्ट्रोल सर्किटले लोड स्वीचलाई OFF गरिदिन्छ । यस अवस्थामा सबै बत्तीहरु आफै निभ्दछन् । भोलीपल्ट घाम लागेर व्याट्री चार्ज भई ठीक अवस्थामा नआएसम्म बत्तीहरु बाल्न सकिदैन ।

१२ भोल्ट डि.सी.मा प्रयोग हुने चार्ज कन्ट्रोलरको Specification तालिका नं. १.४.१ मा दिएअनुसार हुनसक्दछ ।

## तालिका नं. १.४.१

<b>TECHNICAL SPECIFICATION <i>Electrical Characteristics at 25<sup>0</sup> C</i></b>	
Type	ABC 12 V DC
Rated Voltage (V)	12
Nominal Solar Current (A)	8
Nominal Load Current (A)	10
Max. self consumption at 12.6 V [mA]	6-7
<b>End of Charge Voltage</b>	
Normal Setting [V]	14.3
<b>Over discharge cut-off voltage</b>	
Normal setting [V]	11.5
Reconnection Limit [V]	
<b>Limit Values</b>	
Permissible Ambient Temperature [ <sup>0</sup> C]	-25....+40
Storage Temperature [ <sup>0</sup> C]	-25....+85
Dimensions [mm]	135 x 105 x 55
Max. clamp size [sq.mm]	2.5/4
Weight [gm]	650

### Nominal Solar Current

सौर्य मोड्यूलबाट चार्ज कन्ट्रोलरमा जाने अधिकतम करेण्ट जनाउँदछ । यो करेण्ट सौर्य मोड्यूलले दिनसक्ने करेण्ट भन्दा बढी हुन आवश्यक छ ।

### Nominal Load Current

चार्ज कन्ट्रोलरबाट Load मा जाने करेण्टलाई जनाउँदछ । यो करेण्ट प्रणालीको लोड करेण्ट भन्दा बढी हुनुपर्दछ ।

### Self Consumption Current

लोडमा कुनै पनि करेण्ट नबग्दा चार्ज कन्ट्रोलरमा बग्ने (अथवा चार्ज कन्ट्रोलर आफैले खपत गर्ने) करेण्ट बुझाउँदछ । यो करेण्ट जति कम भयो त्यतिनै राम्रो चार्ज कन्ट्रोलर रहेछ भनी बुझ्नु पर्दछ ।

### Normal Setting

Normal Setting भन्नाले उत्पादकले चार्ज कन्ट्रोलर बनाउँदा ब्याट्रीको कति भोल्टमा High-voltage disconnect शुरु गर्ने र कुन भोल्टमा Low-voltage disconnect लागु गर्ने निर्धारण गरेको छ भन्ने कुरा जनाउँदछ ।

### Reconnection Limit

चार्ज कन्ट्रोलरले लोड OFF गरिसकेपछि पुनः लोड ON गर्न आवश्यक ब्याट्री भोल्टेजलाई जनाउँदछ ।

तलका परिच्छेदहरूमा विभिन्न किसिमका चार्ज कन्ट्रोलरहरूको (Series/Shunt PWM or ON/OFF types) सर्किट डायग्राम तथा कार्य विवरण दिइएको छ ।

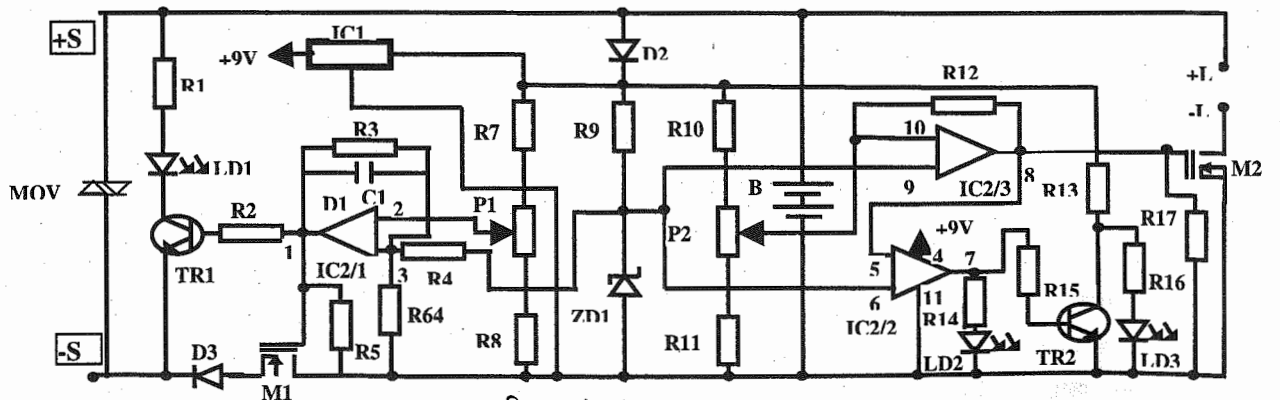
### A. Series type PWM Controller

#### कार्य प्रणाली (Working Principle):

यस सर्किट (चित्र नं. १.४.२) मा LM324 र LM7809 नामक दुईवटा IC हरू तथा Switching को लागि दुईवटा MOSFET हरू प्रयोग गरिएका छन् । LM324 नामक IC मा चारवटा Comparator हरू हुन्छन् । माथिको सर्किटमा चारवटा Comparator हरू मध्ये तीनवटा प्रयोग भएका छन् । Comparator ले कुनै भोल्टेजलाई Reference Voltage संग दाजेर (Compare)

आउट पुट (Output) भोल्टेज उच्च (High) वा कम (Low) बनाउदछ । LM7809 ले Voltage Regulator को काम गर्दछ र यसले स्थिर (Constant) 9 भोल्ट दिन्छ । चित्रमा IC 2/1 को Non-Inverting Input मा R4 रेजिष्टर हुदै जिनर डायोड ZD1 मार्फत Reference Voltage भोल्टेज (जुन स्थिर हुन्छ) दिइएको छ र उक्त IC को Inverting Input चाप विभाजक (Potential Divider) (R6, R7, R8) सँग जोडिएको छ । यस IC को Output MOSFET M1 को गेट (Gate) मा जोडिएको छ । सर्किटमा चाप विभाजकको संयोजन यसरी गरीएको छ कि उक्त IC को Output High तबसम्म हुन्छ जबसम्म ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5 V वा सो भन्दा बढी पुग्दैन अर्थात् जबसम्म Battery High Voltage Disconnection (HVD) मोडमा जाँदैन । यस अवस्थामा MOSFET M1 ON भएको हुन्छ र सोलार मोड्यूलले ब्याट्रीलाई चार्ज गर्दछ । यसरी ब्याट्री चार्जिङ भएको बेलामा ट्रान्जिष्टर TR1 ON हुन्छ र पहिलो बत्ती LD1 बलेको हुन्छ । जब ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ IC 2/1 को Output Low हुन्छ र MOSFET M1 OFF हुन्छ । उक्त अवस्थामा सोलार मोड्यूल र ब्याट्री बीचको चार्जिङ सर्किट टुट्दछ र ब्याट्री ओभर चार्जिङ (Over-charging) हुन पाउँदैन । Battery Voltage 14.5 / 14.8 V को बिचमा Pulse Width Modulation (PWM) हुने Mechanism अपनाइएको छ ।

IC2/3 को Inverting Input मा जिनर डायोडको भोल्टेजलाई Reference Voltage रुपमा जोडिएको छ र Non-Inverting Input मा Battery को Voltage Sense गर्न Potential Divider लाई जोडिएको छ । साथै यसको Output लाई R13 हुदै Non-Inverting Input मा फिडब्याक (Feedback) दिइएको छ । त्यसैगरी IC 2/2 को Inverting Input मा जिनर डायोड मार्फत Reference Voltage दिइएको छ भने Non-Inverting Input मा IC 2/3 को Output जोडिएको छ । IC2/3 को Output तबसम्म High हुन्छ जबसम्म Battery को भोल्टेज करिब 11.4 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ । साथै जबसम्म IC2/3 को Output High हुन्छ MOSFET 2 ON अवस्थामा रहन्छ र लोड (चित्रमा: +L -L) अर्थात् बत्ती बलिरहन्छ । यस अवस्थामा IC 2/2 को Output पनि High हुन्छ र TR2 ON हुन्छ जसले गर्दा Dual Lead Green and Red (एउटै LED मा भोल्टेज अनुसार दुई किसिमको बत्ती बल्ने) मध्ये सर्किटमा देखाइएको जस्तो हरियो LED-LD2 बल्दछ । जब Battery को भोल्टेज घटेर 11.4V भन्दा पनि कम हुन्छ तब IC2/3 को Output Low हुन्छ जसको फलस्वरूप MOSFET 2 OFF हुन्छ । यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि Low हुन जान्छ जसले गर्दा ट्रान्जिष्टर TR3 OFF हुन्छ र रातो बत्ती LD3 बल्छ । तर जब ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 12 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ IC 2/3 को Output High हुन्छ र MOSFET 2 पुनः ON हुन्छ । यहाँ 11.4 V LVD (Low Voltage Disconnection) हो भने 12 V LVR (Low Voltage Reconnection) हो । यसप्रकार LVD हुने बित्तिकै MOSFET OFF हुन्छ र LVR हुने बित्तिकै MOSFET ON हुन्छ ।



चित्र नं. १.४.२

## Components Details

Component ID	Value	Component ID	Value	Component ID	Value
R1	10 k	R13	10 k	C1	0.1 uF
R2	22 k	R14	10 k	TR1	BC 547
R3	2.2 M	R15	10 k	TR2	BC 547
R4	100 k	R16	10 k	IC1	LM 78L09
R5	100 k	R17	100 k	IC2	LM 324
R6	220 k	ZD1	Zener diode 5.6 V	M1	IRF Z 44N/N70
R7	330 k	LD1	LED Yellow	M2	IRF Z 44N/N70
R8	56 k	LD2	Dual LED (Green)	MOV	50 V/ 6 mm
R9	4.7 k	LD3	Dual LED (Red)	P1	100 k (preset)
R10	39 k	D1	1N4007	P2	20 k (preset)
R11	39 k	D2	SR1060		
R12	470 k	D3	SR1060		

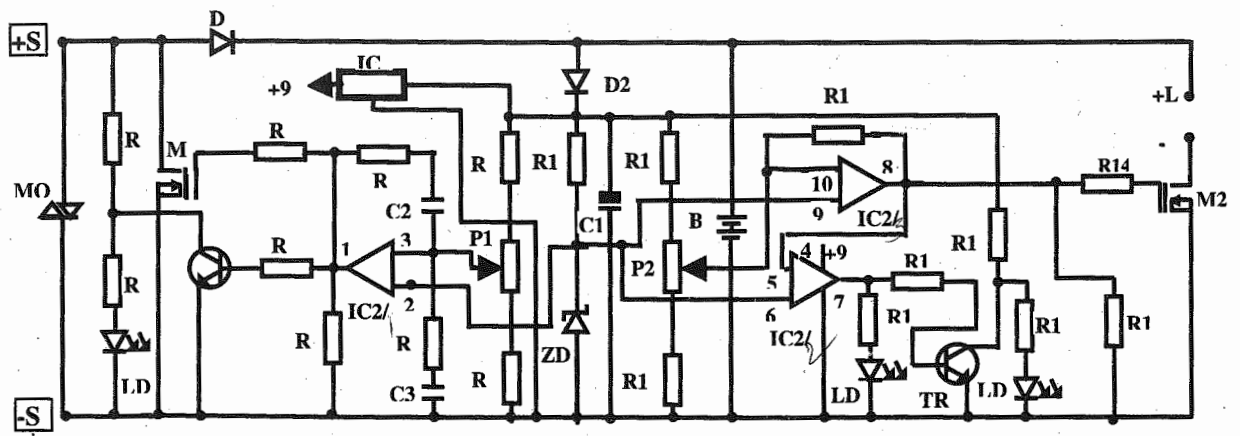
## B. Shunt type PWM Controller

### कार्य प्रणाली (Working Principle):

यस सर्किट (चित्र नं. १.४.३) मा पनि LM324 र LM7809 नामक दुईवटा IC हरु तथा Switching को लागि दुईवटा MOSFET हरु प्रयोग गरिएका छन् । LM7809 ले Voltage Regulator को काम गर्दछ र यसले स्थिर (Constant) 9 भोल्ट दिन्छ ।

चित्रमा IC 2/1 को Inverting Input मा जिनर डायोड ZD1 मार्फत Reference Voltage भोल्टेज (जुन स्थिर हुन्छ) दिइएको छ र उक्त IC को Non-Inverting Input चाप विभाजक (Potential Divider) (R7, P1, R9) सँग जोडिएको छ । यस IC2/1 को Output IC2/4 को Non-Inverting Input मा जोडिएको छ र यसै Input लाई R6 र C2 हुदै Potential Divder सँग जोडिएको छ । IC 2/4 को Inverting Input मा जिनर डायोड ZD1 मार्फत Reference Voltage भोल्टेज दिइएको छ । यसको Output MOSFET M1 को Gate मा जोडिएको छ ।

सर्किटमा Potential Divider लाई यसरी मिलाइएको छ कि जबसम्म ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5V वा सो भन्दा बढी हुदैन अर्थात् जबसम्म Battery High Voltage Disconnection (HVD) मोडमा जादैन, IC2/1 को Output Low हुन्छ जसले गर्दा IC2/4 को Output पनि Low हुन्छ र MOSFET M1 OFF हुन्छ र ब्याट्री चार्जिङ (Charging) हुन्छ । यस IC2/1 मा Output वाट पोजिटिभ Input मा फिडब्याक (Feedback) दिइएको छ र यसको Output तबसम्म High हुदैन जबसम्म ब्याट्रीको भोल्टेज 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुदैन । जब ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ तब IC2/1 को Output High हुन्छ जसले IC2/4 को Output लाई पनि High बनाउँछ र MOSFET M1 ON हुन्छ र यस अवस्थामा सोलार मोड्यूलको टर्मिनलहरु शर्ट सर्किट (Short-circuit) हुन्छन् फलस्वरूप ब्याट्री चार्जिङ बन्द हुन्छ र High Voltage Disconnection (HVD) हुन्छ र ब्याट्री ओभर चार्जिङ (Over-charging) हुन पाउँदैन । LD1 ले ब्याट्री चार्ज भइराखेको छ भन्ने देखाउँछ । Battery Voltage 14.5/ 14.8 V को बिचमा Pulse Width Modulation हुने Mechanism अपनाइएको छ ।



चित्र नं. १.४.३

### Components Details

Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value
R1	10 k	R9	2.2 k	R17	10 k	LD3	Dual LED Red
R2	10 k	R10	4.7 k	R18	10 k	D1	SR1060
R3	100 k	R11	22 k	C1	220 uF	D2	IN 4007
R4	10 k	R12	22 k	C2	0.22 uF	D3	IN4148
R5	10 k	R13	220 k	C3	0.22 uF	TR1,TR2	BC 547
R6	220 k	R14	10	ZD1	5.6 V Zener	IC1	LM 78L09
R7	22 k	R15	10 k	LD1	LED Yellow	IC2	LM 324
R8	10 k	R16	22 k	LD2	Dual LED Green	M1, M2	IRF Z44N

डायोड D1 ले ब्लकिङ्ग डायोड (Blocking Diode) को काम गर्दछ । IC2/3 को Inverting Input मा जिनर डायोडको भोल्टजलाई Reference Voltage रुपमा जोडिएको छ र Non-Inverting Input मा Battery को Voltage Sense गर्न Potential Divider लाई जोडिएको छ । त्यसैगरी IC 2/2 को Inverting Input मा जिनर डायोड मार्फत Reference Voltage दिइएको छ भने Non-Inverting Input मा IC 2/3 को Output जोडिएको छ । IC2/3 को Output तबसम्म High हुन्छ जबसम्म Battery को भोल्टेज करिब 11.4 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ । साथै जबसम्म IC2/3 को Output High हुन्छ MOSFET M2 ON अवस्थामा रहन्छ र लोड (चित्रमा: +L -L) ON हुन्छ अर्थात् बत्ती बलिरहन्छ । यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि High नै हुन्छ जसको फलस्वरुप Dual Lead Green and Red (एउटै LED मा दुई किसिमको बत्ती बल्ने) मध्ये सर्किटमा देखाइएको जस्तो हरियो LED- LD2 मात्र बल्दछ । जब Battery को भोल्टेज घटेर 11.4V भन्दा पनि कम हुन्छ तब IC2/3 को Output Low हुन्छ जसको फलस्वरुप MOSFET M2 OFF हुन्छ र लोडमा भोल्टेज हुँदैन । साथै यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि Low हुन जान्छ जसले गर्दा ट्रान्जिष्टर TR2 OFF हुन्छ र हरियो LED- LD2 निभ्दछ र रातो बत्ती LD3 बल्दछ । तर जब व्याट्रीको भोल्टेज करिब 12 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ IC 2/3 को Output High हुन्छ र MOSFET M2 पुनः ON हुन्छ । यहाँ 11.4 V LVD (Low Voltage Disconnection) हो भने 12 V LVR (Low Voltage Reconnection) हो । यसप्रकार LVD हुने बित्तिकै MOSFET OFF हुन्छ र LVR हुने बित्तिकै MOSFET ON हुन्छ ।

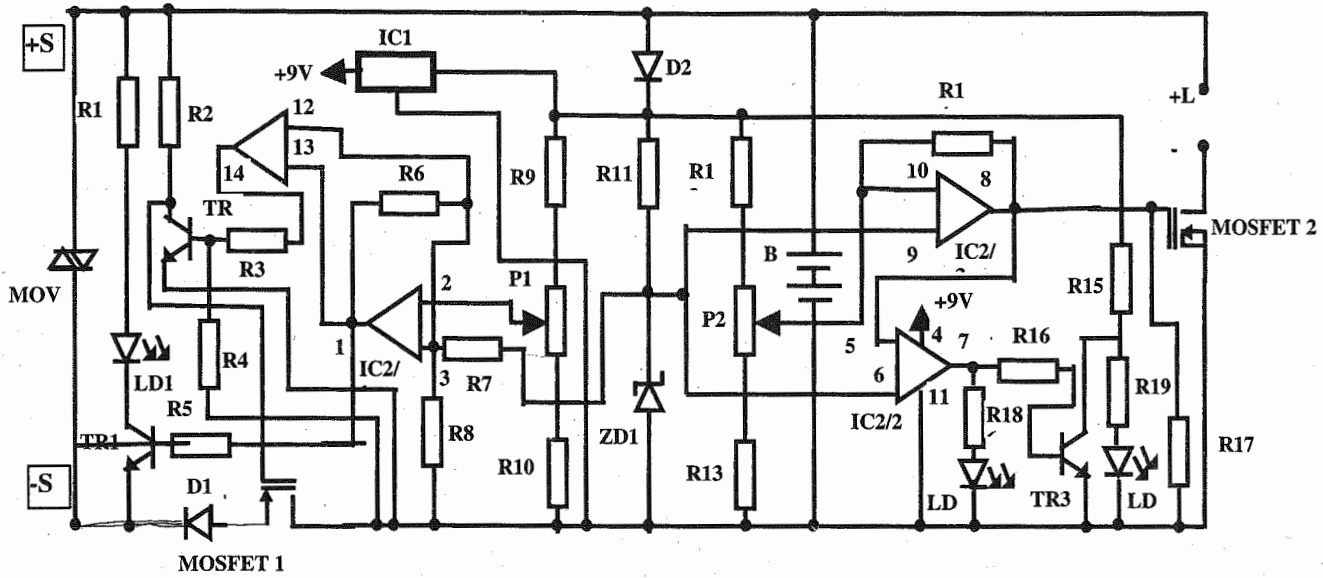


### कार्य प्रणाली (Working Principle):

यस सर्किट (चित्र नं. १.४.४)मा LM324 र LM7809 नामक दुईवटा IC हरु तथा Switching को लागि दुईवटा MOSFET हरु प्रयोग गरिएका छन् । LM324 नामक IC मा चारवटा Comparator हरु हुन्छन् । Comparator ले कुनै भोल्टेजलाई Reference Voltage संग तुलना (Compare) गरेर आउट पुट (Output) भोल्टेज उच्च (High) वा कम (Low) बनाउँदछ । LM7809 ले Voltage Regulator को काम गर्दछ र यसले स्थिर (Constant) 9 भोल्ट दिन्छ । चित्रमा IC 2/1 को Non-Inverting Input मा R7 रेजिष्टर हुदै जिनर डायोड (Zener Diode) ZD1 मार्फत Reference Voltage भोल्टेज (जुन स्थिर हुन्छ) दिइएकोछ र उक्त IC को Inverting Input चाप विभाजक (Potential Divider) (R9, P1, R10) सँग जोडिएको छ । चित्रमा देखाएजस्तै IC 2/1 को Output लाई IC 2/4 को Inverting Input मा जोडिएको छ । सर्किटमा Potential Divider लाई यसरी मिलाइएको छ कि जबसम्म व्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5V वा सो भन्दा बढी हुदैन अर्थात् जबसम्म Battery High Voltage Disconnection (HVD) मोडमा जादैन, IC2/1 को Output High हुन्छ । तर यस अवस्थामा IC2/4 को Output भने Low हुन्छ जसको फलस्वरूप ट्रान्जिष्टर TR2 OFF हुन्छ र ट्रान्जिष्टर TR1 भने ON हुन्छ र यस अवस्थामा MOSFET 1 ON भएर Battery चार्ज हुन्छ । व्याट्री चार्ज भइरहेको छ भन्ने कुरा LD1 ले देखाउँदछ । त्यस्तै गरी जब व्याट्रीको भोल्टेज 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ तब IC2/1 को भोल्टेज Low हुन्छ जसले गर्दा IC2/4 को Output High हुन्छ । यस अवस्थामा ट्रान्जिष्टर TR2 ON हुन्छ र TR1 OFF हुन्छ । जसले गर्दा MOSFET 1 OFF हुन्छ र उक्त अवस्थामा सोलार मोड्यूल र व्याट्री बीचको चार्जिङ्ग सर्किट टुट्दछ र व्याट्री ओभर चार्जिङ्ग (Over-charging) हुन पाउँदैन ।

डायोड D1 ले ब्लकिङ्ग डायोड (Blocking Diode) को काम गर्दछ । IC2/3 को Inverting Input मा जिनर डायोडको भोल्टेजलाई Reference Voltage रुपमा जोडिएको छ र Non- Inverting Input मा Battery को Voltage Sense गर्न Potential Divider (R12, P1, R13) लाई जोडिएको छ । त्यसैगरी IC 2/2 को Inverting Input मा जिनर डायोड मार्फत Reference Voltage दिइएको छ भने Non- Inverting Input मा IC 2/3 को Output जोडिएको छ । यसको Output लाई डायोड D3 र R14 मार्फत Non-Inverting Input मा फिडब्याक (Feedback) दिइएको छ । IC2/3 को Output तबसम्म High हुन्छ जबसम्म Battery को भोल्टेज करिब 11.4 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ । साथै जबसम्म IC2/3 को Output High हुन्छ MOSFET 2 ON अवस्थामा रहन्छ र लोड (चित्रमा: +L -L) अर्थात् बत्ती बलिरहन्छ । यस अवस्थामा IC 2/2 को Output पनि High हुन्छ र TR3 ON हुन्छ जसले गर्दा Dual Lead Green and Red (एउटै LED मा भोल्टेज अनुसार दुई किसिमको बत्ती बल्ने) मध्ये सर्किटमा देखाइएको जस्तो हरियो LED-LD2 बल्दछ । जब Battery को भोल्टेज घटेर 11.4V भन्दा पनि कम हुन्छ तब IC2/3 को Output Low हुन्छ जसको फलस्वरूप MOSFET 2 OFF हुन्छ । यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि Low हुन जान्छ जसले गर्दा ट्रान्जिष्टर TR3 OFF हुन्छ र रातो बत्ती LD3 बल्छ । तर जब व्याट्रीको भोल्टेज करिब 12 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ IC 2/3 को Output High हुन्छ र MOSFET 2 पुनः ON हुन्छ । यहाँ 11.4 V LVD (Low Voltage Disconnection) हो भने 12 V LVR (Low Voltage

Reconnection) हो । यसप्रकार LVD हुने बित्तिकै MOSFET OFF हुन्छ र LVR हुने बित्तिकै MOSFET ON हुन्छ ।



चित्र नं. १.४.४

#### Components Description

Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value
R1	4.7 k	R9	330 k	R17, R19, R20	10 k	LD3	Dual LED Red
R2	100 k	R10	56 k	R18	100 k	D1	SR1060
R3	22 k	R11	2.2 k	C1	100 nF	TR3	BC 547
R4	22 k	R12	39 k	P1	100 k	D2	IN4148
R5	22 k	R13	39 k	P2	20 k	TR1, TR2	BC 547
R6	2.2 M	R14	100 k	ZD1	5.6 V Zener	IC1	LM 78L09
R7	100 k	R15	10	LD1	LED Yellow	IC2	LM 324
R8	220 k	R16	10 k	LD2	Dual LED Green	M1, M2	IRF Z44N

#### D. Shunt type ON/OFF Controller

##### कार्य प्रणाली (Working Principle):

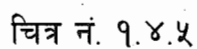
यस सर्किट(चित्र नं. १.४.५)मा पनि LM324 र LM7809 नामक दुईवटा IC हरु तथा Switching को लागि दुईवटा MOSFET हरु प्रयोग गरिएका छन् । LM7809 ले Voltage Regulator को काम गर्दछ र यसले स्थिर (Constant) 9 भोल्ट दिन्छ ।

चित्रमा IC 2/1 को Inverting Input मा जिनर डायोड ZD1 माफत Reference Voltage भोल्टेज (जुन स्थिर हुन्छ) दिइएको छ र उक्त IC को अर्को Input अर्थात्

Non-Inverting Input चाप विभाजक (Potential Divider) (R7, P1, R9) सँग जोडिएको छ । यस IC2/1 को Output IC2/4 को Non-Inverting Input मा जोडिएको छ र यसै Input लाई R6 हुदै Potential Divider सँग जोडिएको छ । IC 2/4 को Inverting Input मा जिनर डायोड ZD1 मार्फत Reference Voltage दिइएको छ । यसको Output MOSFET M1 को Gate मा जोडिएको छ ।

सर्किटमा Potential Divider लाई यसरी मिलाइएको छ कि जबसम्म ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5V वा सो भन्दा बढी हुदैन अर्थात् जबसम्म Battery High Voltage Disconnection (HVD) मोडमा जादैन, IC2/1 को Output Low हुन्छ जसले गर्दा IC2/4 को Output पनि Low हुन्छ र MOSFET M1 OFF हुन्छ र ब्याट्री चार्जिङ हुन्छ । यस IC2/1 मा Output वाट पोजिटिभ Input मा फिडब्याक (Feedback) दिइएको छ र यसको Output तबसम्म High हुदैन जबसम्म ब्याट्रीको भोल्टेज 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुदैन । जब ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 14.5 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ तब IC2/1 को Output High हुन्छ जसले IC2/4 को Output लाई पनि High बनाउँछ र MOSFET M1 ON हुन्छ र यस अवस्थामा सोलार मोड्यूलको टर्मिनलहरु शर्ट सर्किट (Short-circuit) हुन्छन् फलस्वरूप ब्याट्री चार्जिङ बन्द हुन्छ र High Voltage Disconnection (HVD) हुन्छ र ब्याट्री ओभर चार्जिङ (Over-charging) हुन पाउँदैन । LD1 ले ब्याट्री चार्ज भइराखेको छ भन्ने देखाउँछ ।

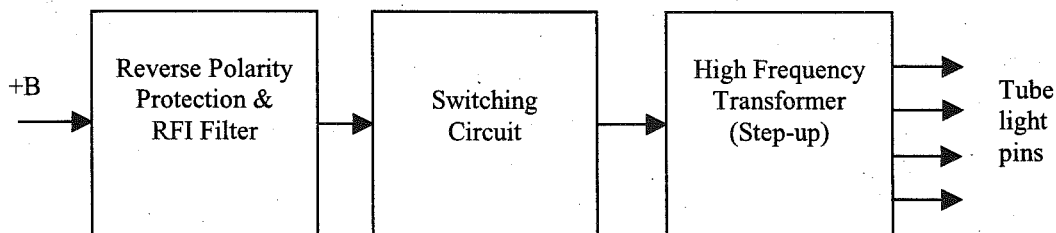
डायोड D1 ले ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) को काम गर्दछ । IC2/3 को Inverting Input मा जिनर डायोडको भोल्टजलाई Reference Voltage रुपमा जोडिएको छ र Non- Inverting Input मा Battery को Voltage Sense गर्न Potential Divider (R11, P2, R12) लाई जोडिएको छ । त्यसैगरी IC 2/2 को Inverting Input मा जिनर डायोड मार्फत Reference Voltage दिइएको छ भने Non- Inverting Input मा IC 2/3 को Output जोडिएको छ । IC2/3 को Output लाई डायोड D1 र R13 मार्फत Non-Inverting Input मा फिडब्याक (Feedback) दिइएको छ । IC2/3 को Output तबसम्म High हुन्छ जबसम्म Battery को भोल्टेज करिब 11.4 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ । साथै जबसम्म IC2/3 को Output High हुन्छ MOSFET M2 ON अवस्थामा रहन्छ र लोड (चित्रमा: +L -L) ON हुन्छ अर्थात् बत्ती बलिरहन्छ । यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि High नै हुन्छ जसको फलस्वरूप Dual Lead Green and Red (एउटै LED मा दुई किसिमको बत्ती बल्ने) मध्ये सर्किटमा देखाइएको जस्तो हरियो LED- LD2 मात्र बल्दछ । जब Battery को भोल्टेज घटेर 11.4V भन्दा पनि कम हुन्छ तब IC2/3 को Output Low हुन्छ जसको फलस्वरूप MOSFET M2 OFF हुन्छ र लोडमा भोल्टेज हुँदैन । साथै यस अवस्थामा IC2/2 को Output पनि Low हुन जान्छ जसले गर्दा ट्रान्जिष्टर TR2 OFF हुन्छ र हरियो LED- LD2 निभ्दछ र रातो बत्ती LD3 बल्दछ । तर जब ब्याट्रीको भोल्टेज करिब 12 V वा सो भन्दा बढी हुन्छ, IC 2/3 को Output High हुन्छ र MOSFET M2 पुनः ON हुन्छ । यहाँ 11.4 V LVD (Low Voltage Disconnection) हो भने 12 V LVR (Low Voltage Reconnection) हो । यसप्रकार LVD हुने बित्तिकै MOSFET OFF हुन्छ र LVR हुने बित्तिकै MOSFET ON हुन्छ ।



Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value	Componet ID	Value
R1	10 k	R9	22 k	R17, R18	10 k	LD3	Dual LED Red
R2	10	R10	4.7 k	MOV	50 V/ 6mm	D1	SR1060
R3	100 k	R11	22 k	C1	220 uF	TR3	BC 547
R4	10 k	R12	22 k	D3	1N4148	D2	IN4007
R5	10 k	R13	220 k			TR1,TR2	BC 547
R6	220 k	R14	100	ZD1	5.6 V Zener	IC1	LM 78L09
R7	22 k	R15	10 k	LD1	LED Yellow	IC2	LM 324
		R16	22 k	LD2	Dual LED Green	M1, M2	IRF Z44N

## १.५ बत्तीहरुको परिचय

सौर्य बत्तिहरु १२V डि.सी. बाट बल्ने खालका हुन्छन् । तर बजारमा पाईने FL, TL वा PL ट्यूबलाईटहरु साधारणतया २२०V ए.सी. बाट मात्र बल्ने खालका हुन्छन् । तसर्थ यी ट्यूबलाईटहरुलाई १२V डि.सी. बाट बाल्न विशेष प्रकारको ईलेक्ट्रोनिक संयन्त्रको आवश्यकता पर्दछ । यो संयन्त्रलाई प्राविधिक भाषामा बालाष्ट (Ballast) भन्ने गरिन्छ । बालाष्टले १२V डि.सी. लाई २२०V ए.सी. मा परिणत गर्दछ । बालाष्टको साधारण Block Diagram चित्र १.५.१ मा दिईएको छ ।



चित्र नं. १.५.१

Reverse Polarity Protection र Radio Frequency Interference (RFI) Filter Block मा Diode, RF Choke र Capacitor राखिएको हुन्छ । Diode ले व्याट्री उल्टो जोड्दा Ballast को अन्य भागमा Supply जानबाट रोक्दछ र Ballast लाई बचाउँछ । RF Choke र Capacitor ले Ballast मा उत्पन्न हुने High Frequency Interference लाई बाहिरी परिपथमा जानबाट रोक्दछ ।

Switching Circuit ले १२V डि.सी. लाई २० देखि ३० Kilo Hertz (kHz) को ए.सी. मा परिणत गर्दछ । साधारणतया यो कार्य ट्रान्जिस्टर (Transistor) ले गर्दछ । यो ए.सी. को मान पनि करिब १२V जति नै हुन्छ । यसरी परिणत गरिएको ए.सी. लाई High Frequency Transformer ले २२०V वा सो भन्दा बढि ए.सी. मा Step-up गर्दछ ।

१२ भोल्ट DC बाट बल्ने बत्तीको Specification तालिका नं. १.५.१ मा उल्लेख गरिएअनुसार हुन सक्दछ ।

तालिका नं. १.५.१

<b>Electrical Specification Model ABC</b>	
Nominal operating voltage	12 Volts
Input Voltage Range	10 to 15 Volts
Frequency of Inverter	20 to 35 kHz
Wave shape of Inverter	Quasi Sine Wave
CFL 9 W lamp output	600 Lumen
Efficiency	More than 80%
Idle Current Consumption	Neglisible

<b>Physical Parameters</b>	
Length	200 mm
Width	80 mm
Height	100 mm
Weight	500 gm

### Normal Operating Voltage

दिइएको बत्ती १२ भोल्टमा काम गर्दछ भनी जनाउँदछ ।

### Input Voltage Range

बत्ती बल्नको लागि चाहिने भोल्टेज १० देखि १५ भोल्ट सम्म भएपनि बत्ती बल्दछ भनी जनाउँदछ । कम्पनी अनुसार Input Voltage Range फरक पर्न सक्दछ । यो Range जति धेरै भयो त्यतिनै राम्रो ठान्नु पर्दछ ।

### Wave Shape of Inverter / Ballast

यस बत्तीमा जडान भएको बालाष्टले निकाल्ने Wave Shape झण्डै Sine Wave जस्तै छ भन्ने जनाउँदछ । बत्तीको उत्पादक अनुसार Wave shape फरक पर्दछ ।

### Lamp Output

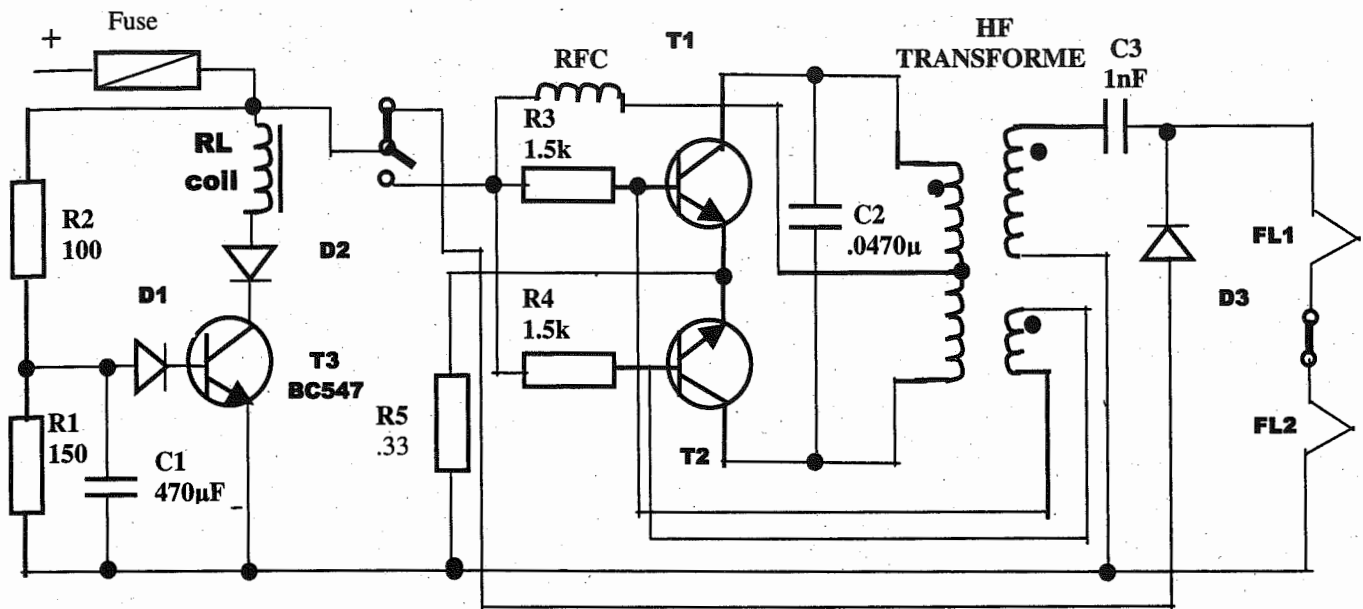
यसले बत्तीले दिने प्रकाशको Intensity जनाउँदछ । जति Lumen को Value बढी भयो त्यतिनै प्रकाशको Intensity बढी हुन्छ ।

तलका परिच्छेदहरूमा दुई किसिमका (with pre-heating and without pre-heating) बालाष्टहरूको सर्किट डायग्राम तथा कार्यविवरण दिइएको छ ।

### A. Balast with pre-heating

यस सर्किट (चित्र नं. १.५.२) मा Preheating Function लाई रिले (Relay) को माध्यमबाट समावेश गरिएको छ । यस सर्किटको बालाष्ट (Ballast) Self-oscillating Push Pull प्रविधिबाट बनाइएको छ । Transistor -T3, Relay, रेजिष्टेन्स R2, R1 र Capacitor C1 ले 2-3 seconds जतिको Preheating को समय दिन्छ ।

Self-oscillating Push Pull Circuit मा R3, R4, R5, T1, T2, C2, HF Transformer को Primary Winding र Feed back Winding को प्रयोग भएको छ । जसले करिब 50 kHz को आवृत्ति (Frequency) भएको Alternating Current उत्पादन गर्दछ ।



चित्र नं. १.५.२

### Components Details

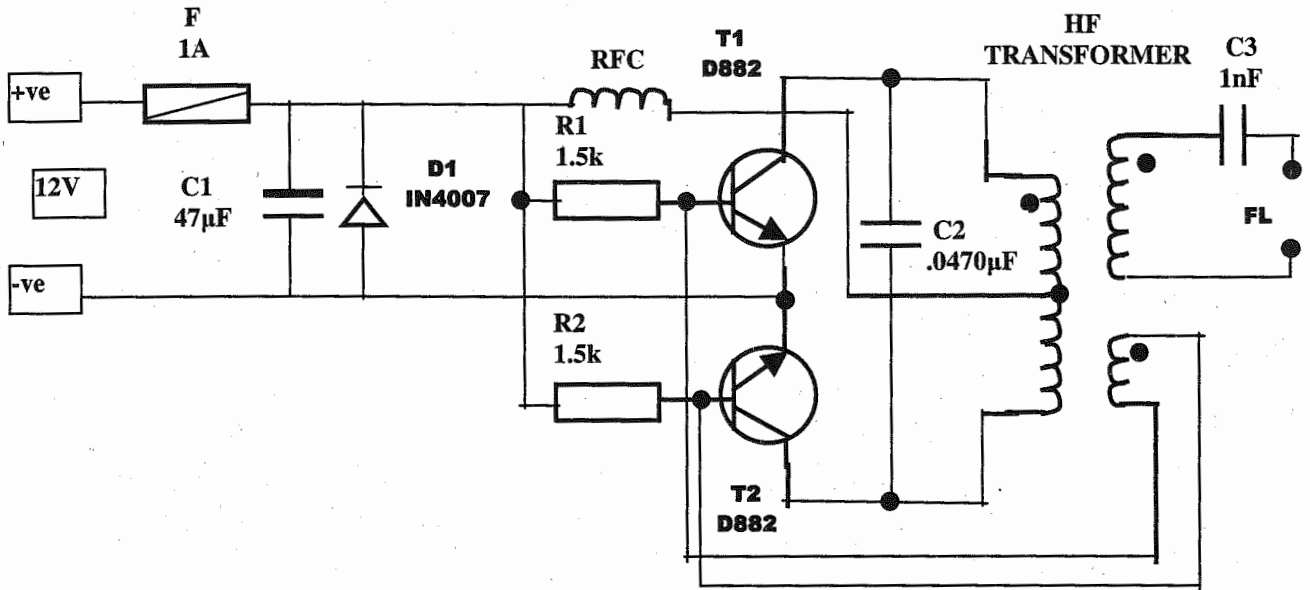
Component ID	Part No/ Order code
D1, D2, D3	1N4001
T1, T2	D882
T3	BC547
C1	470 mF
C2	0.047 mF
C3	1 nF
RLY	12 V
RFC	5 mm ferrite core 25 mm long; 100 uH
HF Transformer*	Core EE 25/13/7 (See details below)
Lamp	Compact fluorescent lamp 4 pin, 7 W
R1, R2	150 Ohm, 1/4 W
R3	1.5 k, 1/2 W
R4	1.5 k, 1/2 W
Fuse	1 A

### Transformer Details

Pin No.	Pin No.	Turns	Wire
1	2	12T	25 SWG
2	3	12T	25 SWG
5	4	4T	33 SWG
6	7	250T	33 SWG

## B. Balast without pre-heating

यसमा प्रयुक्त (चित्र नं. १.५.३) D1 ले Series Fuse संग मिलेर Reverse Polarity Protection को कार्य गर्दछ। यो सर्किट पनि पहिलेको जस्तै Self-oscillating Push Pull Circuit को सिद्धान्तमा आधारित छ। जस अनुसार दुईवटा ट्रान्जिष्टरहरू मध्ये T1 ले AC को एउटा Half Cycle मा (धनात्मक) ON हुने कार्य गर्दछ र T2 ले AC को अर्को Half Cycle (ऋणात्मक) मा ON हुने कार्य गर्दछ। यसमा C3 ले Tube मा जाने AC लाई  $90^\circ$  Out of Phase बनाउने कार्य गर्दछ।



चित्र नं. १.५.३

### Components Details

S.N.	Component ID	Part No/ Order code
1	D1	1N4007
2	T1, T2	D882 TO-220 heat sink
3	C1	47 uF
4	C2	0.047 uF
5	C3	1 nF
6	RFC	100 uH
7	HF Transformer*	Core EE 25/13/7 (See details below)
8	Fuse	1 A
9	Lamp	Compact fluorescent lamp 4 pin, 7 W
10	R1, R2	1.5 k, 1/2 W

### Transformer

Primary turn T1 = 10+10 (24 SWG)

Secondary turn T2 = 260 (30 SWG)

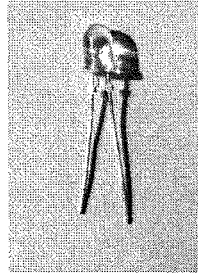
Feedback turn Tf = 4 (30 SWG)

Air gap at the central limb = 1 mm



## White Light Emitting Diode (WLED) बत्तिहरू

बिगतका केही वर्षहरूदेखि नितान्त नयाँ प्रकारका बत्तिहरूको विकास र प्रयोग बढ्न थालेको छ । यी बत्तिहरूलाई ह्वाइट लाइट इमिटिङ डायोड भनिन्छ (चित्र नं. १.५.४) । WLED साधारण सुचक बत्ति LED जस्तै हो तर यसले दिने प्रकाश सेतो रङको हुन्छ । साधारण LED (रातो, हरियो वा पहेँलो प्रकाश दिने) सिलिकन अर्ध सुचालकमा ग्यालियम (Gallium) वा फोस्फोरस (Phosphorous) मिसाएर बनाइएको हुन्छ भने WLED मा ग्यालियम नाइट्राइड (GaN) वा इन्डियम ग्यालियम नाइट्राइड (InGaN) मिसाइएको हुन्छ ।

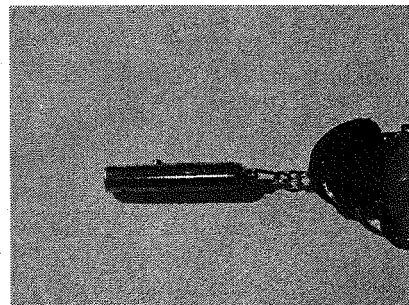
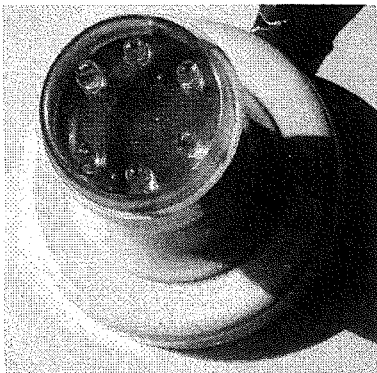


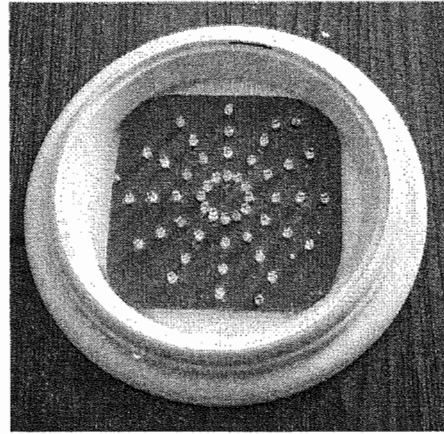
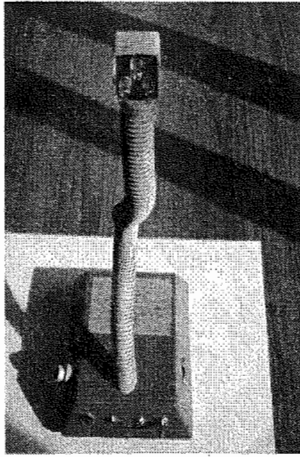
चित्र नं. १.५.४

एउटा WLED लाई बाल्न ३.६V DC चाहिन्छ र यसले करिब २५ मिलिएम्पियर (mA) जतिमात्र करेन्ट खपत गर्दछ । तसर्थ एउटा WLED बाल्न करिब १०० मिलिवाट (mW) शक्ति भए पुग्दछ । हाल बजारमा पाइने WLED ले १० क्यान्डेला (Candela-Cd) बराबरको प्रकाश दिनसक्छ ।

WLED हरू अत्यन्तै टिकाउ हुन्छन् । उत्पादकहरूको दाबी अनुसार WLED एकसय हजार घण्टासम्म बल्न सक्दछन् । अर्थात् दैनिक ३ घण्टामात्र बाल्ने हो भने यी चिमहरू झण्डै ९० वर्षसम्म जल्दैनन् । यिनीहरू अत्यन्तै बलिया हुन्छन्, बलजफ्ती नफुटाएसम्म यिनीहरू साधारण धक्काबाट फुट्दैनन् ।

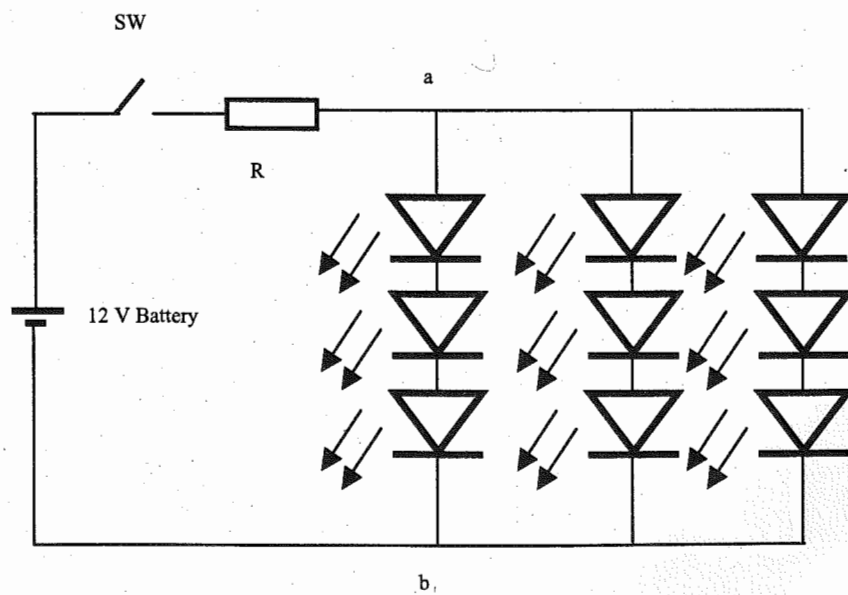
एउटा मात्रै WLED राखेर बत्ति बनाउँदा प्रकाश कम हुने भएकोले ३, ६, ९, १२ वा सोभन्दा बढी (तर ३ ले भागजाने) चिमहरू राखी बत्ति बनाइन्छ (चित्रहरू १.५.५) ।





चित्रहरु १.५.५

WLED प्रयोग गरी बनाइने बत्तिहरुको नमुना सर्किट डायग्राम तल (चित्र नं. १.५.६) मा दिइएको छ ।

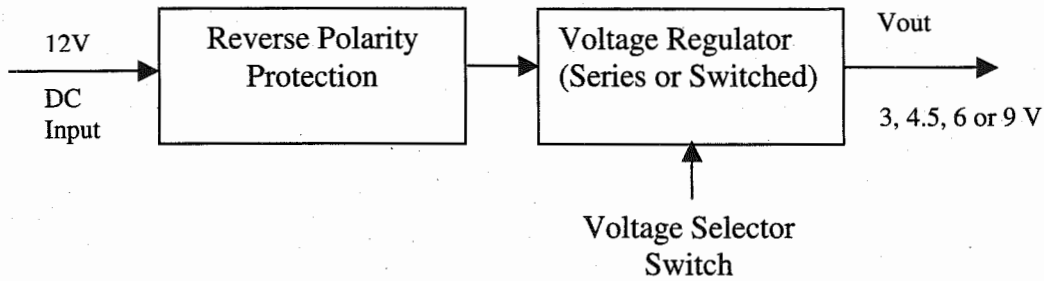


चित्र नं. १.५.६

माथी दिइएको डायग्राममा R को मान WLED को संख्यामा निर्भर गर्दछ ।

## १.६ डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर (DC/DC Converter) को परिचय

डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको काम १२V डि.सी. लाई त्यो भन्दा कम मानको अन्य डि.सी. भोल्टमा परिणत गर्नु हो । यो सौर्य बिद्युत जडान भएको स्थानमा रेडियो/क्यासेट ईत्यादि चलाउन आवश्यक पर्दछ । साधारणतया रेडियो/क्यासेटहरु ३V, ४.५V, ६V वा ९V डि.सी. बाट चल्ने हुन्छन् । तसर्थ १२V डि.सी. बाट उपयुक्त भोल्टेजहरु निकाल्न डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको आवश्यकता हुन्छ । तल चित्र १.६.१ मा डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको Block Diagram देखाईएको छ ।



चित्र नं. १.६.१

Reverse Polarity Protection Block मा साधारणतया एउटा Diode वा Bridge Block मा राखिएको हुन्छ । Voltage Regulator Block मा कि त Output Selectable (Adjustable) Series Regulator वा IC based switched regulator राखिएको हुन्छ । Series Regulator मा input को १२V DC लाई सोभै आवश्यक कम भोल्टको DC मा परिणत गर्दछ । कति भोल्ट Output मा निकाल्ने हो सो Selector Switch को Position मा भर पर्दछ । Switched Regulator को प्रयोग भएको अवस्थामा १२V DC लाई पहिले आवश्यक AC मा परिणत गरिन्छ र त्यसपछि सो AC लाई Rectify गरी DC मा परिणत गरिन्छ ।

डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको Specification तालिका नं. १.६.१ मा दिएअनुसार हुनसक्दछ।

तालिका नं. १.६.१

TECHNICAL SPECIFICATION <i>Converter Model 12 XYZ</i>	
<i>Electrical Characteristics at 25<sup>0</sup> C</i>	
Rated Input Voltage [V]	12
Rated Load Current [mA]	2000
Rated Output Voltage (selectable) [V]	3, 4.5, 6 and 9
Conversion Efficiency (@ 100 mA load)	71.5
Dimensions [mm]	100 x 77 x 38
Weight [gm]	260

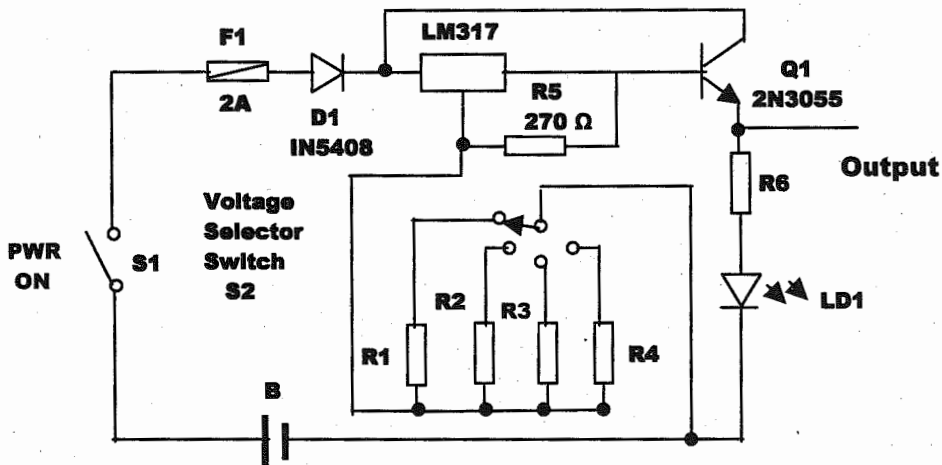
### Rated Load Current

डि.सी./डि.सी. कन्वर्टर मार्फत प्रवाह गर्न सकिने अधिकतम करेण्ट हो । यहाँ अधिकतम करेण्ट 2A देखाईएको छ ।

### Rated Output Voltage (Selectable)

डि.सी./डि.सी. कन्वर्टरले दिनसक्ने भोल्टेज रेञ्ज हो । जस्तै: यहाँ १२ भोल्ट Input मा दिएमा स्वीचको पोजिसन मिलाएर Output मा ३, ४.५, ६ वा ९ भोल्ट निकाल्न सकिन्छ।

तलको परिच्छेदमा साधारण Series Regulator type DC/DC Converter को सर्किट डायग्राम (चित्र नं. १.६.२) तथा कार्यविवरण दिइएको छ ।



चित्र नं. १.६.२

### Components Details

S.N.	Name ID	Description	Order codes
1	IC1	Voltage Regulator IC	LM 317 TO 220 Plastic Package
2	D1	Junction Diode	1N 5408
3	R1	Resistor	470 $\Omega$ ¼ Watt
4	R2	Resistor	680 $\Omega$ ¼ Watt
5	R3	Resistor	1.2 k $\Omega$ ¼ Watt
6	R4	Resistor	1.8 k $\Omega$ ¼ Watt
7	R5	Resistor	270 $\Omega$ ¼ Watt
8	R6	Resistor	4.7 k $\Omega$ ¼ Watt
9	Q1	Transistor	2N3055 in heat sink
10	LD1	Indicator	LED (Red or Yellow)
11	SW1	Switch	Push to On switch
12	SW2	Selector switch	Four pole selector switch
13	F1	Fuse	2 A, Glass fuse

यसमा प्रयोग गरिएको IC1 (LM 317) भेरिएबल भोल्टेज (Variable Voltage) रेगुलेटर हो । यसमा 12 भोल्ट Input दिइन्छ र 9, 6, 4.5 र 3V भोल्ट Output निकालिन्छ। यसमा प्रयोग गरिएको R1 – R4 रेजिष्टेन्सहरूले भोल्टेज छनौट गर्ने कार्य गर्दछन् । उक्त रेजिष्टेन्सहरू मध्ये कुनै एक मात्र कुनै एक समयमा LM 317 को खुट्टामा Selector Switch को माध्यमले जोडिएको हुन्छ ।

## १.७ डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको परिचय

सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग गर्न सकिने कतिपय उपकरणहरू संचालन गर्न ए.सी (AC) भोल्टेज आवश्यक पर्दछ । घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा AC भोल्टेजबाट संचालन गर्नुपर्ने उपकरणमा रंगिन टेलिभिजन पर्न आउँछ । यस्ता उपकरणहरू संचालन गर्न DC/AC इन्भर्टरको आवश्यकता पर्दछ । इन्भर्टरले ब्याट्रीको डि.सी. भोल्टेजलाई उपकरण संचालन गर्न आवश्यक ए.सी. भोल्टेज (साधारणतया २२०V) मा परिणत गर्दछ ।

इन्भर्टरका पारामिटरहरूमा Input DC Voltage, Output AC Voltage, Wave form of the Voltage, Frequency ईत्यादि हुन । यी पारामिटरहरू इन्भर्टर बनाउने कम्पनीले दिएको हुन्छ । इन्भर्टरको Wave form – Sine wave, Modified sinewave वा Square wave हुनसक्दछ । इन्भर्टरको शक्ति भोल्ट-एम्पिएर (VA) मा दिइएको हुन्छ । Load को शक्ति भन्दा इन्भर्टरको शक्ति बढी हुनुपर्दछ । इन्भर्टरको शक्ति यसको Efficiency र Power factor मा निर्भर गर्दछ । साधारणतया इन्भर्टरको शक्ति निम्नानुसार निकाल्न सकिन्छ ।

$$P_{\text{inverter}} = \frac{P_{\text{load}}}{\text{PF} \times \text{Efficiency}} \quad (\text{सूत्र १.७.१})$$

यहाँ,

$P_{\text{inverter}}$	=	इन्भर्टरले दिनुपर्ने शक्ति (VA मा)
$P_{\text{load}}$	=	लोडले लिने शक्ति (Watt मा)
PF	=	लोडको Power factor
Efficiency	=	इन्भर्टरको Efficiency

डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको Specification तालिका नं. १.७.१ मा दिएअनुसार हुनसक्दछ ।

### तालिका नं. १.७.१

Supply input voltage	:	12V / 24V DC
Output voltage	:	220V AC (Measured with True RMS meter)
Output waveform	:	Square wave
Control technique	:	Pulse Width modulation (PWM)
Cooling	:	Natural convention
Capacity	:	500W
Free load current	:	0.2 to 0.4A
Output voltage variation on full load	:	5% max (to be measured with true RMS meter)
Max allowable surge	:	100% for 1 Sec

Protection provided	:	Over current
		1) Electronic re-settable over current protection
		2) DC fuse for excessive high current
Panel indication provided	:	Battery deep discharge
	:	Inverter working
	:	Low battery
	:	Excess load
Audio indication	:	Intermittent beep on LOW BATTERY (Speeding Beep)
	:	Intermittent beep on overload

तालिका १.७.१ मा उल्लेखित मुख्य पारामिटरहरुको छोटकरी परिचय तल दिइएको छ ।

### Output Waveform

Output Waveform भन्नाले इन्भर्टरको Output मा उपलब्ध हुने भोल्टेज वा करेन्टको आकारलाई जनाउँदछ । साधारणतया विद्युत प्राधिकरणको प्रसारणबाट प्राप्त हुने भोल्टेजको आकारलाई Sinewave भनिन्छ । इन्भर्टरले उत्पादन गर्ने भोल्टेजको आकार पनि Sine wave, Square wave वा Modified sinewave हुन सक्दछ ।

### Free Load Current

यसले लोड नजोड्दा इन्भर्टरमा बग्ने वा इन्भर्टरले खपत गर्ने करेन्ट जनाउँदछ । यसको मान जति कम भयो त्यतिनै राम्रो हुन्छ ।

### Maximum Allowable Surge for 1 Second

साधारणतया इन्भर्टरले खप्न सक्ने करेन्ट भन्दा बढी र १ सेकेण्ड सम्ममा (स्वीच ON गर्दा) खप्न सक्ने अधिकतम पावर क्षमता हो । अर्थात इन्भर्टरको क्षमता अधिकतम ५०० वाट भएपनि १ सेकेण्ड सम्म १,००० वाटको लोड दिएपनि इन्भर्टर बिग्रदैन । यो मान रंगिन टेलिभिजन, मोटर, रेफ्रिजरेटर आदि संचालन गर्दा महत्वपूर्ण हुन जान्छ ।

### Protection

इन्भर्टरले खप्ने अधिकतम करेन्ट भन्दा बढी करेन्ट बगेमा इन्भर्टर स्वतः बन्द हुन्छ जुन resettable स्वीचबाट पुनः ON गर्न सकिन्छ ।

### Audio Indication

ब्याट्रीको भोल्टेज normal value भन्दा कम भएमा छिटो छिटो आवाज (Speeding beep) आउँदछ । त्यस्तै लोड बढी भएमा Intermittent आवाज (beep) आउँदछ ।

१.८ नमुना प्रश्नहरू (सैद्धान्तिक)

१. शक्तिको एकाई ..... हो ।  
(क) एम्पीयर (ख) भोल्ट (ग) वाट (घ) एम्पीयर-आवर
२. नेपालको लागि Peak sun ..... बराबर माने हुन्छ ।  
(क) १००० (ख) ४.५ देखि ५.५ (ग) १० भन्दा बढी (घ) एकभन्दा कम
३. सौर्य मोड्यूल ..... वाट बनेको हुन्छ ।  
(क) धातु (ख) अर्ध सुचालक (ग) रबर (घ) शिशा
४. सौर्य मोड्यूलले दिने  $I_{mp} = 2.5A$  र  $V_{mp} = 18V$  छ भने मोड्यूलको क्षमता (Wp) ..... हुन्छ ।  
(क) 18 watt (ख) 2.5 watt (ग) 36 watt (घ) 45 watt
५. ब्याट्रीको क्षमता के मा नापिन्छ ?  
क) वाट (Watt) ख) वाट-आवर (Watt-hr)  
ग) ऐम्पिएर (Ampere) घ) ऐम्पिएर-आवर (Ampere-hr)
६. डिस्चार्ज भएको ब्याट्रीको भोल्टेज कति हुन्छ ?  
क) १४ भोल्ट ख) ११.० भोल्ट भन्दा कम ग) १२.६ भोल्ट भन्दा बढि
७. राम्रो चार्ज भएको ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी कुन रेन्जमा पर्दछ ?  
क) १.१५० ख) १.२०० ग) १.२५० ३) १.५००
८. ब्याट्री वाटर (Battery Water) को सट्टामा कुन पानी प्रयोग गर्न ठीक हुन्छ ?  
क) धाराको पानी ख) कुँवाको पानी ग) खोलाको पानी  
घ) डिस्टिल्ड वा डि-आयो नाइज्ड पानी
९. डिस्चार्ज भएको ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी कति हुन्छ ?  
क) १.२८० ख) १.१०० ग) १.४००
१०. चार्ज कन्ट्रोलरको काम ..... लाई बचाउनु हो ।  
(क) मोड्यूल (ख) बत्ति (ग) ब्याट्री (घ) मान्छे
११. PWM भन्नाले .....  
(क) Power wave modulation (ख) Pulse width modulation  
(ग) Power watt maximum (घ) Phase width modulation
१२. राम्रोसंग घामलाग्दा पनि ब्याट्री चार्ज भएन भने ..... बिग्रेको हुनसक्छ ।  
(क) बत्ति (ख) मोड्यूल (ग) मोड्यूल वा चार्ज कन्ट्रोलर (घ) सबै
१३. चार्ज कन्ट्रोलर भित्रको MOSFET जलेको रहेछ भने त्यसलाई ..... पर्दछ ।  
(क) बनाउनु (ख) फेर्नु (ग) तताउनु (घ) भिके पुग्छ

१४. सौर्य प्रणालीमा प्रयोग हुने TL वा PL चिमहरु .... वाट बाल्दछन् ।  
 (क) 12V DC (ख) AC (ग) DC/AC दुवै (घ) कुनै पनि होइन
१५. बालाष्टको काम  
 (क) AC लाई DC मा परिणत गर्नु (ख) DC लाई DC मा परिणत गर्नु  
 (ग) DC लाई AC मा परिणत गर्नु (घ) AC लाई AC मा परिणत गर्नु
१६. बालाष्टभित्र प्रयोग भएको ट्रान्सफर्मरको काम ..... हो ।  
 (क) DC लाई AC मा परिणत गर्नु  
 (ख) सानो AC लाई ठूलो मानको AC मा परिणत गर्नु  
 (ग) सानो DC लाई ठूलो मानको DC मा परिणत गर्नु  
 (घ) ठूलो मानको AC लाई सानो AC मा परिणत गर्नु
१७. बालाष्टमा प्रयोग भएको ट्रान्जिष्टरको काम ..... हो ।  
 (क) DC लाई AC मा परिणत गर्नु  
 (ख) सानो AC लाई ठूलो मानको AC मा परिणत गर्नु  
 (ग) सानो DC लाई ठूलो मानको DC मा परिणत गर्नु  
 (घ) ठूलो मानको AC लाई सानो AC मा परिणत गर्नु
१८. इन्भर्टरको क्षमतालाई ..... मा जनाइन्छ ।  
 (क) Watt (ख) VA (ग) Ah (घ) Watt-peak
१९. १२V को ब्याट्रीबाट ६V को क्यासेटप्लेयर बजाउन ..... को आवश्यकता पर्दछ ।  
 (क) इन्भर्टर (ख) बालाष्ट (ग) चार्ज कन्ट्रोलर (घ) डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर
२०. सौर्य मोड्यूल देखि चार्ज कन्ट्रोलर सम्मको तार ..... हुनुपर्दछ ।  
 (क) सकेसम्म लामो (ख) UV बचावट भएको  
 (ग) सकेसम्म मसिनो (घ) माथीको सबै



## २. ग्राहकको आवश्यकता अनुसार घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन

पाठ्यांशको उद्देश्य: यो पाठ्यांशको अन्त्यमा तालिमहरुले ग्राहकको आवश्यकता अनुसारको घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली डिजाइन गर्न सक्नेछन् ।

कार्य विवरण: घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन गर्ने ।

सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरु:

- १) घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको प्रयोगकर्ताको आवश्यकता वारे मौखिक वा लिखित निर्देशन प्राप्त गर्ने ।
- २) जडान हुने ठाउँको भौगोलिक जानकारी लिने ।
- ३) सौर्य मोड्यूल, चार्ज कन्ट्रोलर, ब्याट्री र तारहरुको क्षमता तथा साईजको हिसाब गर्ने ।

समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - ४९५ मिनेट

आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा

आवश्यक सामग्रीहरु: १) क्यालकुलेटर  
२) सौर्य मोड्यूल, ब्याट्री, चार्ज कन्ट्रोलर, तारको साईज सम्बन्धि क्याटालगहरु

पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरु	समयावधी
२.१	ग्राहकको आवश्यकता अनुसार घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन गर्ने तरिका	ब्याख्या, उदाहरण	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, क्याटालग देखाउने, उदाहरणहरु गरेर देखाउने, प्रशिक्षार्थीहरु आफैले पनि हिसाब गर्ने	कक्षाकोठा	३६० मिनेट (सै.)
२.२/ २.३	परिक्षा		प्रशिक्षार्थीहरुले सैद्धान्तिक प्रश्नहरुको जवाफ लिखित दिने	” र क्यालकुलेटर	१३५ मिनेट (सै.)

## २.१ ग्राहकको आवश्यकता अनुसार घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइन

ग्राहकसंग बिजुली बत्ती, रेडियो र टेलिभिजन सम्बन्धि विस्तृत विवरण लिईसकेपछि मात्र घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको डिजाइनसित सम्बन्धित हिसाब गर्नु पर्दछ । उदाहरणको लागि कुनै ग्राहकले निम्न बमोजिमको विवरण दिएको छ (तालिका नं. २.१) ।

तालिका नं. २.१

विवरण	संख्या	पावर (Watt)	दैनिक प्रयोगमा ल्याइने समय घण्टामा (Hours)	कैफियत
बिजुली बत्ती	१	१०	३	बैठक कोठामा
„	१	७	३	भान्सा कोठामा
„	१	५	१	सुत्ने कोठामा
रेडियो	१	३	३	बैठक कोठामा
टेलिभिजन (श्याम/स्वेत)	१	१५	२	बैठक कोठामा
जम्मा		४८		

तालिका नं. २.१ मा दिइएका विद्युतिय उपकरणहरूलाई उल्लेखित समयावधि प्रयोग गर्न आवश्यक दैनिक ऊर्जा निम्न अनुसारको कार्यविधि अपनाई निकाल्नु पर्दछ ।

### बिजुली बत्तीको लागि चाहिने ऊर्जा

हरेक बत्तिले खपत गर्ने ऊर्जा हिसाब गर्न बत्तिको शक्तिलाई त्यो बत्ति प्रयोग गर्ने घण्टाले गुणना गर्नु पर्दछ-

$$E_L = P_L H_L \quad \text{..... (सूत्र नं. २.१)}$$

यहाँ,

- $E_L$  - बिजुलीले खपत गर्ने ऊर्जा (Watt-Hours)
- $P_L$  - दिइएको बिजुली बत्तीको शक्ति/पावर (Watts)
- $H_L$  - दिइएको बिजुली बत्ती बल्ने दैनिक समय (hours)

उदाहरणको लागि तालिका नं. २.१ मा उल्लेखित पहिलो १० Watt को बत्ति दैनिक ३ घण्टा प्रयोग गर्दा जम्मा  $E_L = 10 \times 3 = 30$  Watt hour ऊर्जा खपत हुन्छ ।

एवम् प्रकारले सबै बत्तिहरूले खपत गर्ने ऊर्जाको हिसाब निकाली बत्तिहरूले खपत गर्ने कुल ऊर्जा-

$$E_{L \text{ Total}} = E_{L1} + E_{L2} + E_{L3} + \dots \quad \text{(सूत्र नं. २.२)}$$

बराबर हुन आउँछ । यस अनुरूप तालिका नं. २.१ मा दिएका बत्तिहरू उल्लेखित घण्टा सम्म बाल्न आवश्यक हुने ऊर्जा:

$$\begin{aligned}
 E_{L \text{ Total}} &= (10W \times 3 \text{ hours}) + (7W \times 3 \text{ hours}) + (5W \times 1 \text{ hour}) \\
 &= 30 \text{ Wh} + 21 \text{ Wh} + 5 \text{ Wh} \\
 &= 56 \text{ Wh} \quad \text{हुन आउँछ ।}
 \end{aligned}$$

### रेडियोकोलागि चाहिने ऊर्जा

रेडियो वा क्यासेट प्लेयर बजाउन चाहिने ऊर्जाको हिसाब पनि बत्तिलाई चाहिने ऊर्जाको हिसाब जस्तै गरी पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

$$E_R = P_R H_R \quad (\text{सुत्र नं. २.३})$$

यहाँ,

- $E_R$  - रेडियो बजाउन आवश्यक पर्ने दैनिक ऊर्जा (Watt-hour)
- $P_R$  - रेडियोले खपत गर्ने शक्ति (Watt)
- $H_R$  - रेडियो बजाउने दैनिक औसत समय (hours)

तालिका २.१ मा उल्लेखित रेडियो बजाउन आवश्यक ऊर्जा सुत्र नं. २.३ अनुसार -

$$E_R = 3 \text{ Watt} \times 3 \text{ hours} = 9 \text{ Watt-hour} \quad \text{हुन आउँछ ।}$$

यदि एकभन्दा बढि रेडियो प्रयोगमा ल्याइन्छ भने कुल ऊर्जा निम्न सुत्र अनुसार हिसाब गर्नु पर्दछ ।

$$E_{R \text{ Total}} = E_{R1} + E_{R2} + \dots \quad (\text{सुत्र नं. २.४})$$

साधारणतया रेडियो वा क्यासेट प्लेयरले खपत गर्ने शक्ति साना रेडियो वा क्यासेट प्लेयरमा उल्लेख भएको हुँदैन । यस्तो अवस्थामा रेडियोको साइज, ब्याट्रीको किसिम (सानो पेनटर्च ब्याट्री वा ठूलो टर्चलाईट ब्याट्री) र ब्याट्रीको संख्या हेरी खपत गर्ने शक्ति ३ देखि ५ watt सम्म अनुमान गर्न सकिन्छ। ठूला रेडियो/ क्यासेट प्लेयरमा शक्ति उल्लेख गरिएको हुन्छ । सोभै शक्ति उल्लेख नभएको अवस्थामा संचालन गर्न आवश्यक भोल्ट र खपत हुने करेन्ट उल्लेख गरिएको हुन्छ। यि दुई अंकलाई गुणन गरी शक्ति पत्ता लगाउन सकिन्छ । उदाहरणका लागि कुनै रेडियो/ क्यासेट प्लेयरको पछाडी 9V DC, 1A लेखिएको छ भने त्यसले प्रयोग गर्ने शक्ति  $9V \times 1A = 9 \text{ watt}$  हुन्छ ।

### टेलिभिजनको लागि चाहिने ऊर्जा

टेलिभिजन चलाउन आवश्यक ऊर्जाको हिसाब पनि रेडियोको जस्तै सुत्र प्रयोग गरी पत्ता लगाउन सकिन्छ ।

$$E_T = P_T \times H_T \quad (\text{सुत्र नं. २.५})$$

यहाँ,

- $E_T$  - टेलिभिजनले खपत गर्ने ऊर्जा (Watt-hours)
- $P_T$  - टेलिभिजन संचालन गर्न आवश्यक शक्ति (Watt)
- $H_T$  - टेलिभिजन हेर्ने दैनिक औसत घण्टा (hours)

तालिका २.१ मा दिइएको विवरण अनुसार टेलिभिजन संचालन गर्न आवश्यक ऊर्जा सुत्र २.५ अनुसार -

$$E_T = 15W \times 2 \text{ hours} = 30 \text{ Watt-hour} \quad \text{हुन आउँछ।}$$

यदि एकभन्दा बढि टेलिभिजन प्रयोग गरीन्छ भने प्रत्येक टेलिभिजन संचालन गर्न आवश्यक ऊर्जा निकाली ति सबैलाई जोडी कुल ऊर्जा निकाल्नु पर्दछ।

टेलिभिजन संचालन गर्न आवश्यक शक्ति साधारणतया टेलिभिजनको पछाडीको कभरमा उल्लेख गरिएको हुन्छ। यो शक्ति टेलिभिजनको किसिम (श्याम-स्वेत वा रंगिन), स्क्रिनको साइज र प्रविधि (ग्लास ट्यूब वा लिक्वीड क्रिस्टल डिस्प्ले- LCD) मा भर पर्दछ। एकै साइजको रंगिन टेलिभिजनले श्याम-स्वेतको दाँजोमा भण्डै दोब्बर भन्दा बढि शक्ति उपयोग गर्दछ। प्रविधिको हिसाबले LCD टेलिभिजनले ग्लास ट्यूब टेलिभिजन भन्दा भण्डै आधी शक्ति खपत गर्दछ।

अन्त्यमा घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको उपभोक्ताले संचालन गर्ने उपकरणहरूका लागि आवश्यक दैनिक ऊर्जा सुत्र ६ प्रयोग गरी हिसाब गर्न सकिन्छ।

$$E = E_{L \text{ Total}} + E_{R \text{ Total}} + E_T + \dots \quad (\text{सूत्र नं. २.६})$$

उदाहरणका लागि तालिका २.१ मा उल्लेखित उपकरणहरू प्रयोग गर्न आवश्यक कुल ऊर्जा

$$E = 56 \text{ Wh} + 9 \text{ Wh} + 30 \text{ Wh} = 95 \text{ Wh} \quad \text{हुन आउँछ।}$$

### सौर्य मोड्यूल छनौट गर्ने तरिका

अब सौर्य मोड्यूलको साइज निकाल्नु अघि सौर्य मोड्यूल जडान हुने ठाउँको विवरण प्राप्त गर्न अति आवश्यक छ। जस्तै: सौर्य मोड्यूल जडान हुने ठाउँमा वर्षभरीनै घाम लाग्छ, लाग्दैन; लागेमा दैनिक कति घण्टा घाम लाग्छ, कुन महिनामा सबैभन्दा बढी कति घण्टा घाम लाग्छ र कुन महिनामा सबैभन्दा कम कति घण्टा घाम लाग्दछ र सालाखाला वर्षभरीमा दैनिक औषत कति घण्टा घाम लाग्दछ भन्ने विवरण ग्राहकसंग लिनु पर्दछ। यदि ग्राहकले यो जानकारी दिन सक्दैन भने नजिकको Meterological station मा सम्पर्क राखी आवश्यक विवरण लिनु पर्दछ। यो पनि सम्भव नभएमा World Meterological Map हेरी सौर्य मोड्यूल जडान गर्ने ठाउँको insolation निकाल्नु पर्दछ। साधारणतया नेपालको लागि insolation  $4.5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$  (अर्थात पिक सन ४.५ घण्टा) लिए ठीक हुन्छ। Appendix A मा नेपालको विभिन्न ठाउँको insolation दिइएको छ।

पिक सनको मान तय भैसकेपछि सौर्य मोड्यूलले दिनुपर्ने करेन्ट ( $I_M$ ) सूत्र नं. २.७ अनुसार निकाल्न सकिन्छ।

$$I_M = \frac{E}{H_P \times B_v} \quad (\text{सूत्र नं. २.७})$$

यहाँ,

$I_M$	-	सौर्य मोड्यूलले दिनुपर्ने करेन्ट (Ampere)
$E$	-	आवश्यक चाहिने जम्मा ऊर्जा (Watt Hour)
$H_P$	-	पीक सन् (hours)
$B_V$	-	ब्याट्री भोल्टेज (Volt)

साधारणतया घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा १२ V को ब्याट्री प्रयोग हुने हुँदा सूत्र नं. २.७ मा  $B_V = 12V$  राख्नु पर्ने हुन्छ ।

सूत्र नं. २.७ अनुसार तालिका २.१ को लागि:

$$I_M = \frac{95 \text{ Watt-hours}}{4.5 \text{ Hours} \times 12V} = 1.75 \text{ Ampere}$$

यसरी  $I_M$  को मान पत्ता लगाएपछि सौर्य मोड्यूलहरुको क्याटालग हेरी रेटेड करेन्ट (Rated Current) वा करेन्ट ऐट पिक् पावर (Current at Peak Power) सूत्र २.७ अनुसार निकालिएको करेन्ट बराबर वा बढि हुने मोड्यूलको छनौट गर्नु पर्दछ ।

#### ब्याट्री छनौट गर्ने तरिका

ब्याट्रीको छनौट भन्नाले ब्याट्रीको क्षमता (Ampere-hour), ब्याट्रीको भोल्टेज (Volt) र ब्याट्रीको किसिम (साधारण ब्याट्री वा Deep cycle ब्याट्री) जनाउँछ ।

ब्याट्रीको क्षमता सूत्र नं. २.८ प्रयोग गरी हिसाब गर्न सकिन्छ ।

$$C_B = \frac{E}{\eta_B \times DOD \times B_V} \times N_A \quad (\text{सूत्र नं. २.८})$$

यहाँ,

$C_B$	-	ब्याट्रीको क्षमता (Ampere-hour वा Ah)
$E$	-	दैनिक खपत हुने जम्मा ऊर्जा (Wh)
$\eta_B$	-	ब्याट्रीको चार्जिङ इफिसियन्सी (साधारणतया ०.८ देखि ०.९५ सम्म लिने)
$B_V$	-	ब्याट्रीको भोल्टेज (Volt)
$N_A$	-	लगातार घाम नलागे पनि सौर्य विद्युत प्रणाली चलाउनु पर्ने दिन (यसलाई Autonomy Days भनिन्छ)
DOD	-	डेप्थ अफ डिस्चार्ज (Depth of Discharge)

**अटोनोमी डेज (Autonomy Days)** - यो ति दिनहरूको संख्या हो जुन बेला लगातार राम्रो घाम नलागेपनि सौर्य विद्युत प्रणालीबाट उपकरणहरू संचालन गर्न सकिन्छ। साधारण घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीका लागि  $N_A$  को मान २ वा ३ दिन लिन सकिन्छ। नेपालमा घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीका लागि  $N_A$  को मान ३ दिन लिन प्रचलन छ। यदि अतिनै संवेदनशील उपकरणहरू, जस्तै भ्याक्सीन फ्रिज, दूर संचार उपकरणहरू प्रयोगमा आउने भए  $N_A$  को मान ५-७ दिन लिन पर्दछ।  $N_A$  को मान बढे अनुसार आवश्यक ब्याट्रीको क्षमता पनि बढ्दछ।

**डेपथ अफ डिस्चार्ज (Depth of Discharge – DOD)** - यो संख्या (साधारणतया प्रतिशत) ले ब्याट्रीमा संचित ऊर्जाको कति प्रतिशत सम्म ऊर्जा दैनिक खपत गर्ने भन्ने जनाउँछ। पुरा चार्ज भएको ब्याट्रीको DOD सुन्य प्रतिशत हुन्छ। तर यस अवस्थामा ब्याट्रीको स्टेट अफ चार्ज (State of Charge – SOC) सत् प्रतिशत हुन्छ। ब्याट्रीबाट ऊर्जा प्रयोग गर्दै जाँदा SOC घट्दछ र सोही अनुपातमा DOD बढ्दछ। उदाहरणका लागि 100 Ah क्षमताको ब्याट्री पूर्णरूपमा चार्ज छ भने त्यसको SOC 100% र DOD 0% हुन्छ। यदि त्यो ब्याट्रीबाट 20 Ah ऊर्जा खपत गर्ने हो भने अब त्यसको SOC 80% र DOD 20% हुन्छ। यदि ब्याट्रीमा संचित सबै 100 Ah ऊर्जा एकै दिनमा खपत गर्ने हो भने ब्याट्री रिक्तिन्छ र उसको SOC 0% तथा DOD 100% हुन्छ।

साधारणतया ब्याट्रीमा संचित ऊर्जाको पूर्ण प्रतिशत कहिल्यै पनि खपत गर्नु हुँदैन अर्थात् SOC 0% र DOD 100% पुर्‍याउनु हुँदैन। यसो गरेमा ब्याट्रीको आयु एकदमै छोटिन्छ। दैनिक DOD जति धेरै भयो त्यहि अनुरूपमा ब्याट्रीको आयु छोटिन्छ। दैनिक अधिकतम DOD ब्याट्रीको बनावटमा पनि भर पर्दछ। गाडिमा प्रयोग हुने साधारण ब्याट्रीको अधिकतम DOD 20% जति लिँदा हुन्छ भने सौर्य बिद्युतमा प्रयोग हुने डिप साइकल (Deep cycle) ब्याट्रीहरूका लागि अधिकतम DOD 50 देखि 80% लिन सकिन्छ।

अब तालिका २.१ मा उल्लेखित उपकरणहरू प्रयोग गर्नका लागि आवश्यक ब्याट्रीको क्षमता पत्ता लगाउन  $N_A = 3$  दिन,  $\eta_B = 0.8$  र  $DOD = 50\%$  (वा 0.5) मानौं।

यस अवस्थामा सूत्र नं. २.८ अनुसार -

$$C = \frac{95Wh \times 3 \text{ days}}{0.8 \times 0.5 \times 12V} = 59.37 \text{ Ah}$$

बजारमा आफुले चाहेको मानको ब्याट्री नपाइने हुनाले माथीको उदाहरणको लागि 59.37 Ah भन्दा बढि क्षमताको निकटतम क्षमता भएको (उदाहरणका लागि 60 Ah) को ब्याट्री छनौट गर्नु पर्दछ। यस उदाहरणमा हामीले  $DOD = 50\%$  र  $B_V = 12V$  को मान प्रयोग गरेको हुनाले छानिएको ब्याट्री 12V को डिप साइकल हुनुपर्दछ।

यदि डिप साइकल ब्याट्रीको सट्टा साधारण ब्याट्री प्रयोग गर्ने हो भने  $DOD = 20\%$  (वा 0.2) मात्रै लिन पर्दछ। यस अवस्थामा माथीको उदाहरणमा ब्याट्रीको क्षमता

$$C = \frac{95 \text{ Wh} \times 3 \text{ days}}{0.8 \times 0.2 \times 12V} = 148.43 \text{ Ah}$$

हुनआउँछ ।

अर्थात हामीले 150 Ah को साधारण ब्याट्री छनौट गर्नुपर्ने हुन्छ ।

### चार्ज कन्ट्रोलर छनौट गर्ने तरिका

चार्ज कन्ट्रोलरले सौर्य मोड्यूलले दिने अधिकतम करेन्ट ( $I_{SC}$ ) र ब्याट्रीबाट लोडमा बग्ने अधिकतम करेन्ट ( $I_{L \max}$ ) लाई खप्न सक्ने हुनुपर्दछ । लोड करेन्टलाई निम्न सूत्र अनुसार हिसाब गर्न सकिन्छ :

$$I_{L \max} = \frac{P_T}{B_V} \dots\dots\dots (\text{सूत्र नं. २.९})$$

यहाँ,

- $I_{L \max}$  - ब्याट्रीबाट लोडमा बग्ने अधिकतम करेन्ट (Ampere मा)
- $B_V$  - सौर्य शक्ति संचित गर्ने ब्याट्रीको चाप (Volt मा)
- $P_T$  - जम्मा शक्ति (Watt मा)

जम्मा शक्ति ( $P_T$ ) को मान पत्ता लगाउन सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने सबै बत्ति, रेडियो, टि.भी.हरुले खपत गर्ने शक्तिलाई जोड्नु पर्दछ । उदाहरणका लागि तालिका २.१ मा उल्लेखित उपकरणहरुले खपत गर्ने जम्मा शक्ति बराबर -

$$P_T = 10 \text{ watt} + 7 \text{ watt} + 5 \text{ watt} + 3 \text{ watt} + 15 \text{ watt} = 40 \text{ watt}$$

र अधिकतम लोड करेन्ट

$$I_{L \max} = \frac{P_T}{B_V} = \frac{40 \text{ watt}}{12 \text{ V}} = 3.33 \text{ A}$$

साधारणतया चार्ज कन्ट्रोलरको करेन्ट वहन क्षमता आवश्यक  $I_{L \max}$  र  $I_{SC}$  भन्दा दुइगुणा बढी छान्न मनासिव हुन्छ । कन्ट्रोलरको भोल्टेजको सम्बन्धमा घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली जुन भोल्टेजमा काम गर्दछ त्यहि भोल्टेज नै कन्ट्रोलरको भोल्टेज हुनुपर्दछ ।

### DC/AC इन्भर्टरको छनौट गर्ने तरिका

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा Inverter हरु साधारणतया रंगिन टेलिभिजन संचालन गर्न प्रयोग गरिन्छ । यसर्थ Inverter को Input DC Voltage 12V र Output AC Voltage 220V हुनुपर्दछ । Frequency को हकमा नेपालको विद्युत प्रणालीको frequency अर्थात 50 hz हुनु पर्दछ । Waveform को हिसाबले pure sine wave भएको छान्दा उपयुक्त हुन्छ । तर यस्तो waveform भएको inverter square wave भन्दा अलि महंगो पर्न सक्दछ ।

साधारणतया inverter छनौट गर्दा  $PF = 0.8$  र efficiency बराबर  $0.8$  लिनु उपयुक्त हुन्छ ।

#### उदाहरण

मानौ 220V AC बाट चल्ने 21" को रंगिन टेलिभिजन संचालन गर्न inverter को छनौट गर्नुपर्ने आवश्यकता भयो । 21" रंगिन टेलिभिजनलाई चाहिने शक्ति टेलिभिजनको पछाडीको कभरमा साधारणतया उल्लेख गरिएको हुन्छ । मानौ यो शक्ति ( $P_{Load}$ ) 50 watt छ ।

अब inverter को क्षमता सूत्र १.७.१ अनुसार

$$P_{inverter} = \frac{50Watt}{0.8 \times 0.8} = 78 VA$$

हुनआउँछ । रंगिन टेलिभिजन स्वीच अन गर्दा सुरुमा अधिक मात्रामा शक्ति खपत गर्ने हुँदा छानीएको inverter को क्षमता सूत्र १.७.१ बाट निकालिएको मान भन्दा दुई-तिन गुणा बढि हुनु राम्रो हुन्छ । तसर्थ माथीको उदाहरणमा inverter को क्षमता २००VA छान्नु उपयुक्त हुन्छ ।

#### DC/DC कन्भर्टरको छनौट गर्ने तरिका

रेडियो, क्यासेट प्लेयर आदि साना इलेक्ट्रोनिक सामानहरु १२ भोल्ट डि.सी. भन्दा कममा पनि काम गर्ने हुन्छ । उदाहरणको लागि साना खालका रेडियोहरु ३ भोल्टले पनि चल्दछन् र यसलाई ५००mA करेण्ट भए पनि पुग्दछ भने २५ वाटको ९ भोल्टको (३A को) क्यासेट प्लेयर पनि हुनसक्दछ । त्यसैले DC/DC कन्भर्टरको छनौट गर्दा यसले दिने DC भोल्टेज र करेण्ट हेर्नु पर्दछ । भोल्टेज पुग्ने तर करेण्ट पुगेन भने, DC/DC कन्भर्टरले राम्ररी काम गर्दैन । १२ भोल्टबाट ३ भोल्ट निकाल्ने ५०० mA को DC/DC कन्भर्टर र १२ भोल्टबाट ९ भोल्ट निकाल्ने ३A को DC/DC कन्भर्टरको साईजमा र मोलमा धेरै फरक पर्ने हुन्छ । यसकारण DC/DC कन्भर्टरको साईजको छनौट गर्दा दिइएको घरमा प्रयोग हुने रेडियो/क्यासेट प्लेयरको आवश्यक भोल्टेज र करेण्टको जानकारी हुन नितान्त आवश्यक हुन्छ ।

साधारणतया छनौट गरिएको DC-DC converter को output voltage उपकरणको संचालनको लागि आवश्यक voltage बराबर हुनुपर्दछ । Current को हकमा उपकरणले खपत गर्ने current भन्दा डेढ-दुई गुणा बढि current क्षमताको converter छनौट गर्न उपयुक्त हुन्छ ।

#### स्वीचको छनौट गर्ने तरिका

स्वीचको छनौट गर्दा स्वीचबाट प्रवाह हुने करेण्ट र स्वीच गर्नुपर्ने भोल्टलाई ध्यान दिनु पर्दछ । घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा 12V DC मात्र प्रयोग हुने हुँदा सम्भव भएसम्म DC rated switch प्रयोग गर्न उपयुक्त हुन्छ ।

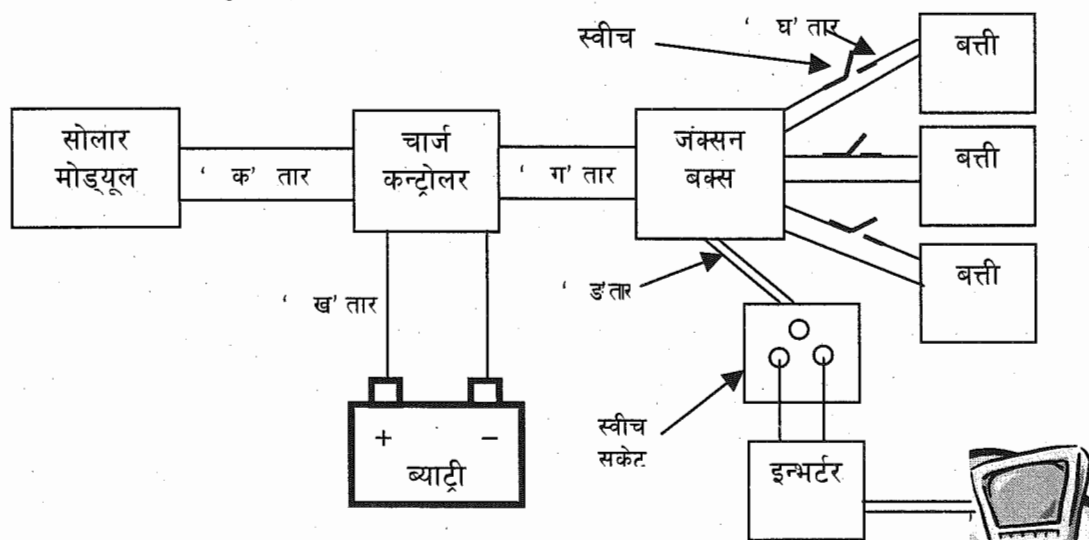


स्वीचहरु बत्तीका लागि तथा टेलिभिजन संचालन गर्ने सकेटहरुमा प्रयोग गरिन्छ । बत्तिले साधारणतया 1A भन्दा कम करेन्ट खपत गर्ने हुनाले 2A रेटिङ्गको DC स्वीच प्रयोग गर्दा उपयुक्त हुन्छ । तर नेपालको बजारमा उपयुक्त खालको DC स्वीच नपाइने हुनाले बजारमा सजिलैसंग पाइने 5A को AC स्वीच प्रयोग गर्दा पनि हुन्छ ।

टेलिभिजनका लागि स्वीच-सकेट प्रयोग गर्दा 15A रेटिङ्गको AC स्वीच-सकेट छान्नु उपयुक्त हुन्छ ।

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने तारको साईज छनोट गर्ने तरिका

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा चित्र नं. २.१ मा देखाए अनुसार ५ किसिमको तारहरुको प्रयोग भएका हुन्छन् ।



चित्र नं. २.१

सर्वप्रथम सोलार मोड्यूल देखि चार्ज कन्ट्रोलर सम्म प्रयोग गरिने तार, जसलाई ' क' तार भनौं, सकेसम्म छोटो हुनुपर्दछ । यो तार घाम पानी र सूर्यको किरणसंगै आउने "अल्ट्रा भायलेट किरणले" (Ultra Violet Rays) विगार्न नसक्ने हुनुपर्दछ । यसको लागि ' क' भन्ने तार बाहिरी खोल विशेष किसिमको हुनुपर्दछ, यस्तो तारलाई UV Protected तार भनिन्छ । ' क' तारको भित्री कन्डक्टरको मोटाई सोलार मोड्यूलले पठाउने अधिकतम विद्युत धारमा भर पर्दछ । साथै यो मोटाईले सोलार मोड्यूल देखि चार्ज कन्ट्रोलर सम्म कति विद्युत चाप (भोल्टेज) सम्म ड्रप गराउन मिल्दछ भन्ने कुरा जनाउँदछ । उदाहरणको लागि सोलार मोड्यूलले निकाल्ने अधिकतम विद्युत धार  $I_m$  छ भने १२ भोल्ट सिस्टम र  $\Delta V$  भोल्टेज ड्रपको लागि तारका साईज Standard Wire Gauge (SWG) सूत्र नं. २.१० अनुसार निकाल्न सकिन्छ ।

$$S = \frac{0.3 \times L \times I_m}{\Delta V} \dots\dots\dots (\text{सूत्र नं. २.१०})$$

यहाँ,

S - तारको साईज - Cross Sectional Area ( $\text{mm}^2$  मा)

L - सौर्य मोड्यूल देखिको चार्ज कन्ट्रोलर सम्मको तारको लम्बाई (meter मा)

$I_M$  - सौर्य मोड्यूलबाट चार्ज कन्ट्रोलर बग्ने करेण्ट (Ampere मा)

$\Delta V$  - अधिकतम स्वीकृत Voltage drop (प्रतिशतमा)

$\Delta V$  ले तारमा खपत हुने वा क्षय हुने भोल्टलाई जनाउँछ ।

उदाहरणको लागि,

$L = 3$  मिटर,  $I_M = 4A$  र  $\Delta V = 3\%$  को लागि सूत्र नं. १० अनुसार हिसाब गर्दा,

$$S = \frac{0.3 \times 3 \times 4}{3} \text{ mm}^2 = 1.2 \text{ mm}^2$$

अब,  $1.2 \text{ mm}^2$  cross sectional area को तार छनोट गर्नको लागि अनुसूची ' ग ' हेर्नु पर्दछ । यहाँ तारको साईज (ब्यास वा डायमिटरमा) Standard Wire Gauge (SWG), American Wire Gauge (AWG) र British Wire Gauge (BWG) मा दिईएको छ । उदाहरणको लागि  $S$  cross sectional area को तारको ब्यास निम्न सूत्रबाट निकाल्न सकिन्छ ।

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{अथवा,}$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

यहाँ,

$S =$  तारको क्षेत्रफल (Cross sectional area)  $\text{mm}^2$  मा

$d =$  तारको गोलाईको ब्यास (mm मा)

$\pi = 3.14$  (Constant)

जसअनुसार हिसाब गर्दा माथीको उदाहरणका लागि तारको ब्यास  $1.23 \text{ mm}$  भएकोले SWG तार नं. १८ (अनुसूची ग, IV) को छनोट हुनुपर्दछ । १८ नं. को एउटा मात्र भित्री तार भएको छनोट गर्दा तार बग्याउँदा भाचिने डर हुन्छ तसर्थ समान cross sectional area भएको मसिना तारहरूको मुठो भएको केबुल छनोट गर्न बढि उपयुक्त हुन्छ ।

माथीको उदाहरणमा १८ नं. SWG को तारको सट्टामा ७/२२ (२२ नं. SWG को ७ वटा तार भएको) को तार छनोट गर्दा कुल cross sectional area अन्दाजी  $3.57 \text{ mm}^2$  हुन आउँदछ । यो मान सुत्र २.१० अनुसार हिसाब गरिएको  $1.2 \text{ mm}^2$  भन्दा भण्डै तिनगुणा बढि छ । यदि ७/२२ को तार छनोट गरियो भने क्षय हुने भोल्ट ( $\Delta V$ ) पनि कम हुन्छ अर्थात ब्याट्रीमा बढि ऊर्जा संचित हुन पाउँछ । SWG को सट्टामा समकक्ष AWG को पनि तार छनोट गर्न सकिन्छ ।

चार्ज कन्ट्रोलर देखि ब्याट्री सम्म प्रयोग हुने तारको साईज

चित्र नं. २.१ मा देखाइए अनुसार ' ख ' तारको साईज ' क ' तारको साईज सूत्र नं. २.१० अनुसारनै निकाल्न सकिन्छ तर सो सूत्रमा  $\Delta V = 1\%$  लिनु वेश हुन्छ । ' ख ' तार घरभित्र रहने भएकोले Ultra violet rays protected हुन आवश्यक छैन । ' ख ' तारको लागि सुत्र नं. २.१० प्रयोग गर्दा  $I_M$  बराबर त्यस तारबाट बग्ने अधिकतम करेण्टलाई मान्नुपर्दछ ।

‘ ख ’ तारबाट ब्याट्री चार्ज हुँदा मोड्युलले दिने करेन्ट बढ्दछ भने बत्ति, उपकरणहरु संचालन गर्दा कुल लोड करेन्ट बढ्दछ । यसर्थ ‘ ख ’ तारको साइज छनौट गर्दा मोड्युलले दिने करेन्ट वा लोडमा जाने कुल करेन्ट मध्ये जुन बढि हुन्छ त्यसैलाई  $I_M$  मान्नु पर्दछ ।

माथीको उदाहरणमा यदि अधिकतम लोड करेन्ट 4A बराबर वा कमनै छ र चार्ज कन्ट्रोलर र ब्याट्रीको दुरी 1 meter छ भने आवश्यक तारको साइज

$$S = \frac{0.3 \times 1m \times 4A}{1} = 1.2 \text{ mm}^2$$

नै हुन आउँछ । तसर्थ तार ‘ ख ’ पनि ७/२२ कै प्रयोग गर्न सकिन्छ । यहाँ पनि याद राख्नु पर्ने एउटा कुरा के भने ब्याट्री देखि चार्ज कन्ट्रोलर सम्मको दूरी सकेसम्म कम गर्नु पर्दछ । यसो भएमा ‘ ख ’ तारमा नगण्य मात्रामा मात्र भोल्टेज ड्रप हुन्छ र ब्याट्रीमा संचित विद्युतिय शक्ति खेर जाँदैन ।

चार्ज कन्ट्रोलर देखि जंक्सन बक्स सम्म प्रयोग हुने तारको साइज

‘ ग ’ तारको साइज सूत्र नं. २.१० अनुसारनै निकाल्न सकिन्छ तर  $\Delta V = 1\%$  सम्म लिन सकिन्छ । ‘ ग ’ तारको लम्बाई पनि सकेसम्म कम हुनु पर्दछ । ‘ ग ’ तारबाट अधिकतम लोड करेन्ट मात्र बग्ने हुनाले अरु सबै मानहरु बराबर (अर्थात L र  $\Delta V$ ) हुने हो भने ‘ ग ’ तारको साइज ‘ ख ’ तारको बराबर मान्न सकिन्छ ।

जंक्सन बक्स देखि बत्ती सम्म प्रयोग हुने तारको साइज

चित्र नं. २.१ मा देखाइए अनुसारको ‘ घ ’ साइजको तार सूत्र नं. २.१० अनुसारनै निकाल्ने तर यसमा  $\Delta V = 5\%$  सम्म लिन सकिन्छ ।

जंक्सन बक्सदेखि डि.सी. स्वीच सकेट वा इन्भर्टर वा टि.भि. (श्याम-स्वेत) सम्मको तार छनौट गर्ने तरिका

चित्र २.१ मा देखाइएको ‘ ड ’ तारको छनौट गर्दा  $\Delta V = 3\%$  भन्दा कम लिनु पर्दछ । साथै यी तारका लम्बाई पनि यथासक्य छोटो गर्नु पर्दछ ।

२.२ नमुना प्रश्नहरु (सैद्धान्तिक)

कुनै उपभोक्ताले तल तालिका नं. २.२ मा दिए अनुसारको आवश्यकता जनाएको छ । यसको लागि आवश्यक घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने सौर्य मोड्युल, ब्याट्री, चार्ज कन्ट्रोलर, डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर, डि.सी./ए.सी. इन्भर्टर, तारहरुको साइज आदि सम्बन्धित Appendices हरु हेरी छनौट गर्नुस् । श्रावण महिनाको लागि पिकसन् ४ घण्टा र जेष्ठ महिनाको लागि पिकसन् ६ घण्टा लिनुस् । श्रावण महिनामा लगातार ३ दिन बदली हुने मान्नुस् । ब्याट्री छनौट गर्दा साधारण Lead Acid Battery र Deep Cycle Battery दुई अवस्थामा के हुन्छ हेर्नुस् । Lead Acid Battery को DOD बढीमा १७% र Deep Cycle Battery को DOD ६०% सम्म लिनुस् । ब्याट्रीको विद्युत चाप १२ Volt लिनुस् ।

### तालिका नं. २.२

सि. नं.	विवरण	संख्या	पावर (Watt)	दैनिक प्रयोगमा ल्याईने समय (Hours)	कैफियत
१	बिजुली बत्ती	१	१०	३	बैठक कोठा
२	बिजुली बत्ती	१	२०	४	भान्सा कोठा
३	बिजुली बत्ती	१	८	२	सुत्ने कोठा
४	बिजुली बत्ती	१	८	४	आँगन
५	रेडियो/क्यासेट प्लेयर (९ भोल्ट)	१	१०	४	बैठक कोठा
६	रंगिन टेलिभिजन	१	६०	४	बैठक कोठा
७	कम्प्युटर सिस्टम २२०V A.C.	१	१००	२	बैठक कोठा

### २.३ सीप मुल्याङ्कन

माथी २.२ अनुसारको क्षमता तथा साइजको हिसाब प्रशिक्षार्थीले गरेपछि प्रशिक्षकले निम्न बुँदाहरु अनुरूप सीपको मुल्याङ्कन गर्नुपर्दछ ।

- १) घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली (सौघप) को प्रयोग कर्ताको आवश्यकता वारे मौखिक वा लिखित निर्देशन प्राप्त गर्‍यो ।
- २) जडान हुने ठाउँको भौगोलिक जानकारी लियो ।
- ३) सौर्य मोड्यूल, चार्ज कन्ट्रोलर, ब्याट्री र तारहरुको क्षमता तथा साइजको हिसाब गर्‍यो ।

### ३. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको जाँच तथा आधारभुत पारामिटरहरुको रिकर्ड

- पाठ्याँशको उद्देश्य: यो पाठ्याँशको अन्त्यमा तालिमेहरुले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली ठीकसंग जडान भयो भएन जाँच र आवश्यक पारामिटरहरु रिकर्ड गर्न सक्नेछन्।
- कार्य विवरण: सौर्य प्रणाली ठीकसंग जडान भएको जाँच गर्ने र पारामिटरहरु रिकर्ड गर्ने।

सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरु:

- घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको प्रयोग कर्ताबाट सिकायत प्राप्त गर्ने
- सौर्य मोड्यूलको स्पेसिफिकेशन जाच गर्ने
- सौर्य मोड्यूललाई ठीकसङ्ग जडान गरिएको जाच गर्ने
- डिजिटल मिटर तथा कल्याम्प मिटरको सहायताले सौर्य मोड्यूलको भोल्टेज र करेन्ट नाप्ने र आवश्यक भएमा सौर्य मोड्यूललाई पुन जडान गर्ने
- सौर्य मोड्यूलबाट ब्याट्रीमा गएको करेन्ट नाप्ने (कल्याम्प मिटरले)
- चार्ज कन्ट्रोलरको सूचक बत्तिहरु र स्विच जाच गर्ने
- चार्ज कन्ट्रोलरको टर्मिनलहरुमा भोल्टेज नाप्ने
- बत्तिहरुको जाच गर्ने
- ब्याट्रीको ईलेक्ट्रोलाइटको लेभल नाप्ने
- ब्याट्रीको ओपन र लोड भोल्टेज नाप्ने
- ब्याट्रीको Specific Gravity नाप्ने
- डि.सि-ए.सि ईन्भर्टरको Input Voltage नाप्ने
- डि.सि-ए.सि ईन्भर्टरले ठीकसंग काम गरेको जाच गर्ने
- डि.सि-डि.सि ईन्भर्टरले ठीकसंग काम गरेको जाच गर्ने
- सम्पूर्ण प्रणालीले ठीकसंग काम गरेको जाच गर्ने

- समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - ९० मिनेट  
प्रयोगात्मक कक्षा - २२५ मिनेट

- आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा  
२) घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली जडान भएको, जाँच गर्न सकिने वातावरण, खुलास्थान वा घरको समतल छत
- आवश्यक सामग्रीहरु: १) घरेलु सौर्य प्रणाली  
२) मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, हाइड्रोमिटर

– पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरु	समयावधी
३.१	सोलार मोड्यूलको जाँच	ब्याख्या, उदाहरण, प्रयोग	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने तथा प्रयोग गरी देखाउने, प्रशिक्षार्थी आफैले पनि नाप्ने	विद्युत प्रणाली जडान भएको स्थान, मल्टिमीटर, क्ल्याम्पमिटर, हाते औजार	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
३.२	चार्ज कन्ट्रोलरको जाँच	"	"	"	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
३.३	बत्तीहरुको जाँच	"	"	"	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
३.४	ब्याट्रीको जाँच	"	"	विद्युत प्रणाली जडान भएको स्थान, मल्टिमीटर, क्ल्याम्पमिटर, हाइड्रोमिटर, हाते औजार	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
३.५ र ३.६	डि.सी./ए.सी. इन्भर्टर र डि.सी./डि.सी. कन्भर्टरको जाँच	"	"	विद्युत प्रणाली जडान भएको स्थान, मल्टिमीटर, क्ल्याम्पमिटर, हाते औजार	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
३.७/ ३.८	परीक्षा		सैद्धान्तिक प्रश्नको लिखित जवाफ दिने, प्रयोगात्मक प्रश्नको प्रयोग गरी देखाउने	"	१५ मिनेट (सै), ७५ मिनेट (प्र)

### ३.१ सोलार मोड्यूलको जाँच

पाठ १.२ को तालिका १.२.१ मा सौर्य मोड्यूलको Specification बारे छलफल गरी सकिएको छ । प्रयोगकर्ताको ठाउँमा यी सबै Specification चेक गर्न सकिदैन । तर Isc, Voc र Ic (चार्जिङ करेण्ट) नाप्न सकिन्छ र यसको लागि उपयुक्त साईजको डिजिटल मल्टीमिटर र डि.सी. क्ल्याम्पमिटरको आवश्यकता पर्दछ ।

Isc नाप्नको लागि सौर्य मोड्यूलबाट चार्ज कन्ट्रोलरमा गैरहेको दुवै तार (चार्ज कन्ट्रोलरबाट) निकाल्ने र यी दुई तारलाई शर्ट सर्किट गरी डि.सी. क्ल्याम्पमिटर प्रयोग गरी करेण्ट नाप्ने । यदि डि.सी. क्ल्याम्पमिटर नभएमा मल्टिमिटरलाई सोझै डि.सी. करेण्ट मोडमा राखेर पनि Isc नाप्न सकिन्छ । घाम लागेको बेलामा यदि सौर्य मोड्यूल ठीक छ भने Isc देखा पर्दछ । यसरी नापिएको Isc, सौर्य मोड्यूलको स्पेसिफिकेसनमा दिइएको मान भन्दा कम हुनसक्छ । यसको कारण घामको चर्कोपना  $1000 \text{ W/m}^2$  नभएकोले हुन सक्छ । घामको चर्कोपना नाप्नको लागि पाइरानोमिटर भन्ने उपकरण प्रयोग गर्नु पर्दछ । यदि Isc को मान शुन्य वा नगन्य भएमा सो हुनाको कारणहरु निम्न हुन सक्दछन् :

- (क) सौर्य मोड्यूलको टर्मिनलमा तारको कनेक्सन छुट्नु
- (ख) सौर्य मोड्यूल देखि चार्ज कन्ट्रोलर सम्म आएको तारको विचभाग छुट्नु (Open circuit हुनु)
- (ग) सौर्य मोड्यूलमा घाम पटकै नलाग्नु अर्थात सोलार मोड्यूल जडान गरिएको तरिका नमिल्नु
- (घ) सौर्य मोड्यूलमा रहेको बाइपास डायोड ओपन अथवा शर्ट सर्किट हुनु
- (ङ) सौर्य मोड्यूल भित्रै तारहरु डिस्कनेक्ट हुनु
- (च) सौर्य मोड्यूल फुटेर काम नलाग्ने हुनु

अन्त्यमा नापिएका सबै मानहरु तलको तालिका नं. ३.१.१ मा भर्ने ।

#### तालिका नं. ३.१.१

सोलार मोड्यूलको उत्पादक तथा मोडेल नं.:

सोलार मोड्यूलको क्षमता:	Wp
टिल्ट एङ्गल:	डिग्री
ओरिएन्टेशन:	(दिशा उल्लेख गर्ने)
Isc:	A
Ic:	A
Voc:	V

यदि नापिएका भोल्टेज र करेण्ट स्पेसिफिकेसन भन्दा धेरै कम वा नगन्य भएमा मोड्यूलनै बिग्रिएको ठान्नु पर्दछ ।

### ३.२ चार्ज कन्ट्रोलरको जाँच

चार्ज कन्ट्रोलरको टर्मिनलहरू (सोलार, ब्याट्री र लोड) मा मल्टीमिटरले भोल्ट नाप्ने र तालिका नं. ३.२.१ मा उतार गर्ने ।

#### तालिका नं. ३.२.१

(क)	सोलार टर्मिनल भोल्टेज:	V
(ख)	ब्याट्री टर्मिनल भोल्टेज:	V
(ग)	लोड टर्मिनल भोल्टेज (लोड स्वीच अन गर्दा):	V
(घ)	लोड टर्मिनल भोल्टेज (लोड स्वीच अफ गर्दा):	V
(ङ)	ब्याट्री अवस्था सुचक बत्ति:	बलेको नबलेको
(च)	चार्जिङ सुचक बत्ति:	बलिरहेको बल्ने-निम्ने गरेको

साधारणतया सोलार टर्मिनलको भोल्ट ब्याट्री टर्मिनलको भन्दा केही बढि हुनुपर्दछ (घाम लागेको अर्थात चार्ज भैरहेको बेला) । लोड टर्मिनलमा लोड स्वीच अन भएको बेलामा मात्र भोल्टेज आउनु पर्दछ र यो भोल्टेज ब्याट्री टर्मिनलको भन्दा केही कम वा बराबर हुनुपर्दछ । लोड स्वीच अफ हुँदा लोड टर्मिनलमा सुन्य वा नगन्य भोल्टेज हुनुपर्दछ । माथी उल्लेखित कुनै पनि एक अवस्था नरहेमा र सोलार मोड्यूल ठिक रहेको अवस्थामा चार्ज कन्ट्रोलमा खराबी भएको ठान्नु पर्दछ ।

### ३.३ बत्तिहरूको जाँच

चार्ज कन्ट्रोलरमा फ्यूज समेत ठीक छ र सबै भोल्टेजहरू पनि ठीक छन् भने जंक्सन बक्स र जडान भएको चिमहरू/ट्यूब लाईटहरू ठीक छन्, छैनन् हेर्ने । ट्यूब लाईट र CFL चिमहरू ठीक छन्, छैन जाँचको लागि संका लागेको चिम निकाल्ने र ठीक भएको चिम राख्ने । यसो गर्दा चिम बल्यो भने पहिलेको चिम बिग्रेको ठहरिन्छ र यदि बलेन भने दिइएको चिम सेटमा बालास्ट आदि बिग्रेको हुनु पर्दछ । बालाष्ट बिग्रेएको ठहर गर्नु अगाडि बत्तीमा १२ भोल्ट पुगेको छ, छैन जाँच्नु पर्दछ । कहिलेकाहिं स्वीच बिग्रेएर पनि बत्ती नबल्न सक्दछ ।

बत्तिहरूको जाँच गरिसकेपछि आवश्यक पारामिटरहरू नापी तलको तालिका नं. ३.३.१ मा भर्नु पर्दछ ।

#### तालिका नं. ३.३.१

बत्ति नं.	बलेको/नबलेको	टर्मिनलमा भोल्टेज	
		स्वीच ON गर्दा	स्वीच OFF गर्दा
१			
२			
३			
४			
५			



### ३.४ ब्याट्रीको जाँच

ब्याट्रीको जाँच भन्नाले ब्याट्रीको टर्मिनल भोल्टेजको नाप, पानीको सतहको जाँच, स्पेसिफिक ग्राभिटीको नाप र टर्मिनलमा तारहरूको कसाईको जाँच आदि पर्न आउँछ । मल्टीमिटरले ब्याट्रीको टर्मिनलमा भोल्टेज नाप्ने (लोड ON र OFF हुँदा) र तलको तालिकामा उतार्ने । पानीको सतह जाँच गर्ने र तालिकामा जनाउने । त्यसैगरी हरेक सेलको स्पेसिफिक ग्राभिटी मापन गरी औसत (अधिकतम र न्यूनतमको मान) तालिका नं. ३.४.१ मा जनाउने ।

तालिका नं. ३.४.१

क्र.सं.	विवरण	मापन नतिजा
१	ब्याट्री भोल्टेज (लोड ON हुँदा)	..... V
२	ब्याट्री भोल्टेज (लोड OFF हुँदा)	..... V
३	पानीको सतह	ठिक( ), कम( ), बढि( )
४	स्पेसिफिक ग्राभिटी	अधिकतम: ..... न्यूनतम: .....
५	टर्मिनलहरूमा तार जोडाई	ठिक: ( ), खुकुलो भएको: ( )
६	टर्मिनलहरूमा ग्रीज वा पेट्रोलियम जेली	लगाएको ( ), नलगाएको ( )

### ३.५ DC/AC Inverter को जाँच

DC/AC इन्भर्टरको जाँच भन्नाले इनपुटमा DC भोल्ट र Output मा AC भोल्टको मापन नै हो । तसर्थ सर्वप्रथम इन्भर्टर र लोडलाई अफ गर्ने र इन्भर्टरबाट लोडको प्लग छुट्याउने । त्यसपछि इन्भर्टरको Input मा भएको DC भोल्ट नाप्ने । यसपछि इन्भर्टरलाई ON गरी Output AC भोल्टेज नाप्ने र नापिएका मानहरूलाई तालिका नं. ३.५.१ मा उतार्ने ।

तालिका नं. ३.५.१

क्र.सं.	विवरण	मापन नतिजा
१	DC Input Volt	
२	AC Output Volt	
३	DC Fuse	जलेको ( ), नजलेको ( )
४	AC Fuse	जलेको ( ), नजलेको ( )
५	Alarm Indication	

### ३.६ DC/DC कन्भर्टरको जाँच

DC/DC कन्भर्टरलाई स्वीच OFF गर्ने र कन्भर्टरमा जोडिएको रेडियो/क्यासेट प्लेयर छुट्याउने । कन्भर्टरको स्वीच ON गरेर सेलेक्टर स्वीच बदल्दै Output मा आउने DC भोल्टेज नाप्ने र तालिका नं. ३.६.१ मा भर्ने ।

तालिका नं. ३.६.१

क्र.सं.	सेलेक्टर स्वीचको पोजिशन	मापन नतिजा
१	३V	
२	४.५V	
३	६V	
४	९V	
५	..... अन्त्य भएमा	

### ३.७ नमुना प्रश्नहरू (सैद्धान्तिक)

- १) सौर्य मोड्यूल, ब्याट्री, चार्ज कन्ट्रोलर आदि बिग्रेको कसरी थाहा पाउने ?
- २) सौर्य मोड्यूललाई कतातिर फर्काउनु पर्दछ ? किन ?
- ३) फ्यूज ठिक छ छैन कसरी जाच्ने ?
- ४) १२ भोल्टको ब्याट्री नाप्दा ६ भोल्ट मात्रै देखायो भने के गर्ने ?

### ३.८ सीप मुल्याङ्कन

प्रयोगात्मक परिक्षामा तालिमले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको जाँच गर्नु पर्नेछ । सो कार्य सम्पन्न भएपछि प्रशिक्षकले निम्न बुँदाहरू अनुरूप सीपको मुल्याङ्कन गर्नुपर्दछ ।

- घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको प्रयोग कर्ताबाट सिकायत प्राप्त गर्‍यो ?
- जडान गरिएको सौर्य मोड्यूलको स्पेसिफिकेशन जाच गर्‍यो ?
- सौर्य मोड्यूललाई ठिकसङ्ग जडान भएको जाँच गर्‍यो ?
- डिजिटल मिटर तथा क्ल्याम्प मिटरको सहायताले सौर्य मोड्यूलको भोल्टेज र करेन्ट नाप्यो तथा टिप्प्यो र आवश्यक भएमा सौर्य मोड्यूललाई पुन जडान गर्‍यो ?
- सौर्य मोड्यूलबाट ब्याट्रीमा गएको करेन्ट नाप्यो र टिप्प्यो ?
- चार्ज कन्ट्रोलरको सूचक बत्तिहरू र स्विच जाच गर्‍यो ?
- चार्ज कन्ट्रोलरको टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नाप्यो र टिप्प्यो ?
- बत्तिहरूको जाँच गर्‍यो ? बत्तिहरूको टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नाप्यो र टिप्प्यो ?
- ब्याट्रीको ईलेक्ट्रोलाइटको लेभल नाप्यो र टिप्प्यो ?
- ब्याट्रीको वोपन र लोड भोल्टेज नाप्यो र टिप्प्यो ?
- ब्याट्रीको Specific Gravity नाप्यो र टिप्प्यो ?
- डि.सि-ए.सि ईन्भर्टरको Input & Output Voltage नाप्यो र टिप्प्यो ?
- डि.सि-ए.सि ईन्भर्टरले ठिकसंग काम गरेको जाच गर्‍यो ?
- डि.सि-डि.सि ईन्भर्टरले ठिकसंग काम गरेको जाच गर्‍यो तथा भोल्टेजहरू नाप्यो र टिप्प्यो ?
- सम्पूर्ण प्रणालीले ठिकसंग काम गरेको जाच गर्‍यो ?

## ४. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरुको मर्मत

- पाठ्याँशको उद्देश्य: यो पाठ्याँशको अन्त्यमा तालिमेहरुले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरुको मर्मत गर्न सक्नेछन् ।
- कार्य विवरण: सौर्य मोड्यूल, चार्ज कन्ट्रोलर, बत्ति, डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर तथा डि.सी./ए.सी. इन्भर्टरको मर्मत गर्ने ।

सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरु:

- घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरुमा भएका खराबी पत्ता लगाउने
  - पत्ता लागेका खराबीहरुलाई मर्मत गर्ने
  - मर्मत पछि उपकरणहरुले ठिकसंग काम गरे/नगरेको जाँच गर्ने
- 
- समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - १९५ मिनेट  
प्रयोगात्मक कक्षा - ५७० मिनेट
  - आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा  
२) मर्मत गर्न आवश्यक टेबल, खुलास्थान
  - आवश्यक सामग्रीहरु: १) मर्मत गर्नुपर्ने उपकरणहरु (बिग्रिएका)  
२) मल्टीमिटर, हाइड्रोमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट

- पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरू	समयावधी
४.१	सौर्य मोड्यूल	ब्याख्या, प्रदर्शन	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, उदाहरणहरू देखाउने	विभिन्न सौर्य मोड्यूलहरू, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
४.२	ब्याट्री	ब्याख्या, प्रदर्शन	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, उदाहरणहरू देखाउने	विभिन्न ब्याट्रीहरू, मल्टीमिटर, हाइड्रोमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
४.३	चार्ज कन्ट्रोलर	"	"	विभिन्न चार्ज कन्ट्रोलरहरू, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	४५ मिनेट (सै), १३५ मिनेट (प्र)
४.४	बत्ति	"	"	विभिन्न बत्तिहरू, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	४५ मिनेट (सै), ९० मिनेट -प्र)
४.५	डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर	"	"	विभिन्न कन्भर्टरहरू, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
४.६	डि.सी./ए.सी. इन्भर्टर	"	"	विभिन्न इन्भर्टरहरू, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	१५ मिनेट (सै), ३० मिनेट (प्र)
४.७ ४.८	परिक्षा		सैद्धान्तिक प्रश्नको लिखित जवाफ दिने, प्रयोगात्मक प्रश्नको प्रयोग गरि देखाउने	विभिन्न उपकरणहरू, हाइड्रोमिटर, मल्टीमिटर, कल्याम्प मिटर, ईलेक्ट्रोनिक टुल किट, स्पेयर पार्ट	४५ मिनेट (सै), २२५ मिनेट (प्र)

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरूको मर्मत शुरु गर्नु अगाडि कुन उपकरण विग्रिएको हो भन्ने कुरा यकिन गर्नु पर्दछ । तलको तालिकामा प्रणालीमा आउनसक्ने खराबी र त्यससंग सम्बन्धित सम्भावित उपकरण बारे जानकारी दिइएको छ ।

क्र.सं.	खराबी	सम्भावित उपकरण
१	कुनै पनि बत्ति नबल्ने	चारज कन्ट्रोलर, ब्याट्री
२	कुनै एक वा बढि नबल्ने तर कुनै एक वा बढि चाहिं बल्ने	बत्ति, स्वीच, जंक्सन बक्स, तारहरु
३	कुनै एक बत्ति एकछिन बल्ने त्यसपछि निम्ने तर अरु बत्तिहरु चाहिं बलिरहने	सम्बन्धित बत्ति, स्वीच, तारहरु
४	सबै बत्तिहरु एकछिन बल्ने त्यसपछि निम्ने	चारज कन्ट्रोलर, ब्याट्री, जंक्सन बक्स, सौर्य मोड्युल
५	चारज कन्ट्रोलरमा चार्ज इन्डिकेटर बत्ति नबल्ने	चारज कन्ट्रोलर, सौर्य मोड्युल, तारहरु
६	चारज कन्ट्रोलरमा जहिलेपनि रातो इन्डिकेटर (ब्याट्री कम) मात्र बलिरहने	सौर्य मोड्युल, ब्याट्री, चार्ज कन्ट्रोलर, तारहरु
७	रेडियो नबज्ने तर बत्तिहरु बल्ने	डि.सी. / डि.सी. कन्भर्टर
८	चारज कन्ट्रोलरको फ्यूज गइरहने	बत्तिहरु, जंक्सन बक्स, तारहरु
९	कुनै एक बत्तिको फ्यूज गइरहने	सम्बन्धित बत्ति
१०	दिउँसो मात्र बत्ति बल्ने तर सूर्य अस्ताएपछि कुनै पनि बत्ति नबल्ने	ब्याट्री, चार्ज कन्ट्रोलर
११	इन्भर्टरमा जोडिएको उपकरणमा सप्लाई नजाने	इन्भर्टर, ब्याट्री

## ४.१ सौर्य मोड्यूल

पाठ ३.१ मा उल्लेख गरे अनुसार नापिएको सौर्य मोड्यूलको  $I_{SC}$ ,  $V_{OC}$  यसको Specification भन्दा धेरै नै फरक पऱ्यो अथवा शुन्य नै भयो भने सोलार मोड्यूल बिग्रेको ठहरिन्छ । यस्तोबेलामा साधारणतया नयाँ सौर्य मोड्यूल जडान गर्नु पर्दछ । यसरी नयाँ सौर्य मोड्यूल जडान गरि सकेपछि सौर्य मोड्यूलको पारामिटरहरु एकचोटी फेरि नाप्नु पर्दछ ।

यदि सौर्य मोड्यूलमा बाईपास डायोड राखिएको छ र घाम लागेको अवस्थामा पनि सोलार मोड्यूलको टर्मिनलमा  $V_{OC}$  नभएमा र  $I_{SC}$  पनि शुन्य भएमा बाईपास डायोड शर्ट सर्किट भएको हुनसक्दछ । यसलाई चेक गर्न साधारण मल्टीमिटर प्रयोग गरी थाहा पाउन सकिन्छ ।

यदि डायोड बिग्रेको हो भने अर्को सट्टे डायोड फेर्नु पर्दछ र पुनः एकचोटी  $V_{OC}$ ,  $I_{SC}$  नाप्नु पर्दछ ।

यदि मोड्यूलको ग्लास नै फुटेको छ वा क्र्याक (Crack) भएको छ भने मोड्यूलनै फेर्नु वाहेक अन्य विकल्प रहदैन ।

## ४.२ ब्याट्री

### ब्याट्रीको भौतिक निरीक्षण र सामान्य सम्भार

ब्याट्रीको भौतिक निरीक्षण गर्दा त्यसमा लागेका धूलोहरु सफा/सुकेको कपडाले पुछ्नु पर्दछ। ब्याट्रीको डिब्बाको चारैतिर निरीक्षण गरी कतै क्र्याक (Crack) छ, छैन भनी राम्ररी जाँच्नु पर्दछ । क्र्याक अर्थात चिराहरु देखिएमा वा इलेक्ट्रोलाइट चुहिने सम्भावना भएमा नयाँ ब्याट्री राखी काम लिनु पर्दछ ।

ब्याट्रीलाई खुला हावालाग्ने, घाम नलाग्ने तथा केटाकेटीहरुले सजिलैसित चलाउन नसक्ने ठाउँ वा सतहमा राख्नुपर्दछ । ब्याट्रीलाई छोपी राख्नु हुँदैन । चार्ज—डिस्चार्ज भइरहेको बेला हाइड्रोजन ग्यास (Hydrogen gas) निस्कने भएकोले ब्याट्री नजिकै चुरोट खाने, टुकी बाल्ने जस्ता कामहरु गर्नु हुँदैन ।

ब्याट्री भित्र तेजाब हुने भएकोले ब्याट्रीमा काम गर्दा अति नै होस पुऱ्याउनु पर्दछ । यदि कारणवश तेजाब हातमा पऱ्यो भने तुरुन्त पानीले बेसरी पखाल्नु होस् र नजिकको स्वास्थ्यचौकीमा उपचारको लागि जानुहोस् । आँखामा तेजाब परे अन्धो पनि हुन सकिने भएकोले तेजाब परेको हातले आँखामा नछुनुहोस् । ब्याट्रीमा पानी थप्दा केटाकेटीहरुलाई नजिकै बस्न नदिनुहोस् ।

ब्याट्रीको माथिल्लो भाग सफा र सुख्खा राख्नु पर्दछ । भेन्ट प्लगहरुको प्वाल खुल्ला रहेको कुरामा ध्यान राख्नु पर्दछ । कन्ट्याक्ट हुने सतहहरुलाई लिड कोटिङ नविग्रीने गरी “O” नम्बरको खाक्सीले सफा गरी राख्नु पर्दछ । नट बोल्ट कनेक्सनहरुलाई पेट्रोलियम जेली वा भ्यासिलीनले पोतेर ढाक्नु पर्दछ ।

करीव तीन तीन महिनामा पानीको लेभल हेरी आवश्यक भएमा (तल्लो लेभल भन्दा तल भएमा वा तल्लो लेभलसम्म पुगेमा) ६ वटै बिकोहरु खोली प्रत्येक प्वालमा ब्याट्री वाटर हाली माथिल्लो लेभल सम्म पुऱ्याउनु पर्दछ । त्यसपछि सबै बिकोहरु राम्ररी कसिदिनु पर्दछ ।

ब्याट्रीमा तेजाब पानी रहने हुँदा धेरै कम तापक्रम भयो भने पानी जम्न सक्छ र ब्याट्रीले पूर्ण रुपमा काम गर्न छोड्छ । त्यसकारण ब्याट्रीलाई ६ डिग्री सेन्टीग्रेड भन्दा कम तापक्रम हुने ठाउँमा राख्नु हुदैन । धेरै चिसो हुने (हिउँ पर्ने) इलाकाहरुमा ब्याट्री राख्दा कोठा भित्र नै राख्नु पर्दछ र ब्याट्रीको पानी नजमोस भन्नका खातिर ब्याट्रीको वरिपरि (माथिल्लो भाग बाहेक) न्यानो कपडा वा बाक्लो तह पारेर कपासले बेरीराख्नु पर्दछ ।

ब्याट्रीमा तेजाब पानी हाली सकेपछि धेरै अबधिका लागि त्यत्तिकै छोडी राख्नु हुदैन । यसरी छोडीराखेमा ब्याट्री विस्तारै आफैँ डिस्चार्ज (Self-Discharge) भएर विग्रन सक्छ । एक महिना भन्दा बढी समय राख्नु परेमा प्रत्येक महिनाको एकचोटी ब्याट्री चार्ज गर्नु पर्दछ ।

ब्याट्री टर्मिनलहरुमा वाहिरी हावापानीको प्रभावले गर्दा खिया लाग्न सक्छ र काम गर्दै जाँदा पेंचहरु खुकुलो हुनसक्छ । यसो नहोस् भन्नाका लागि ब्याट्री टर्मिनलमा भ्यासिलिन वा पेट्रोलियम जेली लगाई दिनु बेस हुन्छ । ब्याट्री टर्मिनलहरुमा वा कनेक्सनहरुमा खिया लाग्न गएमा यी ठाउँहरुलाई खुर्केर तातो पानीले सफा गर्नु पर्छ । त्यसपछि यिनीहरुलाई पेट्रोलियम जेलीले वा म्यासिलिनले हल्कासंग पोती दिनु पर्दछ ।

ब्याट्रीमा तार जोडेको ठाउँमा वा डिस्टील्ड वाटर हाल्ने मुखमा सेतो वा हरियो पाउडर/कनीका जस्तो धुलो जमेको देखिएमा लुगाधुने सोडामा वा सोडा नपाएमा तातो पानीमा कपडा भिजाएर ब्याट्री भित्र पानी नपस्ने गरी यस्ता पाउडर/कनीकाहरु पुछी हटाउनु पर्दछ । त्यसपछि ती तार जोडेका ब्याट्री टर्मिनलहरुमा भ्यासिलिन (Vaseline) वा पेट्रोलियम जेली (Petroleum Jelly) हल्कासंग पोतीदिनु पर्दछ ।

ब्याट्रीको (+) र (-) टर्मिनलहरु बीच अति शक्तिशाली करेण्ट प्रवाह हुनसक्ने भएकोले कुनै पनि हालतमा (+) र (-) लाई सर्त गर्नु हुदैन र दुबै टर्मिनलमा एकैचोटि नांगो हातले छुन पनि हुदैन ।

कुनै पनि बस्तुको निश्चित आयु हुन्छ । त्यस्तै ब्याट्रीको पनि एक निश्चित आयु हुन्छ । ब्याट्रीको आयु सिद्धिन थालेपछि एकदमै चाडै चार्ज हुने र बत्ति बालेको केही छिन मै डिस्चार्ज भएर बत्तीहरु निम्ने हुन थाल्दछ । यस्तो अवस्थामा नयाँ ब्याट्री फेर्नु पर्ने हुन्छ ।

पुराना ब्याट्रीहरु पुनः उत्पादन (Re-cycling) का लागि पत्रुको रुपमा बेच्न सकिन्छ । त्यसकारण ब्याट्रीमा भएको तेजाबलाई नपोखाई पुराना ब्याट्री किन्ने व्यक्तिहरुसित वा कवाडीहरुसित सम्पर्क गरी ब्याट्रीहरु बेच्नुहोस् । नवेचुन्जेल पुरानो ब्याट्रीलाई सुरक्षित साथ राख्नुहोस् ।

### ब्याट्री वाटर र इलेक्ट्रोलाइटको लेभल

ब्याट्रीमा प्रयोग गरिने ब्याट्री वाटरको शुद्धताले धेरै महत्व राख्दछ । ब्याट्री वाटरको रुपमा डिस्टिल्ड वाटर (Distilled Water) वा डिमिनरलाइज्ड वाटर (Demineralised Water) वा डि-आयोनाइज्ड वाटर (De-ionised Water) मात्र प्रयोग गर्नु पर्दछ । धारा वा कुवाको पानी ब्याट्रीमा राख्नु हुँदैन । प्राविधिक दृष्टिकोणले ब्याट्री वाटरको Ph Value को रेञ्ज ६.५ देखि ७ सम्म हुनुपर्दछ र कन्डक्टिभिटी (Conductivity) २ देखि ६ माइक्रो सिमेन्स ( $\mu\text{S}$ ) हुनु पर्दछ । ब्याट्री वाटर राख्ने भाँडो वा बोतलमा कुनै प्रकारको धुलो वा फोहर हुनुहुँदैन ।



ब्याट्री वाटर हाल्दा वा थप्दा प्लाष्टिकको सोली ब्याट्रीको भेन्ट प्लगको मुखमा राखेर थप्नु पर्दछ । ब्याट्रीको बट्टाको अगाडि भागमा इलेक्ट्रोलाइटको लेभल देखाउने २ वटा धर्काहरु : Upper level (माथिल्लो लेभल) र Lower level (तल्लो लेभल) खिचिएका हुन्छन् । इलेक्ट्रोलाइटको लेभल तल्लो रेखामा पुग्न लाग्दा ब्याट्री वाटर थप्नु पर्दछ ।

ब्याट्री वाटर थप्न ब्याट्रीको माथिल्लो भागमा रहेका ६ वटा बिकोहरु (Vent Plug) खोल्नु पर्दछ । यी बिकोहरुलाई धुलो नपर्ने गरी एउटा सफा कागज माथी राख्नु पर्दछ । त्यसपछि सबै प्वालहरुमा एक-एक गरी ब्याट्री वाटर थप्दै जानु पर्दछ । हरेक प्वालमा पानी थप्दा इलेक्ट्रोलाइटको लेभल कहाँ सम्म पुग्यो हेर्दै जानु पर्दछ र माथिल्लो रेखासम्म पुग्ने गरी ब्याट्री वाटर राख्नु पर्दछ ।

ब्याट्री एसिड, ब्याट्री एसिडको स्पेसिफिक ग्राभिटी र स्पेसिफिक ग्राभिटी नाप्ने तरिका

लिड एसिड ब्याट्री भित्र इलेक्ट्रोलाइटको रुपमा हल्का शुद्ध गन्धकको तेजाव (Dilute pure sulphuric acid) राखिएको हुन्छ । ब्याट्री एसिडको शुद्धता (Purity) पनि ब्याट्रीको काम र आयुको लागि अति नै महत्वपूर्ण हुन्छ । त्यसैले ब्याट्री एसिड लिड ब्याट्री ग्रेड (Battery grade) को गन्धकको तेजाव (Sulphuric acid) लिनु पर्दछ । कमर्सियल (Commercial) वा टेक्निकल (Technical) ग्रेडको गन्धकको तेजाव ब्याट्री भित्र राख्नु हुँदैन ।

ब्याट्री निर्माताहरुको आफ्नो डिजाइन अनुरूप पुरा चार्ज भएको ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी भण्डै १.२५० (२५°C तापक्रममा) वा सो भन्दा बढी हुन्छ सक्छ । शुरुमा नयाँ ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी १.२४० देखि १.२६० सम्म हुन्छ । स्पेसिफिक ग्राभिटी १.१९० भएमा ५० प्रतिशत जति मात्र उर्जा ब्याट्रीमा बाँकी रहेको हुन्छ । स्पेसिफिक ग्राभिटी १.१०० भन्दा कम भएमा ब्याट्री बिग्रिएको हुन्छ ।

क्र.सं.	ब्याट्री सेलको अवस्था	हाइड्रोमिटर रिडिङ
१.	फुल चार्ज भएको	१.२५०
२.	५० प्रतिशत चार्ज भएको	१.१९०
३.	डिस्चार्ज भएको	१.१००

रहिमाफ्रुज ब्याट्रीज लिमिटेड, ढाकाद्वारा निर्मित VOLTA ब्राण्ड ब्याट्रीको, निर्माता कम्पनीको प्राविधिक विवरण अनुसार, इलेक्ट्रोलाइटको तापक्रम २५°C हुँदा स्पेसिफिक ग्राभिटी १.२४० देनि १.२५० बीच हुनु पर्दछ ।

ब्याट्री एसिडको स्पेसिफिक ग्राभिटी इलेक्ट्रोलाइट भित्रको तापक्रममा निर्भर गर्दछ । इलेक्ट्रोलाइटको तापक्रम २५°C भन्दा बढी भयो भने हरेक १०°C फरक तापक्रमको लागि स्पेसिफिक ग्राभिटी रिडिङमा ०.००७ अंक थप्नु पर्दछ । २५°C भन्दा तापक्रम कम भयो भने हरेक १०°C फरक तापक्रमको लागि स्पेसिफिक ग्राभिटी रिडिङमा ०.००७ अंक घटाउनु पर्दछ ।

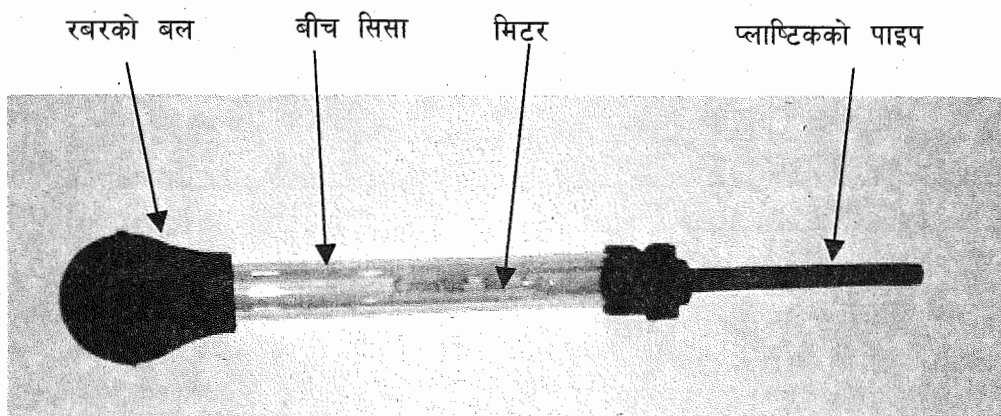
तापक्रम	१५°C	२५°C	३५°C
स्पेसिफिक ग्राभिटी	१.२४३	१.२५०	१.२५७

अर्थात १५°C मा स्पेसिफिक ग्राभिटी १.२४३ छ भन्नु वा २५°C मा १.२५० छ भन्नु वा ३५°C मा १.२५७ छ भन्नु एउटै चिज हो ।

धेरैजसो ब्याट्रीहरु उत्पादन गर्दा नै ड्राईचार्ज्ड (Dry-charged) भएका हुन्छन् र ब्याट्री एसिड हालिसकेपछि केही समयको लागि तुरुन्तै काम गर्न सकिन्छ । घामबाट चार्ज गर्नुभन्दा पहिले शुरुमा १.२४० देखि १.२६० नं. को ब्याट्री ग्रेडको गन्धकको तेजाव (Sulphuric acid) ब्याट्रीको कन्टेनर भित्र भर्नु पर्दछ । ब्याट्रीमा एसिड हाल्दा वा डिस्टील्ड वाटर थप्दा प्लाष्टिकको सोली ब्याट्रीको भेन्टप्लगको मुखमा राखी थप्नु पर्दछ । यसो गर्दा एसिड वा डिस्टील्ड वाटर बाहिर पोखिन पाउँदैन । एसिड हाली सकेपछि सफा पानीले हात धुनु पर्दछ ।

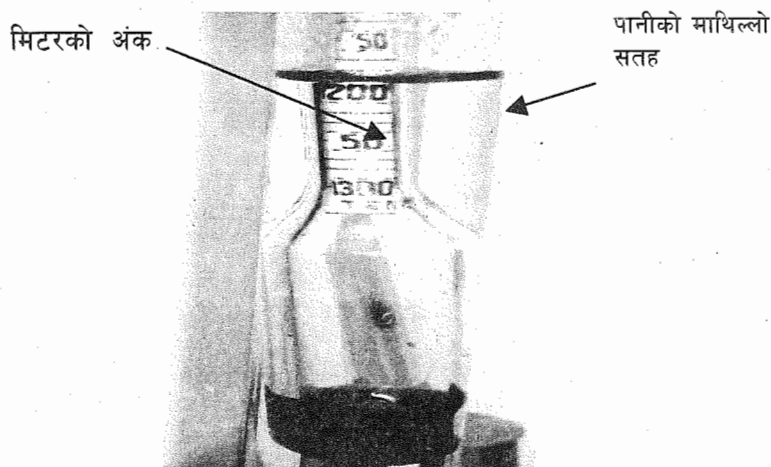
ब्याट्रीको कन्टेनरमा Upper level र Lower level लेखिएका २ वटा धर्काहरु हुन्छन् । तल्लो धर्का भन्दा माथी तर माथिल्लो धर्को ननाच्ने गरी पहिलो पटक यस्तो ब्याट्री एसिडले भर्नु पर्दछ । त्यसपछि सामान्यतः कहिलैपनि ब्याट्री एसिड थप्नु पर्दैन । तर ब्याट्री चार्जिङ गर्ने र त्यसबाट बत्तीहरु बाल्ने गर्दा २ देखि ३ महिना जतिमा ब्याट्री एसिडको लेभल घटेर तल्लो धर्कोमा पुग्नसक्छ । एसिडको लेभल तल्लो धर्कोभन्दा तल झर्न दिनु हुँदैन । त्यसो भएमा तुरुन्तै ब्याट्री वाटर थपी माथिल्लो धर्कोसम्म मात्र पुर्‍याउनु पर्दछ । बिको खोली प्वालबाट हेर्दा ब्याट्री भित्रका धातुका प्लेटहरु तेजावले माथिसम्म छोपिएको मात्र हुनुपर्दछ । बढी एसिड भरेमा वा एसिड भित्र प्लेटहरु नडुबेमा ब्याट्री बिग्रिएर जानसक्छ ।

ब्याट्रीमा रहेको तेजावको कडापन अर्थात स्पेसिफिक ग्राभिटी वा विशिष्ट घनत्वलाई नापेर ब्याट्रीमा संचित ऊर्जालाई बढी विश्वसनीय तरिकाले पत्ता लगाउन सकिन्छ । स्पेसिफिक ग्राभिटी नाप्ने यन्त्रलाई हाइड्रोमिटर (Hydrometer) भनिन्छ । चित्र नं. ४.२.१ मा देखाइए अनुसार हाइड्रोमिटरको माथिल्लो भागमा रबरको बल हुन्छ र तल्लो भागमा सानो प्लाष्टिकको पाइप हुन्छ । बीचमा सिसाको भाग भित्र मसिना धर्का र अङ्कहरु भएको मिटर हुन्छ । हाइड्रोमिटरमा अंकहरु साधारणतया १.१०० देखि १.४०० सम्म हुन्छ ।



चित्र नं. ४.२.१: हाइड्रोमिटर (Hydrometer)

माथिल्लो रबरको बललाई थिचेर तल्लो पाइपलाई ब्याट्रीको कुनै एउटा पानी थप्ने प्वाल भित्र छिराउनुहोस् र पाइप पुरा तेजाव पानीमा डुबेपछि विस्तारै बललाई खुकुलो पाउँ जानुहोस् । यसो गर्दा पाइपबाट तेजाव पानी तान्दै हाइड्रोमिटरको बीचको भाग इलेक्ट्रोलाइटले भरिदै जान्छ । बललाई पुरै खुकुलो छोडेपछि हाइड्रोमिटरको बीचको भागमा तेजाव पानी भरि हुन्छ र मिटर पानी संगै माथि चढ्दछ । यति गरुन्जेल हाइड्रोमिटरलाई ब्याट्रीको प्वालबाट बाहिर फिक्न हुँदैन । हाइड्रोमिटरलाई त्यसै अवस्थामा राखेर भित्रको मिटरको कुन चाहिँ रेखा पानीको माथिल्लो सतहसँग मिल्छ हेर्नुपर्दछ र सो रेखा नजिकैको अंक पढ्नु पर्दछ (चित्र नं. ४.२.२) । त्यही अङ्कले तेजावको स्पेसिफिक ग्राभिटीलाई जनाउँछ ।



चित्र नं. ४.२.२: हाइड्रोमिटरले स्पेसिफिक ग्राभिटी नापेको

पुरा चार्ज भएको ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी भण्डै १.२५० वा सो भन्दा बढी हुन्छ । शुरुमा नयां ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी १.२४० देखि १.२६० सम्म हुन्छ । स्पेसिफिक ग्राभिटी १.१९० भएमा ५० प्रतिशत जति मात्र ऊर्जा ब्याट्रीमा बाँकी रहेको हुन्छ । स्पेसिफिक ग्राभिटी १.१०० भन्दा कम भएमा ब्याट्री बिग्रिएको हुन्छ । ब्याट्रीका सबै सेलहरूको स्पेसिफिक ग्राभिटीमा एकरूपता हुन जरुरी छ ।

स्पेसिफिक ग्राभिटी नापिसकेपछि हाइड्रोमिटर भएको सबै तेजाब जुन प्वालबाट निकालेको हो त्यसैमा नै खन्याउनु पर्दछ । स्पेसिफिक ग्राभिटी ब्याट्रीका सबै प्वालहरूमा नाप्नु पर्दछ । एकचोटी मात्र नाप्दा सन्तोषजनक रूपले स्पेसिफिक ग्राभिटीको अङ्क पत्ता लगाउन मुश्किल हुन सक्ने भएकोले दुइ तिन चोटि नापेर जुनबेला बढी अङ्क देखाउँछ त्यसलाई नै ठिक अङ्क मान्नु पर्दछ ।

ब्याट्रीभित्र गन्धकको हल्का तेजाब (डाइलुट सल्फ्युरिक एसिड - Dilute Sulphuric Acid) राखिएको हुन्छ । ब्याट्रीको माथिल्लो भागमा ६ वटा बिकार्हरू हुन्छन् । ब्याट्रीको प्रयोग (Charge-discharge) हुँदै गएपछि ब्याट्रीभित्र रहेको पानीको मात्रा घट्न थाल्दछ । पानीको मात्रा तल्लो तह (Lower Level) मा पुगे पछि सबै बिको खोलेर हरेक प्वालमा ब्याट्री वाटर (Battery Water) थपेर माथिल्लो तह (Upper Level) सम्म ल्याउनु पर्दछ । पानी कति छ भनेर २-३ महिनामा एक पटक चेक गर्नुपर्दछ ।

ब्याट्री भित्र तेजाब हुने भएकोले ब्याट्रीमा काम गर्दा अति नै होस पुर्याउनु पर्दछ । यदि कारणवस तेजाब हातमा पर्थो भने तुरुन्त पानीले बेसरी पखाल्नु पर्दछ । शरिरको कुनै भागमा तेजाब पर्‍यो भने नजिकको स्वास्थ्यचौकीमा उपचारको लागि जानुहोस् । आँखामा तेजाब परे अन्धो पनि हुन सकिने भएकोले तेजाब परेको हातले आँखामा नछुनुहोस् । ब्याट्रीमा एसिड राख्दा वा पानी थप्दा केटाकेटीहरूलाई नजिकै बस्न नदिनुहोस् ।

ब्याट्रीमा तेजाब पानी रहने हुँदा धेरै कम तापक्रम भयो भने पानी जम्न सक्छ र ब्याट्रीले पूर्ण रूपमा काम गर्न छोड्छ । त्यसकारण ब्याट्रीलाई ५ डिग्री सेन्टीग्रेड भन्दा कम तापक्रम हुने ठाउँमा राख्नु हुदैन । धेरै चिसो हुने (हिउँ पर्ने) इलाकाहरूमा ब्याट्री राख्दा कोठा भित्र नै राख्नु

पर्दछ र ब्याट्रीको पानी नजमोस् भन्नाको खातिर ब्याट्रीको वरिपरि (माथिल्लो भाग बाहेक) न्यानो कपडा वा बाक्लो तह पारेर कपासले बेरीराख्नु पर्दछ ।

### ब्याट्री भोल्टेजहरु (Battery Voltage) र ब्याट्री भोल्टेज नाप्ने तरिका

(क) ओपन सर्किट भोल्टेज (Open Circuit Voltage) ऊर्जा प्राप्त नगरेको बेलामा वा शक्ति प्रदान नगरेको बखतमा उपलब्ध ब्याट्री भोल्टेजलाई ओपन सर्किट भोल्टेज (O.C.V.) भनिन्छ । मोटामोटी रूपले एउटा ब्याट्री सेलको  $O.C.V. = \text{Specific Gravity} \times 0.84$  हुन्छ । १.२५० स्पेसिफिक ग्राभिटी भएको एउटा सेलको O.V.C. यस अनुसार मोटामोटी रूपले  $1.250 \times 0.84 = 2.09$  Volt हुन्छ । १२ भोल्ट ब्याट्रीमा ६ वटा सेलहरु हुन्छन् । यस हिसावले १२ भोल्ट ब्याट्रीको O.C.V. सामान्य रूपले  $2.09 \times 6 = 12.54$  भोल्ट हुनुपर्दछ ।

(ख) टर्मिनल वा लोड भोल्टेज (Terminal or Load Voltage)

ब्याट्री चार्ज वा डिस्चार्ज भैरहेको बेला घनात्मक र ऋणात्मक टर्मिनलहरु बीच उपलब्ध भोल्टेजलाई टर्मिनल वा लोड भोल्टेज भनिन्छ, जो O.C.V. भन्दा जहिले पनि कम हुन्छ ।

(ग) एन्ड प्वाइन्ट भोल्टेज (End Point Voltage) ब्याट्री डिस्चार्ज गर्दाको समयमा ल्याउन हुन न्यूनतम भोल्टेज, जसको तल ब्याट्रीलाई कार्य क्षमताको दृष्टिले डिस्चार्ज गर्न हुँदैन । त्यस भोल्टेजलाई End Point Voltage (E.P.V.) भनिन्छ । सामान्यतः १२ भोल्टको Lead Acid Battery मा E.P.V १० भोल्ट देखि १०.५० भोल्ट सम्म लिन सकिन्छ ।

साधारणतया चार्ज नभएको बेला वा ब्याट्रीलाई कतैपनि नजोडेको बेला, ब्याट्रीको भोल्टेज १२.६ जति छ भने ब्याट्रीमा ९० प्रतिशत भन्दा बढी ऊर्जा संचित भएको हुन्छ । ब्याट्रीको भोल्टेज ११.५ भन्दा कम भएमा संचित ऊर्जा ५० प्रतिशत भन्दा कम हुन्छ । त्यसकारण ब्याट्रीको भोल्टेज ११.५ भन्दा कम भयो भने ब्याट्री बिग्रने सम्भावना धेरै हुन्छ । यदि ब्याट्रीको भोल्टेज ११.० भन्दा कम छ भने ब्याट्री बिग्रिसकेको भनि ठान्नु पर्दछ । माथि उल्लेखित संख्याहरु अन्दाजी हिसाब मात्रै हुन् । ब्याट्रीको भोल्टेज नापेर संचित ऊर्जा यतिनै छ भनेर ठोकुवा गरेर भन्न सकिदैन ।

ब्याट्रीको भोल्टेज नाप्न एनालग मल्टीमिटरलाई डि.सी. ५० भोल्टको रेञ्जमा राख्ने र माथि भाग १ मा वर्णन गरेअनुसार मल्टीमिटरको रातो पोजिटिभ प्रोबलाई ब्याट्रीको पोजिटिभ टर्मिनलमा र कालो नेगेटिभ प्रोबलाई ब्याट्रीको नेगेटिभ टर्मिनलमा जोडी ब्याट्रीको भोल्टेज नाप्नु पर्दछ । डिजिटल मल्टीमिटरले भोल्टेज नाप्दा एनालग मल्टीमिटरले जस्तै गर्नुपर्दछ । तर यस अवस्थामा नापिएको मान (Measured value) सोभै अंकमा देखिन्छ ।

ओपन सर्किट भोल्टेज नाप्दा ब्याट्रीमा लोड दिनु हुँदैन । टर्मिनल भोल्टेज नाप्दा लोड दिई अर्थात् बत्तीहरु बाली टर्मिनलहरुमा उपलब्ध भोल्टेज नाप्नु पर्दछ ।

### हार्ड सल्फेसन (Hard Sulphation)

जब ब्याट्रीहरु डिस्चार्ज गरिन्छन् पोजिटिभ र नेगेटिभ प्लेटहरुलाई एउटा मसिनो सेतो क्रिस्टलाइन (Crystalline) लिड सल्फेट ( $PbSO_4$ ) ले ढाक्छ । तर चार्ज गर्दा यी Crystalline Lead Sulphate का कणहरु सामान्यतः हराएर ब्याट्री प्लेटहरुको सक्रिय पदार्थहरुमा (Active

Materials) परिवर्तित हुन्छन् । तर यदि ब्याट्रीलाई पूरा डिस्चार्ज हालतमा धेरै दिनसम्म राखिन्छ वा कम चार्ज भएको अवस्थामा धेरै समयसम्म राखी रहन्छ भने ब्याट्री प्लेटका सतहहरूमा लिड सल्फेट (Lead Sulphate) का जटिल क्रिस्टलहरू पैदा हुन्छन् र प्लेटका एक्टिभ मेटेरियल्सलाई (Active Materials) छोपि दिइन्छन् । यी Hard Sulphate का डिपोजिटहरू (Deposits) विद्युतीय दृष्टिकोणले अवरोधहरू (Insulators) हुन्, जसले गर्दा ब्याट्रीहरूको भित्री अवरोध (Internal Resistance) निकै बढ्न जान्छ । फलतः ब्याट्रीले चार्ज पनि लिन सक्दैन र डिस्चार्ज गर्दा ऊर्जा पनि दिन सक्दैन । यस्तो अवस्थामा ब्याट्रीलाई डेड (Dead Battery) ब्याट्री भनिन्छ ।

ब्याट्रीमा Hard Sulphation भएमा निम्न संकेतहरू देखिन्छन् :-

- (क) इलेक्ट्रोलाइटको कम स्पेसिफिक ग्राभिटी ।
- (ख) ब्याट्री सेलहरूको कम भोल्टेज ।
- (ग) चार्ज र डिस्चार्ज गर्दा इलेक्ट्रोलाइटको उच्च तापक्रमहरू ।
- (घ) ब्याट्री प्लेटहरूमा सेता कणहरू देखा पर्नु ।

ब्याट्रीहरूलाई ओभर चार्ज (Overcharge) गर्दा पनि Sulphation हुन सक्छ । ब्याट्रीको प्लेटहरूमा Hard Sulphation उत्पन्न भई ब्याट्रीको दैनिक कार्य सम्पादनमा बारम्बार उपरोक्त संकेतहरू देखिएमा पुरानो ब्याट्रीलाई फेरि नयाँ ब्याट्रीले काम लिनु पर्दछ ।

ब्याट्री जडान गर्ने र घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली सञ्चालन गर्ने तरिका

ब्याट्रीलाई आफूले लिनसक्ने भन्दा बढी लोड पर्न गएमा ब्याट्रीको भोल्टेज र स्पेसिफिक ग्राभिटी ठीक रेञ्जमा नआउन सक्दछ । यस्तो अवस्थामा ब्याट्रीलाई आवश्यकता अनुसार केही दिन बेलुकीपख न्यूनतम लोड दिनु पर्दछ र बढी समय दिउँसो चार्जिङमा राख्नु पर्दछ । ब्याट्रीको भोल्टेज १.२५० र स्पेसिफिक ग्राभिटी १.२४० देखि १.२५० को रेञ्जमा पुगेपछि ब्याट्रीलाई बिस्तारै लोड दिई काम लिनुपर्दछ ।

पुरानो ब्याट्री कुनै कारणवश काम नलाग्ने भएमा नयाँ ब्याट्री राखी काम लिनु पर्दछ । नयाँ ब्याट्रीमा उच्च ग्रेडको ब्याट्री एसिड आवश्यकता अनुसार भरेपछि कम्तिमा २ वा ३ दिन सम्म ब्याट्रीलाई लोड नदिईकन चार्जिङमा राख्नु उचित हुन्छ । त्यसपछि ब्याट्रीको भोल्टेज र स्पेसिफिक ग्राभिटी ठीक रेञ्जहरू भित्र आएपछि मात्र बत्तीहरू बाल्नु पर्दछ ।

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा नयाँ ब्याट्री राख्दा सबभन्दा पहिले ब्याट्रीको पोजिटिभ रातो तारको टुप्पालाई माथि भाग २ मा वर्णन गरेअनुसार चार्ज कन्ट्रोलरमा रहेको सम्बन्धित ब्याट्रीको पोजिटिभ टर्मिनलमा र ब्याट्रीको नेगेटिभ कालो तारलाई चार्ज कन्ट्रोलरमा रहेको सम्बन्धित ब्याट्रीको नेगेटिभ टर्मिनलमा जोड्नु पर्दछ र राम्ररी पेच कस्नु पर्दछ । त्यसपछि चार्ज कन्ट्रोलरबाट आएको ब्याट्रीको कालोतारलाई ब्याट्रीको नेगेटिभ टर्मिनलमा र रातो तारलाई ब्याट्रीको पोजिटिभ टर्मिनलमा जोड्नु पर्दछ । टर्मिनलमा जडान भएका नट-बोल्टहरू राम्ररी कस्नु पर्दछ र खिया नलागोस् भनेर टर्मिनल र नट-बोल्टहरूलाई भ्यासिलिन वा पेट्रोलियम जेलीले हल्कासंग राम्ररी पोल्नु पर्दछ ।

### ४.३ चार्ज कन्ट्रोलर

निम्न अवस्थामा चार्ज कन्ट्रोलरले राम्ररी काम नगरेको वा विग्रिएको ठान्नु पर्दछ ।

- (क) सौर्य मोड्यूलबाट ब्याट्री चार्ज नहुने

- (ख) Battery over-charge protection अवस्थामा नजाने
- (ग) कन्ट्रोलरको Load Connector मा भोल्टेज नआउने
- (घ) ब्याट्री कम भएको बेला पनि सौर्य बत्तिहरु बलिरहने ।

**(क) सौर्य मोड्यूलबाट ब्याट्री चार्ज नहुने**

- सौर्य मोड्यूलको voltage चार्ज कन्ट्रोलरको कनेक्टरमा नाप्ने ।
- सो Voltage ठीक छैन भने connector मा loose connection भएको वा सौर्य मोड्यूलको By-pass diode जाँच गर्ने ।
- RFC Choke जाँच गर्ने ।
- Reverse protection diode Open भएको छ कि जाँच गर्ने ।
- चार्जिङ सर्किटको MOSFET को Source र Drain टर्मिनलसंग जोडिएको MOV short छ कि जाँच गर्ने ।
- Charging circuit मा प्रयोग गरिएको कन्ट्रोल सर्किटमा उत्पादकले उल्लेख गरेको Voltage जाँच गर्ने ।
- PCB मा charging circuit को track Open छ कि जाँच गर्ने ।
- MOSFET जाँच गर्ने ।

यदि कुनै Component खराब भेटिएमा सो अनुरूपकै Component फेर्ने र Controller को कार्य जाँच गर्ने ।

**(ख) ब्याट्री Over-charge Protection State मा नजाने**

- Overcharge protection circuit मा प्रयोग गरिएको MOSFET को Drain, Source Gate मा Circuit मा दिए अनुसार Voltage नाप्ने । सो नभएमा MOSFET multimeter बाट जाँच गर्ने र विग्रिएको पाईएमा फेर्ने ।
- सर्किटमा दिएअनुसार Over-charging को परिपथमा Voltage check गर्ने ।
- ब्याट्री Over-discharge (पुरानो भएको) अवस्थामा पनि Solar बाट सो ब्याट्री चार्ज गर्दा Over charge protection mode मा नजान सक्छ ।

**(ग) कन्ट्रोलरको Load Connector मा Voltage नआउने**

- Fuse जलेको भएको अवस्थामा Load मा भोल्टेज नआउन सक्छ ।
- PCB मा track open भएमा load मा भोल्टेज नआउन सक्छ ।
- Load MOSFET Open भएमा load मा भोल्टेज नआउन सक्छ, MOSFET multimeter बाट चेक गर्ने ।
- Load circuit मा दिए अनुसारको Voltage चेक गर्ने । नभएमा सो circuit संग सम्बन्धित components चेक गर्ने ।
- Load ON/OFF switch चेक गर्ने ।

पाठ १.४ (चित्रहरु १.४.२-१.४.५) मा उल्लेखित चार्ज कन्ट्रोलर (Series PWM, Shunt PWM, Series ON/OFF, Shunt ON/OFF) हरूमा हुनसक्ने खराबी र त्यससंग सम्बन्धित कम्पोनेन्टहरुको विवरण निम्न तालिकामा दिइएको छ ।

**A. Series PWM Controller**

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
१	सौर्य मोड्यूलले ब्याट्रीलाई चार्ज गर्न नसक्ने	१. MOSFET Q1 विग्रेको हुनसक्छ २. MOV Short Circuit भएको हुनसक्छ ३. Track open भएको हुनसक्छ ४. कनेक्टर लूज (Loose) भएको हुनसक्छ ५. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) विग्रेको हुनसक्छ ६. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) विग्रेको हुनसक्छ ७. ब्याट्रीमा हार्ड सल्फेशन (Hard Sulphation) भएको हुनसक्छ ८. सौर्य मोड्यूल नै विग्रेको हुनसक्छ	१. MOSFET Q1 चेक गर्ने २. MOV चेक गर्ने ३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. कनेक्टर लूज (Loose) भएको छ कि चेक गर्ने ५. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) चेक गर्ने ६. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) चेक गर्ने ७. ब्याट्रीको भोल्टेज र तेजावको स्पेसिफिक ग्राभिटी (Specific Gravity) नाप्ने ८. सौर्य मोड्यूल चेक गर्ने
२	चार्ज कन्ट्रोलरको लोड टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नआउने	१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ २. MOSFET Q2 विग्रेको हुनसक्छ ३. Track open भएको हुनसक्छ ४. कुनै Component Open Circuit भएको हुनसक्छ ५. IC विग्रेको/जलेको हुनसक्छ ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा स्वीच (Switch) प्रयोग गरिएको छ भने स्वीच विग्रेको हुनसक्छ ७. डायोड DB विग्रेको हुनसक्छ	१. फ्यूज चेक गर्ने २. MOSFET Q2 चेक गर्ने ३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. चार्ज कन्ट्रोलरको सर्किटमा MOSFET Q2 संग सम्बन्धित (LVD section को circuit) Components Open Circuit भएको छ कि छैन चेक गर्ने ५. IC चेक गर्ने ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा प्रयोग गरिएको स्वीच (Switch) चेक गर्ने ७. डायोड DB चेक गर्ने
३	Low Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १०.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि कम भएपनि बत्ती बलिरहने	१. MOSFET Q2 विग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ ३. डायोड DB विग्रेको हुनसक्छ	१. MOSFET Q2 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने ३. डायोड DB चेक गर्ने
४	Low Voltage Disconnection भएपनि रातो बत्ती नबल्ने	१. LED3 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. डायोड DB विग्रेको हुनसक्छ ४. LED3 नै विग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. डायोड DB विग्रेको हुनसक्छ ४. LED3 चेक गर्ने र जलेको वा विग्रेको भए फेर्ने

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
५	High Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १४ देखि १४.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि बढी भएपनि सौर्य मोड्युलले ब्याट्रीलाई चार्ज गरिराख्ने	१. MOSFET Q1 बिग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ ३. High Voltage Disconnection (HVD) खण्डको कुनै component open भएको हुनसक्छ ४. Track open भएको हुनसक्छ ५. IC बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ	१. MOSFET Q1 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने ३. High Voltage Disconnection (HVD) खण्डको components open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ५. IC चेक गर्ने
६	Battery Charging भईरहे पनि पहिलो वा हरियो बत्ती नबल्ने	१. LED संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. Transistor Q3 बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ ४. LED नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. Transistor Q3 बिग्रेको / जलेको छ कि छैन चेक गर्ने ४. LED चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने

### B. Shunt PWM Controller

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
१	सौर्य मोड्युलले ब्याट्रीलाई चार्ज गर्न नसक्ने	१. MOSFET T1 बिग्रेको हुनसक्छ २. MOV Short Circuit भएको हुनसक्छ ३. Track open भएको हुनसक्छ ४. कनेक्टर लूज (Loose) भएको हुनसक्छ ५. सौर्य मोड्युलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) बिग्रेको हुनसक्छ ६. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) बिग्रेको हुनसक्छ ७. ब्याट्रीमा हार्ड सल्फेशन (Hard Sulphation) भएको हुनसक्छ ८. सौर्य मोड्युल नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. MOSFET T1 चेक गर्ने २. MOV चेक गर्ने ३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. कनेक्टर लूज (Loose) भएको छ कि चेक गर्ने ५. सौर्य मोड्युलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) चेक गर्ने ६. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) चेक गर्ने ७. ब्याट्रीको भोल्टेज र तेजावको स्पेसिफिक ग्राभिटी (Specific Gravity) नाप्ने ८. सौर्य मोड्युल चेक गर्ने
२	चार्ज कन्ट्रोलरको लोड टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नआउने	१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ २. MOSFET Q2 बिग्रेको हुनसक्छ ३. Track open भएको हुनसक्छ ४. कुनै Component Open Circuit भएको हुनसक्छ ५. IC बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा स्वीच (Switch) प्रयोग गरिएको छ भने स्वीच	१. फ्यूज चेक गर्ने २. MOSFET Q2 चेक गर्ने ३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. चार्ज कन्ट्रोलरको सर्किटमा MOSFET Q2 संग सम्बन्धित (LVD section को circuit) Components Open Circuit भएको छ कि छैन चेक गर्ने



क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
		बिग्रेको हुनसक्छ ७. डायोड DB बिग्रेको हुनसक्छ	५. IC चेक गर्ने ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा प्रयोग गरिएको स्वीच (Switch) चेक गर्ने ७. डायोड DB चेक गर्ने
३	Low Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १०.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि कम भएपनि बत्ती बलिरहने	१. MOSFET Q2 बिग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ ३. डायोड DB बिग्रेको हुनसक्छ	१. MOSFET Q2 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने ३. डायोड DB चेक गर्ने
४	Low Voltage Disconnection भएपनि रातो बत्ती नबल्ने	१. LED3 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. LED3 नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. LED3 चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने
५	High Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १४ देखि १४.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि बढी भएपनि सौर्य मोड्युलले ब्याट्रीलाई चार्ज गरिराख्ने	१. MOSFET Q1 बिग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ ३. High Voltage Disconnection (HVD) खण्डको कुनै component open भएको हुनसक्छ ४. Track open भएको हुनसक्छ ५. IC बिग्रेको/जलेको हुनसक्छ	१. MOSFET Q1 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने ३. High Voltage Disconnection (HVD) खण्डको components open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ५. IC चेक गर्ने
६	Battery Charging भईरहे पनि पहेलो वा हरियो बत्ती नबल्ने	१. LED संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. Transistor Q3 बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ ४. LED नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. Transistor Q3 बिग्रेको / जलेको छ कि छैन चेक गर्ने ४. LED चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने

### C. Series ON/OFF Controller

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
१	सौर्य मोड्युलले ब्याट्रीलाई चार्ज गर्न नसक्ने	१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ २. MOSFET T1 बिग्रेको हुनसक्छ ३. MOV Short Circuit भएको हुनसक्छ ४. Track open भएको हुनसक्छ ५. कनेक्टर लूज (Loose) भएको	१. फ्यूज चेक गर्ने २. MOSFET T1 चेक गर्ने ३. MOV चेक गर्ने ४. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
		हुनसक्छ ६. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) बिग्रेको हुनसक्छ ७. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) बिग्रेको हुनसक्छ ८. ब्याट्रीमा हार्ड सल्फेशन (Hard Sulphation) भएको हुनसक्छ ९. सौर्य मोड्यूल नै बिग्रेको हुनसक्छ	५. कनेक्टर लूज (Loose) भएको छ कि चेक गर्ने ६. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) चेक गर्ने ७. ब्लकिङ डायोड (Blocking Diode) चेक गर्ने ८. ब्याट्रीको भोल्टेज र तेजावको स्पेसिफिक ग्राभिटी (Specific Gravity) नाप्ने ९. सौर्य मोड्यूल चेक गर्ने
२	चार्ज कन्ट्रोलरको लोड टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नआउने	१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ २. MOSFET T2 बिग्रेको हुनसक्छ ३. Track open भएको हुनसक्छ ४. कुनै Component Open Circuit भएको हुनसक्छ ५. IC बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा स्वीच (Switch) प्रयोग गरिएको छ भने स्वीच बिग्रेको हुनसक्छ	१. फ्यूज चेक गर्ने २. MOSFET T2 चेक गर्ने ३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. चार्ज कन्ट्रोलरको सर्किटमा MOSFET T2 संग सम्बन्धित (LVD section को circuit) Components Open Circuit भएको छ कि छैन चेक गर्ने ५. IC चेक गर्ने ६. चार्ज कन्ट्रोलरमा प्रयोग गरिएको स्वीच (Switch) चेक गर्ने
३	Low Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १०.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि कम भएपनि बत्ती बलिरहने	१. MOSFET T2 बिग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ	१. MOSFET T2 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने
४	Low Voltage Disconnection भएपनि रातो बत्ती नबल्ने	१. LED2 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. LED2 नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. LED2 चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने
५	High Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १४ देखि १४.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि बढी भएपनि ब्याट्रीलाई चार्ज गरिराख्ने	१. MOSFET T1 बिग्रेको हुनसक्छ २. Potentiometer को Set Point नमिलेको	१. MOSFET T1 चेक गर्ने २. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने
६	Battery Charging भईरहे पनि पहेलो वा हरियो बत्ती नबल्ने	१. LED1 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. LED1 नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. LED1 चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने

### D. Shunt ON/OFF Controller

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
१	सौर्य मोड्यूलले ब्याट्रीलाई चार्ज गर्न नसक्ने	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ</li> <li>२. MOSFET T1 विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>३. MOV Short Circuit भएको हुनसक्छ</li> <li>४. Track open भएको हुनसक्छ</li> <li>५. कनेक्टर लूज (Loose) भएको हुनसक्छ</li> <li>६. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>७. ब्लकिङ्ग डायोड (Blocking Diode) विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>८. ब्याट्रीमा हार्ड सल्फेशन (Hard Sulphation) भएको हुनसक्छ</li> <li>९. सौर्य मोड्यूल नै विग्रेको हुनसक्छ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. फ्यूज चेक गर्ने</li> <li>२. MOSFET T1 चेक गर्ने</li> <li>३. MOV चेक गर्ने</li> <li>४. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने</li> <li>५. कनेक्टर लूज (Loose) भएको छ कि चेक गर्ने</li> <li>६. सौर्य मोड्यूलको बाईपास डायोड (Bypass Diode) चेक गर्ने</li> <li>७. ब्लकिङ्ग डायोड (Blocking Diode) चेक गर्ने</li> <li>८. ब्याट्रीको भोल्टेज र तेजावको स्पेसिफिक ग्राभिटी (Specific Gravity) नाप्ने</li> <li>९. सौर्य मोड्यूल चेक गर्ने</li> </ol>
२	चार्ज कन्ट्रोलरको लोड टर्मिनलहरूमा भोल्टेज नआउने	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. फ्यूज जलेको हुनसक्छ</li> <li>२. MOSFET T3 विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>३. Track open भएको हुनसक्छ</li> <li>४. कुनै Component Open Circuit भएको हुनसक्छ</li> <li>५. IC विग्रेको / जलेको हुनसक्छ</li> <li>६. चार्ज कन्ट्रोलरमा स्वीच (Switch) प्रयोग गरिएको छ भने स्वीच विग्रेको हुनसक्छ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. फ्यूज चेक गर्ने</li> <li>२. MOSFET T3 चेक गर्ने</li> <li>३. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने</li> <li>४. चार्ज कन्ट्रोलरको सर्किटमा MOSFET T3 संग सम्बन्धित (LVD section को circuit) Components Open Circuit भएको छ कि छैन चेक गर्ने</li> <li>५. IC चेक गर्ने</li> <li>६. चार्ज कन्ट्रोलरमा प्रयोग गरिएको स्वीच (Switch) चेक गर्ने</li> </ol>
३	Low Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १०.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि कम भएपनि बत्ती बलिरहने	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. MOSFET T3 विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>२. Potentiometer को Set Point नमिलेको हुनसक्छ</li> <li>३. ट्रान्जिष्टर (Transistor) T2 विग्रेको हुनसक्छ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. MOSFET T3 चेक गर्ने</li> <li>२. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने</li> <li>३. ट्रान्जिष्टर (Transistor) T2 चेक गर्ने</li> </ol>
४	Low Voltage Disconnection भएपनि रातो बत्ती नबल्ने	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. LED2 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ</li> <li>२. Track open भएको हुनसक्छ</li> <li>३. LED2 नै विग्रेको हुनसक्छ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने</li> <li>२. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने</li> <li>३. LED2 चेक गर्ने र जलेको वा विग्रेको भए फेर्ने</li> </ol>
५	High Voltage Disconnection नहुने अर्थात् ब्याट्रीको भोल्टेज १४ देखि १४.८ भोल्ट वा सो भन्दा पनि बढी	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. MOSFET T1 विग्रेको हुनसक्छ</li> <li>२. Potentiometer को Set Point नमिलेको</li> <li>३. High Voltage Disconnection (HVD) खण्डको कुनै component open भएको</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>१. MOSFET T1 चेक गर्ने</li> <li>२. Potentiometer लाई अलिकति घुमाउने र तैपनि नभए Charge Controller नै फेर्ने</li> <li>३. High Voltage Disconnection</li> </ol>

क्र. सं.	समस्याहरू (Problems)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
	भएपनि सौर्य मोड्युलले ब्याट्रीलाई चार्ज गरिराख्ने	हुनसक्छ ४. Track open भएको हुनसक्छ ५. IC बिग्रेको / जलेको हुनसक्छ	(HVD) खण्डको components open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ४. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ५. IC चेक गर्ने
६	Battery Charging भईरहे पनि पहेलो वा हरियो बत्ती नबल्ने	१. LED1 संग जोडिएको रेजिष्टर ओपन भएको हुनसक्छ २. Track open भएको हुनसक्छ ३. LED1 नै बिग्रेको हुनसक्छ	१. उक्त रेजिष्टर ओपन भएको छ कि छैन चेक गर्ने २. Track open भएको छ कि छैन चेक गर्ने ३. LED1 चेक गर्ने र जलेको वा बिग्रेको भए फेर्ने

## ४.४ बत्ति

बत्तिहरु (PL, TL वा FL) बिग्रनुमा निम्न कारणहरु हुनसक्छन् :

- (क) स्वीच बिग्रनु
- (ख) जंक्सन बक्सबाट बत्तिसम्म DC भोल्ट नआउनु
- (ग) फ्युज जानु
- (घ) चिम जल्नु
- (ङ) बालाष्टनै बिग्रनु

तसर्थ बालाष्ट खोल्नु अघि (क) देखि (घ) सम्म जाँच गरी सबै ठिक छ भने मात्र बालाष्ट बिग्रिएको निक्कै गर्नु पर्दछ ।

बालाष्टको कुनै पनि Components फेर्न पहिले सो Components लाई PCB बाट निकाल्नु पर्दछ । त्यसपछि Multimeter प्रयोग गरी जाँच्नु पर्दछ र बिग्रिएको पाईएमा सोही अनुसारको Component राखी फेर्नुपर्दछ ।

(क) Choke वा Fuse जाँच्ने तरिका

Multimeter लाई Ohm-meter मा range मिलाएर राख्ने । Multimeter को probes, choke वा fuse) को दुई तारहरुमा connection गर्दा continuity देखाउनु पर्दछ (अर्थात मिटरले ० ओहमस देखाउनु पर्दछ) अथवा buzzer बज्नु पर्दछ ।

(ख) Diode जाँच्ने तरिका

Ohm-meter बाट diode को resistance नाप्दा एकातिरबाट 500 Ohm देखि 600 Ohm सम्म हुनुपर्छ र Connection उल्टो गर्दा diode को resistance निकै high ओम देखाउनु पर्छ ।

(ग) Resistor नाप्ने तरिका

Ohm-meter बाट Resistor नाप्दा colour coding अनुसार देखाउनु पर्दछ ।

(घ) Transformer जाँच्ने तरिका

Transformer को coils को resistance नाप्दा सो coil को windings अनुसार Ohms देखाउनु पर्दछ ।

(ङ) Transistor जाँच्ने तरिका

Transistor नाप्दा base-collector, base-emitter तथा Collector-emitter को Forward र Reverse resistance नाप्नु पर्छ । Multimeter बाट transistor check गर्दा तल दिइए अनुसार हुनुपर्दछ ।

उदाहरण: NPN Transistor को लागि :

- Forward resistance (base-collector) - low Ohm हुनुपर्दछ
- Forward resistance (base-emitter) - low Ohm हुनुपर्दछ
- Collector – emitter resistance - high Ohm हुनुपर्दछ
- Reverse resistance (base – collector)-high Ohm हुनुपर्दछ
- Reverse resistance (base – emitter)- high Ohm हुनुपर्दछ
- Reverse collector – emitter resistance- high Ohm हुनुपर्दछ

पाठ १.५ (चित्रहरु १.५.२-१.५.३) मा उल्लेखित बत्ति -Ballast with pre-heating , Ballast without pre-heating) हरुमा हुनसक्ने खराबी र त्यससंग सम्बन्धित कम्पोनेन्टहरुको विवरण निम्न तालिकामा दिइएको छ ।

#### A. Ballast with pre-heating

क्रम संख्या	समस्याहरु (Faults)	कारणहरु (Causes)	समाधानहरु (Remedies)
१.	बत्ती नबल्ने	ब्याट्री Deep Discharge भएको हुनसक्छ	ब्याट्रीको भोल्टेज नाप्नुहोस्
		बत्तीमा Input Voltage नभएको हुनसक्छ	Input Voltage चेक गर्नुहोस् । Input Voltage करिब १०.८ देखि १२ V जति हुनुपर्दछ ।
		चार्ज कन्ट्रोलर बिग्रको हुनसक्छ	चार्ज कन्ट्रोलर चेक गर्नुहोस्
		बत्तीको पीनहरु (Pins) ले होल्डरमा राम्रोसंग नछोएको हुनसक्छन्	ट्यूब (बत्ती) को पोजिशनलाई घुमाउनुहोस्
		बालाष्ट (Ballast) को ट्रान्जिष्टरहरु (Transistors) जलेको हुनसक्छन्	ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरु चेक गर्नुहोस् र जलेको भए फेर्नुहोस्
		फ्यूज (Fuse) गएको / जलेको हुनसक्छ	फ्यूज (Fuse) चेक गर्नुहोस् र जलेको भए फेर्नुहोस्
२.	फ्यूज गइरहने	बालाष्टको ट्रान्सफर्मर (Transformer) बिग्रको हुनसक्छ	ट्रान्सफर्मर (Transformer) चेक गर्नुहोस् । ट्रान्सफर्मर चेक गर्दा Continuity चेक गर्नुहोस् , जलेको भए फेर्नुहोस्
		डायोड (Diode) D1 शर्ट (Short) भएको हुनसक्छ	डायोड (Diode) D1 चेक गर्नुहोस् र शर्ट (Short) भएको भए फेर्नुहोस्
		ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरु शर्ट (Short) भएको हुनसक्छ	ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरु चेक गर्नुहोस् र शर्ट (Short) भएको भए फेर्नुहोस्
३.	Pre-heat नहुने	ट्रान्सफर्मर (Transformer) को Primary Winding जलेको र बिग्रको हुनसक्छ	ट्रान्सफर्मर (Transformer) को Primary Winding चेक गर्नुहोस्
		रिले (Relay) बिग्रको हुनसक्छ	रिले (Relay) चेक गर्नुहोस् । रिले (Relay) को पोजिटिभ पिनमा भोल्टेज नाप्नुहोस् । उक्त भोल्टेज करिब १२ भोल्ट जति हुनुपर्दछ । यदि भोल्टेज ठीक छ भने रेजिष्टर R5 र C4 चेक गर्नुहोस् । जलेको / बिग्रको भए फेर्नुहोस्

## B. Ballast without pre-heating

क्रम संख्या	समस्याहरू (Faults)	कारणहरू (Causes)	समाधानहरू (Remedies)
१.	बत्ती नबल्ने	ब्याट्री Deep Discharge भएको हुनसक्छ	ब्याट्रीको भोल्टेज नाप्नुहोस्
		चार्ज कन्ट्रोलर बिग्रको हुनसक्छ	चार्ज कन्ट्रोलर चेक गर्नुहोस्
		बत्तीमा Input Voltage नभएको हुनसक्छ	Input Voltage चेक गर्नुहोस् । Input Voltage करिब १०.८ देखि १२ V जति हुनुपर्दछ ।
		बत्तीको पीनहरू (Pins) ले होल्डरमा राम्रोसंग नछोएको हुनसक्छन्	ट्यूब (बत्ती) को पोजिशनलाई घुमाउनुहोस्
		बालाष्ट (Ballast) को ट्रान्जिष्टरहरू (Transistors) जलेको हुनसक्छन्	ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरू चेक गर्नुहोस् र जलेको भए फेर्नुहोस्
		फ्यूज (Fuse) गएको / जलेको हुनसक्छ	फ्यूज (Fuse) चेक गर्नुहोस् र जलेको भए फेर्नुहोस्
२.	फ्यूज गइरहने	बालाष्टको ट्रान्सफर्मर (Transformer) बिग्रको हुनसक्छ	ट्रान्सफर्मर (Transformer) चेक गर्नुहोस् । ट्रान्सफर्मर चेक गर्दा Continuity चेक गर्नुहोस् , जलेको भए फेर्नुहोस्
		डायोड (Diode) D1 शर्ट (Short) भएको हुनसक्छ ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरू शर्ट (Short) भएको हुनसक्छ ट्रान्सफर्मर (Transformer) को Primary Winding जलेको / बिग्रको हुनसक्छ	डायोड (Diode) D1 चेक गर्नुहोस् र शर्ट (Short) भएको भए फेर्नुहोस् ट्रान्जिष्टर (Transistors) हरू चेक गर्नुहोस् र शर्ट (Short) भएको भए फेर्नुहोस् ट्रान्सफर्मर (Transformer) को Primary Winding चेक गर्नुहोस्

## ४.५ डि.सी./ डि.सी. कन्भर्टर

DC/DC कन्भर्टरमा हुनसक्ने सम्भावित खराबीहरू निम्नप्रकारका छन्:

- (क) Converter बाट DC output नआउने
- (ख) Converter बाट selector switch अनुसार आउटपुट भोल्टेज नआउने

बुँदा (क) को लागि ON/OFF switch, Fuse चेक गर्ने । यदि ठीक छ भने उत्पादकले दिएको Circuit diagram अनुसार विभिन्न Point मा भोल्टेज नाप्ने र Measurements बाट गलत देखिएमा खराब भएको Components सोही नम्बर/ Rating को Component प्रयोग गरी फेर्ने ।  
बुँदा (ख) को लागि Multimeter ले switch चेक गर्ने र खराब भए फेर्ने ।

पाठ १.६ (चित्र १.६.२-१) मा उल्लेखित DC/DC कन्भर्टरमा हुनसक्ने खराबी र त्यससंग सम्बन्धित कम्पोनेन्टहरूको विवरण निम्न तालिकामा दिइएको छ ।

क्रम संख्या	समस्या	समाधान
१	सेलेक्टर स्वीच (Selector Swtich) को कुनै पनि पोजिशनमा Output voltage नआउनु	Input voltage चेक गर्ने जुन करिब 12 V हुनुपर्दछ । यदि Input voltage ठीक छ भने IC LM317 को चेक गर्ने
२	सेलेक्टर स्वीच (Selector Swtich) को सबै पोजिशनमा voltage (भोल्टेज) नआउने	यदि सबै पोजिशनमा output voltage Zero आउँछ र Selector Swtich को कनेक्सन ठीक छ भने IC नै बदल्नुहोस् ।
३	सेलेक्टर स्वीच (Selector Swtich) को कुनै पोजिशनमा voltage आउने र कुनै पोजिशनमा नआउने	सेलेक्टर स्वीच (Selector Swtich) को जुन पोजिशनमा भोल्टेज आउँदैन उक्त पोजिशनको रेजिस्टेन्स (Resistance) चेक गर्नुहोस् र यसरी चेक गर्दा यदि रेजिस्टेन्स खुल्ला (Open) छ भने उक्त रेजिस्टेन्स फेनुहोस् । यदि रेजिस्टेन्स पनि ठीक छ भने सेलेक्टर स्वीच (Selector Swtich) चेक गर्नुहोस्

#### ४.६ डि.सी./ ए.सी. इन्भर्टर

डि.सी./ ए.सी. इन्भर्टरमा निम्न अनुसारको मापन गरी ठिक नभएमा मर्मतका लागि सिफारिस गर्ने ।

- आउटपुटमा २२० भोल्ट ए.सी. नाप्ने
- इनपुटमा डि.सी. १२ भोल्ट नाप्ने
- Fuse check गर्ने ।
- यदि इनपुटमा १२ भोल्ट डि.सी. छ, फ्यूज पनि ठिक छ तर आउटपुटमा २२० भोल्ट ए.सी. छैन भने इन्भर्टर विग्रिएको ठहर गरी मर्मतको लागि Company को Dealer वा सिधै Company मा पठाउन ग्राहकलाई सल्लाह दिने ।



#### ४.७ नमुना प्रश्नहरू (सैद्धान्तिक)

१. सौर्य मोड्यूलले दिने ओपन सर्किट भोल्टेज ..... जति हुन्छ ।  
(क) 12 V (ख) 18-21 V (ग) 50V (घ) 15V
२. एउटा सौर्य मोड्यूलमा साधारणतया ..... वटा ..... by-pass diode हुन्छ ।  
(क) १ (ख) ३ (ग) २ (घ) ६
३. डिस्चार्ज भएको ब्याट्रीको Voltage कति हुन्छ ?  
(क) १४ भोल्ट (ख) ११ भोल्टभन्दा कम (ग) १२.६ भन्दा बढी
४. लिड एसिड ब्याट्रीमा निम्न कारणले हार्ड सल्फेसन हुन्छ ।  
(क) उच्च दरमा चार्ज गर्नाले (ख) विस्तारै चार्ज गर्नाले  
(ग) कम चार्ज भएको वा पुरा डिस्चार्ज भएको अवस्थामा ब्याट्रीलाई धेरै समयसम्म छाडी राख्नाले
५. कुनै पनि बत्तिहरू नबलेमा ..... बिग्रिएको हुनसक्छ ।  
(क) बत्तिहरू (ख) सौर्य मोड्यूल (ग) चार्ज कन्ट्रोलर (घ) डि.सी./डि.सी. कन्भर्टर
६. चार्ज कन्ट्रोलर भित्रको IC बिग्रिएमा  
(क) जुनसुकै IC फेर्दापनि हुन्छ (ख) IC को ठाउँमा ट्रान्जिस्टर फेर्दा हुन्छ  
(ग) IC लाई मर्मत गरे हुन्छ (घ) सोही नम्बरको नयाँ IC फेर्नु पर्दछ
७. चार्ज कन्ट्रोलर भित्र रहेको blocking diode ओपन सर्किट भएमा  
(क) कुनै पनि बत्ति बल्दैन (ख) ब्याट्री चार्ज हुँदैन  
(ग) राती ब्याट्री चार्ज हुँदैन (घ) ब्याट्री ओभर चार्ज हुन्छ
८. प्रणालीमा कुनै एउटा बत्ति नबलेमा सर्वप्रथम  
(क) चिम फेरी हेर्नुपर्छ (ख) चार्ज कन्ट्रोलर मर्मत गर्नुपर्छ  
(ग) बालाष्ट मर्मत गर्नुपर्छ (घ) ब्याट्रीमा पानी थप्नु पर्छ
९. बिग्रिएको ट्रान्जिष्टरको  
(क) base-collector दुबैतिरको रेजिष्टेन high हुन्छ  
(ख) emitter-collector दुबैतिरको रेजिष्टेन high हुन्छ
१०. फ्यूजको रेजिस्टेन्स ..... ओहम हुन्छ ।  
(क) २२० (ख) ५० (ग) ० (घ) १०००

## ४.८ सीप मुल्याङ्कन

प्रयोगात्मक परीक्षामा तालिमले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा प्रयोग हुने उपकरणहरूको मर्मत गर्नु पर्नेछ । यसका लागि प्रशिक्षकले बिग्रीएका उपकरणहरू मर्मतका लागि उपलब्ध गराउनु पर्नेछ । परीक्षा सकिएपछि प्रशिक्षकले निम्न बुँदाहरूमा सीप मुल्याङ्कन गर्नुपर्दछ ।

- सौर्य मोड्यूलको पारामिटरहरू जाँच गऱ्यो ?
- सौर्य मोड्यूलको भौतिक अवस्था ठिक भएमा सौर्य मोड्यूलबाट उत्पादित भोल्टेज ठिक भए/नभएको यकिन गऱ्यो ?
- By-Pass Diode ठिक भए/नभएको जाँच्यो ?
- बिग्रीएको कम्पोनेन्ट फेऱ्यो ?
- बिग्रीएको कम्पोनेन्ट फेरि सकेपछि प्रणालीले ठिकसँग काम गरेको जाँच गऱ्यो ?
- चार्ज कन्ट्रोलरले ठिकसँग काम नगरेको यकिन गऱ्यो ?
- चार्ज कन्ट्रोलरबाट सबै तारहरूलाई ठिकसँग भिक्त्यो र चार्ज कन्ट्रोलरलाई फुकाऱ्यो ?
- बिग्रीएको चार्ज कन्ट्रोलरलाई नयाँले फेऱ्यो ?
- नयाँ चार्ज कन्ट्रोलर जडान गरि सकेपछि ठिकसँग काम गरेको जाँच्यो ?
- प्रणालीले राम्रोसँग काम गरेको जाँच्यो ?
- बिग्रीएको चार्ज कन्ट्रोलरमा फल्टी कम्पोनेन्ट पत्ता लगायो ?
- बिग्रीएको चार्ज कन्ट्रोलरमा भएको फल्टी कम्पोनेन्टलाई नयाँ कम्पोनेन्टले बदऱ्यो ?
- मर्मत गरिएको चार्ज कन्ट्रोलरले ठिकसँग काम गरेको जाँच्यो ?
- बत्तीहरूले ठिकसँग काम नगरेको भनी सिकायत प्राप्त गऱ्यो ?
- बत्तीको तारमा, होल्डरमा, स्वीचमा र बालाष्टमा लुज कनेक्सन छ, छैन जाँच्यो ?
- चिम फेर्ने र बत्तीले ठिकसँग काम गरे/नगरेको जाँच्यो ?
- बत्तीमा जाने भोल्टेज छुट्याई बालाष्ट फेऱ्यो ?
- बालाष्ट फेरेपछि बत्तीले काम गरे नगरेको जाँच्यो ?
- बिग्रीएको बालाष्ट भित्रको फल्टी कम्पोनेन्ट पत्ता लगायो ?
- फल्टी कम्पोनेन्ट फेरेर बालाष्टलाई मर्मत गऱ्यो ?
- मर्मत गरेको बालाष्ट राखेर बत्ती बले नबलेको जाँच गऱ्यो ?
- ब्याट्रीको भौतिक अवस्था र ब्याट्री टर्मिनलहरू कनेक्सनहरू राम्ररी जाँच्यो ?
- ब्याट्रीमा कतैबाट चुहावत वा क्रेक वा नोक्सानी छ कि छैन भनेर जाँच्यो ?
- ब्याट्रीको इलेक्ट्रोलाइटको लेभल ठीकसँग जाँच्यो र आवश्यकता अनुसार ब्याट्री वाटर थपि माथिल्लो लेभल (Upper Level) सम्म इलेक्ट्रोलाइटलाई पुऱ्यायो ?
- ब्याट्रीको स्पेसिफिक ग्राभिटी हाइड्रोमिटरद्वारा ठीकसँग जाँच्यो ? आवश्यकता अनुसार तापक्रम संशोधन (Temperature Coprection) पनि गऱ्यो ?
- चार्ज गपरेपछि ब्याट्रीको ओपन सर्किट भोल्टेज (O.C.V.) र लोड भोल्टेज ठीकसँग नाऱ्यो ?
- ब्याट्रीको (O.C.V.) ११.५ भोल्ट भन्दा कम भएमा पुराना ब्याट्री फेरी नयाँ ब्याट्री काममा ल्यायो ?

- ब्याट्रीलाई ठीक सुरक्षित ठाउँमा जडान गर्‍यो ?
- चार्ज कन्ट्रोलर र ब्याट्री बीचको कनेक्सन ठीक संग गर्‍यो ?
- कन्भर्टरले ठीकसंग काम नगरेको भन्ने सिकायत प्राप्त गर्‍यो ?
- इनपुट र आउटपुट भोल्टेज नाप्यो ?
- फ्यूज जाँच गर्ने र आवश्यक भएमा नयाँ फ्यूज राख्यो ?
- नयाँ कन्भर्टर जडान गर्‍यो ?
- नयाँ कन्भर्टर जडान गरेपछि ठीकसंग काम गरे नगरेको जाँच्यो ?
- विग्रिएको कम्पोनेन्ट फेरी कन्भर्टरको मर्मत गर्‍यो ?
- इन्भर्टरले ठीकसंग काम नगरेको भन्ने सिकायत प्राप्त गर्‍यो ?
- इनपुट डि.सी. र आउटपुट ए.सी. भोल्टेज जाँच गर्‍यो ?
- आवश्यक भएमा इन्भर्टर फेर्‍यो ?
- फेरिएको इन्भर्टरले ठीकसंग काम गरे नगरेको जाँच्यो ?

## ५. घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीसंग सम्बन्धित सुरक्षा उपायहरू

- पाठ्याँशको उद्देश्य: यो पाठ्याँशको अन्त्यमा तालिमेहरूले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा अपनाउनु पर्ने सुरक्षाका उपायहरूबारे जानकारी प्राप्त गर्नेछन् ।
- कार्य विवरण: सुरक्षाका उपायहरूबारे जानकारी प्राप्त गर्ने र सो बारे प्रयोगकर्ताहरूलाई जानकारी दिने ।
- सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरू: -
- समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - ३० मिनेट  
प्रयोगात्मक कक्षा - -
- आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा
- आवश्यक सामग्रीहरू: -
- पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरू	समयावधि
५.१	सौर्य विकिरणबाट तारहरूको बचाव	ब्याख्या, प्रदर्शन	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, उदाहरणहरू प्रस्तुत गर्ने	-	१५ मिनेट (सै)
५.२	सौर्य विद्युतबाट हुनसक्ने खतरा र बचावको उपायहरू	ब्याख्या, प्रदर्शन	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, उदाहरणहरू प्रस्तुत गर्ने	-	१५ मिनेट (सै)

## ५.१ सौर्य विकिरणबाट तारहरुको बचाव

सौर्य मोड्यूलबाट आएका तारहरु घाम पानीमा वर्षासम्म रहने हुन्छ । यसले गर्दा यी तारहरुको इन्सुलेशन राम्रो भएन भने केही वर्ष भित्रनै विग्रन गई घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा गडबडी आउनसक्छ । खासगरी सूर्यको किरणमा रहेको सुक्ष्म वैजनी किरण (Ultra Violet Rays) का कारणले साधारण तारको इन्सुलेशनलाई केही वर्ष भित्रनै कामै नलाग्ने किसिमले बिग्रन सक्छ । Ultra Violet Rays (UVR) ले मानिसहरुको छालालाई जस्तै प्लाष्टिक आदीलाई नराम्रो असर पार्दछ । तारलाई बेरेर राख्ने PVC पनि प्लाष्टिककै परिवारमा पर्दछ । UVR ले प्लाष्टिकको अणु बनावट (molecular structure) लाई बिगार्दछ फलतः प्लाष्टिक धुजा धुजा भएर जाने हुन्छ । यसप्रकार इन्सुलेटर भित्रको नाङ्गो तार बाहिर देखिन गई अरु कुनै तार वा metallic object सित जोडिन गई करेण्ट ब्याट्रीमा जानुको सट्टा अन्त कतै जानसक्छ । यसो भयो भने सौर्य प्रणालीमा जडान भएको बत्तिहरु नबल्न सक्छ । UVR ले खासगरी रातो, पहेलो, निलो रंगको तारहरुलाई छिटो बिगार्दछ ।

उपरोक्त कारणले गर्दा तारहरु छान्दा UVR बाट असर नपर्ने (UVR protected) तारहरुको प्रयोग गर्न अति जरुरी छ ।

## ५.२ घरेलु सौर्य विद्युतबाट हुनसक्ने खतरा र बचावका उपायहरु

बिजुली चम्काई र पावर सर्जबाट घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको बचाव (Protection from Lightning and Power Surges)

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा सिधै बिजुली चम्काई (चट्याड) पर्‍यो भने यसलाई बचाउन खासै साधारण उपाय छैन । तर कुनै नजिकको ठाउँमा चट्याड पर्दा त्यसबाट निस्कने सर्ज (surge) जमीन भएर घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीमा आउन सक्छ । यदि यसो भयो भने घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली नराम्रोसँग बिग्रन सक्छ ।

घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीलाई यस प्रकारको सर्जबाट बचाउनको लागि घरेलु सौर्य विद्युत प्रणाली राम्ररी जमीनसित (grounding) जोड्नु पर्दछ । राम्रो जमीन जोडाई (grounding) महँगो पर्दछ । यसै कारणले कति वाट सम्मको घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीलाई grounding गर्ने भन्ने बारे कुरा उठ्न सक्छ । यसमा विभिन्न बिचार धारणाहरु छन् ।

- जर्मनीको विश्वविख्यात Fraunhofer Institute for Solar Energy को भनाई अनुसार साधारणतया ५० वाट भन्दा कमको घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीलाई grounding गर्न त्यति आवश्यक छैन । यदि grounding गरियो तर राम्ररी grounding भएन भने यसले बचाउनु सट्टा झन बिगार्न सक्छ ।
- कुनै कुनै ठाउँमा राम्ररी grounding गर्नु पर्‍यो भने घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीको मोल भन्दा बढी पर्न सक्छ । यस्तो अवस्थामा ग्राहकलाई अरु आर्थिक भार पर्न सक्दछ ("आकाशै खस्ला भनेर करोडौं खर्च गरेर छाना ढलान गर्न आवश्यक छैन")। कतिपय ठाउँमा grounding को नाउँमा साधारण एउटा तार सौर्य पातामा झुण्ड्याई राख्ने, सौर्य पातामा grounding point भनेर एउटा पेचमात्र देखाई राख्ने, grounding गर्ने खाल्टोमा नुन, charcoal आदि केही तराखी त्यसै तार गाड्ने आदी

गलत कामहरु पाइएका छन । यस प्रकारको गलत कामहरुले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीलाई बचाउनुको सट्टा भन बिगान्न सक्छ । यसर्थ गलत तरिकाबाट grounding गर्नुभन्दा grounding नै नगर्नु उत्तम हुनसक्छ ।

साधारणतया बढी भोल्टेज आउने प्रणालीमा (System Voltage >24 V) सौर्य पाता र सम्बन्धित उपकरणहरु grounding गर्नु पर्दछ । यसले गर्दा यस प्रणालीमा काम गर्ने मानिसहरुलाई करेण्ट लाग्नबाट बचाउन सकिन्छ । यस प्रकारको प्रणालीमा मर्मत सम्भार आदि गर्नु भन्दा अगाडी grounding ठीक छ छैन चेक गर्नु पर्दछ ।

### करेण्ट लाग्ने तथा आगलागी हुने खतरा तथा बचाव

साधारणतया सौर्य विद्युतमा विद्युत प्राधिकरणले वितरण गरेको २२० भोल्ट ए.सी. (220V AC) को जस्तो खतरा छैन । त्यसकारण कुनै एउटा तार (रातो वा कालो) नाझोहातले छोए पनि शारिरीक हानी हुँदैन । तर एउटा हातले रातो नाझो तार र अर्को हातले कालो नाझो तार छोएमा करेण्ट लाग्न सक्दछ । त्यसकारण ब्याट्रीमा तार जोडेको बेला दुबै तारलाई एकैपटक छुने नगर्नुहोस् । केटाकेटीहरुको लागि त यसरी तार छुनु बढी घातक हुनसक्छ ।

विद्युत प्रवाह भइरहेको रातो र कालो तारको नाझो भाग एक आपसमा छोएमा सर्ट सर्किट (Short circuit) हुनजान्छ र तारहरुबाट अत्याधिक करेण्ट प्रवाह हुन थाल्दछ, जसको फलस्वरूप तारहरु तात्न थाल्दछन् र आगो निस्कन सक्दछ । तारहरुमा अत्याधिक करेण्ट प्रवाह नहोस् भन्नका लागि नै चार्ज कन्ट्रोलर (Charge Controller) मा फ्यूज राखिएको हुन्छ । तर जलेको फ्यूजको ठाउँमा काम चलाउ भनेर मोटो तारले जोडेमा सर्ट भएको बखत आगलागी पनि हुनसक्दछ । यसर्थ जलेको फ्यूजको ठाउँमा नयाँ फ्यूज नै राख्नुहोस् ।

सौर्य विद्युत प्रणाली जडान वा मर्मत गर्दा ब्याट्रीसंग धेरै नै सजगताका साथ काम गर्नुपर्छ । ब्याट्रीसंग सम्बन्धित कार्य गर्दा निम्न सुरक्षात्मक उपायहरु अपनाउन अनिवार्य हुन्छ:

- (क) ब्याट्रीमा काम गर्दा, चार्ज गर्दा, इलेक्ट्रोलाइट फिलिङ्ग गर्दा वा मर्मत गर्दा सुरक्षात्मक रुपमा उपयुक्त रबर आप्रोन, पन्जा, बुट्स र चशमा आदि अवश्य लगाउनु होस् ।
- (ख) ब्याट्रीहरुलाई आगो, भिल्का, वा धुम्रपानबाट अलग्गै राख्नु होस् ।
- (ग) चुरोट खाएर वा सलाइ कोरर इलेक्ट्रोलाइटको लेभेल नहेर्नु होस् ।
- (घ) एसिड मिलाउदा जहिले पनि एसिडलाई विस्तारै पानीमा खनाउनु होस् । एसिडमा कहिले पनि पानी नखनाउनु होस् ।
- (ङ) एसिडलाई प्लाष्टिक वा ग्लासको भाँडाहरुमा जम्मा गरी राख्नु होस् । इलेक्ट्रोलाइटलाई जिभ्रोले नचाट्नु होस् ।
- (च) एसिड वा पानी थप्दा सँधै प्लाष्टिकको सोली प्रयोग गर्नुहोस् ।
- (छ) इलेक्ट्रोलाइटको छिटाहरु छाला वा कपडामा पन्यो भने त्यसलाई पखाल्न पर्याप्त पानीको व्यवस्था गरि राख्नुस् । लुगा धुने वा खाने सोडा वा चुनको कडा भोल बनाइ प्रयोगमा ल्याई यी ठाउँहरु सफा गर्नु होस् । पछि सफा पानीले पखाली साधारण अवस्थामा ल्याउनु होस् ।

- (ज) आंखामा इलेक्ट्रोलाइट पच्यो भने आंखा पूरा खोली सफा ठण्डा पानीको फोहराले १५ मिनेट सम्म राम्ररी पखाल्नु होस् र तुरुन्त डाक्टरसंग सम्पर्क राख्नु होस् ।
- (झ) ब्याट्रीमा काम गर्दा धातुका हाते औजारहरुद्वारा टर्मिनलहरु वा कनेक्टरहरु सर्ट सर्किट (Short Circuit) भै भिल्काहरु (Spark) नआओस् । यस बारेमा राम्ररी ध्यान दिनु पर्छ । ब्याट्री माथि रेन्च, प्लाएर्स वा चिम्टा आदिलाई छाडि नराख्नुहोस् ।

## ६. सौर्य विद्युत र वातावरणमा यसको प्रभाव

- पाठ्याँशको उद्देश्य: यो पाठ्याँशको अन्त्यमा तालिमेहरुले घरेलु सौर्य विद्युत प्रणालीले वातावरणमा पार्ने नकारात्मक असर र त्यसको न्यूनिकरणवारे जानकारी प्राप्त गर्नेछन् ।
- कार्य विवरण: वातावरणीय प्रभाव र त्यसको न्यूनिकरणवारे जानकारी हासिल गर्ने र सो वारे प्रयोगकर्ताहरुलाई जानकारी गराउने ।
- सम्पन्न गर्नुपर्ने कार्यहरु: -
- समयावधि: सैद्धान्तिक कक्षा - १५ मिनेट  
प्रयोगात्मक कक्षा - -
- आवश्यक पूर्वाधार: १) ह्वाइटबोर्ड र ओभरहेड प्रोजेक्टर सहितको कक्षाकोठा
- आवश्यक सामग्रीहरु: -
- पाठ योजना:

क्र. सं.	पाठ विवरण	शिक्षण विधि	प्रशिक्षक र प्रशिक्षार्थीले गर्ने कार्य	आवश्यक सामग्रीहरु	समयावधि
६	सौर्य विद्युत र वातावरणमा यसको प्रभाव	ब्याख्या, प्रदर्शन	प्रशिक्षकले प्रस्तुत गर्ने, उदाहरणहरु प्रस्तुत गर्ने	-	१५ मिनेट (सै)



कुनै पनि नयाँ प्रविधिको प्रयोग गर्दा त्यस प्रविधिले वातावरणमा पार्नसक्ने नकारात्मक असर र त्यसलाई न्यूनिकरण गर्ने उपायहरू पत्ता लगाई सोही अनुरूप गर्नु भविष्यको लागि अति उत्तम हुन्छ । सौर्य विद्युतमा प्रयोग हुने पूर्जाहरू मध्ये वातावरणीय प्रभावको हिसाबले ब्याट्री प्रमुख स्थानमा आउँछ। पुराना ब्याट्रीलाई गालेर त्यसमा रहेका वस्तुहरूको प्रयोग गरी नयाँ ब्याट्री बनाउने प्रविधिको, जसलाई प्राविधिक भाषामा रिसाइक्लिङ (Recycling) भनिन्छ, विकास भैसकेको छ । रिसाइक्लिङको माध्यमबाट पुराना ब्याट्रीका विभिन्न पुर्जाहरूबाट नयाँ ब्याट्री उत्पादन गर्न आवश्यक कच्चापदार्थ तयार गरिन्छ । पुराना वा नयाँ ब्याट्रीमा रहेका निम्न तत्वहरू वातावरणीय हिसाबले अति नै हानिकारक छन्:

- (क) ब्याट्रीमा रहेको तेजाब पानी: यो तेजाब पानी खेतबारीमा पोख्दा वा फाल्दा अम्लपन बढ्दछ र उब्जनी घट्दछ ।
- (ख) ब्याट्री भित्र रहेको सिसा (Lead): ब्याट्रीभित्रका प्लेटहरू सिसा (Lead) बाट बनेका हुन्छन् । सिसा वातावरणीय हिसाबले अति नै हानिकारक तत्व हो । यो अति नै विषादी पनि हो । पुरानो ब्याट्री भित्रको तेजाब पानीमा पनि सिसाको मात्रा अत्याधिक रहेको हुन्छ ।

यसर्थ तेजाब पानीलाई खेतबारीमा त्यसै पोख्न वा फाल्न हुदैन र पुरानो ब्याट्रीलाई फुटाउने र त्यस भित्रका हानिकारक तत्वहरू जथाभावी फाल्ने कार्य गर्नुहुदैन । ब्याट्रीको तेजाब पानी मानिसको शरीरको कुनै भागमा पियो भने पोल्दछ र घाउ हुन्छ । आँखामा पियो भनेतः अन्धो नै पनि हुन सकिन्छ ।

नयाँ ब्याट्री किन्दा पुरानो ब्याट्रीलाई बेच्न पनि सकिन्छ । यसर्थ पुरानो ब्याट्रीलाई जतनकासाथ ब्याट्री किन्ने पसल वा सौर्य विद्युत प्रणालीको वितरक कहाँ पुऱ्याउनु पर्दछ र त्यस ब्याट्रीको विक्री रकम माग्नु पर्दछ ।

## प्राविधिक शब्दावली (Technical Glossary)

AC – Alternating Current (अल्टरनेटीङ करेन्ट)	: दिशा बदलेर बग्ने परिवर्तनीय विद्युत प्रवाह
AC - Voltage (एसी भोल्टेज)	: परिवर्तनीय भोल्टेज
Ampere (एम्पिएर)	: विद्युत प्रवाहको एकाइ
Ampere Hour (एम्पिएर आवर)	: एक एम्पिएर विद्युत एक घण्टा सम्म प्रवाह हुँदाको विद्युत ऊर्जा
Amperemeter or Ammeter (एम्पिएर मिटर वा एम्मिटर)	: विद्युत प्रवाह (करेन्ट) नाप्ने यन्त्र; एम्पिएर मापक
Analog Multimeter (आनालोग मल्टीमिटर)	: स्केलमा पोइन्टर भएको मल्टीमिटर
Array	: दुई वा दुईभन्दा बढी सौर्य मोड्यूलहरु जडान गरिएको प्रणाली
Ballast (बालास्ट)	: डि.सी. भोल्टेजबाट ए.सी.भोल्टेज उत्पन्न गराई ट्युब लाइट बाल्ने उपकरण
Battery (ब्याट्री)	: रासायनिक शक्तिलाई विद्युतीय शक्तिमा परिवर्तन गरी विद्युतीय ऊर्जा संचय गर्न सक्ने उपकरण
Battery Cell (ब्याट्री सेल)	: ब्याट्रीको आधारभूत वस्तु हो, जसलाई सेपरेटरहरुले छुट्याएको हुन्छ।
Battery Capacity (ब्याट्री क्षमता)	: ब्याट्रीको विद्युतीय ऊर्जा संचय गर्न सक्ने क्षमता
Battery Clamp (ब्याट्री क्ल्याम्प)	: ब्याट्रीको टर्मिनलमा जोड्ने चेपुवा
Battery Terminals (ब्याट्री टर्मिनल्स)	: ब्याट्रीमा तार जोड्नको लागि बाहिर निकालिएको (+) र (-) चिन्ह भएको धातुको भाग

Blocking Diode (ब्लकिङ्ग डायोड)	: सौर्य मोड्यूल र ब्याट्री बिच राखिने डायोड । यस डायोडले ब्याट्रीको करेण्ट मोड्यूलमा जान रोक्छ
Bypass Diode (बाईपास डायोड)	: सौर्य मोड्यूलको पाराललमा राखिने डायोड । यस डायोडले मोड्यूलमा छाया पर्दा वा मोड्यूल बिग्रदा करेण्टलाई बाईपास गर्दछ ।
Cable Shoe (केबल शू)	: पेच कस्न सजिलोको लागि तारको टुप्पामा जडान गरिने धातुको वस्तु
Charge Controller (चार्ज कन्ट्रोलर)	: ब्याट्रीमा संचित विद्युत शक्ति आवश्यक भन्दा बढी वा घटी हुनबाट रोक्ने यन्त्र
Charging (चार्जिङ)	: ब्याट्रीमा विद्युतीय ऊर्जा जम्मा गर्ने प्रक्रिया
Circuit (सर्किट)	: विद्युतीय प्रवाहको लागि जोडिएको परिपथ
Compass (कम्पास)	: दिशासुचक यन्त्र
Combination Plier (कम्बिनेशन प्लायर)	: विद्युत तार तान्ने/ काट्नेमा प्रयोग गर्ने हाथे औजार
Converter (कन्भर्टर)	: दिइएको डि.सी. विद्युत चापलाई बढाउने वा घटाउने उपकरण
Cover (कभर)	: ढकनी, ढाक्ने वस्तु
Crimping Tool (क्रिम्पिङ टुल)	: क्यावल शूलाई च्याप्ने ज्यावल
Current (करेन्ट)	: विद्युत प्रवाह । यसको नाप्ने एकाइ एम्पिएर हो ।
Cycle Life (साइकल लाईफ)	: ब्याट्रीको ऊर्जा ८०% घट्नु अघि जम्मा ब्याट्री चार्ज र डिस्चार्ज हुने संख्या
D.C. Current (डि.सी. करेन्ट)	: दिशा परिवर्तन नहुने विद्युत प्रवाह
D.C. Voltage (डि.सी. भोल्टेज)	: दिशा परिवर्तन नहुने विद्युतीय चाप
Deep Cycle Battery (डिप साइकल ब्याट्री)	: संचित क्षमताको धेरै प्रतिशत प्रयोग गर्न सकिने ब्याट्री

Depth of Discharge (डेप्थ अफ डिस्चार्ज)	: ब्याट्रीमा भएको ऊर्जा निकाल्ने दर प्रतिशतमा
Direct Current - DC (डाइरेक्ट करेन्ट)	: दिशा नबदली बग्ने विद्युत प्रवाह ।
Digital Multimeter (डिजिटल मल्टीमिटर)	: विभिन्न विद्युतीय नापहरुलाई सोभै अंकमा देखाउने संयन्त्र
Discharging (डिस्चार्जिङ)	: ब्याट्रीबाट विद्युतीय प्रवाह निकाल्ने वा ब्याट्रीबाट विद्युतीय ऊर्जा खपत गर्ने प्रक्रिया
Distilled Water (डिस्टिल्ड वाटर)	: विशेष प्रकारले प्रशोधन गरेको पानी, डिस्टिल्ड पानी
Diluted (डाइल्युटेड)	: तरल पदार्थलाई पातलो बनाएको
Electron (इलेक्ट्रोन)	: ऋणात्मक चार्ज भएको अति सूक्ष्म अंश जसको प्रवाहले धातुहरुमा करेन्टको प्रवाह सम्भव हुन्छ
Electrolyte (इलेक्ट्रोलाइट)	: ब्याट्री भित्र रहने विद्युत प्रवाह गर्ने रासायनिक भोल पदार्थ
Equalising Charge (इक्वलाइजिङ चार्ज)	: नर्मल ब्याट्रीको चार्ज भन्दा बढी चार्ज जसले ब्याट्रीमा भएको इलेक्ट्रोलाइट उम्लीएर फोकाहरु उत्पन्न हुन्छन्
Flat Screw Driver (फ्ल्याट स्क्रु ड्राइवर)	: चेप्टो पेचकस, मार्तोल
Fuse (फ्यूज)	: विद्युतीय प्रवाह बढी हुँदा पग्लेर जाने व्यवस्था भएको सुरक्षात्मक शीशाको तार
Hand Drill (हैण्ड ड्रिल)	: प्वाल पार्ने हातेऔजार, हाते ड्रिल
Hammer (हैमर)	: हथौडा, घन
Holder (होल्डर)	: आधार, होल्डर, चेपुवा
Hydrometer (हाइड्रोमिटर)	: तेजावको क्षमता वा कडापन नाप्ने यन्त्र
Indicator (इन्डिकेटर)	: सूचक

Infinity (इन्फिनीटी)	: असीमितता
Insolation (इन्सोलेसन)	: दिनभरीमा दिईएको स्थानमा आउने ऊर्जा ( $\text{kWH/m}^2/\text{day}$ ) मा । यसलाई पिकसन पनि भनिन्छ ।
Insulation Tape (इन्सुलेसन टेप)	: विद्युतरोधक टेप
Insulator (इन्सुलेटर)	: विद्युत अवरोधी
Irradiance	: घामको शक्ति ( $\text{kW/m}^2$ मा)
Light Emmitting Diode (लाईट इमिटिङ्ग डायोड)	: करेण्ट बग्दा बत्ती बल्ने डायोड, जुन चार्ज कन्ट्रोलरमा प्रयोग गरिन्छ
Load (लोड)	: विद्युत बल्व र उपकरणहरु वाट हुने शक्ति खपत
Loss (लस)	: नास, न्हास, क्षति
Low Voltage Cut-out (लो भोल्टेज कट-आउट)	: ब्याट्रीको चाप रिफरेन्स चाप भन्दा घट्दा लोडमा जाने करेण्ट जान बन्द हुने प्रक्रिया
Main Switch (मेन स्विच)	: मुख्य स्विच
Maintenance Free Battery (मेन्टेनेन्स फ्रि ब्याट्री)	: डिस्टीलड पानी थपी राख्नु नपर्ने ब्याट्री
Maximum Power Point (अधिकतम शक्ति बिन्दु)	: सोलार मोड्यूलले निकाल्न सक्ने अधिकतम शक्ति
Module (मोड्यूल)	: सौर्य किरणलाई विद्युत शक्तिमा परिणत गर्ने उपकरण
Multimeter (मल्टीमिटर)	: करेन्ट, भोल्टेज र अवरोध नाप्ने यन्त्र
Negative (नेगेटीभ)	: ऋणात्मक (-)
Ohm - $\Omega$ (ओहम)	: करेन्ट अवरोधको एकाइ
Ohm's Theory (ओहम्स सिद्धान्त)	: भोल्ट, करेन्ट र रेजिस्टेन्सको एक आपसको सम्बन्ध देखाउने सिद्धान्त

Ohmmeter (ओहममिटर)	: अवरोधमापक यन्त्र
Open Circuit (ओपेन सर्किट)	: खुल्ला सर्किट; विद्युत प्रवाहमा बीचमा तार छुटी अधिकतम अवरोध आउने अवस्था; खुला परिपथ
Open Circuit Voltage (ओपेन सर्किट चाप)	: सोलार मोड्यूलले निकाल्न सक्ने अधिकतम चाप (Voc)
Parallel Wiring (पारालेल वाइरिङ)	: विद्युत वाइरिङ गर्ने एउटा तरिका
Panel (पैनेल)	: सौर्य किरणलाई विद्युत शक्तिमा परिणत गर्ने उपकरण
Peak Watt - Wp (पिक वाट)	: सोलार मोड्यूलले निकाल्ने अधिकतम विद्युत शक्ति
Photo Voltaic - PV (फोटो भोल्टेक)	: घामको उज्यालोलाई विद्युतमा परिणत गर्ने विधि
Pointer (पोइन्टर)	: सूचक
Power (पावर)	: शक्ति
Power Socket (पावर सकेट)	: भोल्टेज प्राप्त गर्न घरेलु विद्युत प्रणालीमा जडान गरिने पूर्जा
Probe (प्रोब)	: मल्टीमिटरमा नाप्न प्रयोग गर्ने सूइरो
Range (रेञ्ज)	: श्रेणी, सीमा
Recycling (रिसाइकलिङ)	: खेर गएको सामानको पुनः प्रयोग
Resistance (रेजिस्टेन्स)	: अवरोध, विद्युत प्रवाहलाई रोक्ने गुण
Scale (स्केल)	: मात्राहरुको क्रम, मात्रा
Selector Switch (सेलेक्टर स्विच)	: चयन स्विच
Self Discharge (सेल्फ डिस्चार्ज)	: ब्याट्रीमा संचित ऊर्जा स्वयंनै कम हुँदै जाने प्रक्रिया
Shallow Cycle Battery (स्वालो साइकल ब्याट्री)	: ब्याट्रीमा संचित क्षमताको कम प्रतिशत मात्रै प्रयोग गर्न सकिने ब्याट्री

Short Circuit (सर्ट सर्किट)	: विद्युत परिपथमा तारहरु एक आपसमा जुध्न गई अधिकतम विद्युत प्रवाह हुने अवस्था
Short Circuit Current (सर्ट सर्किट करेण्ट)	: सोलार मोड्यूलले निकाल्न सक्ने अधिकतम करेण्ट (Isc)
Solar Cell (सोलार सेल)	: सौर्य शक्तिलाई विद्युत शक्तिमा परिणत गर्ने आधारभूत अर्ध सुचालक वस्तुबाट बनेको सबैभन्दा सानो संयन्त्र
Solar Electricity (सोलार इलेक्ट्रिसिटी)	: सौर्य किरणको प्रयोगबाट उत्पादित विद्युतिय शक्ति
Specific Gravity (स्पेसिफिक ग्राभिटी)	: विशिष्ट घनत्व, ब्याट्रीको तेजावको कडापन
Standard Test Condition (स्टान्डर्ड टेस्ट कन्डिसन)	: एयर मास १.५ सौर्य शक्ति, १००० W/m <sup>2</sup> र सोलार तापक्रम २५°C मा नापिने अवस्था
State of Charge (स्टेट अफ चार्ज)	: ब्याट्री भएको संचित ऊर्जाको अवस्था
Storage (स्टोरेज)	: संचय गर्ने
Support Structure (सपोर्ट स्ट्रक्चर)	: आधार संरचना, सोलार पैनल वा मोड्युल अडाउन बनाइएको संरचना
Three Pin Socket (थ्रि पिन सकेट)	: भोल्टेज प्राप्त गर्न घरेलु विद्युत प्रणालीमा जडान गरीने तिन प्वाले पूर्जा
Tilt angle (टिल्ट एंगल)	: भुकाव कोण, ढल्काइ
Volt (भोल्ट)	: विद्युत चापको एकाइ
Voltage (भोल्टेज)	: विद्युत चापको माप
Voltmeter (भोल्टमिटर)	: विद्युतिय चाप नाप गर्ने उपकरण
Watt (वाट)	: विद्युत शक्ति नाप्ने एकाइ । हजार वाटको एक किलोवाट हुन्छ
Watt Hour (WH) (वाट आवर)	: विद्युतिय ऊर्जाको एकाई

White Light Emitting Diode (ह्वाइट लाइट  
इमिटिड डायोड)

: करेन्ट बग्दा सेतो प्रकाश दिने डायोड

Wire Cutter (वायर कटर)

: तार काट्ने ज्यावल

Wire Stripper (वायर स्ट्रिपर)

: तारको इन्सुलेसन उतार्ने ज्यावल



---

अनुसूची 'क'

**SOLAR INSOLATION IN NEPAL**

---



### Solar Radiation in Different Parts of Nepal

S. N.	Location	LAT (deg)	LON (deg)	ELVin meters	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DSC	Yearly Average in Langleys	Yearly Average in kwh/m2/day
1.	Dadeldhura	29.18	80.35	1865	288	356	420	500	519	398	344	335	347	366	326	282	373	6.08
2.	Mahendranagar	29.02	80.13	176	320	395	475	520	529	435	392	390	392	378	346	304	407	6.64
3.	Khalura	28.06	81.34	190	329	402	480	561	576	461	418	396	377	392	366	324	423	6.90
4.	Gulariya	28.10	81.21	215	325	402	480	561	576	461	418	396	377	391	356	321	423	6.90
5.	Tulasipur	28.08	82.18	725	337	434	523	600	629	396	370	340	336	392	382	338	423	6.90
6.	Surkhet	28.36	81.37	720	309	390	457	551	566	429	407	390	390	394	348	308	412	6.72
7.	Jumla	29.17	82.10	2300	293	259	428	515	545	522	413	395	410	378	339	395	408	6.65
8.	Dhangadi	28.41	80.36	167	326	396	478	561	571	429	508	406	354	378	360	318	424	6.91
9.	Lumla	28.18	83.48	1642	316	384	454	488	424	343	317	300	341	360	337	298	363	5.92
10.	Pokhara Airport	28.13	84.00	627	325	373	437	473	429	375	359	335	350	357	338	299	270	6.03
11.	Parwanpur	27.04	84.58	115	249	417	490	544	560	554	417	396	380	409	369	331	426	6.95
12.	Tauihawa	27.33	83.04	94	347	422	501	573	571	454	449	416	397	415	379	337	438	7.14
13.	Bhairawa Agri.	27.32	83.28	420	353	429	510	578	586	454	443	516	384	408	379	337	440	4.18
14.	Bhairawa	27.31	83.27	109	350	429	505	578	586	454	443	416	384	408	379	337	439	7.16
15.	Simara Airport	27.10	84.59	137	349	420	485	534	534	422	464	416	357	393	372	333	423	6.90
16.	Bhaktapur	27.40	85.28	1330	313	379	436	484	476	374	343	331	381	369	341	305	376	6.13
17.	Kathmandu Airport	27.42	85.22	1357	319	386	445	494	487	379	343	331	370	376	347	310	382	6.23
18.	Butwal	27.42	83.28	205	328	403	475	543	544	412	406	376	347	380	356	319	407	6.64
19.	Tansen	27.52	83.32	1067	306	378	440	494	481	363	364	331	324	341	352	310	374	6.10
20.	Okhaldhunga	27.16	86.03	1720	318	391	433	460	413	347	354	326	334	358	355	315	358	6.00
21.	Bhojpur	27.11	87.03	1595	322	391	459	480	460	379	358	346	361	386	343	308	381	6.21
22.	Khumaltar	27.39	85.20	1350	325	389	454	504	502	401	353	346	383	388	350	314	392	6.39
23.	Rampur	27.37	84.25	256	335	404	488	538	523	422	444	436	356	380	360	331	418	6.82
24.	Hetauda	27.26	85.03	466	338	408	476	529	539	422	390	371	352	396	361	320	409	6.67
25.	Dhulikhel	27.37	85.33	1552	317	382	445	489	487	369	343	326	343	365	347	314	317	6.15
26.	Taplejung	27.21	87.40	1732	318	373	416	465	465	347	343	331	334	346	339	307	365	5.95
27.	Dhankuta	26.59	87.21	1445	335	395	486	500	507	410	374	432	417	377	356	318	407	6.64
28.	Biratnagar	26.29	87.16	72	344	412	489	535	523	437	400	397	382	398	369	329	418	6.82
29.	Tarahawa	26.42	87.16	200	349	414	488	545	533	464	400	391	386	397	368	328	422	6.88
30.	Chandragadhi	26.34	88.03	120	349	415	489	535	528	431	389	391	400	394	368	329	418	6.82
31.	Birana		86.13	102	343	422	493	550	538	437	416	396	382	397	347	340	424	6.91
32.	Dharanbazar		87.17	444	345	410	479	525	502	416	395	371	349	370	364	327	404	6.59
33.	Hardinath		85.59	93	358	436	506	574	559	453	448	412	390	405	387	345	339	7.16

Source: Agro-Climatic Data, FAO Headquarters, Rome, Italy



---

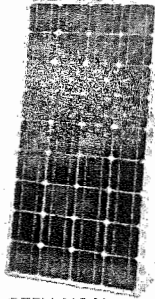
અનુસૂચી 'ઁ'  
**SOLAR MODULES**

---

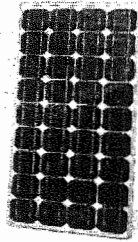




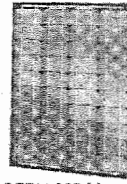
## GE Energy module specifications



GEPV-110-M



GEPV-065-M



GEPV-050-M



GEPV-030-M

Module type		GEPV-150M	GEPV-110M		GEPV-065M	GEPV-050M	GEPV-045M	GEPV-030M
<b>Electrical parameters</b>								
Rated power	[W <sub>p</sub> ]	150	110		65	50	45	30
Rated current I <sub>MP</sub>	[A]	8.8	8.8		4.0	3.0		1.80
Rated voltage V <sub>MP</sub>	[V]	16.7	16.7		16.3	16.7		16.7
Short circuit current I <sub>SC</sub>	[A]	9.8	7.5		4.8	3.3		2.05
Open circuit voltage V <sub>OC</sub>	[V]	21.0	20.7		20.5	21.5		21.6
<b>Physical parameters</b>								
Length (A)	[mm]	1872.0	1476.0		1201.0	859.0	859.0	709.0
Width (B)	[mm]	778.0	660.0		527.0	661.0	661.0	527.0
Depth (C)	[mm]	35.0	35		35.0	35.0	35.0	35.0
Depth including terminal box	[mm]	56	56		54	54	54	54.0
Weight	[kg]	16.5	11.9		8.2	7.5	7.5	4.5
<b>Mounting holes</b>								
Hole distance (E)	[mm]	1186.0	643.0		643.0	481.0	481.0	605.0
Hole distance (F)	[mm]	735.0	617.0		483.0	616.0	616.0	483.0
Performance warranty	[years]	20	20		20	20	20	20
<b>Certificates</b>								
IEC 61215		Standard	Standard		Standard	Standard	Standard	Standard
UL-Listing 1703		Standard	Standard		Standard	Standard	Standard	Preparation

Standard test conditions identified as =  
1000W/m<sup>2</sup> solar irradiance, 25°C cell temperature and  
solar spectral irradiance per ASTM E892, rated power tolerance +/-10%.

**SEC** Solar Electricity Co.(Pvt) Ltd

Manufacturer of Solar Photovoltaic System

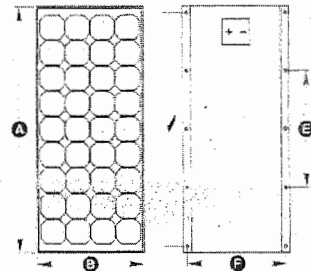
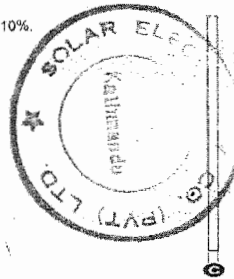
Solar Complex, Baghbazar,

P O Box 12515,

Kathmandu, NEPAL

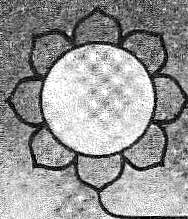
Phone: 225253, 227876 Fax: 977 1 223851

E-mail: [ises@healthnet.org.np](mailto:ises@healthnet.org.np)



Authorized Distributor :

Authorized Agent/Dealer



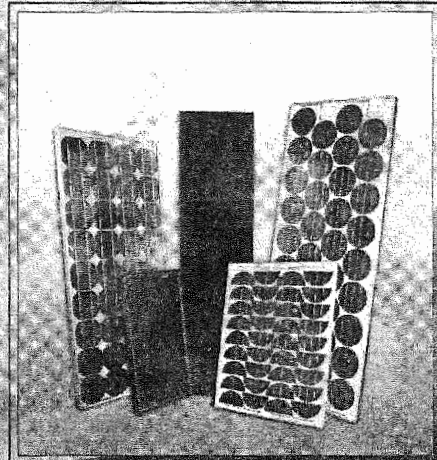
# LOTUS ENERGY Pvt. Ltd.

Solar and Renewable Energy Systems Manufacturers

## Solar Modules

Photovoltaic (PV) modules (Solar Panels) give you free and environment friendly electric power wherever you want it. PV modules generate electricity directly from sunlight and their operation is completely noise and pollution-free. Because they have no moving parts to wear out, they will provide reliable power for decades.

Our panels are guaranteed not to lose more than 20% of their rated output within 25 years (10% in ten years for the SIESP36). Solar-generated electricity can supply autonomous power in rural areas, or can be linked to the grid to reduce or eliminate your electricity bill. We provide PV modules from Shell-Siemens, the largest manufacturer of solar panels in the world.



### Specification

Electrical Parameters	SIEST20	SIEST36	SIEST40	SIESR50	SIESP75	SIESR100
Max. Power [ $P_{max}$ ]	20watt	36watt	40watt	50watt	75watt	100watt
Rated Current [ $I_{mp}$ ]	1.29	2.28	2.41	2.95	4.4	5.6
Rated Voltage [ $V_{mp}$ ]	15.6	15.8	16.6	16.6	17.0	17.7
Short Circuit Current [ $I_{sc}$ ]	1.48	2.68	2.59	3.2	4.8	6.3
Open Circuit Voltage [ $V_{oc}$ ]	21	22.9	22.2	21.6	21.7	22
Physical Parameters						
Length (mm)	748	1293	1293	783	1200	1498
Width (mm)	329	329	329	594	527	594
Depth (mm)	34	34	34	34	34	40
Weight (kg.)	4.1	7.02	7.02	5.9	7.6	10.9

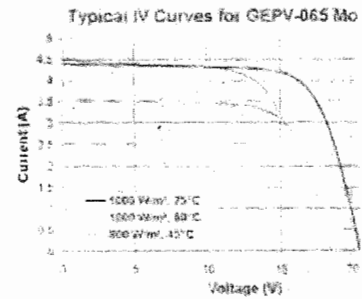
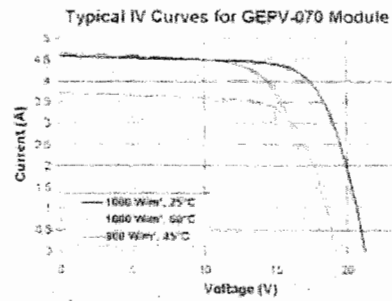
Other sizes are available on request



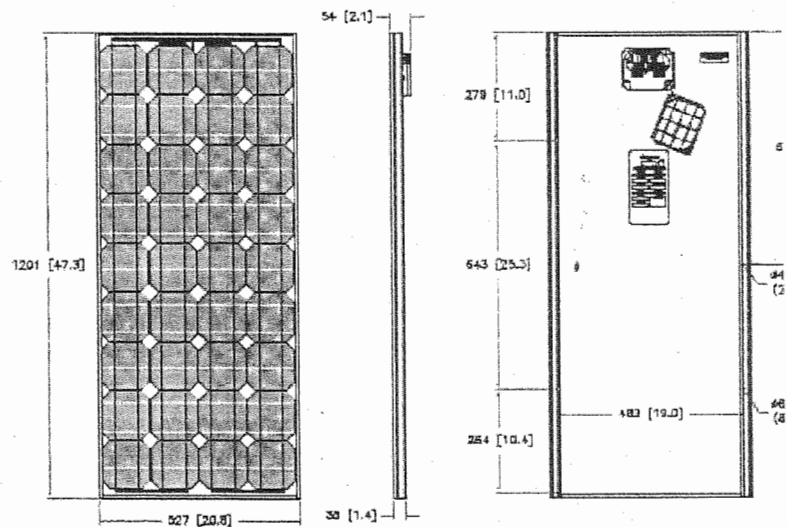
**LOTUS ENERGY**  
Solar and Renewable Energy Systems Manufacturers

1249 Thirbani Sadak - 3, Bhatbhateni  
P.O. Box 9219, Kathmandu, Nepal  
Tel: +977 (1) 418203, Fax: +977 (1) 412924  
email: [info@lotusenergy.com](mailto:info@lotusenergy.com)  
website: [www.lotusenergy.com](http://www.lotusenergy.com)





### Physical Characteristics



### Typical Operational Specifications

Nominal Operating Cell Temperature	45 °C (Irradiance = 800 w/m <sup>2</sup> ambient temperature = 20 °C; wind speed = 1 m/s)
Weight (Wind) Bearing Potential	50 lbs/ft <sup>2</sup> (125 mph equivalent)
Hailstone Impact Resistance	1 inch at 50 mph (24 mm at 80 kph)
Weight	18.1 lbs (8.2 kg)
Dimensions	20.8 by 47.3 by 1.4 inches (527 by 1,201 by mm)

### Ordering Information

**Call:** (800) 800-8727 or (302) 451-7500  
 Contact us about solar products

231 Lake Drive  
 Newark, DE 19702  
 View directions

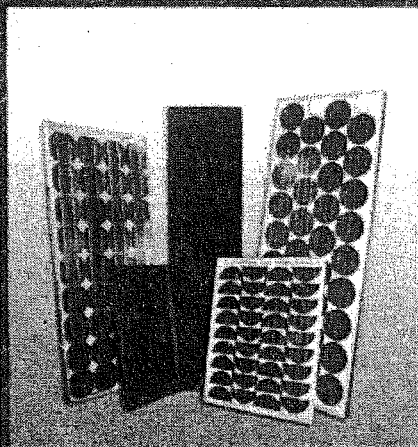
# लोटस एनर्जी Lotus Energy

Solar Energy Systems Design, Manufacture & Implementation Specialists

## Solar Modules

Photovoltaic (PV) modules (Solar Panels) give you free and environment friendly electric power wherever you want it. PV modules generate electricity directly from sunlight and their operation is completely noise and pollution-free. Because they have no moving parts to wear out, they will provide reliable power for decades.

Our panels are guaranteed not to lose more than 20% of their rated output within 25 years (10% in ten years for the SIESP36). Solar-generated electricity can supply autonomous power in rural areas, or can be linked to the grid to reduce or eliminate your electricity bill. We provide PV modules from Shell-Siemens, the largest manufacturer of solar panels in the world.



### Specification

Electrical Parameters	SHEST10	SHEST20	SHEST36	SHEST40	SHEM50	SHEQ75
Max. Power [ $P_m$ ]	10watt	20watt	36watt	40watt	50watt	75watt
Rated Current [ $I_m$ ]	0.64	1.29	2.28	2.41	3.05	4.4
Rated Voltage [ $V_m$ ]	15.6	15.6	15.8	16.6	16.6	17.0
Short Circuit Current [ $I_{sc}$ ]	0.77	1.54	2.68	2.68	3.3	4.8
Open Circuit Voltage [ $V_{oc}$ ]	22.9	22.9	22.9	23.3	21.4	21.7
Physical Parameters						
Length (mm)	367	748	1293	1293	1293	1290
Width (mm)	328	328	328	328	329	527
Depth (mm)	35	35	35	35	35	34
Weight (kg.)	2.4	4.1	7	7	5.5	7.6

1249 Tharlam Sonek - 3 Bhatbhateni - 5  
P.O. Box 9219, Dhunge Dhara, Kathmandu, Nepal  
Phone: +977 (1) 441-8203, Fax: +977 (1) 441-2524  
email: info@lotusenergy.com  
www.lotusenergy.com



## SOLAR MODULE PM 10/PM 12

### SPECIFICATION :

Electrical Parameters		PM 10	PM 12
Maximum Power Rating	P <sub>max</sub> (Wp)*	10.0	12.0
Minimum Power Rating	P <sub>min</sub> (Wp)*	08.0	10.0
Rated Current	I <sub>MPP</sub> (A)	0.62	0.72
Rated Voltage	V <sub>MPP</sub> (V)	16.0	16.5
Short Circuit Current	I <sub>SC</sub>	0.84	0.84
Open Circuit Current	V <sub>OC</sub>	20.5	21.0

### Physical Parameters

No. of cells	Nos.	36
Physical Dimension (mm)	(L x W x T)	465 x 280 x 25
Weight	(Kg)	1.50

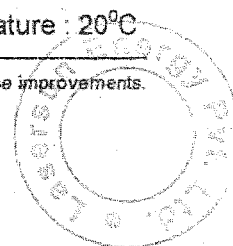
### Environmental Rating

NOCT **	(°C)	45 ±2
Maximum permitted module temperature	(°C)	-40 to + 85
Maximum permissible system voltage	(V)	600
Relative Humidity at 85°C	(%)	85

\* Under Standard Test Conditions (STC):  
Air Mass : AM 1.5    Irradiance : 1000 W/m<sup>2</sup>    Cell Temperature : 25°C

\*\* Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) at:  
Wind Speed : 1m/s    Irradiance : 800 W/m<sup>2</sup>    Ambient Temperature : 20°C

Specification subject to change without prior notice due to continuous in-house improvements.



## SOLAR MODULE PM 20

### **SPECIFICATION :**

#### **Electrical Parameters**

#### **PM 20**

Maximum Power Rating	P <sub>max.</sub> (Wp)*	20.0
Minimum Power Rating	P <sub>min</sub> (Wp)*	18.0
Rated Current	I <sub>MPP</sub> (A)	1.20
Rated Voltage	V <sub>MPP</sub> (V)	17.0
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub>	1.40
Open Circuit Current	V <sub>oc</sub>	21.0

#### **Physical Parameters**

No. of cells	Nos.	36
Physical Dimension (mm)	(L x W x T)	550 x 465 x 40
Weight	(Kg)	3.0

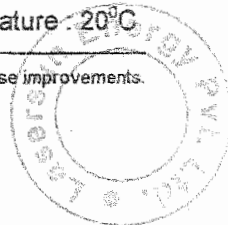
#### **Environmental Rating**

NOCT **	(°C)	45 ±2
Maximum permitted module temperature	(°C)	-40 to + 85
Maximum permissible system voltage	(V)	600
Relative Humidity at 85°C	(%)	85

\* Under Standard Test Conditions (STC):  
Air Mass : AM 1.5    Irradiance : 1000 W/m<sup>2</sup>    Cell Temperature : 25°C

\*\* Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) at:  
Wind Speed : 1m/s    Irradiance : 800 W/m<sup>2</sup>    Ambient Temperature : 20°C

Specification subject to change without prior notice due to continuous in-house improvements.



## SOLAR MODULE PM 35/PM 37

### **SPECIFICATION :**

<b>Electrical Parameters</b>		<b>PM 35</b>	<b>PM 37</b>
Maximum Power Rating	P <sub>max.</sub> (Wp)*	35.0	37.0
Minimum Power Rating	P <sub>min</sub> (Wp)*	33.0	35.0
Rated Current	I <sub>MPP</sub> (A)	2.10	2.20
Rated Voltage	V <sub>MPP</sub> (V)	16.5	17.0
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub>	2.60	2.60
Open Circuit Current	V <sub>oc</sub>	20.5	21.0

### **Physical Parameters**

No. of cells	Nos.	36
Physical Dimension (mm)	(L x W x T)	645 x 550 x 45
Weight	(Kg)	4.2

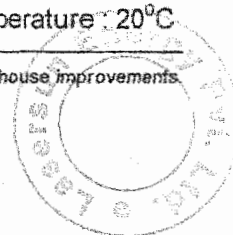
### **Environmental Rating**

NOCT **	(°C)	45 ±2
Maximum permitted module temperature	(°C)	-40 to + 85
Maximum permissible system voltage	(V)	600
Relative Humidity at 85°C	(%)	85

\* Under Standard Test Conditions (STC):  
Air Mass : AM 1.5    Irradiance : 1000 W/m<sup>2</sup>    Cell Temperature : 25°C

\*\* Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) at:  
Wind Speed : 1m/s    Irradiance : 800 W/m<sup>2</sup>    Ambient Temperature : 20°C

Specification subject to change without prior notice due to continuous in-house improvements.

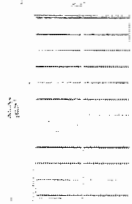


# FRAMED SOLAR MODULES US-SERIES

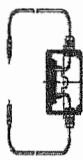
**UNI-SOLAR**



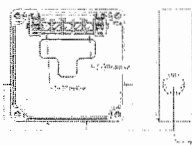
US-32



US-64



Junction Box With  
Quick Connect  
(Standard On US-116 Only)

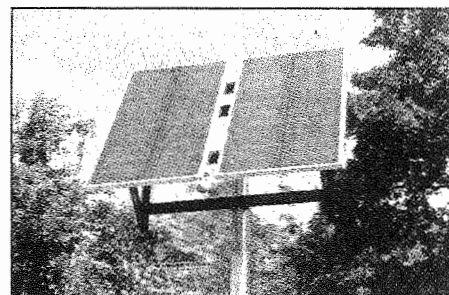


Junction Box Without  
Quick Connect  
(Standard On US-3 - US-64)

## Specifications

Product	US-116	US-64	US-42	US-32	US-21	US-11	US-5	US-3
Rated Power (Wp)	116	64	42	32	21	10.3	5	2.68
Operating Voltage VMPP (V)	30.0	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	8.1
Operating Current IMPP (A)	3.88	3.88	2.54	1.94	1.27	0.62	0.3	0.33
Open Circuit Voltage VOC (V)	43.2	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	12.0
Short Circuit Current ISC (A)	4.8	4.80	3.17	2.40	1.59	0.78	0.37	0.40
Bypass Diode Included	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Blocking Diode Included	No	No	No	No	No	No	No	Yes
Minimum blocking diode (A)	8.0	8.0	6.0	4.0	3.0	1.5	1.0	1.0 (included)
Weight (lbs)	44	20.2	13.8	10.6	6.6	3.6	2.5	1.7
Length of the panel (inch)	96.03	53.8	36.6	53.8	36.6	19.3	19.3	11.3
Width of the panel (inch)	30.16	29.2	29.2	15.1	15.1	15.1	8.1	8.1
Cable length (feet)	—	—	—	—	8	8	8	—
Warranty On Power Output	20 yr.	20 yr.	20 yr.	20 yr.	10 yr.	10 yr.	10 yr.	3 yr.

During the first 8-10 weeks of operation, electrical output exceeds specified ratings. Power output may be higher by 15%, operating voltage may be higher by 11% and operating current may be higher by 4%. Electrical specifications ( $\pm 10\%$ ) are based on measurements performed at standard test conditions of 1000 W/m<sup>2</sup> irradiance, Air Mass 1.5, and Cell Temperature of 25°C after long-term stabilization. Maximum system open-circuit voltage not to exceed 600 VDC. Specifications subject to change without notice.



The **UNI-SOLAR**® modules are exceptionally durable. They are encapsulated in UV-stabilized polymers and framed with anodized aluminum. The polymer encapsulation includes EVA and the fluoropolymer ETFE. A Galvalume® backing plate provides stiffness.

Bypass diodes are connected across each cell, allowing the modules to produce power even when partially shaded (exception : US-3 and US-5). US-3 has a built-in blocking diode.

The US-116 comes standard with a weather resistant junction box with quick connects. The US-64, US-42 and US-32 have a weather resistant **UNI-SOLAR**® junction box with knock-outs for customization by the customer. All other US-modules have a potted pig tail with integral wiring. The cable is a 2-conductor 18 AWG with insulation rated at 158°F.

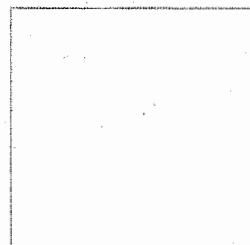
The **UNI-SOLAR**® US-116, US-64, US-42 and US-32 modules are appropriate for all applications from simple single module requirements to larger grid-connected applications. All other **UNI-SOLAR**® US modules under 30 watts should not be connected in series.

**Corporate Sales & Marketing Office:**  
Bekaert ECD Solar Systems LLC  
3800 Lapeer Rd.,  
Auburn Hills, MI 48326  
Tel: 248.475.0100  
Toll Free: 800.843.3892  
Fax: 248.364.0510  
Email: info@uni-solar.com  
www.uni-solar.com

**North American Sales Office:**  
Bekaert ECD Solar Systems LLC  
4520 Viewridge Ave.  
San Diego, CA 92123  
Tel: 858.614.1435  
Toll Free: 800.397.2083  
Fax: 858.514.8694  
Email: westerninfo@uni-solar.com

**European Sales Office:**  
N.V. Bekaert ECD Solar Systems Europe  
Karreweg 13  
B-9870 Zulte  
BELGIUM  
Voice: +32.9.338.59.25  
Fax: +32.9.338.59.11  
E-mail: infosolar@bekaert.com

To Purchase Call:



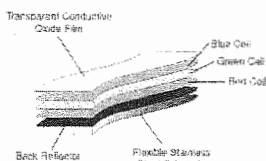
**UNI-SOLAR**

© 2005 UNI-SOLAR

#D05

**Triple Junction Technology**

The foundation of the new UNI-SOLAR® PVL is the Triple Junction silicon solar cell unique to UNI-SOLAR®. Each cell is composed of three semiconductor junctions stacked on top of each other. The bottom cell absorbs the red light, the middle



cell absorbs the green light and the top cell absorbs the blue light. This spectrum splitting capability is the key to higher efficiency.

**Bekaert ECD Solar Systems LLC**

Bekaert ECD Solar Systems LLC is a joint venture of Energy Conversion Devices (ECD), a technology leader in renewable energy, and N. V. Bekaert S. A., the worldwide leader in metal transformation and surface coating.

**Dimensions & Specifications****Physical:**

Model Number	Laminate Length	Laminate Width	Laminate Thickness	Weight	Minimum Slope	Maximum Slope
PVL-58T	8ft. 6 3/4 in.	15 1/2 in.	0.12 in.	8.2 lb.	1:12 (5°)	21:12 (60°)
PVL-64T	9ft. 4 1/2 in.	15 1/2 in.	0.12 in.	9 lb.	1:12 (5°)	21:12 (60°)
PVL-87T	12ft. 6 1/4 in.	15 1/2 in.	0.12 in.	12.3 lb.	1:12 (5°)	21:12 (60°)
PVL-116T	16ft. 5 1/4 in.	15 1/2 in.	0.12 in.	16.5 lb.	1:12 (5°)	21:12 (60°)
PVL-128T	18 ft.	15 1/2 in.	0.12 in.	17 lb.	1:12 (5°)	21:12 (60°)

**Electrical:**

Performance	PVL- 29	PVL- 58T	PVL-64T	PVL-87T	PVL-116T	PVL-128T
Rated Power (Watts)	29	58	64	87	116	128
Nominal Operating Voltage	6	12	12	18	24	24
Operating Voltage (Volts)	7.5	15	16.5	22.5	30.0	33.0
Operating Current (Amps)	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
Open-Circuit Voltage (Volts)	10.8	21.6	23.8	32.4	43.2	47.6
Open-Circuit Voltage (Volts) at -10°C and 1250 W/m2	12.3	24.6	27.1	36.9	49.2	54.2
Short-Circuit Current (Amps)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Short-Circuit Current (Amps) At 75°C and 1250 W/m2	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Series Fuse Rating (Amps)*	8	8	8	8	8	8
Min. Blocking Diode (Amps)	8	8	8	8	8	8

**NOTES:**

During the first 8-10 weeks of operation, electrical output exceeds specified ratings. Power output may be higher by 15%, operating voltage may be higher by 11% and operating current may be higher by 4%.

Electrical specifications (±10%) are based on measurements performed at standard test conditions of 1000 W/m2 irradiance, Air Mass 1.5, and Cell Temperature of 25°C after long-term stabilization. Actual performance may vary up to 10% from rated power due to low temperature operation, spectral and other related effects.

Maximum system open-circuit voltage not to exceed 600 VDC.

Specifications subject to change without notice.

\* Refer to section 590.8 of the National Electric Code for an additional factor of 125%, which may be applicable.

**Corporate Sales & Marketing Office:**

**Bekaert ECD Solar Systems LLC**

3800 Lapeer Rd., Auburn Hills, MI 48326

Tel: 248.475.0100

Toll Free: 800.843.3892

Fax: 248.364.0510

Email: info@uni-solar.com

**North American Sales Office:**

**Bekaert ECD Solar Systems LLC**

4520 Viewridge Ave., San Diego, CA 92123

Tel: 858.614.1435

Toll Free: 800.397.2083

Fax: 858.514.8694

www.uni-solar.com

**European Sales Office:**

**N.V. Bekaert ECD Solar Systems Europe**

Karreweg 13

B-9870 Zulte

BELGIUM

Voice: +32.9.338.59.25

Fax: +32.9.338.59.11

E-mail: infosolar@bekaert.com

**UNI-SOLAR**

	I-5	I-10	I-22C	I-36	I-47	I-50	I-55
<b>PHYSICAL</b>							
Dimensions (mm)	270 x 270 x (*)	370 x 336 x (*)	585 x 435 x (*)	629 x 532 x 39,5	1.208 x 340 x 39,5	1.304 x 340 x 39,5	1.304 x 340 x 39,5
Weight	0,8 kg	1,8 kg	3 kg	4,5 kg	5,5 kg	5,5 kg	5,5 kg
Number of cells in series	32 1/8	36 1/4	36 1/2	36 1/2	33	36	36
Number of cells in parallel	1	1	1	1	1	1	1
NOCT (800 W/m <sup>2</sup> , 20° C, AM 1.5, 1m/s)	40° C	40° C	47° C	47° C	47° C	47° C	47° C
<b>ELECTRICAL</b> (1.000 W/m <sup>2</sup> , 25° C cell, AM 1.5)							
Nominal voltage (V <sub>0</sub> )	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V	12 V
Maximum power (P <sub>max</sub> )	5 W <sub>p</sub> ± 10%	10 W <sub>p</sub> ± 10%	22 W <sub>p</sub> ± 10%	36 W <sub>p</sub> ± 10%	47 W <sub>p</sub> ± 10%	50 W <sub>p</sub> ± 10%	55 W <sub>p</sub> ± 10%
Short-circuit current (I <sub>sc</sub> )	0,41 A	0,82 A	1,64 A	2,22 A	3,27 A	3,27 A	3,38 A
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> )	19,2 V	21,6 V	21,6 V	21,6 V	19,8 V	21,6 V	21,6 V
Maximum power current (I <sub>max</sub> )	0,32 A	0,58 A	1,26 A	2,1 A	2,94 A	2,87 A	3,16 A
Maximum power voltage (V <sub>max</sub> )	15,5 V	17,4 V	17,4 V	17,2 V	16 V	17,4 V	17,4 V

*An option for the future that will produce  
electricity from solar energy sources  
that cares for the environment.*

*All Isofoton modules carry a 25 year guarantee.*

*Note: Isofoton, S.A., reserves the right to make any amendments to this leaflet.*

*(\*) Please, check the thickness before placing an order.*





I-65	I-70S	I-75	I-91	I-100	I-106	I-110	I-159	I-165
1.224 x 545 x 39,5	1.224 x 545 x 39,5	1.224 x 545 x 39,5	1.208 x 654 x 39,5	1.310 x 654 x 39,5	1.310 x 654 x 39,5	1.310 x 654 x 39,5	1.310 x 969 x 39,5	1.310 x 969 x 39,5
9 kg	9 kg	9 kg	11 kg	11,5 kg	11,5 kg	11,5 kg	16,5 kg	16,5 kg
36	36	36	33 66	36 72	36 72	36 72	36	36
1	1	1	2 1	2 1	2 1	2 1	3	3
47° C	47° C	47° C	47° C	47° C	47° C	47° C	47° C	47° C
12 V	12 V	12 V	12 V 24 V	12 V 24 V	12 V 24 V	12 V 24 V	12 V	12 V
65 W <sub>p</sub> ± 10%	70 W <sub>p</sub> ± 10%	75 W <sub>p</sub> ± 10%	94 W <sub>p</sub> ± 10%	100 W <sub>p</sub> ± 10%	106 W <sub>p</sub> ± 5%	110 W <sub>p</sub> ± 10%	159 W <sub>p</sub> ± 5%	165 W <sub>p</sub> ± 10%
4,37 A	4,45 A	4,67 A	6,54 A 3,27 A	6,54 A 3,27 A	6,54 A 3,27 A	6,76 A 3,38 A	9,81 A	10,14 A
21,6 V	21,6 V	21,6 V	19,8 V 39,6 V	21,6 V 43,2 V	21,6 V 43,2 V	21,6 V 43,2 V	21,6 V	21,6 V
3,76 A	4,05 A	4,34 A	5,88 A 2,94 A	5,74 A 2,87 A	6,1 A 3,05 A	6,32 A 3,16 A	9,15 A	9,48 A
17,3 V	17,3 V	17,3 V	16 V 32 V	17,4 V 34,8 V	17,4 V 34,8 V	17,4 V 34,8 V	17,4 V	17,4 V

# CONSTRUCTIVE

Cells*	Single-crystal Si, textured and antireflectivity layered.
Contacts*	Redundant contacts on each cell for circuit reliability.
Laminate*	EVA (ethylene vinyl acetate).
Front face*	Tempered glass with improved light transmission.
Back face*	Tough multi-layered backsheet Tedlar.
Frame*	Anodised aluminium.

Grounding connection	Yes (also for module I-22C).
Certifications	IEC 61215 and Class II by TÜV certificate.
Cable section	4-10 mm².
Connection box	Pression screw with possibility of soldering. Optional multi-contact.

1-3	1-10 1-22C
Connection box	
2 x 1,5 mm² in double insulation cable of 0,9 m length.	2 x 1,5 mm² in double insulation cable of 1,8 m length.
1-36 1-65 1-75S 1-75 1-94/24 1-100/24 1-106/24 1-110/24	
Connection boxes	IP 65 with built-in bypass diodes.
1-65 1-75 1-94 1-94/23 1-100/12 1-106/12 1-110/12 1-165 1-165	
Connection boxes	2 x IP 65 with built-in bypass diodes.

\*These technical characteristics are the same for all Isafoton modules.





bp solar

**BP SX 20**  
**BP SX 30**

20-Watt & 30-Watt  
Multicrystalline Photovoltaic Modules

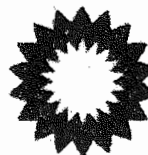
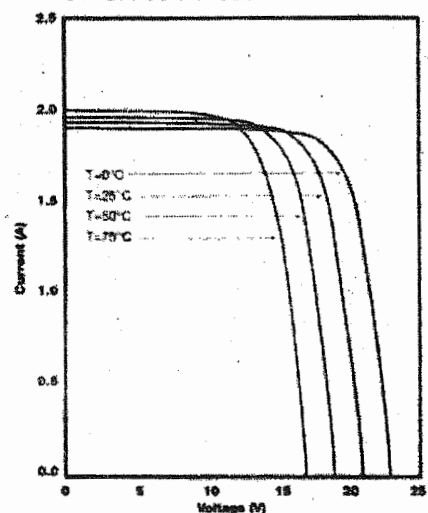
### Typical Electrical Characteristics<sup>(1)</sup>

	BP SX 20	BP SX 30
Voltage at $P_{max}$ ( $V_{mp}$ )	16.8V	16.8V
Warranted minimum $P_{max}$	18W	27W
Open-circuit voltage ( $V_{oc}$ )	21.0V	21.0V
Temperature coefficient of $V_{oc}$	$-(80 \pm 10) \text{ mV/}^\circ\text{C}$	
NOCT <sup>2</sup>	$47 \pm 2^\circ\text{C}$	

### Notes

- These data represent the performance of typical modules in 12V configuration as measured at their output terminals, and do not include the effect of such additional equipment as diodes or cables. The data are based on measurements made in accordance with ASTM E1036-85 corrected to SRC (Standard Reporting Conditions, also known as STC or Standard Test Conditions), which are:
  - illumination of  $1 \text{ kW/m}^2$  (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892-87 global spectral irradiance);
  - cell temperature of  $25^\circ\text{C}$ .
- During the stabilization process which occurs during the first few months of deployment, module power may decrease approximately 3% from typical  $P_{max}$ .
- U versions.
- The cells in an illuminated module operate hotter than the ambient temperature. NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) is an indicator of this temperature differential, and is the cell temperature under Standard Operating Conditions: ambient temperature of  $20^\circ\text{C}$ , solar irradiation of  $0.8 \text{ kW/m}^2$ , and wind speed of  $1 \text{ m/s}$ .

BP SX 30 I-V Curves



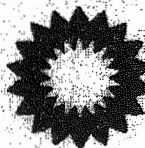
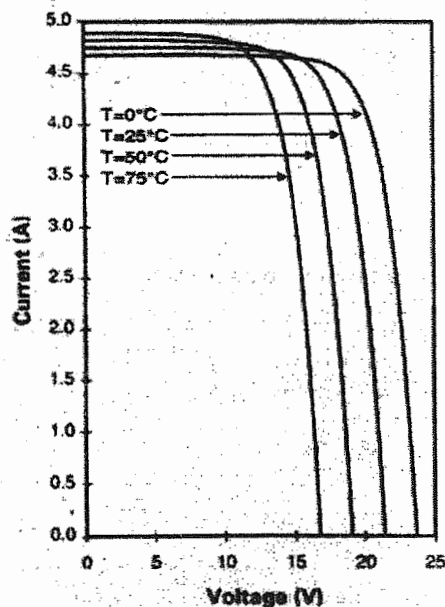
bp solar

**bp solar****BP 275**75-Watt Monocrystalline  
Photovoltaic Module**Electrical Characteristics<sup>1</sup>**

	BP 275	BP 270 <sup>2</sup>
Maximum power ( $P_{max}$ )	75W	70W
Voltage at $P_{max}$ ( $V_{mp}$ )	17.0V	17.0V
Current at $P_{max}$ ( $I_{mp}$ )	4.45A	4.16A
Warranted minimum $P_{max}$	70W	65W
Short-circuit current ( $I_{sc}$ )	4.75A	4.48A
Open-circuit voltage ( $V_{oc}$ )	21.4V	21.4V
Temperature coefficient of $I_{sc}$	$(0.065 \pm 0.015)\%/^{\circ}\text{C}$	
Temperature coefficient of voltage	$-(80 \pm 10)\text{mV}/^{\circ}\text{C}$	
Temperature coefficient of power	$-(0.5 \pm 0.05)\%/^{\circ}\text{C}$	
NOCT <sup>3</sup>	$47 \pm 2^{\circ}\text{C}$	
Maximum system voltage	600V (U.S. NEC rating) 1000V (IEC/EN standard rating)	
Maximum series fuse rating	20A	

**Notes**

- These data represent the performance of typical BP 270 and BP 275 modules as measured at their output terminations. The data are based on measurements made in accordance with ASTM E1036 corrected to SRC (Standard Reporting Conditions, also known as STC or Standard Test Conditions), which are:
  - illumination of  $1 \text{ kW}/\text{m}^2$  (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892 global spectral irradiance);
  - cell temperature of  $25^{\circ}\text{C}$ .
- During the stabilization process which occurs during the first few months of deployment, module power may decrease approximately 3% from typical  $P_{max}$ .
- The cells in an illuminated module operate hotter than the ambient temperature. NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) is an indicator of this temperature differential, and is the cell temperature under Standard Operating Conditions: ambient temperature of  $20^{\circ}\text{C}$ , solar irradiation of  $0.8 \text{ kW}/\text{m}^2$ , and wind speed of  $1 \text{ m/s}$ .
- The power of solar cells varies in the normal course of production; the BP 270 is assembled using cells of slightly lower power than the BP 275.

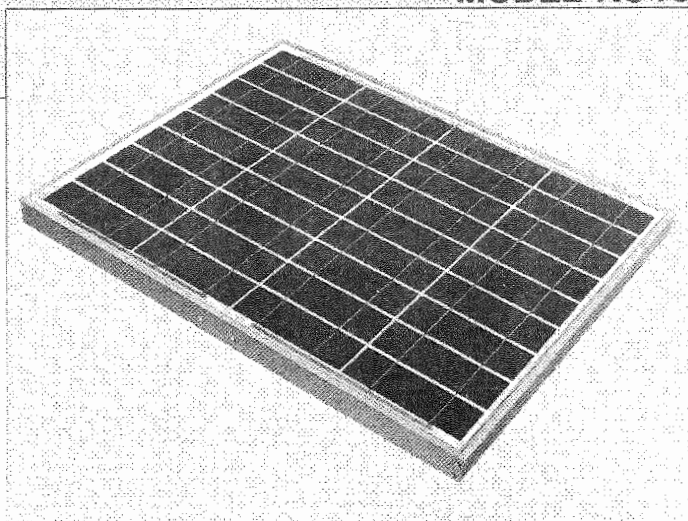
**BP 275 I-V Curves****bp solar**

**MODEL KC40**

# KC40

## HIGH EFFICIENCY MULTICRYSTAL PHOTOVOLTAIC MODULE

TYPICAL OUTPUT 40 Wp



### HIGHLIGHTS OF KYOCERA PHOTOVOLTAIC MODULES

Kyocera's advanced cell processing technology and automated production facilities have produced a highly efficient multicrystal photovoltaic modules.

The conversion efficiency of the Kyocera solar cell is over 14%.

These cells are encapsulated between a tempered glass cover and an EVA pottant with PVF back sheet to provide maximum protection from the severest environmental conditions.

The entire laminate is installed in an anodized aluminum frame to provide structural strength and ease of installation.

### APPLICATIONS

- Microwave/Radio repeater stations
- Electrification of villages in remote areas
- Medical facilities in rural areas
- Power source for summer vacation homes
- Emergency communication systems
- Water quality and environmental data monitoring systems
- Navigation lighthouses, and ocean buoys
- Pumping systems for irrigation, rural water supplies and livestock watering
- Aviation obstruction lights
- Cathodic protection systems
- Desalination systems
- Recreational vehicles
- Railroad signals
- Sailboat charging systems

### SPECIFICATIONS

#### ■ Electrical Specifications

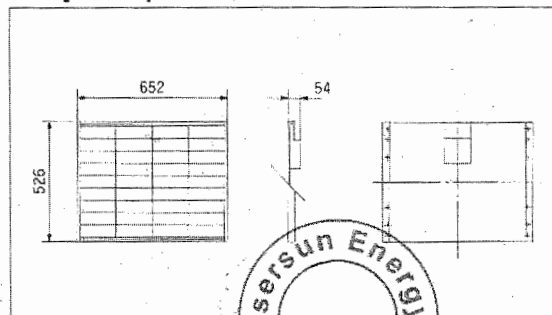
MODEL	KC40
Maximum Power	40 Watts
Maximum Power Voltage	16.9 Volts
Maximum Power Current	2.34 Amps
Open Circuit Voltage	21.5 Volts
Short-Circuit Current	2.48 Amps
Length	526mm (20.7in.)
Width	652mm (25.7in.)
Depth	54mm (2.1in.)
Weight	4.5kg (9.9lbs.)

Note: The electrical specifications are under test conditions of irradiance of 1kW/m<sup>2</sup>, Spectrum of 1.5 air mass and cell temperature of 25°C

Kyocera reserves the right to modify these specifications without notice.

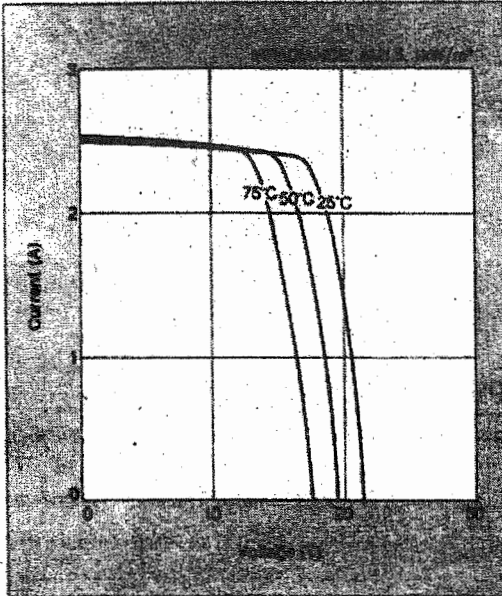
#### ■ Physical Specifications

(Unit: mm)

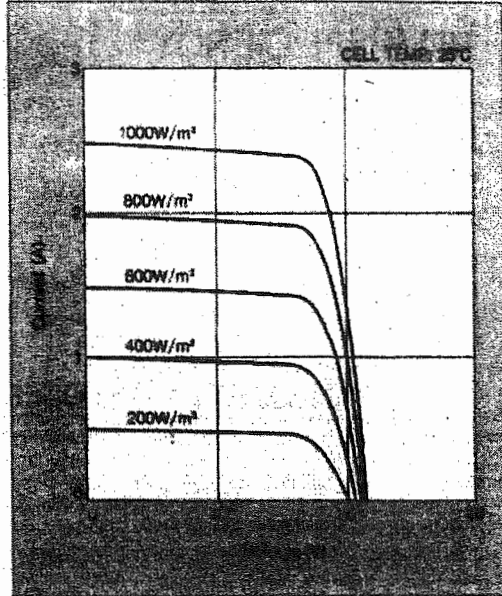


## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC40 at various cell temperatures



Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC40 at various irradiance levels



## QUALITY ASSURANCE

Kyocera multicrystal photovoltaic modules exceed government specifications for the following tests.

- Thermal cycling test
- Thermal shock test
- Thermal/Freezing and high humidity cycling test
- Electrical isolation test
- Hail impact test
- Mechanical, wind and twist loading test
- Salt mist test
- Light and water-exposure test
- Field exposure test

Please contact our office to obtain details without hesitation.



### KYOCERA CORPORATION

#### • KYOCERA HEAD OFFICE

SOLAR ENERGY DIVISION

Yokkaichi, Tokyo

Japan

Phone: (027) 5-014-2179 Telex: 3270-014-2179

#### • KYOCERA FINECERAMICS GmbH

Post-Markt Weg 10, D-75709 Bielefeld, F.R.G.

Phone: (0521) 640001 Telex: (32071) 640000

#### • KYOCERA ASIA PACIFIC PTE. LTD.

220, Tiong Bahru Road, Singapore 100

Phone: (0277) 0000 Telex: (32071) 0000

#### • KYOCERA ASIA PACIFIC LTD.

Room 201, Floor 1, South China Centre, 75 Mody Road,

Taipei, Taiwan, Republic of China

Phone: (02) 235-7300 Telex: (32071) 0000

#### • KYOCERA ASIA PACIFIC LTD., TAIPEI BRANCH

Suite 201, 1st Floor, South China Centre,

75 Mody Road, Taipei, Taiwan, Republic of China

Phone: (02) 235-7300 Telex: (32071) 0000

#### • Kyocera Solar, Inc.

7010 East Avenue Drive

Memphis, TN 38119

Phone: (901) 505-0000 or (901) 505-0000 Telex: (901) 505-0000

#### • Kyocera Solar, Inc. - Suneco Division

200 South Street

Palmdale, CA 91354

Phone: (818) 255-0000 or (818) 255-0000 Telex: (901) 505-0000

#### • Kyocera Solar Pty. Ltd.

200 Winton Street, Unit 8

Stirling, WA 6150

Phone: (09) 435-0000 Telex: (32071) 0000

#### • Kyocera Solar Argentina S.A.

Avda. 14 de Mayo, 1000

Buenos Aires, Argentina

Phone: (011) 435-0000 Telex: (32071) 0000

#### • Kyocera Solar do Brasil Ltda.

Avda. 14 de Mayo, 1000

Buenos Aires, Argentina

Phone: (011) 435-0000 Telex: (32071) 0000

The contents of this catalog are subject to change without prior notice for better improvement.

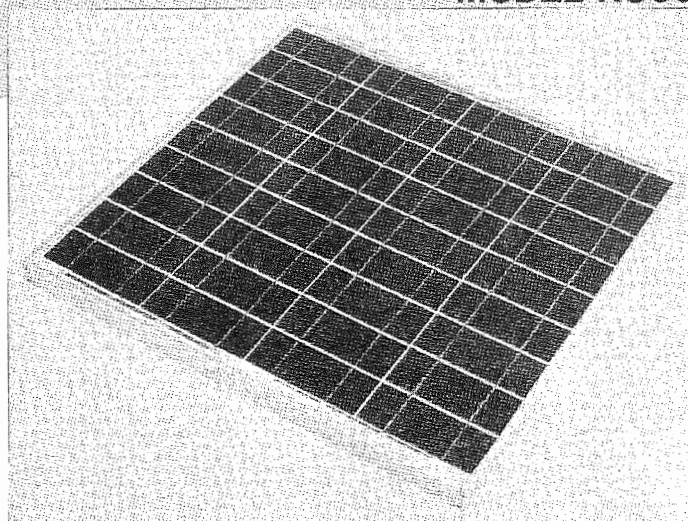
(Recycled Paper)

**MODEL KC50**

# KC50

## HIGH EFFICIENCY MULTICRYSTAL PHOTOVOLTAIC MODULE

TYPICAL OUTPUT 50 Wp



### HIGHLIGHTS OF KYOCERA PHOTOVOLTAIC MODULES

Kyocera's advanced cell processing technology and automated production facilities have produced a highly efficient multicrystal photovoltaic modules.

The conversion efficiency of the Kyocera solar cell is over 14%.

These cells are encapsulated between a tempered glass cover and an EVA pottant with PVF back sheet to provide maximum protection from the severest environmental conditions.

The entire laminate is installed in an anodized aluminum frame to provide structural strength and ease of installation.

### APPLICATIONS

- Microwave/Radio repeater stations
- Electrification of villages in remote areas
- Medical facilities in rural areas
- Power source for summer vacation homes
- Emergency communication systems
- Water quality and environmental data monitoring systems
- Navigation lighthouses, and ocean buoys
- Pumping systems for irrigation, rural water supplies and livestock watering
- Aviation obstruction lights
- Cathodic protection systems
- Desalination systems
- Recreational vehicles
- Railroad signals
- Sailboat charging systems

### SPECIFICATIONS

#### ■ Electrical Specifications

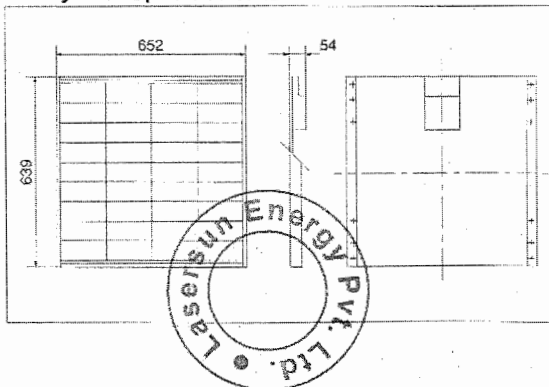
MODEL	KC50
Maximum Power	50 Watts
Maximum Power Voltage	16.7 Volts
Maximum Power Current	3.00 Amps
Open Circuit Voltage	21.5 Volts
Short-Circuit Current	3.10 Amps
Length	639mm (25.2in.)
Width	652mm (25.7in.)
Depth	54mm (2.1in.)
Weight	5.0kg (11.0lbs.)

Note: The electrical specifications are under test conditions of irradiance of 1kW/m<sup>2</sup>, Spectrum of 1.5 air mass and cell temperature of 25°C.

Kyocera reserves the right to modify these specifications without notice.

#### ■ Physical Specifications

(Unit: mm)





**INVERTER : SINE WAVE 800VA**
**Electrical Specification- Inverter**

Output power	800 VA
Surge rating	2400 VA
Output frequency regulation	$50 \pm 0.1$ Hz
Output wave form	Pure sine wave
Peak efficiency	
Battery voltage (nominal)	12V
DC input voltage range	$9.8 \pm 0.2V$ to $13.4 \pm 0.1V$
Low battery cutout	$9.8 \pm 0.2V$
Total harmonic distortion	

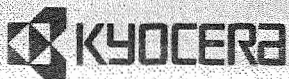
**Electrical Specification- Charger**

Charger rate	$11.0 \pm 2.0$ A
AC input voltage range	125VAC - 285VAC
Battery voltage range	$9.8 \pm 0.2V$ to $13.4 \pm 0.1V$
Input voltage	
Charge control	Fuzzy logic control ( FLC )
Equalization stage	Manual
Compatible battery types	Wet/Gel
Mains input power factor	0.8 to unity

**General Specifications**

Dimensions	19.4 x 10.2 x 10.4
Weight	15.61
Warranty	24 Months
Indications	LED Indication
	- Mains on
	- Inverter on
	- Battery charging
	- Fuse blown
	- Low battery
	- Over load
	- Short circuit
	- Inverter active

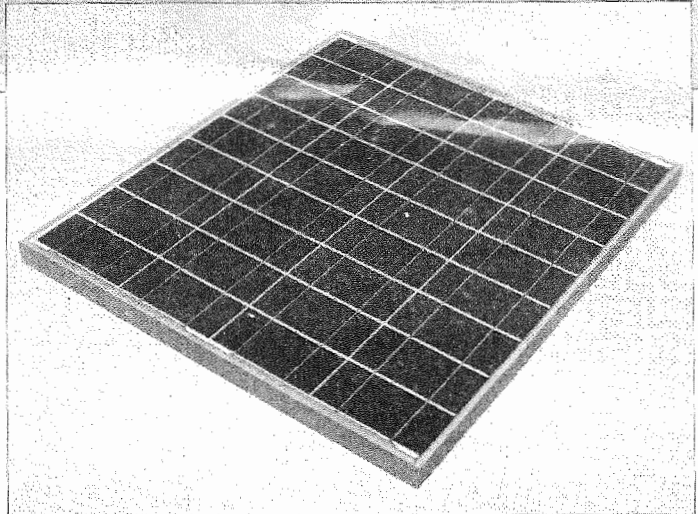
**Regulatory Approvals**
**ISO 9001:2000**

**MODEL KC60**

# KC60

## HIGH EFFICIENCY MULTICRYSTAL PHOTOVOLTAIC MODULE

TYPICAL OUTPUT 60 Wp



### HIGHLIGHTS OF KYOCERA PHOTOVOLTAIC MODULES

Kyocera's advanced cell processing technology and automated production facilities have produced a highly efficient multicrystal photovoltaic modules.

The conversion efficiency of the Kyocera solar cell is over 14%.

These cells are encapsulated between a tempered glass cover and an EVA pottant with PVF back sheet to provide maximum protection from the severest environmental conditions.

The entire laminate is installed in an anodized aluminum frame to provide structural strength and ease of installation.

### APPLICATIONS

- Microwave/Radio repeater stations
- Electrification of villages in remote areas
- Medical facilities in rural areas
- Power source for summer vacation homes
- Emergency communication systems
- Water quality and environmental data monitoring systems
- Navigation lighthouses, and ocean buoys
- Pumping systems for irrigation, rural water supplies and livestock watering
- Aviation obstruction lights
- Cathodic protection systems
- Desalination systems
- Recreational vehicles
- Railroad signals
- Sailboat charging systems

### SPECIFICATIONS

#### ■ Electrical Specifications

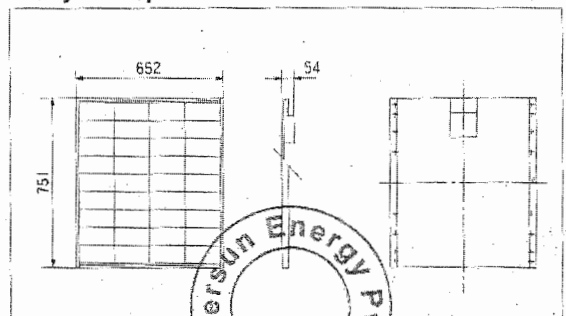
MODEL	KC60
Maximum Power	60 Watts
Maximum Power Voltage	16.9 Volts
Maximum Power Current	3.55 Amps
Open Circuit Voltage	21.5 Volts
Short-Circuit Current	3.73 Amps
Length	751mm (29.6in.)
Width	652mm (25.7in.)
Depth	52mm (2.0in.)
Weight	6.0kg (13.2lbs.)

Note: The electrical specifications are under test conditions of irradiance of  $1\text{ kW/m}^2$  Spectrum of 1.5 air mass and cell temperature of  $25^\circ\text{C}$

Kyocera reserves the right to modify these specifications without notices.

#### ■ Physical Specifications

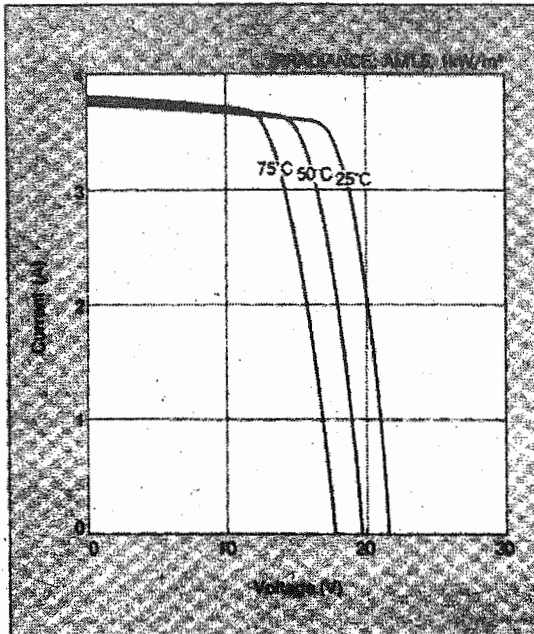
(Unit: mm)



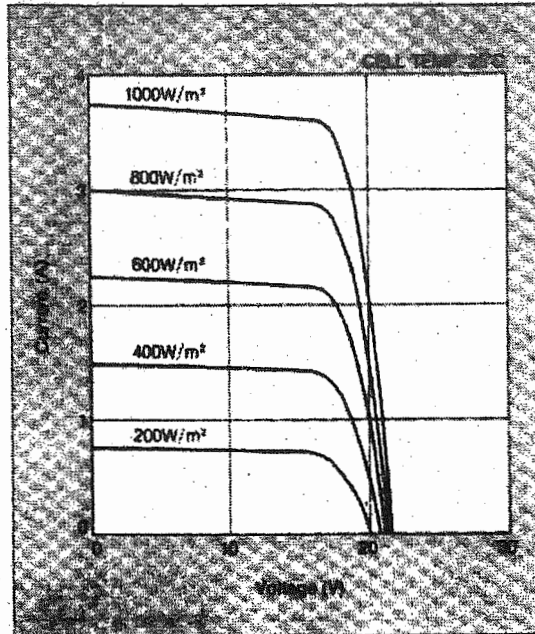


## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC60 at various cell temperatures



Current-Voltage characteristics of Photovoltaic Module KC60 at various irradiance levels



## QUALITY ASSURANCE

Kyocera multicrystal photovoltaic modules exceed government specifications for the following tests.

- Thermal cycling test
- Thermal shock test
- Thermal/Freezing and high humidity cycling test
- Electrical isolation test
- Hail impact test
- Mechanical, wind and twist loading test
- Salt mist test
- Light and water-exposure test
- Field exposure test

Please contact our office to obtain details without hesitation.



### KYOCERA CORPORATION

#### KYOCERA HEAD OFFICE

SOLAR ENERGY DIVISION  
3 Takasaka Totsudomo-cho  
Fushimi-ku, Kyoto  
612-8501 Japan  
Phone: (81)75-804-3475 Telefax: (81)75-804-3475

#### KYOCERA FINECERAMICS GmbH

Fritz Mahler Straße 107, D-73730 Esslingen, F.R.G.  
Phone: (49)714-8253417 Telefax: (49)714-8253450

#### KYOCERA ASIA PACIFIC PTE. LTD.

298 Tiong Bahru Road, #13-05/06,  
Comet Plaza, Singapore 108730  
Phone: (65)271-0500 Telefax: (65)271-0500

#### KYOCERA ASIA PACIFIC LTD.

Room 803, Tower 1 South Seas Centre, 75 Mody Road,  
Tsimshatsui East, Kowloon Hong Kong  
Phone: (852)2-7237103 Telefax: (852)2-7244501

#### KYOCERA ASIA PACIFIC LTD., TAIPEI BRANCH

Route 501, Asia Enterprise Center,  
No.142-M4, Sec. 3, Min Chuan E.Road Taipei, Taiwan  
Phone: (886)2-2718-3688 Telefax: (886)2-2718-3687

#### Kyocera Solar, Inc.

7812 East Acorns Drive  
Scottsdale, AZ 85260  
Phone: (480)448-8003 or (800)823-8040 Telefax: (480)448-8491

#### Kyocera Solar, Inc. -Sunelco Division

100 Sheeps Head  
P.O. Box 707  
Hamilton, NY 12040  
Phone: (518)583-8824 or (800)538-8844 Telefax: (408)363-8046

#### Kyocera Solar Pty. Ltd.

30 Windsor Street, Unit 6  
Stafford 4053  
Queensland, Australia  
Phone: (61)7-3856-5385 Telefax: (61)7-3856-5443

#### Kyocera Solar Argentina S.A.

Méjico 2145, (B400) Martínez  
Provincia de Buenos Aires  
Argentina  
Phone: (54)114-836-1040 Telefax: (54)114-836-0808

#### Kyocera Solar do Brazil

Rua Pres. Carlos de Campos  
332-Laranjeira  
22231-080  
Rio de Janeiro, RJ Brazil  
Phone: (55)2-1854-5554 Telefax: (55)2-1563-4894

The contents of this catalog are subject to change without prior notice for further improvement.

(Recycled Paper)

## SOLAR MODULE PM 50

### **SPECIFICATION :**

#### **Electrical Parameters**

#### **PM 50**

Maximum Power Rating	P <sub>max</sub> (Wp)*	50.0
Minimum Power Rating	P <sub>min</sub> (Wp)*	47.0
Rated Current	I <sub>MPP</sub> (A)	2.95
Rated Voltage	V <sub>MPP</sub> (V)	17.0
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub>	3.30
Open Circuit Current	V <sub>oc</sub>	21.4

#### **Physical Parameters**

No. of cells	Nos.	36
Physical Dimension (mm)	(L x W x T)	800 x 550 x 40
Weight	(Kg)	5.2

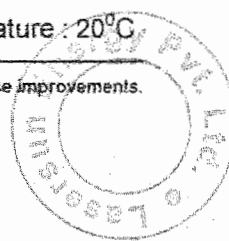
#### **Environmental Rating**

NOCT **	(°C)	45 ±2
Maximum permitted module temperature	(°C)	-40 to + 85
Maximum permissible system voltage	(V)	600
Relative Humidity at 85°C	(%)	85

\* Under Standard Test Conditions (STC):  
Air Mass : AM 1.5    Irradiance : 1000 W/m<sup>2</sup>    Cell Temperature : 25°C

\*\* Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) at:  
Wind Speed : 1m/s    Irradiance : 800 W/m<sup>2</sup>    Ambient Temperature : 20°C

Specification subject to change without prior notice due to continuous in-house improvements.



## SOLAR MODULE PM 70/PM 75

### SPECIFICATION :

Electrical Parameters		PM 70	PM 75
Maximum Power Rating	$P_{max}$ (Wp)*	70.0	75.0
Minimum Power Rating	$P_{min}$ (Wp)*	65.0	70.0
Rated Current	$I_{MPP}$ (A)	4.25	4.40
Rated Voltage	$V_{MPP}$ (V)	16.5	17.0
Short Circuit Current	$I_{sc}$	5.00	5.00
Open Circuit Current	$V_{oc}$	21.0	21.4

### Physical Parameters

No. of cells	Nos.	36
Physical Dimension (mm)	(L x W x T)	1200 x 550 x 40
Weight	(Kg)	7.5

### Environmental Rating

NOCT **	(°C)	45 ±2
Maximum permitted module temperature	(°C)	-40 to + 85
Maximum permissible system voltage	(V)	600
Relative Humidity at 25°C	(%)	95

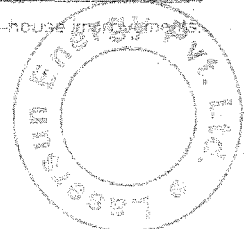
\* Under Standard Test Conditions (STC):

Air Mass : AM 1.5      Irradiance : 1000 W/m<sup>2</sup>      Cell Temperature : 25°C

\*\* Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) at:

Wind Speed : 1m/s      Irradiance : 800 W/m<sup>2</sup>      Ambient Temperature : 20°C

Specification subject to change without prior notice due to continuous in-house improvements.



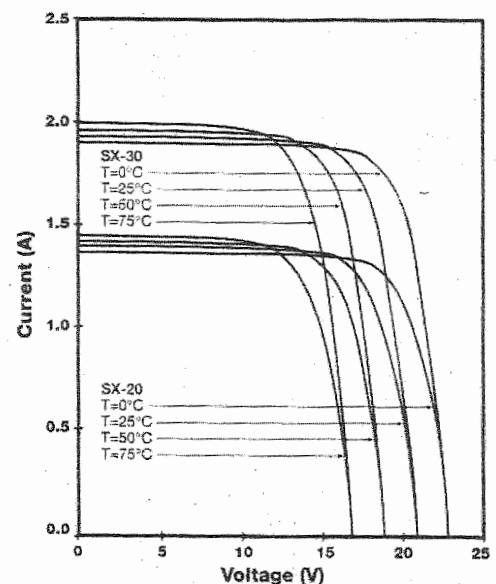
## Electrical Characteristics<sup>1</sup>

	BP SX 20	BP SX 30
Maximum power ( $P_{max}$ ) <sup>2</sup>	20W	30W
Voltage at $P_{max}$ ( $V_{mp}$ )	16.8V	16.8V
Current at $P_{max}$ ( $I_{mp}$ )	1.19A	1.78A
Warranted minimum $P_{max}$	18W	27W
Short-circuit current ( $I_{sc}$ )	1.29A	1.94A
Open-circuit voltage ( $V_{oc}$ )	21.0V	21.0V
Temperature coefficient of $I_{sc}$	(0.065±0.015)%/°C	
Temperature coefficient of $V_{oc}$	-(80±10)mV/°C	
Temperature coefficient of power	-(0.5±0.05)%/°C	
NOCT <sup>3</sup>	47±2°C	

## Notes

- These data represent the performance of typical modules in 12V configuration as measured at their output, and do not include the effect of such additional equipment as diodes. The data are based on measurements made in accordance with ASTM E1036 corrected to SRC (Standard Reporting Conditions, also known as STC or Standard Test Conditions), which are:
  - illumination of 1 kW/m<sup>2</sup> (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892 global spectral irradiance);
  - cell temperature of 25°C.
- During the stabilization process which occurs during the first few months of deployment, module power may decrease approximately 3% from typical  $P_{max}$ .
- The cells in an illuminated module operate hotter than the ambient temperature. NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) is an indicator of this temperature differential, and is the cell temperature under Standard Operating Conditions: ambient temperature of 20°C, solar irradiation of 0.8 kW/m<sup>2</sup>, and wind speed of 1 m/s.

BP SX 20 and 30 I-V Curves



GE Energy

## **GEPV-030**

30 WATT PHOTOVOLTAIC MODULE

### FEATURES

- 40 single-crystal cells connected in series
- Peak power of 30 Watts at 16.8 Volts
- Designed for optimum off grid battery charging applications
- 10-year limited warranty on power output, 3-year limited warranty on materials and workmanship\*
- Junction box is conduit ready with terminal strip connectors

### BENEFITS

- Output power tolerance of +/- 10%
- Robust lightweight anodized aluminum frame with pre-drilled holes for quick installation
- Engineered for the most rugged of locations including those which experience hail, snow, and ice storms

### CERTIFICATIONS

The GEPV-030 Module meets the following requirements:

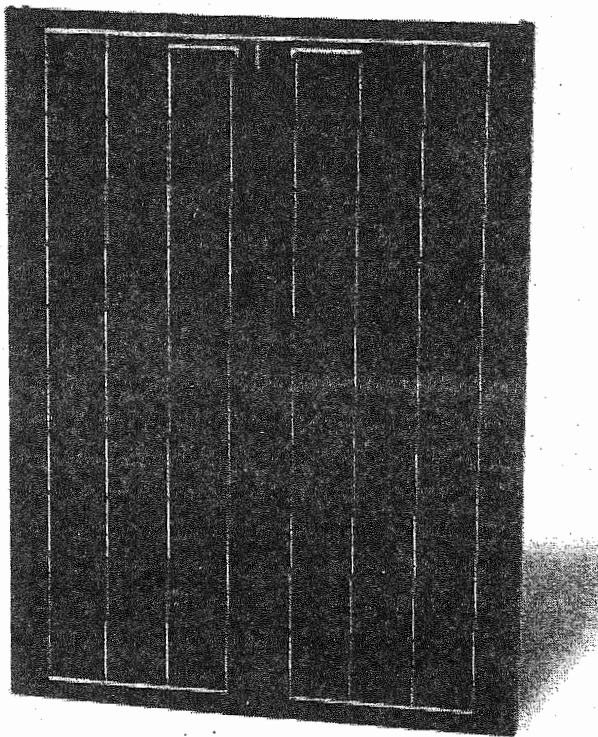


UL-1703



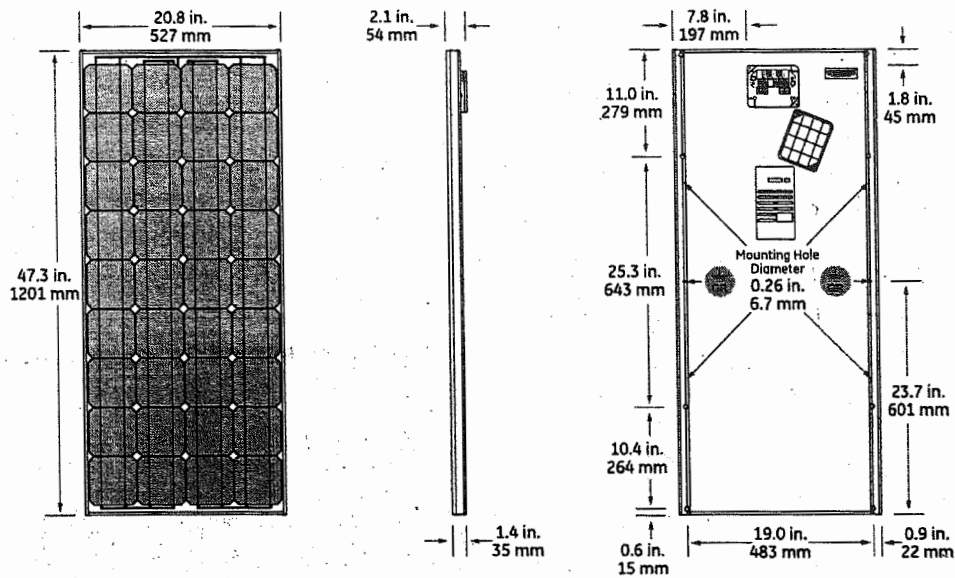
IEC-61215

\*Refer to GE Energy Product Warranty for specific details



imagination at work

## PHYSICAL CHARACTERISTICS

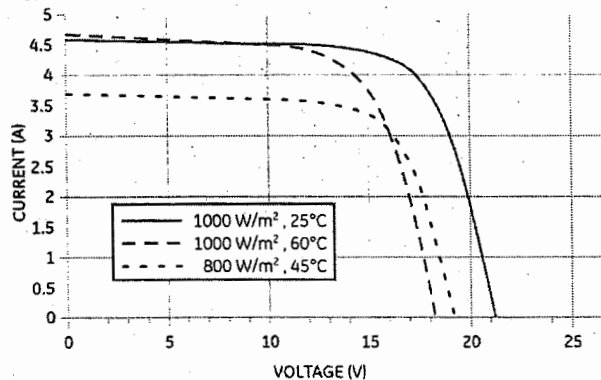


### Physical Design Properties

Weight	18.1 lb [8.2 kg]
Weight (Wind) Bearing Potential	50 lbs/ft <sup>2</sup> [125 mph equivalent]
Hailstone Impact Resistance	1" @ 50 mph [25 mm @ 80 kph]

## ELECTRICAL PERFORMANCE

Typical I-V Curve for GE PV-072 Module



### Typical Performance Characteristics

Peak Power (Wp)	Watts	72
Max. Power Voltage (Vmp)	Volts	17.0
Max. Power Current (Imp)	Amps	4.4
Open Circuit Voltage (Voc)	Volts	21.0
Short Circuit Current (Isc)	Amps	4.8
Short Circuit Temp. Coefficient	mA/°C	+2
Open Circuit Voltage Coefficient	V/°C	-0.08
Max. Power Temp. Coefficient	%/°C	-0.5
Max. Series Fuse	Amps	10
Normal Operating Cell Temperature [NOCT]	deg. C	45

I-V parameters are rated at Standard Test Conditions (irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5G, cell temperature 25°C). As with all single-crystal PV Modules, during the stabilization process that occurs during the first few days in service, module power may decrease approximately 3% from typical maximum power due to a phenomenon known as Light Induced Degradation (LID). All measurements are guaranteed at the laminate leads. NOCT is defined as 800 W/m<sup>2</sup>, 20 deg. C ambient, and 1 m/s windspeed.



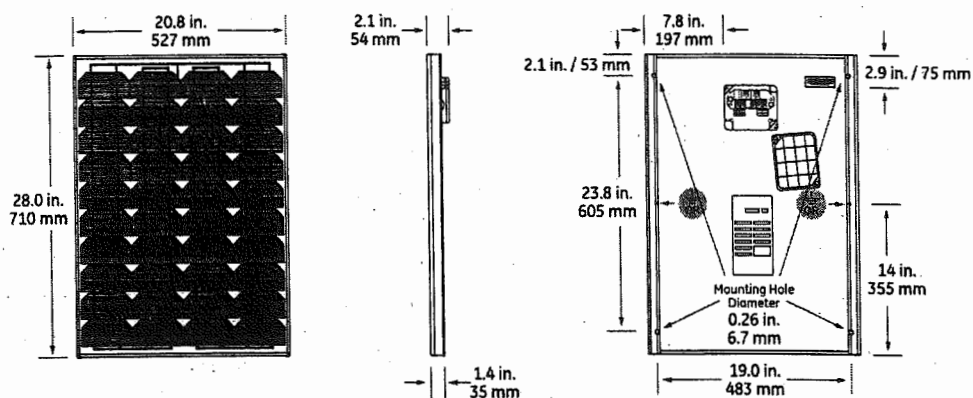
GE Energy  
231 Lake Drive  
Newark, DE 19702  
866-750-3150

[gepower.com/solar](http://gepower.com/solar)

GEA-12809 (2/7/04) Photo: 95P32504-02-070



## PHYSICAL CHARACTERISTICS

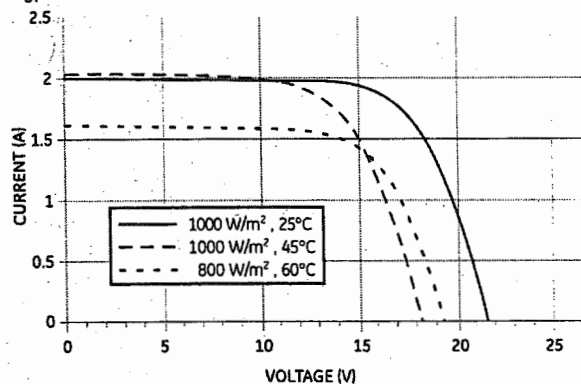


### Physical Design Properties

Weight	10 lb [4.5 kg]
Weight (Wind Bearing Potential)	50 lbs/ft <sup>2</sup> [125 mph equivalent]
Hailstone Impact Resistance	1" @ 50 mph [25 mm @ 80 kph]

## ELECTRICAL PERFORMANCE

Typical I-V Curve for GEPV-030 Module



### Typical Performance Characteristics

Peak Power (Wp)	Watts	30
Max. Power Voltage (Vmp)	Volts	16.8
Max. Power Current (Imp)	Amps	1.8
Open Circuit Voltage (Voc)	Volts	21.4
Short Circuit Current (Isc)	Amps	2.0
Short Circuit Temp. Coefficient	mA/°C	+1
Open Circuit Voltage Coefficient	V/°C	-0.09
Max. Power Temp. Coefficient	%/°C	-0.5
Max. Series Fuse	Amps	3
Normal Operating Cell Temperature (NOCT)	deg. C	45

I-V parameters are rated at Standard Test Conditions (irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5G, cell temperature 25°C). As with all single-crystal PV Modules, during the stabilization process that occurs during the first few days in service, module power may decrease approximately 3% from typical maximum power due to a phenomenon known as Light Induced Degradation (LID). All measurements are guaranteed at the low/night leads. NOCT is defined as 800 W/m<sup>2</sup>, 20 deg. C ambient, and 1 m/s windspeed.



GE Energy  
231 Lake Drive  
Newark, DE 19702  
866-750-3150  
[gepower.com/solar](http://gepower.com/solar)

GE Energy

## ■ **GEPV-072**

72 WATT PHOTOVOLTAIC MODULE

### FEATURES

- 36 single-crystal cells connected in series
- Peak power of 72 Watts at 17.0 Volts
- Designed for optimum use in off grid battery charging applications
- 25-year limited warranty on power output, 5-year limited warranty on materials and workmanship\*
- Junction box is conduit ready with terminal strip connectors

### BENEFITS

- Output power tolerance of +/- 5%
- Robust lightweight anodized aluminum frame with pre-drilled holes for quick installation
- Engineered for the most rugged of locations including those which experience hail, snow, and ice storms

### CERTIFICATIONS

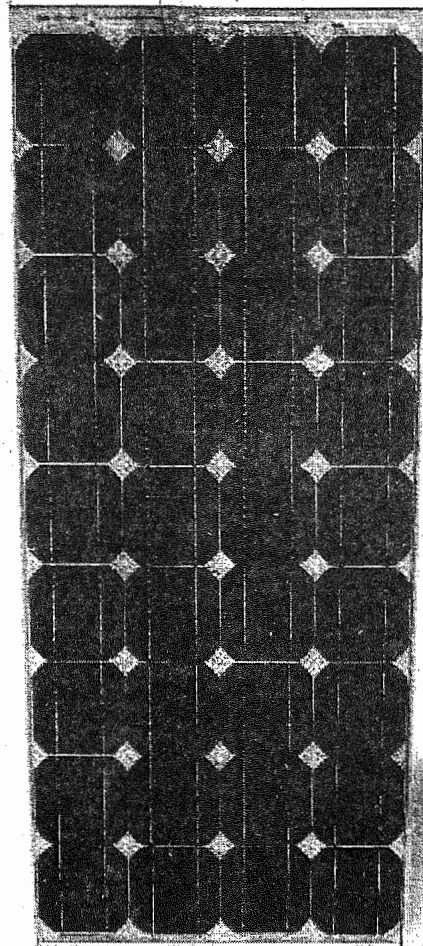
The GEPV-072 Module meets the following requirements:



UL-1703



IEC-61215



\*Refer to GE Energy Product Warranty for specific details



imagination at work



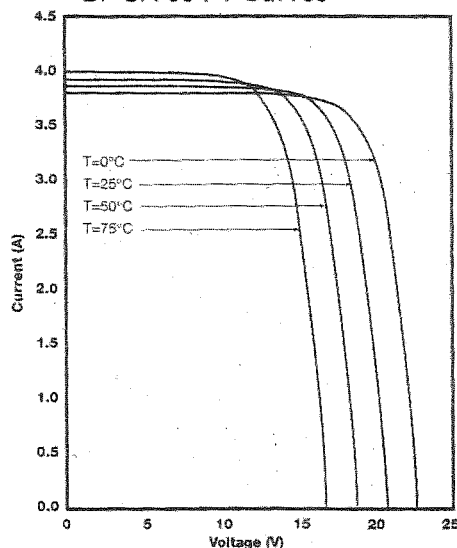
## Mechanical Characteristics

	Weight
D configurations	6.5 kg (14.4 pounds)
U configurations	7.2 kg (15.9 pounds)

## Dimensions

Unbracketed dimensions are in millimeters. Bracketed dimensions are in inches.  
Overall tolerances  $\pm 3\text{mm}$  (1/8")

BP SX 60 I-V Curves



## Typical Electrical Characteristics<sup>(1)</sup>

	BP SX 55	BP SX 60	BP SX 65
Maximum Power ( $P_{\text{max}}$ )	55W	60W	65W
Voltage at $P_{\text{max}}$ ( $V_{\text{mp}}$ )	16.5V	16.8V	17.2V
Current at $P_{\text{max}}$ ( $I_{\text{mp}}$ )	3.33A	3.56A	3.77A
Guaranteed minimum $P_{\text{max}}$	50W	55W	60W
Short-circuit current ( $I_{\text{sc}}$ )	3.69A	3.87A	4.06A
Open-circuit voltage ( $V_{\text{oc}}$ )	20.6V	21.0V	21.5V
Temperature coefficient of $I_{\text{sc}}$	$(0.055 \pm 0.015)\%/^{\circ}\text{C}$		
Temperature coefficient of $V_{\text{oc}}$	$-(80 \pm 10)\text{mV}/^{\circ}\text{C}$		
Temperature coefficient of Power	$-(0.5 \pm 0.05)\%/^{\circ}\text{C}$		
NOCT <sup>2</sup>	$47 \pm 2^{\circ}\text{C}$		

## Notes

1. These data represent the performance of typical modules in 12V configuration as measured at their output terminals, and do not include the effect of such additional equipment as diodes or cables. The data are based on measurements made in accordance with ASTM E1036-85 corrected to SRC (Standard Reporting Conditions, also known as STC or Standard Test Conditions), which are:

- illumination of  $1 \text{ kW}/\text{m}^2$  (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892-87 global spectral irradiance);
- cell temperature of  $25^{\circ}\text{C}$ .

2. During the stabilization process which occurs during the first few months of deployment, module power may decrease approximately 3% from typical  $P_{\text{max}}$ .

3. The cells in an illuminated module operate hotter than the ambient temperature. NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) is an indicator of this temperature differential, and is the cell temperature under Standard Operating Conditions: ambient temperature of  $20^{\circ}\text{C}$ , solar irradiation of  $0.8 \text{ kW}/\text{m}^2$ , and wind speed of  $1 \text{ m/s}$ .



---

अनुसूची 'ग'  
**WIRE SIZE**

---



## COMPARISON OF WIRE GAUGES

Gauge	Standard Wire Gauge S.W.G.		Birmingham Wire Gauge B.W.G.		American Wire Gauge A.W.G.		U.S. Steel Wire Gauge S.W.G.	
	In.	Equivalent in mm.	In.	Equivalent in mm.	In.	Equivalent in mm.	In.	Equivalent in mm.
7/0	0.500	12.70	-	-	-	-	0.4900	12.45
6/0	0.464	11.79	-	-	0.5000	-	0.4615	11.72
5/0	0.452	10.97	-	-	0.5165	-	0.4305	10.94
4/0	0.400	10.16	0.454	11.53	0.4600	11.62	0.3934	10.00
3/0	0.372	9.45	0.425	10.79	0.4096	10.40	0.3625	9.21
2/0	0.348	8.84	0.380	9.65	0.3648	9.27	0.3110	8.41
0	0.324	8.23	0.340	8.64	0.3249	8.25	0.3065	7.71
1	0.300	7.62	0.300	7.62	0.2193	7.35	0.2830	7.19
2	0.276	7.01	0.224	7.21	0.2576	6.54	0.2625	6.67
3	0.252	6.40	0.259	6.58	0.2294	5.83	0.2437	6.19
4	0.232	5.09	0.238	6.05	0.2043	5.19	0.2253	5.72
5	0.212	5.39	0.220	5.59	0.1819	4.62	0.2070	5.26
6	0.192	4.18	0.203	5.16	0.1620	4.11	0.1920	4.18
7	0.176	4.47	0.100	4.57	0.1443	3.67	0.1770	4.19
8	0.160	4.06	0.165	4.19	0.1215	3.26	0.1620	4.11
9	0.144	3.66	0.148	3.76	0.1144	2.91	0.1483	3.77
10	0.123	3.25	0.134	3.40	0.1019	2.59	0.1350	3.43
11	0.116	2.95	0.120	3.05	0.09074	2.30	0.1205	3.06
12	0.104	2.64	0.109	2.77	0.00081	2.05	0.1055	2.68
13	0.082	2.34	0.095	2.41	0.07193	1.13	0.0915	2.32
14	0.080	2.03	0.013	2.11	0.06408	1.63	0.0800	2.03
15	0.072	1.13	0.072	1.83	0.05701	1.45	0.0720	1.13
16	0.064	1.63	0.065	1.65	0.05002	1.29	0.0625	1.59
17	0.056	1.42	0.058	1.47	0.04524	1.15	0.0540	1.37
18	0.048	1.22	0.049	1.24	0.04030	1.02	0.0475	1.21
19	0.040	1.02	0.042	1.07	0.03589	0.91	0.0410	1.04
20	0.036	0.914	0.035	0.889	0.03196	0.112	0.0348	0.114
21	0.032	0.213	0.032	0.813	0.02846	0.723	0.0317	0.105
22	0.028	0.711	0.028	0.711	0.02535	0.644	0.0286	0.726
23	0.024	0.610	0.025	0.635	0.02257	0.573	0.0258	0.655
24	0.022	0.559	0.022	0.559	0.02010	0.511	0.0210	0.584
25	0.030	0.508	0.020	0.508	0.01790	0.455	0.0204	0.518
26	0.018	0.457	0.018	0.457	0.01594	0.405	0.0181	0.460
27	0.0164	0.417	0.016	0.406	0.01420	0.361	0.0173	0.439
28	0.0143	0.376	0.014	0.357	0.01264	0.321	0.0162	0.412
29	0.0136	0.345	0.013	0.330	0.01126	0.216	0.0150	0.181
30	0.0126	0.315	0.012	0.305	0.01003	0.255	0.0140	0.357
31	0.0116	0.295	0.010	0.254	0.008928	0.227	0.0132	0.338
32	0.0108	0.274	0.009	0.229	0.007950	0.202	0.0128	0.325
33	0.0100	0.254	0.008	0.203	0.007080	0.180	0.0118	0.300
34	0.0092	0.234	0.007	0.178	0.006304	0.160	0.0104	0.264
35	0.0044	0.213	0.005	0.127	0.005615	0.143	0.0095	0.241
36	0.0076	0.193	0.004	0.102	0.005000	0.127	0.0090	0.229
37	0.0068	0.173	-	-	0.004453	0.113	0.0085	0.216
38	0.0060	0.152	-	-	0.003965	0.101	0.0080	0.203
39	0.0052	0.132	-	-	0.001531	0.090	0.0075	0.191
40	0.0048	0.122	-	-	0.003145	0.080	0.0070	0.178
41	0.0044	0.112	-	-	-	-	0.0066	0.168
42	0.0040	0.102	-	-	-	-	0.0062	0.157
43	0.0036	0.091	-	-	-	-	0.0060	0.152
44	0.0032	0.081	-	-	-	-	0.0058	0.147
45	0.0028	0.071	-	-	-	-	0.0055	0.140
46	0.0024	0.061	-	-	-	-	0.0052	0.132
47	0.0020	0.051	-	-	-	-	0.0050	0.127
48	0.0016	0.041	-	-	-	-	0.0048	0.122
49	0.0012	0.031	-	-	-	-	0.0046	0.117
50	0.0010	0.025	-	-	-	-	0.0044	0.112



---

अनुसूची 'घ'  
**BATTERY**

---



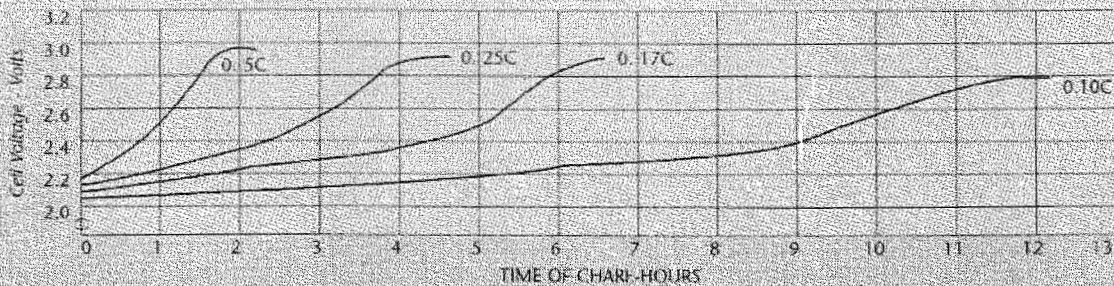


## Technical Specification

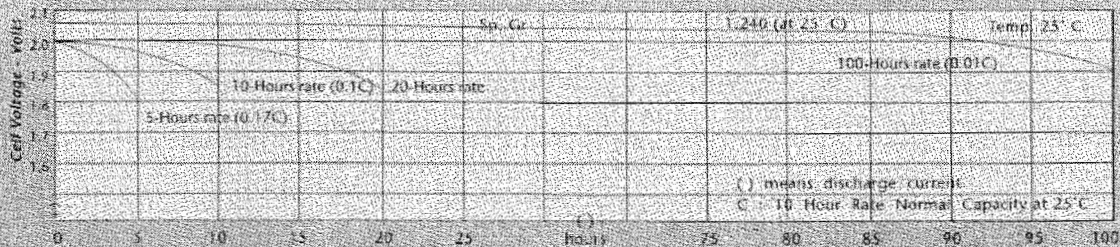
Capacitor Weights & Dimensions		Cell Voltage V/Cell	Cell Type											
			6SB40	6SB50	6SB65	6SB75	6SB90	6SB100	6SB110	6SB120	6SB130	6SB145	6SB155	6SB165
Capacitance in Amperes Hours at 25° C	C <sub>100</sub>	40	50	65	75	90	100	110	120	130	145	155	165	
	C <sub>10</sub>	43	60	75	90	100	115	125	140	150	165	180	190	
	C <sub>100</sub>	1.83	40	50	65	75	90	100	110	120	130	145	165	
	C <sub>1</sub>	3.8	34	43	56	66	78	86	94	105	115	124	133	
	C <sub>5</sub>	1.7	22	30	36	45	50	58	63	70	75	83	90	
Discharge Current in Amperes	I <sub>100</sub>	0.6	0.75	0.9	1.05	1.25	1.3	1.45	1.6	1.7	1.95	2.1	2.2	
	I <sub>10</sub>	2.5	3	3.8	4.5	5	5.8	6.3	7	7.5	8.5	9	9.5	
	I <sub>5</sub>	4	5	6.5	7.5	9	10	11	12	13	14.5	15.5	16.5	
	I <sub>2</sub>	6.8	9	11.2	13.5	15	17.5	19.8	21	22.6	24.8	27	28.6	
	I <sub>1</sub>	22	30	36	45	50	58	63	70	75	83	90	95	
Charge Current in Amperes	Start	5	6.3	8.1	9.4	11.3	12.5	13.8	15.0	16.3	18.1	19.4	20.6	
	Finish	2	2.5	3.25	3.75	4.5	5	5.5	6	6.3	7.25	7.75	8.25	
External Width Of cell (mm)	Length	260	260	365	365	408	408	392	427	505	505	560	560	
Approx weight of Cell	Width	173	173	171	171	173	173	180	180	220	220	280	280	
	Height	224	224	223	223	230	230	258	258	235	235	253	253	
Electrolyte No. of Pillars per cell	Dry (kg)	10.3	13	15.3	18	21.5	24	27	29.5	33.5	36	40	42.5	
	Wet (kg)	13.7	17.5	22.2	24	30.5	34	40	41	48.8	50	61	63.5	
	(kg)	3.2	4.5	6.7	6	9	9	13	11.5	15.3	14	21	19	
		2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	

## Performance Characteristic Curves

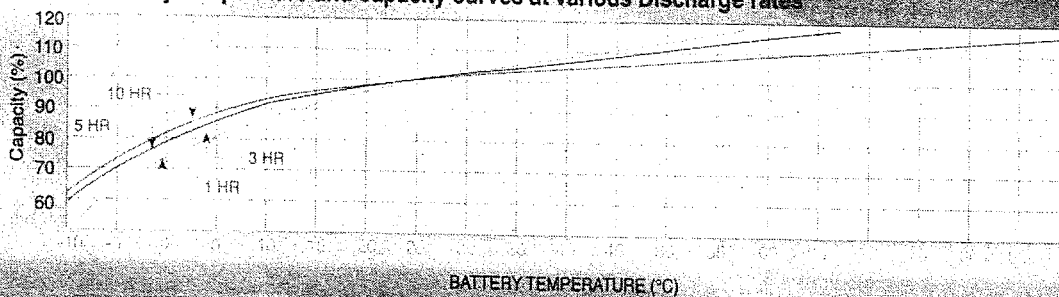
A. Charge Characteristic Curves



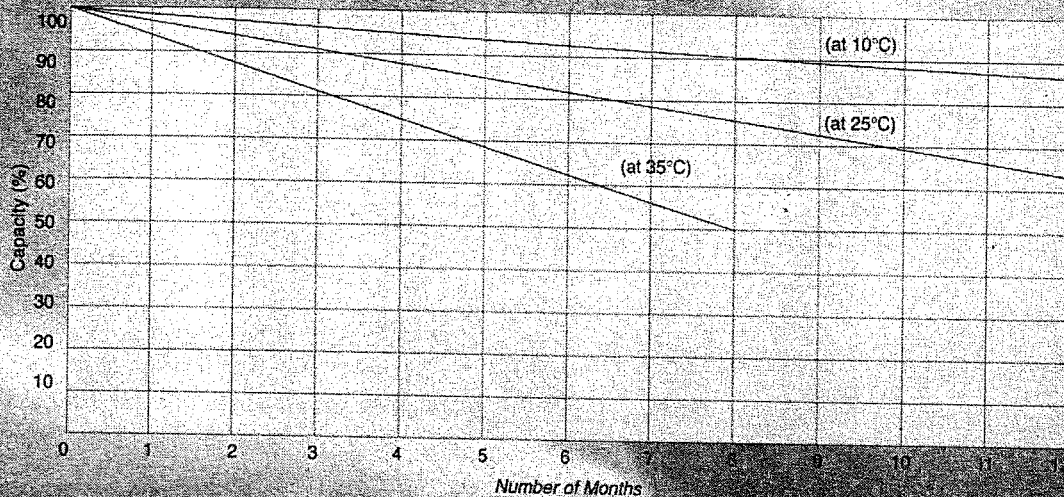
B. Discharge Characteristic Curves



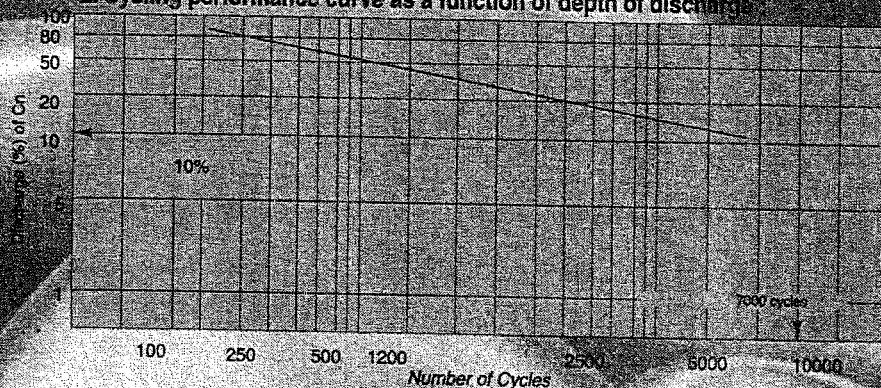
### C. Battery Temperature and capacity curves at various Discharge rates



### D. Self-Discharge Curves



### E. Cycling performance curve as a function of depth of discharge



Cycle life -  
 to 80% depth of discharge 250 cycles  
 to 50% depth of discharge 1200 cycles  
 to 20% depth of discharge 2500 cycles



A member of **IBMA**®  
 Independent Battery Manufacturers Association, Inc. U.S.A.

Produced Under License of Chloride Industrial Batteries Ltd. England



**RAHIMAFROOZ**

**RAHIMAFROOZ  
 BATTERIES LTD.**

Head Office :  
 705-706, West Nakhla Para, Tejgaon  
 Dhaka-1215, Bangladesh

Tel : 911 3696/3522/8163, 912.6969  
 Telex : 642814 LVTS BJ  
 Fax : 880-2-8115305, 956 8134  
 E-mail : rbl@bangla.net

Capacity Weight & Dimensions	Cell Type	Test Voltage (V/Ce)	6K1205/2	6K1205/3	6K1205/4	6K1605/3	6K1205/5	6K1205/7	6K1605/6	3B2355/3
Capacity Weight at 25°C	10Hr(C <sub>10</sub> )	1.80	47	71	95	100	120	165	200	150
	5Hr(C <sub>5</sub> )	1.75	42	63	84	90	105	147	180	129
	3Hr(C <sub>3</sub> )	1.70	36	54	72	76	91	125	152	114
	1Hr(C <sub>1</sub> )	1.65	25	38	51	54	65	89	108	81
Discharge Current in Amperes (A)	I <sub>10</sub>		4.7	7.1	9.5	10	12	16.5	20	15
	I <sub>5</sub>		8.4	12.6	16.8	18	21	29.4	36	25.8
	I <sub>3</sub>		12	18	24	25.3	30.3	41.6	50.7	38
	I <sub>1</sub>		25	38	51	54	65	89	108	81
Charge Current in Amperes	Starting		8	12	16	70	20	28	33	25
	Finishing		4	6	8	6	10	14	17	13
External Dimensions of cell (mm)	Length		305	403	497	350	510	570	350	233
	Width		172	175	182	172	220	280	172	244
	Height		230	245	265	300	265	265	300	400
Approx. weight of cell in kg	Dry		17.4	24.6	31.8	35	36	46.5	35	30
Approx. weight of cell in kg	Wet		24	33.6	43.2	42.6	50	67	42.6	48
Approx. wt. of electrolyte in kg	Wet		6.6	9	11.4	7.6	14	20.5	7.6	18
No. of plates per cell			2	2	2	2	2	2	2	2

**Performance Characteristics**  
Charging Efficiency  
(Up to 60% State of Charge) 97%  
Life Cycle

- ◆ 80 % Depth of Discharge 1200 Cycles
- ◆ 50 % Depth of Discharge 2400 Cycles
- ◆ 20 % Depth of Discharge 3600 Cycles

**RAHIMAFROOZ**

**RAHIMAFROOZ BATTERIES LTD.**

706, West Nakhla Para, Tejgaon, Dhaka-1215, Bangladesh

Tel : +880 2 9113696, Fax : +880 2 8115305

Web : [www.rahimafrooz.com](http://www.rahimafrooz.com)

ISO-9001: 2000 certified



Orion  
USA

ISO-14001 certified



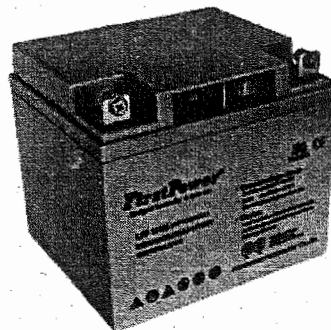
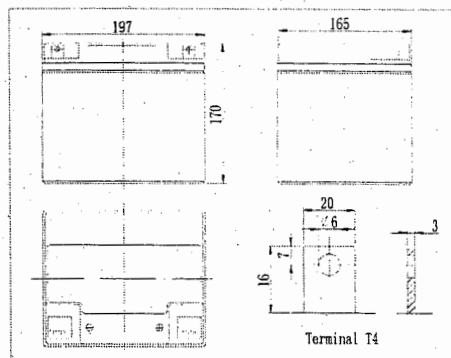
Registration Number 4434

**Standby Stationary Battery**

STANDBY BATTERY/JUNE 2003/5000



## Dimensions

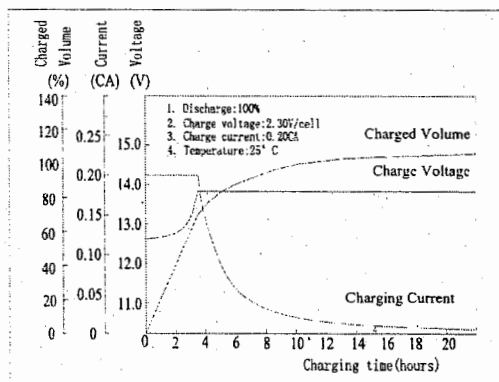


## Specifications

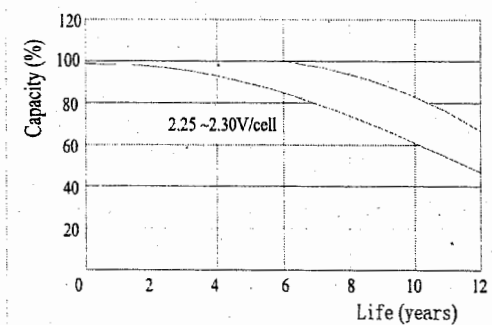
Nominal Voltage		12 V
Capacity(10HR, 25°C)		40Ah
Dimension	Length	197mm (7.76inch)
	Width	165mm (6.50inch)
	Height	170mm (6.69inch)
	Total Height	170mm (6.69inch)
Approx. Weight		13.8kg (30.5lbs)
Internal resistance (Fully charged, 25°C)		Approx. 9.5mΩ
Capacity affected by temperature (10HR)	40°C	102%
	25°C	100%
	0°C	85%
	-15°C	65%
Self-discharge (25°C)	3 month	Remaining Capacity: 91%
	6 month	Remaining Capacity: 82%
	12 month	Remaining Capacity: 65%
Nominal operating temperature		25°C ± 3°C (77°F ± 5°F)
Operating temperature range		-15°C ~ 50°C (5°F ~ 122°F)
Float charging voltage(25°C)		13.50 to 13.80V
Cyclic charging voltage(25°C)		14.50 to 14.90V
Maximum charging current		12A
Terminal material		Copper
Maximum discharge current		400A(5 sec.)

- ◆ Absorbent glass mat technology;
- ◆ Recognized by UL & CE;
- ◆ ABS container.

## Charging Characteristics(25°C)



## Floating Life Characteristics (25°C)



Note: Floating life at 20°C designed for more than 12 years.

## Constant Current Discharge Characteristics (A, 25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	118	78.6	66.0	38.8	26.0	10.4	7.31	4.06	2.10
10.2V	112	74.6	63.3	37.2	25.0	10.2	7.20	4.02	2.10
10.8V	106	70.2	60.2	35.4	23.7	10.0	7.06	4.00	2.05

## Constant Power Discharge Characteristics (Watt, 25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	1243	849	724	435	296	122	86.4	48.5	25.2
10.2V	1180	806	695	418	285	120	85.1	48.0	25.2
10.8V	1110	758	661	397	270	118	83.4	48.0	24.6

S


























# SPECIFICATION FOR JAPANESE VEHICLES

BATTERY TYPE	NEW JIS TYPE	VOLT	CAPACITY		CCA at -18° c (Amp.)	RC at -25° c (Amp.)	SIZE (mm)				Plates per Cell	Dry Wt. (kg)	Acid Vol (litre)	Lay Out	Ter mi nal	Remark
			20 HR (Ah)	5 HR (Ah)			L	W	H	TH						
12N24-3	26A19L	12	26	21	211	36	187	127	162	178	9	4.9	1.7	2	C	-
12N24-4	26A19R	12	26	21	211	36	187	127	162	178	9	4.9	1.7	1	C	-
NS40	32B20R	12	32	26	243	47	197	129	202	227	9	6.1	2.4	1	B	-
NS40(S)	32B20R(S)	12	32	26	243	47	197	129	202	227	9	6.1	2.4	1	A	-
NS40L	32B20L	12	32	26	243	47	197	129	202	227	9	6.1	2.4	2	B	-
NS40L(S)	32B20L(S)	12	32	26	243	47	197	129	202	227	9	6.1	2.4	2	A	-
NS40Z	36B20R	12	35	28	288	54	197	129	202	227	11	7.5	2.4	1	B	-
NS40ZL	36B20L	12	35	28	288	54	197	129	202	227	11	7.5	2.4	2	B	-
NS40Z(S)	36B20R(S)	12	35	28	288	54	197	129	202	227	11	7.5	2.4	1	A	-
NS40ZL(S)	36B20L(S)	12	35	28	288	54	197	129	202	227	11	7.5	2.4	2	A	-
N40	32C24R	12	40	32	249	60	238	135	207	232	11	7.5	3.1	1	A	-
N40L	32C24L	12	40	32	249	60	238	135	207	232	11	7.5	3.1	2	A	-
NS60	46B24R	12	45	36	341	74	238	129	202	227	13	8.6	2.9	1	B	-
NS60L	46B24L	12	45	36	341	74	238	129	202	227	13	8.6	2.9	2	B	-
NS60(S)	46B24R(S)	12	45	36	341	74	238	129	202	227	13	8.6	2.9	1	A	-
NS60L(S)	46B24L(S)	12	45	36	341	74	238	129	202	227	13	8.6	2.9	2	A	-
N50	48D26R	12	50	40	278	81	260	173	202	225	9	9.5	4.8	1	A	-
N50L	48D26L	12	50	40	278	81	260	173	202	225	9	9.5	4.8	2	A	-
N50Z	55D26R	12	60	48	365	106	260	173	202	225	11	10.9	4.4	1	A	-
N50ZL	55D26L	12	60	48	365	106	260	173	202	225	11	10.9	4.4	2	A	-
55D23R	55D23R	12	60	48	373	103	232	173	204	225	11	10.3	4.0	1	A	-
55D23L	55D23L	12	60	48	373	103	232	173	204	225	11	10.3	4.0	2	A	-
NS70	65D26R	12	65	52	433	113	260	173	202	225	13	12.3	4.0	1	A	-
NS70L	65D26L	12	65	52	433	113	260	173	202	225	13	12.3	4.0	2	A	-
N70	65D31R	12	70	56	408	132	305	173	204	226	13	13.0	5.2	1	A	-
N70L	65D31L	12	70	56	408	132	305	173	204	226	13	13.0	5.2	2	A	-
N70T	-	12	70	56	389	126	305	173	204	226	15	14.1	5.2	1	A	Deep Cycle
N70Z	75D31R	12	75	60	469	144	305	173	204	226	15	14.6	4.8	1	A	-
N70ZL	75D31L	12	75	60	469	144	305	173	204	226	15	14.6	4.8	2	A	-
NX120-7	95D31R	12	80	64	653	166	305	173	204	226	15	14.5	4.8	1	A	-
NX120-7L	95D31L	12	80	64	653	166	305	173	204	226	15	14.5	4.8	2	A	-
N100	95E41R	12	100	80	537	191	407	176	212	233	17	17.0	7.0	1	A	-
N100L	95E41L	12	100	80	537	191	407	176	212	233	17	17.0	7.0	2	A	-
N100T	-	12	100	80	537	191	407	176	212	233	19	18.5	7.2	2	A	Deep Cycle
N120	115F51	12	120	96	669	239	505	182	212	257	21	20.9	8.0	3	A	-
N135	-	12	135	108	700	270	508	222	212	257	23	25.3	12.5	3	A	-
N150	145G51	12	150	120	791	308	508	222	212	257	27	27.2	12.5	3	A	-
N180	-	12	180	144	1046	362	521	278	220	270	33	33.0	16.2	3	A	-
N200	190H52	12	200	160	1100	442	521	278	220	270	37	37.0	16.2	3	A	-

**INCOE**  
BATTERY

# SPECIFICATION OF KULAYAN AUTOMOTIVE LEAD ACID BATTERY



Battery Model No.	Voltage	Capacity 20 HRS (AH)	Plates Per Cell	Max Dimension				Approximate weight without Acid (kg)	Approximate Acid Per Battery (L)	Assembly Figure	Terminal Type	Container Material	Normal Charging Rate Amp
				Millimeters									
				L	W	H	TH						
NS-40	12	35	9	200	127	203	226	9.5	2.5		Small	Plastic	2.5
NS-40L	12	35	9	200	127	203	226	9.5	2.5		Small	Plastic	2.5
N-40	12	40	11	236	133	201	226	11.0	3.0		Big	Plastic	3.0
NS-60 NR	12	45	11	235	127	204	225	11.5	3.0		Small	Plastic	3.0
NS-60 (L) NR	12	45	11	235	127	204	225	11.5	3.0		Small	Plastic	3.0
N-50	12	50	9	255	170	197	222	14.0	4.8		Big	Plastic	3.5
N-50L	12	50	9	255	170	197	222	14.0	4.8		Big	Plastic	3.5
N-65	12	65	9	230	174	190	215	15.5	5.0		Small	Plastic	4.0
N-70	12	75	11	304	172	198	223	17.0	5.5		Big	Plastic	5.0
CV-17	12	90	13	342	175	215	240	20.5	6.3		Big	Plastic	6.0
CV-17L	12	90	13	342	175	215	240	20.5	6.3		Big	Plastic	6.0
N-100	12	100	15	403	172	210	230	23.0	7.5		Big	Plastic	7.0
N-120	12	120	17	511	180	212	230	26.5	8.5		Big	Plastic	8.5
N-150	12	150	21	512	211	212	230	32.5	11.0		Big	Plastic	10.5
N-180	12	180	25	515	273	218	235	39.5	18.5		Big	Plastic	14.0
N-200	12	200	27	515	273	218	235	42.0	17.0		Big	Plastic	14.0
HR-13K	12	90	13	407	176	185	215	27.4	6.5		Big	H. Rubber	5.0
HR-15K	12	100	15	407	176	185	215	30.0	5.0		Big	H. Rubber	7.0
HR-17K	12	120	17	495	215	205	230	39.0	7.0		Big	H. Rubber	8.0
HR-21K	12	150	21	495	215	205	230	43.0	10.0		Big	H. Rubber	10.0
HR-25K	12	180	25	485	278	217	253	50.5	15.0		Big	H. Rubber	12.0
HR-27K	12	200	27	485	278	217	253	52.5	14.0		Big	H. Rubber	13.0
HR-21KP	6	270	21	495	215	205	230	43.5	10.0		Big	H. Rubber	10.0
HR-27KP	6	400	27	485	278	217	253	55.5	14.0		Big	H. Rubber	13.0
HR-27KT	6	200	27	407	176	185	215	29.0	5.0		Big	H. Rubber	7.0

# SPECIFICATION OF SOLAR KULAYAN DEEP CYCLE LEAD ACID BATTERY

N-65	12	65	9	230	174	190	215	17.0	4.5		Big & Nut Bolt	Plastic	5.0
N-70	12	75	11	304	172	198	223	19.5	5.0		Big & Nut Bolt	Plastic	7.0
CV-17	12	90	13	342	175	215	240	22.5	6.0		Big & Nut Bolt	Plastic	7.0
CV-17L	12	90	13	342	175	215	240	22.5	6.0		Big & Nut Bolt	Plastic	7.0
N-100	12	100	15	403	172	210	230	25.5	7.0		Big & Nut Bolt	Plastic	8.0
N-120	12	120	17	511	180	212	230	29.5	8.0		Big & Nut Bolt	Plastic	9.5
N-150	12	150	21	512	211	212	230	36.0	10.5		Big & Nut Bolt	Plastic	11.5
N-200	12	200	27	515	273	218	235	46.5	16.5		Big & Nut Bolt	Plastic	15.5
EV-6VK	6	225	21	260	180	240	280	27.5	3.5		Big & Nut Bolt	Plastic	10.5
HR-21KP	6	270	21	495	215	205	230	46.0	9.0		Big	H. Rubber	10.0
HR-27KP	6	400	27	485	278	217	253	58.5	13.0		Big	H. Rubber	13.0

(L) :- Positive Terminal on Left Side

## Kulayan Battery Industries Pvt. Ltd.

H.O. : Bhatnagar, 15/26, Jangpoh Tola.  
 Ph. No. : 00977-21-24791, Fax No. : 00977-21-21039, FAC. No. : 00977-25-83380  
 E-mail : kulayan@eworld.com.np, Website : www.kulayanbattery.com

---

अनुसूची 'ड'  
**LIGHTS AND CONTROLLERS**

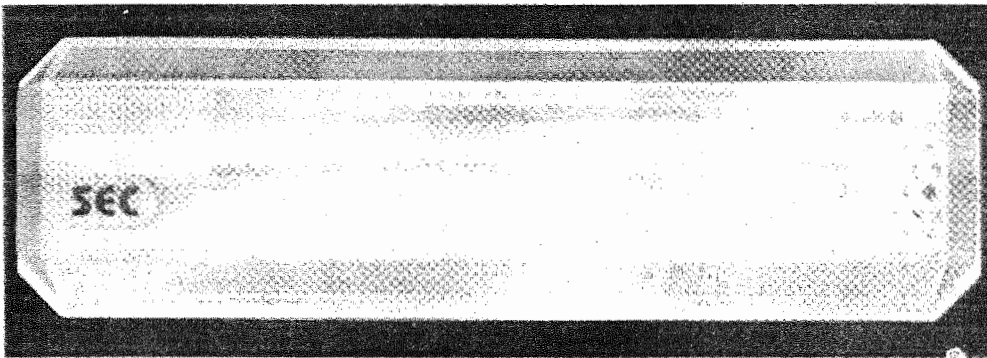
---

# **SOLAR LIGHT**

**Model CFL 5W/7W/9W/11 W**

SCC CFL 5/7/9 W is a high efficiency 12 V DC Compact Fluorescent light sets for use in solar PV applications. These light sets consume less power but provide enough light compared to lights. All components are mounted on corrosion resistant, green masked and computers-designed printed circuit board. PCB boards are of larger size for easy field repair. This is a specially designed light for local environment in Nepal.

- Reverse polarity protection
- No tube operation protection
- Fused tube operation protection
- Plastic casing with cover
- RFI filter for interference reduction
- Light structure material ABS Plastic



## **TECHNICAL SPECIFICATION**

<b>Light Model No.</b>	<b>CFL 5 W</b>	<b>CFL 7 W</b>	<b>CFL 9 W</b>
<b>Pre-heating</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>
<b>Rated Voltage</b> [V]	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Nominal current consumption</b> [A]	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>

**Manufacturer**

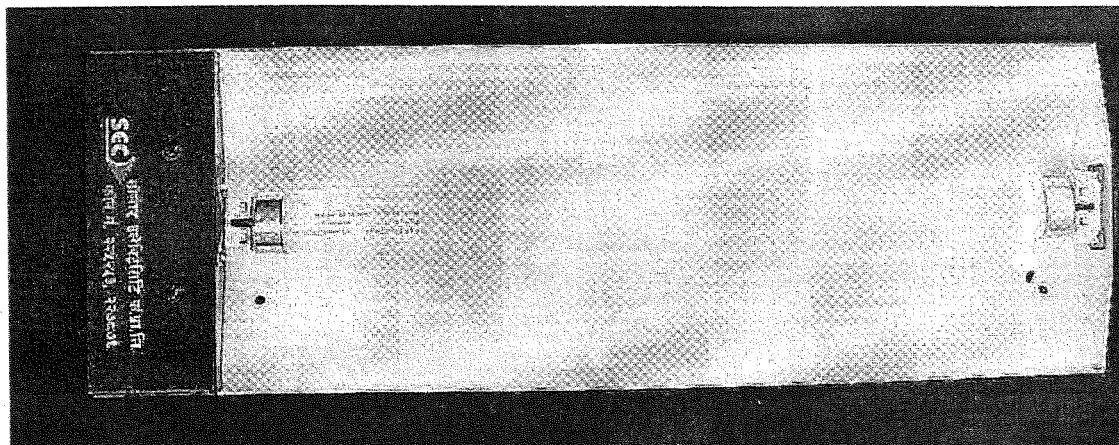
**SEC Solar Electricity Company (Pvt) Ltd.,**

**Solar Complex , Bagh Bazar, P. O. Box : 12515, Kathmandu Nepal.**

**Tel : 4225-253 , 4227-876, Fax : + 977 1 4 223851 email : ises@healthnet.org.np**



# SOLAR LIGHT 10W TL



SCC 10 W is a 10 w high efficiency 12 V DC Fluorescent light sets for use in solar PV applications. These light sets consume less power but provide enough light compared to lights. Replacement cost of bulbs is more economical than compact fluorescent bulbs. All components are mounted on corrosion resistant, green masked and computers-designed printed circuit board. PCB boards are of larger size for easy field repair. This is a specially designed light for local environment in Nepal.

- Reverse polarity protection
- No tube operation protection
- Fused tube operation protection
- Possibility to re-use one filament fused tubes
- Spray coated metallic reflector and casing
- RF1 filter for interference reduction
- High quality imported tube holders for increased reliability

## TECHNICAL SPECIFICATION

Light Model No.		SCC 10 W
<b>Electrical characteristics at 25°C</b>		
Rated Voltage	[V]	12
Nominal current consumption	[A]	0.8
Luminous yield	[Lumens]	350
Operating Voltage	[V]	10.3 - 15
Filament firing technique		pre-heating circuit
<b>Mechanical</b>		
Dimension L x W x H	[mm]	412 x 130 x 40
Weight	(gm)	430
Colour		White Reflector with Black Cover

Manufacturer By :-

**SEC Solar Electricity Company (Pvt) Ltd.,**

Solar Complex , Bagh Bazar, P. O. Box : 12515, Kathmandu Nepal.  
Tel : 4225-253 , 4227-876, Fax : 977 1 4223851 email : [ises@healthnet.org.np](mailto:ises@healthnet.org.np)

# **लोटस एनर्जी** **Lotus Energy**

## **Solar High Efficiency Lighting Products**

### **MultiLight**

Lotus Energy's MultiLight is a completely waterproof fluorescent light especially designed for use in rugged environments such as cabins, farm houses, adventure hiking, boating etc. The MultiLight is the perfect solution for versatile solar electric use in any situation you may find yourself in at home or on the road.

The MultiLight is complete with a 5-7 watt compact fluorescent lamp (CFL), handle, electronic ballast, frosted plastic cover, waterproof rubber gaskets and a standard 4 meter cable.

#### **Functions and Features**

- Available in 12 VDC and 220 VDC
- Low power consumption
- 100% waterproof (submersible)
- Long life ballast and tube "warm start preheating increases tube life, tested over 50,000 cycles without failure
- Easy replacement of tube and ballast
- Plugs for PV PowerHouse DC jack, cigarette lighter jack, or AC power socket available
- Already sold thousands throughout Asia

**MultiLight**



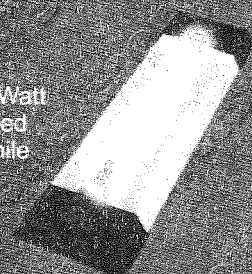
### **Tube Light**

Lotus Energy's solar tube light provides the same illumination as a standard 40 - 75 Watt bulb but uses only 10watts of electricity. The tube light's special 12V model is designed especially for your solar power applications. This light will light your home brightly while conserving your precious energy resource and battery bank. The fixture is to be mounted on the wall or ceiling and the bulb is rated to last up to 8000 hours.

#### **Functions and Features**

- Available in 12 VDC and 220 VDC
- High efficiency
- Low energy consumption
- Easy Installation
- Reverse polarity protection
- Easy maintenance

**Tube Light**



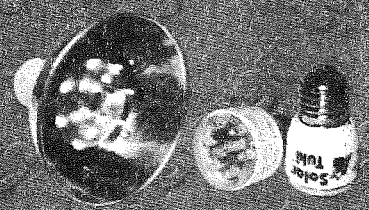
### **Solar Tuki**

Lotus Energy's Solar Tuki light uses the latest in LED technology to give you maximum illumination per Watt of electricity. Perfect for all solar systems, these LED bulbs have estimated 60 years life span, require no complicated circuitry and generate no radio interference. If you are looking for a perfect energy saving light solution, Lotus Energy's Solar Tuki is your preferred choice.

#### **Functions and Features**

- Lowest energy consumption of all previously mentioned models
- Available in 12VDC
- Available in different sizes
- Easy Installation
- Easy maintenance

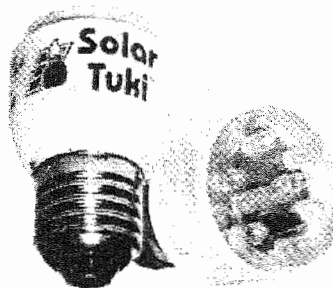
**Solar Tuki**



1249 Thirbarn Sadak - 3, P.O. Box 9219 Bhatbhateni  
 Tel: +977 (1) 4418 203 Fax: +977 (1) 4412 924, Kathmandu, Nepal  
 mailto:info@lotusenergy.com Web: <http://www.lotusenergy.com>

## Solar Tuki

ITEM ID = STUK19-7W12V



### Operating Instructions

#### Introduction:

The Solar Tuki lamp is a long-life light source based on the latest light-emitting diode technology (LED) and is designed for 12 Volt DC systems, such as solar electric systems. The Solar Tuki is a focused light source, best used for task lighting such as tables or work areas or for pathway / hallway lighting. The very low power consumption and extremely long life (up to 60 years) makes it very cost effective and reliable in comparison to other types of lamp technologies. Such energy saving loads pay off very well in solar systems as the entire power system cost is reduced dramatically.

#### Installation:

Must be installed indoors or in a sheltered location out of the weather and elements. First, install a standard Edison E27 size receptacle or lamp fixture, and insure the center tip is wired for + (Positive) and the threaded sides are - (negative) at 12V DC. The lamp will not operate if the connections are reversed, and could be damaged. Make sure this receptacle is ONLY attached to 12V DC sources regulated within 10.5VDC -15VDC. Higher voltages or spikes will damage or destroy the Solar Tuki.

#### Note:

For use in damp or marine environments, it is best lubricate the screw base with petroleum jelly to prevent corrosion. Do not install in outdoor areas without some protective covering to protect the unit from rain / snow and the elements.

#### Warranty:

2 Years for manufacturing defects. If there is any failure or defect with the Solar Tuki within the first two years, please bring or send the damaged unit along with copy of invoice/bill/ proof of purchase to the nearest Lotus Energy contact office for repair or replacement (at Lotus Energy's option). Lotus Energy will not warranty lamps damaged by misuse or weathering or normal wear and tear. Repairs not covered by warranty will be billed at the standard labor/parts rates. Lotus Energy is not responsible for any consequential damages due to the use or failure of this Solar Tuki product.

#### WARNING:

Screwing this Solar Tuki lamp into a standard 120 V or 220V AC receptacle will instantly destroy the Solar Tuki, and void the warranty, and could cause injury or fire. **MAKE SURE THE SOLAR TUKI IS ONLY INSTALLED IN A 12V DC OUTLET CONNECTED IN THE PROPER POLARITY AS ABOVE.**

#### Specifications:

Light Color	: White
Power Consump.	: 0.7 watt
Nominal Current	: 60mA
Nominal Voltage	: 12VDC
MAX VOLTAGE	: 15V DC,
MIN VOLTAGE	: 10.5 VDC
Life Span	: 50,000hrs
Operating Temp.	: -40°C to 70°C (-24° to 158° F)
Dimension	: 7.5cm x 4.5cm
Weight	: 30 g
Socket	: E27 (Edison screw type)

Please direct all questions and concerns to:

**Lotus Energy Pvt. Ltd. (Nepal)**  
 PO Box 9219  
 1249 Thirbam Sadak 3  
 Bhatbhateni - 5, Kathmandu, NEPAL  
 Tel: +977 (1) 418 203  
 Fax: +977 (1) 412 924  
[service@lotusenergy.com](mailto:service@lotusenergy.com)

**Lotus Energy Inc. (USA)**  
 70A Greenwich Ave #311  
 New York, NY 10011, USA  
 Tel: +1 (877) 279 4374  
 Fax: +1 (212) 807 1566  
[service@lotusenergy.com](mailto:service@lotusenergy.com)

Thank you for your interest in our products  
[www.lotusenergy.com](http://www.lotusenergy.com)

phocos

## LED lamps for solar applications



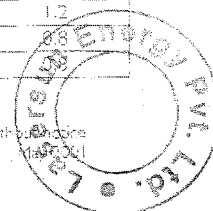
Phocos's new LED lamps provide high illumination levels with very low power consumption and a long life.

The 12V DC lamp can be used directly in your solar system without any ballast.

Expected life span is more than 50 000 hours. The lamps are available in two colors. The yellow (type M) provides the greatest lumens. The warm tone (type C) provides a wide illumination spectrum. The lamps have a standard E27/Edison socket.

Type	Voltage range [V]	Socket	Color	Light density [lm]	DC Current [mA]	Power [W]
SL1208Y	11 - 15	E27/Edison	Yellow	10	35	0.4
SL1216Y	11 - 15	E27/Edison	Yellow	20	65	0.8
SL1224Y	11 - 15	E27/Edison	Yellow	30	100	1.2
SL1206W	11 - 15	E27/Edison	Warmtone	8	35	0.4
SL1212W	11 - 15	E27/Edison	Warmtone	16	65	0.8
SL1218W	11 - 15	E27/Edison	Warmtone	24	100	1.2
SL2416Y	22 - 30	E27/Edison	Yellow	20	33	0.8
SL2412W	22 - 30	E27/Edison	Warmtone	16	33	0.8
SL1208YB	11 - 15	Bayonet	Yellow	10	35	0.4
SL1216YB	11 - 15	Bayonet	Yellow	20	65	0.8
SL1224YB	11 - 15	Bayonet	Yellow	30	100	1.2
SL1206WB	11 - 15	Bayonet	Warmtone	8	35	0.4
SL1212WB	11 - 15	Bayonet	Warmtone	16	65	0.8
SL1218WB	11 - 15	Bayonet	Warmtone	24	100	1.2
SL2416YB	22 - 30	Bayonet	Yellow	20	33	0.8
SL2412WB	22 - 30	Bayonet	Warmtone	16	33	0.8

Subject to change without notice  
March 2011



phocos

## DC compact fluorescent lamps



Phocos's new CFL lamps provide very high illumination levels with low power consumption.

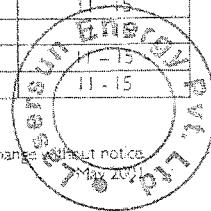
This high quality 12V DC lamp can be used directly in 12V battery systems.

The life span of the lamp is more than 8 000 hours. A special electronic circuit guarantees more than 100 000 switching cycles.

The lamp has a standard E27/Edison socket. It is an excellent choice for any illumination purpose which requires more than 100 lumens.

Type	Light density [lm]	Light Temp. [K]	DC Current [mA]	Power [W]	Voltage range [V]
CL1205W	150	Warm, 2700 K	400	5	11 - 15
CL1207W	250	Warm, 2700 K	650	7	11 - 15
CL1211W	550	Warm, 2700 K	900	11	11 - 15
CL1205C	150	Cool, 6400 K	400	5	11 - 15
CL1207C	250	Cool, 6400 K	650	7	11 - 15
CL1211C	550	Cool, 6400 K	900	11	11 - 15
CL1205W	150	Warm, 2700 K	400	5	11 - 15
CL1207W	250	Warm, 2700 K	650	7	11 - 15
CL1211W	550	Warm, 2700 K	900	11	11 - 15
CL1205C	150	Cool, 6400 K	400	5	11 - 15
CL1207C	250	Cool, 6400 K	650	7	11 - 15
CL1211C	550	Cool, 6400 K	900	11	11 - 15

Subject to change without notice





# Suryodaya Urja Pvt. Ltd.

(An ISO 9001:2000 Certified Solar PV Systems Manufacturer)



## SPECIFICATION OF 12VDC COMPACT FLUORESCENT LAMP (Model: SUCFL-W)

### Features:

- Powder coated CRCA/ plastic housing with reflector
- Acrylic lamp cover
- Light Weight
- Mountable at any position
- High frequency 20-35 kHz inverter (ballast) on glass epoxy PCB
- Quasi Sine wave output
- High Efficiency
- Points for Battery connection
- Solder free installation
- Protection against Open Circuit, Short Circuit and Reverse Polarity.
- Negligible idle current consumption.
- Allowable temperature range from -10 to + 50 degree Celsius
- Allowable Humidity Range from 0% to 99%

### Electrical Specification:

Nominal Operating Voltage	12 Volts
Input Voltage Range	10 to 15 Volts
Frequency of inverter	20 to 35 kHz
Wave shape of inverter	Quasi Sine wave
Efficiency	More than 80%
Idle Current Consumption (without tube)	~ 50 mA

## General Specifications

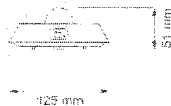
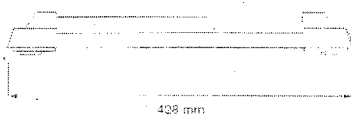
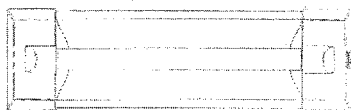
Product name	Alight
Product description	Armature for fluorescent light ( 12VDC version )

## Electrical Specifications

Available ballast types	INTL 12D06	INTL 12D08	INTL 12D10
Nominal operating voltage	12.0 VDC	12.0 VDC	12.0 VDC
Minimum operating voltage	10.0 VDC	10.0 VDC	10.0 VDC
Maximum operating voltage	16.5 VDC	16.5 VDC	16.5 VDC
Nominal operating current	0.48 Amp	0.64 Amp	0.80 Amp
Minimum operating current	0.45 Amp	0.60 Amp	0.75 Amp
Maximum operating current	0.55 Amp	0.72 Amp	0.83 Amp
Approximate lumen output	210 lumen	240 lumen	280 lumen
Nominal operating frequency	48 kHz		
Life time of tube (on-off cycles)	>7,500 cycles		
Life time of tube (burning hours)	>8,000 hrs		
Life time of electronic ballast	>30,000 hrs		
Other functionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High efficiency ( 81% )</li> <li>- Reverse polarity protection</li> <li>- Open circuit protection</li> <li>- Optional 0.5W incandescent nightlight</li> </ul>		

## Mechanical Specifications

Lamp Fixture Materials	white ABS (UV stabilized)
End caps material	cream, black or grey ABS
Connector and fitting material	Brass / Nickel plated (low resistance)
Product dimensions (LxWxH)	428 x 125 x 51 mm
Nett product weight	0.26 kg
Available switch types	S0 / Without switch S1 / Rocker switch ( on-off ) S2 / Rocker switch ( on-off-on ) and 0.5W nightlight S3 / Pull switch ( on-off ) S4 / Pull switch ( on-off-on ) and 0.5W nightlight
Standard packaging	50 pcs.
Packaging Dimensions (LxWxH)	780 x 450 x 330 mm
Gross weight	16.0 kg
Volume / Pcs. per m3	0.116 m3 / 8.6 boxes per m3



Because of continuous research and development of our products the information and specifications in this data sheet are subject to change without prior notice.



## General Specifications

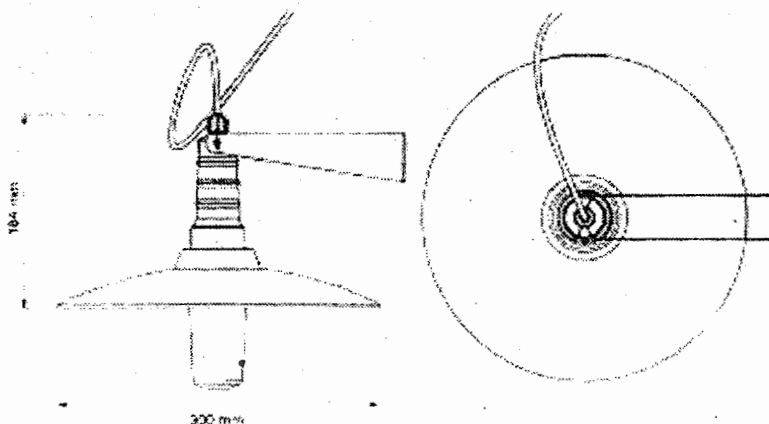
Product name	: Multilight 3
Product description	: 100% waterproof wall or pole mounted armature with galvanized mounting bracket ( 12VDC version )

## Electrical Specifications

Available ballast types	: INPL 12D05	INPL 12D07	INPL 12D10
Nominal operating voltage	: 12.0 VDC	12.0 VDC	12.0 VDC
Minimum operating voltage	: 9.88 VDC	9.88 VDC	9.88 VDC
Maximum operating voltage	: 16.5 VDC	16.5 VDC	16.5 VDC
Nominal operating current	: 0.42 Amp	0.55 Amp	0.80 Amp
Minimum operating current	: 0.39 Amp	0.52 Amp	0.75 Amp
Maximum operating current	: 0.45 Amp	0.59 Amp	0.83 Amp
Available CFL types	: double-U 4pin 5 Watt	double-U 4pin 7 Watt	double-U 4pin 10 Watt
Approximate lumen output	: 175 lumen	245 lumen	350 lumen
Nominal operating frequency	: 30 kHz		
Life time of tube (on-off cycles)	: >15,000 cycles		
Life time of tube (burning hours)	: >30,000 hrs		
Life time of electronic ballast	: >50,000 hrs		
	The Multilight electronic ballast incorporates a pre-heating circuit, resulting in a very high number of cycles and burning hours. It also reduces tube blackening.		
Other functionality	: - High efficiency ( 85% ) - Reverse polarity protection		

## Mechanical Specifications

Lamp Fixture Materials	: black ABS handle, unbreakable polycarbonate cover, white melamine shade and galvanized mounting bracket
Product dimensions (LxWxDiameter)	: 282 x 300mm
Net product weight	: 0.87 kg
Standard cable	: 10Am Round PVC flexible round electric cable (2x0.5mm <sup>2</sup> )
Standard cable length	: 4.0 meter
Available plug types	: P0 / Without plug P1 / With 12VDC car lighter plug P2 / With Sundaya DC plug P4 / With battery clamps
Standard packaging	: 1 pc. per inner box / 12 pcs. per carton
Packaging Dimensions (LxWxH)	: 620 x 315 x 380 mm
Gross weight	: 14.0 kg
Volume / Pcs. per m3	: 0.074 m3 / 13.5 boxes per m3



Because of continuous research and development of our products the information and specifications in this data sheet are subject to change without prior notice.

 **Sundaya**

**Multilight 3** Specifications sheet



## General Specifications

Product name	SSG 300
Product description	Solar Generator

## Electrical Specifications

Available regulator models	SER 6.12	SER 8.12	SER 10.12
Module input capacity	6 A (+/- 10%)	8 A (+/- 10%)	10 A (+/- 10%)
Output capacity	6 A (+/- 10%)	8 A (+/- 10%)	10 A (+/- 10%)

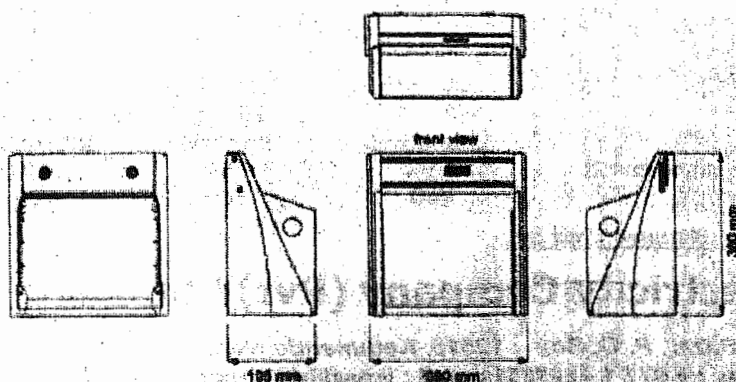
System Voltage	12 VDC
Power Consumption	2 mA (standby)
Charge Disconnect Level	14.30 +/- 0.05 V (at T=25°C)
Charge Reconnect Level	13.85 +/- 0.10 V
Battery Temperature Compensation	-0.02 V / °C
Load Disconnect Level	11.60 +/- 0.05 V (at I = 0 A)
Load Reconnect Level	12.50 +/- 0.10 V
Discharge Current Compensation	-0.04 V / A
Other functionality	- Electronic overload / short circuit protection. - Reverse polarity protection

Indicator model	SQCI-12VDC
Power consumption (on/off)	0.1 A (max) / 0 A
Battery low Condition (0%)	11.65 +/- 0.05 V
Battery Full Condition (100%)	12.55 +/- 0.05 V
Indicator for Battery State of Charge	(0 - 100%) LED bar (10 steps) with push button switch
Other indicators	- Indicator for Charging mode condition - Indicator for short circuit / overload condition - Indicator for battery out-of condition

Wiring & Terminals	- Module input terminal, - Battery input / Output terminal - Output terminals, switched - 2 DC-sockets for 12 VDC appliance - Standard three control panel load switches - Additional load switches up to maximum of 5
--------------------	---

## Mechanical Specifications

Enclosure Materials	ABS and Aluminum
Standard battery	N70T type Battery
Maximum battery dimensions	305 x 185 x 220 mm (LxWxH)
Nett generator weight (w/o battery)	2.0kg
Gross weight (incl. battery)	17.0kg
Product dimensions (LxWxH)	350 x 195 x 380mm
Packaging Dimensions (LxWxH)	375 x 235 x 430mm
Volume / Pcs. per m3	0.039m3 / 25.8pcs. per m3



Because of continuous research and development of our products the information and specifications in this data sheet are subject to change without prior notice.

**Sundaya**

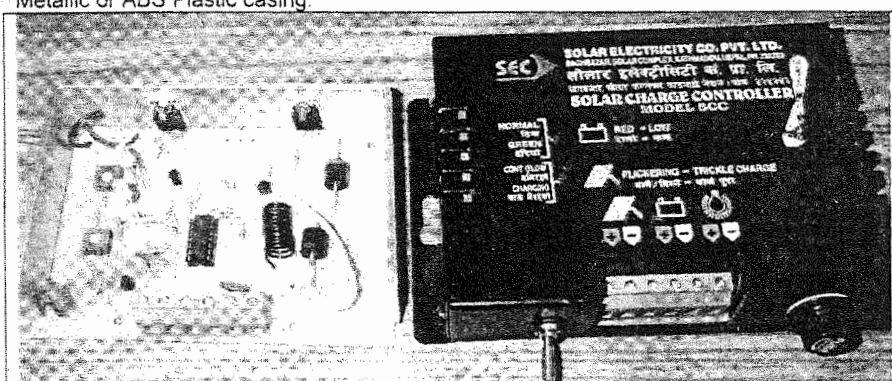
Specifications sheet

# SOLAR CHARGE CONTROLLER *Model SCC 1210*

## Series

**SCC 1210 Series** Regulator/Controller has most advanced features for high efficient Photovoltaic systems applications. These controllers are designed with high quality Power MOSFETs with adequate heatsink for efficient over charging/discharging protection. The system regulator operates as a shunt controller based on the principle of Pulse Width Modulation (PWM) with variable duty cycle and frequency. Excessive gasification and destructive chemical reactions are controlled by means of two- stages charging circuitry (Direct charging and PWM trickle charging). State of the art integrated circuit is used to detect the battery voltage and for control circuitry. End of charge and low voltage disconnect set points can be adjusted independently. Low temperature coefficient variables resistors are used to minimize the effect of ambient temperature on the settings. All components are mounted on corrosion resistant, green masked and computers-designed printed circuit board. Charging indication incorporates sensing of charging current and flickering of the LED indicates end of charge. Battery status is displayed by bicolor LED. This is a specially designed controller for local environment in Nepal.

- LED indication of battery Low/Normal status and PV charging and Trickle charging are displayed in controller front panel.
- Battery deep discharge protection (Low Voltage Load Disconnect)
- Battery overcharging protection by means of PWM
- Wiring terminals for cable are clearly labeled for easy connection
- Fuses provided for Load circuits.
- Metallic or ABS Plastic casing.



TECHNICAL SPECIFICATION		Electrical characteristics at 25°C	
Type		A	B
Rated voltage [V]		12	12
Nominal solar current [A]		4	8
Nominal load current [A]		10	10
Max. self consumption at 12.6 V [mA]		6 – 7	6 – 7
<b>End of charge voltage</b>			
Normal Setting [V]		14.3	14.3
<b>Over discharging cut-off voltage</b>			
Normal Setting [V]		11.5	11.5
Reconnection limit [V]		12.4	12.4
<b>Limit values</b>			
Permissible ambient temperature [°C]		-25...+40	-25...+40
Storage temp. [°C]		-25...+85	-25...+85
Dimensions [mm]		135x105x55	135x105x55
Max. clamp size Fine-strand/single-strand [mm <sup>2</sup> ]		2.5/4	2.5/4
Weight [g]		650	650

**Manufactured By :-**

**SEC Solar Electricity Company (Pvt) Ltd.,**

Solar Complex , Bagh Bazar, P. O. Box : 12515, Kathmandu Nepal.

Tel : 4 225-253 , 4227-876, Fax : + 977 1 4223851 email : ises@healthnet.org.np

# Solar Charge Controllers

5.6 / 6.6 / 5.0  
10.10 / 8.8 / 8.0

Discharge Protection  
Overcharge Protection  
Temperature Compensation  
System Voltage 12/24 V  
Gassing Regulation



Please read these instructions completely before installation!

**Instructions and description of controllers with overcharge and overdischarge protection, gassing regulation and temperature compensation.**  
In photovoltaic solar systems, lead batteries are often used for storing solar current. These batteries have to be protected against overcharging and overdischarging. The Solsum controllers Solsum 5.0 / 5.6 / 6.6 / 8.0 / 8.8 / 10.10 fulfil both tasks in one device. They can be used for 12 and 24 V systems.

**Overcharge Protection**  
When the battery reaches the final charge voltage, it starts to gas. As this process is temperature dependent, the final charge voltage is adapted automatically to the ambient temperature by a built-in sensor. Strong automatic leads to an electrolyte loss and finally to the destruction of the battery. The battery is however not charged completely when the final charge voltage is reached, so that the current flow should not be interrupted. The charge controller therefore reduces the current flow into the battery just as much as that the final charge voltage is not exceeded. This procedure is called "dU-charging", which is considered to be especially fast and gentle. The reduction of the current flow is effected by very quick, temporary short-circuiting (pulse width modulation) of the solar generator.

**Gassing Regulation**  
The final charge voltage is changed in dependence with the discharge level. When a lead battery is operated without gas development for a longer time, there is the danger of a harmful acid layering. This acid layering can be avoided by limited, controlled gassing. This function is fulfilled by the gassing regulation. The gassing regulation switches off the overcharge protection until the so-called final gassing voltage is reached. Furthermore the gassing regulation increases the final charge voltage during high cyclicalisation. By this temperature dependent function, the battery capacity is better used.



Fig. 1: Circuit Diagram

**Overdischarge protection**  
The batteries have to be protected from overdischarge, as it would be destroyed otherwise. The charge controller protects the battery from overdischarge by disconnecting the loads when the voltage falls below the minimal final charge voltage. After the battery has been recharged by the solar generator and the reconnection voltage is reached, the users are again reconnected.

**Displays:**  
The controller contains a green and a LED which can change its colour from red via yellow to green in ten different colour. The green LED is on as soon as there is energy from the module when the controller starts to limit the charge current, this LED is flashing. The LED which can change its colour shows the voltage by its colour. When the load is switched off, this LED starts to flash fast. When the load is switched off, this LED flashes slowly.

**Do not forget that the connected users do not use more current than admissible for your regulator.**

**Advice for installation:**  
The controller has to be installed possibly near the battery and must not be exposed to direct sunlight. The connection terminals have to be operated in well-ventilated rooms. The connection terminals have to point downwards when it is installed in order to activate the protective function. The controller has to be connected with solar generator, battery and components, i.e. solar generator, battery users and controller. All components have to be connected concerning voltage. This is to be checked before installation. Pay attention to the correct nominal voltage! Ask your dealer when you are in doubt!

Following order has to be observed when installing your controller.

1. Connect the battery with the controller at the screw terminal. The biggest possible cable diameter is recommended in order to keep a voltage drop and a connection terminal heating as low as possible (see technical data). Only when the controller is installed with short circuit proof cables, an isolation of the battery cable can be omitted. Otherwise a fuse has to be inserted directly at the plus pole of the battery in order to avoid a short circuit. Both components have to be installed in the same room in near distance, as the sensor for temperature determination is integrated into the controller's polarity.
2. Connect the modules with the controller and note the correct polarity.
3. At last connect users.

For installation see figure 2

Pay attention to the correct polarity!

**Sources of errors:**  
Inversion of battery polarity. The fuse blows, it has to be replaced by the same type.

**Inversion of module polarity:** This is to be avoided.

**Inversion of the polarity of the load:** The users (lights, etc.) can be damaged before the fuse blows. A huge energy quantity is stored in the battery. In the case of a short circuit, this energy can be set free within a short time and a fire of the place of the short circuit can be caused because of heat.

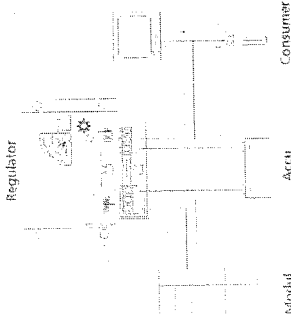


Fig. 2: Connection

- Attention:**
1. Avoid short circuits: danger of fire!
  2. Users which may not be switched off must be installed near the battery and protected by a fuse (e.g. position lights) systems during installation and operation. Do not install PV-components in rooms where easy flammable gases or vapours can develop (e.g. by gas bottles, launquers, solvents). Consult your dealer when in doubt.

**Adjustment of nominal voltage**  
Automatic adjustment to the system voltage when the regulator is installed.  
When you pay attention to this instructions your solar system will give you many years of pleasure. The battery reaches a life of ten years or longer. As the solar module and the charge controller have a considerably higher life age, only the battery has to be exchanged. A defect battery can be recognised that although the above-mentioned charging rates place, the overdischarge protection switches off the users already after a short time.

## Technical Data at 25°C:

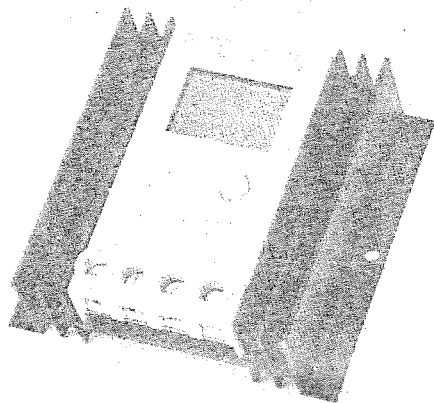
Controller Type	5.6/6.6	8.8	10.10	5.0	8.0
Nominal Voltage	12 V	12 V	11.1 V	12 V	12 V
*Max. module current	5 A/6 A	8 A	10 A	5 A	8 A
*Max. load current	6 A/6 A	8 A	10 A	5 A	8 A
Max. own consumption	4 mA				
Final charge voltage	13.7 V				
Normal					
Temperature compensation	4 mV/K/cell				
Overdischarge disconnection	11.1 V	11.1 V	11.1 V	*	*
Constant	12.5 V	12.5 V	12.5 V	*	*
Gassing regulation					
Gassing action voltage	12.4 V				
Final gassing voltage	14.4 V				
Temperature Compensation	-3 mV/K/cell				
Fuse	6.3 A	10 A	10 A	6.3 A	10 A
Admissible ambient temperature	-25 °C	+50 °C			
Dimensions	85 x 98 x 35 mm				
Connection terminal	2.5 mm <sup>2</sup>				
Weight	100 g				

(For 24V systems voltages are to be doubled!)

\* No load disconnect. Only used with 6.3 and 10A.

phocos

## energy system controllers PL 20, PL 40, PL 60



### Informative

Display shows battery voltage, charge current, ampere hours in and out of battery, load being drawn from the battery and charge status.

### Easy to maintain

Information is available for the past 30 days - so even if the user doesn't remember what happened, the regulator will.

The PL series of charge controllers offer complete control over the charge cycle and various information about current and past performance.

PL regulators have a built in low battery disconnect switch. In addition, the versatile event controller can switch power on or off according to criteria set by the user. This allows the PL to do extra tasks such as switching a light on at night or keeping a water tank full by operating a pump when needed.

Regulation can be done in both series and shunt modes. Other features include backup generator control and charging a second battery.

### Well Connected

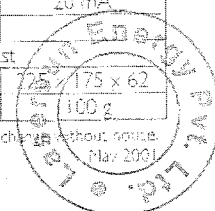
With the optional PLi interface, the user can access the regulator from a computer or via modem. Data can be read or settings adjusted.

### Versatile

Its capacity to handle 12, 24 and 48V systems and allow complete control of the regulation cycle mean you can use it almost anywhere.

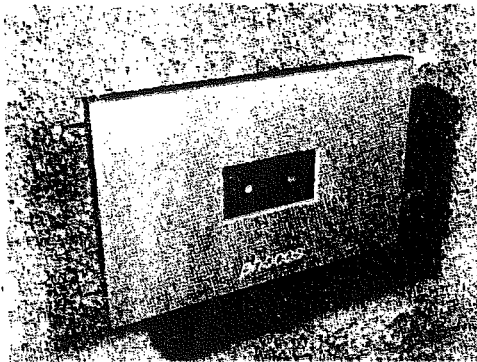
	PL 20	PL 40	PL 60
Nominal voltage		12, 24, 32, 36, 48 V	
Solar Charge Current max.	20 A	40 A	60 A
Load Current max.	20 A	7 A	30 A
Voltage Drop at Rated Current	0.4 V	0.4 V	0.42 V
Ambient Temperature		-20 to +55 °C	
Supply Current	9 mA	13 mA	20 mA
Battery Temperature Sensor Range	15 °C	-5 to +50 °C	
Regulation Set Points		4 set programs, 1 user adjust	
Dimensions	100 x 109 x 41	130 x 124 x 50	175 x 62
Weight	320 g	515 g	100 g

Subject to change without notice.  
May 2001



*phocos*

## CR charge regulators CR 5, CR 8, CR 20



- Battery State-of-Charge display
- Charge status display
- Installation fault status display
- Large terminals (up to 16mm<sup>2</sup>)
- Integrated strain relief
- Movable cover to hide terminals
- PWM-regulation
- Three-stage charging method
- Self-adapting charge algorithm
- No adjustment to sealed/vented batteries required
- Integrated temperature compensation
- Solid-state circuit and load protection
- Reverse polarity protection

The CR series is a sophisticated solar charge regulator family that is based on a special, customized, very large integrated circuit (mixed-signal ASIC). This ASIC integrates analog and digital electronics into one single chip.

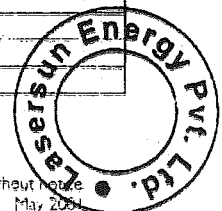
The circuit provides high-efficiency charging technology combined with a drastic reduction in the number of electronic components. Therefore excellent battery treatment is now available at reasonable cost.

The self-adjusting, temperature-compensated three-stage charging method (constant current - boost/equalization - float) provides an increase of the battery lifetime of 20% up to 100% compared to simple on/off charge regulators. The charge controller adjusts itself to battery type, battery capacity and ambient temperature to improve battery treatment.

The very large integrated circuit reduces the number of electronic components by 90% compared to conventional regulators. Therefore the CR regulators provide outstanding reliability even at tough environmental conditions.

The enclosure of the CR series provides a very easy installation combined with a professional industrial design.

Voltage	12 V
Max. module current	5 / 8 / 20 A
Max. load current	5 / 8 / 20 A
Dimensions	31 x 133 x 216 mm
Self power consumption	< 4 mA



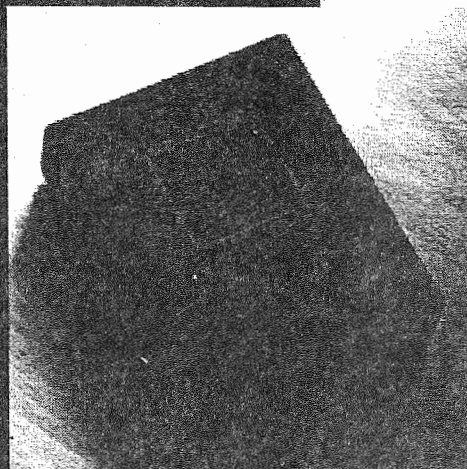
Subject to change without notice  
May 2001



## CML05-2, CML10-2, CML15-2, CML20 Solar Charge Controllers

phocos

- Battery State-of-Charge display with 3 LEDs
- Charge status display
- Acoustic load disconnect pre-warning
- Load disconnect indication
- Load short circuit and overload indication
- PWM-regulation (series type)
- Boost, Equalize and Float charging, also for VRLA
- SOC and voltage controlled LYD
- Automatic 12 / 24 Volt detection
- Integrated temperature compensation
- Large terminals (up to 16mm<sup>2</sup> wire size)
- Fully electronically protected



CML

The CML series is a sophisticated solar charge regulator family for low cost applications.

The electronic circuit is equipped with a microcontroller that provides high-efficiency charging technology together with a number of outstanding status display, warning and safety functions.

The temperature-compensated three-stage PWM charging method (boost - equalization - float) is now adjustable to sealed and vented lead-acid batteries.

The new version also allows an either SOC or voltage controlled low voltage disconnect function.

The battery status is clearly indicated by three LEDs.

As the first controller on the market in this price range it comes with an acoustic low voltage load disconnect pre-warning feature.

	CML05-2	CML10-2	CML15-2	CML20
Max. module current	5 A	6 A	15 A	20 A
Max. load current	5 A	6 A	15 A	20 A
System voltage	12/24 V	2/24 V	12/24 V	2/24 V
Self-power consumption	< 4 mA	< 4 mA	< 4 mA	< 4 mA
Dimensions (WxHxD)	80x100x32 mm	80x100x32 mm	80x100x32 mm	80x100x32 mm
Type of protection	IP20	IP20	IP20	IP20

Phocos AG, Germany  
info@phocos.com

Phocos Europe GmbH, Austria  
info-europe@phocos.com

Phocos Eastern Europe S.R.L., Romania  
info-easterneurope@phocos.com

Phocos China Ltd., China  
info-china@phocos.com

Phocos India Solar Pvt. Ltd., India  
info-india@phocos.com

Phocos SEA Pte Ltd, Singapore  
info-sea@phocos.com

Phocos Latin America S.R.L. Bolivia  
info-latnamerica@phocos.com

Phocos Rep. Office Brazil, Brazil  
info-brazil@phocos.com

Phocos Rep. Office Eastern Africa, Kenya  
info-easternafrica@phocos.com

Phocos Rep. Office Southern Africa, Namibia  
info-sadc@phocos.com

Phocos SunDancer, USA  
info-usa@phocos.com

Phocos Rep. Office Australia, Australia  
info-australia@phocos.com





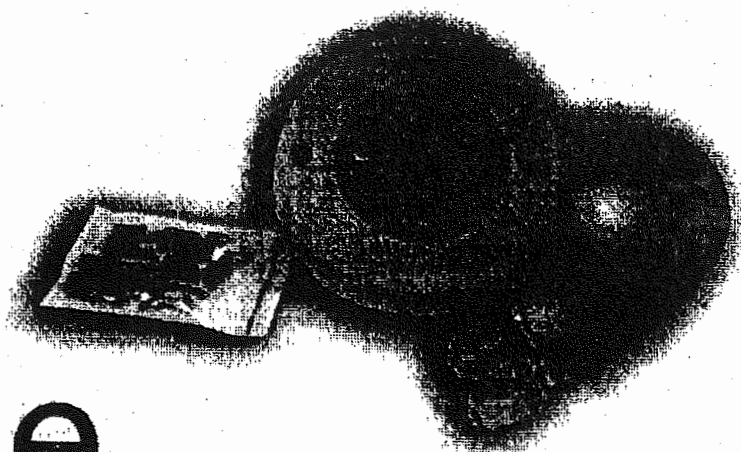
# Suryodaya Urja Pvt. Ltd.

## SOLAR CHARGE/ LOAD CONTROLLER (Model: SUCC8A12)

### **Features:**

- MOSFET based, Pulse Width Modulation (PWM) charging principle
- Powder coated CRCA/ plastic housing
- Light Weight
- Wall mountable
- 6 volts out put for cassette player/ radio with multiple output jack
- LED indicator for
  - Battery Deep Discharge (Load Disconnect) - Red LED
  - Charging in Progress - Green LED
- Easy connection points for PV module, Battery and Loads
- Solder free installation
- No Load, Overload, Short Circuit, and Reverse Polarity protections.
- Automatic Low Voltage Disconnect, Over Charge Cutoff
- Blocking Diode to prevent reverse flow of current to PV module
- Very low idle current consumption.
- Allowable temperature range from -5 to + 50 degree Celsius
- Allowable Humidity Range from 0% to 90%

<b>Electrical Specification:</b>	
Nominal operating voltage	12 (or 24 volts if required)
Maximum Charging Current	6 Amp
Maximum Load Current	6 Amp
Load Disconnect Battery Voltage	11 Volts or as required
Load Reconnect Voltage	12 Volts or as required
Charging Cutoff Battery Voltage	14.2 Volts or as required
Charging Resumption Voltage	13.2 Volts or as required
Idle Current Consumption	Less than 6 mA
<b>Physical Parameters:</b>	
Length with flange	225 mm
Width	130 mm
Height	43 mm
Weight	600 gm



# Apple

*User's Manual*

Doc. No.: 01.00

## Electrical Specification:

Nominal operating Voltage	: 12VDC
Self consumption	: 4 mA
Current Model Apple 5	: 5 Amp -0% +25%
Current Model Apple 10	: 10 Amp -0% +25%
Current Model Apple 15	: 15 Amp -0% +25%
Low Voltage Buzzer Warning Level	: 11.70 V (Non-Penalty mode)
Low Voltage disconnect (Non-Penalty mode)	: 11.50 V +/- 0.10 V (Non- Penalty mode) (with discharge current compensation -0.04V/A)
Low Voltage Buzzer Warning Level	: 12.10 V (Penalty mode)
Low Voltage disconnect (Penalty mode)	: 11.90V +/- 0.10V (Penalty mode) (with discharge current compensation -0.04V/A)
Load Reconnect level	: 12.70 V
Penalty mode reset	: 14.50V +/- 0.10V
Boost Charge Level @25°C	: 14.5V (with Temperature compensation -0.02V/deg C)
PWM float Charge level	: 14.10V (with Temperature compensation -0.02V/ deg C)





# Suryodaya Urja Pvt. Ltd.

(An ISO 9001:2000 Certified Solar PV Systems Manufacturer)



## SPECIFICATION OF SOLAR CHARGE/ LOAD CONTROLLER (Model: SUCC10A12)

### Features:

- MOSFET based, Pulse Width Modulation (PWM) charging principle
- Plastic Housing
- Light Weight
- Wall mountable
- LED indicator for
  - Charging in Progress/ Battery Full Charge (starts blinking) - Green LED
  - Battery Low (Load Disconnect) - Red LED
  - Over Load - Red LED
- LED bar as battery status indicator
- 6 VDC output for connecting radio/ cassette player
- Easy connection points for PV module, Battery and Loads
- Solder free installation
- No Load, Overload, Short Circuit, and Reverse Polarity protections.
- Automatic Low Voltage Disconnect, Over Charge Cutoff
- Blocking Diode to prevent reverse flow of current to PV module
- Very low idle current consumption.
- Allowable temperature range from -10 to + 50 degree Celsius
- Allowable Humidity Range from 0% to 99%

<b>Electrical Specification:</b>	
Nominal operating voltage	12
Maximum Charging Current	10 Amp
Maximum Load Current	10 Amp
Load Disconnect Battery Voltage	11.4 Volts or as required
Load Reconnect Voltage	12.5 Volts or as required
Charging Cutoff Battery Voltage	14.2 Volts or as required
Charging Resumption Voltage	13.5 Volts or as required
Idle Current Consumption	Less than 5 mA

P. O. Box. 10233, Tilingtar, Dhapasi-7, Kathmandu, NEPAL

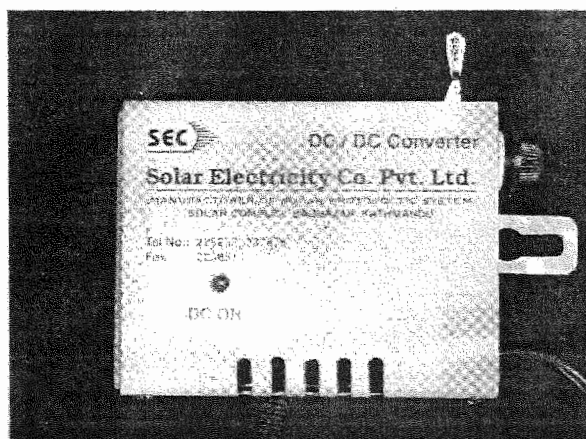
Tel: + 977 (1) 435 3420. Fax: + 977 (1) 435 4838 email: info@suryodaya.wlink.com.np

# DC - DC CONVERTER

## Model SCC DC-DC 1A/2A

SCC DC-DC Series is a highly efficient 12 V DC to 3, 4.5, 6 and 9 V DC to DC converter used for powering radio/cassetts or any other electronic gadgets operating from DC sources. All components of the converter are mounted on corrosion resistant, green masked and computers-designed printed circuit board. The converter is integrated circuit based and has built in overcurrent thermal protection. The voltage selector slide switch is very robust. For increased power handling capacity power transistor is used at the output of the converter. This is a specially designed light for local environment in Nepal.

- Reverse polarity protection
- Fuse for overload protection
- Multi purpose output DC socket suitable for all standards
- Possibility to reverse the output polarity
- LED indication
- Metallic casing/ABS Casing



### TECHNICAL SPECIFICATION

Converter Model No.	SCC DC-DC1 A	SCC DC-DC2 A
Electrical characteristics at 25°C		
Rated input voltage [V]	12	12
Rated load current [mA]	1000	2000
Rated output voltage (Selectable) [V]	3, 4.5, 6 and 9	3, 4.5, 6 and 9
Conversion efficiency ( @ 100 mA load) [%]	71.5	71.5
Permissible ambient temperature [°C]		
Storage temp. [°C]	-25...+85	-25...+85
Dimensions [mm]	100 x 77 x 38	100 x 77 x 38
Weight [g]	260	260

Manufactured By :-

**SEC** Solar Electricity Company (Pvt) Ltd.,

Solar Complex , Bagh Bazar, P. O. Box : 12515, Kathmandu Nepal.

Tel : 4225-253 , 4227-876, Fax : + 977 1 4223851 email : [ises@healthnet.org.np](mailto:ises@healthnet.org.np)

---

अनुसूची 'च'  
**CHECKING OF MOSFET**

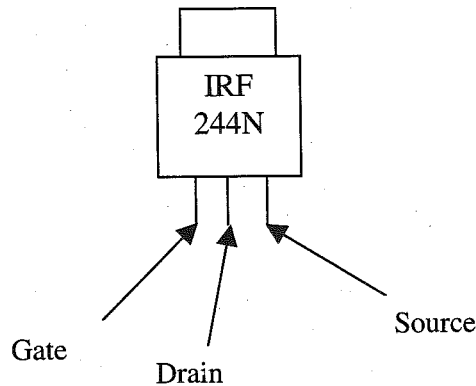
---



## MOSFET जाँचे तरिका

उदाहरणको लागि तल दिइएको मोसफेट IRF244N डिजिटल मल्टीमिटरबाट नाप्दा तल दिए अनुसार अवरोध देखाउनु पर्दछ ।

१. डिजिटल मल्टीमिटरलाई डायड जाँचे विन्दुमा राख्नु पर्दछ ।
२. डिजिटल मल्टीमिटरको (+ve) तार गेटमा र (-ve) तार सोर्समा दिँदा मिटरमा अवरोध बढी (वायाँमा 1 अथवा Overscale) देखाउनु पर्दछ ।
३. डिजिटल मल्टीमिटरको (-ve) तार गेटमा र (+ve) तार सोर्समा दिँदा पनि मिटरमा अवरोध बढी (वायाँमा 1 अथवा Overscale ) देखाउनु पर्दछ ।
४. डिजिटल मल्टीमिटरको (+ve) तार ड्रेनमा र सोर्समा डिजिटल मल्टीमिटरको तार (-) दिँदा पनि अवरोध बढीनै (वायाँमा 1 अथवा Overscale ) देखाउनु पर्दछ ।
५. डिजिटल मल्टीमिटरको (-ve) तार ड्रेनमा र (+ve) तार सोर्समा दिँदा अवरोध (700 Ohm) देखाउनु पर्दछ ।
६. डिजिटल मल्टीमिटरको (+ve) तार ड्रेनमा र (-ve) तार गेटमा दिँदा मिटरमा अवरोध (वायाँमा 1 अथवा Overscale) बढीनै देखाउनु पर्दछ ।
७. डिजिटल मल्टीमिटरको (-ve) तार ड्रेनमा र (+ve) तार गेटमा दिँदा मिटरमा अवरोध (वायाँमा 1 अथवा Overscale) बढीनै देखाउनु पर्दछ ।



मुद्रक:

लुम्बिनी बुद्ध प्रिन्टर्स एण्ड पब्लिकेशन प्रा.लि.

फोन नं. ४४६८२९५, २०४२७८३