সৌরশক্তির

মোহাম্মদ হামিদুল ইসলাম

সৌর শক্তির ক খ গ

মোহাম্মদ হামিদুল ইসলাম

বই সম্পর্কে

এ বইটি সম্পর্কে প্রাসঙ্গিক তিনটি প্রশ্ন উত্থাপন করা এবং সে সাথে উত্তর তুলে ধরা প্রয়োজন বলে মনে করছি। প্রথম প্রশ্নঃ এ বইটির পাঠক গোষ্ঠী কারা হতে পারেন? দ্বিতীয় প্রশ্নঃ বইটিতে যে সমস্ত তথ্য তুলে ধরা হয়েছে, তার উৎস কি? তৃতীয় প্রশ্নঃ বিজ্ঞানের অন্যান্য সব বইয়ের মতই এ বইটির যদি কোনো সীমাবদ্ধতা থেকে থাকে, সেটি কি?

সৌর শক্তি আধুনিক একটি প্রযুক্তি হওয়া সত্ত্বেও, যথাসম্ভব ঘরোয়া ভাষায় সৌর শক্তির উপর এ বইয়ে আলোচনা করার চেষ্টা করেছি।

বাংলা ভাষা লিখতে, বলতে এবং পড়তে পারেন এমন সব পাঠকের জন্যই এ বইয়ের প্রায় সবক'টি অধ্যায়ই বোধগম্য হবে বলে আমার ধারণা। তবে নিঃসন্দেহে বলা যায় যে, পদার্থ বিজ্ঞানে ন্যূনতম উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ের (এইচ, এস, সি) জ্ঞান সম্পন্ন যে কোনো ব্যক্তিই হতে পারেন এর উৎকৃষ্ট পাঠক। যে ব্যবস্থাপক তার সংস্থার জন্য ক্ষুদ্রকারের সৌর ফটোভোল্টায়িক শক্তি প্রয়োগ করার কথা ভাবছেন, অথবা প্রকৌশলী, যিনি ক্ষুদ্র মাপের সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন প্রণয়ন, স্থাপন ও চালু করণের কথা ভাবছেন অথবা টেকনিশিয়ান, যিনি এ ধরণের সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা স্থাপন ও রক্ষণাবেক্ষণ করার পরিকল্পনা করছেন, কারিগরি শিক্ষা প্রতিষ্ঠানের ইনষ্ট্রাকটর, শিক্ষক, ছাত্র– যারা ক্ষুদ্র সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা নাড়াচাড়া করছেন, তাদের সবার জন্যই এ বইটি সহায়ক বই হিসাবে ব্যবহৃত হতে পারে; এরা সবাই এ বইয়ের কাঙ্খিত পাঠক গোষ্ঠী। এ বইটিতে যে সমস্ত তত্ত্ব, তথ্য, সূত্র, সুপারিশ তুলে ধরা হয়েছে, তা আমার কোনো মৌলিক গবেষণালব্ধ নয়, এ বিষয়ের উপর দেশ বিদেশে প্রণীত সমসাময়িক কারিগরি বইয়ে জরীপের (লিটারেচার সার্ভে) ভিত্তিতে এ সমস্ত তত্ত্ব, তথ্য, সূত্র, সুপারিশ সংগ্রহ করা হয়েছে, সঙ্গে আমি আমার বাস্তব অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে, বিশ্লেষণ যোগ করেছি মাত্র।

অতলান্তিক মহাসাগরীয় তাহিতি দীপপুঞ্জে স্থাপিত সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার উপর পরীক্ষা নিরীক্ষার ফলাফল এ বইয়ের অনেক অধ্যায়ে সুপারিশের আকারে স্থান পেয়েছে। এ ব্যাপারে আরো বিস্তারিত জানতে হলে, উৎসুক পাঠক হারবার্ট ওয়েড গ্রন্থিত *"কোর্স ম্যাটেরিয়ালস সেকেন্ড এ, আই, টি– ডাব্লিউ, এইচ, ও কোর্স অন সোলার রেফ্রিজারেটর রিপেয়ার এন্ড মেইনটেনেন্স, ১৯৯১"* পড়ে উপকৃত হতে

পারেন। অনেক মূল্যবান তথ্য, উদাহরণ ও সুপারিশ এ বইটি থেকে গ্রহণ করা হয়েছে। এ ছাড়াও ক্ষুদ্র শক্তির সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা সম্পর্কে আরো অধিক জানার জন্য পাঠকরা বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা হতে ১২১১ জেনেভা ২৭– সুইজারল্যান্ড থেকে প্রকাশিত *"টেকনিশিয়ানস হ্যান্ডবুক ফর কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরস, পার্ট–জাই, ইনস্টলেশন হ্যান্ডবুক ফর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরস, ফেব্রুয়ারী ১৯৮৯" এবং "টেকনিশিয়ানস হ্যান্ড বুক ফর কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরস, পার্ট–এইচ, ফল্ট ফাইন্ডিং এন্ড রিপেয়ার অফ ফটো ভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরস, ফেব্রুয়ারী, ১৯৮৮"* পড়ে উপকৃত হবেন বলে আমার বিশ্বাস।

এ বইয়ের ব্যপকতার চেয়ে সীমাবদ্ধতাই বেশী, এ কথা স্বীকার করতে আমার দ্বিধা নেই। সূর্যের রশ্মিকে শক্তিতে রূপান্তর করার অনেকগুলো পদ্ধতির মধ্য থেকে মাত্র একটি পদ্ধতিই এ বইয়ে বিবেচনা করা হয়েছে, আর সেটি হচ্ছে সৌর "ফটোভোল্টায়িক" পদ্ধতি। আবার সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার নানা ধরণের প্রয়োগের বিশাল ক্ষেত্র থেকে শুধু মাত্র *ব্যাটারীর মাধ্যমে সংরক্ষিত* সৌরশক্তির প্রয়োগের ক্ষেত্রটিই এ বইয়ে বিশ্লেষণ করা হয়েছে।

ভাষার ক্ষেত্রে সীমাবদ্ধতার কথাও উল্লেখ করা প্রয়োজন বলে মনে করছি। বইয়ের পুরো ভাষা শুধুমাত্র বাংলাতে সীমিত রাখার ইচ্ছে শেষাবধি বজায় রাখা সম্ভব হয়নি, কারণ অনেক ইংরেজী শব্দের বাংলা সমার্থক শব্দ খুঁজে পাওয়া যায়নি। সে সমস্ত শব্দের সরাসরি অনুবাদে না যেয়ে মূল ইংরেজী শব্দটিই ব্যবহার করেছি। ভাষাগত সীমাবদ্ধতা আপাততঃ বইয়ের উদ্দেশ্য সাধনে বাধার সৃষ্টি করছে বলে আমি মনে করি না।

এবারে বইয়ের পরিকল্পনা সম্পর্কিত কিছু কথা।

বইটি সর্বমোট নয়টি অধ্যায়ে বিভক্ত। প্রথম অধ্যায়ে শক্তি (এনার্জি) সংগ্রহের বিভিন্ন বিকল্প এবং ভবিষ্যৎ নিয়ে কিঞ্চিৎ আলোকপাত করা হয়েছে। তবে কোনো প্রকার বিশ্লেষণ দেয়া হয়নি। অতএব প্রথম অধ্যায় না পড়লেও বইটির অন্যান্য অধ্যায় বুঝতে বিন্দু মাত্র অসুবিধে হবে না।

দ্বিতীয় অধ্যায়টিকে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার উপর ভূমিকা হিসেবে বিবেচনা করা যেতে পারে। দ্বিতীয় অধ্যায়ের উপর জ্ঞান ছাড়া অন্যান্য অধ্যায়ের বিষয়বস্তু অনুধাবন করা সম্ভব নয়। অতএব সৌর ফটোভোল্টোয়িকের ক্ষেত্রে যিনি নবীন, তার

জন্য দুই নম্বর অধ্যায় খুবই গুরুত্বপূর্ণ। তৃতীয় অধ্যায়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে। বিদ্যুৎ সম্পর্কিত আলোচনা মোটামুটি মৌলিক পর্যায়েই সীমিত রাখা হয়েছে, অনেক পাঠক হয়তো এ পর্যায়ের জ্ঞান এ বইয়ের সংস্পর্শে আসার আগেই, শিক্ষাগতযোগ্যতা বা প্রশিক্ষণ বা বাস্তব কারণে অর্জন করে থাকতে পারেন। সে ক্ষেত্রে তিনি তৃতীয় অধ্যায়কে ডিঙিয়ে যেতে পারেন, তাতে বইয়ের বিষয়বস্তু অনুবাধনে বিঘ্ন সৃষ্টি হবে না।

পঞ্চম অধ্যায় এ বইয়ের দীর্ঘতম অধ্যায়। ব্যাটারী সম্পর্কে যথাসম্ভব খুটিনাটি এ অধ্যায়টিতে আলোচনা করা হয়েছে। ব্যাটারীর মাধ্যমে চালিত সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় যে সমস্ত ত্রুটি সচরাচর দেখা যায়, তার বেশীর ভাগ ত্রুটি ব্যাটারীজনিত, তাই ব্যাটারীর উপর বিশেষ গুরুত্ব আরোপ করা হয়েছে। বিশেষজ্ঞদের মতে, ব্যাটারী সম্পর্কে ভালো জ্ঞান ছাড়া সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার সুষ্ঠু ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ সম্ভব নয়। ভারত, নেপাল, থাইল্যান্ড, তাহিতি প্রভৃতি দেশে স্থাপিত সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা থেকে অর্জিত অভিজ্ঞতা থেকে দেখা যায় যে, ব্যাটারীই সবচেয়ে দুর্বল অংশ, যা অতি সহজেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

অষ্টম অধ্যায় ডিজাইনারদের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কত ক্ষমতার প্যানেল ব্যবহার করতে হবে, ক'টি প্যানেল ব্যবহার করতে হবে, কত ক্ষমতার এবং কি ধরণের ব্যাটারী ব্যবহার করতে হবে এবং ক'টি ব্যাটারী ব্যবহার করতে হবে— এগুলো যদি কারো প্রশ্ন হয়ে থাকে, তার উত্তর পাওয়া যাবে অষ্টম অধ্যায়ে।

বইটি পড়ে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা সম্পর্কে পাঠকের জ্ঞান কি পর্যায়ে উন্নীত হলো, তার মূল্যায়নের জন্য পাঠক নিজেই নবম অধ্যায়টি ব্যবহার করতে পারবেন। সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার কোন এলাকায় পাঠকের জ্ঞান আরো স্বচ্ছ হওয়া উচিত, তা এ অধ্যায় থেকে পাঠক নিজে নিজেই আবিষ্কার করে নিতে সমর্থ হবেন।

মোহাম্মদ হামিদুল ইসলাম

সূচীপত্র

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
১.০	শক্তি (এনার্জি) ও সমস্যা	১৯
১.১	শক্তির সমস্যা	১৯
১.২	বাংলাদেশঃ সৌরশক্তির লীলা ভূমি	২২
২.০	সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা (পি,ভি সিস্টেম)	৩৩
২.১	পানির শক্তি এবং সৌরশক্তির সাদৃশ্য	৩৪
২.১.১	টিনের চাল এবং সৌর প্যানেলের সাদৃশ্য	৩৭
২.১.২	পানির ট্যাঙ্ক এবং ব্যাটারীর সাদৃশ্য	৩৮
২.১.৩	ভাল্ব এবং নিয়ন্ত্রকের সাদৃশ্য	৩৮
২.১.৪	পাইপ এবং তারের সাদৃশ্য	৩৯
২.১.৫	কল এবং বাতির সাদৃশ্য	৪০
৩.০	বিদ্যুৎ	৪৩
৩.১	চাপ	৪৫
৩.২	আয়তন	৪৮
৩.৩	প্রবাহের হার	৪৮
৩.৪	ক্ষমতা (পাওয়ার)	৪৯
৩.৫	শক্তি	৫২
৩.৬	রোধ (রেজিট্যান্স)	৫৩

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
৩·৭	বর্তনী (সার্কিট)	৫৯
৩·৭·১	শ্রেণী সমবায় বর্তনী (সিরিজ সার্কিট)	৬০
৩·৭·২	সমান্তরাল সমবায় বর্তনী (প্যারালাল সার্কিট)	৬২
৩·৮	পরিবর্তী প্রবাহ (এসি) ও একমুখী প্রবাহ (ডিসি)	৬৫
৩·৯	বৈদ্যুতিক তারের ভূমিকা	৬৭
৩·৯·১	তার এবং ক্ষমতার অপচয়ের সম্পর্ক	৬৮
৩·৯·২	তারের কারণে ভোল্টেজের পতন	৬৯
৩·৯·৩	তারে ভোল্টেজের পতন নির্ণয়	৭১
৩·৯·৪	সঠিক তার নির্বাচন	৭৪
৪·০	**সৌর ফটোভোল্টয়িক প্যানেল (পিভি প্যানেল)**	৮৩
৪·১	ভৌত বৈশিষ্ট্য	৮৫
৪·২	বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্য	৮৭
৪·৩	প্যানেলের ক্ষমতার তারতম্য	৯৬
৪·৪	প্যানেল স্থাপন	৯৮
৪·৪·১	সূর্য বছরে কতদিন পূর্বদিকে উদিত হয় এবং পশ্চিমে অস্ত যায়?	৯৯
৪·৪·২	স্থাপন নিয়মের ব্যতিক্রম	১০২
৪·৪·৩	হেলান (টিল্ট) এবং দিক অবস্থানের (ওরিয়েন্টেশন) গুরুত্ব	১০৩
৪·৪·৪	সৌর প্যানেলের জন্য স্থান (সাইট) নির্বাচন	১০৫
৪·৪·৫	হেলান এবং দিক নির্ণয় করার পদ্ধতি	১১০

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
৪·৪·৬	প্যানেল স্থাপনের বিভিন্ন বিকল্প	১১৭
৪·৫	সৌর প্যানেলের রক্ষণাবেক্ষণ	১২২
৪·৫·১	সৌর প্যানেল পরিষ্কার করার পদ্ধতি	১২২
৪·৫·২	সৌর এরের ওপেন এবং সট সার্কিট মাপ গ্রহণ করার পদ্ধতি	১২৩
৪·৫·৩	বৈদ্যুতিক তারের অবস্থা ও সংযোগ পর্যবেক্ষণ করা	১২৬
৫·০	ব্যাটারী	১৩১
৫·১	ব্যাটারীর ধরণ	১৩১
৫·১·১	নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী	১৩১
৫·১·২	লেড এসিড ব্যাটারী	১৩২
৫·১·৩	লেড এসিড ব্যাটারীর কার্যপ্রণালী	১৩৩
৫·২	লেড এসিড ব্যাটারীর শ্রেণীবিভাগ	১৩৮
৫·২·১	স্টার্টিং ব্যাটারী	১৩৮
৫·২·২	বৈদ্যুতিক গাড়ীর ব্যাটারী	১৩৮
৫·২·৩	ফ্লোট ব্যাটারী	১৩৮
৫·২·৪	সৌর ব্যাটারী	১৩৯
৫·৩	খোলা এবং আবদ্ধ কোষের ব্যাটারী	১৩৯
৫·৩·১	খোলা কোষের ব্যাটারী সেল (ওপেন এবং ক্লোজড সেল ব্যাটারী)	১৪০
৫·৩·২	বদ্ধ কোষের ব্যাটারী (ক্লোজড সেল ব্যাটারী)	১৪০
৫·৩·৩	ক্যাটালাইটিক রিকমবিনেশন টাইপ ব্যাটারী	১৪২

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
৫·৩·৪	জেল সেল ব্যাটারী	১৪২
৫·৪	ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ধর্মাবলী	১৪৩
৫·৪·১	ব্যাটারীর ভোল্টেজ	১৪৩
৫·৪·২	বৈদ্যুতিক ক্ষমতা (ইলেকট্রিকাল পাওয়ার)	১৪৪
৫·৪·৩	ব্যাটারীর চার্জের মাপ	১৪৭
৫·৪·৩·১	হাইড্রোমিটার	১৪৭
৫·৪·৩·২	ভোল্টমিটার	১৫২
৫·৪·৪	ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা নির্ণয়	১৫২
৫·৫	ব্যাটারীর রক্ষাণাবেক্ষণ	১৫৭
৫·৫·১	ব্যাটারীর অকার্যকারিতার কারণ	১৫৯
৫·৬	নিরাপত্তাজনিত সতর্কতা	১৬২
৫·৭	ব্যাটারী স্থাপন	১৬২
৫·৭·১	ব্যাটারীর এসিড পূরণ করা	১৬২
৬·০	নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার)	১৬৭
৬·১	নিয়ন্ত্রকের শ্রেণী বিন্যাস	১৬৮
৬·১·১	সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রক	১৬৯
৬·১·২	সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রক	১৬৯
৬·২	নিয়ন্ত্রকের সাইকেল (কন্ট্রোলার অপারেটিং সাইকেল)	১৭০
৬·৩	চার্জ নিয়ন্ত্রকের ত্রুটিবিচ্যুতি	১৭৩
৬·৪	ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক	১৭৪

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
৬·৫	নিয়ন্ত্রকের কারিগরি বিবরণ (টেকনিক্যাল স্পেসিফেকেশন অব কন্ট্রোলার)	১৭৫
৭·০	গ্রাহক যন্ত্র (লোড)	১৮০
৭·১	সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটর	১৮০
৭·১·১	রেফ্রিজারেটরের কার্য প্রণালী	১৮২
৮·০	সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন	১৯৩
৮·১	সৌর প্যানেলের সাইজ নির্ধারণ	১৯৩
৮·১·১	গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা নির্ণয়	১৯৪
৮·১·২	গ্রাহক যন্ত্র এবং ব্যাটারী সংযোগকারী তারে অপচয় নির্ণয়	১৯৬
৮·১·৩	ব্যাটারীতে অপচয় নির্ণয়	১৯৬
৮·১·৪	প্যানেল এবং ব্যাটারীর সংযোগকারী তারে অপচয় নির্ণয়	১৯৭
৮·১·৫	প্যানেলকে যে ওয়াট ঘন্টা সরবরাহ করতে হবে তা নির্ণয়	১৯৮
৮·১·৬	সৌর প্যানেলের প্রকৃত শক্তি নির্ণয়।	১৯৮
৮·১·৭	প্যানেলের সংখ্যা নির্ণয়	১৯৯
৮·২	ব্যাটারীর সাইজ নির্ণয়	২০০
৮·৩	ডিজাইনের ছক	২০৫
৮·৩·১	গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন	২০৫

অধ্যায়	বিষয়	পৃষ্ঠা
৮·৩·২	প্যানেলের ওয়াট ঘন্টা/দিন	২০৬
৮·৩·৩	যে প্যানেল স্থাপন করতে হবে সেই প্যানেলের প্রতিটির ওয়াট ঘন্টা/দিন	২০৬
৮·৩·৪	প্যানেলেরসংখ্যা	২০৬
৮·৩·৫	ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা	২০৭
৮·৪	সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার নক্সা	২০৭
৮·৪·১	সরল নক্সা	২০৮
৮·৪·২	সাহায্যকারী ব্যাটারীসহ নক্সা	২০৯
৮·৪·৩	সাহায্যকারী ব্যাটারী, অতিরিক্ত নিয়ন্ত্রক এবং ইনভার্টার সহ নক্সা	২১১
৯·০	পরীক্ষা পর্ব	২১৫
৯·৯	উত্তর	২১৯
	সহায়ক বইয়ের তালিকা	২২৪

Goto List >

১

শক্তি ও সমস্যা

www.banglainternet.com

Goto List >

১.০ শক্তি (এনার্জি) ও সমস্যা

১.১ শক্তির সমস্যা

আগামী শতাব্দীতে যে সমস্ত সমস্যা আমাদেরকে সমাধা করতে হবে, তার মূল নিহিত রয়েছে বিশ্ব জনসংখ্যার বিস্ফোরণে। বিশ্বের সীমিত সম্পদ আমাদের চাহিদা মেটাতে এখনই অপারক, ভবিষ্যতের কথা বাদ থাকলো। বর্তমান শতাব্দীর শুরুতে বিশ্ব জনসংখ্যা ছিল প্রায় ১৬০ কোটি, বর্তমানে ৫০০ কোটি এবং আগামী ত্রিশ বছরে সম্ভবত এ সংখ্যা দ্বিগুণ হবে। এই হারে জনসংখ্যা বাড়তে থাকলে আগামী শতাব্দীর কয়েক দশকের মধ্যেই বিশ্ব জনসংখ্যা ১০০০ কোটি ছাড়িয়ে যাবে।

এই মুহূর্তে অন্যান্য সমস্যার কথা বাদ দিয়ে শুধু ভাবা যাক, এই বিশাল জনসমুদ্রের খাদ্যের যোগান বিশ্ব দেবে কোথেকে?

বিশ্বব্যাপী অত্যাধুনিক চাষাবাদ পদ্ধতির প্রয়োগে পর্যাপ্ত খাদ্য যোগানো সম্ভব। চাষাবাদ প্রযুক্তির ভবিষ্যৎ অগ্রগতির দ্বারা আরো অধিক জনসমুদ্রের খাদ্যের যোগান দেওয়া সম্ভব।

আগামী শতাব্দীতে এত মানুষ বাস করবে কোথায়? দূরদৃষ্টি সম্পন্ন নগর পরিকল্পনাবিদরা বিশ্বাস করেন, সমাজ জীবন সম্পূর্ণভাবে নগর ভিত্তিক হবে। প্রতিটি বিশাল নগরী একে অপরের সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে, দেশ দেশের সঙ্গে সংযুক্ত হয়ে একটি বিশাল "বিশ্বনগরী"তে পরিবর্তিত হবে। উপকূল অঞ্চলের উন্নয়ন সর্বাধিক দ্রুত গতিতে সম্পন্ন হবে। বিচ্ছিন্ন ক্ষুদ্র শহর, প্রত্যন্ত গ্রামাঞ্চল এবং অব্যবহৃত জমি নিঃশেষ হয়ে যাবে। প্রত্যন্ত অভ্যন্তরীণ গ্রামাঞ্চল নগরীর জনসমষ্টির ব্যাপক চাষাবাদ বা পানির আধার হিসেবে ব্যবহৃত হবে।

নগরীর দালান কোঠা বর্তমানে আকাশচুম্বী টাওয়ারগুলোর মতনই হবে। সেগুলো মূলতঃ একই উপাদানে তৈরী হবেঃ কংক্রিট ও কাঁচ। মূল পার্থক্য হবে এই যে,

www.banglainternet.com

Goto List >

দালানের উচ্চতা বর্তমান কালের টাওয়ারের উচ্চতারও অধিক হবে। বর্তমানে বিশ্বের সর্বোচ্চ অট্টালিকার উচ্চতা ১৮১৬ ফুট (টরেন্টোতে কানাডার ন্যাশনাল টাওয়ার), আর ভবিষ্যৎ শতাব্দীর আকাশচুম্বী অট্টালিকার উচ্চতা হবে ১·২৫ থেকে ২ মাইল। স্থপতিদের মতে, আজকালকার প্রযুক্তি দিয়েই এ ধরনের অট্টালিকা দাঁড় করানো সম্ভব। এ ধরণের ২ মাইল উঁচু একটি দালান, মেঘের মাঝে মাথা উঁচু করে দাঁড়িয়ে সহজেই তার ভেতরে পঁচিশ হাজার লোকের বসবাসের সুব্যবস্থা করে দেবে।

"বিশ্বনগরী"তে ধাতুর ব্যবহার খুবই সীমিত হয়ে আসবে, কারণ আগামী শতাব্দীর ভেতরে অনেক ধাতুর খনিই শেষ হয়ে যাবে। স্বর্ণ, প্লাটিনাম, রূপা, ইউরেনিয়াম, সীসা ও তামা নিশ্চিহ্ন হয়ে যাবে। সৌভাগ্যবশত এলুমিনিয়াম আরো এক শতাব্দী ব্যাপক পাওয়া যাবে এবং লোহা আরো দীর্ঘকাল পাওয়া যাবে। এটা খুবই সুখের কথা যে এই দুটো ধাতু আমাদের জন্য সব চেয়ে গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এ দুটোই আমাদের মূল কাঠামোর ধাতু, যার উপর সভ্যতা নির্ভরশীল। ধাতুজাত দ্রব্যাদির "রিসাইক্লিং" শিল্প আন্তর্জাতিক এবং জাতীয় গুরুত্বের শিল্প হয়ে দাড়াবে। কিন্তু *শক্তির "রিসাইক্লিং" সম্ভবপর নয়।* বর্তমানে বিশ্ব চারটি প্রধান উৎস থেকে শক্তি সংগ্রহ করেঃ তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস, কয়লা এবং ইউরেনিয়াম। অর্ধশতাব্দীরও কম সময়ের ভেতরে তৈল এবং প্রাকৃতিক গ্যাসের মজুদ শুন্য হয়ে যাবে এবং ইউরেনিয়াম (পারমাণবিক সংযোজন বা নিউক্লিয়ার ফিউশনের জন্য) হবে দুস্প্রাপ্য। সৌভাগ্যের কথা যে, কয়লা আরো এক শতাব্দী বা তারও বেশী সময় পর্যন্ত টিকে থাকতে পারে। তৈল এবং গ্যাসের তুলনায়, কয়লা জ্বালানী হিসেবে তেমন সুবিধাজনক নয় এবং পরিবেশের দুষণ ঘটায়। কিন্তু কিছু মূল্যের বিনিময়ে কয়লা কে তৈল এবং গ্যাসে রূপান্তর করা সম্ভব।

সমগ্র বিশ্বের শক্তি চাহিদার নগন্য শতাংশ জলবিদ্যুৎ দ্বারা মেটানো হয়। জল বিদ্যুৎ এর মূল উৎস হচ্ছে জল প্রবাহ যা একটি পূণঃনবায়ন যোগ্য সম্পদ। পানির জোয়ার প্রবাহ, হতে জল বিদ্যুৎ সংগ্রহের কিছু স্কীম বর্তমানে চালু রয়েছে। তবে জল বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার মত এলাকার সংখ্যা ভবিষ্যতের জন্য খুবই সীমিত। কিন্তু তৈল পুনঃ নবায়নযোগ্য সম্পদ নয়। অতএব খুব শ্রীঘ্রই বিশ্বকে তৈলের একটি গ্রহণযোগ্য বিকল্প খুঁজে বের করতে হবে, অন্যথায় সমগ্র বিশ্ব একটি ধ্বংসাত্বক শক্তি অনটনের দিকে ধাবিতহবে।

বর্তমানে বিশ্ব যত ধররেন শক্তি ব্যবহার করার কথা ভাবছে বা ব্যবহার করছে, সেগুলোকে দু'টো বৃহৎ ভাগে ভাগ করা যেতে পারেঃ (চিত্র–১)

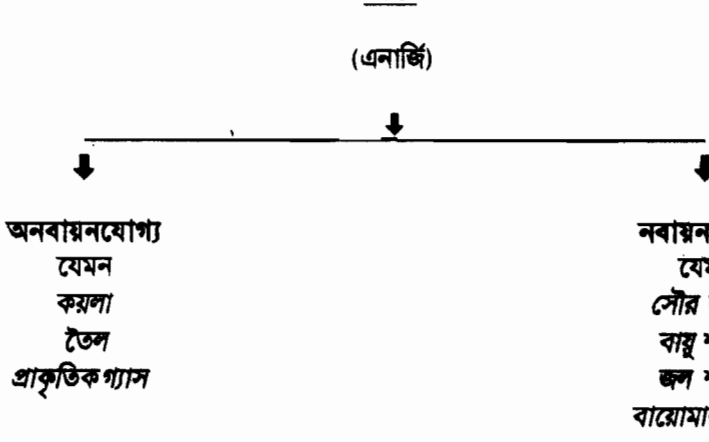
www.banglainternet.com

Goto List >

❒ অনবায়ন যোগ্য শক্তি (নন রিনিউয়েবল এনার্জি)

❒ নবায়ন যোগ্য শক্তি (রিনিউয়েবল এনার্জি)

চিত্র ১ শক্তির শ্রেণীর বিন্যাস



বাস্তবে বিকল্প শক্তি সংগ্রহের সবকটি স্কীমই মূলত সূর্য কেন্দ্রিক। আমরা যে পরিমাণে শক্তি খরচ করে থাকি, সূর্য বায়ু মন্ডলে তার চেয়ে ২০,০০০ গুণ বেশী শক্তি দেয়। সূর্য শুধু পৃথিবীকে উত্তপ্তই করে না, পৃথিবীর আবহাওয়াকেও চালায়, বায়ু এবং তরঙ্গকেও নিয়ন্ত্রণ করে। সূর্য বিশাল একটি শক্তির উৎস, কিন্তু এ শক্তির ব্যাপ্তি বিশাল এলাকা জুড়ে। অতএব, এ শক্তি বৃহৎ মাপে ধারণ করা যাবে কি? অনেকেই মনে করেন উন্নত মানের অত্যাধুনিক উইন্ডমিল হলো এর সমাধান, আবার অনেকেই তরঙ্গ শক্তিকেও এর সমাধান হিসেবে দেখছেন। বর্তমানে "ওটেক" (ইংরেজীতে ও, টি, ই, সি,= ওসেন থারমাল এনার্জি কনভারসন) নামে একটি স্কীম চালু রয়েছে, যার মূল কাজ হচ্ছে ট্রপিকাল সমুদ্র হতে তাপ সংগ্রহ করা। ওটেক প্ল্যান্ট সমুদ্রে ভাসমান অবস্থায় থাকে। সমুদ্রের উপরিভাগের উত্তপ্ত পানি এবং গভীর নিম্নভাগের পানির তাপমাত্রার পার্থক্য দ্বারা ওটেক প্ল্যান্ট হিট ইঞ্জিন চালিয়ে শক্তির যোগান দেয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

এছাড়া ও *সৌর টাওয়ার* সূর্যোজ্জ্বল আবহাওয়ায় স্থানগুলোর জন্য অতি উত্তম। সৌর টাওয়ারে সারি সারি আয়না বসানো থাকে। আয়নার সাহায্যে সূর্যের তাপ টাওয়ারের চূড়ায় অবস্থিত বয়লারে কেন্দ্রীভূত করা হয়। তাপে তৈরী বাষ্প বয়লার থেকে নিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। এর চেয়েও বৃহদাকার এবং উন্নত একটি স্কীম দ্বারা মহাশূন্য হতে সৌর শক্তি সংগ্রহের প্রচেষ্টা চালানো হচ্ছে। বিশালাকৃতির সৌর রিফ্লেকটার মহাশূন্যে স্থাপন করে মাইক্রো ওয়েভের মাধ্যমে পৃথিবীতে সৌর শক্তি প্রেরণ করা এই স্কীমের মূল উদ্দেশ্য।

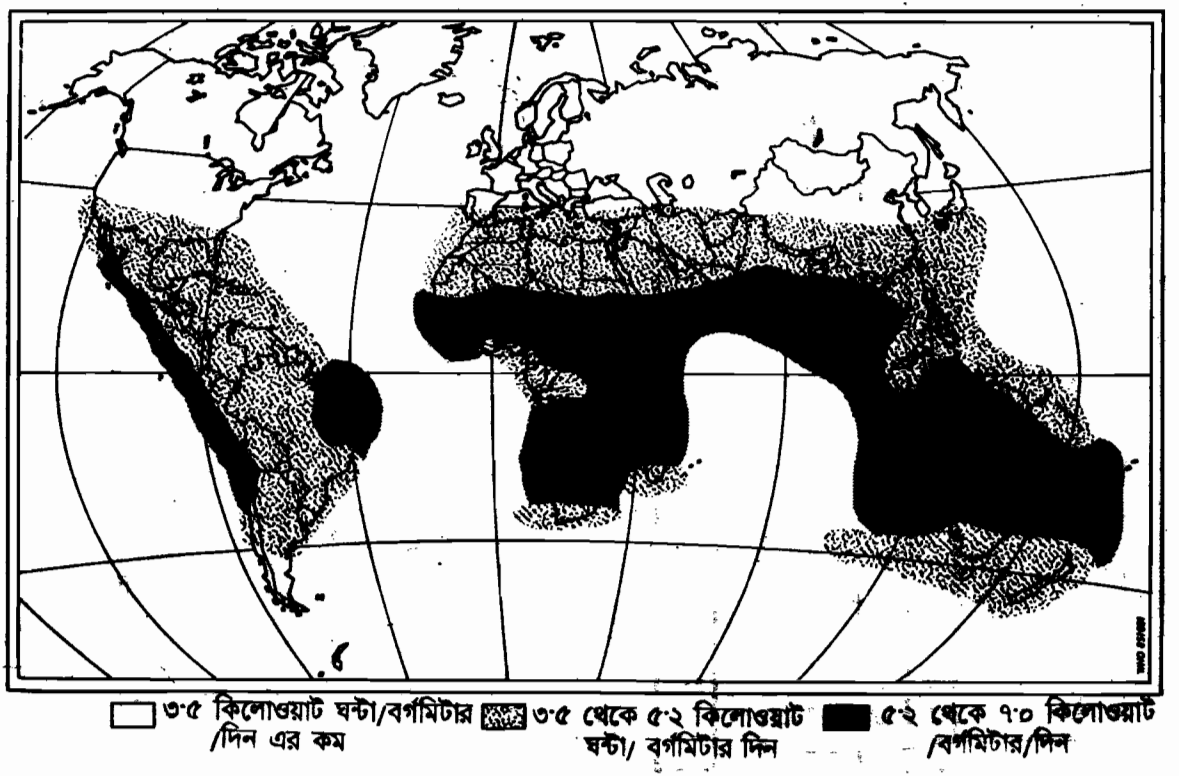
সব মতবাদের প্রবক্তাদের প্রতি যথাযথ সম্মান রেখে বলতে হয় যে, বিশ্বব্যাপী শক্তির যে শূন্যতা দেখা দিয়েছে, তা শুধু মাত্র সৌর শক্তি দিয়ে পূরণ করা সম্ভব নয়। প্রচলিত পারমাণবিক শক্তির ব্যাপক ও উন্নততর ব্যবহারের মাধ্যমেও এটি সম্ভব নয়। অতএব, এই বিশ্বের মূল শক্তির যে উৎস, সেখান থেকে আমাদেরকে শক্তি আহরণ করতে হবে। আর মূল শক্তির উৎস হচ্ছেঃ হিলিয়ামের ভেতর হাইড্রোজেন এর ফিউশন। নিউক্লিয়ার-ফিউশন প্রযুক্তি নিয়ে পরীক্ষা নিরীক্ষার অনেক অগ্রগতি হয়েছে, এবং আগামী শতাব্দীতে মোড় নেবার পূর্বেই ফিউশন রিয়্যাকটরের রীতিমত প্রচলন ঘটবে। রাশিয়া পরিকল্পিত '*টেকোমাক*' এ ধরনেরই একটি রিঅ্যাক্টর। টেকোম্যাকে অতি উচ্চক্ষমতা সম্পন্ন চুম্বক দ্বারা, নিয়ন্ত্রিত পদ্ধতিতে পারমাণবিক ফিউশন ঘটানো সম্ভব। '*শিভা*' ও এধরণের একটি যন্ত্র এবং এতে পারমাণবিক ফিউশন ঘটানোর জন্য অতি উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন লেজার রশ্মি ব্যবহার করা হয়। টোকামাক বা শিভার মত যন্ত্রকে যদি কাজে লাগানো যায়, তাহলে নিশ্চিত ভাবে বলা যায় যে, মানব জাতির শক্তি সংগ্রহের সমস্যার সমাধান ঘটে যাবে। কারণ হাইড্রোজেন জ্বালানী সমুদ্র থেকে অতি সহজেই সংগ্রহ করা সম্ভব।

১.২ বাংলাদেশঃ সৌর শক্তির নীলা ভূমি

পৃথিবী হতে ৯৩,০০০,০০০(তিরানব্বই মিলিয়ন) মাইল দূরে অবস্থিত, পৃথিবীর চেয়ে ১,০০০,০০০ (এক মিলিয়ন)গুণ বৃহদাকৃতির ৩৫,০০০,০০০ (পঁয়ত্রিশ মিলিয়ন) সেলসিয়াস তাপমাত্রাধারী এই "গোলক" শক্তির একটি অফুরন্ত ও নবায়ন যোগ্য সার্বজনীন উৎস। সৌর শক্তির ব্যবহারের প্রচেষ্টার নজীর আর্কিমিডিসের (জন্মঃ খ্রীঃ পূর্ব ২৮২, মৃত্যু খ্রীঃ পূর্ব ২০৭) সময় কালেও পাওয়া যায়। তবে প্রকৃত অর্থে সৌর শক্তি নিয়ে বিশ্বব্যাপী গবেষণা বৈজ্ঞানিক গুরুত্বলাভ করে সত্তুর এর দশকে, যখন তেল উৎপন্নকারী দেশগুলো সমস্বরে বিশ্ব বাজারে তেলের মূল্য হাকিয়ে সবাইকে জিম্মি বানায়। সূর্য সার্বজনীন হলেও বিশ্বের প্রতিটি স্থানই সূর্যকে সমানভাবে পায় না, ০° থেকে ৪৫° ডিগ্রী অক্ষাংশে অবস্থিত দেশগুলোই সূর্যের বিকিরণ সর্বোচ্চ হারে পেয়ে থাকে। (চিত্র ২)

www.banglainternet.com

চিত্র ২ সৌর বিকিরণের বিশ্বব্যাপী বিতরণ



দ্রষ্টব্যঃ যে মসে সর্বনিম্ন বিকিরণ পাওয়া যায়, সে মাসের তথ্যের ভিত্তিতে তৈরী মানচিত্র

www.banglainternet.com

Goto List >

Goto List >

খুবই সৌভাগ্যের ব্যাপার যে, বাংলাদেশের ভৌগলিক অবস্থান বাংলাদেশ কে সারা বছর অফুরন্ত ভাবে ন্যূনতম ৩·৫ থেকে ৫·২ কিলোওয়াট ঘন্টা/ বর্গমিটার/দিন সৌর বিকিরণ নিশ্চিত করে। বিনামূল্যে প্রাপ্ত এই সৌভাগ্যের চাবিকাঠিকে দেশে কাজে লাগানোর প্রয়োজন আছে কি? থেকে থাকলে কোথায়, কিভাবে কাজে লাগাতে হবে?

টেবিল ১ মাথাপিছু শক্তির যোগান, কিলোওয়াট ঘন্টা।

দেশের নাম	মাথাপিছু শক্তির যোগান, কিলোওয়াট ঘন্টা।
বাংলাদেশ	৫৪
মালদ্বীপ	৬৫
শ্রীলংকা	১৬৫
ভারত	২৭২
পাকিস্থান	৩১৯

উৎসঃ দি বাংলা দেশ অবজারভার, অক্টোবর ২০, ১৯৯১ ইং "১৯৯২ দি ইয়ার অব প্রোডাকটিভিটি", সম্পাদকীয়।

টেবিল ১ থেকে দেখা যাচ্ছে যে বাংলাদেশে মাথাপিছু শক্তির জোগান মাত্র ৫৪ কিলোওয়াট ঘন্টা। নিঃসন্দেহে প্রতিবেশী দেশগুলোর তুলনায় বাংলাদেশের শক্তির যোগান অনেক কম, যার ফলে আমাদের সার্বিক উৎপাদনশীলতা অনেক নীচু। আরো খারাপ ব্যাপার এই যে, দেশ ব্যাপী শক্তির চাহিদাও ক্রমাগতভাবে বেড়েই চলেছে। এক বৃহত্তর ঢাকাতেই প্রতিবছর শতকরা ১৩ ভাগ হারে বিদ্যুতের চাহিদা বেড়ে চলেছে। অপরদিকে উৎপাদন বৃদ্ধির কোনো সুচিন্তিত পরিকল্পনা নেই।

অতএব, শক্তির যোগান আমাদেরকে বাড়াতেই হবে। বিকল্প শক্তির ব্যবহার এক্ষেত্রে একটি উল্লেখযোগ্য স্থান পেতে পারে। এ দেশে প্রতিদিন ২ হাজার টন ডিজেল, ১৬ শত টন কেরোসিন, ২২০ টন পেট্রোল ও ৫০ টন অকটেন ব্যবহার করা হয়। দেশে প্রতি বছর প্রায় ২০ লাখ টন তেল আমদানী করতে হয়। এর মধ্য ১০ লাখ টন পরিশোধিত এবং বাকী ১০ লাখ টন অপরিশোধিত। তৈল আমদানী খাতে সরকারের প্রতি বছর ব্যয় হয় প্রায় ১৪০০ কোটি টাকা। তরল এই সম্পদের উপর নির্ভরশীলতা

www.banglainternet.com

Goto List >

কমাতে হলে, বিকল্প শক্তির চাবিকাঠি আমাদেরকে নাড়তেই হবে। কি ধরনের বিকল্প শক্তি, কি পরিমাণে ব্যবহার করা উচিত, তা দেশের শক্তি পরিকল্পনাবিদদেরই বিবেচ্য বিষয়। তবে নির্দ্বিধায় এটুকু বলা যায় যে, পৃথিবীর বিত্তশালী বা দরিদ্র অন্যান্য দেশ যে ধরনের ক্ষেত্রে সৌর শক্তিকে ব্যবহার করছে, সে সমস্ত ক্ষেত্রে আমরাও সৌর শক্তি প্রয়োগ করতে পারি। সৌর শক্তির ব্যবহার বাস্তবে অবাধ। টেলিযোগাযোগ, চিকিৎসা, ক্ষেতে খামারে সেচের পানি সরবরাহ, বাসা বাড়ীর বিদ্যুতায়ন, রাস্তা ঘাটের আলোর আয়োজন— প্রতিটি ক্ষেত্রেই বর্তমানে সৌর শক্তি সাফল্যের সঙ্গে প্রয়োগ করা সম্ভব।

আমাদের দেশে বর্তমানে শক্তির অপব্যবহার নিয়ে বেশ তোড়জোড় চলছে, এমনকি মঙ্গলকামী আন্তর্জাতিক দাতা সংস্থাগুলো শক্তির অপব্যবহার এবং শক্তির খরচ হ্রাস করার উদ্দেশ্যে কলকারখানার যন্ত্রপাতির শক্তির দক্ষতা উন্নীতকরণের জন্য সাহায্যের হাত বাড়িয়েছে। পরিতাপের বিষয় এই যে, সৌর শক্তি প্রয়োগের ব্যাপারে গুটি কয়েক ক্ষুদ্র উদ্যোগ ছাড়া ব্যাপক হারে প্রয়োগের কোনো পরিকল্পনার আভাস এখনো আমাদের দেশে দেখা যায় নি। সৌর শক্তি আমাদের দেশে এখনো শিক্ষামূলক "এনার্জি পার্ক" সেমিনার, ও সিমপোজিয়ামেই সীমাবদ্ধ। বাংলাদেশে বর্তমানে (১৯৯১ নভেম্বর) কমপক্ষে ৩৬টি উপজেলা স্বাস্থ্য প্রকল্প রয়েছে যেখানে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই। কোনো কোনো জায়গায় বিদ্যুৎ থেকে থাকলেও তার উপর নির্ভরশীলতা আশাপ্রদ নয়। এগুলোর সবক'টাই যে আগামী ৫–৭ বছরের ভেতর গ্রিড বিদ্যুৎ ব্যবস্থার আওতায় চলে আসবে, তারও নিশ্চয়তা নেই। এ সমস্ত স্বাস্থ্য প্রকল্পের সেবার মান বাড়াতে হলে নিঃসন্দেহে সৌর শক্তির আয়োজন অতি প্রয়োজনীয়।

অতএব স্পষ্টভাবে আমাদের অনুধাবন করা উচিত যে, গতানুগতিক শক্তির উৎপাদন এবং শক্তির অপচয় রোধ করাই শক্তি খাতের শুধু মাত্র উদ্দেশ্য নয়, সাথে সাথে শক্তি খাতে লাগসই প্রযুক্তি প্রয়োগ করে লক্ষ লক্ষ শিশু ও মা এবং জনগোষ্ঠীর স্বাস্থ্যের নিশ্চয়তা প্রদান করাও শক্তি খাতের একটি উদ্দেশ্য হতে পারে। এতো গেলো স্বাস্থ্য খাতে সৌরশক্তির সম্ভাবনার কথা। লাগসই প্রযুক্তি প্রতিটি খাতে ব্যবহারের জন্য আমাদের সবাইকে উদ্যোগী হতে হবে, অবশ্যই শক্তি পরিকল্পনাবিদরাই হবেন এর উদ্যোক্তা ও পথিকৃৎ।

www.banglainternet.com

Goto List >

সৌরশক্তির জগতে সমসাময়িক অগ্রগতির উপর ভিত্তি করে, স্থানীয় দৈনিকে প্রকাশিত তিনটি তথ্যমূলক নিবন্ধ পাঠকদের কাছে সুখপাঠ্য হতে পারে। নিবন্ধ তিনটি নীচে উদ্ধৃত করা হলো। সৌজন্যে আজকের কাগজ

সৌর গাড়ী

সিডনীতে অবস্থিত নিউ সাউথ ওয়েলস ইউনিভার্সিটির প্রফেসর মার্টিন গ্রীন আবিষ্কার করেছেন এক ধরনের সৌর কোষ যা ব্যাটারীর মতো কাজ করে। এই সৌর কোষ তৈরি করা হয়েছে সিলিকন দিয়ে গড়া স্বচ্ছ টিক পাতের সমন্বয়ে। এই পাতের মসৃণ তল একটি কৃত্রিম লেসারের সঙ্গে সংযুক্ত। এই কোষের মূল শক্তি আসে সূর্য থেকে, সুতরাং এই কোষীয় ব্যাটারীর শক্তি নির্ভর করে, এটি কতো পরিমাণ সূর্যালোক গ্রহণ করতে পারে। প্রাথমিক অবস্থায় এ কোষগুলো অযান্ত্রিক উপায়ে তৈরি করা হতো। কিন্তু বর্তমানে যান্ত্রিক উপায়ে তৈরি সরু খাঁজওয়ালা লেসার প্রযুক্তির কোষ তুলনামূলকভাবে অধিক শক্তিশালী। বাণিজ্যিকভাবে এই কোষ উৎপাদনের জন্য স্পেনে নতুন একটি কারখানা তৈরির কাজ হাত দেয়া হয়েছে। পরীক্ষামূলকভাবে এই নব উদ্ভাবিত কোষীয় ব্যাটারীর সাহায্যে গাড়ী চালানো হচ্ছে। পরিষ্কার আকাশের নীচে এই সৌরগাড়ী সূর্যালোক থেকে ১ হতে ১৬ কিলোওয়াট বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করতে সক্ষম।

প্রতিটি সৌরগাড়ীতে রয়েছে একটি ক্ষুদ্র এসিড ব্যাটারী। একটি কম্পিউটার সূর্যালোক থেকে শক্তি উৎপাদনের সমস্ত প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে। গাড়ীর যন্ত্রাংশ পরিচালনা করে এই কম্পিউটারটি। সৌরগাড়ী তার তত্ত্বীয় সীমাবদ্ধতা পেরিয়ে এসে ক্রমে বাণিজ্যিক ক্ষেত্রে প্রসার লাভ করছে। জাপানের প্রযুক্তিবিদরা উদ্ভাবন করেছেন হাল্কা নতুন একটি ব্যাটারী যা দুটো সমান্তরাল ধাতব খন্ডে বিদ্যুৎ ধরে রাখতে সক্ষম। সৌরগাড়ীতে এ ব্যাটারী সংযোজনের চেষ্টা চলছে। ক্যাপাসিটার যুক্ত এই ব্যাটারী মাত্র ৩০ সেকেন্ডের মধ্যে চার্জ করা সম্ভব এবং খুব অল্প আলোতে এটা চার্জ দেয়া যায়।

নতুন আবিষ্কৃত এই ব্যাটারীর মূল উপাদান হচ্ছে সক্রিয় কার্বণ এবং সালফিউরিক এসিড। এর দ্বারা পরিবেশর দূষণের সম্ভাবনা প্রায় নেই বললে চলে।

www.banglainternet.com

Goto List >

গতির ক্ষেত্রে এখনো প্রাঞ্জলতা না এলেও বিভিন্ন কোম্পানী নির্মিত এক সৌরগাড়ী প্রতিযোগিতায় দেখা যায়, প্রথম স্থান অর্জনকারী গাড়ীটি ৩০০৭ কিলোমিটার পাড়ি দিয়ে ছিলো। এর গতি ছিল ঘন্টায় ৬৫ কিলোমিটার।

গবেষকদের মতে, অচিরেই এর গতি বহুলাংশে বাড়ানো সম্ভব হবে। পরিবেশ দূষণের যুগে সৌরগাড়ী বিশ্বকে আশার আলো দেখাচ্ছে।

সৌর সভ্যতা

আর মাত্র কয়েক দশকের মধ্যেই মরুভূমিগুলো ঢেকে যাবে চকচকে সোলার প্যানেলে। আর সেখান থেকে পূরণ করা যাবে পৃথিবীর জ্বালানী চাহিদার অধিকাংশ। অন্ততঃ ইয়ুকিনোরি কুওয়ানো এমনই স্বপ্ন দেখেন। শুধু স্বপ্ন দেখে ক্ষান্ত হন না তিনি। স্বপ্নকে বাস্তবায়ন করার লক্ষ্যে তাঁর কোম্পানি, সানিও ইলেকট্রিক হয়ে উঠেছে সোলার সেল বা সৌরকোষের প্রধান উৎপাদক।

সানিওর গবেষণা আর উন্নয়নের জেনারেল ম্যানেজার কুওয়ানোর কথামতে, ২০০০ হাজার সালের মধ্যে পৃথিবীর শক্তি চাহিদা পূরণ করা যাবে মোট মরুভূমি অঞ্চলের মাত্র ৪ শতাংশ জায়গায় (অর্থাৎ ৮৩৬৬ বর্গ কিলোমিটার) সোলার প্যানেল বসিয়ে। আর এই উৎপাদিত শক্তিকে অপেক্ষাকৃত সূর্যহীন জায়গাগুলোতে নিয়ে যাবে সুপার কন্ডাক্টিং কেবল।

'এটা করা খুবই সম্ভব'– বলেন কুওয়ানো। যদিও অন্যান্য বিশেষজ্ঞরা মনে করেন যে, একটি মাত্র শক্তির উৎসের উপর নির্ভর করাটা ঠিক নয়। বিশেষ করে সেটা যদি হয় সোলার প্যানেলের মতো অতি উচ্চমূল্যের ব্যবস্থা। কুওয়ানো তাঁর জীবনের অনেকগুলো বছর কাটিয়েছেন সানিওর ল্যাবরেটরীতে নিজের প্রকল্পের জন্যে কাজ করে। কেটে গেছে রাতের পর রাত, খরচ হয়েছে নিয়মিত গবেষণা বাজেট থেকে বহু কষ্টে বাঁচানো অর্থ। কিন্তু তাঁর প্রথম স্বপ্নটির বাস্তবায়ন এখনো হয়নি। তিনি চেয়েছিলেন এখনকার কম্পিউটার চিপের চাইতে অনেক সস্তা চিপ তৈরি করতে – অ্যামারফস সিলিকন থেকে।

কুওয়ানোর গবেষণার প্রথম ফল এসেছিল ১৯৭৩–এ, যখন বিশ্ব জুড়ে শুরু হয়েছিল তেল সংকট। তিনি নিজের অভিজ্ঞতাকে কাজে লাগিয়ে শুরু করেছিলেন সৌর কোষ তৈরি। তাঁর ফলে সানিও হয়ে উঠলো অ্যামোরফস সিলিকন থেকে

www.banglainternet.com

Goto List >

সৌরকোষ প্রস্তুতকারীর প্রথম কোম্পানী। এখন এ ধরণের উৎপাদনে সানিওই বিশ্বের সেরা। উল্লেখ করা যায়, এ ধরনের সৌরকোষ ব্যবহৃত হয় ক্যালকুলেটর, ঘড়িইত্যাদিতে।

এমন এক দুনিয়ার স্বপ্ন দেখেন কুওয়ানো, যেখানে একটি আন্তর্জাতিক গ্রিডের সঙ্গে যুক্ত থাকবে সোলার সেলের একটি বিশাল সমাহার। সেগুলো থাকবে পৃথিবীর আলোকিত দিকটায়, আর সেখান থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হবে অন্ধকার জায়গাগুলোতে। তাঁর কথায় এ রকম একটা ব্যবস্থা সমাধান করবে পেট্রোলিয়ামের সমস্যাকে এবং নাটকীয়ভাবে কমিয়ে আনবে পরিবেশের দূষণ, এসিড বৃষ্টি এবং বিশ্বজোড়া উত্তাপ বৃদ্ধির হার।

তাঁর হিসাব অনুযায়ী , ২০০০ সালের মধ্যে ৮৩৬৬ বর্গ কিলোমিটার সোলার সেল স্থাপন করলে, তার থেকে ৩৬৫ বিলিয়ন গ্যালন তেলের সমান শক্তি উৎপাদন করা যাবে। সারা পৃথিবীতে তেল, কয়লা, জলবিদ্যুৎ আর অন্যান্য প্রাথমিক শক্তি উৎপাদন ব্যবস্থা থেকে ঠিক এ পরিমাণ শক্তি উৎপাদিত হয়।

'সিটিজেন্স নিউক্লিয়ার ইনফরমেশন' সেন্টারের প্রধান জিনজাব্যুরো তাকাগি গবেষণা করছেন পারমাণবিক ও অন্যান্য বিকল্প শক্তির উৎস নিয়ে। তাঁর মতে, কোন সন্দেহ নেই যে শেষ পর্যন্ত পৃথিবীর বিদ্যুৎ সরবরাহে সোলার সেল একটি বিশাল ভূমিকা পালন করবে।

সৌর শক্তির পথে প্রধান বাধাটি অর্থনৈতিক। যুক্তরাষ্ট্রের শক্তি বিভাগের কলোরাডোতে অবস্থিত ন্যাশনাল রিনিউয়েবল এনার্জি ল্যাবরেটরীর সিনিয়র ইউটিলিটি ইঞ্জিনিয়ার, রজার টেইলর বলেন, 'যেটা সত্যিই একটা গুরুত্বপূর্ণ আর কঠিন ব্যাপার, সেটা হলো সৌরশক্তির খরচকে কমিয়ে আনা।' তিনি উল্লেখ করেন, সৌরশক্তির বর্তমান খরচ অন্যান্য শক্তির তুলনায় পাঁচ গুণ বেশি।

১৫ বছর আগে সৌরশক্তিজাত বিদ্যুতের প্রতি ওয়াটের দাম পড়তো ২০০ ডলার, এখন পড়ে ৫ ডলার, কুওয়ানোর আশা, এই হার বজায় থাকলে ২০১৫ সালে সৌরবিদ্যুতের প্রতি ওয়াটের দাম ৫০ সেন্টে নেমে যাবে। তার ফলে বিদ্যুৎ উৎপাদনের অন্যান্য উৎসগুলোর সঙ্গে সৌরশক্তিও পাল্লা দেবে সমান তালে। সোলার সেল থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদনের এখনকার মোট পরিমাণ মাত্র ৪৬৫ মেগাওয়াট, অর্থাৎ ছোট্ট একটি বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের সমান। ১৬৮

www.banglainternet.com

Goto List >

মেঘাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন করে জাপান সৌরশক্তির শীর্ষে রয়েছে। অর্থাৎ তারা বিশ্বের সর্বমোট সৌর শক্তির ৩৬ শতাংশ উৎপাদন করে। ১৪·৮ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন করে দ্বিতীয় স্থানে রয়েছে যুক্তরাষ্ট্র জাপানী উৎপাদকদের মধ্যে বৃহত্তম হলো সানিও, তারা জাপানের ৩০ শতাংশ সৌর বিদ্যুৎ তৈরি করে। ২৭ শতাংশ উৎপাদন করে কিয়োজেরা কর্পোরেশন দ্বিতীয় স্থানে রয়েছে।।

কর্মকর্তারা আর বিশেষজ্ঞরা বলেন, উৎপাদন মাত্রার উপর সৌরশক্তির দাম নির্ভরশীল। সেকারণেই জাপানী উৎপাদকরা ইতিমধ্যেই এটাকে বাণিজ্যিকভাবে বাজারজাতকরণের প্রচার শুরু করেছেন। সানিও কোম্পানী সৌরকোষের তৈরি ছাদের টালি এবং সৌরকোষের তৈরি গাড়ীর সানরুফ ইতিমধ্যে বাজারজাত করেছে। তাদের মত এই যে, যাবতীয় সৌরশক্তিচালিত পণ্যের মধ্যে বর্তমানে সবচেয়ে জনপ্রিয় হয়েছে সোলার এয়ারকন্ডিশনার । একটি সৌর এয়ারকন্ডিশনারের বর্তমান বাজার দর ১১,৫০০ ডলার হওয়া সত্ত্বেও ইতিমধ্যে কয়েক হাজার এয়ারকন্ডিশনার বিক্রি হয়ে গেছে। আগামী বছর এর দাম নেমে আসবে ৩,৮০০ ডলারে।

সৌরশক্তি

সৌরশক্তি ১৮৯৯–এ ফরাসি বিজ্ঞানী বেকারেল আলোর সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপাদন করেন। এই পদ্ধতিকে পরবর্তীকালে ফটোভোল্টেইক নাম দেয়া হয়। সূর্যের আলোক শক্তিকে সরাসরি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করার জন্য ব্যবহার করা হয় এই পদ্ধতি।

সৌর কোষের মূল উপাদান হচ্ছে সিলিকন। পৃথিবীতে পর্যাপ্ত পরিমাণে যে বালুকারাশি রয়েছে তা হচ্ছে সিলিকন ডাই–অক্সাইড। এই বালিকে পরিশোধন করে বিশুদ্ধ সিলিকন নিষ্কাশন করা হয়। সিলিকনে মেশানো হয় একাধিক খাদ, যার অন্যতম হলো বোরোণ। সূর্যের আলোর স্পর্শে সিলিকন ইলেক্ট্রন ছেড়ে দেয়, আর বোরোণ সে ইলেকট্রন গ্রহণ করে। খাদ মেশানো সিলিকনের পাতের সঙ্গে বর্তনী (সার্কিট) যোগ করলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।

বর্তমান পৃথিবীতে যেভাবে প্রকৃতিক জ্বালানি ক্রমশ নিঃশেষ হয়ে যাচ্ছে সেখানে সৌরশক্তি নতুন সম্ভাবনা নিয়ে এসেছে। পারমাণবিক শক্তি ব্যবহারের ব্যয়,

www.banglainternet.com

Goto List >

যান্ত্রিক জটিলতা, বর্জ্য ইত্যাদি সমস্যা সৌরশক্তির ক্ষেত্রে নেই। এর ব্যয়ভার যেমন কম, অন্যান্য সুবিধাদিও অনেক। যেমন যে কোন অঞ্চলে এই শক্তি ব্যবহার করা যায়; তা ছাড়া সূর্যের আলোর সাহায্যে এ শক্তি উৎপন্ন হয় বলে এর ব্যবহার অফুরন্ত। অধিকন্তু এ শক্তি ব্যবহারের ফলে পরিবেশ দূষণের আশঙ্কাও নেই।

অবশ্য সৌরশক্তি ব্যবহারের ক্ষেত্রে কিছু সমস্যা এখনও রয়েছে। যেমন বিশুদ্ধ সিলিকন নিষ্কাশনের জন্যে প্রকৌশলগত অগ্রগতি প্রয়োজন। আর এই নিষ্কাশনের পদ্ধতি বেশ জটিল ও তাছাড়া যতক্ষণ সূর্য আকাশে থাকে ততক্ষণই বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্ভব। অবশ্য দিনের বেলায় সৌরশক্তি সংগ্রহ করে তা রাতের বেলা কিংবা মেঘলা দিনে ব্যবহার করা সম্ভব, তবে সেটিও ব্যয় সাপেক্ষ। বর্তমানে সৌরশক্তি নিয়ে বিজ্ঞানীরা গবেষণা চালিয়ে যাচ্ছেন; এবং আশা করা যায় অদূর ভবিষ্যতে সৌরশক্তি স্বল্প খরচে ও সুবিধাজনকভাবে ব্যাপক হারে ব্যবহার করা সম্ভব হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

২

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা

যেখানে সূর্যের আলো, সেখানেই বিদ্যুৎ

www.banglainternet.com

Goto List >

২.০ সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা (পিভি সিস্টেম)

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা (পিভি সিস্টেম) সূর্যের রশ্মিকে সিলিকন কোষ দ্বারা বিদ্যুতে পরিণত করে এবং এই বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানোর জন্যে ব্যবহৃত হয়ঃ যেমন বাতি জ্বালানো, টেলিভিশন চালানো, পানি উত্তোলন ইত্যাদি। সব ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় কমপক্ষে তিনটি উপাদান রয়েছেঃ

- সৌর শক্তি চালিত বিদ্যুৎ জেনারেটর
- গ্রাহক যন্ত্র, যেটির জন্যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়
- গ্রাহক যন্ত্র ও জেনারেটরের মাঝে সংযোগকারী বৈদ্যুতিক তার।

অনেক ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করার জন্যে ব্যাটারীও অন্তর্ভুক্ত করা হয় যাতে সূর্যের আলোর অভাবে কখনোই বিদ্যুৎ সরবরাহ বিঘ্নিত না হয়, এছাড়াও ব্যাটারীতে যাতে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ প্রবাহিত না হতে পারে অথবা ব্যাটারী থেকে অতিমাত্রায় বিদ্যুৎ বের হয়ে যেতে না পারে সেজন্যে ইলেকট্রনিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাও সংযোজন করা হয়।

ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার চূড়ান্ত ফল হচ্ছে বিদ্যুৎ, অতএব বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী যে কোনো যন্ত্র এই ব্যবস্থা দিয়ে চালানো সম্ভব। একটি যন্ত্রের জন্যে যে ধরনের বিদ্যুৎ প্রয়োজন শুধু সে ধরনেরই বিদ্যুৎ সরবরাহের নিশ্চয়তা ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা দিতে পারলেই আমাদের উদ্দেশ্য বাস্তবায়িত হতে পারে।

ফটোভোল্টায়িক এখন কোনো নতুন প্রযুক্তি নয় এবং বিগত ১২-১৫ বছরে বিভিন্ন ক্ষেত্রে এর সফলতা প্রমাণিত হয়েছে। ফটোভোল্টায়িক বিদ্যুৎ জেনারেটরের অনেক গুনাবলী রয়েছে যার কিছু নিচে দেওয়া হলোঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

নির্ভরশীলতা এবং দীর্ঘ আয়ুকাল: বিদ্যুৎ উৎপাদনকারী এই ব্যবস্থায় কোনো চলমান যন্ত্রাংশ নেই, তাই স্বয়ংক্রিয়ভাবেই বিনা মেরামতেই দীর্ঘকাল কাজ করে। দশ বৎসর পর্যন্ত গ্যারান্টিযুক্ত সৌর প্যানেল অনেক প্রস্তুতকারকই তৈরি করে থাকেন।

সহজেই স্থাপনযোগ্য ও চালানোর উপযোগী: যে কোনো ফটোভোল্টারিক ব্যবস্থা অতি সহজেই স্থাপনযোগ্য কতগুলি অংশের সমাহার এবং ভালো ইলেকট্রিশিয়ান দ্রুত সেগুলো সংযোজন করতে সক্ষম। ব্যবস্থার কার্যপ্রণালী প্রায় পুরোপুরিই স্বয়ংক্রিয়।

ন্যূনতমরক্ষণাবেক্ষণ: রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা খুবই কম। প্রয়োজন অনুযায়ী মোছা-ঝাড়া এবং ব্যাটারীতে ইলেকট্রোলাইট ঢালা ছাড়া তেমন কিছুই করার নেই।

দূষণবিহীন পরিবেশ: ফটোভোল্টায়িক জেনারেটর থেকে কোন প্রকার আওয়াজ, গন্ধ, ধোঁয়া তৈরি হয় না, তাই পরিবেশের দূষন ঘটায় না।

ন্যূনতম চলতি খরচ: কাঁচামাল সূর্যের আলো সহজলভ্য এবং বিনাপয়সায় পাওয়া যায়, অন্যান্য জ্বালানীর মতো এর পরিবহন খরচ নেই, সংরক্ষণের খরচ নেই।

২.১ পানির শক্তি এবং সৌরশক্তির সাদৃশ্য

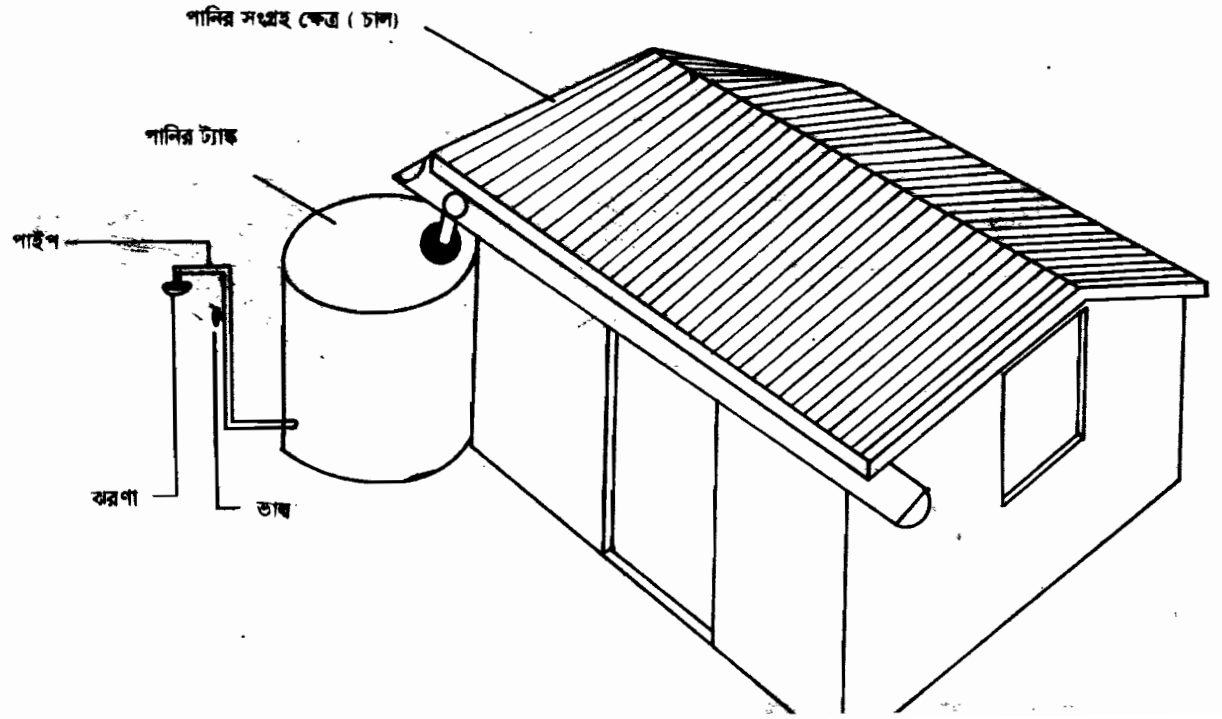
আমাদের দেশে কোন এক কালে বৃষ্টির পানি গৃহস্থালীর কাজের জন্যে সংগ্রহ করা হতো। পাহাড়ী জনবসতির মাঝে এখনো এ প্রথা চালু আছে। সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার সাথে বৃষ্টির পানি সংগ্রহের বেশ কিছু সাদৃশ্য রয়েছে। পানি সংগ্রহের ব্যবস্থায় টিনের ঢালু চাল থেকে পানি গড়িয়ে এসে নির্দিষ্ট জায়গাতে বসানো একটি ট্যাঙ্কে জমা হয়। ট্যাঙ্ক থেকে পাইপের মাধ্যমে পানি কলে বা গোসলের ঝরনাতে প্রবাহিত হয়। এই বৃষ্টির পানি সরবরাহ ব্যবস্থার মূল অংশগুলো হচ্ছেঃ

- ঢেউটিনের চালের সংগ্রহ ক্ষেত্র,
- ট্যাঙ্ক,

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৩ বৃষ্টির পানি সংগ্রহের ব্যবস্থা



www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৪ সৌর শক্তি সংগ্রহের ব্যবস্থা

www.banglainternet.com

Goto List >

- ছাদ থেকে ট্যাঙ্ক এবং ট্যাঙ্ক থেকে কলের মধ্যবর্তী পাইপে বসানো ভালবসমুহ,
- গ্রাহকযন্ত্র যেমন ঝরনা বা কল।

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার মুল অংশগুলো হচ্ছেঃ

- সৌর প্যানেল, সৌরশক্তি সংগ্রহ করার জন্যে
- ব্যাটারী, বিদ্যুৎ জমা করার জন্যে
- চার্জ নিয়ন্ত্রক, প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে এবং ব্যাটারী থেকে যন্ত্রের দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্যে।
- গ্রাহকযন্ত্র, যেমন বাতি, রেফ্রিজারেটর, টিভি ইত্যাদি।

বৃষ্টির পানি সংগ্রহের ব্যবস্থা ও সৌরশক্তি সংগ্রহের ব্যবস্থায় ব্যবহৃত সাদৃশ্যপূর্ণ যন্ত্রের তালিকা নীচের ছকে তুলে ধরা হলোঃ

বৃষ্টির পানি সংগ্রহ ব্যবস্থার অংশ	সৌরশক্তি সংগ্রহ ব্যবস্থার সাদৃশ্যপুর্ণ অংশ
টিনের চাল	সৌর প্যানেল
পানির ট্যাঙ্ক	ব্যাটারী
ভাল্‌ব	নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার)
পাইপ	বৈদ্যুতিক তার
কল/ঝরনা	বাতি/রেফ্রিজারেটর/টেলিভিশন

২.১.১ টিনের চাল এবং সৌর প্যানেলের সাদৃশ্য

বৃষ্টির পানি সংগ্রহ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত প্রতিটি অংশের বিপরীতে ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় একটি করে সাদৃশ্যপুর্ণ অংশ রয়েছে। প্রথম গুরুত্বপূর্ণ সাদৃশ্যপূর্ণ অংশ হচ্ছে–

BanglaBook.org | banglainternet.com

Goto List >

একদিকে টিনের চাল, অপরদিকে সৌর প্যানেল। এদের ধর্মাবলীর মধ্যে বেশ মিল রয়েছে।

ক্ষেত্রফলঃ চালের ক্ষেত্রফল যতো বেশি হবে পানি পরিমাণে ততো বেশি জমা হবে। অনুরূপভাবে সৌর প্যানেল যতো বড় হবে ততো বেশি সৌর শক্তি সংগ্রহ করা যাবে।

প্রাবল্যঃ মুষলধারে বৃষ্টি হলে পানি বেশি হবে, হালকা বৃষ্টিতে অল্প পানি জমবে। তদানুরূপ সূর্য যতো উজ্জ্বল হয়ে উঠবে ততো বেশি সৌরশক্তি সংগ্রহ করা যাবে, ততো বেশী বিদ্যুৎ জমা হবে, আর যদি আকাশ মেঘলা থাকে কম সৌরশক্তি জমা হবে। বৃষ্টি না হলে যেমন পানিও জমবে না, রাত হলে তেমনি সৌরশক্তিও জমবে না।

২.১.২ পানির ট্যাঙ্ক ও ব্যাটারীর সাদৃশ্য

ট্যাঙ্কে যে হারে পানি জমা হয়, গৃহবাসীরা যদি তার চেয়ে কমহারে পানি খরচ করেন, সেক্ষেত্রে পানিতে কোনো একসময় ট্যাঙ্কটি পুরোপুরি ভরে যায়। অনুরূপ যুক্তিতে দেখা যায় যে, সৌর প্যানেল থেকে প্রাপ্ত পূর্ণ বিদ্যুৎশক্তি থেকে যদি অল্প পরিমাণে বিদ্যুৎ খরচ করা হয় সেক্ষেত্রে ব্যাটারীতে বিদ্যুৎশক্তি জমতে থাকে এবং এক সময় পূর্ণভাবে চার্জ হয়ে যায়।

গৃহবাসীরা যদি চাল থেকে পাওয়া পানির পরিমাণকে অগ্রাহ্য করে বেশি পানি খরচ করেন সেক্ষেত্রে ট্যাঙ্কে পানির পরিমাণ কমে যায় এবং এক সময় ট্যাঙ্ক শূন্য হয়ে যায়। সেক্ষেত্রে গৃহবাসীদেরকে বৃষ্টির অপেক্ষায় আবার বসে থাকতে হয়। সৌর প্যানেল থেকে যে হারে বিদ্যুৎ পাওয়া যায় তার থেকে দ্রুত হারে বিদ্যুৎ খরচ করা হলে ব্যাটারীর চার্জ ফুরিয়ে আসতে থাকে এবং এক সময় ব্যাটারী সম্পূর্ণভাবে চার্জ হারিয়ে ফেলে সেক্ষেত্রে সূর্যের আলোর অপেক্ষায় আবার বসে থাকতে হয়, যাতে আবার বিদ্যুৎ ব্যাটারীতে জমা হতে পারে।

২.১.৩ ভাল্ব এবং নিয়ন্ত্রকের সাদৃশ্য

পানির ব্যবহারকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্যে ভাল্ব অপরিহার্য। ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় ব্যাটারী এবং ব্যবহার সামগ্রীর (যেমন বাতি) মাঝে নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্র থাকে এবং এই যন্ত্রকে 'ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক' বলা হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

কিছু কিছু পানির ট্যাঙ্কে পানি প্রবেশের মুখে 'ইনলেট ভাল্ব' বসানো হয় যাতে অতিরিক্ত প্রবাহে পানি উপচে না পড়ে। অনুরূপভাবে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় সৌর প্যানেল এবং ব্যাটারীর মাঝে একটি নিয়ন্ত্রক বসানো থাকে যাতে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ ব্যাটারীতে না যায়, এটিকে 'চার্জ নিয়ন্ত্রক' বলা হয়। প্রায়ই ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক এবং চার্জ নিয়ন্ত্রককে একই বাক্সে স্থাপন করা হয় এবং পুরোটাকেই 'নিয়ন্ত্রক' বলা হয়।

ব্যাটারীকে সম্ভাব্য ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করাই হচ্ছে চার্জ এবং ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকের কাজ। একটি ব্যাটারী অতিমাত্রায় চার্জ পেলে যেমন ক্ষতিগ্রস্ত হয়, অতিরিক্ত ডিসচার্জ হলেও তেমনি ক্ষতিগ্রস্ত হয়। ব্যাটারীতে যাতে সর্বোচ্চ গ্রহণযোগ্য মাত্রার বেশি চার্জ না আসতে পারে সেটি নিশ্চিত করাই চার্জ নিয়ন্ত্রকের কাজ। অপরদিকে নির্দিষ্ট মাত্রার অতিরিক্ত চার্জ যাতে ব্যাটারী থেকে বেরিয়ে যেতে না পারে তা নিশ্চিত করাই ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকের কাজ। চার্জ এবং ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকের মধ্যে ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক বেশি গুরুত্বপূর্ণ। কারণ অতিরিক্ত ডিসচার্জে ব্যাটারীর ক্ষতি সাধারণত অপূরণীয় এবং এতে ব্যাটারী অকেজো হয়ে পড়ে।

২.১.৪ পাইপ এবং তারের সাদৃশ্য

এক জায়গা থেকে অপর জায়গায় পানি নেয়ার জন্যে পাইপের প্রয়োজন। আর বিদ্যুৎ স্থানান্তর করার জন্যে প্রয়োজন তারের। যদিও পানি এবং বিদ্যুৎ একই বস্তু নয়, তবু এদের প্রবাহে বেশ সাদৃশ্য রয়েছে। যেমনঃ

- বড় ব্যাসের পাইপ ছোট ব্যাসের পাইপের চেয়ে সহজতরভাবে পানি প্রবাহিত হতে দেয়, তেমনি মোটা তার চিকন তারের চেয়ে সহজে বিদ্যুৎপ্রবাহিত হতে দেয়।

- পাইপ লাইন যতো লম্বা হবে ব্যাস অপরিবর্তিত রেখে) একই পরিমাণ পানি প্রবাহের জন্যে ততো বেশি পানির চাপের প্রয়োজন হবে। অনুরূপভাবে তারের দৈর্ঘ্য যতো বেশি হবে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্যে ততো বেশি চাপের অর্থাৎ 'ভোল্টেজের' প্রয়োজন হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

- পাইপের সংযোগ যদি সঠিক এবং নিশ্ছিদ্র না হয় তাহলে পথে পানির অপচয় ঘটে, একইভাবে তারের সংযোগ সঠিক না হলে বিদ্যুতের অপচয় ঘটে।

২.১.৫ কল এবং বাতির সাদৃশ্য

পানি কল বা ঝরনার মাধ্যমে ব্যয় হয়। অনুরূপ ভাবে সৌর প্যানেলের বিদ্যুৎ বাতি, টেলিভিশন বা অন্য যে কোনো যন্ত্রের মাধ্যমে ব্যয় হয়ে যায়। বৃষ্টির পানি জড়ো করার মূল উদ্দেশ্য হলো কোনো কাজে পানি ব্যবহার করা। পানির প্রকৃত ব্যবহার কোনো একটি 'ফিটিংস' এর মাধ্যমে করা হয়। এই 'ফিটিংস' পানির কল কিংবা গোসলের ঝরনা অথবা টয়লেটের ফ্লাশ ট্যাঙ্ক হতে পারে।

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার উদ্দেশ্য হচ্ছে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা। আর এই বিদ্যুৎ দিয়ে সাধারণ বাতি, রেফ্রিজারেটর, ফ্যান, টিভি চালানো হয়।

পানির 'ফিটিংস' এবং বৈদ্যুতিক যন্ত্রের কিছু তুলনা নিচে দেওয়া হলোঃ

- পানির প্রতিটি 'ফিটিংস' এর জন্যে পানির নির্দিষ্ট চাপ এবং চাহিদা আছে। অনুরূপভাবে প্রতিটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রয়োজন রয়েছে।

- কিছু কিছু ফিটিংস যেমন টয়লেট ফ্লাশে বেশি পানির প্রয়োজন হয়। আবার কোনোটিতে অল্প পানির প্রয়োজন হয়, যেমন পানির কল। অনুরূপভাবে কিছু কিছু বৈদ্যুতিক যন্ত্র (যেমন রেফ্রিজারেটর) বেশি বিদ্যুৎ ব্যবহার করে। আবার অনেক যন্ত্র (যেমন ফ্লোরেসেন্ট বাতি) অল্প বিদ্যুৎ ব্যবহার করে।

- কল যতো দীর্ঘ সময় ব্যবহার করা হয় ততো বেশি পানি খরচ হয়। একইভাবে যতো বেশি সময় বৈদ্যুতিক যন্ত্র চলে ততোই বেশি বিদ্যুৎ খরচ বাড়তে থাকে।

- পানির ফিটিংস এর যত্ন এবং রক্ষণাবেক্ষণ না করা হলে এর অবস্থার অবনতি হয়, ছিদ্রের আবির্ভাব ঘটে, পানি অপচয় হয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রও রক্ষণাবেক্ষণ না করা হলে বিদ্যুতের অপচয় ঘটে।

www.banglainternet.com

Goto List >

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা স্থাপন করার সময় মূল গ্রাহক যন্ত্রটিকে প্রায়ই অবহেলা করা হয়। বাস্তবে পুরো ব্যবস্থাটার মধ্যে গ্রহক যন্ত্রটিই সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ– এই যন্ত্রই ব্যবহারকারীকে প্রকৃত সেবা প্রদান করে। ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার সবকিছুর মূল উদ্দেশ্য হলো এই যন্ত্রটিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা। অতএব বাজার থেকে সঠিকভাবে যন্ত্র বেছে নেওয়াও একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। মনে রাখতে হবে ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার অন্যান্য সব উপাদান যতোই ভালো হোক না কেন, যন্ত্র নিম্নমানের হলে তার কার্যকারিতা নিম্নমানের হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

বিদ্যুৎ

www.banglainternet.com

Goto List >

৩.০ বিদ্যুৎ

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় তার ধর্ম বহুল্যংশেই পানির ধর্মের মতো, পার্থক্য এই যে বিদ্যুৎ অদৃশ্য। পানির ধর্মাবলী মাপার জন্যে যেমন বিভিন্ন ধরনের একক রয়েছে তেমনি বিদ্যুৎ এর ধর্মাবলী মাপারও কিছু একক রয়েছে।

৩.১ চাপ

সহজ ভাষায় বলা যায়, পানির চাপ হচ্ছে সেই বলের (ফোর্স) মাপ যা পানিকে পাইপে প্রবাহিত হতে বাধ্য করে। পানির চাপ মাপার প্রচলিত একক হচ্ছে কিলোগ্রাম/বর্গসেন্টিমিটার বা পাউন্ড/বর্গইঞ্চি। যদি বলা হয় পানির চাপ প্রতি বর্গসেন্টিমিটারে ১/৩ কিলোগ্রাম তাহলে বুঝতে হবে যে এটি মোটামুটি অল্প চাপ (১/৩ কিলোগ্রাম/ বর্গসেন্টিমিটার = ৫ পাউন্ড/ বর্গইঞ্চি), ভূমির উপর বসানো একটি পানির ট্যাঙ্কের বহির্গমন নলের পানির চাপের সমান। কিন্তু যদি বলা হয় যে চাপ প্রতি বর্গসেন্টিমিটারে ১০ কিলোগ্রাম, তাহলে বুঝতে হবে যে এটি মোটামুটি উচ্চ চাপ। বিদ্যুৎচালিত একটি পানির পাম্পের বহির্গমনে এই চাপ দেখা যায়। পানিকে অনেকদূর পর্যন্ত নিয়ে যেতে হলে অথবা ব্যাসের পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত করতে হলে উচ্চ চাপের প্রয়োজন হয়। আর যদি পানি ট্যাঙ্কের সন্নিকটেই ব্যবহৃত হয় সেক্ষেত্রে অল্প চাপই সন্তোষজনক ভাবে আমাদের উদ্দেশ্য সাধন করে।

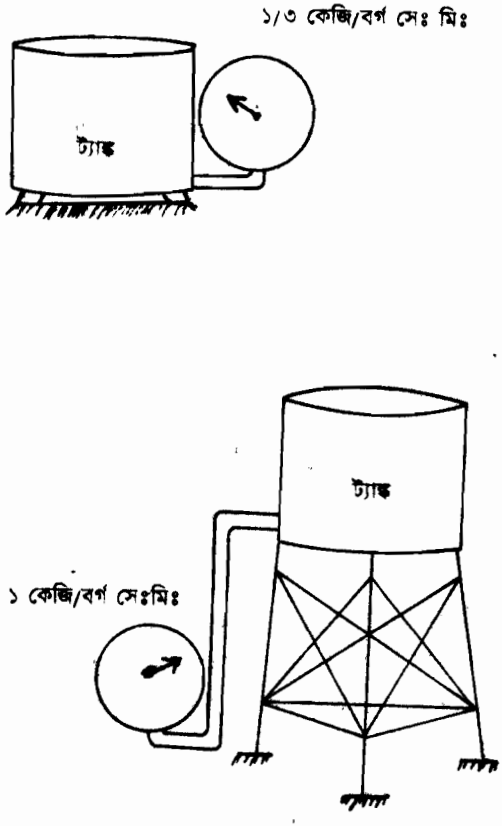
আবার বিদ্যুতের ক্ষেত্রে সহজ ভাষায় বলা যায়, বৈদ্যুতিক চাপ হচ্ছে সেই বল যা বিদ্যুৎকে তারের ভেতর প্রবাহিত হতে বাধ্য করে। আর এই চাপ মাপার একক হচ্ছে ভোল্ট। ১·৫ ভোল্ট বলতে সাধারণত অল্প চাপই বোঝানো হয়ে থাকে এবং আমরা রেডিওতে যে ড্রাইসেল ব্যাটারী সচারাচর ব্যবহার করে থাকি সেগুলো থেকে ১·৫ ভোল্টের বিদ্যুৎ পাওয়া যায়। কিন্তু আমরা আমাদের বাসাবাড়িতে বিদ্যুৎ উন্নয়ন বোর্ডের যে বিদ্যুৎ ব্যবহার করি তার চাপ ২২০ ভোল্ট, এবং মোটামুটি উঁচু বলেই

www.banglainternet.com

Goto List >

ধরে নেওয়া যায়। বিদ্যুৎকে অনেক দূরে পৌঁছে দেয়ার জন্যে অথবা সরু তারের ভেতর প্রবাহিত করার জন্যে উচ্চ চাপের প্রয়োজন হয়।

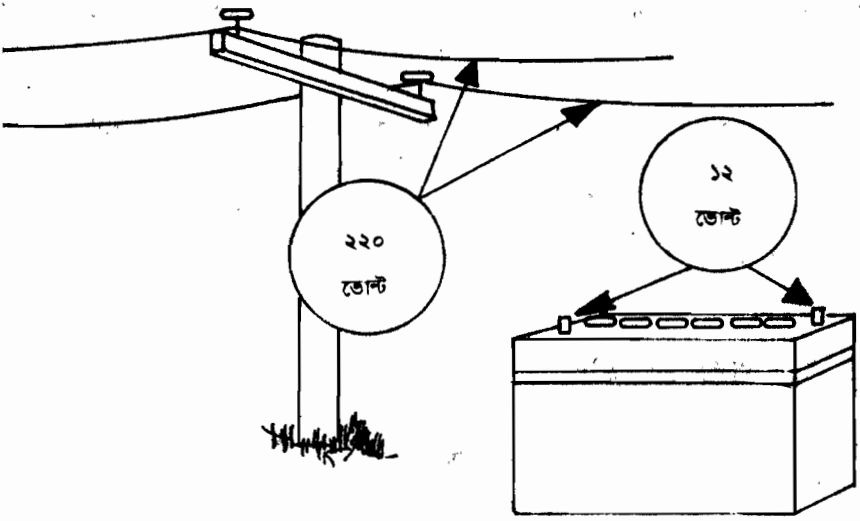
চিত্র ৫ উচ্চ চাপ ও নিম্ন চাপ

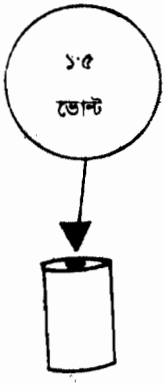


www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৬ বিভিন্ন মানের ভোল্টেজ





www.banglainternet.com

Goto List >

৩.২ আয়তন

একটি পানির ট্যাঙ্কে যে পরিমাণ পানি ধরে সেটিই তার আয়তন। আয়তন কখনো লিটারে, কখনো গ্যালনে প্রকাশ করা হয়ে থাকে। যদি বলা হয় যে একটি পানির ট্যাঙ্কের ক্ষমতা ৪০০০ লিটার তাহলে বুঝতে হবে যে এই ট্যাঙ্কে ৪০০০ লিটার (প্রায় ১১০০ ইউ এস গ্যালন) আয়তনের পানি ধারণ করা সম্ভব। ঘনমিটারেও পানির আয়তন মাপা হয়। ১ঘনমিটার পানি ১০০০ লিটারেরই (প্রায় ২৬৫ গ্যালন) সমান আয়তনের পানি।

বিদ্যুৎ এর আয়তন মাপার একটি একক হচ্ছে কুলম্ব। একটি টর্চলাইটের ব্যাটারী ১৫০০ কুলম্ব বিদ্যুৎ ধারণ করতে পারে। একটি সৌর ব্যাটারী ৩৬০,০০০ কুলম্ব বিদ্যুৎ ধারণ করতে পারে। বিদ্যুৎ এর আয়তন এমপিয়ার ঘন্টাতেও মাপা হয়। ১ অ্যাম্পিয়ার ঘন্টার সমান ৩৬০০ কুলম্ব অর্থাৎ একটি ১০০ অ্যাম্পিয়ার ঘন্টার ব্যাটারী অপর একটি ৩,৬০,০০০ কুলম্বের ব্যাটারীর সমতুল্য।

৩.৩ প্রবাহের হার

পানি পাইপ দিয়ে এগিয়ে চললে 'পানি প্রবাহিত' হচ্ছে বলে আমরা মনে করি। প্রতি একক সময়ে (প্রতি সেকেন্ডে, প্রতি মিনিটে বা প্রতি ঘন্টায়) যে পরিমাণ পানি প্রবাহিত হয় তাকে 'প্রবাহের হার' বলা হয়। গ্যালন/মিনিট, লিটার/ সেকেন্ড, লিটার/ মিনিট এ ধরনের বহুল প্রচলিত একক। পানির ট্যাপ খুলে দিলে একটি ট্যাঙ্ক থেকে প্রতিমিনিটে ১০ লিটার পানি প্রবাহিত হতে পারে। আবার বড় পাম্প দিয়ে আরো অধিকহারে পানি প্রবাহিত করা যেতে পারে।

একইভাবে তার দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ মাপার সর্বস্বীকৃত একক হচ্ছে এমপিয়ার। ১ কুলম্ব বিদ্যুৎ ১ সেকেন্ড সময়ের জন্যে তার দিয়ে প্রবাহিত হলে ১ এমপিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়েছে বলে ধরে নেয়া হয়।

$$১ \text{ এমপিয়ার} = \frac{১\text{কুলম্ব}}{১\text{সেকেন্ড}}$$

আবার,

$$১\text{এমপিয়ার} = \frac{১\text{এম্পিয়ার ঘন্টা}}{১\text{ঘন্টা}}$$

www.banglainternet.com

Goto List >

অর্থাৎ ১ এমপিয়ার বলতে বিদ্যুৎ প্রবাহের সেই গড় মানকে বোঝায় যখন একটি তার দিয়ে ১ ঘন্টা সময় যাবত ১ এমপিয়ার পরিমাণের বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।

সৌর শক্তি চালিত একটি বাতির জন্যে মাত্র ১ এমপিয়ার তড়িৎপ্রবাহের প্রয়োজন হতে পারে। কিন্তু একটি ভিডিও চালাতে ৩০ এমপিয়ারের প্রয়োজন পড়তে পারে। আবার একটি ট্রাকের সেলফ-স্টার্টারের মটরকে চালু করতে হলে কয়েকশত এমপিয়ারের বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রয়োজন পড়ে।

৩.৪ ক্ষমতা (পাওয়ার)

পানির ক্ষমতা আছে আপাত দৃষ্টিতে মনে না হলেও, বাস্তবে যখনই পানি প্রবাহিত হয় তখনই ক্ষমতার সৃষ্টি হয়। কলের নিচে পানিতে হাত রাখলে মনে হয় পানি হাতকে সরিয়ে দিচ্ছে। কলের পানি খুব অল্প ক্ষমতার সৃষ্টি করে। পানি যদি খুবই উচ্চ চাপে প্রবাহিত হয় অথবা বিপুল পরিমাণে পানি প্রবাহিত হয় তাহলে আরো অধিক ক্ষমতা উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ পানির চাপ বা প্রবাহ বাড়লে ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়। বৃষ্টির পানির প্রসঙ্গেই আসা যাক। পানি ছাড়ার কল একটু খোলা হলে আমাদের হাতে পানি যে বল প্রয়োগ করে তা খুবই অল্প। কিন্তু কল পুরো খুলে দিলে ক্ষমতা অনেক বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ প্রবাহ বাড়ার সাথে ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। প্রবাহ দ্বিগুণ হলে ক্ষমতাও দ্বিগুণ হয়। আবার ট্যাঙ্কে পানির পরিমাণ কম হলে পানির চাপ কম হবে। কিন্তু পানি ভর্তি ট্যাঙ্কে চাপ অনেক বেশি এবং বলও অনেক বেশি হবে। কাজেই পানির চাপ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়, চাপ দ্বিগুণ হলে ক্ষমতাও দ্বিগুণ হয়।

অতএব বলা যায় যে, পানির ধারা থেকে উৎপাদিত ক্ষমতা পানি প্রবাহের হার এবং পানির চাপের উপর নির্ভরশীল এবং এদুটো বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়।

নিচে একটা উদাহরণ দেওয়া হলোঃ

ধরা যাক

-প্রবাহের হার দ্বিগুণ করা হলো এবং

-চাপ তিনগুণ করা হলো

(২×৩=৬)

www.boiRboi.blogspot.com

Goto List >

সেক্ষেত্রে, ক্ষমতা ৬ গুণ বৃদ্ধি পায়।

আবার ধরা যাক

–প্রবাহের হার দ্বিগুণ করা হলো এবং

–চাপ অর্ধেক কমানো হলো

(২×১/২ = ১)

সেক্ষেত্রে ক্ষমতা পূর্বের সমানই থাকবে।

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা পানি থেকে উৎপন্ন ক্ষমতার মতোই কাজ করে। ভোল্টেজ দ্বিগুণ করা হলে এবং তড়িৎ প্রবাহ অপরিবর্তিত থাকলে ক্ষমতা দ্বিগুণ হয়। ভোল্টেজ অপরিবর্তিত রেখে তড়িৎ প্রবাহ (এমপিয়ার) তিনগুণ বৃদ্ধি পেলে ক্ষমতাও তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। ভোল্টেজ দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে এবং তড়িৎ প্রবাহ তিনগুণ বৃদ্ধি পেলে ক্ষমতা সর্বমোট ছয়গুণ বৃদ্ধি পায়।

বৈদ্যুতিক ক্ষমতার একক হচ্ছে ওয়াট। ১ এমপিয়ার বিদ্যুৎ ১ ভোল্ট চাপে প্রবাহিত হলে ১ ওয়াট ক্ষমতার সৃষ্টি হয়।

ধরা যাক একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা দ্বারা একটি বাতি জ্বালানো হচ্ছে। ব্যবস্থার বৈদ্যুতিক চাপ ১২ ভোল্ট এবং বাতির জন্যে প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ প্রবাহ হচ্ছে ২ এমপিয়ার, সেক্ষেত্রে বাতি জ্বালানোর জন্যে যে ক্ষমতা ব্যবহৃত হচ্ছে তা হলোঃ

১২ ভোল্ট × ২ এমপিয়ার = ২৪ ওয়াট

অতএব ওয়াটে ক্ষমতা প্রকাশ করতে হলে ভোল্টেজকে এমপিয়ার দিয়ে গুণ করতে হয়, যেমনটি পানির বেলায় চাপকে প্রবাহের হার দিয়ে গুণ করতে হয়।

নিচে কিছু উদাহরণ দেওয়া হলোঃ

ক) একটি ভিডিও ১২ ভোল্টে ৩০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ ব্যবহার করে।

প্রয়োজনীয় ক্ষমতা=৩০ এমপিয়ার × ১২ ভোল্ট

=৩৬০ওয়াট

www.banglainternet.com

Goto List >

খ) একটি পাম্প ৪৮ ভোল্টে ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ ব্যবহার করে।

প্রয়োজনীয় ক্ষমতা = ১০ এমপিয়ার × ৪৮ ভোল্ট

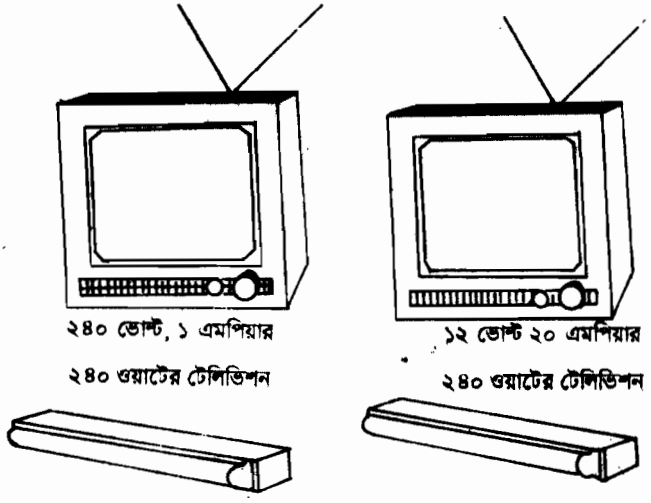
=৪৮০ ওয়াট

গ) একটি বাতি ১২ ভোল্টে ১·৫ এমপিয়ার বিদ্যুৎ ব্যবহার করে।

প্রয়োজনীয় ক্ষমতা =১·৫ এমপিয়ার × ১২ ভোল্ট

= ১৮ ওয়াট

চিত্র ৭ টেলিভিশন ও বাতির ক্ষমতা



প্রশ্নমালাঃ

১। একটি ২৪ ওয়াটের বাতিকে ১২ ভোল্টের বিদ্যুৎ উৎসের সঙ্গে সংযুক্ত করা হলে তড়িৎ প্রবাহ কত হবে?

উত্তরঃ ২৪ ওয়াট ÷ ১২ ভোল্ট = ২ এমপিয়ার

www.banglainternet.com

Goto List >

২। একটি ১২০ ওয়াটের রেফ্রিজারেটর চালু অবস্থায় যদি ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ গ্রহণ করে তবে সিস্টেমের ভোল্টেজ কত?

উত্তরঃ ১২০ ওয়াট ÷ ১০এমপিয়ার = ১২ ভোল্ট

উপরের প্রশ্নমালা থেকে দেখা যাচ্ছে যে ওয়াট, ভোল্ট এবং এমপিয়ারের সম্পর্ক খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং যে কোন দুটি জানা থাকলে অপরটি বের করা সম্ভব।

৩.৫ শক্তি

ক্ষমতা (পাওয়ার) এবং শক্তি (এনার্জী)–এ দুটো শব্দ প্রায়ই ভ্রান্তির কারণ হয়ে দাঁড়ায়। অনেকেই এই দুটো শব্দকে একই অর্থে ব্যবহার করে থাকেন। কিন্তু বাস্তবে দুটো দু' জিনিষ।

ক্ষমতা হচ্ছে বিদ্যমান বল (ফোর্স) আর শক্তি হচ্ছে সর্বমোট সম্পাদিত কাজ। বিদ্যুৎ এর বেলায় ক্ষমতার একক হচ্ছে ওয়াট। তবে ক্ষমতা যতো বড়ই হোক না কেনো, সেই ক্ষমতা যদি অতি অল্প সময় ব্যবহার করা হয় তাহলে সম্পাদিত সর্বমোট কাজ অর্থাৎ শক্তি অল্প হবে। যেমন ধরা যাক, একটি স্পীডবোট ইঞ্জিনের ক্ষমতা ৪০ অশ্বশক্তি (হর্সপাওয়ার) এবং অপর একটি স্পীড বোট ইঞ্জিনের ক্ষমতা ২০ অশ্বশক্তি। নিঃসন্দেহে বলা যায়, প্রথম ইঞ্জিনের শক্তি দ্বিতীয় ইঞ্জিনের দ্বিগুণ, কিন্তু ৪০ অশ্বশক্তি ইঞ্জিনটি যদি মাত্র কয়েক মিনিট চালানো হয় এবং ২০ অশ্বশক্তি ইঞ্জিনটি যদি সারাদিন চালানো হয় সে ক্ষেত্রে ২০ অশ্বশক্তির স্পীডবোট ৪০ অশ্বশক্তির স্পীডবোটের চেয়ে অনেক বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে। অর্থাৎ অধিক সময়ের কারণে ২০ অশ্বশক্তির স্পীডবোট বেশি শক্তি (এনার্জী) ব্যবহার করবে।

আবার দুটো ইঞ্জিনই যদি সমান সময়ের জন্যে চালানো হয় সেক্ষেত্রে নিঃসন্দেহে ৪০ অশ্বশক্তি স্পীডবোট ২০ অশ্বশক্তি ইঞ্জিনের দ্বিগুণ দূরত্ব অতিক্রম করবে।

ক্ষমতাকে সময় দিয়ে গুণ করলে শক্তির পরিমাণ বের করা যায়।

অর্থাৎ,

শক্তি = ক্ষমতা ×সময়

(ওয়াট ঘন্টা = ওয়াট × ঘন্টা)

www.banglainternet.com

Goto List >

- *পাঁচ ওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র ২ ঘন্টা চালু থাকলেঃ ৫ ×২ =১০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি ব্যবহৃত হয়।*

- *বিশ ওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন একটি বাতি ৪ ঘন্টা জ্বালানো হলেঃ ২০ × ৪=৮০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি ব্যবহৃত হয়।*

৩.৬ রোধ (রেজিসট্যান্স)

পাইপ যেমন পানিকে উৎস থেকে কলের দিকে নিয়ে যায়, বৈদ্যুতিক তার তেমনিভাবে বিদ্যুৎকে একস্থান থেকে অপর স্থানে নিয়ে যায়। পাইপ (বা তার) যতোই দীর্ঘ হবে পানি বা বিদ্যুৎ পরিবহন ততোই বন্ধুর হয়ে উঠবে। পানির ক্ষেত্রে চাপ অপরিবর্তিত রেখে পাইপ যতোই দীর্ঘ হবে, ততোই কম পরিমাণ পানি পাইপ দিয়ে প্রবাহিত হবে। যে কোন একটি নির্দিষ্ট চাপে, খুব দীর্ঘ পাইপে পানির প্রবাহ কম হবে, কিন্তু ঐ একই ব্যাসের পাইপের দৈর্ঘ্য কমানো হলো পানির প্রবাহ অধিকতর হবে।

অর্থাৎ,

$$\text{প্রবাহ } \alpha \frac{১}{\text{দৈর্ঘ্য}}$$ যদি চাপ অপরিবর্তিত থাকে।

$$\text{প্রবাহ } \alpha \text{ ব্যাস}$$ যদি দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকে।

এখানে, α দিয়ে "আনুপাতিক" শব্দটিকে সাংকেতিক ভাবে প্রকাশ করা হয়েছে।

আবার পাইপের ব্যাস যতোই কম হবে পানিকে ঠেলে প্রবাহিত করা ততোই কঠিন হয়ে উঠবে। এ থেকে বোঝা যায় যে, অনেক লম্বা দৈর্ঘ্যের পাইপ বা ক্ষুদ্র ব্যাসের পাইপ পানির প্রবাহের বিপরীত দিকে এক ধরনের বল প্রয়োগ করে। পানির প্রবাহ রোধক এই বলকে প্রবাহের রোধ বা শুধু রোধ বলা হয়। পানির প্রবাহের রোধ পাইপের দৈর্ঘ্যের সঙ্গে আনুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়, অতএব দ্বিগুণ দৈর্ঘ্যের পাইপের রোধও দ্বিগুণ হয়। আবার রোধ পাইপের প্রস্থচ্ছেদের হ্রাসের সঙ্গে আনুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়।

www.banglainternet.com

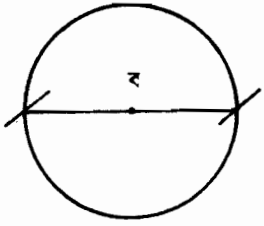
Goto List >

অর্থাৎ $\boxed{\text{রোধ} \propto \frac{\text{দৈর্ঘ্য}}{\text{ব্যাস}}}$

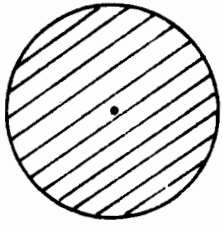
ধরা যাক আমাদের হাতে একই দৈর্ঘ্যের দুটি পাইপ আছে। একটির প্রস্থচ্ছেদ ১০ বর্গ সেন্টিমিটার অপরটির ৫ বর্গসেন্টিমিটার। সে ক্ষেত্রে পানির চাপ অপরিবর্তিত থাকলে পানির প্রবাহের রোধ ১০ বর্গ সেন্টিমিটার পাইপে যা হবে, ৫ বর্গ সেন্টিমিটার পাইপে তার দ্বিগুণ হবে।

পাইপের ব্যাস এবং প্রস্থচ্ছেদের মধ্যে পার্থক্য হৃদয়ঙ্গম না হলে রোধ বোঝা কঠিন হয়ে উঠতে পারে।

চিত্র ৮ ব্যাস এবং প্রস্থচ্ছেদ



ব্যাস = ব



প্রস্থচ্ছেদ $= \frac{\pi ব^2}{৪}$

ব্যাস বলতে পাইপের দুটি মুখোমুখি বিপরীত বিন্দুর কেন্দ্রবিন্দুর মধ্যে দিয়ে টানা রেখার দূরত্বকে বোঝায়। অতএব ব্যাস একটি দূরত্ব।

অপরদিকে প্রস্থচ্ছেদ বলতে পাইপের ভেতর দিয়ে পানি প্রবাহের জন্যে যে ক্ষেত্রফল রয়েছে তাকে বোঝানো হয়।

ব্যাস এবং প্রস্থচ্ছেদের সম্পর্ক থেকে এটা সুস্পষ্ট যে, ব্যাসকে দ্বিগুণ করা হলে প্রস্থচ্ছেদ চার গুণ বৃদ্ধি পায় (দ্বিগুণ নয়)। একটি উদাহরণ দেখা যাকঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

ব্যাস যদি ২ সেন্টিমিটার হয় সেক্ষেত্রে,

$$\text{প্রস্থচ্ছেদ} = \frac{\pi ২^২}{৪} = \frac{৪\pi}{৪} = \pi$$

এখানে $\pi = ৩·১৪$

এবার ব্যাস দ্বিগুণ করা হলো অর্থাৎ ৪ সেন্টিমিটার করা হলো সেক্ষেত্রে,

$$\text{প্রস্থচ্ছেদ} = \frac{\pi ৪^২}{৪} = \frac{১৬\pi}{৪} = ৪\pi$$

অর্থাৎপ্রস্থচ্ছেদ π থেকে ৪π এ বৃদ্ধি পেলো যা পূর্বের তুলনায় চারগুণ।

এ থেকে পরিষ্কারভাবে বোঝা যায়, পাইপের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত রেখে পাইপের ব্যাস দ্বিগুণ করা হলে পাইপের রোধ চারগুণ হ্রাস পায়। কারণ, ব্যাস দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে প্রস্থচ্ছেদ চারগুণ বৃদ্ধি পায়। পাইপে পানি প্রবাহ এবং তারে বিদ্যুৎ প্রবাহ একই নীতিতে চলে। তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হলে রোধ দ্বিগুণ হয়। তারের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত রেখে প্রস্থচ্ছেদ দ্বিগুণ করা হলে তারের রোধ অর্ধেক কমে যায়।

অর্থাৎ $\boxed{\text{রোধ } \alpha \frac{\text{তারের দৈর্ঘ্য}}{\text{তারের প্রস্থচ্ছেদ}}}$

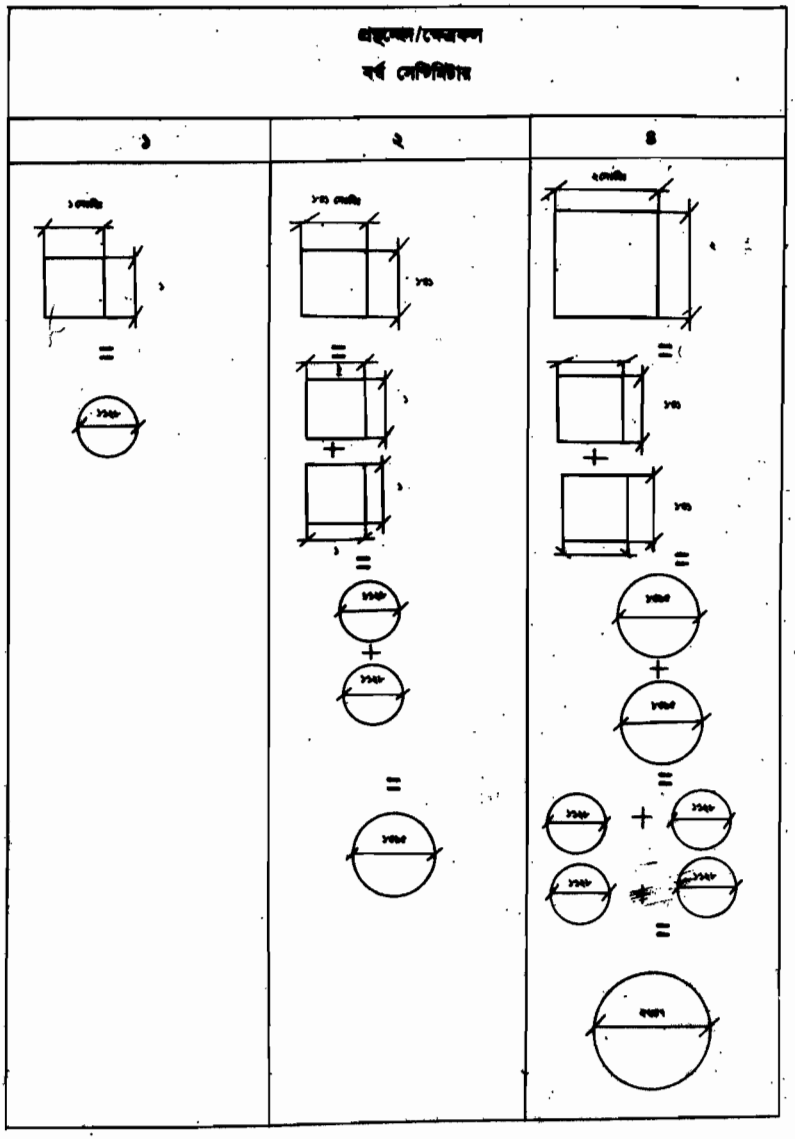
পানির ক্ষেত্রে চাপ অপরিবর্তিত রেখে পাইপের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে, প্রবাহের হার অর্ধেক হ্রাস পায়। তাই কথাটিকে ঘুরিয়ে বলা যায় যে, কোন পাইপের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করার পর তার মধ্যে দিয়ে প্রবাহের হার অপরিবর্তিত রাখতে চাইলে চাপ দ্বিগুণ বৃদ্ধি করতে হবে।

কিন্তু বাস্তবে এমনটি হতে পারে যে কোন কারণবশত পাইপের দৈর্ঘ্য আমাদের দ্বিগুণ করতে হবে অথচ পানির চাপ বৃদ্ধি করারও কোন উপায় আমাদের হাতে নেই, সে ক্ষেত্রে পানির প্রবাহকে অপরিবর্তিত রাখার একমাত্র উপায় হচ্ছে পাইপের রোধকে অর্ধেক পরিমাণ হ্রাস করা। রোধ হ্রাস করার উপায় হচ্ছে পূর্বেকার পাইপের চেয়ে দ্বিগুণ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট পাইপ ব্যবহার করা।

www.pathagar.net

Goto List >

চিত্র ৯ প্রস্থচ্ছেদ, ক্ষেত্রফল, ব্যাস এবং বাহুর সম্পর্ক



www.banglainternet.com

Goto List >

উপরে আলোচনা থেকে বলা যায় যে,

পানির চাপ = প্রবাহের হার × রোধ

অথবা,

প্রবাহের হার = পানির চাপ ÷ রোধ

অথবা,

রোধ = পানির চাপ ÷ প্রবাহের হার

অতএব পানির চাপ, প্রবাহের হার এবং রোধ এই তিনটির যে কোন দুটি জানা থাকলে অতি সহজেই তৃতীয়টি বের করা সম্ভব।

বিদ্যুৎ এর ক্ষেত্রে উপরের সবকটি ধারণাই প্রযোজ্য। ভোল্টেজ অপরিবর্তিত রেখে তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে, বিদ্যুৎ প্রবাহ অর্ধেক হ্রাস পায়। ভোল্টেজ অপরিবর্তিত রেখে তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করার পর যদি আমরা বিদ্যুৎ প্রবাহ অপরিবর্তিত রাখতে চাই, তাহলে একমাত্র উপায় হচ্ছে তারের রোধকে অর্ধেক পরিমাণে হ্রাস করা। রোধকে অর্ধেক হ্রাস করার উপায় হচ্ছে দ্বিগুণ বড় প্রস্থচ্ছেদের তার ব্যবহার করা। প্রস্থচ্ছেদ দ্বিগুণ করার আরেকটি উপায় হচ্ছে একই প্রস্থচ্ছেদের দুটি তার একত্রে জুড়ে দেয়া। বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে রোধ মাপার স্বীকৃত একক হচ্ছে ওহম।

বৈদ্যুতিক চাপ ভোল্টে, বিদ্যুৎ প্রবাহ এমপিয়ারে এবং রোধ ওহমে মাপা হলে বলা যায়ঃ

ভোল্ট = এমপিয়ার x ওহম

অথবা

এমপিয়ার = ভোল্ট ÷ ওহম

অথবা

ওহম = ভোল্ট ÷ এমপিয়ার

www.banglainternet.com

Goto List >

অতএব উপরের তিনটির অর্থাৎ ভোল্ট, এমপিয়ার বা ওহম এর যে কোন দুটি জানা থাকলে সহজেই তৃতীয়টি হিসাব করে বের করা সম্ভব। ভোল্ট, এমপিয়ার এবং ওহমের মধ্যে বিদ্যমান সম্পর্কটি ওহমের সূত্র হিসাবে পরিচিত। অনেক পাঠ্যপুস্তকে ওহমের সূত্র নিম্নের ফরমূলার আকারে প্রকাশ করা হয়ে থাকেঃ

চাপ = বিদ্যুৎপ্রবাহ x বৈদ্যুতিক রোধ

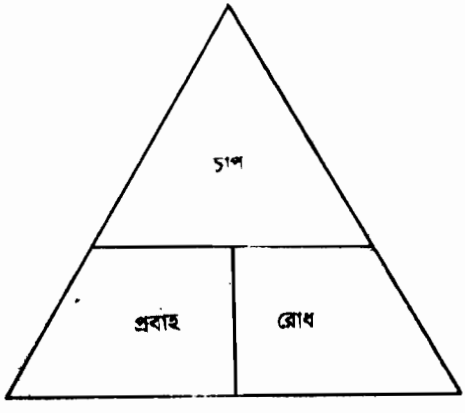
এখানে চাপ = বিদ্যুৎ এর চাপ, ভোল্ট

বিদ্যুৎপ্রবাহ=বিদ্যুৎপ্রবাহের হার, এমপিয়ার

বৈদ্যুতিক রোধ= বৈদ্যুতিক রোধ, ওহম

স্মরণ শক্তিকে সহায়তা করার জন্যে একটি ত্রিভূজের মধ্যে ওহমের সূত্রকে এঁকে দেখানো হলো।

চিত্র ১০ ওহমের সূত্র



এই ত্রিভুজ ব্যবহার করা নিয়ম খুবই সহজ। যেটি জানতে চাই সেটিকে আড়াল করলেই, এই ত্রিভুজ বলে দেবে কিভাবে সেটিকে বের করতে হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

যেমন চাপকে আড়াল করলেই বোঝা যায় যে প্রবাহ কে *রোধ* দিয়ে গুন করলেই *চাপ* পাওয়া সম্ভব। আবার, *রোধকে* আড়াল করলেই বোঝা যায় যে, *চাপকে রোধ* দিয়ে ভাগ করলেই *প্রবাহ* বের করা সম্ভব।

প্রশ্নমালাঃ

(ক) ১২ ভোল্ট চাপে একটি পরিবাহীর মাধ্যমে ৪ এমপিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হচ্ছে। পরিবাহীর রোধ কত?

উত্তরঃ রোধ= ভোল্ট÷এমপিয়ার

=১২÷৪

=৩ ওহম

(খ) ৬ ওহমের একটি রোধকে ২৪ ভোল্টের বৈদ্যুতিক লাইনে সংযোজন করা হলে কি পরিমানে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে?

উত্তরঃ এমপিয়ার= ভোল্ট÷ওহম

=২৪÷৬

=৪ এমপিয়ার

(গ) একটি ৩ ওহমের রোধকের মধ্যে দিয়ে ২ এমপিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে রোধকে কত চাপের বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে?

উত্তরঃ ভোল্ট= এমপিয়ার × ওহম

=২×৩

= ৬ ভোল্ট

৩.৭ বর্তনী (সার্কিট)

সহজ ভাষায় বলা যায়, বৈদ্যুতিক উপাদান যেমন ব্যাটারী, রোধ, মটর এবং যন্ত্রপাতি বৈদ্যুতিক তার দিয়ে একে অপরের সঙ্গে সংযুক্ত করা হলে বর্তনীর সৃষ্টি হয়।

www.banglainternet.com

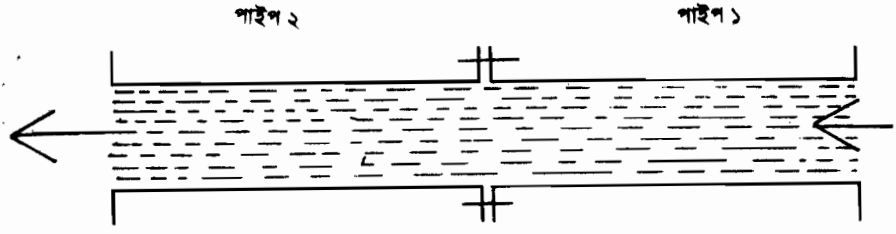
Goto List >

একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী সৃষ্টির মূল শর্ত হচ্ছে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্যে অবিরাম অবিচ্ছিন্ন পথের আয়োজন। অবিরাম পথের ব্যবস্থা না থাকলে বর্তনীকে খোলা (ওপেন) বর্তনী বলে অভিহিত করা হয়ে থাকে। আর অবিরাম পথের ক্ষেত্রে বন্ধ (ক্লোজড) বর্তনী বলা হযে থাকে। খোলা বর্তনী দিযে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে না কিন্তু বন্ধ বর্তনী দিয়ে অনায়াসে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে। সুইচের সাহায্যে বর্তনীকে খুলে বা বন্ধ করে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালু করা বা বন্ধ করা সম্ভব।

৩.৭.১ শ্রেণী সমবায় বর্তনী (সিরিজ সার্কিট)

একটি পানির পাইপের শেষ মাথার সঙ্গে অপর একটি পাইপের প্রথম মাথা প্যাঁচ দিয়ে জুড়ে দিলে পাইপ দুটিকে শ্রেণীতে সংযোগ করা হলো বলে ধরা হয়। এক্ষেত্রে প্রথম পাইপ দিয়ে যে পানি প্রবাহিত হবে, দ্বিতীয় পাইপ দিয়ে সে পরিমাণেই পানি প্রবাহিত হয়ে বের হয়ে আসবে।

চিত্র ১১ পানির পাইপের শ্রেণী সমবায়



দু'টি বৈদ্যুতিক তারকে শ্রেণীতে সংযোগ করতে হলে প্রথম তারটির শেষ প্রান্তের সঙ্গে দ্বিতীয়টির প্রথম প্রান্ত জুড়ে দিতে হবে। ফলে একটি দীর্ঘ তারের সৃষ্টি হবে যার সর্বমোট রোধ প্রতিটি তারের রোধের যোগফলের সমান। অর্থাৎ শ্রেণী (সিরিজ) সমবায়ের ক্ষেত্রেঃ

সর্বমোট রোধ = রো ১ + রো ২

এখানে

রো ১ = প্রথম তারের রোধ, ওহম

রো ২ = দ্বিতীয় তারের রোধ, ওহম

www.banglainternet.com

Goto List >

শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত প্রথম তারের (পাইপের) মধ্যে দিয়ে যে বিদ্যুৎ (পানি) প্রবাহিত হবে, দ্বিতীয় তারের (পাইপের) মধ্যে দিয়ে সেই পরিমাণেই বিদ্যুৎ (পানি) প্রবাহিত হয়ে দ্বিতীয় তারের (পাইপের) শেষ প্রান্ত দিয়ে বের হয়ে আসবে।

অর্থাৎ

সর্বমোট বিদ্যুৎ প্রবাহ বি=বি ১= বি ২

এখানে বি ১ = প্রথম তারের মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ, এমপিয়ার

বি ২= দ্বিতীয় তারের মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ, এমপিয়ার

শ্রেনী (সিরিজ) সমবায়ের বেলায় চাপের কি কোনো তারতম্য ঘটবে?

শ্রেনী সমবায়ের মুল বৈশিষ্ট্য এই যেঃ শ্রেণী (সিরিজ) সমবায় বর্তনীর সকল উপাদানের ভেতর দিয়ে একই পরিমাণে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। কিন্তু প্রতিটি উপাদানে চাপ (ভোল্টেজ) সেই উপাদানের ধরনের উপর নির্ভরশীল। একটি পানির ট্যাঙ্ককে অপর একটি পানির ট্যাঙ্কের উপর খাড়াখাড়ি বসিয়ে একটির সঙ্গে অপরটির সংযোগ করে দিলে নিচের ট্যাঙ্কের তলদেশে পানির চাপ বৃদ্ধি পায়। একইভাবে সৌর ফটোভোল্টারিক ব্যবস্থায় প্রায়শই একটি ব্যাটারীকে অপর একটি ব্যাটারীর সঙ্গে শ্রেণী (সিরিজ) সমবায়ে সংযুক্ত করে অথবা একটি সৌর প্যানেলকে অপর একটি সৌর প্যানেলের সঙ্গে শ্রেণী (সিরিজ) সমবায়ে সংযুক্ত করে ভোল্টেজ বৃদ্ধি করানো হয়। দুটি ১২ ভোল্টের ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্নকারী ব্যাটারী শ্রেণী (সিরিজ) সমবায়ে সংযুক্ত করা হলে সর্বমোট ২৪ ভোল্ট ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে।

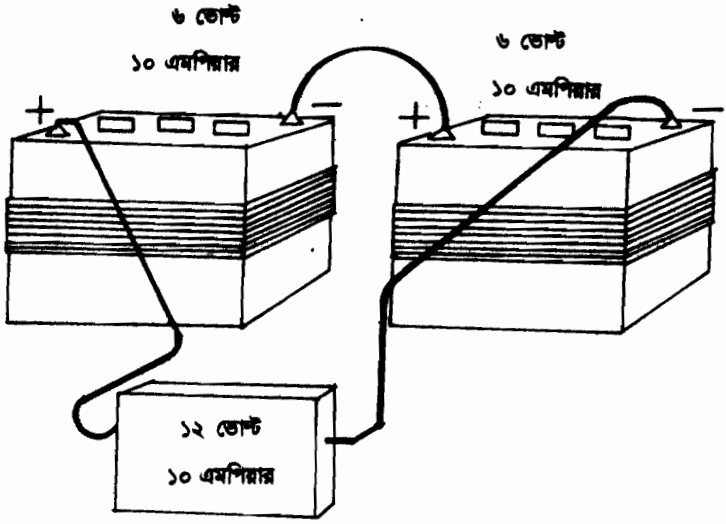
তিনটি ১৮ ভোল্টের ৩ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্নকারী সৌর প্যানেল শ্রেনীতে (সিরিজে) সংযোগ করা হলে সর্বমোট ৫৪ ভোল্ট ৩ এমপিয়ারের বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে। অর্থাৎ শ্রেণী (সিরিজ) সমবায়ে সংযুক্ত ব্যাটারী বা প্যানেলের ক্ষেত্রে

সর্বমোট বিদ্যুৎ বি= বি ১ =বি ২
সর্বমোট ভোল্টেজ ভো= ভো ১+ ভো ২
সর্বমোট রোধ রো = রো ১+ রো ২

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ১২ ব্যাটারীর শ্রেণী সমবায়



এখানে

ভো ১= প্রথম উপাদানের ভোল্টেজ, ভোল্ট

ভো ২ =দ্বিতীয় উপাদানের ভোল্টেজ, ভোল্ট

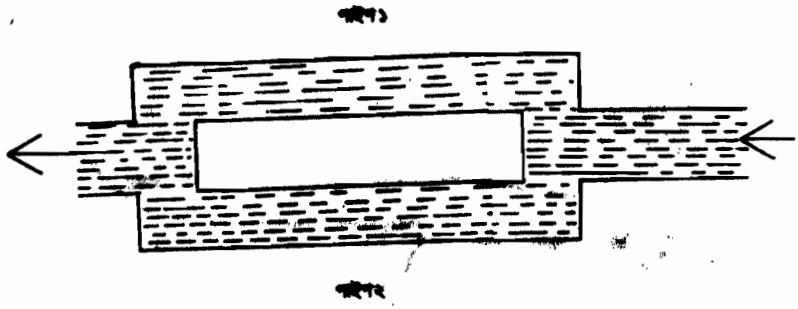
৩.৭.২ সমান্তরাল সমবায় বর্তনী (প্যারালাল সার্কিট)

দুটি বৈদ্যুতিক তারকে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করতে হলে দুটি তারের প্রথম মাথা প্রথমে সংযুক্ত করতে হবে এবং উভয় তারেরই দ্বিতীয় মাথাও অনুরূপভাবে সংযুক্ত করতে হবে। ফলে দুটো তারই সংযুক্ত অবস্থায় পাশাপাশি থাকবে। এটা অনেকটা দুটো পানির পাইপকে সমান্তরাল ভাবে পাশাপাশি রেখে পাইপের দু'মাথা সংযোগ করে দেয়ার মতো।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ১৩ পানির পাইপের সমান্তরাল সমবায়



পানির সরবরাহ থাকলে পানি দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে দু'পাইপে আলাদাভাবে প্রবাহিত হয়ে পুনরায় মিলিত হয়ে বের হয়ে আসবে। পাইপ দুটোর ব্যাস বড় ছোট হলে বড় ব্যাসের পাইপ দিয়ে বেশি পানি প্রবাহিত এবং কম ব্যাসের পাইপ দিয়ে অপেক্ষাকৃত কম পানি প্রবাহিত হবে। সমান্তরাল বৈদ্যুতিক বর্তনীতে নীতিগতভাবে এই প্রক্রিয়া ঘটে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ দুভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। অর্থাৎ সমান্তরালে সংযুক্ত দুটো তারের (পাইপের) মধ্যে বিদ্যুৎ (পানি প্রবাহ) দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে শেষ প্রান্ত দিয়ে বেরিয়ে আসে, কিন্তু সর্বমোট বিদ্যুৎ প্রবাহ (পানি প্রবাহ) পূর্বের সমানই থাকে।

অর্থাৎ

সর্বমোট বিদ্যুৎ প্রবাহ বি = বি১ + বি২

সমান্তরাল সমবায় সংযোগের বেলায় চাপের (ভোল্টেজের) কি কোনো তারতম্য ঘটবে?

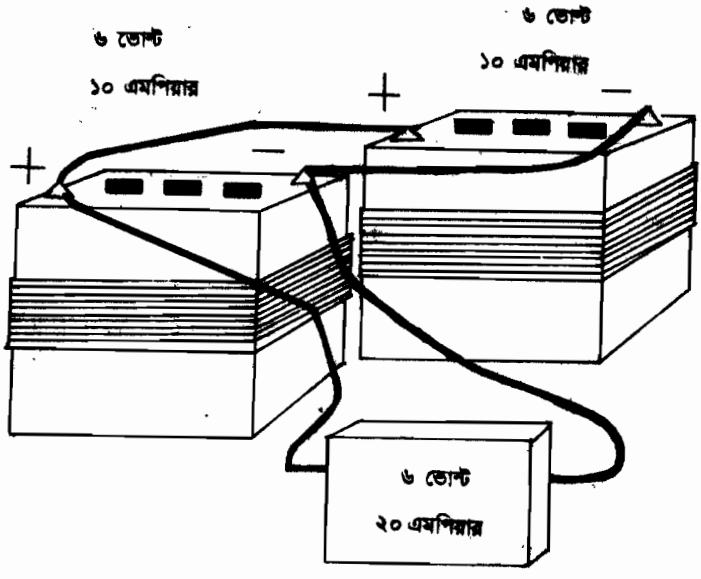
সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত বর্তনীর বৈশিষ্ট্য এই যেঃ সমান্তরাল বর্তনীর সকল উপাদানের ভোল্টেজ অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু প্রতিটি উপাদানের ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ (এমপিয়ার) উপাদানের ধরনের উপর নির্ভর করে।

অনেকগুলো পানির ট্যাঙ্ক পাশাপাশি বসিয়ে একটিকে অপরটির সঙ্গে সংযুক্ত করে দিলে চাপ অপরিবর্তিত থাকবে, কিন্তু পানির প্রবাহ বেড়ে যাবে। একই ভাবে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় প্রায়শই একটি ব্যাটারীকে অপর একটি ব্যাটারীর সঙ্গে সমান্তরালে সংযুক্ত করে অথবা একটি সৌর প্যানেলকে অপর সৌর প্যানেলের সঙ্গে সমান্তরালভাবে যুক্ত করে বিদ্যুৎ প্রবাহ (এমপিয়ার) বৃদ্ধি করানো হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ১৪ ব্যাটারীর সমান্তরাল সমবায়



দুটো ১২ ভোল্টের ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্নকারী ব্যাটারী সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলে সর্বমোট ২৪ ভোল্ট ২০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে।

তিনটি ১৮ ভোল্টের ৩ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্নকারী সৌর প্যানেল সমান্তরালে সংযোগ করা হলে সর্বমোট ১৮ ভোল্ট ৯ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে। অর্থাৎ সমান্তরালে সংযুক্ত ব্যাটারী বা সৌর প্যানেলের ক্ষেত্রে

সর্বমোট বিদ্যুৎ বি = বি ১ + বি ২
সর্বমোট ভোল্টেজ ভো = ভো ১ = ভো ২
সর্বমোট রোধ রো = $\frac{\text{রো১}\times\text{রো২}}{\text{রো১}+\text{রো২}}$

www.banglainternet.com

Goto List >

৩.৮ পরিবর্তী প্রবাহ (অলটারনেটিং কারেন্ট বা এসি) ও একমুখী প্রবাহ (ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি)

বাস্তবে দুই ধরনের বিদ্যুৎ আমরা সচরাচর ব্যবহার করে থাকিঃ পরিবর্তী প্রবাহ এবং একমুখী প্রবাহ, সংক্ষিপ্ত ও প্রচলিতভাবে এদেরকে যথাক্রমে এসি এবং ডিসি বলা হয়ে থাকে।

আমরা এই বইএ এপর্যন্ত যে বিদ্যুতের উপর আলোচনা করে এসেছি তা মুলত ডিসি। সৌর প্যানেল এবং ব্যাটারী ডিসি উৎপন্ন করে এবং এর উৎপাদনের জন্যে কোন প্রকার ইঞ্জিন এর প্রয়োজন হয় না, অতএব নড়নশীল কোন যন্ত্রাংশ এতে নেই।

আমরা বাসা বাড়ীর জন্যে বিদ্যুৎ কর্তৃপক্ষের কাছ থেকে যে বিদ্যুৎ পাই তা এসি, এই বিদ্যুৎ তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রে (যেমন আশুগঞ্জ তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র) বা জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রে (যেমন কাপ্তাই) উৎপাদিত হয়। এক্ষেত্রে বিদ্যুৎ উৎপাদন করার জন্যে ঘূর্ণীয়মান টারবাইন ব্যবহার করা হয়ে থাকে। পরিবর্তী প্রবাহ নামের যৌক্তিকতা এই যে, এই ধরনের বিদ্যুৎ প্রথমে কিছুক্ষণ একদিকে প্রবাহিত হয় আবার কিছুক্ষণ দিক পরিবর্তন করে অপর দিকে প্রবাহিত হয়। এভাবেই ক্রমাগত দিক পরিবর্তনের মাধ্যমে প্রবাহিত হতে থাকে। অর্থাৎ এ ধরনের বিদ্যুৎ কিছুক্ষণ উৎস থেকে লোডের দিকে প্রবাহিত হয়, আবার কিছুক্ষণ লোড থেকে উৎসের দিকে প্রবাহিত হয় এবং এভাবেই আবার দিক পরিবর্তন করতেই থাকে। এভাবে পুনরাবৃত্তিশীল সম্মুখ এবং পেছনমুখী দিকের পরিবর্তনকে সাইকেল বলা হয়ে থাকে এবং এক সেকেন্ড সময়ের ভেতর যতোবার এই সাইকেলের পুনরাবৃত্তি হয় তাকে বিদ্যুৎ এর কম্পাঙ্ক (ফ্রিকোয়েন্সী) বলা হয়। কম্পাংক মাপার একক হচ্ছে 'হার্টস'।

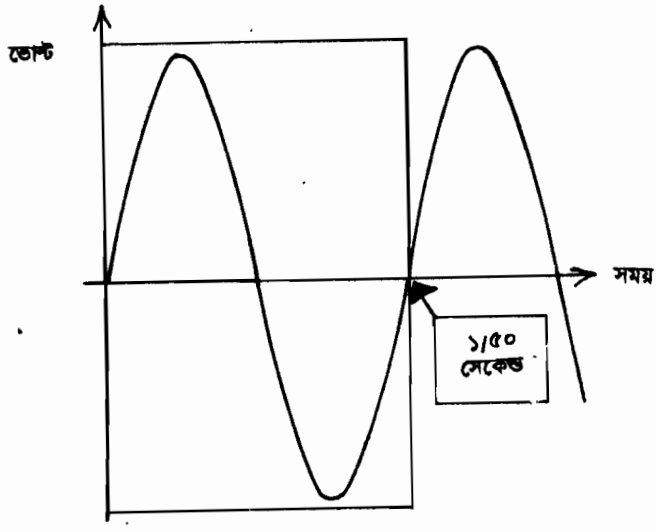
আমাদের দেশের বিদ্যুতের কম্পাংক ৫০। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে বিদ্যুৎ ৫০ বার তার সাইকেল পূর্ণ করে। কিছু কিছু দেশে ৬০ হার্টসের বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়ে থাকে।

রেক্টিফায়ার ব্যবহার করে পরিবর্তী প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে রূপান্তর করা যায়। আবার 'ইনভার্টার' ব্যবহার করে একমুখী প্রবাহকে পরিবর্তী প্রবাহে রূপান্তর করা সম্ভব। তবে এই সমস্ত রূপান্তরের ক্ষেত্রে ক্ষমতার অপচয় ঘটে এবং সেজন্যে প্রচুর সতর্কতামুলক পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হয়, অন্যথায় রূপান্তরের পর যে ক্ষমতা পাওয়া যায়, তার মান খুব নিম্ন ধরনের হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ১৫ পরিবর্তী প্রবাহ



১টি সাইকেল

সময় ১/৫০ সেকেন্ড

বিদ্যুতের যে সমস্ত সূত্র একমুখী প্রবাহের বেলায় প্রযোজ্য সেগুলো পরিবর্তী প্রবাহের বেলাও প্রযোজ্য, কিন্তু পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে এই সূত্রগুলোকে সংশোধিত আকারে প্রয়োগ করতে হয়। যেমন, ওহমের সূত্র একমুখী প্রবাহের জন্যে সঠিক কিন্তু পরিবর্তী প্রবাহের জন্যে আনুমানিক। পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে ওহমের সূত্র ব্যবহার করতে হলে সূত্রে কিঞ্চিৎ সংশোধনী প্রয়োগ করা বাঞ্ছনীয়।

তাহলে উত্তম কোন্‌টি এসি না ডিসি?

পরিবর্তী প্রবাহ ও একমুখী প্রবাহ উভয়ের ক্ষেত্রেই কতগুলো সুবিধে এবং অসুবিধে বিদ্যমান। পরিবর্তী প্রবাহের সুবিধে এই যে, অতি সহজেই বিশাল ক্ষমতার পরিবর্তী প্রবাহ উৎপন্ন করা যায় এবং এ ধরনের বিদ্যুতকে ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে এক চাপ (ভোল্টেজ) থেকে অন্য চাপে পরিবর্তন করা যায়। বড় ধরনের বিদ্যুৎ বিতরণ ব্যবস্থায় চাপের পরিবর্তন খুবই প্রয়োজনীয় একটি গুন। অন্যথায় দূরপাল্লায় বিদ্যুৎ পরিবহন সম্ভবপর নয়। পরিবর্তী প্রবাহই বর্তমান সময়ে সবচেয়ে বেশি প্রচলিত।

www.banglainternet.com

Goto List >

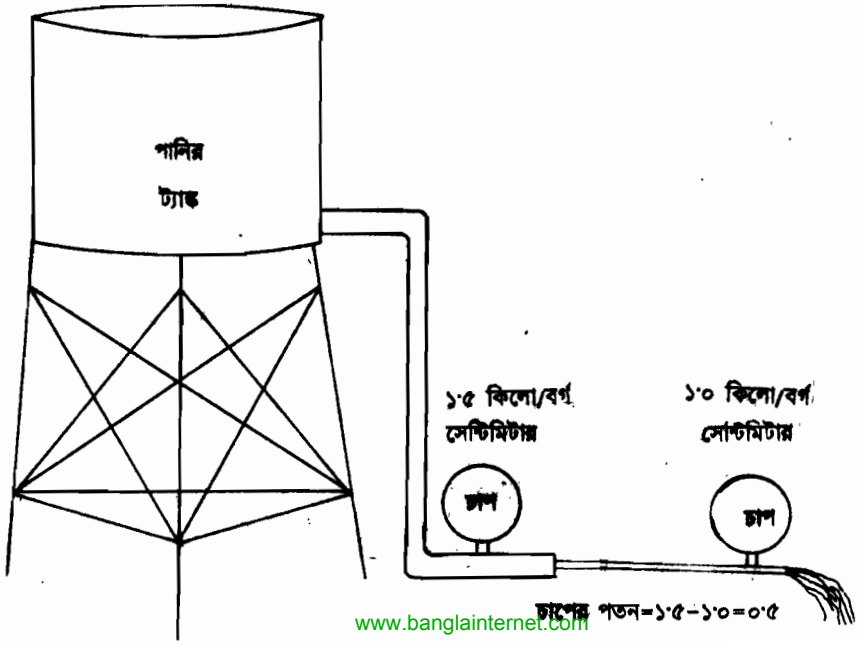
একমুখী প্রবাহের উৎপাদন প্রক্রিয়া পরিবর্তী প্রবাহের উৎপাদন প্রক্রিয়ার তুলনায় জটিলতর এবং এর চাপ (ভোল্টেজ) পরিবর্তন করা পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রের মতো সহজসাধ্য নয়।

কোনো কাজে পরিবর্তী না একমুখী প্রবাহ ব্যবহৃত হবে তা নির্ভর করে ব্যবহৃত প্রযুক্তির উপর অর্থাৎ কি ধরনের প্রযুক্তি আমরা বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্যে ব্যবহার করবো তার উপর। যেমন সৌর প্যানেল একমুখী প্রবাহ উৎপন্ন করে। অতএব সৌরশক্তি চালিত যেকোনো যন্ত্র ডিসিতে চলাটাই স্বাভাবিক। কিন্তু এসিতে চলে এমন কোনো যন্ত্র সৌর প্যানেল থেকে চালাতে হলে, ডিসিকে প্রথমে ইনভার্টারের সাহায্যে এসিতে রূপান্তর করে নিতে হবে। তবে এ ধরনের রূপান্তরে সৌর প্যানেলের উপর নির্ভরশীলতা হ্রাস পায়, তদুপরি ইনভার্টার সংযোজনের কারণে খরচও বৃদ্ধি পায়। অতএব এধরনের রূপান্তর কাঙ্খিত নয়।

৩.৯ বৈদ্যুতিক তারের ভূমিকা

আমরা জানি যে, বিদ্যুৎপ্রবাহের সময় তারে ভোল্টেজের পতন ঘটে।

চিত্র ১৬ চাপের পতন



www.banglainternet.com

Goto List >

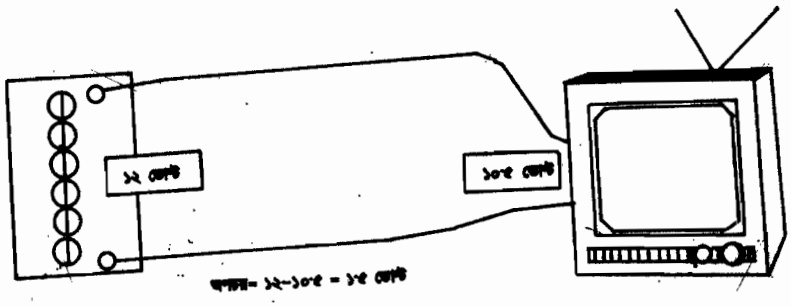
তারের প্রস্থচ্ছেদ যতো কম হবে এই পতনের পরিমাণ ততো বেশি হবে। ভোল্টেজ পতনের মুল কারণ হচ্ছে তারের রোধ। প্রস্থচ্ছেদ যতো কম হবে এই রোধ ততো বেশি হবে।

একটি পানির ট্যাঙ্ক হতে সরু পাইপ দিয়ে পানি নিয়ে গেলে তাতে যে চাপের পতন হয় একটি মোটা পাইপ দিয়ে পানি প্রবাহিত হলে চাপের পতন তার চেয়ে অনেক কম হয়। পাইপের রোধের কারনে চাপের পতন ঘটে। পাইপ যত সরু হবে এই রোধ ততো বেশি হতে এবং চাপের পতন তত বেশি হবে।

পানি প্রবাহের সঙ্গে বিদ্যুৎ প্রবাহের এই সাদৃশ্য দিয়েই ভোল্টেজের পতনের কারণ অনুধাবন করা সহজ হয়ে দাঁড়ায়।

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় শক্তি স্থানান্তরের জন্যে বৈদ্যুতিক তার ব্যবহৃত হয়। আদর্শ অবস্থায়, এই ক্ষমতা কোনো প্রকার অপচয় ছাড়াই এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে স্থানান্তর হওয়া উচিত। কিন্তু বাস্তবে ক্ষমতার অপচয় ঘটে এবং এই অপচয়ের মাত্রা এতই অধিক হতে পারে যে, পুরো ব্যবস্থাটিই অকেজো হয়ে যেতে পারে। অনেক সময় এই অপচয়ের কারণে প্যানেলের এবং ব্যাটারীর সংখ্যাও বৃদ্ধি করার প্রয়োজনীয়তা দেখা দিতে পারে।

চিত্র ১৭ ভোল্টেজের অপচয়



৩.৯.১ তার এবং ক্ষমতার অপচয়ের সম্পর্ক

পাইপের ব্যাস যত কম হবে, পানি স্থানান্তর করার জন্য তত বেশীই বলের (ফোর্স) প্রয়োজন হবে। পানি বড় ব্যাসের পাইপ দিয়ে সহজেই প্রবাহিত হয়, কিন্তু ক্ষুদ্র বাসের পাইপে তত সহজে প্রবাহিত হয় না।

www.banglainternet.com

Goto List >

পানির প্রবাহ ঘটানোর জন্য এর পেছনে বলের (ফোর্স) প্রয়োজন রয়েছে। পাইপের দেয়ালের একক ক্ষেত্রফলে (ইউনিট এরিয়া) আরোপিত এই বলকেই *চাপ* বলা হয়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি একটি বড় ব্যাসের পাইপ দিয়ে প্রবাহিত করার জন্য যে চাপের প্রয়োজন হয়, ছোট ব্যাসের পাইপ দিয়ে প্রবাহিত করতে হলে তারও বেশী চাপের প্রয়োজন পড়ে। আমরা জানি যেঃ

ক্ষমতা= চাপ × প্রবাহের হার

অতএব, ছোট ব্যাসের পাইপের ক্ষেত্রে বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হয়। আর প্রতি একক ক্ষমতার জন্যেই খরচ করতে হয় অর্থ। ক্ষমতার পরিমাণ হ্রাস করার জন্য অবশ্য পাইপের ব্যাস বৃদ্ধি করাই যথেষ্ট, কিন্তু সে ক্ষেত্রে প্রতি একক দৈর্ঘ্যের বড় ব্যাসের পাইপের জন্যই খরচ করতে হয় অতিরিক্ত অর্থ। অতএব, পানির ব্যবস্থার পরিকল্পনা তৈরী করার সময় একজন ডিজাইনারকে বড় ব্যাসের জন্যে অতিরিক্ত মূল্য এবং ছোট ব্যাসের জন্যে বেশি ক্ষমতার মূল্য—এ দুয়ের মধ্যে একটি সমঝোতায় আসতে হয়।

ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় একই অবস্থা বিরাজমান। তার যত সরু হয় তত বেশী বৈদ্যুতিক চাপের (ভোল্টেজ) প্রয়োজন হয়। বেশী ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য খরচের বিনিময়ে অতিরিক্ত ব্যাটারী ও প্যানেল স্থাপন করতে হয়। মোটা তার ব্যবহার করা হলে অল্প চাপেই বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে, কিন্তু সে ক্ষেত্রে তারের জন্য বেশী মূল্য দিতে হয়। এখানেও ডিজাইনারকে একদিকে *তার*, অপর দিকে *প্যানেল এবং ব্যাটারী*— এ দু'য়ের মধ্যে একটি গ্রহনযোগ্য সমঝোতায় আসতে হয়।

৩.৯.২ তারের কারনে ভোল্টেজের পতন

বৈদ্যুতিক তারের রোধের কারণে ক্ষমতার অপচয় ঘটে। আমরা জানি যেঃ

ভোল্ট= এমপিয়ার × ওহম।

এর অর্থ হলো, শুধুমাত্র তারের বাধাকে (রোধকে) অতিক্রম করার জন্যই কিছু ভোল্টের প্রয়োজন হয়।

একটি তারের রোধ যদি ০·১ ওহম হয় এবং একটি যন্ত্র চালানোর জন্য ২০ এমপিয়ার প্রবাহের প্রয়োজন হয়, সে ক্ষেত্রে ০·১×২০= ২ ভোল্ট চাপের প্রয়োজন হবে প্রবাহকে শুধুমাত্র বোধের বিরুদ্ধে এগিয়ে নিয়ে যাওয়ার জন্য। এই ২ ভোল্ট চাপ

www.banglainternet.com

Goto List >

তারের মধ্যেই হারিয়ে যায় এবং যন্ত্রে যে ভোল্টেজ পৌঁছে তা প্রাথমিক ভোল্টেজের চেয়ে ২ ভোল্ট কম হয়। ১২ ভোল্ট দিয়ে যাত্রা শুরু করে শেষ পর্যন্ত যদি ১০ ভোল্ট গন্তব্যস্থলে পৌঁছায়, সে ক্ষেত্রে অপচয় গুরুতর বৈকি! শতকরা ১৭ ভাগ অপচয় কম নয়! এই ১৭ ভাগ অপচয়কে ডিঙ্গানোর জন্য প্যানেল এবং ব্যাটারীতে শতকরা ১৭ ভাগ বিনিয়োগ বৃদ্ধি করা ছাড়া উপায় থাকে না।

যেহেতু সর্বমোট রোধ তারের দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, সেহেতু তারের দৈর্ঘ্য নূন্যতম হওয়াই উত্তম। ১০ মিটার দূরত্বে অবস্থিত ব্যাটারী এবং যন্ত্রের মাঝে তারে ভোল্টেজের পতন যদি ২ ভোল্ট হয়, তারের দৈর্ঘ্য ৫ মিটারে কমিয়ে আনা হলে, এই পতন ও রোধ হ্রাস পাবে। এতে পতন হ্রাস পায়, সর্বমোট খরচ ও হ্রাস পায়। এ থেকে একটি গুরুত্বপূর্ণ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়ঃ

তারের দৈর্ঘ্য কখনো প্রয়োজনের অতিরিক্ত হওয়া উচিত নয়।

তারের প্রস্থচ্ছেদ বাড়ানো হলে রোধ হ্রাস পায়, অতএব মোটা তার ব্যবহার করে আমরা ভোল্টেজের পতন কমাতে পারি। ধরা যাক, একটি ৬ ভোল্টের ব্যাটারী হতে ১ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তারে ভোল্টেজের পতন ২ ভোল্ট, অর্থাৎ অপচয় শতকরা ৩৩ ভাগ (২/৬ × ১০০ = ৩৩٪)। তারের প্রস্থচ্ছেদ দ্বিগুণ করা হলে অর্থাৎ ২ বর্গমিলিমিটারের তার নেয়া হলে, পতন ১ ভোল্টে নেমে আসবে, অর্থাৎ অপচয় ১৬٪ দাঁড়াবে। আবারো তারের প্রস্থচ্ছেদ দ্বিগুণ করে ৪ বর্গ মিলিমিটারের তার ব্যবহার করা হলে পতন ০·৫ ভোল্ট হবে এবং অপচয় ৮٪ দাঁড়াবে। অবশ্য ৪ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তারকে বেশ মোটা তার বলেই গণ্য করা হয়ে থাকে। এভাবে যদি আমরা তারের প্রস্থচ্ছেদ দ্বিগুণ করতেই থাকি তাহলে কি হবে? নীচের টেবিলে ব্যাপারটি বিশ্লেষণ করা হলোঃ

তারের প্রস্থচ্ছেদ (বর্গ মিলিমিটার)	ভোল্টেজের পতন (ভোল্ট)	অপচয় (٪)	অপচয় হ্রাস (٪)
১	২	৩৩	–
২	১	১৬	১৭
৪	১/২	৮	৮
৮	১/৪	৪	৪
১৬	১/৮	২	২

www.banglainternet.com

Goto List >

টেবিলটি মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, আমরা তারের প্রস্থচ্ছেদ যতই বাড়াতে থাকি, ভোল্টেজের পতন এবং অপচয় হ্রাসের হার ক্রমাগতই কমতে থাকে। অর্থাৎ প্রথমবার প্রস্থছেদ দ্বিগুণ করার ফলে অপচয় হ্রাস পায় ১৭%, দ্বিতীয়বার দ্বিগুণ করার ফলে হ্রাস পায় ৮% তৃতীয় বারে ৪ %, আর চতুর্থবারে মাত্র ২%।

অর্থাৎ প্রস্থচ্ছেদ বাড়াতেই থাকলে আমরা এমন একটা পর্যায়ে পৌছে যাবো, যখন প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি করে আমরা যে অপচয় হ্রাস করবো তা মোটেও লাভজনক হবেনা। অতএব কোন্ প্রস্থচ্ছেদ এবং কোন্ অপচয় আমাদের জন্য সবচেয়ে গ্রহণযোগ্য হবে তা নির্ভর করে বৈদ্যুতিক তার, প্যানেল এবং ব্যাটারীর মূল্যের উপর। এই সমস্ত খরচের হিসাব বিবেচনা করে দেখা গেছে যে, বাসা বাড়ীর জন্য ক্ষুদ্র সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থার ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ গ্রহণযোগ্য ভোল্টেজের পতন হচ্ছে ব্যাটারীর ভোল্টেজের শতকরা ৫ ভাগের সমান। অর্থাৎ ১২ ভোল্টের ব্যাটারীর ক্ষেত্রে *ব্যাটারী এবং যন্ত্রের* মধ্যবর্তী অথবা *প্যানেল এবং যন্ত্রের* মধ্যবর্তী তারে ভোল্টের পতন কখনোই ০·৬ ভোল্টের বেশি হওয়া উচিত নয়। অনুরূপ ভাবে ২৪ ভোল্টের ব্যাটারীর ক্ষেত্রে ১·২ ভোল্টের বেশি অপচয় গ্রহণযোগ্য নয়। হিসাবের সুবিধার্থে ডিজাইনাররা নীচের নিয়মটি অনুসরণ করতে পারেনঃ

> *১২ ভোল্টের সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় বৈদ্যুতিক তারে সর্বোচ্চ গ্রহণযোগ্য ভোল্টেজের পতন ০·৫ ভোল্ট, ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় এই পতন ১ ভোল্টের বেশী হওয়া উচিত নয়।*

৩.৯.৩ তারে ভোল্টেজের পতন নির্ণয়

আমরা জানি,

ভোল্ট = এমপিয়ার × ওহ্ম

অতএব, কোনো তারে সংঘটিত ভোল্টেজের পতন জানতে হলে প্রবাহ এবং তারের রোধ জানা থাকতে হবে। প্রবাহ (এমপিয়ার) নির্ভর করে গ্রাহক যন্ত্রের (লোড) উপর। যন্ত্রের জন্য ১০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রয়োজন থাকলে, তারে সে পরিমাণেই বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে হবে। তারের রোধ নির্ভর করে তিনটি উৎপাদকের উপরঃ তারের প্রস্থচ্ছেদ, তারের দৈর্ঘ্য ও তারের তাপমাত্রা।

www.boiRboi.blogspot.com

Goto List >

একটি ১ মিটার দীর্ঘ, ১ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তারের রোধ আনুমানিক ০·০২ ওহম। এই রোধ কম তাপমাত্রায় কিছুটা কম হবে এবং বেশি তাপমাত্রায় কিছুটা বেশি হবে।

একটি ১২ ভোল্টের ব্যাটারী হতে ১/২ মিটার দূরে অবস্থিত একটি ভিডিওকে সংযোগ দেয়ার জন্য উপরের তারটি ব্যবহার করা হলে ভোল্টেজের পতন কত হবে? (ভিডিও চালানোর জন্য ৩০ এমপিয়ার প্রবাহের প্রয়োজন হয়– এ তথ্যটিও অবশ্য জানা থাকতে হবে।)

ভোল্টেজের পতন= প্রবাহ × ওহম

= প্রবাহ × (প্রতিমিটারের রোধ × দূরত্ব, মিটারে)

= ৩০ × ০·০২ × ১

= ০·৬ ভোল্ট।

এখানে প্রশ্ন উত্থাপিত হতে পারে, ব্যাটারী হতে ভিডিওর দূরত্ব মাত্র ১/২ মিটার, হিসাবে কেনো ১ মিটার ধরা হচ্ছে?

প্রতিটি বৈদ্যুতিক বর্তনীতে উৎস হতে একটি তার আসে এবং অপর একটি তার ফেরত যায়। এই দুই অর্ধেক মিলে বর্তনীর তারের পূর্ণ দৈর্ঘ্যের সৃষ্টি করে অর্থাৎ এ ক্ষেত্রে ১/২ + ১/২ = ১ মিটার

তারের সর্বমোট রোধ দৈর্ঘ্যের সাথে আনুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়। ১ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ১ মিটার দীর্ঘ তারের রোধ ০·০২ ওহম হলে, ৫ মিটার তারের রোধ হবে ৫ × ০·০২ = ০·১ ওহম। তারের প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি করা হলে রোধ হ্রাস পায়; ২ বর্গমিলিমিটার প্রচ্ছচ্ছেদের তারের রোধ ১ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তারের রোধের অর্ধেক।

বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ব্যবহৃত তারের রোধ বের করার জন্য ২টি পদক্ষেপই যথেষ্ট

- ০·০২ ওহমকে তারের প্রচ্ছচ্ছেদ (বর্গমিঃমিঃ) দিয়ে ভাগ
- উপরে প্রাপ্ত ফলকে তারের দৈর্ঘ্য (মিটার) দিয়ে গুণ

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রশ্নঃ তারের প্রস্থচ্ছেদ ১·২৫ বর্গমিলিমিটার, দৈর্ঘ্য ৮ মিটার, রোধ কত?

উত্তরঃ ০·০২÷ ১·২৫ =০·০১৬

০·০১৬ × ৮ = ০·১২৮ ওহম

প্রশ্নঃ তারের প্রস্থচ্ছেদ ৪ বর্গ মিলিমিটার, দৈর্ঘ্য ১০ মিটার, রোধ কত?

উত্তরঃ ০·০২ ÷ ৪ = ০·০০৫

০·০০৫×১০ = ০·০৫ ওহ্‌ম।

প্রশ্ন ঃ তারের প্রস্থছেদ ২ বর্গ মিলিমিটার, দৈর্ঘ্য ৭·৫ মিটার, রোধ কত?

উত্তরঃ ০·০২ ÷ ২ = ০·০১

০·০১ × ৭·৫ = ০·০৭৫ ওহ্‌ম

রোধ নির্ণয়ের এবং ভোল্টেজের পতন নির্ণয়ের হিসাব পদ্ধতির সমন্বয় ঘটিয়ে আমরা সরাসরি বৈদ্যুতিক তারে সংঘটিত অপচয় নির্ণয় করতে পারি। অপচয় নির্ণয়ের এই পদ্ধতিটিকে সংক্ষিপ্ত ভাবে সুপারিশের আকারে নীচে প্রকাশ করা হলোঃ

০·০২ কে তারের প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে ভাগ করে, ভাগ ফলকে দৈর্ঘ্য দিয়ে গুণ করলে তারের রোধ বেরিয়ে আসবে। এই রোধ কে প্রবাহের মান দিয়ে গুন করলেই ভোল্টেজের পতনের মান বেরিয়ে আসবে।

উপরের সুপারিশ অনুযায়ী হিসাব কষার সময় এককের দিকে বিশেষ খেয়াল রাখতে হবে ঃ

তারেরপ্রস্থচ্ছেদ	ঃ	বর্গমিলিমিটারে
দৈর্ঘ্য	ঃ	মিটারে
প্রবাহের মান	ঃ	এমপিয়ারে

www.banglainternet.com

Goto List >

ফর্মূলার আকারেও উপরের হিসাব পদ্ধতিটি প্রকাশ করা সম্ভবঃ

$$\frac{০·০২ \times \text{দৈ} \times \text{বি}}{\text{প্র}} = \Delta \text{ভো}$$

এখানে দৈ = তারের দৈর্ঘ্য, মিটারে

বি= প্রবাহ, এমপিয়ার

প্র= তারের প্রস্থচ্ছেদ, বর্গমিলিমিটারে।

Δ ভো = ভোল্টেজের পতন, ভোল্টে।

৩.৯.৪ সঠিক তার নির্বাচন

আমরা দেখেছি যে ১২ ভোল্টের একটি সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় গ্রহণযোগ্য সর্বোচ্চ ভোল্টেজের অপচয় ০·৫ ভোল্ট। বিভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের তার পছন্দ করে আমরা হিসাব কষে দেখতে পারি, কোন প্রস্থচ্ছেদটি আমাদের জন্য গ্রহণযোগ্য অর্থাৎ কোন্ প্রস্থচ্ছেদে পতন ০·৫ ভোল্ট হয়। এটা অবশ্য অনেক দীর্ঘ এবং জটিল পন্থা, ইংরেজীতে একে "ট্রায়াল এন্ড এর " পন্থা বলা হয়।

বাস্তবে এ প্রন্থার প্রয়োজন নেই, অতি সহজেই আমরা তারের প্রয়োজনীয় প্রস্থছেদ নির্ধারণ করতে পারি। তারের দৈর্ঘ্য সাধারণত ব্যাটারী এবং যন্ত্রের অবস্থান দিয়ে নির্ধারণ করা হয়। অতএব দৈর্ঘ্য মোটামুটি স্থির করাই থাকে। তাছাড়া, যন্ত্রের প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ প্রবাহও (এমপিয়ার) নির্ধারিত থাকে। ভোল্টেজের গ্রহণযোগ্য পতনও আমরা স্থির করে নিতে পারিঃ

১২ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্যঃ ০·৫ ভোল্ট

২৪ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্যঃ ১ ভোল্ট

www.banglainternet.com

Goto List >

বাস্তব অবস্থা যদি তাইই হয়, তাহলে বাকী থাকে শুধু প্রস্থচ্ছেদ বের করা। আর নীচের পরিচিত ফর্মুলা নতুন করে সাজিয়ে এটি বের করা অতি সহজঃ

$$\frac{০.০২ \times \text{দৈ} \times \text{বি}}{\text{প্র}} = \Delta\text{ভো}$$

অতএব, $\text{প্র} = \frac{০.০২ \times \text{দৈ} \times \text{বি}}{\Delta\text{ভো}}$

১২ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য, ভো= ০.৫ ভোল্ট,

অতএব, $\text{প্র} = \frac{০.০২ \times \text{দে} \times \text{বি}}{০.৫} = ০.০৪ \times \text{দৈ} \times \text{বি}$

১২ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য
প্র=০.০৪ × দৈ × বি
অথবা
তারের বর্গমিলিমিটার = ০.০৪ × মিটার × এমপিয়ার

২৪ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য,
প্র = ০.০২ × দৈ × বি
অথবা
তারের বর্গমিলিমিটার = ০.০২ × মিটার × এমপিয়ার

প্রশ্নঃ দেয়া আছেঃ

ব্যবস্থা = ১২ ভোল্টের

প্রবাহ = ৫ এমপিয়ার

ব্যাটারী–যন্ত্র দূরত্ব = ৫ মিটার

বের করতে হবেঃ তারের প্রস্থচ্ছেদ

www.banglainternet.com

Goto List >

উত্তরঃ তারের দৈর্ঘ্য ৫ × ২ = ১০ মিটার

কারণ ব্যাটারী হতে যন্ত্র পর্যন্ত তার = ৫ মিটার;

+

যন্ত্র হতে ব্যাটারী পর্যন্ত ফিরতি তার = ৫ মিটার।

মোট = ১০ মিটার

অতএব,

তারের প্রস্থচ্ছেদ ঃ ০·০৪ × ১০ × ৫

= ২ বর্গ মিলিমিটার

প্রশ্ন ঃ দেয়া আছেঃ

ব্যবস্থা =১২ ভোল্টের

যন্ত্র = বাতি, ১২ ওয়াটের

ব্যাটারী–বাতি দূরত্বঃ ৭ মিটার

বের করতে হবে ঃ তারের প্রস্থচ্ছেদ

উত্তরঃ আমরা জানি,

ওয়াট= ভোল্ট × এমপিয়ার

অতএব এমপিয়ার $= \frac{\text{ওয়াট}}{\text{ভোল্ট}}$

$= \frac{১২}{১২}$

=১

www.banglainternet.com

Goto List >

তারের দৈর্ঘ্য= ৭ ×২ = ১৪ মিটার

তারের প্রস্থচ্ছেদ = ০·০৪ × ১৪ × ১

= ০·৫৬ বর্গ মিলিমিটার

এ পর্যায়ে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, শুধু মাত্র কতগুলো নির্দিষ্ট প্রস্থচ্ছেদের তারই বাজারে পাওয়া যায়। এই সমস্ত 'ষ্ট্যান্ডার্ড' (মান) প্রস্থচ্ছেদের বাইরে তার প্রস্তুত করা হয় না। যেমন বাংলাদেশে ০·৫, ০·৭৫, ১·০, ১·৫, ২·৫, ৪·০, ৬·০, ১০, ১৬, ২৫, ৩৫, ৫০ বর্গ মিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তার প্রস্তুত এবং বাজারজাত হয়। এখন কেউ যদি বাজারে যেয়ে ২·৯০ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তার খোঁজ করেন, সেটি ব্যর্থ চেষ্টা ব্যতীত আর কিছুই হবে না।

হিসাব কষে কোনো ব্যবস্থার জন্য তারের প্রস্থচ্ছেদ যদি ১·৮০ বর্গমিলিমিটার পাওয়া যায়, এর অর্থ হলো গ্রহণযোগ্য ন্যূনতম প্রস্থচ্ছেদ হচ্ছে ১·৮০ বর্গমিলিমিটার। এদিকে বাজারে পাওয়া যায় ১·৫ এবং ২·৫,৪·০ এবং ৬·০ বর্গমিলিমিটারের তার। কোন্‌টি কেনা উচিত? অবশ্যই পরবর্তী বৃহত্তর প্রস্থচ্ছেদই হবে সঠিক পছন্দ অর্থাৎ ২·৫ বর্গমিলিমিটারের তার। ৪·০, ৬·০, ১০ বর্গমিলিমিটারের তার ব্যবহার করতে কোনো বাধা নেই, কিন্তু যে কাজটি অল্প দামের ২·৫ বর্গমিলিমিটারের তার দিয়েই সম্পন্ন করা সম্ভব, সে কাজটি বেশি দামের তার দিয়ে সম্পন্ন করা অপচয় ছাড়া আর কিছু নয়।

প্রশ্ন ঃ ১২ ভোল্ট, ৪৮ ওয়াটের একটি ফ্যান, ব্যাটারী হতে ৫ মিটার দূরে অবস্থিত। বাংলাদেশে ব্যবহৃত মান (ষ্ট্যান্ডার্ড) অনুযায়ী কত প্রস্থচ্ছেদের তার ব্যবহার করা উচিত?

তারের দৈর্ঘ্য = ৫ ×২ = ১০ মিটার

এমপিয়ার = ওয়াট ÷ ভোল্ট =৪৮ ÷ ১২ = ৪ এমপিয়ার,

১২ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য তারের প্রস্থচ্ছেদ ঃ

= ০·০৪ ×মিটার ×এমপিয়ার

= ০·০৪ × ১০ ×৪ = ১·৬ বর্গমিলিমিটার

www.banglainternet.com

Goto List >

বাংলাদেশে প্রস্তুত ১·৫ বর্গমিলিমিটার প্রচ্ছচ্ছেদের তার এ কাজের জন্য ছোট হয়ে যায়, অতএব পরবর্তী বৃহৎ প্রস্থচ্ছেদ অর্থাৎ ২·৫ বর্গ মিলিমিটারের তার ব্যবহার করাই হবে সঠিক সিদ্ধান্ত।

প্রশ্নঃ ২৪ ভোল্টের, ৪৮ ওয়াটের একটি ফ্যান, ব্যাটারী হতে ৫ মিটার দূরে অবস্থিত। বাংলাদেশে ব্যবহৃত মান অনুযায়ী কত প্রচ্ছচ্ছেদের তার ব্যবহার করা উচিত?

উত্তরঃ আগের প্রশ্ন এবং বর্তমান প্রশ্নের মধ্যে পার্থক্য একটিই– পূর্বের প্রশ্নে ১২ ভোল্টের ব্যবস্থার কথা উল্লেখ করা হয়েছে, আর এই প্রশ্নে ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থার কথা বলা হচ্ছে।

তারের দৈর্ঘ = ৫ × ২ = ১০ মিটার

২৪ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য তারের প্রস্থচ্ছেদ

= ০·০২ × মিটার ×এমপিয়ার

=০·০২× ১০ ×২= ০·৪ বর্গ মিলিমিটার।

এক্ষেত্রে বাংলাদেশে ব্যবহৃত মান অনুযায়ী ০·৫ বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তার ব্যবহার করা হলে সন্তোষজনক ফল পাওয়া যেতে পারে। যদিও অনেক ক্ষেত্রেই ১ বর্গ মিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের তার এবং তার চেয়েও কম প্রস্থচ্ছেদের তার ব্যবহার করা আপাত দৃষ্টিতে সন্তোষজনক মনে হতে পারে, বাস্তবে ২·৫ বর্গ মিলিমিটারের প্রস্থচ্ছেদের চেয়ে সরু তার ১২ ভোল্ট এবং ২৪ ভোল্টের সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় ব্যবহার করা উচিত নয়। ২·৫ বর্গমিলিমিটারের তার এবং এর চেয়ে ছোট প্রস্থচ্ছেদের তারের দামের পার্থক্য খুব কম, তাই এ সুপারিশ অনুসরণ করাই উত্তম। এখানে স্মরণ করিয়ে দেয়া যাচ্ছে যে, তারের প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয়ের যে ফর্মূলা আমরা ব্যবহার করছি, তা কিন্তু শুধুমাত্র ন্যুনতম প্রস্থচ্ছেদই নির্ধারণ করে। অতএব, তারের প্রস্থচ্ছেদ বড় হলে ক্ষতি নেই, বরঞ্চ শক্তির অপচয় আরো কম হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

আগের প্রশ্ন–উত্তর দুটোতে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় তারের প্রস্থচ্ছেদ ১২ ভোল্টের ব্যবস্থার জন্য প্রয়োজনীয় প্রস্থচ্ছেদের অর্ধেক নয়, এক চতুর্থাংশ মাত্র ! এর কারণ দুটোঃ

–২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় একই যন্ত্রের জন্য বিদ্যুৎ প্রবাহ (এমপিয়ার) অর্ধেক পরিমাণে হ্রাস পায়, কারণ ভোল্টেজ দ্বিগুণ করা হয়েছে।

–ভোল্টেজের পতন ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় ১২ ভোল্টের ব্যবস্থায় চেয়ে অধিক কম।

অতএব তারের প্রস্থচ্ছেদ এই দুই অর্ধেক গুণ হয়ে, অর্থাৎ ১/২ × ১/২ = ১/৪ এ দাঁড়ায়।

দু'তিনটি বাতিতে ক্ষমতা সরবরাহ করার মত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় এই পার্থক্য খুব একটা গুরুত্বপূর্ণ ব্যাপার নয়। কিন্তু বড় বড় যন্ত্র যেমন, রেফ্রিজারেটর, ভিডিও, টিভি সহ সৌর শক্তি চালিত ১২ ভোল্টের ব্যবস্থার ক্ষেত্রে তারের প্রস্থচ্ছেদ এত বড় হতে পারে যে, তা রীতিমত ব্যয়বহুল হয়ে দাঁড়ায়। ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় তারের প্রস্থচ্ছেদ ছোট হওয়ার কারণে অনেক সৌর ফটোভোল্টায়িক ক্ষেত্রে ১২ ভোল্টের চেয়ে ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থা বেশি সমাদৃত হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

৪

সৌর ফটোভোল্টায়িক প্যানেল

www.banglainternet.com

Goto List >

৪.০ সৌর ফটোভোল্টায়িক প্যানেল (সৌর পিভি প্যানেল)

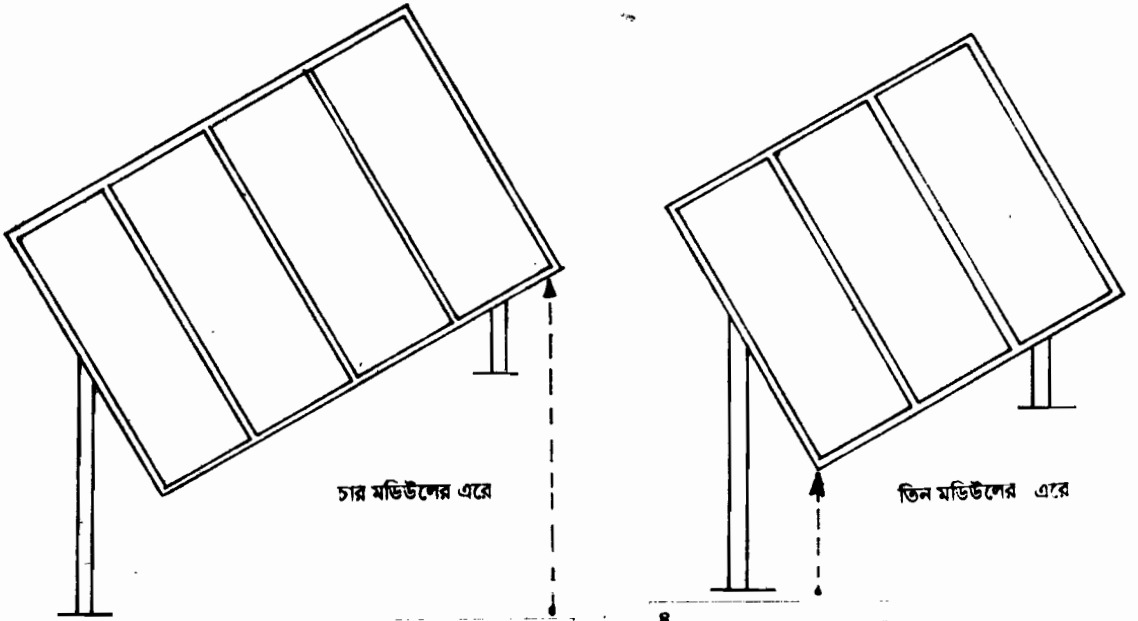
সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় ফটোভোল্টাইক প্যানেলই একমাত্র ক্ষমতা উৎপাদনকারী অংশ। কারখানায় বেশ জটিল প্রক্রিয়ায় প্যানেল প্রস্তুত করা হয় এবং এর দাম খুব বেশি, কিন্তু ব্যবহার খুবই সহজ। সূর্যের আলো পড়লেই প্যানেলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। নড়নশীল কোনো যন্ত্রাংশ প্যানেলে নেই, তাই প্যানেলের আয়ু খুবই দীর্ঘ হয়। ক্ষয়িষ্ণু কোনো উপাদান অথবা ধীরে ধীরে নিঃশেষ হয়ে যাওয়ার মত কোনো উপাদান নেই বলে একটি প্যানেলের উপর অনেক নির্ভর করা যায়। অভিজ্ঞতা থেকে দেখা যায় যে, প্রকৃত ব্যবহারের সময় সৌর প্যানেল থেকে উদ্ভূত সমস্যার সংখ্যা এবং ধরণ খুবই নগন্য এবং পুরো সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় প্যানেল হলো সবচেয়ে নির্ভরশীল অংশ।

সৌর ফটোভোল্টায়িকের উপর বর্তমান সময়ের কারিগরি পুস্তক এবং কাগজপত্রে দুটো শব্দ খুব ঘনঘন ব্যবহার করা হয় যা পাঠকদের সুবিধার্থে বিশ্লেষণ করা হলোঃ

- মডিউলঃ 'মডিউল' ইংরেজি শব্দ, সৌর প্যানেল এবং সৌর মডিউল বিভিন্ন বইয়ের একই অর্থে ব্যবহার হচ্ছে।
- এরেঃ 'এরে' ইংরেজি শব্দ। এরে বলতে কয়েকটি সৌর প্যানেল বা কয়েকটি মডিউলের সমাহার বোঝানো হয়।

www.banglainternet.com

চিত্র ১৮ মডিউল এবং এরে



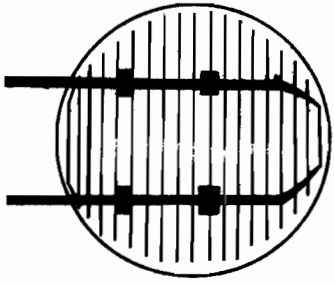
www.banglainternet.com
Goto List >

Goto List >

৪.১ ভৌত বৈশিষ্ট্য

বিভিন্ন ডিজাইনের অনেক প্যানেল আজকাল তৈরি হয়। কিন্তু সব প্যানেলই সিলিকনের তৈরি কোষের (সেল) সমাহার। এই কোষ থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। বেশির ভাগ প্যানেলেই ৩০ থেকে ৩৬টি সিলিকন কোষ শ্রেণী সমবায়ে (সিরিজ কানেকশন) যুক্ত থাকে। সিলিকন কোষ গোলাকৃতির বা বর্গাকৃতির হয়ে থাকে।

চিত্র ১৯ একটি সিলিকন কোষ



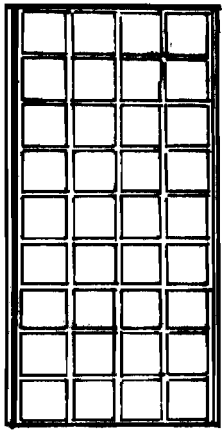
এই কোষগুলোকে তাদের গাঢ় রং এবং আকৃতির জন্যে অতি সহজেই চিনতে পারা যায়। কোষগুলোর ভেতরে অনেক হালকা তার এদিক ওদিক বসানো থাকে। প্রতিটি গোলাকৃতি বা বর্গাকৃতির বস্তু এক একটি স্বতন্ত্র কোষ। এই কোষগুলো পাতলা চ্যাপ্টা ধাতুর পাত দিয়ে একে অপরের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। সূর্যের আলোতে প্রতিটি কোষ ০·৫ ভোল্টের বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে। কি পরিমাণে বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রতিটি কোষ থেকে উৎপন্ন হবে তা নির্ভর করে কোষের মাপ এবং সূর্যের আলোর প্রাবল্যের উপর।

কোষ বর্গাকৃতির হোক বা গোলাকৃতির হোক, বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার ক্ষেত্রে আকৃতির কোন প্রভাব নেই। কিন্তু একই ক্ষেত্রফলে বর্গাকৃতির চেয়ে বেশি সংখ্যক গোলাকৃতির কোষ বসানো সম্ভব বলে গোলাকৃতি কোষ সম্বলিত প্যানেলে বেশি বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা সম্ভব। কোষগুলো একটি কাঁচ বা প্লাস্টিকের উপর বসানো থাকে এবং এর উপরে একটি কাঁচের ঢাকনা দেয়া হয়। ঢাকনার এই কাঁচ বিশেষ ধরনের শক্ত কাঁচ যেটি ঝড়, শিলাবৃষ্টি বা কম্পনে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না, সহজে ভাঙে না। কাঁচের উপরিভাগ এমনভাবে প্রস্তুত যাতে সূর্যের আলো অতি সহজেই কাঁচ ভেদ করে কোষে পড়তে পারে।

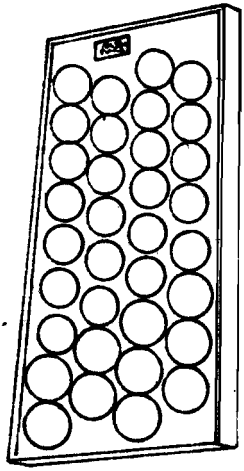
www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ২০ সৌর ফটোভোল্টায়িক প্যানেল, বর্গাকার কোষ



চিত্র ২১ সৌর ফটোভোল্টায়িক প্যানেল, গোলাকারকার কোষ

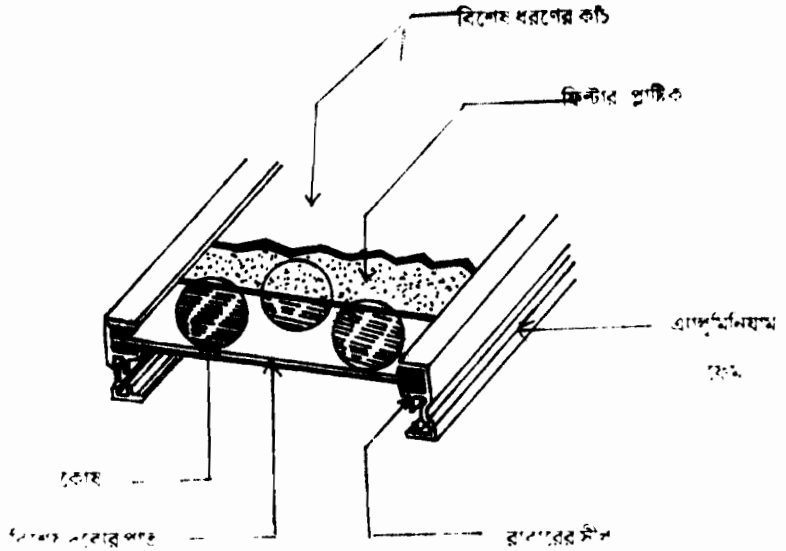


www.banglainternet.com

Goto List >

উপরিভাগের কাঁচ এবং কোষের তলদেশ– এদুয়ের মধ্যবর্তী জায়গাগুলো বিশেষ ধরণের প্লাস্টিক দিয়ে পূরণ করা থাকে। এ কারণে কোষগুলো জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে আসতে পারে না এবং সহজেই ক্ষয় হয় না। একটি সুন্দর স্থাপনযোগ্য ও পরিবহনযোগ্য অবস্থাতে আনার জন্যে পুরো জিনিসটাকে একটি এলুমিনিয়াম বা প্লাস্টিকের ফ্রেমে স্থাপন করা হয়।

চিত্র ২২ সৌর প্যানেলের প্রস্থচ্ছেদ



৪.২ বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্য

ক) ভোল্টেজ

সূর্যের আলোতে একটি সিলিকন কোষ, সে যতো বড়ই হোক না কেন, ০·৫ ভোল্ট উৎপন্ন করে (যদি 'লোড' সংযুক্ত না থাকে)। এই ভোল্টেজকে খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ (ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ) বা 'সর্বোচ্চ ভোল্টেজ' বলা হয়। খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ সূর্যের আলোর প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে না। কোষগুলো একে অপরের সঙ্গে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত থাকে, তাই অতি সহজেই সর্বমোট কোষের সংখ্যা গুনে ০·৫ দিয়ে গুণ করলে প্যানেলের সম্ভাব্য খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ অনুমান করা সম্ভব। বেশির ভাগ প্যানেল ১২ ভোল্টের যন্ত্র চালানোর জন্যে তৈরি করা হয়, তাই

www.banglainternet.com

Goto List >

প্যানেলে সাধারণত ৩০ থেকে ৩৬টি কোষ থাকে। সহজেই অনুমেয় যে ৩০ কোষের প্যানেল থেকে ১৫ ভোল্ট এবং ৩৬ কোষের প্যানেল থেকে ১৮ ভোল্ট পাওয়া সম্ভব। সৌর প্যানেল ২৪ ভোল্টের যন্ত্র চালানোর জন্যেও ব্যবহৃত হয়, সেক্ষেত্রে প্যানেলে কোষের সংখ্যা আনুপাতিক হারে বেশি হয়।

প্রকৃত খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ কত হবে তা অনেক কিছুর উপরই নির্ভর করে। প্রতিটি কোষ থেকে ০·৫ ভোল্ট হারে হিসাব করলে ফলাফল বাস্তবের খুবই কাছাকাছি যায়। সাধারণভাবে বলা যায়, ১২ ভোল্টের একটি ব্যাটারী চার্জ করার জন্যে ৩৬ কোষের প্যানেলই যথেষ্ট, কিন্তু সতর্কতার সঙ্গে মনে রাখা উচিত যে, ব্যাটারী অতিরিক্ত চার্জে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে যদি চার্জ নিয়ন্ত্রক ব্যবহার না করা হয়। অতএব চার্জ নিয়ন্ত্রক না থাকলে ৩০ কোষের প্যানেল ব্যবহার করাই উত্তম। আবার ৩০ কোষের প্যানেল ব্যবহার করলে ব্যাটারী সম্পূর্ণভাবে চার্জ নাও হতে পারে।

খ) বিদ্যুৎ প্রবাহ

একটি প্যানেল কি পরিমাণে বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন করে তা নির্ভর করে প্রতিটি কোষের পরিমাণ ও সূর্যের আলোর প্রাবল্যের উপর। সূর্যের একই প্রাবল্যের বড় কোষ ছোট কোষের চেয়ে বেশি বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে।

বর্তমান সময়ের প্রস্তুতকারকরা যে সমস্ত কোষ তৈরি করে থাকেন সেটির প্রতিটি সাধারণত ২ থেকে ৩ এমপিয়ার বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে থাকে। কোষগুলো শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত, তাই প্যানেলে যতগুলোই কোষ থাকুক না কেন, সর্বমোট বিদ্যুৎ ২ থেকে ৩ এমপিয়ারই হবে।

গ) 'লোড' (গ্রাহকযন্ত্র) বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং ভোল্টেজের সম্পর্ক

একটি ব্যাটারী বা জেনারেটরের প্রান্তের দু'টি তার 'সর্ট সার্কিট' করা হলে খুবই বেশি বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় এবং ব্যাটারী বা জেনারেটর ক্ষতিগ্রস্ত হয়। সৌর প্যানেলের ক্ষেত্রে ব্যাপারটি অন্য রকম। সৌর প্যানেলের প্রবাহ আপনিতেই সীমিত, তাই 'সট সার্কিট' ঘটানো হলে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। প্যানেলের দুই প্রান্তের তার 'সর্ট সার্কিট' করানো হলে যে বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে 'সর্বোচ্চ প্রবাহ' বা 'সর্টসার্কিট' প্রবাহ বলে। কোষের পরিমাণ এবং সূর্যের আলোর প্রাবল্যের উপর সর্টসার্কিট প্রবাহের মান নির্ভর করে। প্রাবল্য দ্বিগুণ হলে দ্বিগুণ প্রবাহ উৎপন্ন হয়। আবার কোষের পরিমাণ দ্বিগুণ করা হলে প্রবাহও দ্বিগুণ পাওয়া যায়। একটি প্যানেল থেকে সঠিক কত প্রবাহ পাওয়া

www.banglainternet.com

Goto List >

যাবে তা প্রস্তুতকারক তাদের প্রকাশিত পুস্তিকাতে প্যানেলের বিস্তারিত বর্ণনা চিত্রসহ উল্লেখ করে থাকেন। প্রস্তুতকারকরা সাধারণত একটি প্রমাণ (স্ট্যান্ডার্ড) অবস্থার ভিত্তিতে এই সমস্ত মান প্রকাশ করে থাকেন। যদি কোনো প্রস্তুতকারক উল্লেখ করেন যে প্যানেলের সর্ট সার্কিট প্রবাহ হচ্ছে ৩ এমপিয়ার, তা হলে বুঝতে হবে, সূর্যের আলোর প্রাবল্য যদি প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ ওয়াট হয় তাহলে এই প্যানেল থেকে প্রাপ্ত সর্বোচ্চ প্রবাহ হবে ৩ এমপিয়ার । অর্থাৎ প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ ওয়াট সূর্যের আলোর প্রাবল্য হচ্ছে এই শিল্পে ব্যবহৃত প্রমাণ (স্ট্যান্ডার্ড) অবস্থা। কিন্তু কদাচিৎ সূর্যের আলোর প্রাবল্য প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ ওয়াট পাওয়া যায়। সাধারণত মাঝ দুপুরে পরিষ্কার আকাশে সূর্যের আলোর প্রাবল্য প্রতি বর্গমিটারে ৮০০–৯০০ ওয়াট হয়ে থাকে। অতএব প্রস্তুতকারক যে ধরনের প্যানেল তৈরি করে থাকেন সেটি উজ্জ্বল আলোতে সর্ট সার্কিট করা হলে ৩ এমপিয়ারের মতো বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে।

লোড সংযুক্ত অবস্থায় প্যানেলের ভোল্টেজ লোডের উপর নির্ভর করে। এ অবস্থায় প্যানেলকে সর্ট সার্কিট করা হলে ভোল্টেজ প্রকৃতপক্ষে শূন্য হবে এবং এমপিয়ার হবে সর্বোচ্চ। লোডবিহীন অবস্থায় যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় তাকে 'খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ' বলে এবং সেখানে প্রবাহ প্রকৃতপক্ষে শূন্য হবে।

তাহলে একটি প্যানেলে দুটো চরম অবস্থা চিহ্নিত করা যায়ঃ

- অবস্থা ১ঃ একই সময়ে সর্বোচ্চ প্রবাহ এবং সর্বনিম্ন ভোল্টেজ। এটি লোডবিহীন অবস্থায় দেখা যায় এবং ভোল্টজকে 'খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ' বলা হয়।

- অবস্থা ২ঃ একই সময়ে সর্বোচ্চ ভোল্টেজ এবং সর্বনিম্ন প্রবাহ। প্যানেলকে সর্ট সার্কিট করলে এ অবস্থার উদ্ভব ঘটে।

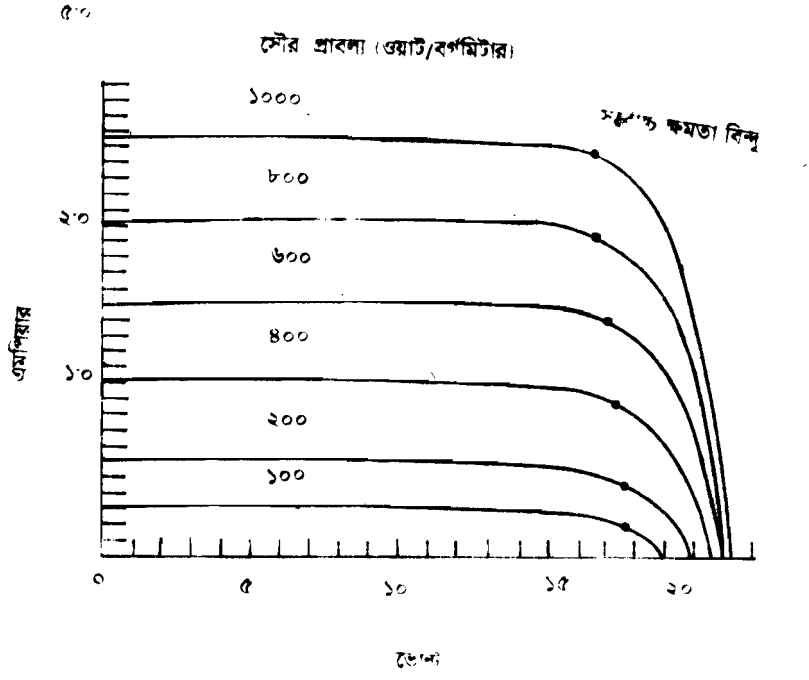
এই দুই চরম অবস্থার মধ্যবর্তী অবস্থাতে প্যানেলের আউট পুট কি হবে?

প্রতিটি প্যানেলের জন্যে নির্দিষ্ট ভোল্টেজ– প্রবাহ কার্ভ রয়েছে, প্রস্তুতকারক এধরনের কার্ভ সরবরাহ করে থাকেন, যা থেকে বিভিন্ন ভোল্টেজে কি প্রবাহ পাওয়া যাবে তা নির্ধারণ করা যায়। এধরনের রেখা সমষ্টি প্রবাহ– ভোল্টেজ (ইংরেজিতে আই ভি) কার্ভ নামে পরিচিত। অতএব আই ভি কার্ভ প্রকৃতপক্ষে সর্ট সার্কিট ভোল্টেজ থেকে শুরু করে 'খোলা বর্তনী ভোল্টেজ' পর্যন্ত বিভিন্ন পর্যায়ের ভোল্টেজে প্যানেল কি পরিমাণে প্রবাহ দেবে তারই রেখাচিত্র (গ্রাফ)। তাছাড়া সূর্যের আলোর বিভিন্ন প্রাবল্যে প্রবাহের মান কি হবে, তাও এ কার্ভ থেকে অতি সহজেই বের করা যায়।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ২৩ আই ভি কার্ভ



আই ভি কার্ভের গুরুত্বটা কোথায়?

যে সমস্ত যন্ত্র সরাসরি সৌর প্যানেলের সঙ্গে সংযুক্ত (যেমন পানির পাম্প) সে সমস্ত ক্ষেত্রে ডিজাইনারের জন্যে আইভি কার্ভ খুবই গুরুত্বপূর্ণ।যে সমস্ত যন্ত্র (যেমন রেফ্রিজারেটর) সরাসরি ব্যাটারী থেকে বিদ্যুৎ সংগ্রহ করে সে সমস্ত ক্ষেত্রে আই ভি কার্ভ কোনো গুরুত্বপূর্ণ ব্যাপার নয়, কারণ প্রস্তুতকারকরা যে সমস্ত প্যানেল তৈরী করে থাকেন সেগুলো বিশেষভাবে ১২ ভোল্টের (৬ বা ২৪ ভোল্টেরও হতে পারে)ব্যাটারী চার্জ করার জন্যেই তৈরি হয়ে থাকে।

(ঘ) সৌর প্যানেলের শ্রেণী ও সমান্তরাল সমবায়

দুটি হুবহু একই ধরনের প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হলে সর্বমোট ভোল্টেজ দ্বিগুণ হবে এবং সর্বমোট বিদ্যুৎপ্রবাহ একটি প্যানেলের বিদ্যুৎ প্রবাহের সমান হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

অপরদিকে হুবহু একই ধরনের দুটি প্যানেল সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে সর্বমোট ভোল্টেজ একটি প্যানেলের ভোল্টেজের সমান হবে এবং সর্বমোট বিদ্যুৎ প্রবাহ একক প্যানেলের প্রবাহের দ্বিগুণ হবে।

এর অর্থ হলো, যতো বেশি প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হবে সর্বমোট ভোল্টেজ ততো বেশি হবে। অপরদিকে যতো বেশি প্যানেল সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হবে সর্বমোট বিদ্যুৎ প্রবাহ ততো বেশি হবে।

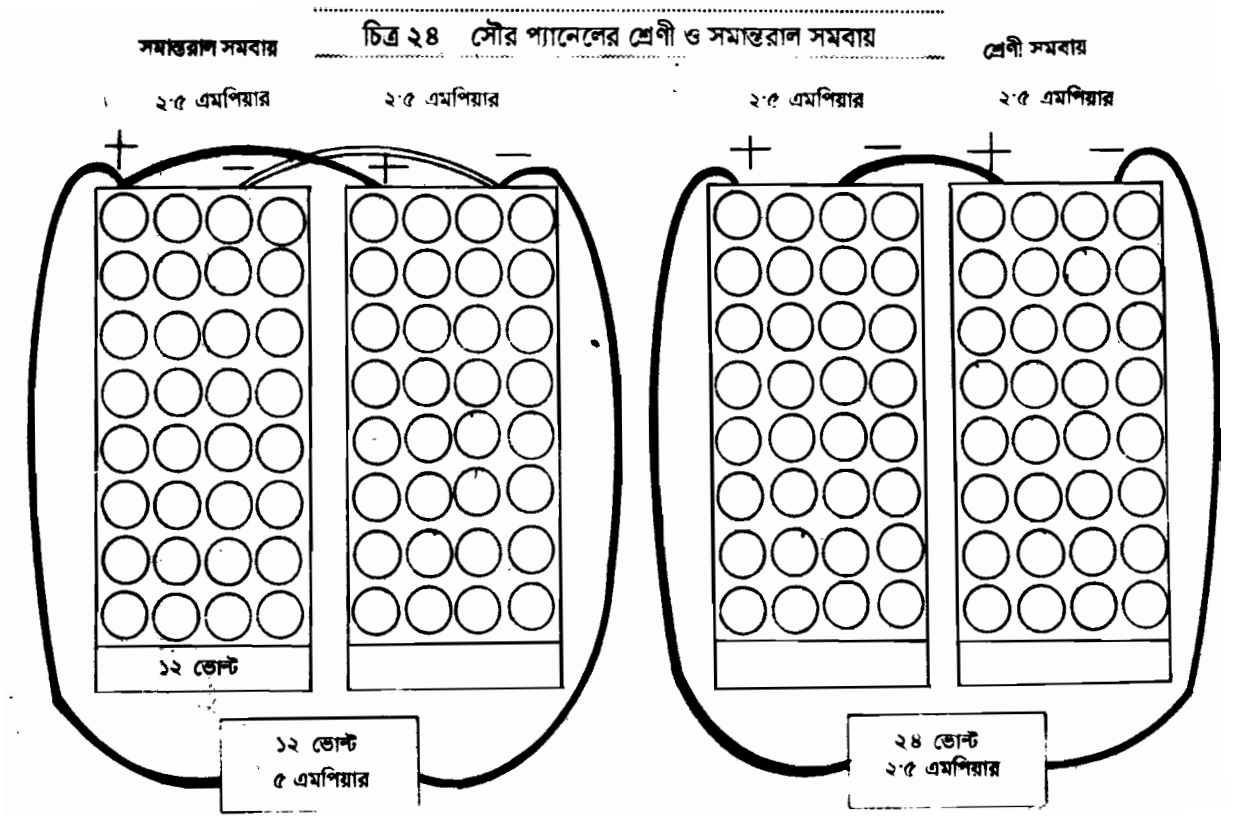
এখন ধরা যাক, আমাদেরকে ২৪ ভোল্টের ব্যাটারী চার্জ করতে হবে অথচ হাতে আছে ১২ ভোল্ট ব্যাটারী চার্জ করার মতো সৌর প্যানেল। সেক্ষেত্রে সমাধান কি? প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে সংযোগ করলেই ২৪ ভোল্ট পাওয়া সম্ভব, অতএব ব্যাটারীও চার্জ করা সম্ভব।

আবার ধরা যাক, ২৪ ভোল্টের একটি ব্যাটারী চার্জ করা প্রয়োজন। আরো ধরা যাক দুটো ১২ ভোল্টের প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করে যে এমপিয়ার পাওয়া যায় তা ২৪ ভোল্টের এই ব্যাটারী চার্জ করার জন্যে যথেষ্ট নয়। সেক্ষেত্রে সমাধান কি?

সেক্ষেত্রে প্রথমে এক জোড়া প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে সংযোগ করার পর অপর একজোড়া প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে সংযোগ করে এই দুই জোড়া প্যানেল সমান্তরাল সমবায়ে সংযোগ করলেই বেশি এমপিয়ার পাওয়া সম্ভব।অতএব সৌর প্যানেলগুলোকে প্রয়োজনমতো শ্রেণী বা সমান্তরাল বা উভয়ের সমন্বয় ঘটিয়ে সমবায়ে যুক্ত করে একক প্যানেলের কয়েকগুন ভোল্টেজ বা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব।

দুটি প্যানেলের সর্ট সার্কিট প্রবাহ ভিন্ন ভিন্ন মানের হলে সে প্যানেল দু'টিকে শ্রেণী সমবায়ে সংযোগ করা উচিত নয়। আবার দুটি প্যানেলের ভিন্ন ভিন্ন মানের 'খোলা বর্তনী ভোল্টেজ' হলে সে প্যানেল দুটি সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা বুদ্ধিমানের কাজ নয়। ভালো ফল পাওয়ার জন্যে যে কোনো শ্রেণী বা সমান্তরাল সমবায়ে সংযোগের জন্যে হুবহু একই মডেলের একাধিক প্যানেল ব্যবহার করাই উচিত।

www.banglainternet.com



www.banglainternet.com

Goto List >

Goto List >

(ঙ) প্যানেলের ক্ষমতা

আমারা জানি যে,

ক্ষমতা = ভোল্টেজ × বিদ্যুৎপ্রবাহ

(ওয়াট) = (ভোল্ট) × (এমপিয়ার)

তবে প্যানেলের ক্ষমতা বের করার জন্যে প্যানেলের 'খোলা বর্তনী ভোল্টেজ' দিয়ে সর্ট সার্কিট প্রবাহের মান গুন করা মোটেও সমিচীন নয়। সঠিক ভাবে ক্ষমতা বের করতে হলে ভোল্টেজ এবংএমপিয়ার একই সময়ে মাপতে হবে।

প্রস্তুতকারক প্রতিটি মডেলের প্যানেলের সর্বোচ্চ ক্ষমতা (পিক ওয়াট্) তাদের পুস্তিকাতে উল্লেখ করে থাকেন এবং প্যানেলের গায়েও উল্লেখ করে দেন। প্রস্তুতকারক প্যানেলের সর্বোচ্চ ক্ষমতা একটি প্রমাণ (স্ট্যান্ডার্ড) অবস্থার পূর্বশর্তে প্রকাশ করে থাকেন। প্রমাণ এ অবস্থাগুলো হচ্ছেঃ

একঃ সূর্যের আলোর প্রাবল্য প্রতি বর্গমিটারে ১০০০ ওয়াট এবং আলো লম্ব ভাবে প্যানেলের গায়ে পতিত হয়।

দুইঃ গ্রাহকযন্ত্র (লোড) আদর্শ অবস্থায় কাজ করে।

তিনঃ সৌর প্যানেলের তাপমাত্রা ২৫° সেলিসিয়াস।

এক্ষেত্রে উথাপিত পূর্বশর্তের জের ধরে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, বায়ুমন্ডলের বাইরে সূর্যের বিকিরণের প্রাবল্য ১৩৫৩ ওয়াট/বর্গমিটার; এই প্রাবল্য ভূপৃষ্ঠে অনেক কম, কারণ–

জলীয় বাষ্প ধুলিকণা এবং বায়ুমন্ডলের দুষনের কারণে বিকিরণ এর বিচ্ছুরন (ডিসপারশন) ঘটে। বায়ুমন্ডলের অক্সিজেন পানি এবং কার্বন মনোক্সাইড বিকিরণ শুষে নেয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

খুব পরিষ্কার আকাশে দিনে ভূ-পৃষ্ঠের বিকিরণের প্রাবল্য ১১০০ ওয়াট/বর্গমিটার ছাড়িয়ে যেতে পারে, তবে সাধারণত বেশির ভাগ জলবায়ুতে মধ্যদিবসে এই প্রাবল্য ৮০০-৯০০ ওয়াট/বর্গমিটার হয়ে থাকে।

চিত্র ২৫ প্রবাহ ভোল্টেজ রেখায় (আই-ভি কার্ভে) বিভিন্ন বিন্দুতে ক্ষমতা, ভোল্ট এবং প্রবাহের মান।

আই ভি কার্ভের বিন্দু										
	১	২	৩	৪	৫	৬	৭	৮	৯	১০
ওয়াট	১৩·৩৫	২৬·৪	৩৬·৬৮	৩৯·১৫	৪১·৪৪	৪২·৮৪	৪২·৬৭	৩৯·৭	৩১·৩	১২·৮
ভোল্ট	৫	১০	১৪	১৫	১৬	১৭	১৮	১৯	২১	২১
এমপিয়ার	২·৬৭	২·৬৪	২·৬	২·৬১	২·৫৯	২·৫২	২·৩৭	২,০৯	১·৪৯	৬১

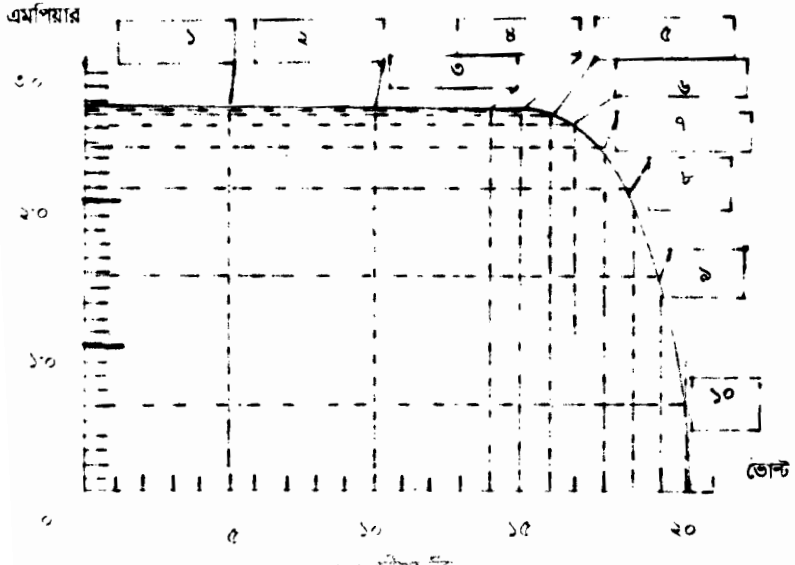
শর্ট সার্কিট প্রবাহ = ২·৬৭

খোলা বর্তনী ভোল্ট = ২১

(ওপেন সার্কিট)

সর্বোচ্চ ক্ষমতা =৪২·৮৪

(পিক ওয়াট)



www.banglainternet.com

Goto List >

বাস্তবে এই স্টান্ডার্ড পূর্বশর্ত পূরণ করা প্রায় অসম্ভব। তাই প্যানেল থেকে এ ধরণের আদর্শ ক্ষমতা পাওয়া অসম্ভব। সর্বোচ্চ ক্ষমতা প্রকৃতপক্ষে একটি প্যানেলের ক্ষমতার সঙ্গে অপর একটি প্যানেলের ক্ষমতা তুলনা করতে আমাদের সাহায্য করে। সাধারণত একটি প্যানেলের সর্বোচ্চ ক্ষমতা৪০ ওয়াটের মতো হয়।

(চ) প্যানেলের শক্তি (এনার্জি)

সৌর প্যানেলের শক্তি ওয়াট ঘন্টাতে মাপা হয় এবং এটি প্যানেল কর্তৃক সরবরাহকৃত বিদ্যুৎ এর হিসাব। প্রকৃত পক্ষে শক্তি দিয়ে কাজের পরিমাণ মাপা যায়। আমরা সহজ ভাষায় বলতে পারি যে,

প্যানেলের ওয়াট ঘন্টা = প্যানেলের ওয়াট × ঘন্টা

(শক্তি) = (ক্ষমতা) × (যত ঘন্টা এই ওয়াট সরবরাহ করা হয়)

একটি প্যানেল যদি অবিরাম ২ ঘন্টা ২০ ওয়াট আউটপুট দেয় সেক্ষেত্রে সর্বমোট শক্তি হবে ২০×২=৪০ ওয়াট ঘন্টা।

এবারে অপর একটি বাস্তব উদাহরণে আসা যাক।

প্রস্তুতকারক নির্দিষ্ট একটি প্যানেলের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ৪০ ওয়াট বলে উল্লেখ করেছেন। প্যানেলটি স্থাপন করার পর দেখা গেলে, প্রকৃতপক্ষে প্যানেলটি গড়ে প্রতিদিন ১৫০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি সরবরাহ করছে। উল্লেখ্য যে এই শক্তি গড় হিসাবে প্রকাশ করা হয়েছে। মেঘাচ্ছন্ন দিনে এই শক্তি ১৫০ ওয়াট ঘন্টার কম হবে এবং উজ্জ্বল দিনে ২০০ ওয়াট ঘন্টারও বেশি হতে পারে।

শ্রেণী বা সমান্তরাল সমবায়ে সংযোগের কারণে প্যানেলের যে ভোল্টেজ বা এমপিয়ারের পরিবর্তন ঘটে সেটির সঙ্গে প্যানেলের ক্ষমতার (ওয়াট) বা শক্তির (ওয়াট ঘন্টা) কোনো পরিবর্তন ঘটেনা। প্যানেল যে পদ্ধতিতেই সংযোগ করা হোক না কেনো

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রতিটি প্যানেলের ক্ষমতা অপরিবর্তিত থাকে। দুটি প্যানেলকে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হলে সর্বমোট ক্ষমতা দ্বিগুণ হবে এবং দুটি প্যানেলকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে ক্ষমতা দ্বিগুণই হবে। শুধু মাত্র ভোল্টেজ বা এমপিয়ারের পরিবর্তন সংযোগ পদ্ধতির উপর নির্ভর করে, ক্ষমতা নয়।

৪.৩ প্যানেলের ক্ষমতার তারতম্য

প্যানেল উদ্ভূত সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং ভোল্টেজ প্যানেল ডিজাইনের উপর নির্ভরশীল, কিন্তু প্যানেলের প্রকৃত শক্তি ২টি শর্তের উপর নির্ভরশীলঃ

- কি পারিপার্শ্বিকতায় প্যানেল স্থাপন করা হয়েছে এবং
- কিভাবে প্যনেল স্থাপন করা হয়েছে।

পারিপার্শ্বিকতার উপর নির্ভরশীলতা চারটি বিষয়ের ভিত্তিতে বিশ্লেষণ করা যেতে পারেঃ

(ক) সূর্যের বিকিরণের প্রাবল্য

সূর্যের বিকিরণের প্রাবল্য বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে প্যানেলের বিদ্যুৎ প্রবাহ বৃদ্ধি পায়, অতএব প্যানেল কোষগুলোকে যতো সরাসরি সূর্যের আলো দেয়া হবে, ততোই ক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে। প্যানেল কতটুকু সরাসরি সূর্যের আলো পাবে তা নির্ভর করে প্যানেলের হেলান (টিল্ট) এবং অবস্থানের উপর।

(খ) ছায়া

একটি প্যানেল শ্রেণীসমবায়ে যুক্ত অনেকগুলো কোষের সমাহার। অতএব শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত যে কোনো একটি কোষের উপর ছায়া পড়লে, প্যানেলের ক্ষমতা অনেক কমে যায়। ছায়াচ্ছন্ন একটি কোষ কোনো ক্ষমতা উৎপন্ন করতে পারে না বরঞ্চ ক্ষমতার অপচয় ঘটায়। কিছু কিছু ক্ষেত্রে, একটি মাত্র ছায়াচ্ছন্ন কোষ পুরো প্যানেলের ক্ষমতার অর্ধেকই বিনষ্ট করে দিতে পারে। অতএব দিনের রৌদ্র উজ্জ্বল সময়ে যাতে কোনো ছায়া প্যানেলে না পড়ে সেদিকে খেয়াল রাখা বাঞ্ছনীয়। মনে রাখতে হবে, রৌদ্র উজ্জ্বল সময়েই সর্বোচ্চ ক্ষমতার সৃষ্টি হয়। সকাল সাড়ে ন'টা থেকে বিকেল সাড়ে তিনটা–এই সময়ের মধ্যে প্যানেলের কোন অংশেই ছায়া পড়া

www.banglainternet.com

Goto List >

উচিত নয়। এ নিয়ম অনুসরণ করলে মোটামুটি সন্তোষজনক ক্ষমতা প্যানেল থেকে আহরণ করা সম্ভব।

(গ) মেঘাচ্ছন্নতা

ফটোভোল্টায়িক প্যানেলের উপর পতিত বিকিরণের প্রকৃত পরিমাণ আকাশের মেঘ দ্বারা প্রভাবিত হয়। মেঘমুক্ত আকাশের সবদিক থেকে প্যানেল বিকিরণ পায়। সূর্য মেঘের আড়ালে থাকলেও প্যানেল অল্প পরিমাণে বিকিরণ পেতেই থাকে; সেক্ষেত্রে বিকিরণকে 'বিক্ষিপ্ত' '(ডিফিউজড)' বিকিরণ বলা হয়। আর মেঘমুক্ত আকাশ থেকে প্রাপ্ত বিকিরণকে "প্রত্যক্ষ" বিকিরণ বলা হয়।

(ঘ) কোষ তাপমাত্রা

কোষের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেতে থাকলে কোষের ক্ষমতা হ্রাস পেতে থাকে। কোষ সাধারণত কালো রং এর হয়ে থাকে এবং আলোর জন্যে সূর্যের মুখোমুখি হতে হয়, সে কারণে দ্রুত এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। সেজন্যে প্যানেলের চতুর্দিকে পর্যাপ্ত বায়ু চলাচলের ব্যবস্থা রাখা প্রয়োজন, বিশেষ করে প্যানেলের তলদেশ থেকে কমপক্ষে চার ইঞ্চি জায়গা বায়ু চলাচলের জন্যে ফাঁকা রাখা উচিত। অন্যথায় কোষ অতি উত্তপ্ত হয়ে ক্ষমতা হারাতে পারে। একটি প্যানেলকে সরাসরি কোনো টিনের চালে বা ছাদের উপর সেটে বসানো হলে কোষগুলো অতি উচ্চ তাপমাত্রা ধারণ করে এবং প্যানেলের সর্বমোট ক্ষমতা উল্লেখযোগ্য ভাবে হ্রাস পায়। প্যানেলের তাপমাত্রা ২৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস হতে প্রতি ১ ডিগ্রী বৃদ্ধির জন্য ক্ষমতা ০·৫% হারে হ্রাস পায়।

উদাহরণ

একটি প্যানেল ২৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ৪০ ওয়াট ক্ষমতা উৎপন্ন করে। ৪৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্যানেলের ক্ষমতা হ্রাস পেয়ে ৩৬ ওয়াটে দাঁড়াবে। কেমন করে?

তাপমাত্রার বৃদ্ধি = ৪৫ ° − ২৫ °=২০°সেলসিয়াস

১ ডিগ্রী সেলসিয়াসে তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য ক্ষমতা হ্রাস = ০·৫%

২০ ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধির জন্য, ক্ষমতার হ্রাস = ০·৫×২০=১০%

২৫ ডিগ্রী সেলসিয়াসে ক্ষমতা = ৪০ ওয়াট

৪৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস ক্ষমতার হ্রাস ৪০×১০%=৪ ওয়াট

www.banglainternet.com

Goto List >

৪৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস ক্ষমতা = ৪০–৪=৩৬ ওয়াট।

৪.৪ প্যানেল স্থাপন

একটি প্যানেলকে সরাসরি সূর্যের দিকে মুখ করে বসানো হলে প্যানেল থেকে সর্বোচ্চ সম্ভাব্য ক্ষমতা আহরণ করা সম্ভব। তির্যকভাবে বসানো হলে ক্ষমতা আহরণ করা যাবে, কিন্তু সেটি সর্বোচ্চ সম্ভাব্য হবে না।

আমরা লক্ষ্য করেছি যে আপাত দৃষ্টিতে মনে হয়, সূর্য ভোরে পূর্বের আকাশে উঠে পশ্চিমে ধাবিত হয়, ধীরে ধীরে সন্ধ্যায় পশ্চিম আকাশে অস্ত যায়। তাহলে সূর্যের সরাসরি রশ্মি পাওয়ার জন্যে আমরা সৌর প্যানেলের অবস্থান ক্রমাগত বদলাতে থাকবো? না, এটি মোটেও বাস্তব সম্মত পদক্ষেপ হবে না। আকাশের একখন্ড মেঘ সূর্যকে আড়াল করে দিলেই সূর্যের অবস্থান বের করা দুষ্কর ব্যাপার হয়ে দাড়ায়। সূর্যের আলোর 'দিক' অনুসরণ করার মতো যন্ত্র আজকাল পাওয়া যায়, কিন্তু এ সমস্ত যন্ত্র খুবই দামী, এদের স্থাপন/ মেরামত প্রক্রিয়া খুবই জটিল এবং মেঘাচ্ছন্ন দিনে খুব একটা ভালো কাজ করে না। বর্তমান বিশ্বে যে সমস্ত প্যানেল স্থাপন করা হয়েছে বা হচ্ছে, তার সবকটিই স্থায়ীভাবে বসানো অর্থাৎ সূর্যের আলোর সাথে সাথে এদেরকে নড়াচড়া করতে হয় না। তবে মরুভূমিতে স্থাপিত গুটিকয়েক বিশাল ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা আছে যেগুলো সূর্যের সাথে তাল মিলিয়ে দিক পরিবর্তন করতে পারে। কিন্তু এ সমস্ত মরুভূমির আকাশে মেঘ কদাচিৎ দেখা যায়, তাই প্যানেলগুলোকে খুব একটা নাড়াতে হয় না।

সার্বিক অবস্থা বিবেচনা করে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, *"প্যানেলকেএমন একটি কোণ করে (এঙ্গেলে) স্থাপন করা উচিত যাতে প্যানেলের উপরিভাগে, সারাবছরের হিসাবে, সর্বমোট সম্ভাব্য সর্বোচ্চ সূর্যের আলো পড়তে পারে।"* –

এ উক্তির অর্থ কি?

এর অর্থ এই যে, প্যানেলটি এমনভাবে ভূমির সঙ্গে কোণ (এঙ্গেল) করে বসাতে হবে, প্রত্যেকদিন যে আলো তাতে প্যানেলে পড়বে, সেই আলোর পরিমাণ সারা বছরের জন্যে যোগ করে যে ফল পাওয়া যাবে, অন্য অপর কোনো কোণে (এঙ্গেলে) প্যানেল বসালে তার চেয়ে বেশি আলো পাওয়া সম্ভব নয়। এখন প্রশ্ন হলো সেই কোণ বা হেলান কত ডিগ্রী হবে এবং কোন দিকে হবে?

www.banglainternet.com

Goto List >

দেখা গেছে যে কোনো জায়গায় ভূমির সঙ্গে সেই জায়গার অক্ষাংশের সমান কোণ (এঙ্গেল) করে, বিষুবরেখার দিকে মুখ করে প্যানেল স্থাপন করা হলে সেই প্যানেল থেকে সর্বোচ্চ শক্তি আহরণ করা সম্ভব। একটি উদাহরণ থেকে ব্যাপারটি স্পষ্ট হয়ে উঠবে। ধরা যাক, দক্ষিণ গোলার্ধের কোনো একটি স্থানের অক্ষাংশ ২৩ ডিগ্রী (দক্ষিণ)। সে ক্ষেত্রে প্যানেলটিকে ভূমির সঙ্গে ২৩ ডিগ্রী কোণ করে উত্তরমুখী করে স্থাপন করতে হবে। কারণ বিষুবরেখা (০ ডিগ্রী) এই স্থান থেকে উত্তরে অবস্থিত। এই অবস্থানে কেনো সর্বোচ্চ শক্তি আহরণ করা সম্ভব, তা বুঝতে হলে সৌরজগতের সূর্য এবং পৃথিবীর আপেক্ষিক অবস্থান সম্পর্কে ধারণা নিতে হবে। এ সম্পর্কে কিছু ধারণা নীচে আলোচনা করা হচ্ছে।

৪.৪.১ সূর্য বছরে কতদিন পূর্বদিকে উদিত হয় এবং পশ্চিমে অস্ত যায়?

উপরের এই সরল প্রশ্নটির জবাবে অনেকেই সরল ভাবে বলবেন–"৩৬৫" দিন। কিন্তু বাস্তবে কি তাই?

বাস্তবে সূর্যকে ঠিক পূর্ব দিকে উদিত হতে দেখা যায় বছরে দু'বার, মার্চে একবার সেপ্টেম্বরে আরেকবার। মার্চ থেকে সেপ্টেম্বর পর্যন্ত পূর্ব আকাশের ক্রমান্বয়ে উত্তরে সূর্যকে উদিত হতে দেখা যায় এবং পশ্চিমের ক্রমাগত উত্তরে অস্ত যেতে দেখা যায়। আবার সেপ্টেম্বর থেকে মার্চ মাস পর্যন্ত সূর্যকে অনুরূপভাবে পূর্বের ক্রমাগতই দক্ষিণে উদিত হতে দেখা যায় এবং পশ্চিমের ক্রমাগতই দক্ষিণে অস্ত যেতে দেখা যায়। জুন মাসে সূর্যকে চরম উত্তরে দেখা যায় এবং অনুরূপভাবে ডিসেম্বর মাসে চরম দক্ষিণে দেখা যায়।

মার্চ মাসে এবং সেপ্টেম্বর মাসে সূর্যকে একবার করে ঠিক পূর্বে উদিত হতে দেখা যায় এবং পশ্চিমে অস্ত যেতে দেখা যায়– এই কারণেই যে, এই সময় দুটোতেই সূর্য বিষুব রেখা (০° অক্ষাংশ) অতিক্রম করে। তাই এই দু'টি দিনে বিষুব রেখার একজন অধিবাসী ভোরে সূর্যকে ঠিক পূর্বে উদিত হতে দেখবে, দুপুরে তার ঠিক মাথার উপর দেখতে পাবে এবং বিকেলে পশ্চিমে অস্ত যেতে দেখবে।

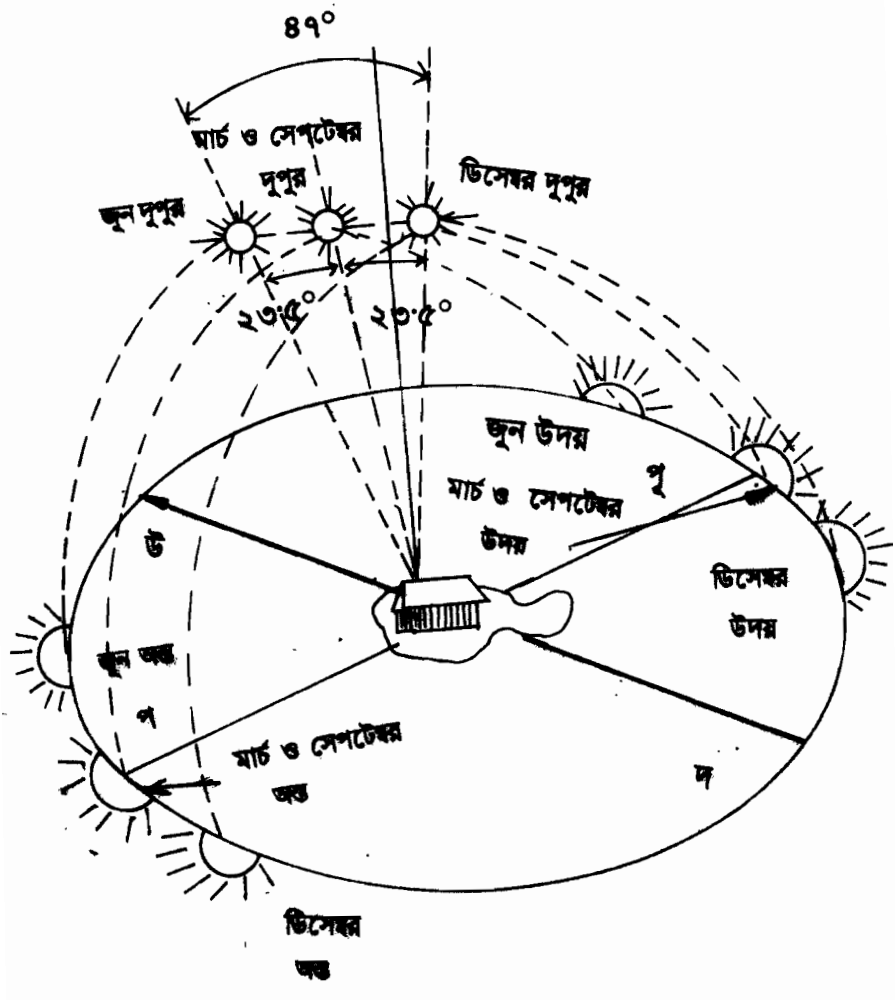
একই যুক্তিতে ২৩ ডিগ্রী দক্ষিণ অক্ষাংশের একজন অধিবাসী ঐ দিন সূর্যকে ঠিক পূর্বে উদিত হতে দেখবে, কিন্তু দিনের মধ্যভাগে সূর্যকে ঠিক মাথার উপর দেখতে পাবে না, ২৩ ডিগ্রী নিচুতে উত্তর আকাশে দেখতে পাবে। কারণ সূর্য এই সময়

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রকৃতপক্ষে বিষুবরেখার উপর অবস্থান করে, আর বিষুবরেখা তার জায়গাটি থেকে উত্তরে অবস্থিত এবং বিষুবরেখা থেকে জায়গার দূরত্ব ২৩ ডিগ্রী।

চিত্র ২৬ সূর্যের অবস্থান

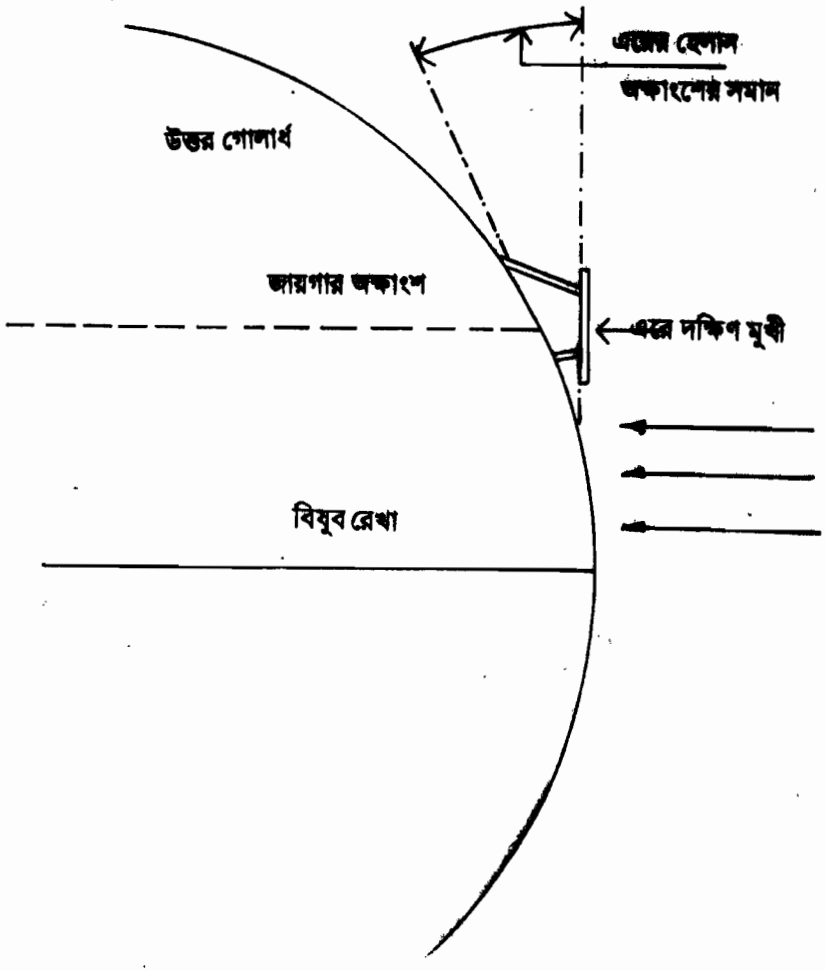


www.banglainternet.com

Goto List >

১০ ডিগ্রী উত্তর অক্ষাংশের অধিবাসী ঐদিন সূর্যকে ঠিক পূর্বে উদিত হতে দেখবে এবং ঠিক পশ্চিমে অস্ত যেতে দেখবে কিন্তু মাঝদিবসে সূর্যকে মাথা বরাবর না দেখে ১০ ডিগ্রী নিচুতে দেখবে।

চিত্র ২৭ এরের সঠিক হেলান ও অবস্থান



www.banglainternet.com

Goto List >

প্রকৃতপক্ষে ২১শে মার্চ পৃথিবীর সর্বত্রই (উত্তর ও দক্ষিণ মেরু ব্যতীত) সূর্যকে ঠিক পূর্বে উদিত হতে দেখা যায় এবং ঠিক পশ্চিমে অস্ত যেতে দেখা যায়; এবং দিনের মধ্যভাগে সূর্যকে বিষুবরেখার দিকে অধিবাসীদের মাথার উপরিভাগ থেকে ঐ স্থানের অক্ষাংশের সমান পরিমাণে নিচু অবস্থানে দেখা যায়। এই দিনটিকে ইংরেজিতে 'ভারনাল ইকুইনক্স' বলা হয়ে থাকে। ২৩ শে সেপ্টেম্বর এই ধরনের ঘটনারই পুনরাবৃত্তি ঘটে এবং ঐ দিনটিকে ইংরেজিতে 'আটমনাল ইকুইনক্স' বলা হয়ে থাকে।

সারাবছর সূর্য তার 'ইকুইনক্সের' পথ থেকে সমান পরিমাণে উত্তরে এবং দক্ষিণে সরে যায়। অতএব আমরা আমাদের সৌর প্যানেলকে যদি এমনভাবে স্থাপন করি যাতে প্যানেলটি 'ইকুইনক্সের' মধ্য দিবসে সূর্যের বরাবর হয়, তাহলে প্যানেলটি সারাবছরের গড় হিসাবে সূর্যের সর্বোচ্চ পরিমাণে বিকিরণ লাভ করবে। যে কোনো স্থানে 'ইকুইনক্সের' দিনে মধ্য দিবসে সূর্যের অবস্থানটি ২টি বর্ণনার মাধ্যমে তুলে ধরা যায়ঃ

- একঃ সূর্য বিষুবরেখার দিকে মুখ করে থাকে (উত্তর গোলার্ধে দক্ষিণ দিকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে উত্তর দিকে অবস্থান করে)।
- দুইঃ সূর্য মাথার বরাবরের চেয়ে সেই স্থানের অক্ষাংশের পরিমাণ (ডিগ্রী) নিচুতে অবস্থান করে।

তাহলে এটা নিশ্চিত যে, সৌর প্যানেলের এই অবস্থান (এক,দুই) হবে সর্বোত্তম অবস্থান।

৪.৪.২ স্থাপন নিয়মের ব্যতিক্রম

প্যানেল স্থাপন করার যে নিয়ম ৪·৪·১ অনুচ্ছেদে উল্লেখ করা হয়েছে সেটি পৃথিবীর সর্বত্র অনুসরণ করতে গেলে কিছু অসুবিধা দেখা দেয়, তাই ক্ষেত্র বিশেষে এই নিয়মের ব্যতিক্রমকে স্বাগত জানাতে হয়। যেমন ধরা যাক, একটি স্থানের অক্ষাংশ ২ ডিগ্রী, সেক্ষেত্রে নিয়ম অনুযায়ী এ স্থানে ভূমির সঙ্গে প্যানেলের হেলান (টিল্ট) ২ ডিগ্রী হওয়া উচিত। আর ২ ডিগ্রী হেলানের অর্থ হলো, প্যানেলটি ভূমির সঙ্গে প্রায় সমান্তরালেই থাকবে। সেক্ষেত্রে বৃষ্টির পানি, ধুলাবালি প্যানেলের গা থেকে সহজেই সরবেনা, ফলে কোষে পতিত সূর্যালোকের পরিমান হ্রাস পাবে, প্যানেলের প্রকৃত ক্ষমতাও হ্রাস পাবে। একারণে প্রথম ব্যতিক্রমটি হচ্ছেঃ

www.banglainternet.com

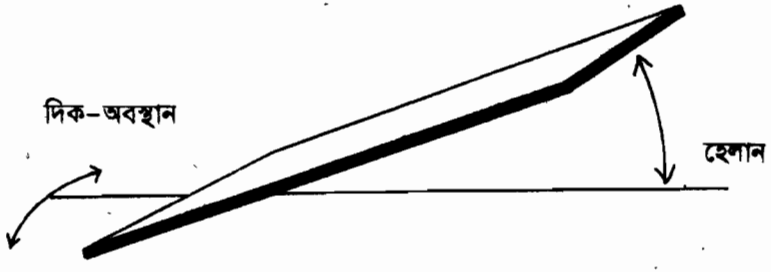
Goto List >

"কোনো প্যানেল ভূমির সঙ্গে সমান্তরালভাবে স্থাপন করা উচিত নয়, ন্যূনতম ৫ডিগ্রী হেলান থাকা উচিত।"

৪.৪.৩ হেলান (টিল্ট) এবং দিক অবস্থানের (ওরিয়েন্টেশন) গুরুত্ব

প্রথমেই পরিষ্কার করে নেওয়া উচিত যে, 'হেলান' বলতে ভূমির সঙ্গে প্যানেলের সৃষ্ট কোন্‌কে বোঝায় এবং 'দিক অবস্থান' বলতে 'প্যানেল কোন্ দিকে মুখ করে আছে' সেটিকে বোঝানো হয়। অর্থাৎ হেলানের লক্ষ্য হচ্ছে অক্ষাংশের সঙ্গে প্যানেলকে সমান্তরাল রাখা এবং দিক অবস্থানের লক্ষ্য হচ্ছে প্যানেলকে বিষুবরেখার মুখোমুখি রাখা।

চিত্র ২৮ প্যানেলের হেলান ও দিক অবস্থান



প্যানেল থেকে পূর্ণ ক্ষমতা আহরণ করার জন্যে এই হেলান এবং দিক অবস্থানের গুরুত্ব কতটুকু?

প্রথমেই বলা যায়, হেলান যতো কম হবে প্যানেলটিকে বিষুব রেখার দিকে মুখ করে বসানোর (দিক অবস্থানের) গুরুত্ব ততোই হ্রাস পাবে। প্যানেল ভূমির সঙ্গে সমান্তরাল (হেলান ০ ডিগ্রী) হলে প্যানেলের অবস্থান যেখানেই হোক না কেন

www.banglainternet.com

Goto List >

ক্ষমতায় কোনো তারতম্য ঘটে না। অতএব 'দিক অবস্থানের' কোনো ভূমিকা নেই। অপরদিকে হেলান যতো বাড়বে, 'দিক–অবস্থানের' ভুল–ভ্রান্তির জন্যে ক্ষমতা ততো বেশি প্রভাবিত হবে। একটি প্রচলিত নিয়মে ১০ ডিগ্রী বা তার কম হেলানের জন্যে সঠিক 'দিক অবস্থান' গুরুত্বপূর্ণ নয়। ১০ ডিগ্রী থেকে ২৫ ডিগ্রী পর্যন্ত হেলানের জন্যে ৪৫ ডিগ্রীর কম দিক অবস্থানজনিত ভ্রান্তি গ্রহণযোগ্য। উদাহরণ হিসেবে ধরা যাক, একটি প্যানেল বিষুব রেখার দক্ষিণ অঞ্চলে ১৫ ডিগ্রী অক্ষাংশে ১৫ ডিগ্রী হেলানে স্থাপন করা হলো। সে ক্ষেত্রে প্যানেলটির দিক অবস্থান উত্তর পূর্ব এবং উত্তর পশ্চিমের অন্তর্ভুক্ত যে কোনো অবস্থানে হলে, প্যানেল ক্ষমতার কোনো উল্লেখযোগ্য অপচয় ঘটবে না। ২৫ ডিগ্রী থেকে ৪৫ ডিগ্রী হেলানের ক্ষেত্রে দিক অবস্থানজনিত ভ্রান্তি উভয় দিকেই ৩০ ডিগ্রীর বেশি হওয়া উচিত নয়। অতএব বিষুবরেখার ৩৫ ডিগ্রী উত্তরের একটি অঞ্চলে ৩৫ ডিগ্রী হেলানে স্থাপিত একটি প্যানেলের দিক অবস্থানে বিচ্যুতি দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে ৩০ ডিগ্রীর বেশি হলে অগ্রহণযোগ্য পরিমাণে ক্ষমতার অপচয় ঘটবে।

হেলান এর গুরুত্ব কতটুকু?

একটি প্রচলিত আন্দাজ রয়েছে যে, হেলানের ক্ষেত্রে ১০ ডিগ্রী হেরফেরের জন্যে তেমন কোনো ক্ষমতার অপচয় ঘটে না। অতএব ৩০ ডিগ্রী দক্ষিণ অক্ষাংশের অঞ্চলে ২০ ডিগ্রী থেকে ৪০ ডিগ্রী পর্যন্ত হেলান গ্রহণযোগ্য। হেলান কোণের ভ্রান্তি ১০ ডিগ্রীর বেশি হলেই ক্ষমতার অপচয় দ্রুত বৃদ্ধি পায়।

প্যানেল স্থাপনের নিয়ম নীতি ও এসম্পর্কে প্রচলিত আন্দাজসমূহের সারমর্ম নিচের সাংকেতিক ভাষায় প্রকাশ করা যায়ঃ

হেঃ কোঃ= অক্ষাংশ$\pm$ ১০°
হেঃ কোঃ $\geq$ ৫°

হেলান কোণ (হেঃ কোঃ) সর্বদাই ৫ ডিগ্রী বা তার বেশি হওয়া উচিত এবং হেলান কোণ অক্ষাংশের ১০ ডিগ্রী পর্যন্ত বেশি বা কম হলে ক্ষমতার উল্লেখযোগ্য কোনো অপচয় ঘটে না।

যদি হেঃ কোঃ $\geq$ ১০° থেকে $\leq$ ২৫° হয়
তাহলে দিঃঅঃ ভ্রান্তি +– ৪৫°

www.banglainternet.com

Goto List >

অর্থাৎ ১০ ডিগ্রী থেকে ২৫ ডিগ্রী পর্যন্ত হেলান কোণের জন্যে +- ৪৫ ডিগ্রী পর্যন্ত দিক অবস্থানজনিত ভ্রান্তি গ্রহণযোগ্য।

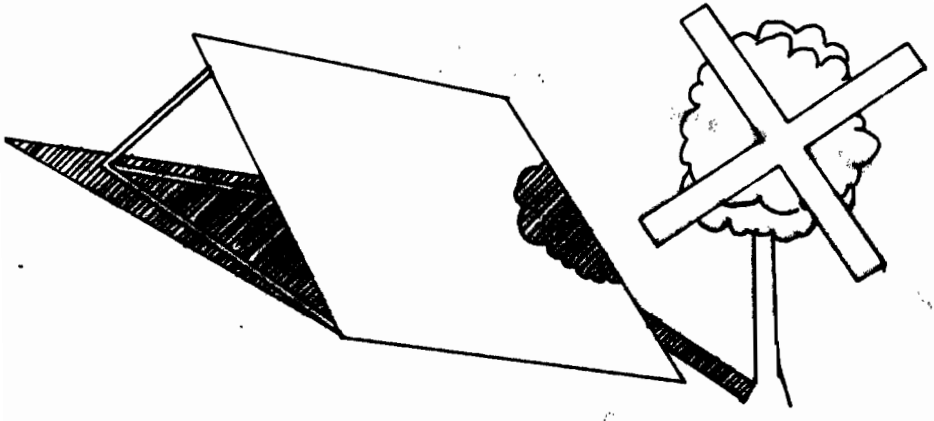
যদি হেঃ কোঃ > ২৫° থেকে ≤৪৫° হয়
তাহলে দিঃ অঃ ভ্রান্তি +-৩০°

অর্থাৎ ২৫ ডিগ্রী থেকে ৪৫ ডিগ্রী হেলান কোণের জন্যে +-৩০ ডিগ্রী পর্যন্ত দিক অবস্থানজনিত ভ্রান্তি গ্রহণযোগ্য।

৪.৪.৪ সৌর প্যানেলের জন্যে স্থান (সাইট) নির্বাচন

সৌর প্যানেল সারাদিন অবিরাম সূর্যের আলো না পেলে সন্তোষজনক ফলাফল দিতে পারে না। অতএব লক্ষ্য রাখতে হবে যে প্যানেলকে যেন কোনো সময়ই কোনো বস্তুর (ঘরবাড়ি বা গাছ)ছায়া স্পর্শ করতে না পারে। এ অনমনীয় শর্তটি স্মরণ রেখে, জায়গা প্রাথমিক ভাবে নির্বাচন করা উচিত।

চিত্র ২৯ অসন্তোষজনক জায়গার নমুনা



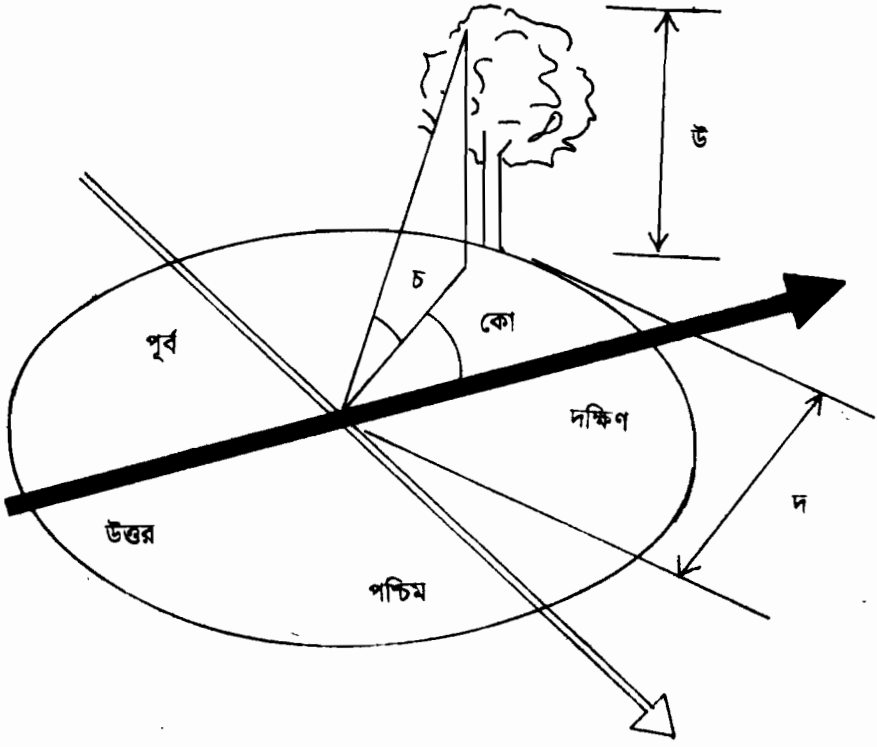
www.banglainternet.com

Goto List >

এরপর পর্যবেক্ষণ করে দেখা উচিত কোনো বস্তু ঐ জায়গাটিতে সকাল ৮টা থেকে বিকেল ৪টার ভেতরে কোনো প্রকার ছায়া ফেলছে কিনা। চূড়ান্ত সিদ্ধান্ত নেয়ার সুবিধার্থে ছায়া ফেলতে পারে এমন সব সম্ভাব্য বস্তুগুলিকে চিহ্নিত করে রাখা উচিত। এখানে উল্লেখ্য যে সকাল ৮টার আগে ছায়া সৃষ্টিকারী এবং বিকেল ৪টার পর ছায়া সৃষ্টিকারী কোনো বস্তু প্রকৃত অর্থে কোনো বাধা নয়। সুতরাং সেক্ষেত্রে স্থান পরিবর্তন বা বস্তুর উচ্চতা কমানোর প্রয়োজন নেই।

ছায়া সৃষ্টিকারী প্রতিটি সম্ভাব্য বস্তু সম্পর্কে নিচের তথ্যাবলী সংগ্রহ করা উচিতঃ–

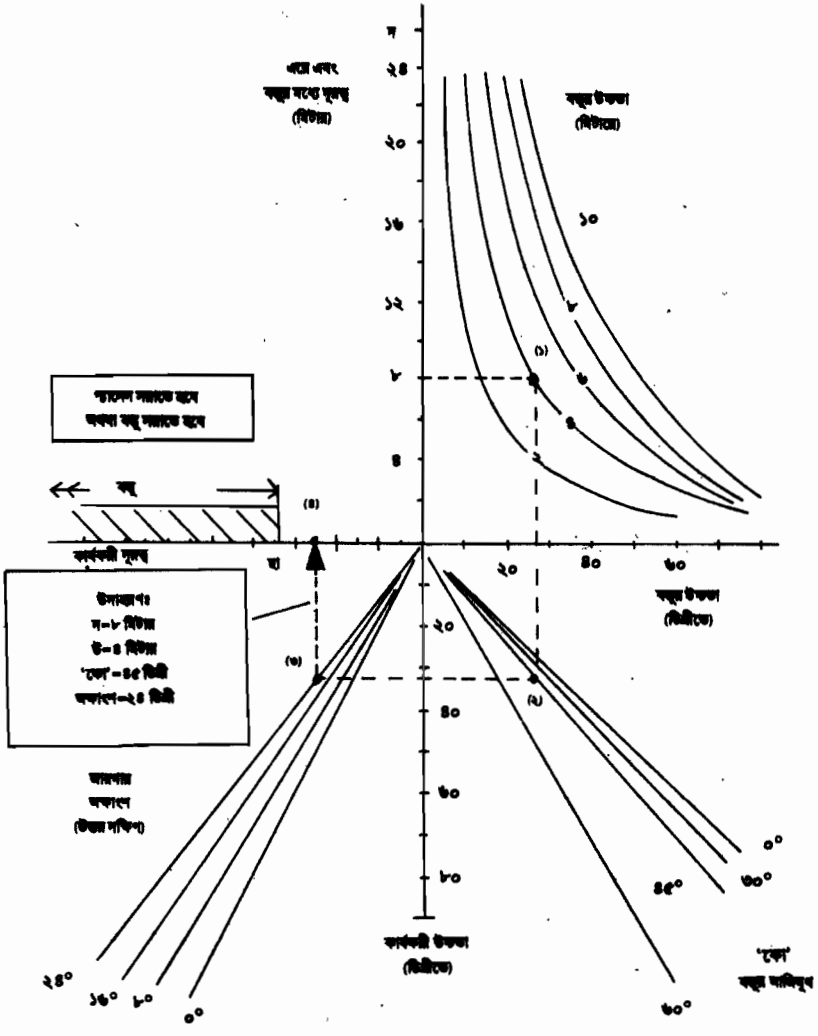
চিত্র ৩০ ছায়া সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ



www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৩১ গ্রাফের সাহায্যে ছায়া নির্ণয়



www.banglainternet.com

Goto List >

- ❒ বস্তুটি এবং প্যানেলের মধ্যে দুরত্ব 'দ'
- ❒ প্যানেলের জন্যে নির্বাচিত স্থান থেকে বস্তুটির উচ্চতা 'উ'। উচ্চতা সূক্ষ্মভাবে মাপা সম্ভব না হলে যথাসম্ভব সঠিক আনুমানিক উচ্চতা বের করে নিতে হবে।
- ❒ প্যানেলের জন্যে নির্বাচিত স্থান এবং ছায়া প্রদানকারী বস্তুকে একটি সরলরেখায় যোগ করতে হবে। এই সরলরেখাটি ও ভৌগোলিক দক্ষিণ দিকের অন্তবর্তী কোণটি 'কো' মেপে রাখতে হবে। (কোণটিকে ইংরেজিতে বস্তুটির 'আজিমুথ' বলা হয়)।

'দ' 'উ' এবং 'কো' এর মান জানা থাকলে ৩১ নম্বর চিত্র ব্যবহার করে অনেকটা 'যান্ত্রিক' ভাবেই ছায়া সৃষ্টিকারী বস্তু সম্পর্কে সিদ্ধান্ত নেয়া সম্ভব। গ্রাফে দেখানো তীর চিহ্ন ধরে ঘড়ির কাঁটার দিকে (ক্লকওয়াইজ) গ্রাফে এগিয়ে গেলে সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়।

এই গ্রাফ আমাদের ৩টি সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে সহায়তা করেঃ

- ¬ প্রথমতঃ বস্তুটি আদৌ প্যানেলের উপর ছায়া ফেলবে কিনা?
- ¬ দ্বিতীয়তঃ প্যানেল বা 'এরে' দূরে সরিয়ে নিলে ছায়া এড়ানো সম্ভব হবে কিনা, সম্ভব হলে কত দুরে সরাতে হবে এবং
- ¬ তৃতীয়তঃ বস্তুটির উচ্চতা কমালে ছায়া এড়ানো সম্ভব কিনা, সম্ভব হলে কতটুকু কমাতে হবে?

এখানে একটি দৃষ্টান্ত দিয়ে গ্রাফ ব্যবহারের রীতিটি পর্যালোচনা করা হবে।

ধরা যাক,

বস্তু থেকে এরের দূরত্ব	'দ' = ৮মিটার
বস্তুর উচ্চতা	'উ' = ৪মিটার, এখানে বস্তু একটি গাছ।
বস্তুর আজিমুথ	'কো' = ৪৫ ডিগ্রী
প্রস্তাবিত জায়গায় অক্ষাংশ	-২৪ ডিগ্রী

www.banglainternet.com

Goto List >

'দ' অক্ষের ৮ মিটার বিন্দু থেকে সরাসরি ডান দিকে 'উ' রেখাসমষ্টির ৪ মিটারের ছেদবিন্দু '১' পর্যন্ত সরলরেখা টানতে হবে। এই ছেদবিন্দু থেকে লম্বভাবে একটি সরলরেখা টেনে 'কো' রেখাসমষ্টির ৪৫ ডিগ্রীতে ছেদ করতে হবে। এই ছেদবিন্দু '২' থেকে একটি সরললেখা আনুভূমিক অক্ষের সমান্তরাল রেখে টেনে যেতে হবে যাতে রেখাটি অক্ষাংশের ২৪ ডিগ্রী রেখাকে '৩' বিন্দুতে ছেদ করে। '৩' বিন্দু থেকে একটি রেখা খাড়াখাড়ি উপরের দিকে আনুভূমিক অক্ষের সঙ্গে ছেদ করা পর্যন্ত টেনে যেতে হবে। এই ছেদবিন্দু '৪' এর অবস্থান 'ছ' বিন্দুর ডানে থাকলে বিচলিত হওয়ার কিছু নেই কারণ, বস্তুটি প্যানেলের উপর ছায়া ফেলার সম্ভাবনা নেই।

কিন্তু '৪' বিন্দুর অবস্থান 'ছ' এর উপর বা তার বাঁয়ে হলে বুঝতে হবে যে, প্যানেলের উপর বস্তুর ছায়া পড়বে। অতএব হয় বস্তুটিকে দুরে সরানোর ব্যবস্থা করতে হবে অথবা প্যানেলকে সরিয়ে নেয়ার ব্যবস্থা করতে হবে অথবা ক্ষেত্র বিশেষে বস্তুটির উচ্চতা কমাতে হবে।

ঘরবাড়ি সরানো বাস্তবসম্মত ব্যাপার নয় তবে গাছপালা, খড়ের গাদা, অস্থায়ী সেড, খুঁটি ইত্যাদি সরানো সম্ভব। গাছপালার ক্ষেত্রে প্রথমে দেখতে হবে গাছের উপরিভাগের কিছু অংশ কেটে ফেললে ছায়া এড়ানো সম্ভব হয় কিনা, সেটি সম্ভব না হলে গাছ, ঝোপঝাড় সম্পূর্ণভাবেই কেটে ফেলা উচিত।

এই গ্রাফ (চিত্র ৩১) উল্টোদিক থেকে ব্যবহার করে অর্থাৎ ইচ্ছেমতো একটি '৪' বিন্দু ধরে উল্টোভাবে অগ্রসর হয়ে উচ্চতা পছন্দ করে নেয়ার একটি অর্থ হচ্ছে, একটি গাছ কতটুকু কেটে ফেলা হলে প্যানেলের উপর আর ছায়া ফেলবে না সেটি বের করা। দূরত্ব 'দ' পছন্দ করে নেওয়ার অর্থ হলো বস্তু এবং প্যানেলের মধ্যে কি দূরত্ব বজায় রাখলে প্যানেলে ছায়া পড়ার কোনো সম্ভাবনা নেই, সেই দূরত্বটিই বেছে নেওয়া। এই গ্রাফ থেকে সহজভাবে দুটো ব্যাপার ধরা পড়েঃ

- ❒ এক, প্যানেল এবং বস্তুর মধ্যে দূরত্ব যতোই বাড়তে থাকবে, ছায়া পড়ার সম্ভাবনা ততোই হ্রাস পাবে।

- ❒ দুই, প্যানেল এবং বস্তুর মধ্যে দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে বস্তুর উচ্চতা যতোই হ্রাস পাবে, প্যানেলে ছায়া পড়ার সম্ভাবনা ততোই হ্রাস পাবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৪.৪.৫ হেলান এবং দিক নির্ণয় করার পদ্ধতি

হেলান এবং দিক নির্ণয় করার বিভিন্ন পদ্ধতি প্রচলিত আছে। প্রথমেই দিক প্রসঙ্গে পর্যালোচনা করা হবে। সৌর প্যানেল স্থাপন করার জন্যে উত্তর এবং দক্ষিণ দিক নির্ণয় করা একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। অভিজ্ঞতায় দেখা যায় যে, স্থানীয় অধিবাসীগণ তাদের এলাকার উত্তর দক্ষিণ সম্পর্কে ভালোই জ্ঞান রাখেন। কিন্তু সৌর প্যানেল স্থাপন করার জন্যে এ দিকজ্ঞান যথেষ্ট নয়। সৌভাগ্যবশত উত্তর এবং দক্ষিণ দিক নির্ণয় করা সহজ কাজ। আপনিও অতি সহজে এই দিক নির্নয় করতে পারবেন।

সূর্য কোথায় উঠে এবং কোথায় অস্ত যায় টুকে রাখুন। এইবার দিগন্তে এই দু' জায়গার মধ্যবিন্দুর দিকে এমন করে মুখ করে তাকাবেন যেন সূর্যাস্তের স্থানটি আপনার বাঁ পাশে থাকে। এ অবস্থায় আপনি যে দিকে মুখ করে আছেন সেটিই হচ্ছে সঠিক উত্তর দিক।

এ পদ্ধতিটি অনেকের কাছে বিজ্ঞানসম্মত মনে নাও হতে পারে, সেক্ষেত্রে দিক নির্দেশক যন্ত্র 'কম্পাস' ব্যবহার করাই হচ্ছে বিকল্প পদ্ধতি। কম্পাসে ১৫ ডিগ্রী পর্যন্ত ভ্রান্তি (এরর) খুবই সাধারণ ব্যাপার। অনেকেই মনে করেন যে, আগে বর্ণিত সনাতন পদ্ধতি কম্পাসের চেয়েও উত্তম ও সত্যের কাছাকাছি ফল দিতে পারে।

হেলান (টিল্ট) নির্ণয় করার জন্যে বেশ কয়েকটি পদ্ধতি চালু আছে। হেলান মাপক যন্ত্র (ইনক্লাইনোমিটার) দিয়ে সঠিক হেলান মাপা খুবই সুবিধাজনক। যন্ত্রটিকে কিভাবে আপনি ব্যবহার করবেন তা নিচে বর্ণনা করা হলোঃ

- ❒ হেলানমাপকের ভূমি এবং উপরের বাহুর মধ্যে অক্ষাংশের সমান কোণ সৃষ্টি করে উপরের বাহু স্ক্রুর সাহায্যে আটকে দিন। কোণ মাপার জন্যে যন্ত্রে কোণের দাগ কাটা আছে, অতএব কাজটি বেশ সহজ।

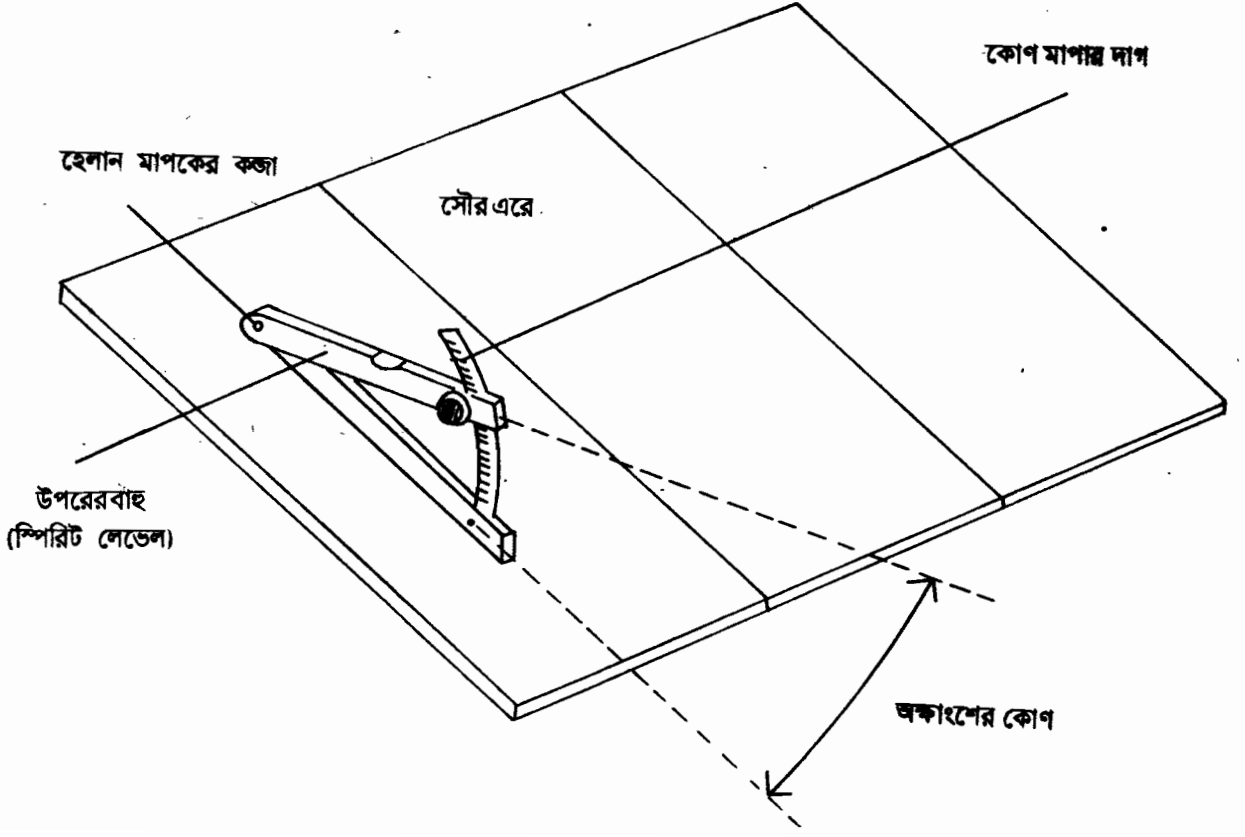
- ❒ হেলানমাপকের ভূমি ঢালু প্যানেলের উপরে এমনভাবে রাখুন যাতে হেলানামাপকের কব্জা প্যানেলের ঢালের উঁচু অংশের দিকে থাকে।

- ❒ এবারে প্যানেলের হেলান এমনভাবে ঠিক করে ফেলুন যাতে হেলানমাপকের উপরের বাহুর স্পিরিট লেভেলের বুদবুদ স্পিরিট লেভেলের কাঁচের ঠিক মাঝখানে আসে। এ অবস্থায় নিশ্চিত হওয়া যায় যে প্যানেলটি সেই স্থানের অক্ষাংশের সমান হেলান পেয়েছে।

www.banglainternet.com

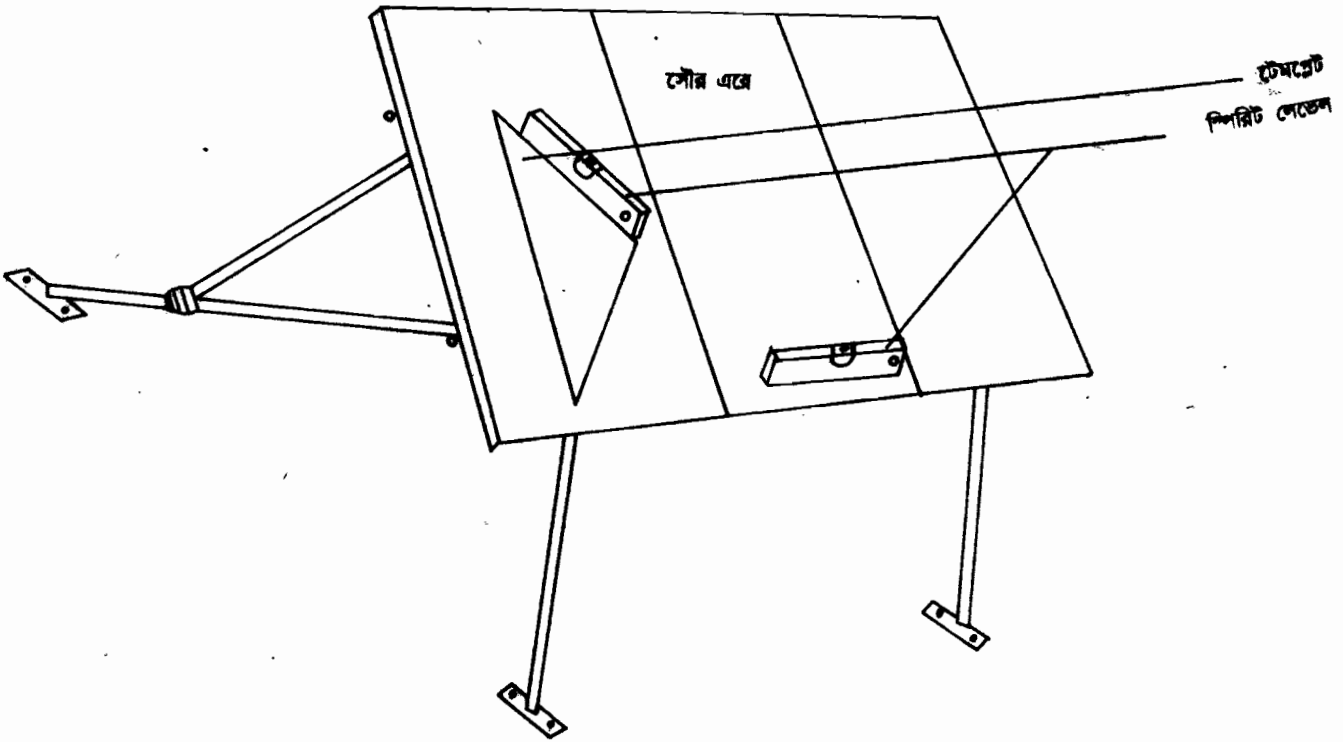
Goto List >

চিত্র ৩২ হেলানমাপক (ইনক্লোইনোমিটার) যন্ত্রের ব্যবহার



www.banglainternet.com

চিত্র ৩৩ টেমপ্লেট ও স্পিরিট লেভেলের সাহায্যে হেলান এবং দিক অবস্থান নির্ণয়



www.boiRboi.blogspot.com

Goto List >

মসৃন কার্ডবোর্ড বা কাঠের ত্রিভুজাকৃতির 'টেমপ্লেট' এবং একটি স্পিরিট লেভেলের সাহায্যে সঠিকভাবে প্যানেলের হেলান নির্ধারণ করা যায়। টেমপ্লেট তৈরী করা খুবই সহজ।

আমরা জানি যে একটি সমকোনী ত্রিভুজের জন্যে,

$$\frac{\text{লম্ব}}{\text{ভূমি}} = \text{ট্যান 'জ' কোণ} = \frac{\text{ল}}{\text{ভ}}$$

এখানে,

জ=জায়গার অক্ষাংশের কোণ (ডিগ্রী)

এখন উপরের সমীকরণে 'জ' কোণটি আমাদের জানা আছে, আর 'ভ' যদি ইচ্ছেমতো ধরে নেই, তাহলে 'ল' হিসাব করে বের করা সম্ভব।

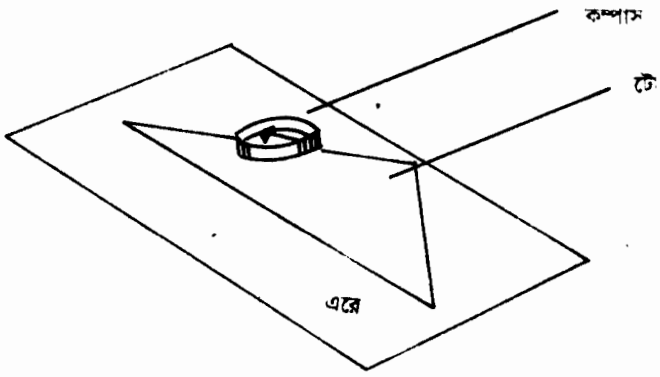
টেমপ্লেট ব্যবহারের সুবিধার্থে 'ভ' এর দৈর্ঘ্য ৫০০ মিলিমিটার ধরা যেতে পারে। টেমপ্লেট ধাতব না হওয়াই ভালো। ধাতব টেমপ্লেট ঘষায় ঘষায় প্যানেলের ক্ষতি করতে পারে।

- এবারে প্যানেলের উপরে টেমপ্লেটটিকে এমনভাবে দাঁড় করাতে হবে যাতে ত্রিভূজের (টেমপ্লেটের) অতিবাহু (অ) প্যানেলের গায়ের উপর বসে এবং কোণ 'জ' প্যানেলের ঢালের উঁচু অংশের দিকে থাকে। এবারে টেমপ্লেটের 'ভ' বাহুর উপর স্পিরিট লেভেল ধরে দেখতে হবে বুদবুদ কাঁচের ঠিক মাঝখানে এসেছে কিনা। না এসে থাকলে প্যানেলের হেলান এদিক সেদিক করে ঠিক মাঝখানে নিয়ে আসতে হবে। বুদবুদ মাঝখানে আসা মাত্রই বুঝতে হবে যে, প্যানেলের হেলান কোণ অক্ষাংশের কোণের সমান হয়েছে।

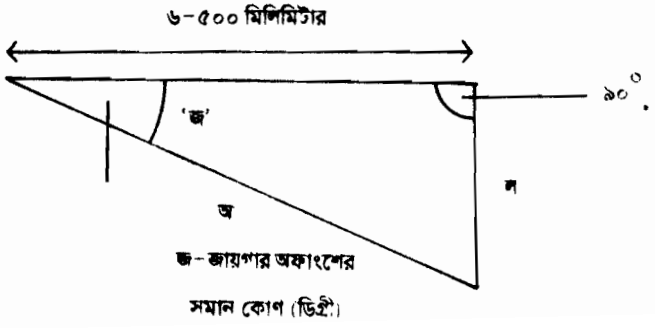
www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৩৪ দিক নির্ণয়



চিত্র ৩৫ টেমপ্লেট



www.banglainternet.com

Goto List >

সেক্ষেত্রে ট্যান 'জ' $= \frac{ল}{৫০০}$

অতএব 'ল' = ট্যান জ° ×৫০০ মিলিমিটার

উদাহরণঃ এক জায়গার অক্ষাংশ = ৩০ ডিগ্রী

টেমপ্লেটের 'ভ' বাহু = ৫০০ মিলিমিটার

সেক্ষেত্রে, টেমপ্লেটের 'ল' বাহু = ট্যান ৩০° ×৫০০ মিলিমিটার

যেহেতু ট্যান ৩০ °=০·৫৭৭৩৫

= ০·৫৭৭৩৫ × ৫০০ মিলিমিটার

= ২৮৯ মিলিমিটার

এভাবে আমরা বিভিন্ন অক্ষাংশের জন্যে (টেমপ্লেটের ভূমি ৫০০ মিলিমিটার রেখে) টেমপ্লেটের লম্ব বাহুর মান বের করে নিতে পারি। নিচের টেবিলে হিসাব কষে বের করা মানগুলি তুলে ধরা হলোঃ

টেবিলঃ ২ বিভিন্ন অক্ষাংশের জন্যে টেমপ্লেটের লম্ব বাহুর মান (মিলিমিটারে)

অক্ষাংশ (ডিগ্রী)	১০	১৫	২০	২৫	৩০	৩৫	৪০
লম্ব বাহু (মি·মি·)	৮৮	১৩৪	১৮২	২৩৩	২৮৯	৩৫০	৪২০
ভূমি	৫০০ মিলিমিটার						

বাংলাদেশের কিছু এলাকার অক্ষাংশ নীচের তালিকায় উল্লেখ করা হলো। প্যানেলের হেলান (টিল্ট) নির্ণয়ের জন্য একজন স্থাপনকারী এই তালিকা ব্যবহার করে উপকৃত হতেপারেন।

www.banglainternet.com

Goto List >

স্থানের নাম	অক্ষাংশ (উত্তর)	
	ডিগ্রী	মিনিট
টেকনাফ	২০	৫০
সুন্দরবন	২২	০০
মংলা	২২	০৮
চট্টগ্রাম	২২	১৯
পটুয়াখালী	২২	২০
সন্দ্বীপ	২২	৩৫
বরিশাল	২২	৪৫
ভোলা	২২	৪৫
খুলনা	২২	৪৫
চাঁদপুর	২৩	০৮
যশোর	২৩	১০
ফরিদপুর	২৩	১৫
কুমিল্লা	২৩	২৮
ঢাকা	২৩	৪৩
কুষ্টিয়া	২৩	৫৫
ব্রাহ্মণবাড়িয়া	২৩	৫৮
টাঙ্গাইল	২৪	১৫
রাজশাহী	২৪	২২
ময়মনসিংহ	২৪	৪৫
বগুড়া	২৪	৫১
জামালপুর	২৪	৫২
নেত্রকোনা	২৪	৫৩
শেরপুর	২৫	০০
দিনাজপুর	২৫	৩৩
তেঁতুলিয়া	২৬	৪০

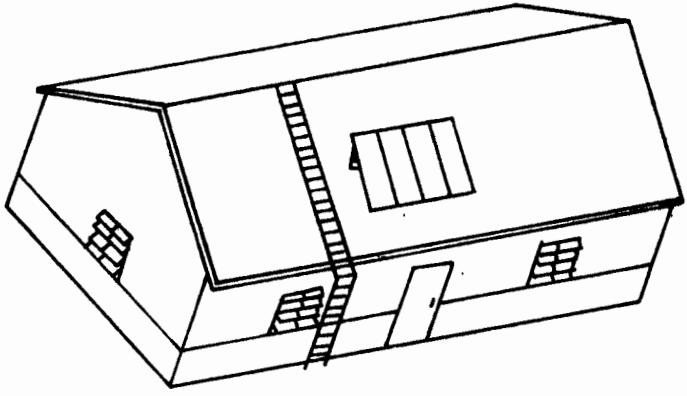
www.banglainternet.com

Goto List >

৪.৪.৬ প্যানেল স্থাপনের বিভিন্ন বিকল্প

সৌর প্যানেল ছাদের উপর, পোলের উপর, অথবা ভূমিতেও স্থাপন করা সম্ভব। প্রতিটি বিকল্পেই কিছু সুবিধে এবং অসুবিধা রয়েছে। তবে ছাদের উপর বসানোটাই সবচেয়ে সুবিধেজনক বলে প্রমাণিত হয়েছে। অতএব, ছাদে বসানোর কথাই সর্বাগ্রে বিবেচনা করা উচিত।

চিত্র ৩৬ ছাদের উপর স্থাপিত প্যানেল



ছাদের উপর বসানোর সিদ্ধান্ত নেয়ার আগে দেখতে হবে, ছাদটি যেনো যথেষ্ট পুরু হয়। ছাদ সমতল না হয়ে ঢালু হলে, ঢালটি কোনদিকে, দেখে নিতে হবে। দক্ষিণ গোলার্ধে এই ঢাল উত্তরে হওয়া আবশ্যক এবং উত্তর গোলার্ধে এই ঢাল দক্ষিণে হওয়া উচিত।

ছাদে বসানোর ফলে বেশ কয়েকটি সুবিধা পাওয়া যায়ঃ

- স্থাপন খরচ বেশ কমে আসে, কারণ ছাদ প্যানেলের মূল ভিত্তি কাঠামো হিসেবে কাজ করে।
- ছায়া পড়ার আশঙ্কা অনেক হ্রাস পায়, কারণ প্যানেল ভূমি থেকে ১০–১২ ফুট উপরে অবস্থান করে।

www.banglainternet.com

Goto List >

▲ প্যানেল সবার নাগালের বাইরে থাকে। মই সরিয়ে নিলে অননুমোদিত কেউই সেখানে যেতে পারে না এবং গৃহপালিত জীবজন্তুর নাগালের বাইরে থাকে।

যে যন্ত্রটি সৌর প্যানেল দিয়ে চালানো হবে সেটি যদি প্যানেল বরাবর নিচে ঘরে বসানো যায়, সেক্ষেত্রে যন্ত্র এবং প্যানেলের দূরত্ব ন্যূনতম হয়, ভোল্টেজের পতন কম হয়, বৈদ্যুতিক তার পরিমাণে কম লাগে।

ছাদে বসানোর বিড়ম্বনা একটিই— রক্ষণাবেক্ষণের জন্যে বারবার ছাদে উঠতে হয়। প্যানেল ছাদে বসানো হলে খেয়াল রাখতে হবে যে, প্যানেল এবং ছাদ এ দু'য়ের মধ্যে যেন পর্যাপ্ত বায়ু চলাচল করতে পারে অন্যথায় কোষ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে প্যানেলের ক্ষমতা হ্রাস পাবে।

তার নেয়ার জন্য ছাদে ফুটো করা হলে সেই ফুটো নিশ্ছিদ্রভাবে বন্ধ করতে হবে, যাতে বৃষ্টির পানি ঘরে প্রবেশ করতে না পারে। এ জন্যে প্রয়োজনবোধে সিলিকন আঠা ব্যবহার করা যেতে পারে এবং ছিদ্র বন্ধ করার সময় ফুটোর চারদিকে এমনভাবে ঢাল রাখতে হবে যাতে বৃষ্টির পানি ছিদ্র দিয়ে ভেতরে প্রবেশ করতে না পারে।

ঢেউটিন জাতীয় ছাদে প্যানেল স্থাপন করার সময় ছাদে যে কোনো ধরণের ফুটো ঢেউ এর উঁচু অংশে করা উচিত।

প্যানেল ছাদে স্থাপনের সিদ্ধান্ত অগ্রহণযোগ্য প্রমাণিত হলে পোলের উপর স্থাপন করাই হওয়া উচিত দ্বিতীয় বিকল্প।

পোলে স্থাপন করার সুবিধাগুলি হচ্ছেঃ

▲ পোলের ক্ষেত্রে হেলান ও দিক অবস্থান রক্ষা করা খুবই সহজ, ছাদের ক্ষেত্রে ততো সহজ নয়।

▲ পোলের উচ্চতা দিয়ে ছায়াজনিত সমস্যা সহজেই এড়ানো যায়।

▲ প্যানেল যন্ত্রের কাছাকাছি স্থাপন করা সম্ভব হয়।

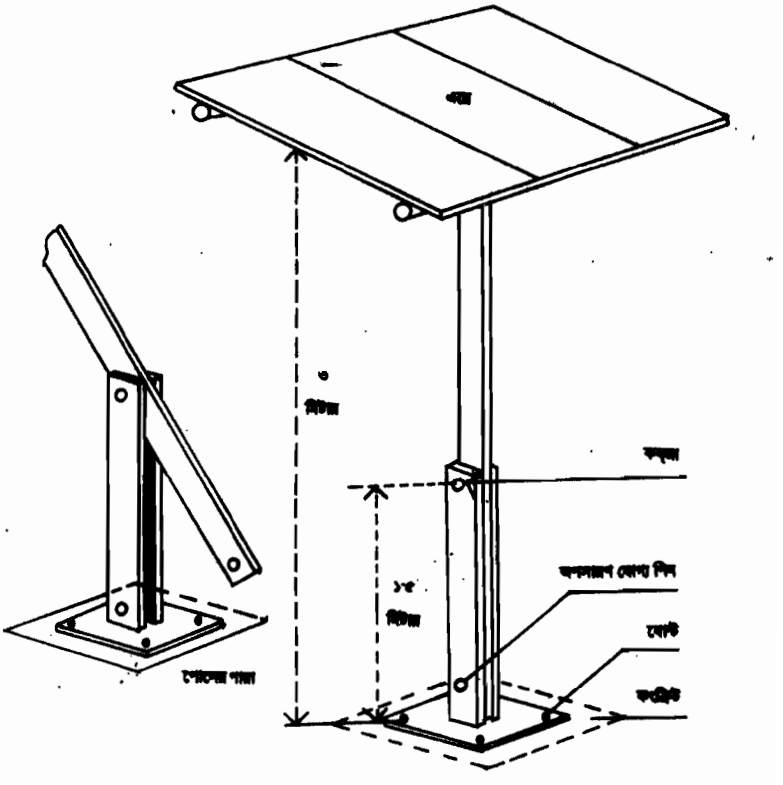
▲ প্যানেলের চতুর্দিকে বায়ু চলাচল করতে পারে এবং প্যানেল ঠান্ডা থাকে।

▲ প্যানেল অননুমোদিত ব্যক্তি এবং জীবজন্তুর নাগালের বাইরে থাকে।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৩৭ পোলে স্থাপিত প্যানেল



পোলে স্থাপন করার কিছু বিড়ম্বনা আছেঃ

- পোলের জন্যে কংক্রিটের ভিত নির্মাণ করার প্রয়োজন হয়, ভিত শুকাতে বেশ সময় লাগে। অতএব স্থাপন প্রক্রিয়ার জন্যে বেশি সময়ের প্রয়োজন পড়ে।

- রক্ষণাবেক্ষণ এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করার জন্যে পোলের মাথার কাছে যেতে হয়; এ কাজের জন্যে মইয়ের দরকার হয়।

- পোল এবং দালানের মাঝে বৈদ্যুতিক তার টানার জন্যে কমপক্ষে ৫০০ মিলিমিটার গভীর খাদ খুঁড়তে হয়।

www.banglainternet.com

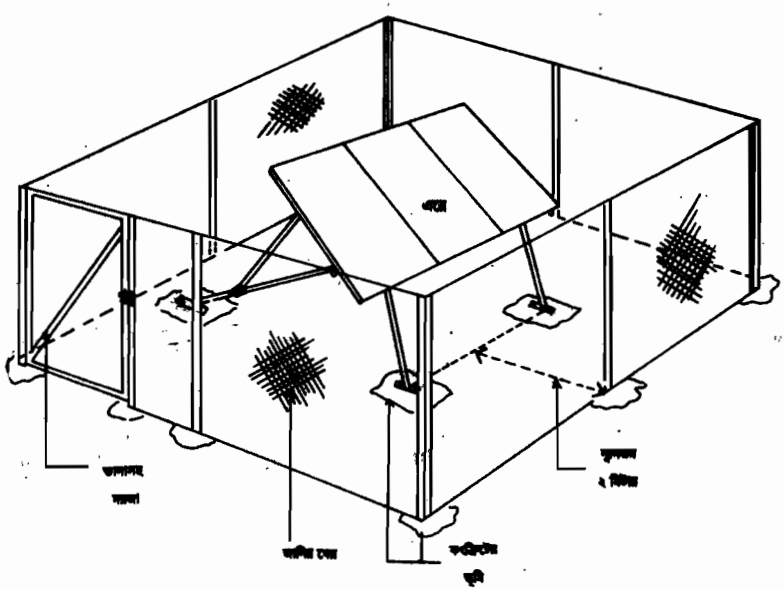
Goto List >

পোলের উপর প্যানেল স্থাপন করা হলে, যতদূর সম্ভব দালান বা ঘরের কাছাকাছি পোল স্থাপন করা উচিত, এতে যন্ত্র এবং প্যানেলের দূরত্ব কমে আসবে, বৈদ্যুতিক তারের দৈর্ঘ্য কমে যাবে। পোলের নিম্নাংশ কংক্রিটের ঢালাইয়ের অভ্যন্তরে স্থাপন করা উচিত নয়। কংক্রিট ঢালাই করার সময় উপযুক্ত কয়েকটি বোল্ট কংক্রিটে স্থাপন করা উচিত এবং কংক্রিট শুকিয়ে গেলে, এই বোল্টের সাথে নাট, ওয়াসার দিয়ে পোল আটকানো উচিত। এ ভাবে স্থাপন করা হলে, যে কোনো সময় অতি সহজেই রক্ষণাবেক্ষণের জন্যে পোল নামিয়ে আনা সম্ভব হয়।

সৌর প্যানেল ছাদে বা পোলে বসানোর পরিকল্পনা সন্তোষজনক প্রমাণিত না হলে, ভূমিতে স্থাপন করাই হচ্ছে তৃতীয় বিকল্প।

ভূমিতে স্থাপন করার সুবিধা একটিই রক্ষণাবেক্ষণ ও পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা খুবই সহজ, অতি অল্প আয়োজনেই প্যানেলের কাছাকাছি যাওয়া যায়।

চিত্র ৩৮ ভূমিতে স্থাপিত প্যানেল



www.banglainternet.com

Goto List >

ভূমিতে স্থাপন করার অসুবিধা অনেকঃ

- প্যানেলের চারিদিকে নিরাপত্তা দেয়ালের প্রয়োজন পড়ে।
- প্যানেল অতি সহজেই ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে।
- প্যানেলের ওজনবাহী কাঠামো বেশ জটিল ধরণের হয়।
- কংক্রিটের ভিতের প্রয়োজন দেখা দেয় এবং ভিত শুকানোর জন্যে বেশ সময়ের প্রয়োজন পড়ে। ফলে স্থাপন প্রক্রিয়া অনেক সময় নেয়।
- বৈদ্যুতিক তার টানার জন্যে খাদ (ট্রেঞ্চ) খুঁড়তে হয়।
- বড় এবং খোলামেলা জায়গার প্রয়োজন পড়ে।
- ভূমিতে প্যানেল স্থাপন করার সময় ছায়া এড়ানোর জন্যে প্যানেলকে দালান বা ঘর থেকে বেশ দূরে স্থাপন করতে হয়, ফলে অনেক বৈদ্যুতিক তারের প্রয়োজন পড়ে।
- স্থাপন খরচ অনেক বেশি।

ভূমিতে স্থাপন করার আগে নিশ্চিত হওয়া উচিত যে জায়গাটিতে কোনো প্রকার ছায়া পড়বে না। সৌর প্যানেল এবং ঘেরাও দেয়ালের মাঝে কমপক্ষে ২ মিটার দূরত্ব থাকা উচিত। প্যানেল ভূমি থেকে কমপক্ষে ৮০০ মিলিমিটার উপরে অবস্থান করা উচিত, এতে বায়ু চলাচল নিশ্চিত করা যায়।

বৈদ্যুতিক তার মাটি থেকে কমপক্ষে ৫০০ মিলিমিটার নিচু দিয়ে নিয়ে যাওয়া উচিত। নিরাপত্তা দেওয়ালের চারদিকে গাছগাছড়া ও আগাছা নিয়মিতভাবে উপড়ে ফেলা উচিত।

প্যানেল যেখানেই স্থাপন করা হোক, স্মরণ রাখা উচিত যে প্যানেল বেশ দামী এবং ভঙ্গুর একটি অংশ; কাজেই এমন শক্তভাবে স্থাপন করা উচিত যাতে ঝড় বা বাতাসে উড়িয়ে নিতে না পারে। মরিচাবিহীন ইস্পাত বা এ্যালুমিনিয়ামের স্ক্রু বা বোল্ট দিয়ে প্যানেল ফ্রেমের সঙ্গে আটকানো উচিত। বেশিরভাগ সৌর প্যানেলের ফ্রেম এ্যালুমিনিয়ামের তৈরী হয়ে থাকে, এ্যালুমিনিয়াম সরাসরি লোহা বা সাধারণ ইস্পাত

www.banglainternet.com

Goto List >

বা গ্যালভানাইজড লোহার সংস্পর্শে এলে মরিচার সৃষ্টি হয়, তাই এ্যালুমিনিয়াম ফ্রেমের সঙ্গে মরিচাবিহীন ইস্পাত বা ব্রোঞ্জের স্ক্রু ব্যবহার করা উচিত।

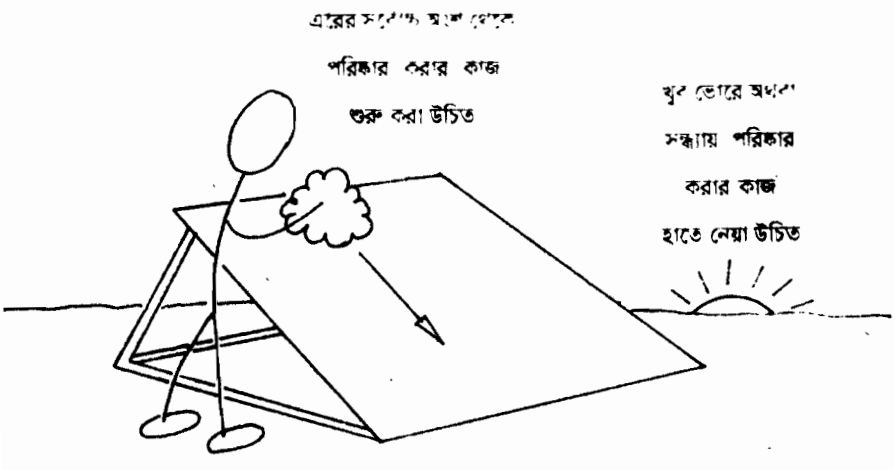
৪.৫ সৌর প্যানেলের রক্ষণাবেক্ষণ

রক্ষণাবেক্ষণের দৃষ্টিকোণ থেকে সৌর প্যানেল খুবই নির্ভরশীল একটি অংশ। পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা বজায় রাখলেই প্যানেল সন্তোষজনকভাবে কাজ করে। রক্ষণাবেক্ষণের কাজ মূলত পরিষ্কার পরিচ্ছন্নতা এবং কখনো কখনো প্যানেলের 'সর্ট সার্কিট ভোল্টেজ' এবং 'ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ' পরীক্ষা করে দেখার মধ্যেই সীমিত থাকে। এছাড়াও বৈদ্যুতিক তারের অবস্থা এবং সংযোগ পরখ করে দেখা রক্ষণাবেক্ষণেরই অন্তর্ভুক্ত।

৪.৫.১ সৌর প্যানেল পরিষ্কার করার পদ্ধতি

প্রতি সপ্তাহে একবার প্যানেল পরিষ্কার করা উচিত। সপ্তাহে একবার সম্ভব না হলে, অন্ততঃ প্রতি দু'সপ্তাহে একবার করে পরিষ্কার করা উচিত, তাও যদি সম্ভব না হয়, সেক্ষেত্রে স্থানটিতে প্রতিবার পরিদর্শনের সময় একবার করে প্যানেল পরিষ্কার করা উচিত। পরিষ্কার করার কাজ খুব ভোরে অথবা সন্ধ্যায় সম্পন্ন করা উচিত কারণ, এ সময় প্যানেলে কোনো সূর্যালোক পড়ে না।

চিত্র ৩৯ সৌর প্যানেল পরিষ্কার করার পদ্ধতি



www.banglainternet.com

Goto List >

পরিষ্কার করার জন্যে পরিচ্ছন্ন নরম ভেজা কাপড় ব্যবহার করা উচিত, খুব আলতোভাবে সাবধানতার সাথে প্যানেলের ঢালের উঁচু ভাগ থেকে শুরু করে, ধীরে ধীরে নিচের ভাগে অগ্রসর হওয়া উচিত। প্যানেলের উপর কখনোই দাড়ানো উচিত নয় বা ভর রাখা উচিত নয়, এতে প্যানেল স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে.

৪.৫.২ সৌর এরের 'ওপেন' এবং 'শর্ট সার্কিট' মাপ গ্রহণ করার পদ্ধতি

সৌর এরের কার্যকারিতার উপর কোন প্রকার সন্দেহ দেখা দিলে তবেই 'ওপেন' এবং 'শর্ট সার্কিট' মাপ নেয়া উচিত, তার আগে নয়। ফটোভোল্টায়িক এরে সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা বোঝার জন্যে দু'টি সহজ পরীক্ষাই যথেষ্টঃ এ পরীক্ষা দুটি হচ্ছে 'ওপেন সার্কিট ভোল্টেজের মাপ, এবং 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের মাপ।

প্রথমেই *'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ* মাপার পদ্ধতি আলোচনা করা হবেঃ

'ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ' কখনোই মেঘাচ্ছন্ন দিলে মাপা উচিত নয়। 'ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ' মাপার সর্বোত্তম সময় হচ্ছে রৌদ্রোজ্জ্বল দিনের দুপুর বারোটা। আমরা জানি যে, একটি সৌর এরে কয়েকটি সৌর মডিউল বা প্যানেলের সমাহার। সুতরাং প্রথমে পুরো সৌর এরের 'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ মাপা উচিত এবং প্রাপ্ত ভোল্টেজ সম্পর্কে সন্দেহ দেখা দিলে এরের প্রতিটি মডিউলের 'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ পরখ করে দেখা উচিত।

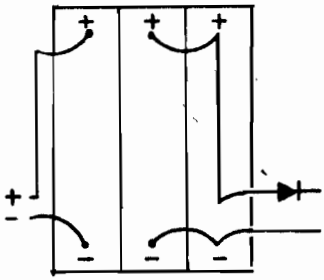
এই মুহূর্তে স্মরণ করিয়ে দেয়া যাচ্ছে যে, *এরের 'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ বলতে, বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ না থাকা অবস্থায় এরের দু'টি প্রান্তে প্রাপ্ত ভোল্টেজকে বোঝানোহয়।* বর্তনীতে যাতে প্রবাহ না থাকে সেজন্যে প্রথমেই এরের যে কোনো প্রান্ত টার্মিনাল থেকে খুলে নিতে হবে।

আর এরের যে কোনো মডিউলের 'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ মাপার জন্যে মডিউলকে এরে থেকে বিচ্ছিন্ন করে মডিউলের দু'প্রান্তের ভোল্টেজ মাপতে হবে।

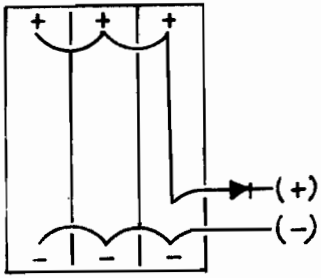
www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৪০ ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ মাপার পদ্ধতি



মডিউলের ওপেনসার্কিট ভোল্টেজ মাপার জন্য



এরের ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ মাপার জন্য

চিত্রঃ ৪০

এবারে 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ (কারেন্ট) মাপার পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হবেঃ

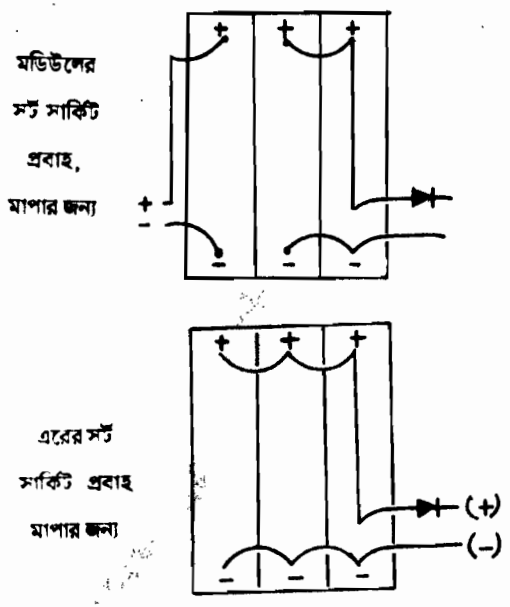
স্মরণ করিয়ে দেয়া আবশ্যক যে, এরের *'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ বলতে এরের বর্তনীর দু'টি প্রান্ত মাল্টিমিটার বা 'শান্ট' দিয়ে শর্ট করা হলে যে প্রবাহ (কারেন্ট) পাওয়া যায়, সেই প্রবাহের মানকে বোঝানো হয়।* এই মাপ নেয়ার সময় এরের এক প্রান্তের তার অবশ্যই বর্তনী থেকে বিচ্ছিন্ন করে নিতে হবে। 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ মাপার সর্বোত্তম সময় হচ্ছে রৌদ্রোজ্জ্বল দিনের দুপুর বারোটা।

একটি সম্পূর্ণ এরের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ মাপতে হলে, এরের জংশন বাক্স থেকে এরের প্রান্তের তার দু'টির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নিতে হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৪১ এরে ও মডিউলের শর্ট সার্কিট প্রবাহ মাপার পদ্ধতি



এরের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের মান কোনো সন্দেহের উদ্রেক করলে, এরের প্রতিটি ভিন্ন ভিন্ন মডিউলেল 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ মেপে দেখতে হবে। (চিত্র ৪১)

একটি ভালো এরের বা মডিউলের 'ওপেন সার্কিট' ভোল্টেজ এবং 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের মান কত হওয়া উচিত, সে সম্পর্কে রক্ষণাবেক্ষণকারীর সঠিক জ্ঞান থাকা উচিত। একটি ১২ ভোল্টের ব্যবস্থার ক্ষেত্রে 'ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ' ১৭ থেকে ২০ ভোল্টের মতো হওয়া উচিত। এর হেরফের হলে বুঝতে হবে, কোথাও কোনো ত্রুটি রয়েছে। সেক্ষেত্রে প্রতিটি মডিউলের পৃথক পৃথক ভোল্টেজ মেপে দেখার প্রয়োজন রয়েছে। একটি ১২ ভোল্টের এরের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের মান ঐ এরের অন্তর্ভুক্ত প্রতিটি মডিউলের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের যোগফলের মানের শতকরা ১৫ ভাগের ভেতরে থাকা উচিত। অর্থাৎ ধরা যাক, প্রতিটি মডিউলের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহের মান ২·৫ এমপিয়ার পাওয়া গেলো। এরের সর্বমোট মডিউলের সংখ্যা যদি ৪ হয়, তাহলে এরের 'শর্ট সার্কিট' প্রবাহ হওয়া উচিতঃ

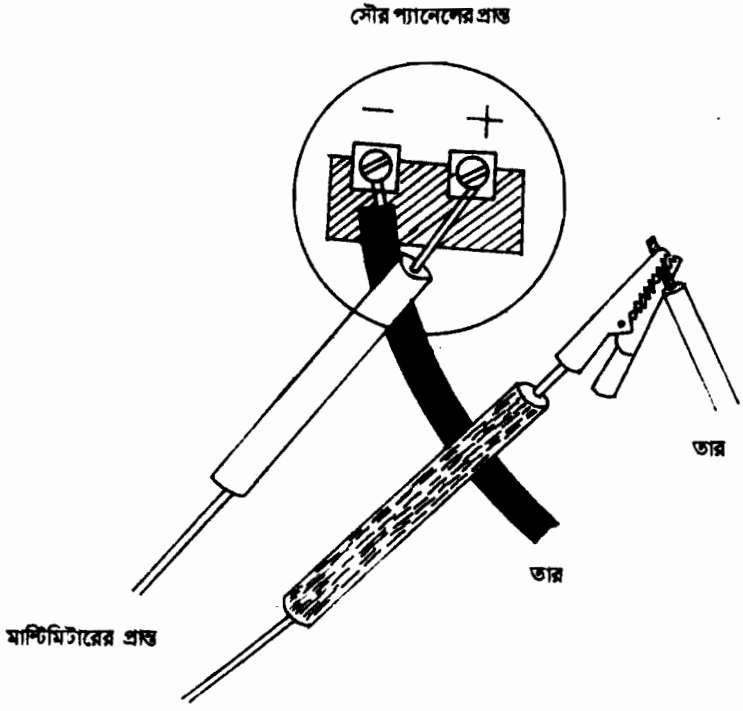
(৪ × ২·৫) ± ১৫% এমপিয়ার

অর্থাৎ, ৮·৫ থেকে ১১·৫ এমপিয়ারের ভেতরে।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৪২ মাল্টিমিটারের সাহায্যে সৌর প্যানেলের বিদুৎ প্রবাহের (এমপিয়ার) মাপ গ্রহণ (লোড সংযুক্ত অবস্থায়)।



৪.৫.৩ বৈদ্যুতিক তারের অবস্থা ও সংযোগ পর্যবেক্ষণ করা

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় সৌর এরে, নিয়ন্ত্রক, ব্যাটারী এবং গ্রাহক যন্ত্রকে একে অপরের সঙ্গে যুক্ত করার জন্যে বৈদ্যুতিক তার ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সুযোগ পাওয়া মাত্রই, প্রতিবার এই সমস্ত তারের অবস্থা পরখ করে দেখা উচিত। প্রতিটি সংযোগস্থল শক্তভাবে এঁটে থাকা উচিত, ঢিলে পাওয়া গেলে, তা সঙ্গে সঙ্গে নিপূণভাবে এঁটে দিতে হবে। তারের সংযোগপ্রান্তে কোন প্রকার ময়লা বা মরিচা দেখা দিলে, ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করে পুনঃসংযোগ দেয়া উচিত। প্রতিটি তার দৈর্ঘ্য বরাবর

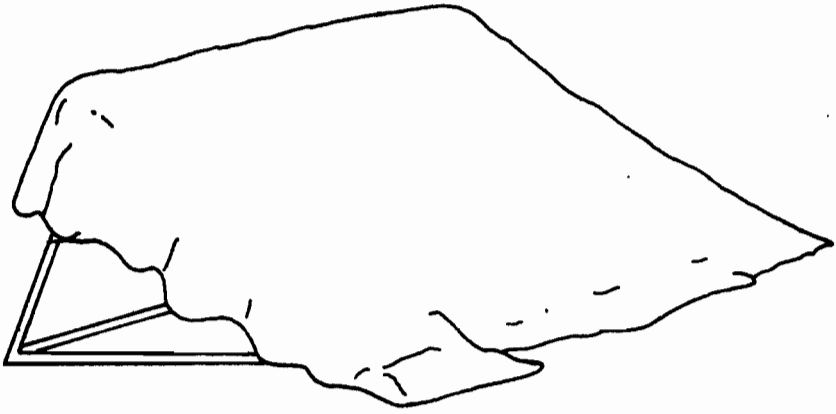
www.banglainternet.com

Goto List >

শেষ বিন্দু পর্যন্ত পরখ করাটাই বুদ্ধিমানের কাজ। কোনো স্থানে তারের ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্থ হয়ে থাকলে, কারণ অনুসন্ধান করে দেখা উচিত। প্রয়োজন বোধে পুরো তার সঙ্গে সঙ্গে বদলে দেয়া উচিত এবং ক্ষেত্র বিশেষে 'আরমার্ড' তার ব্যবহার করা উচিত।

সৌর এরে চালু থাকাকালীন অবস্থায় কোনো তার বা কোনো অংশ পরিবর্তন বা মেরামত করার প্রয়োজন দেখা দিলে কতগুলি সাধারণ নিয়ম অনুসরণ করা উচিত। সর্বাগ্রে গ্রাহক যন্ত্র (যেমন রেফ্রিজারেটর, বাতি, টেলিভিশন) বন্ধ করে দিতে হবে। এরপর সৌর এরেকে একটি মোটা পুরু কাপড় দিয়ে ঢেকে দিতে হবে।

চিত্র ৪৩ যন্ত্রাংশ বদলানোর আগে এরে ঢেকে ফেলা উচিত



যে সমস্ত তার খুলে ফেলতে হবে, সেগুলোর প্রতিটিতে লেবেল বা চিহ্ন এঁটে রাখা উচিত, যাতে পুনঃসংযোগের সময় ভুল-ভ্রান্তির অবকাশ না থাকে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৫

ব্যাটারী

বিদ্যুৎ পল্লী উন্নয়নের প্রধান হাতিয়ার

www.banglainternet.com

Goto List >

৫.০ ব্যাটারী

সৌরশক্তি চালিত প্রায় সব ব্যবস্থায় ক্ষমতা সংরক্ষণের জন্যে ব্যাটারী ব্যবহার করা হয়ে থাকে। কিছু কিছু ক্ষেত্রে যেমন, পানি উত্তোলনের জন্যে পাম্পিং ব্যবস্থায় ব্যাটারী ব্যবহৃত না হলেও বাড়ীঘরের বৈদ্যুতিকরণে ব্যাটারী অপরিহার্য। কিছুকাল আগেও সৌরশক্তি চালিত যে কোনো ব্যবস্থায় সবচেয়ে দামী অংশ ছিলো সৌর প্যানেল। বর্তমানে বাজারে সৌর প্যানেলের দাম অনেক কমেছে, তথাপিও একটি প্যানেলের দাম ব্যাটারীর দামের অনেক উর্ধ্বে। অপরদিকে, আজকালকার একটি প্যানেল অনায়াসে ১০ বছর চলার উপযোগী, কিন্তু ব্যাটারী সাধারণতঃ ৫ বছরের বেশি সেবা দিতে পারে না। অতএব সবদিক বিবেচনা করে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, কোন সৌরশক্তি চালিত ব্যবস্থায় ব্যাটারীই সবচেয়ে দামী উপাদান। শুধু দামের দিক দিয়েই নয়, কাজের বেলাতেও এর অসুবিধে আছেঃ সহজেই নষ্ট হয়ে যায়। বাস্তবে দেখা গেছে যে ব্যাটারী সুষ্ঠভাবে ব্যবহারের নিয়মাবলী সম্পর্কে জ্ঞানের অভাবে এবং অন্যান্য অবহেলাজনিত কারণে বেশির ভাগ ব্যাটারী নষ্ট হয়ে যায়, অতএব সৌর শক্তি চালিত যন্ত্রের রক্ষণাবেক্ষণকারীর ব্যাটারী সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞান থাকা উচিত।

৫.১ ব্যাটারীর ধরণ

সৌর পি,ভি ব্যবস্থায় বিশেষ দুই ধরণের ব্যাটারী ব্যবহৃত হয়ে থাকেঃ

- নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী
- লেড এসিড ব্যাটারী

৫.১.১ নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী

নিকেল এবং ক্যাডমিয়াম, উভয়েই সহজলভ্য ধাতু কিন্তু প্রক্রিয়াজাতজনিত উচ্চ খরচের কারণে এর বাজার মূল্য খুবই বেশি। নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী খুবই

www.banglainternet.com

Goto List >

মজবুত ধরণের হয়ে থাকে এবং বারংবার ডিসচার্জের কারণে বা মাঝারী গোছের 'অতিচার্জের' কারণে এ ধরণের ব্যাটারী স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না, তদুপরি তেমন কোনো রক্ষণাবেক্ষণেরও প্রয়োজন হয় না। সৌর পি,ভি ব্যবস্থার জন্যে এ ধরণের ব্যাটারীই আদর্শ ব্যাটারী হিসেবে বিবেচিত হতে পারতো, যদি এর দাম ততো বেশি না হতো। একটি নিকেল–ক্যাডমিয়াম ব্যাটারীর দাম সমক্ষমতার একটি লেড এসিড ব্যাটারীর দামের পাঁচগুণ। যেহেতু লেড–এসিড ব্যাটারীর মতো ঘন ঘন এ ধরণের ব্যাটারী নষ্ট হয় না বা পরিবর্তন করতে হয় না সেহেতু, এ ধরণের ব্যাটারীর ক্ষেত্রে দাম মুখ্য ব্যাপার নয়। সে কারণেই যে সমস্ত ক্ষেত্রে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার উপর খুব বেশি নির্ভরশীলতার প্রয়োজন, সেসব ক্ষেত্রে নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারীই হওয়া উচিত প্রথম পছন্দ। উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, দামের কারণে সৌর পি,ভি ব্যবস্থায় নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী এখনো এতো ব্যাপকতা লাভ করেনি, তবে আগামী কয়েক বছরের ভেতরই এই ব্যাটারী সৌরশক্তি চালিত ব্যবস্থার সঙ্গে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হবে বলে ধারণা করা যায়।

কিছু কিছু ক্ষেত্রে ছোট ধরনের নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী বেশ প্রচলন পেয়েছে। যেমন ধরা যাক, আমাদের ঘরবাড়িতে জনপ্রিয় ইমারজেন্সী লাইটের কথা। এ লাইটের ভেতরে 'রিচার্জেবল" নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী রয়েছে। এ ছাড়াও বিভিন্ন ধরণের টর্চলাইট, রেডিও আছে যেগুলোতে সাধারণ ড্রাইসেল ব্যাটারীর পরিবর্তে ক্ষুদ্র 'রিচার্জেবল' নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী সফলতার সঙ্গে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। এ সমস্ত নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারীর গড় আয়ু কম হলেও, সঠিকভাবে যত্ন নিলে এবং যথাসময়ে 'চার্জ' করা হলে একটি নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী অসংখ্য ড্রাইসেল ব্যাটারীর সমতুল্য হতে পারে এবং এতে তুলনামূলক ভাবে খরচ ও কম হবে। বিদ্যুৎবিহীন অঞ্চলে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সৌর প্যানেল দিয়ে অতি অল্প খরচে এ সমস্ত নিকেল ক্যাডমিয়াম ব্যাটারী 'রিচার্জ' করা সম্ভব।

৫.১.২ লেড এসিড ব্যাটারী

পাতলা সালফিউরিক এসিডে সীসার পাত ডুবিয়ে রেখে লেড এসিড ব্যাটারীতে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। গাড়ী, বাস, ট্রাক 'স্টার্ট' দেওয়ার জন্যে লক্ষ লক্ষ লেড এসিড ব্যাটারী সারাবছর তৈরি হয়। কিছু কিছু সৌর পি,ভি ব্যবস্থাতেও লেড এসিড ব্যাটারী ব্যবহৃত হয়। যত ধরণের 'রিচার্জেবল' ব্যাটারী এখন বাজারে পাওয়া যায় তার মধ্যে ন্যূনতম খরচে প্রতি একক শক্তি সংরক্ষণের জন্যে লেড এসিড ব্যাটারীর জুড়ি নেই। অল্প জায়গার ভেতর দক্ষতার সঙ্গে লেড এসিড ব্যাটারী বিদ্যুৎ জমা করে রাখতে

www.banglainternet.com

Goto List >

পারে। অপরদিকে, লেড এসিড ব্যাটারী অতি সহজেই অতিরিক্ত চার্জে বা ডিসচার্জে নষ্ট হয়ে যায়, তাই এর নিয়মিত পরিচর্যার প্রয়োজন রয়েছে। সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার সঙ্গে ব্যবহার করা হলে এ ধরনের ব্যাটারী পাঁচ বছরের অধিক কখনো টেকে না। তা সত্ত্বেও বেশির ভাগ সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার সঙ্গে লেড এসিড ব্যাটারীই ব্যবহৃত হচ্ছে এবং খুব শীঘ্রই যে এর ব্যবহার বন্ধ হয়ে অন্য কোনো ধরণের ব্যাটারীর (যেমনঃ নিকেল ক্যাডমিয়াম) প্রচলন হবে, তা ভাবার কোনো কারণ নেই।

৫.১.৩ লেড এসিড ব্যাটারীর কার্য প্রণালী

কোনো পাত্রে পানি সংরক্ষণ করা খুবই সহজ। পাত্র নিশ্ছিদ্র হলে পানি সংরক্ষণ করা যায়। কিন্তু বিদ্যুৎ সংরক্ষণ ততো সহজ নয়। বিদ্যুৎ সাধারণত রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে সংরক্ষণ করা হয়। কিছু কিছু রাসায়নিক দ্রব্য অন্য রাসায়নিক দ্রব্যের সহায়তায় বিদ্যুৎ সংরক্ষণ করতে পারে। একটি স্টোরেজ ব্যাটারী প্রকৃতপক্ষে কতগুলি বিশেষ রাসায়নিক দ্রব্যের সমাহার। বিশেষ রাসায়নিক বলা হচ্ছে এই কারণে যে, বিদ্যুৎ উৎপন্ন এবং সংরক্ষণ করতে যেয়ে একটি রাসায়নিক দ্রব্য অন্য রাসায়নিক দ্রব্যের সঙ্গে পরস্পরের অবস্থান পরিবর্তন করে এবং এই পরিবর্তনে কোন প্রকার বিষাক্ত গ্যাস উদগীরণ হয় না এবং অতিমাত্রায় তাপের সৃষ্টি হয় না। খুব কম রাসায়নিক দ্রব্যই এধরনের নিরাপদ গুণাবলীর অধিকারী। বাস্তবে দেখা যায় যে সীসা, লেড অক্সাইড, লেড সালফেট, সালফিউরিক এসিড এবং পানি এ ধরনের একটি নিরাপদ সংমিশ্রণ। লেড অক্সাইড এবং সালফিউরিক এসিড পরস্পরের সঙ্গে মিলে বিদ্যুৎ, লেড সালফেট এবং পানি উৎপন্ন করে। আবার লেড সালফেট এবং পানি যৌথ ভাবে বিদ্যুৎকে সংরক্ষণ করে। এই সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটিকে সাংকেতিক ভাবে নীচে দেখানো হলোঃ

ডিসচার্জ

$$Pb + 2H_2SO_4 + PbO_2 \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

চার্জ

ইলেকট্রোলাইট		ইলেকট্রোলাইট	
ঋণাত্মক	ধণাত্মক	ঋণাত্মক	ধনাত্মক
(−) পাত	(+) পাত	(−) পাত	(+) পাত

www.banglainternet.com

Goto List >

সাংকেতিক ভাষার বিবরণ হচ্ছে এই যে, ব্যাটারী ডিসচার্জের সময় (অর্থাৎ যখন বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে) সীসা (Pb), সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) এবং লেড অক্সাইড (Pbo_2) মিলিত হয়ে লেড সালফেট ($PbSO_4$), পানি (H_2O) এবং বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে; আবার অপরদিকে ব্যাটারীকে যদি চার্জ করা হয় (অর্থাৎ বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়) সেক্ষেত্রে লেড সালফেট এবং পানি পুনরায় সীসা, লেড অক্সাইড এবং পানিতে পরিবর্তিত হয়। এই ব্যাটারীতে সীসা, লেড অক্সাইড এবং লেড সালফেট— এগুলি হচ্ছে কঠিন বস্তু এবং এদিয়েই ব্যাটারীর শক্ত পাত তৈরি করা হয়। অপরদিকে সালফিউরিক এসিড এবং পানি তরল বস্তু এবং এদেরকে ব্যাটারীর "ইলেকট্রোলাইট" বলে অভিহিত করা হয়।

যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া শতকরা ১০০ ভাগই আদর্শ নয়, কিছু অপচয় অবশ্যম্ভাবী। তাই ব্যাটারীর দক্ষতা কখনোই শতকরা ১০০ ভাগ হতে পারে না। একটি ব্যাটারীর দক্ষতা যদি শতকরা ৮২ ভাগ হয়ে থাকে, তার অর্থ হলো, ব্যাটারী চার্জ করার সময় যে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হবে, তার শতকরা ১৮ ভাগই অপচয় হবে। সৌর প্যানেল ব্যবহারকারীদের জন্যে এই অপচয়ের তথ্যটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সৌর প্যানেলের সাহায্যে আমরা যতো ওয়াট ঘন্টা শক্তি সংগ্রহ করি না কেন, এই অপচয়ের কারণে, তার শতকরা ৮২ ভাগ প্রকৃতপক্ষে ব্যাটারী সংরক্ষণ করতে সক্ষম। সুতরাং একটি ব্যাটারীর দক্ষতা যদি শতকরা ৮২ ভাগ হয়ে থাকে এবং সৌরশক্তির সাহায্যে যে যন্ত্রটি চালাবো, তার চাহিদা যদি ১০০ ওয়াট ঘন্টা হয়ে থাকে, সেক্ষেত্রে সৌর প্যানেলের ক্ষমতা ন্যূনতম ১২২ ওয়াট হতে হবে। নীচের ঐকিক অংক দিয়ে ব্যাপারটি পরিষ্কার করা যাচ্ছেঃ

৮২ ওয়াট ঘন্টা পাওয়া যাবে যদি সৌর প্যানেল ১০০ ওয়াট ঘন্টার হয়

১ ওয়াট ঘন্টা পাওয়া যাবে যদি সৌর প্যানেল $\frac{১০০}{৮২}$ *ওয়াট ঘন্টার হয়*

১০০ ওয়াট আওয়ার পাওয়া যাবে যদি সৌর প্যানেল $\frac{১০০ \times ১০০}{৮২}$ *ওয়াট ঘন্টার হয়*

= ১২১৯৫ ওয়াট ঘন্টা

= ধরা যাক ১২২ ওয়াট ঘন্টা

www.banglainternet.com

Goto List >

সাধারণত ব্যাটারী পুরাতন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে তার দক্ষতাও হ্রাস পায়। সে কারণে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে আগের সমপরিমাণ ক্ষমতা সরবরাহ করতে পারে না।

তিনটি প্রাসঙ্গিক প্রশ্ন এ পর্যায়ে উত্থাপিত হওয়া স্বাভাবিকঃ

- (১) কিভাবে ভিন্ন ভিন্ন ব্যাটারীতে ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণের বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়?
- (২) কিভাবে কোনো ব্যাটারী থেকে অল্পক্ষণের জন্যে অতি দ্রুত, অধিক পরিমাণে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়, আবার কোনো ব্যাটারী থেকে দীর্ঘ সময়ের জন্যে অল্প পরিমাণে বিদ্যুৎ অনবরত সরবরাহ করা সম্ভব হয়?
- (৩) ব্যাটারীর ব্যবহারিক জীবন কিসের উপর নির্ভরশীল?

প্রথম দুটি প্রশ্নের উত্তরই নিহিত রয়েছে ব্যাটারীর পাতের পুরুত্বে। ব্যাটারীর পাতের পুরুত্ব বাড়িয়ে বা কমিয়ে যথাক্রমে নিম্নহারে বা উচ্চহারে বিদ্যুৎ আহরণ করা সম্ভব।

তৃতীয় প্রশ্নের উত্তর নিহিত রয়েছে পাতের উপাদানে। নিচে এই তিনটি প্রশ্নের উপরই আলোকপাত করা হচ্ছে।

একটি ব্যাটারীতে পাতের শক্ত বস্তু এবং তরল ইলেকট্রোলাইটের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিদ্যুৎ উৎপাদিত হয়। অতএব, রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্যে সীসা এবং ইলেকট্রোলাইটের মধ্যে সংস্পর্শের প্রয়োজন রয়েছে। সর্বোত্তম সংস্পর্শ ঘটানোর জন্যে ব্যাটারীতে সীসা গুঁড়া অবস্থায় অথবা অতি ঝাঁঝরা অবস্থায় ব্যবহার করা হয়।

বিদ্যুৎ উৎপাদনের সময় লেড অক্সাইডের ক্ষুদ্র কণা লেড সালফেটে রূপান্তরিত হয় এবং সালফিউরিক এসিড থেকে পানি উৎপন্ন হয়। ব্যাটারীর পাত যদি খুব পাতলা হয়, পানি অতি দ্রুত অব্যাহতি পায় এবং নতুন সালফিউরিক এসিড অতি দ্রুত পাতের সান্নিধ্যে আসতে পারে। এর ফলে ব্যাটারীর লেড অক্সাইড অতি দ্রুত হারে লেড সালফেটে রূপান্তরিত হতে পারে। এই দ্রুত রূপান্তরের ফলে অতি দ্রুত হারে বিদ্যুৎ উৎপাদিত হয়।

আবার ব্যাটারীর পাত যদি পুরু হয়, ইলেকট্রোলাইট পাতের কেন্দ্রস্থলের সংস্পর্শে আসতে বেশ সময়ের প্রয়োজন পড়ে এবং সেক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়া

www.banglainternet.com

Goto List >

তুলনামূলকভাবে মন্থর গতিতে চলে। অতএব, যে সমস্ত ব্যাটারী থেকে অতি অল্প সময়ের জন্যে বেশি বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা প্রয়োজন সে সমস্ত ব্যাটারীর পাত পাতলা হওয়াই বাঞ্ছনীয়। যেমন, গাড়ীর ইঞ্জিন চালু করতে হলে অল্প সময়ের জন্যে অনেক বিদ্যুৎ এর প্রয়োজন; সে কারণেই গাড়ীর ব্যাটারীতে সাধারণত অতি পাতলা গোছের অনেকগুলি পাত ব্যবহৃত হয়।

একটি ব্যাটারীতে যখন লেড– অক্সাইড লেড—সালফেটে রূপান্তরিত হয় তখন ব্যাটারীর পাত ফুলে ফেঁপে ওঠে, কারণ লেড– সালফেট লেড–অক্সাইডের চেয়ে আয়তনে অনেক বেশি এবং বেশি জায়গা দখল করে, ফলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার সময় ব্যাটারীর পাত ফুলে ফেঁপে ওঠে। আবার ব্যাটারীকে যখন চার্জ করা হয়, ঠিক বিপরীত প্রক্রিয়াটি ঘটে। অর্থাৎ ব্যাটারী চার্জ করার সময় লেড সালফেট অনবরত লেড অক্সাইডে রূপান্তর হতে থাকে এবং এর ফলে ব্যাটারীর পাত সংকুচিত হয়। ক্রমাগতভাবে ফেঁপে ওঠা ও সংকুচিত হওয়ার কারণে পাতের গা থেকে লেড অক্সাইড এবং লেড সালফেটের গুঁড়া ব্যাটারীর তলদেশে জমা হতে থাকে। এই গুঁড়া পাউডার বিদ্যুৎ উৎপন্ন বা বিদ্যুৎ গ্রহণের ক্ষেত্রে আর কোনো ভূমিকাই রাখতে পারে না। যেহেতু এই গুঁড়া পাউডার পাতের গা থেকে ঝরে পড়ে সেহেতু একটি বহুসংখ্যক পাতলা পাতের ব্যাটারীতে (যেমন গাড়ীর ইঞ্জিনের স্টার্টিং ব্যাটারী) মোটা পুরু পাতের ব্যাটারীর চেয়ে অনেক বেশি পাউডার ঝরে পড়ে। কি পরিমাণে গুঁড়া পাউডার ব্যাটারীর তলদেশে জমা হয়, তা নির্ভর করে পাতের সম্প্রসারণ বা সংকোচনের পরিমাণের উপর। যদি অল্প পরিমাণে লেড– অক্সাইড লেড–সালফেটে রূপান্তরিত হয়, সেক্ষেত্রে পাত স্বল্প পরিমাণে সম্প্রসারিত হয় এবং গুঁড়া পাউডারের পরিমাণও অল্প হয়। যেমন গাড়ীর ইঞ্জিনের স্টার্টিং ব্যাটারীতে সর্বমোট শক্তির মাত্র কিয়দংশ ব্যবহৃত হয়, সেক্ষেত্রে পাতের সম্প্রসারণ খুবই কম পরিমাণে ঘটে। কিন্তু ব্যাটারী যদি পুরাপুরিভাবে ডিসচার্জ হয়, অর্থাৎ প্রায় সব শক্তিই ব্যয় করা হয়, সে ক্ষেত্রে পাতের সম্প্রসারণ খুব বেশি হয় এবং কার্যকরী রাসায়নিক দ্রব্য ব্যাপক পরিমাণে পাউডারের আকারে ব্যাটারীর তলদেশে জমা হয়।

একটি ইঞ্জিনকে প্রাথমিকভাবে চালু করার জন্যে একটি স্টার্টিং ব্যাটারী তার সর্বমোট শক্তির সবেমাত্র শতকরা ৫ ভাগ ব্যয় করে, অতএব ব্যাটারীর পাতের সম্প্রসারণ খুবই নগন্য পরিমাণে ঘটে। একটি স্টার্টিং ব্যাটারীতে পাতের সংখ্যা

www.banglainternet.com

Goto List >

সাধারণত অনেক বেশি থাকে। তবুও তার পূর্ণ শক্তির কিয়দংশ ব্যবহারের কারণে পাত থেকে খুবই নগন্য পরিমাণে কার্যকরী রাসায়নিক দ্রব্য খসে পড়ে। এখন আমরা এই স্টার্টিং ব্যাটারীকে যদি কোন সৌরশক্তিচালিত ব্যবস্থার সঙ্গে যুক্ত করি, সেক্ষেত্রে কি ঘটতে পারে?

পরিণতি শোচনীয় হবে।

সৌরশক্তিচালিত ব্যবস্থায় একটি ব্যাটারীর প্রায় পূর্ণাঙ্গ চার্জই ব্যবহৃত হয়ে যায়, অর্থাৎ প্রায় ১০০ ভাগ শক্তিই ব্যাটারী থেকে নির্গত হয়। সুতরাং একটি স্টার্টিং ব্যাটারীকে সৌর ব্যবস্থায় সংযোগ করে দিলে পাতের গা থেকে অনবরত রাসায়নিক দ্রব্য খসে পড়ে তলদেশে জমা হতে থাকবে এবং ব্যাটারীর ব্যবহারিক জীবন অতিশয় সংক্ষিপ্ত হবে। তার কারণ, বাস্তবে দেখা গেছে যে একটি স্টার্টিং ব্যাটারী সম্পূর্ণভাবে ডিসচার্জ হওয়ার পর চার্জ করা যেতে পারে এবং এভাবে যদি পরপর ৬ বার পূর্ণ ডিসচার্জ এবং চার্জ করা হয়, ব্যাটারীর ক্ষমতা শতকরা ৫০ ভাগ হ্রাস পায়। অতএব, উপসংহার টানা যায় যে গাড়ীর ব্যাটারী কখনোই সৌরশক্তিচালিত কোনো ব্যবস্থায় ব্যবহার করা অনুচিত, আর ব্যবহার করা হলে ধরে নিতে হবে ব্যাটারীর ব্যবহারকি জীবন হবে খুবই সংক্ষিপ্তঃ *কয়েকমাস মাত্র, বছর তো দূরের কথা।*

সৌরশক্তিচালিত ব্যবস্থায় ব্যাটারী থেকে সংক্ষিপ্ত সময়ের জন্যে অতি উচ্চ পরিমাণে বিদ্যুৎ গ্রহণের প্রয়োজন পড়ে না। এ ধরণের ব্যবস্থায় দীর্ঘ সময়ের জন্যে অল্প বিদ্যুৎ এর চাহিদা রয়েছে। সুতরাং সৌর শক্তির সঙ্গে সংযুক্ত ব্যাটারীর পাত খুবই পাতলা গঠনের হয় যাতে অতি অল্প পরিমাণের বিদ্যুৎ অনবরত সরবরাহ করা সম্ভব হয়। কৌতুহলবশত কেউ যদি সৌর শক্তির জন্যে নির্মিত কোন ব্যাটারী একটি বাসের ইঞ্জিন চালু করার জন্যে ব্যবহার করেন, সেক্ষেত্রে ফল সুবিধেজনক হবে না এবং ব্যাটারীটি স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে। অতএব, সবসময়ই মনে রাখতে হবে যে গাড়ীর স্টার্টিং ব্যাটারী অতি অল্প সময়ের জন্যে বেশি শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম। আবার সৌরশক্তির সঙ্গে ব্যবহার্য ব্যাটারী দীর্ঘ সময়ের জন্যে অল্প শক্তি অনবরত সরবরাহ করতে সক্ষম হওয়া বাঞ্ছনীয়। 'স্টার্টিং ব্যাটারী' সৌরশক্তির সঙ্গে ব্যবহার করা উচিত নয়, ঠিক তেমনিভাবে সৌরশক্তিচালিত ব্যবস্থার জন্যে তৈরি বিশেষ ব্যাটারীকে কখনোই গাড়ি চালু করার জন্যে ব্যবহার করা উচিত নয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

৫.২ লেড–এসিড ব্যাটারীর শ্রেণী বিভাগ

লেড এসিড ব্যাটারী বিভিন্ন ধরণের হতে পারে। কি কাজের জন্যে ব্যাটারী মূলতঃ ব্যবহৃত হবে তার উপর ভিত্তি করে নিম্নের শ্রেণীবিন্যাস করা সম্ভব (৫·২·১ থেকে ৫·২·৪)।

৫.২.১ স্টার্টিং ব্যাটারী

লেড এসিড ব্যাটারী সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে গাড়ি, বাস–ট্রাক ইত্যাদিকে প্রাথমিকভাবে চালু করার জন্যে এবং এ ধরণের ব্যাটারীকে স্টার্টিং ব্যাটারী বলা যেতে পারে। গাড়ির ইঞ্জিন চালু করার জন্যে একটি শক্তিশালী বৈদ্যুতিক মটরের প্রয়োজন হয়। এ মটরটি আকৃতিতে ক্ষুদ্র হলেও অতি অল্প সময়ের জন্যে উচ্চ প্রবাহ গ্রহণ করে (১০০ থেকে ৫০০ এমপিয়ার) গাড়ির ইঞ্জিনকে চালু করে দেয়, একবার ইঞ্জিন চালু হয়ে গেলে ব্যাটারীটি স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন বিদ্যুৎ দ্বারাই পূণরায় চার্জ হতে থাকে। অতএব একটি স্টার্টিং ব্যাটারী এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে সে কয়েক সেকেন্ড একাধারে অতি উচ্চ বিদ্যুৎ সবরাহ করতে সক্ষম হয় এবং সরবরাহকৃত বিদ্যুৎ তার সর্বমোট ক্ষমতার শতকরা কয়েকভাগ মাত্র। অর্থাৎ এ ধরণের ব্যাটারীকে পূর্ণাঙ্গ 'ডিসচার্জ' হতে দেওয়া হয় না।

৫.২.২ বৈদ্যুতিক গাড়ীর ব্যাটারী

এ ধরণের ব্যাটারী বিভিন্ন ধরণের বৈদ্যুতিক গাড়িতে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। 'ফর্কলিফ্ট এ ধরনের ব্যাটারী ব্যবহার করে থাকে। এই ব্যাটারী এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে, সে দীর্ঘ সময় মাঝারী মাত্রার বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে সক্ষম হয় এবং প্রায় সম্পূণ ক্ষমতাই সরবরাহ করতে সক্ষম হয়। এ কারণেই এ ধরণের ব্যাটারীকে 'ডিপ ডিসচার্জ' ব্যাটারী বলেও অভিহিত করা হয়। অর্থাৎ এ ধরণের ব্যাটারী কোন প্রকার ক্ষতি ছাড়াই প্রায় তার সম্পূর্ণ ক্ষমতাই (বিদ্যুৎ) ছেড়ে দিতে সক্ষম।

৫.২.৩ ফ্লোট ব্যাটারী

ধরা যাক হঠাৎ করে টেলিফোন এক্সচেঞ্জে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হয়ে গেলো, সে ক্ষেত্রে সমাধান কি? টেলিফোন কি বন্ধ থাকবে? এই টেলিযোগাযোগের ক্ষেত্রেই ফ্লোট ব্যাটারী ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এর কিছু বৈশিষ্ট্য রয়েছে। এ ব্যাটারী শুধুমাত্র স্বল্পকালীন জরুরী বিদ্যুৎ সরবরাহ করার জন্যে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। স্বাভাবিক

www.boiRboi.blogspot.com

Goto List >

অবস্থায় এ ধরণের ব্যাটারী অনবরত অল্প পরিমাণের "কারেন্ট" দ্বারা (যাকে ফ্লোট চার্জ কারেন্ট বলে) সর্বদাই সম্পূর্ণ 'চার্জড' অবস্থায় রাখা হয়। এ ধরণের ব্যাটারী প্রকৃতপক্ষে এক ধরণের 'ডিপ ডিসচার্জ' ব্যাটারী, উপরন্তু নিয়মিত 'ফ্লোট চার্জ' সরবরাহ করা হলে এ ধরণের ব্যাটারীর ব্যবহারিক জীবন ১৫ বৎসরের ও অধিক হতে পারে। দীর্ঘকাল ব্যবহারের উদ্দেশ্যে ব্যাটারীতে সম্পূর্ণ খাঁটি নরম সীসার পাত ব্যবহার করা হয়। তাই স্থানান্তর বা পরিবহণের সময় অতি সহজেই বেঁকে ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে। 'ফ্লোট ব্যাটারী' গাড়ি চালু করার জন্যে বা বৈদ্যুতিক গাড়ির জন্যে ব্যবহারের যোগ্য নয়, তাই এ ধরণের ব্যাটারীকে 'ষ্টেশনারী' (স্থির) ব্যাটারী বলেও অভিহিত করা হয়। এ ব্যাটারী সাধারণত বিশাল আকৃতির হয়ে থাকে, কারণ একটি সম্পূর্ণ টেলিযোগাযোগ এক্সচেঞ্জে কিছুক্ষণ বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হলে বেশ পরিমাণেই শক্তির প্রয়োজন হয়।

৫.২.৪ সৌর ব্যাটারী

এটি নতুন প্রজন্মের ব্যাটারী, এ নিয়ে পরীক্ষা নিরীক্ষার এখনো সমাপ্তি ঘটেনি। কিছু কিছু প্রস্তুতকারক সৌরশক্তিচালিত কিছু কিছু নির্দিষ্ট যন্ত্রের জন্যে বিশেষ ধরনের সৌর ব্যাটারী প্রস্তুত করে বাজারে ছেড়েছেন। সৌর ব্যাটারী প্রকৃতপক্ষে 'ডিপ ডিসচার্জ' ধরণের ব্যাটারী এবং আশা করা যায় যে সৌরশক্তি প্রয়োগের ক্ষেত্রের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে বাজারে নানা ধরণের নতুন নতুন সৌর ব্যাটারী সহজলভ্য হবে।

৫.৩ খোলা এবং আবদ্ধ কোষের ব্যাটারী (ওপেন এবং ক্লোজড সেল ব্যাটারী)

আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, যে কোনো ব্যাটারীতে ইলেকট্রোলাইটের ভূমিকা গুরুত্বপূর্ণ। আবার স্মরণ করিয়ে দেয়া হচ্ছে যে, তরল পদার্থ যেমন, সালফিউরিক এসিড, পানি ইত্যাদিকে ব্যাটারীর ক্ষেত্রে ইলেকট্রোলাইট বলা হয়ে থাকে। লেড এসিড ব্যাটারীতে ভাল রাসায়নিক বিক্রিয়া পেতে হলে ব্যাটারীর প্রতিটি কোষে পর্যাপ্ত ইলেকট্রোলাইট থাকা চাই, যাতে ইলেকট্রোলাইটে প্রতিটি পাত ডুবন্ত থাকে। ব্যাটারীর ইলেকট্রোলাইটের পরিমাণ দুটি কারণে হ্রাস পায়। প্রথমত, বাষ্পীভবনের কারণে একটি অংশ উবে যায়, দ্বিতীয়ত এবং মূলতঃ তড়িৎ বিশ্লেষণের (ইলেকট্রোলাইসিসের) কারণে প্রচুর ইলেকট্রোলাইট হ্রাস পায়।

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রশ্ন জাগতে পারে, তড়িৎ বিশ্লেষণ (ইলেকট্রোলাইসিস) আবার কি? ব্যাটারীকে চার্জ করার সময় অর্থাৎ বিদ্যুৎ যখন বলপূর্বক ব্যাটারীতে প্রবেশ করে, তখন সেই বিদ্যুৎ পানিকে তার মৌলিক দু'টি গ্যাসে বিভক্ত করে ফেলে অর্থাৎ হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেনে বিভক্ত করে ফেলে। তাই হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন ব্যাটারী থেকে নির্গত হয়ে বায়ুতে মিশে যায়। এ সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ (ইলেকট্রোলাইসিস) বলা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের (ইলেকট্রোলাইসিসের) কারণে কি পরিমাণে তরল ইলেকট্রোলাইট হারিয়ে যাবে তা নির্ভর করে ব্যাটারীর পাতের গঠনের উপর এবং কিভাবে, কি পদ্ধতিতে ব্যাটারী চার্জিং করা হয় তার উপর।

৫.৩.১ খোলা কোষের ব্যাটারী

সাধারণতঃ যে কোনো ব্যাটারীর প্রতিটি কোষে পানি ভরার জন্যে উপরিভাগে গোলাকার মুখ থাকে। এতে ঢাকনি খুলে পানি ভরা সম্ভব হয় এবং এভাবেই তড়িৎ বিশ্লেষণের (ইলেকট্রোলাসিসের) কারণে উবে যাওয়া পানির ক্ষতি পূরণ করা সম্ভব হয়। প্রতিটি কোষে মুখ ও ঢাকনি বিশিষ্ট এ ধরণের ব্যাটারীকে খোলা কোষের ব্যাটারী বলে অভিহিত করা হয়। তাহলে ক'দিন পরপর ব্যাটারীতে পানি ভরতে হবে? এক সপ্তাহ পর না একমাস পর, নাকি এক বৎসর পর?

- ❒ আমরা কি কাজে ব্যাটারীটি ব্যবহার করছি?
- ❒ ব্যাটারীর বয়স কত?
- ❒ ব্যাটারীর ডিজাইন কেমন?

উপরের এ তিনটি বিষয়ের উপরেই ব্যাপারটি নির্ভরশীল। খোলা কোষের ব্যাটারী খুবই সহজলভ্য, সস্তা, কিন্তু এর সম্ভাব্য সর্বোচ্চ জীবন পেতে হলে নিয়মিত পরিচর্যা ও রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজন রয়েছে।

৫.৩.২ বদ্ধ কোষের ব্যাটারী (ক্লোজড সেল ব্যাটারী)

বাষ্পীভবন এবং তড়িৎ বিশ্লেষণের (ইলেকট্রোলাইসিসের) কারণে যে ইলেকট্রোলাইট উবে যায় তা বন্ধ বা হ্রাস করার কোনো উপায় আছে কি?

পরোক্ষ উপায় হলোঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

(ক) ব্যাটারীর খোল আকারে বড় করে, বেশি পরিমাণে পানি ভরে দিয়ে পানির চাহিদা পূরণ করা।

(খ) ব্যাটারীর পাতে অতিরিক্ত কোন রাসায়নিক দ্রব্য (যেমন ক্যালসিয়াম) জুড়ে দিয়ে তড়িৎ বিশ্লেষণ (ইলেকট্রোলাইসিস) হ্রাস করা।

বাস্তবে বদ্ধ কোষের ব্যাটারীতে উপরের দুটো পদ্ধতিই অবলম্বন করা হয় এবং ব্যাটারিতে পানি ভরার জন্যে কোন খোলা মুখের প্রয়োজন পড়ে না। কারণ সারা জীবনের জন্যে প্রয়োজনীয় পানি এককালীনভাবে খোলে ভরা থাকে এবং ক্যালসিয়ামের কারণে তড়িৎবিশ্লেষণ (ইলেকট্রোলাইসিস) উল্লেখযোগ্য মাত্রায় হ্রাস পায়। এ কারণে এ ধরণের ব্যাটারীকে রক্ষণাবেক্ষণমুক্ত ব্যাটারী বলেও অনেকে অভিহিত করে থাকেন। ব্যাটারী থেকে নির্গত গ্যাস বাইরে নির্গমনের জন্যে ব্যাটারীর উপরিভাগে ক্ষুদ্র ছিদ্র রাখা হয়।

বদ্ধ কোষের ব্যাটারী সযত্নে ব্যবহৃত হলে একে অনেকদিন চালানো সম্ভব হয়। তবে খেয়াল রাখতে হবে যে অতি উষ্ণ স্থানে এ ধরণের ব্যাটারী স্থাপন করা উচিত নয়। কারণ গরমে এ ধরণের ব্যাটারী ক্ষতিগ্রস্থ হয়। বদ্ধ কোষের ব্যাটারীর সুবিধার উল্টোপিঠে আবার কতগুলো অসুবিধাও রয়েছে।

ক) যে রাসায়নিক দ্রব্য দিয়ে তড়িৎ বিশ্লেষণ (ইলেকট্রোলাইসিস) রোধ করা হয়, সে দ্রব্যের (যেমন ক্যালসিয়াম) কারণেই ব্যাটারী অতি ডিসচার্জে (ডিপ ডিসচার্জে) অতি সহজেই স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হয়।

খ) নামে রক্ষণাবেক্ষণমুক্ত ব্যাটারী হলেও প্রকৃতপক্ষে কিছু পানি ধীরে ধীরে উবে যাবেই এবং এ ধরণের ব্যাটারীতে যদি অনবরত অতিচার্জ দেওয়া হয় অথবা কোনো গরম পরিবেশে স্থাপন করা হয়, সে ক্ষেত্রে দ্রুত পানি উবে যেয়ে ব্যাটারীটি স্থায়ীভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে ব্যবহারের অনুপযোগী হয়ে যায়।

ব্যবহারকারীদের মনে দুটো প্রশ্ন আসতে পারেঃ

● এক–কোন্ ধরণের ব্যাটারী ব্যবহার করা উচিত, খোলা কোষের না বদ্ধ কোষের?

● দুই–কোন্ ধরণের ব্যাটারীর আয়ু বেশি?

www.banglainternet.com

Goto List >

উত্তর ব্যবহারকারীকেই খুঁজে নিতে হবে। ব্যবহারকারী যদি মনে করেন, যে পরিবেশ বা যে স্থানে ব্যাটারীটি ব্যবহৃত হবে সেখানে রক্ষণাবেক্ষণের কোনো সম্ভাবনা নেই, সেখানে বদ্ধ কোষের ব্যাটারীই হবে সর্বাপেক্ষা উপযোগী। আবার রক্ষনাবেক্ষণের নিয়মিত সুযোগ থাকলে অবশ্যই খোলা কোষের ব্যাটারী ব্যবহার করা উচিত।

দ্বিতীয় প্রশ্নের উত্তরে এটুকু বলাই যথেষ্ট যে একটি খোলা কোষের ব্যাটারী যথাযথভাবে নিয়মিত রক্ষনাবেক্ষণ করা হলে এর আয়ু বদ্ধ কোষের রক্ষনাবেক্ষণমুক্ত ব্যাটারীর চেয়ে বেশি হয়।

৫.৩.৩ ক্যাটালাইটিক রিকমবিনেশন টাইপ ব্যাটারী

ব্যাটারীতে তড়িৎ বিশ্লেষণের (ইলেকট্রোলাইসিসের) কারণে যে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন উৎপন্ন হয়, তা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যদি পুনরায় যোগ করে পানিতে পরিবর্তিত করা যায় তাহলে ব্যাটারীর পানি সহজেই কমতে পারবে না। "ক্যাটালাইটিক রিকমবিনেশন" ব্যাটারীতে প্রকৃতপক্ষে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে এ কাজটিই করা হয়ে থাকে। এ ধরনের ব্যাটারীতে বিশেষ ধরনের 'সেল-কভার' ব্যবহৃত হয় এবং এ সমস্ত খাপে বিশেষ ধরণের রাসায়নিক দ্রব্য যোগ করে দেয়া হয়। কাজেই এ ধরণের ব্যাটারী আসলেই রক্ষণাবেক্ষণমুক্ত এবং এতে পানি ভরার জন্যে কোনো ছিপি বা ছিদ্র রাখার প্রয়োজন দেখা দেয় না। কারণ পানি বাষ্পীভবনের হার প্রায় শূন্য বলেই ধরা যায়। এই ব্যাটারীর দোষ একটিইঃ উচ্চ দাম। এ ধরণের ব্যাটারী সৌরশক্তিচালিত যন্ত্রের সঙ্গে ব্যবহারের জন্যে অদূর ভবিষ্যতে ব্যাপকভাবে সমাদৃত হবে বলে আশা করা যায়।

৫.৩.৪ জেল সেল ব্যাটারী

এটি লেড এসিড গোত্রের বদ্ধকোষের ব্যাটারী এবং এতে কোনো তরল পদার্থ নেই, পুরো এসিড জেলীর মতো অবস্থায় ব্যাটারীতে আবদ্ধ থাকে। পানি ভরার কোনো প্রয়োজনীয়তাই দেখা দেয় না। সুতরাং একে "রক্ষণাবেক্ষণ মুক্ত" ব্যাটারী হিসাবে বিবেচনা করা হয়ে থাকে। জেল সেল ব্যাটারী ইঞ্জিন চালু করার মতো উচ্চ বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে না। কিন্তু গৃহস্থালীর সৌরশক্তি চালিত যন্ত্রপাতির জন্যে

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সন্তোষজনকভাবে সরবরাহ করতে সক্ষম। এর দাম অনেক বেশি এবং খুব কম প্রস্তুতকারকই এই গোছের ব্যাটারী তৈরি করে থাকে।

৫.৪ ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ধর্মাবলী

বৈদ্যুতিক ধর্মের ক্ষেত্রে একটি ব্যাটারীকে অপর একটি ব্যাটারী থেকে চিহ্নিত করার জন্যে ২টি গুণাগুণের বর্ণনাই যথেষ্টঃ

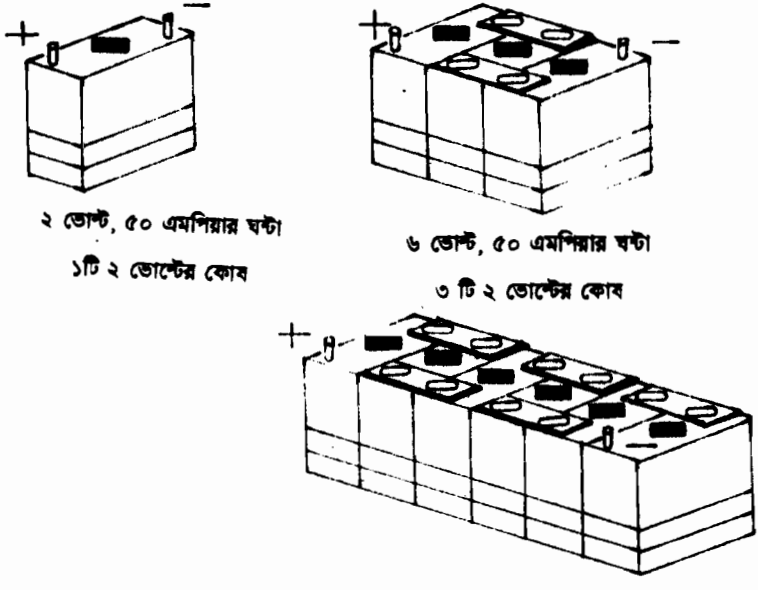
▲ ব্যাটারীর ভোল্টেজ

▲ ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা

৫.৪.১ ব্যাটারীর ভোল্টেজ

প্রতিটি লেড এসিড ব্যাটারীকে কতগুলি আলাদা আলাদা কোষের সমাহার হিসেবে বিবেচনা করা যেতে পারে।

চিত্র ৪৪ ব্যাটারীর ভোল্টেজ ও কোষের সংখ্যা



www.banglainternet.com

Goto List >

কোষের আকার আকৃতি যাইই হোক না কেনো, প্রতিটি কোষ থেকে উদ্ভূত ভোল্টেজ মোটামুটি সমান থাকে। যেমন লেড এসিড ব্যাটারীতে প্রতিটি কোষ থেকে ২ ভোল্টের বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়, চাহিদা মোতাবেক ভোল্টেজ বৃদ্ধি করার জন্যে কোষগুলি শ্রেণীতে (সিরিজে) সংযোগ করলেই বেশী ভোল্টেজ পাওয়া সম্ভব । এই যুক্তি অনুযায়ী, ১২ ভোল্টের একটি লেড এসিড ব্যাটারীতে সর্বমোট ৬টি কোষ শ্রেণী সমবায়ে (সিরিজে) সংযুক্ত থাকে। অনুরূপভাবে ৬ ভোল্টের ব্যাটারীতে ৩টি কোষ শ্রেণী সমবায়ে (সিরিজে) সংযুক্ত থাকে।

৫.৪.২ বৈদ্যুতিক ক্ষমতা (ইলেকট্রিকাল পাওয়ার)

ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বলতে সেই ক্ষমতাটুকুই বোঝানো হয়, যতটুকু ব্যাটারীটি তার নিজের ভেতরে সংরক্ষণ করতে পারে। ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা মাপার জন্যে ব্যবহৃত একক হচ্ছে 'এমপিয়ার ঘন্টা'। অংকের ভাষায়ঃ

এমপিয়ার × ঘন্টা = এমপিয়ার ঘন্টা

উদাহারণ হিসেবে ধরা যাক, একটি ব্যাটারী ১ এমপিয়ার বিদ্যুৎ অনবরত ১০০ ঘন্টার জন্যে সরবরাহ করতে সক্ষম। সেক্ষেত্রে ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতাঃ

১ এমপিয়ার × ১০০ ঘন্টা= ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা।

আবার অপর একটি ব্যাটারী ২৫ ঘন্টা অনবরত ভাবে ৪ এমপিয়ার বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে সক্ষম। ব্যাটারীটির বৈদ্যুতিক ক্ষমতাঃ

৪ এমপিয়ার × ২৫ ঘন্টা = ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা।

আবার ধরা যাক, একটি ব্যাটারী ৫ এমপিয়ার বিদ্যুৎ অনবরত ৮ ঘন্টা সরবরাহ করতে সক্ষম। তাহলে ব্যাটারীটির বৈদ্যুতিক ক্ষমতাঃ

৫ এমপিয়ার × ৮ ঘন্টা = ৪০ এমপিয়ার ঘন্টা

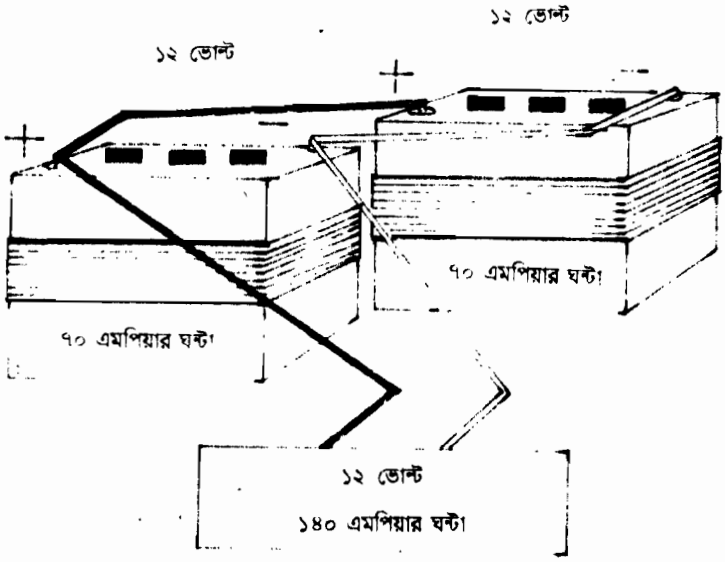
ব্যাটারীর সর্বমোট ক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্যে দুটো ব্যাটারীকে সমান্তরালে সংযোগ করা যেতে পারে। তবে এক্ষেত্রে বিশেষ শর্ত এই যে, দুটো ব্যাটারীকেই সমান ভোল্টেজের হতে হবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

অর্থাৎ আমরা যদি দুটো ১২ ভোল্টের ৭০ এমপিয়ার ঘন্টার ব্যাটারীকে সমান্তরালে সংযোগ করি সে ক্ষেত্রে সর্বমোট ক্ষমতা হবে ১৪০ এমপিয়ার ঘন্টা কিন্তু ভোল্টেজ অপরিবর্তিতথাকবে।

চিত্র ৪৫ ব্যাটারীর সমান্তরাল সমবায়



ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা সম্পর্কে আরো কিছু তথ্য আছে যা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

www.banglainternet.com

Goto List >

যেমন আপাতদৃষ্টিতে মনে হতে পারে যে, একটি ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা যদি ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা হয়, সেক্ষেত্রে ব্যাটারী থেকে আমরা নানা রকম এমপিয়ার ও ঘন্টার সংমিশ্রণ পেতে পারি। যেমনঃ

১০০ এমপিয়ার ঘন্টা = ১ এমপিয়ার × ১০০ ঘন্টার জন্যে

= ৫০ এমপিয়ার × ২ ঘন্টার জন্যে

= ২৫ এমপিয়ার × ৪ ঘন্টার জন্যে

= ২০ এমপিয়ার × ৫ ঘন্টার জন্যে

=১০ এমপিয়ার × ১০ ঘন্টার জন্যে

= ১০০ এমপিয়ার × ১ঘন্টার জন্যে

কিন্তু বাস্তবে ব্যাটারী থেকে এ হিসাব অনুযায়ী বিদ্যুৎ আহরণ করা সম্ভব নয়। একটি ব্যাটারী অনবরত ১০০ ঘন্টা ১ এমপিয়ার হারে বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে সক্ষম হতে পারে কিন্তু ঐ-ব্যাটারীই অতি দ্রুত ১ ঘন্টা অনবরত ১০০ এমপিয়ার বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারে না। এর কারণ অতি সুস্পষ্ট। একটি ব্যাটারীতে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করার জন্যে এসিডকে ব্যাটারীর পাতের সংস্পর্শে আসতে হয় এবং পাতের অভ্যন্তরে ভালোভাবে অনুপ্রবেশ করতে হয়। কিন্তু এতো অল্প সময়ের মধ্যে এ সুষম সংস্পর্শ ঘটানো সম্ভব নয়। তাই এ অল্প সময়ে ব্যাটারী থেকে ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা ক্ষমতা আহরণ করা সম্ভব নয়। বাস্তবে এ ধরণের চেষ্টা (যেমন অনবরত ১ঘন্টার জন্যে ১০০ এমপিয়ার আহরণ) করে দেখা যায় যে, ব্যাটারী ১ঘন্টার ভেতর আপাতদৃষ্টিতে ডিসচার্জ হয়ে গেলেও প্রকৃতপক্ষে পাত এবং এসিডের যথাযথ সংস্পর্শের অভাবে পূর্ণাঙ্গ ভাবে ডিসচার্জ হতে পারে না। অতএব, এই ব্যাটারীটি ১ দিন অলস থাকার পর আবার কিছু বিদ্যুৎ— ক্ষমতা সরবরাহ করতে সক্ষম হয়। কিন্তু অপরদিকে একটি ব্যাটারী ১ এমপিয়ার হারে অর্থাৎ ধীর গতিতে অনবরত ১০০ ঘন্টা বিদ্যুৎ সরবরাহ করার পর, তার ভেতরে আর কোনো ক্ষমতাই অবশিষ্ট থাকে না। ১ দিন অলস থাকার পর এর ভেতর থেকে আর কোন প্রকার বিদ্যুৎ আহরণ করা সম্ভব হয় না, কারণ বিক্রিয়া ধীরগতিতে চলার ফলে এই ব্যাটারীটিতে পাত এবং এসিডের সংস্পর্শ খুবই সুষমভাবে ঘটে। অতিরিক্ত কোনো এসিড বা পাত অবশিষ্ট থাকে না।

www.banglainternet.com

Goto List >

বাস্তবে অনেক সময় আমরা যখন একটি পুরাতন ব্যাটারীর বদলে নতুন ব্যাটারী ক্রয় করতে চাই, তখন প্রথম যে প্রশ্নটি উত্থাপন করা স্বাভাবিক, সেটি হলোঃ ব্যাটারীর 'এমপিয়ার ঘন্টা' কত?

ব্যাটারীর গায়ে 'এমপিয়ার ঘন্টা' সবসময়ই উল্লেখ করা থাকে, তবে সময়ের সাথে সাথে সে লেখা মুছে নিশ্চিহ্ন হয়ে যেতে পারে, সেক্ষেত্রে নতুন ব্যাটারীটির এমপিয়ার ঘন্টা কিভাবে নির্ধারণ করা হবে? সহজ একটি উপায় হচ্ছে, পুরাতন ব্যাটারীটিকে ওজন করা। একটি ব্যাটারীর ওজন ব্যাটারীর সীসার ওজনের আভাস দেয়, ব্যাটারীর সীসার ওজন ব্যাটারীটির এমপিয়ার ঘন্টার পরিমাণ নির্ধারণ করে। সুতরাং নতুন যে ব্যাটারীটি ক্রয় করা হবে, সেটির ওজন কোনো ক্রমেই পুরাতন ব্যাটারীটির ওজনের কম হওয়া উচিত নয়।

৫.৪.৩ ব্যাটারীর চার্জের মাপ

একটি ব্যাটারী বিদ্যুতশূন্য বা বিদ্যুতে পরিপূর্ণ কিনা, তা আমরা সহজেই নির্ধারণ করতে পারিনা। তার কারণ, বিদুৎ অদৃশ্য। এবং বিদ্যুৎ না মাপা পর্যন্ত ব্যাটারীর চার্জ সম্পর্কে আমরা কোনো প্রকার মন্তব্য করতে পারি না।

৫.৪.৩.১ হাইড্রোমিটার

ব্যাটারীর 'চার্জের' অবস্থা জানার জন্যে সাধারণত ব্যাটারীর এসিডের অবস্থা পরীক্ষা করা হয়। ব্যাটারীর এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব যতো বেশি হবে, ব্যাটারীতে ততো বেশি বিদ্যুৎ সংরক্ষিত আছে বলে ধরে নিতে হবে। আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপার জন্যে সাধারনত হাইড্রোমিটার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। হাইড্রোমিটার ব্যাটারী ব্যবহারকারীদের কাছে একটি অতি পরিচিত যন্ত্র। দুই ধরনের হাইড্রোমিটার ব্যাটারীর আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপার জন্যে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এক ধরণের হাইড্রোমিটারে গুটিকয়েক প্লাষ্টিকের বল ব্যবহার করা হয়; অন্য ধরণের হাইড্রোমিটারে কাঁচের 'ফ্লোট' (ভাসমান বস্তু) ব্যবহার করা হয়।

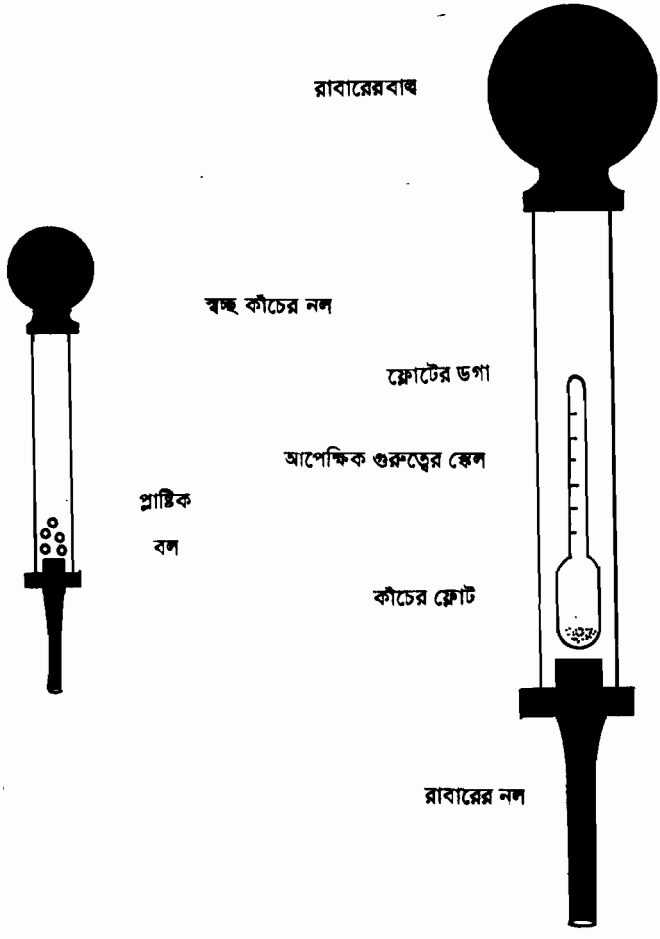
বলের হাইড্রোমিটার ব্যবহার করতে হলে, রাবারের নল ইলেকট্রোলাইটে ঢুকিয়ে দিয়ে, উপরিভাগের রাবারের বাল্ব চেপে ছেড়ে দিতে হয়। এতে ইলেকট্রোলাইট স্বচ্ছ কাঁচের নলে উঠে আসে। মানুষের কান বা নাকে তরল ঔষধ দেওয়ার জন্যে ড্রপারের সাহায্যে শিশি থেকে যেভাবে তরল ঔষধ টেনে আনা হয়, হাইড্রোমিটারে সে

www.banglainternet.com

Goto List >

পদ্ধতিতেই ইলেকট্রোলাইট টেনে আনা হয়। ছোট ছোট প্লাস্টিকের বলগুলি ইলেকট্রোলাইটে ভাসতে থাকে। ভাসমান বলের সংখ্যা ব্যাটারীর চার্জের অবস্থা বুঝিয়ে দেয়। সবকটি বলই ভাসমান থাকলে বুঝতে হবে ব্যাটারীটি সম্পূর্নভাবে 'চার্জড'। কোন বলই যদি ভেসে না উঠে, বুঝতে হবে যে ব্যাটারী চার্জশূন্য।

চিত্র ৪৬ হাইড্রোমিটার



www.banglainternet.com

Goto List >

কাঁচের ফ্লোটের হাইড্রোমিটারে ইলেকট্রোলাইট প্রবেশ করার সাথে সাথে ফ্লোট তার কাঁচের ডগাসহ ইলেকট্রোলাইটে ভেসে ওঠে। ফ্লোটের ডগাতে আপেক্ষিক গুরুত্বের স্কেল খোদাই করা থাকে। ইলেকট্রোলাইটের কত উপরে ডগাটি ভেসে থাকে তার উপর ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ভর করে। স্কেলের যে দাগটি হাইড্রোমিটারে 'অগ্রগতি' ইলেকট্রোলাইটের উপরি ভাগকে স্পর্শ করে, সে দাগটিই তার প্রকৃত আপেক্ষিক গুরুত্বের মাপ।

স্কেলের দাগের অর্থাৎ আপেক্ষিক গুরুত্বের মাপের প্রকৃত অর্থ নিচের টেবিলে উদ্ধৃত করা হলো।

টেবিল ৩ ব্যাটারীর আপেক্ষিক গুরুত্বের মাপ ও চার্জ নিরূপণ। (ইলেকট্রোলাইট তাপমাত্রা ৮০° ফারেনহাইট)

মাপ	চার্জের পরিমান ٪
১·২৬৫ থেকে ১·২৯৯	১০০
১·২৩৫ থেকে ১·২৬৫	৭৫
১·২০৫ থেকে ১·২৩৫	৫০
১·১৭০ থেকে ১·২০৫	২৫
১·১৪০ থেকে ১·১৭০	ক্ষীণ চার্জ
১·১১০ থেকে ১·১৪০	০

আপেক্ষিক গুরুত্বের প্রচলিত মাপের ক্ষেত্রে সাধারণত দশমিক ব্যাপারটি উহ্য থাকে। যেমন , 'বারো শ পঁচিশ' এর অর্থ হলো ১·২২৫ এবং 'এগারো শ পঁচিশ' এর অর্থ হলো ১·১২৫।

● তাপমাত্রার সঙ্গে আপেক্ষিক গুরুত্বের তারতম্য

ইলেকট্রোলাইট যতই ঠান্ডা হয় ততই সে গাঢ় হয় এবং তার আপেক্ষিক গুরুত্ব বৃদ্ধি পায়। অপরদিকে যতোই গরম হয় ততোই আপেক্ষিক গুরুত্ব হ্রাস পায়। এ কারণে ইলেকট্রোলাইটের তাপমাত্রা ৮০° ফারেনহাইটের অনেক উর্ধ্বে বা নিম্নে হলে, আপেক্ষিক গুরুত্বের মাপে কিছু সংশোধনী প্রয়োগ করা দরকার। প্রতি ১০ ডিগ্রী ফারেনহাইট তাপমাত্রার তারতম্যের জন্যে আপেক্ষিক গুরুত্বের তারতম্য হয় ৪

www.banglainternet.com

Goto List >

একক। যেমন, ধরা যাক, হাইড্রোমিটার দিয়ে মেপে আপেক্ষিক গুরুত্ব পাওয়া গেলো ১·২৫০, আর সে কোষে ইলেকট্রোলাইটের তাপমাত্রা পাওয়া গেলো ১২০ ডিগ্রী ফারেনহাইট।

পার্থক্য =(১২০−৮০) ডিগ্রী

=৪০ ডিগ্রী

প্রতি ১০ ডিগ্রীর জন্যে যোগ করতে হবে = ০·০০৪

অতএব ৪০ডিগ্রীর জন্যে যোগ করতে হবে $= \frac{৪০ \times ০·০০৪}{১০}$

= ০·০১৬

অতএব, প্রকৃত আপেক্ষিক গুরুত্ব = ১·২৫০+০·০১৬

= ১·২৬৬

আবার, যদি হাইড্রোমিটারে আপেক্ষিক গুরুত্ব ১·২৩০ পাওয়া যায় এবং ইলেকট্রোলাইটের তাপমাত্রা ২০ ডিগ্রী ফারেনহাইট পাওয়া যায়, সেক্ষেত্রে

পার্থক্য = (৮০−২০) ডিগ্রী

= ৬০ ডিগ্রী

প্রতি ১০ ডিগ্রীর জন্যে বিয়োগ করতে হবে = ০·০০৪

অতএব, ৬০ ডিগ্রীর জন্যে বিয়োগ করতে হবে $= \frac{০·০০৪ \times ৬০}{১০}$

= ০·০২৪

অতএব, প্রকৃত আপেক্ষিক গুরুত্ব = ১·২৩০−০·০২৪

= ১·২০৬

www.banglainternet.com

Goto List >

● সময়ের সাথে আপেক্ষিক গুরুত্বের অবসান

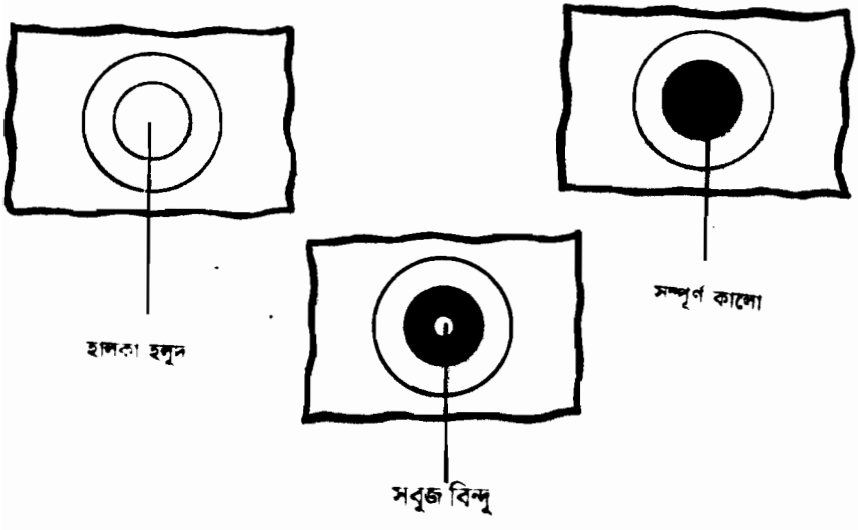
ব্যাটারী পুরাতন হওয়ার সাথে সাথে ধীরে ধীরে ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব হ্রাস পেতে থাকে। সময়ের সঙ্গে সঙ্গে এমনটি ঘটবেই এবং একে ঠেকানোর উপায় নেই। অবশেষে ব্যাটারী ব্যবহারের অনুপোযোগী হয়ে যায় এবং নতুন ব্যাটারীর প্রয়োজন দেখা দেয়।

এছাড়াও, কোনো কোনো ব্যাটারী দীর্ঘ সময় অব্যবহৃত অবস্থায় থাকলে ক্রমেই ক্ষমতা হারাতে থাকে। কারণ ব্যাটারীর পাত এবং ইলেকট্রোলাইটের রাসায়নিক বিক্রিয়া সব সময়ই চলতে থাকে এবং ব্যাটারী নিজে নিজেই 'ডিসচার্জ' হতে থাকে। তাপমাত্রা যতো বেশি থাকে, এই ডিসচার্জ ততোই দ্রুত সম্পন্ন হয়।

● আবদ্ধ কোষের ব্যাটারীর চার্জ নির্ণয়

আবদ্ধ কোষের (ক্লোজড সেলের) রক্ষণাবেক্ষণ মুক্ত ব্যাটারীর চার্জ নির্ণয় করার জন্যে সাধারণত ব্যাটারীর সঙ্গেই প্রস্তুতকারক একটি চার্জ নির্দেশক বসিয়ে দেয়। নির্দেশকের রং চার্জের অবস্থার ইঙ্গিত দেয়। যেমন, এক ধরণের ব্যাটারীর উপরিভাগে গোলাকার চার্জ নির্দেশক বসানো থাকে।

চিত্র ৪৭ এক ধরণের রক্ষণাবেক্ষণমুক্ত ব্যাটারীর উপরিভাগে অবস্থিত চার্জ নির্দেশক



www.pathagar.net

Goto List >

নির্দেশক সবুজ বিন্দু দেখালে বুঝতে হবে ব্যাটারীটি পূর্ণাঙ্গ ভাবে 'চার্জড'। আর কালো দেখালে বুঝতে হবে ব্যাটারীটিতে চার্জ হ্রাস পেয়েছে, সুতরাং চার্জ করা প্রয়োজন। নির্দেশক হালকা হলুদ রং দেখালে বুঝতে হবে ব্যাটারীটি ব্যবহারের অযোগ্য এবং পরিবর্তন করা আবশ্যক।

৫.৪.৩.২ ভোল্টমিটার

একটি ব্যাটারীতে কি পরিমাণ চার্জ রয়েছে তার ইঙ্গিত ব্যাটারীর ভোল্টেজ মাপলেই পাওয়া যায়। এ কাজের জন্যে ভোল্টমিটার বা মাল্টিমিটার ব্যবহার করা যেতে পারে। মেপে বেশি ভোল্টেজ পাওয়া গেলে বুঝতে হবে, ব্যাটারীতে বেশে চার্জ আছে, আর কম ভোল্টেজ পাওয়া গেলে ধরে নিতে হবে যে ব্যাটারীটিতে চার্জের পরিমাণ কম।

একটি ১২ ভোল্টের ব্যাটারী সম্পূর্ণ 'চার্জড' অবস্থায় ভোল্টমিটার দিয়ে মাপা হলে ১৩·৫ ভোল্ট দেখাবে এবং চার্জ কমে আসলে ১১ ভোল্ট দেখাবে, আর যদি ১০ ভোল্ট দেখায়, তাহলে বুঝতে হবে ব্যাটারীটি প্রায় চার্জশূন্য। সাধারণত একটি ব্যাটারীকে কখনোই এমন ভাবে ডিসচার্জ হতে দেওয়া উচিত নয়, যাতে ভোল্টেজ ১১·৫ ভোল্টের নীচে নামতে পারে। তাহলে গ্রহণযোগ্য পার্থক্য = ১৩·৫–১১·৫= ২ ভোল্ট মাত্র।

অতএব, ব্যাটারীর অবস্থা দুর্বল না সবল বুঝতে হলে, আমাদেরকে সঠিকভাবে সূক্ষ্মতার সাথে এই ২ ভোল্টের তফাৎ ভোল্টমিটার দিয়ে ধরতে হবে। তাই ব্যাটারীর জন্যে ব্যবহার্য ভোল্টমিটারটি খুবই উন্নতমানের, আধুনিক ডিজিটাল ধরণের হওয়া উচিত। এ ধরণের ভোল্টমিটার বা মাল্টিমিটারের দাম এবং রক্ষণাবেক্ষন খরচ তুলনামুলক ভাবে বেশি। তাই ব্যাটারীর অবস্থা নিরূপণে ভোল্টমিটারের ব্যবহার বেশি জনপ্রিয়তা লাভ করেনি। নিয়মিত ভাবে ব্যাটারীর রক্ষণাবেক্ষণের উদ্দেশ্যে সস্তা ও সহজলভ্য হাইড্রোমিটার ব্যবহারই তাই জনপ্রিয়তা লাভ করেছে।

৫.৪.৪ ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা নির্ণয়

এ পর্যায়ে আমাদের স্মরণ রাখা উচিত যে, হাইড্রোমিটার বা ভোল্টমিটার দিয়ে ব্যাটারীর 'চার্জে'র অবস্থা আমরা নিরূপণ করতে পারি। কিন্তু এই হাইড্রোমিটার বা ভোল্টমিটার কখনোই ব্যাটারীর প্রকৃত ক্ষমতা অর্থাৎ এমপিয়ার ঘন্টা নিরূপণ করে না। ব্যাপারটি একটি উদাহরণ থেকে আরো সুস্পষ্ট হতে পারে।

www.BanglaBook.org

Goto List >

একটি ৫০ এমপিয়ার ঘন্টার লেড এসিড ব্যাটারী হাইড্রোমিটার দিয়ে মাপলে যে আপেক্ষিক গুরুত্ব পাওয়া গেলো, অপর একটি ৪০০ এমপিয়ার আওয়ারের লেডএসিড ব্যাটারীতেও একই আপেক্ষিক গুরুত্ব পাওয়া গেলো। এর অর্থ কি? এর অর্থ হলো, দুটো ব্যাটারীরই চার্জের অবস্থা একই ধরণের, এর বেশি আর কিছু এ থেকে বলা যায় না।

তাই ব্যাটারীর প্রকৃত ক্ষমতা নির্ধারণ করতে হলে ব্যাটারীটিকে একটি 'লোডের' সাহায্য ডিসচার্জ করতে হবে এবং একই সঙ্গে বর্তনীতে কি পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে, তা মেপে, অংক কষে ব্যাটারীর ক্ষমতা নির্ধারণ করতে হবে।

একটি ব্যাটারী হাইড্রোমিটার দিয়ে পরীক্ষা করে সবকিছু আপাতদৃষ্টিতে ভালো পাওয়া গেলেও, বাস্তবে ব্যাটারীর পাতের অবস্থা এমন শোচনীয় হতে পারে যে, ব্যাটারীর প্রকৃত ক্ষমতা নতুন অবস্থায় তার যে ক্ষমতা ছিল, তার কিয়দংশ মাত্র।

একটি ব্যাটারীকে অতি দ্রুত উচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহ দিতে বাধ্য করে, সম্পূর্ণ ভাবে ডিসচার্জ করা সম্ভব এবং ডিসচার্জের সময় বিশেষ মিটারের সাহায্যে ভোল্ট ও বিদ্যুৎ মেপে ব্যাটারীর ক্ষমতা নির্ধারণ করাও সম্ভব। এভাবে মিটারে মাপা ক্ষমতা বাস্তবে সম্পূর্ণ সঠিক নয় এবং সৌর শক্তির সঙ্গে ব্যবহারের জন্য নির্মিত ব্যাটারীর ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি প্রয়োগে কিঞ্চিৎ অসাবধান হলেই ব্যাটারী স্থায়ী ভাবে বিনষ্ট হয়ে যেতে পারে। অতএব ব্যাটারীর সঠিক ক্ষমতা নিরূপণের একমাত্র পদ্ধতি হচ্ছে ব্যাটারীটিকে নির্দিষ্ট একটি হারে একটি নির্দিষ্ট "লোডের" মাধ্যমে 'ডিসচার্জ' করা। সোজা হিসেবে, একটি ১০০ এমপিয়ার ঘন্টার ব্যাটারী প্রতি ঘন্টায় ১০ এমপিয়ার হারে বিদ্যুৎ সরবরাহ করলে, ১০ ঘন্টায় সম্পূর্ণ ভাবে চার্জমুক্ত হয়ে যাবার কথা। তাইই যদি হয়, তাহলে আমরা যদি একটি ব্যাটারী নেই এবং সেটিকে ১০ এমপিয়ারের একটি লোডের সঙ্গে জুড়ে দেই এবং ব্যাটারীটি যদি এ অবস্থায় ১০ ঘন্টায় সম্পূর্ণ চার্জমুক্ত হয়ে যায়, বুঝতে হবে যে ব্যাটারীটির সর্বমোট ক্ষমতা ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা।

একটি ব্যাটারীকে সম্পূর্ণ ভাবে চার্জমুক্ত করাই হচ্ছে ব্যাটারীর প্রকৃত ক্ষমতা মাপার সবচে' সঠিক পন্থা, অপরদিকে এই পন্থাতেই অতি মাত্রায় ডিসচার্জের কারণে একটি ব্যাটারী বিনষ্ট হয়ে যেতে পারে। ব্যাটারীকে পূর্ণাঙ্গ ভাবে ডিসচার্জ না করে ইচ্ছাকৃত

www.banglainternet.com

Goto List >

ভাবে আংশিক ডিসচার্জ করেও ব্যাটারীর ক্ষমতা নিরূপণ করা যেতে পারে, এতে শতকরা ১০০ ভাগ সঠিক ফল পাওয়া না গেলেও মোটামুটি গ্রহনযোগ্য ফল পাওয়া যাবে। একটি নতুন ব্যাটারীতে পূর্ণ চার্জযুক্ত অবস্থায় যে ভোল্ট পাওয়া যায় এবং সম্পূর্ণ ডিসচার্জ হওয়ার পর তাতে যে ভোল্ট পাওয়া যায়, এ দু'য়ের পার্থক্য সাধারণত মাত্র ২ ভোল্ট। তাহলে পূর্ণ চার্জযুক্ত কোনো ব্যাটারীর চাপ যদি ১ ভোল্ট হ্রাস পায়, ধরে নেয়া যায় যে ব্যাটারীটির অর্ধেক শক্তি হ্রাস পেয়েছে। এই যুক্তিতে, চাপ যদি অর্ধেক ভোল্ট হ্রাস পায়, বুঝতে হবে যে চার ভাগের এক ভাগ চার্জ বেরিয়ে গেছে।

ব্যাপারটি খুব সহজ মনে হলেও, বাস্তবে ব্যাটারীর ক্ষমতা মাপা বেশ জটিল। জটিলতার কারণ হলো, প্রথমত ব্যাটারী ডিসচার্জ হওয়ার সাথে সাথে ধীরে ধীরে বৈদ্যুতিক চাপ (ভোল্টেজ) হ্রাস পেতে থাকে এবং সময়ের সাথে সাথে "লোডের" এমপিয়ারও পরিবর্তিত হতে থাকে। ক্রমাগত পরিবর্তনশীল ভোল্ট ও এমপিয়ারের কারণে ক্ষমতা মাপা বেশ জটিল হয়ে দাঁড়ায়। যেহেতু আমরা কোনো ব্যাটারী ১০ ঘন্টার চেয়ে কম সময়ের মধ্যে ডিসচার্জ করার পক্ষপাতী নই, সেহেতু ১ ভোল্ট চাপ কমানোর জন্যে আমাদেরকে কমপক্ষে ৫ ঘন্টা ধরে পরীক্ষা চালাতে হবে এবং পরিবর্তনশীল ভোল্ট ও এমপিয়ার টুকে নেওয়ার জন্য অন্তত আধঘন্টা পর পর একটি করে মাপ নিতে হবে।

একটি ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা বের করার একটি ধারাবাহিক পদ্ধতির বর্ণনা নীচে দেওয়া হলোঃ

❒ *পদক্ষেপ ১*

ব্যাটারীটিকে সম্পূর্ণ ভাবে চার্জ করতে হবে যাতে প্রতিটি কোষের চাপ কমপক্ষে ২·১ ভোল্ট দাঁড়ায়। (১২ ভোল্টের ব্যাটারী হলে সর্বমোট ১২·৬ ভোল্ট এবং ২৪ ভোল্টের ব্যাটারী হলে সর্বমোট ২৫·২ ভোল্ট হওয়া উচিত)

www.banglainternet.com

Goto List >

❐ পদক্ষেপ ২

ব্যাটারীর সঙ্গে এমন ধরণের বাতি সংযুক্ত করতে হবে যাতে বাতিটি বা বাতিগুলো ব্যাটারী হতে "ক্ষ/১০" হারে বিদ্যুৎ গ্রহণ করে। এখানে 'ক্ষ' বলতে ব্যাটারীর ক্ষমতা (এমপিয়ার ঘন্টা) বোঝানো হয়েছে অর্থাৎ ব্যাটারীর ক্ষমতা যদি ১২০ এমপিয়ার ঘন্টা হয়ে থাকে, বাতিকে ১২০/১০ =১২ এমপিয়ার বিদ্যুৎ গ্রহণ করতে হবে। খেয়াল রাখতে হবে, বাতি বা অনুরূপ রোধ গোছের লোড সংযুক্ত করাই বাঞ্চনীয়, মটর বা তদানুরূপ আবেশ (ইনডাকশন) জাতীয় লোড সংযুক্ত করলে পরীক্ষা সঠিক হবে না।

❐ পদক্ষেপ ৩

বাতি চালু অবস্থায় প্রতি ১৫ মিনিট অন্তর অন্তর সুক্ষ মাল্টিমিটারের সাহায্যে ভোল্ট এমপিয়ার মেপে টেবিল ৪ অনুযায়ী সময় উল্লেখ সহকারে টুকে রাখতে হবে।

❐ পদক্ষেপ ৪

ব্যাটারীর বৈদ্যুতিক চাপ প্রথম অবস্থায় বাতি সংযোগ করার পর যা ছিলো, তার চেয়ে ১ ভোল্ট কম পাওয়া গেলেই পরীক্ষা বন্ধ করতে হবে। ১ ভোল্ট চাপ কমা মানেই ব্যাটারী ৫০% ক্ষমতা ছেড়ে দিয়েছে।

❐ পদক্ষেপ ৫

প্রতিবার যে বিদ্যুৎ এর মাপ পাওয়া গেলো, তার গড় মান নির্ধারণ করতে হবে। যত *মিনিটের* ভেতর বিদ্যুৎ এর চাপ ১ ভোল্ট কমেছে, টেবিল থেকে সেটিও বের করতে হবে।

এই *মিনিটকে* ৬০ দিয়ে ভাগ করে *ঘন্টাতে* পরিবর্তন করে নিতে হবে এবং অতপর গড় এমপিয়ারকে এই *ঘন্টা* দিয়ে পূরণ করলে ব্যাটারীর অর্ধেক ক্ষমতা পাওয়া যাবে। ব্যাটারীর অর্ধেক ক্ষমতাকে দ্বিগুন করলেই ব্যাটারীর পুরো ক্ষমতা (এমপিয়ার ঘন্টা) বেরিয়ে আসবে।

www.banglainternet.com

Goto List >

টেবিল ৪ ব্যাটারীর ক্ষমতা মাপার জন্য পরীক্ষা চালানোর উপযোগী পদ্ধতি সম্বলিত ছক।

মাপের ক্রমিক নং	সময় স	ভোল্ট ভো	এমপিয়ার বি
১	স–১	ভো·১	বি·১
২	স–২	ভো–২	বি·২
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
ন	স–ন	ভো–ন	বি–ন
সর্বমোট মাপের সংখ্যা 'ন'বার	সর্বমোট সময় স·ন–স·১ =স মিনিট	সর্বমোটবিদ্যুৎ চাপের পতন ভো·১–ভো·ন =১ ভোল্ট	গড় বিদ্যুৎ $\bar{বি}$ = $\frac{বি·১+বি·২+·বি·ন}{ন}$

সর্বমোট ক্ষমতা

$$\text{এমপিয়ার ঘন্টা} = \frac{স}{৬০} \times \bar{বি} \times ২$$

ধরা যাক, একটি ব্যাটারির উপর পরীক্ষা চালিয়ে দেখা গেলো যে, মোট ৩০০ মিনিট সময়ের মাথায় বৈদ্যুতিক চাপ ১ ভোল্ট হ্রাস পেলো এবং গড় এমপিয়ার হলো ১০, সে ক্ষেত্রে স=৩০০ মিনিট

$\bar{বি}$ =১০ এমপিয়ার

অতএব ব্যাটারীর ক্ষমতা

$\frac{৩০০}{৬০} \times ১০ \times ২ = ১০০$ এমপিয়ার ঘন্টা।

www.banglainternet.com

Goto List >

৫.৫ ব্যাটারীর রক্ষণাবেক্ষণ

সৌর শক্তির জন্য ব্যবহৃত একটি ব্যাটারীর রক্ষণাবেক্ষণের কাজকে তিনটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপে বিভক্ত করা যায়।

❒ একঃ ব্যাটারী পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন রাখা

ব্যাটারীর উপরি ভাগে ময়লা জমতে দেওয়া উচিত নয়। ময়লা ব্যাটারীর ক্ষয়ের মূল কারণ। ময়লার কারণে ব্যাটারীর সংযোগের মাধ্যমে ব্যাটারীর টার্মিনাল হতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে থাকে এবং এতে ক্ষমতার অপচয় ঘটে। পরিষ্কার কাপড় ও পানি দিয়ে ব্যাটারী পরিষ্কার করা উচিত, সাবান–পানি বা লবণাক্ত পানি ব্যবহার করা উচিত নয়। পরিষ্কারের পর ব্যাটারীর টার্মিনালগুলো ভালো গ্রীজ বা গাঢ় তৈল দিয়ে লেপে দেওয়া উচিত।

❒ দুইঃ প্রতিটি কোষের আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপা

প্রতিটি কোষে সমান আপেক্ষিক গুরুত্ব পাওয়া উচিত। হাইড্রোমিটার কোনো কোষের জন্য কম আপেক্ষিক গুরুত্ব দেখালে বুঝতে হবে, কোষটিতে সমস্যা রয়েছে এবং খুব সম্ভবত ব্যাটারীটি অকেজো হতে চলেছে। এ ধরনের ব্যাটারী সতর্কতার সঙ্গে ব্যবহার করতে হবে এবং খেয়াল রাখতে হবে, অবস্থা আরো খারাপের দিকে যাচ্ছে কিনা এবং প্রয়োজন বোধে সম্পূর্ণ ব্যাটারী বদলে ফেলতে হবে। সাধারণত ব্যাটারীর অবস্থা খারাপের দিকে যেতে থাকলে, ঘন ঘন পানির প্রয়োজন দেখা দেয়। তাই এ ধরনের মৃত্যু পথযাত্রীকে ঘন ঘন পরিষ্কার পানি সরবরাহ করে অতিরিক্ত সময় জীবন্ত রাখা সম্ভব হয়।

প্রতিটি ব্যাটারীর সঙ্গে একটি রক্ষণাবেক্ষণ কার্ড রাখা উচিত। প্রতিবারই রক্ষণাবেক্ষণের সময়, প্রতিটি কোষে প্রাপ্ত আপেক্ষিক গুরুত্ব এতে টুকে রাখা উচিত এবং কোনো কোষে পানি ভরা হলো কি না, তাও লিখে রাখা উচিত। এতে রক্ষণাবেক্ষণকারী অতি সহজেই ব্যাটারীর অবস্থা বুঝতে পারবেন, ব্যাটারী মৃত্যুপথযাত্রী কিনা তা সঠিক সময়ে ধরা পড়বে।

www.banglainternet.com

Goto List >

হাইড্রোমিটার দিয়ে টেনে আনার মত পর্যাপ্ত ইলেকট্রোলাইট কোষে না থাকলে, সঙ্গে সঙ্গে কোষে পরিষ্কার পানি সঠিক মান (দাগ) পর্যন্ত ভরে দেওয়া উচিত। পানি ভরার পর সঠিক আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপার জন্যে কমপক্ষে একদিন অপেক্ষা করা উচিত।

❑ তিনঃ ব্যাটারী কোষ সর্বদাই ইলেকট্রোলাইট পূর্ণ রাখা

ব্যাটারীর প্রতিটি কোষ মাসে নূন্যতম একবার করে পরীক্ষা করে দেখা উচিত এবং ঠিক দাগ পর্যন্ত পানি না পেলে পরিষ্কার 'ডিস্‌টিল্ড' পানি ভরে দেওয়া উচিত। ব্যাটারীতে একবার এসিড দেওয়ার পর আর কখনোই এসিডের প্রয়োজন পড়ে না, যদি না কোনো কারণবশত এসিড উপচে পড়ে যেয়ে থাকে। অতএব এসিড পড়ে যেয়ে না থাকলে, সময় মত 'ডিস্‌টিল্ড' পানি ব্যতীত কোষের জন্যে আর কোন কিছুরই প্রয়োজন নেই।

অতিরিক্ত পরিমাণে পানি ব্যাটারীর জন্যে বিপদজনক। কোষের পাত পানিতে ডুবন্ত অবস্থায় থাকা উচিত, কিন্তু তার মানে এই নয় যে, কোষের ছিদ্রের উপরিভাগ পর্যন্ত পানি ভরে দিতে হবে। ছিদ্রের উপরিভাগ পর্যন্ত পানি ভরে দিলে রাসায়নিক বিক্রিয়ার কারণে, ব্যাটারীর ইলেকট্রোলাইট ছিদ্র বেয়ে উপচে পড়ে ব্যাটারীকে ক্ষয় করে দেবে। ব্যাটারীর ছিদ্র সাধারণত বন্ধ থাকা উচিত। কিন্তু তার মানে এই নয় যে, সেটি কষে বন্ধ করে দিতে হবে। স্মরণ রাখা উচিত যে ব্যাটারীর কোষের জন্যেও বায়ু নিষ্কাশনের প্রয়োজন রয়েছে। ব্যাটারীর কোষের ছিদ্রের ঢাকনি হারিয়ে গেলে বা নষ্ট হয়ে গেলে, সঙ্গে সঙ্গে তা বদল করা উচিত। সঙ্গে সঙ্গে বদল করা সম্ভব না হলে, প্লাষ্টিকের বা কাঁচের তৈরী কোনো অস্থায়ী ঢাকনি বা ছিপি বানিয়ে ছিদ্র বন্ধ করা উচিত। কর্ক, কাঠ, কাগজ বা লোহা জাতীয় জিনিস দিয়ে কখনোই ঢাকনি বা ছিপি তৈরী করা উচিত নয়।

ব্যাটারীর প্রতিটি কোষে প্রতিমাসেই যদি একাধিক বার পানি যোগ করতে হয়, তাহলে ধরে নিতে হবে যে খুব সম্ভবত সৌর ব্যবস্থার নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার) ঠিকমত কাজ করছেনা এবং অতিসত্ত্বর নিয়ন্ত্রকটি পরীক্ষা করে দেখা উচিত।

ব্যাটারীর কয়েকটি কোষে (সবকটিতে নয়) ঘন ঘন পানি যোগ করতে হলে বুঝতে হবে যে সম্ভবত নিয়ন্ত্রকটি ভালোই আছে, কিন্তু ব্যাটারীটিই খারাপের দিকে যাচ্ছে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৫.৫.১ ব্যাটারীর অকার্যকারিতার কারণ

ব্যাটারী অনেক কারণে অকেজো হয়ে যেতে পারে। সৌভাগ্যের বিষয় এই যে, আভাস ছাড়া হঠাৎ করেই কোনো ব্যাটারী নষ্ট হয় না। এই আভাসগুলো প্রাথমিক অবস্থায় বুঝতে পারলে, ব্যাটারীর অকার্যকারিতা অনেকাংশেই ঠেকানো সম্ভব সম্পূর্ণ ঠেকানো না গেলেও অন্তত ব্যাটারীটিকে আরো বেশ কিছু দিন টিকিয়ে রাখা সম্ভব হয়। নীচে, পর্যায় ক্রমে কতগুলো আভাস এবং আভাস পরবর্তী করণীয় পদক্ষেপের উপর আলোকপাত করা হলোঃ

■ *আভাস ১ একটি কোষের আপেক্ষিক গুরুত্ব অন্যান্য কোষগুলোর আপেক্ষিক গুরুত্ব হতে ভিন্ন।*

ব্যাটারীর নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ না করা হলে, এ ধরণের আভাস খালি চোখে পাওয়া সম্ভব নয়। অতএব, এটা নিশ্চিত যে, ব্যাটারী অকার্যকারিতার আভাস পেতে হলে নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণের প্রায়োজন রয়েছে। নিয়মিত মাসিক হাইড্রোমিটার পরীক্ষায় যদি দেখা যায় যে একটি কোষের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১·১৮, আর অন্যান্য সকল কোষের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১·২, সঙ্গতভাবে নিশ্চিত হওয়া যায় যে ১·১৮ আঃগুরুত্বের কোষে সমস্যা রয়েছে এবং কোষটি বিপর্যয়ের সন্নিকটে। একটি কোষের বিপর্যয়ের মানেই হলো পুরো ব্যাটারীর বিপর্যয়; অন্যান্য সব কোষ ভালো থাকলেও ব্যাটারীটিকে ফেলে দেয়া ছাড়া আর উপায় থাকে না।

শুধু একটি কোষ অকেজো হওয়ার মূল কারণ ব্যাটারীর রক্ষানাবেক্ষণের দুর্বলতার মধ্যে নিহিত। ব্যাটারীর কোনো কোষে পানির পরিমান কমে গেলে (পাতের নীচে নেমে গেলে) অথবা অপরিষ্কার পানি যোগ করা হলে, কোষটি ক্ষতিগ্রস্থ হয়। একবার ক্ষতিগ্রস্থ একটি কোষ পুনরাবৃত্তিশীল ভাবে দ্রুত থেকে দ্রুততম হারে পানি খোয়াতে থাকে। অর্থাৎ কোষটিতে যদি প্রথমে ১ মাস পর পানি যোগ করা হয়, দ্বিতীয় বার হয়তো ২০ দিনের মাথায় আবার পানি যোগ করার প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়। আবার তৃতীয় বারে হয়তো বা ১০ দিনের মাথায় পানি যোগ করার প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়।

এধরণের আভাস দেখা দিলে দুই ভাবে তার মোকাবিলা করা উচিত।

▲ (ক) খুবই ঘনঘন ব্যাটারীটি পরীক্ষা করে দেখা উচিত। প্রয়োজন বোধে পানি ভরে দেয়া উচিত; এতে ক্ষতিগ্রস্ত কোষটির আয়ু বাড়ে।

www.banglainternet.com

Goto List >

▲ (খ) ব্যাটারীটিকে একবার "ইকুয়ালাইজিং চার্জ" দিয়ে দেখা উচিত। কি কারণে "ইকুয়ালাইজিং চার্জ" দেওয়া উচিত এবং এই "ইকুয়ালাইজিং চার্জের" অর্থ কি, তা এবারে বর্ণনা করা হচ্ছে।

সৌর শক্তি চালিত ব্যাবস্থায়, প্রায়ই ব্যাটারী পুর্ণভাবে চার্জ হতে পারে না। সে ক্ষেত্রে ডিসচার্জের সময় যে "লেড সালফেট" উৎপন্ন হয় তা পুরাপুরি ভাবে পুনরায় "লেড অক্সাইডে" রূপান্তরিত হতে পারে না। লেড সালফেট ক্রমাগত একে অপরের সঙ্গে মিলে "লেড সালফেট" এর °টিকে পরিবর্তিত হয়। একবার °টিকের আকার ধারন করলে সেটিকে লেড অক্সাইডে পরিবর্তন করা দুঃসাধ্য হয়ে পড়ে। °টিকিকরণেরএই প্রক্রিয়াকে 'সালফেশন' বলা হয়।

'সালফেশন' খুব বেশী দুর এগিয়ে না থাকলে, ব্যাটারীকে বেশি মাত্রায় চার্জ করে, অল্প পরিমাণে লেড–সালফেটকে লেড–অক্সাইডে ফিরিয়ে আনা সম্ভব হতে পারে। এই বেশি মাত্রায় (কিন্তু নিয়ন্ত্রিত) চার্জ সব কোষের বৈদ্যুতিক চাপ (ভোল্ট) সমান করে দেয় এবং নিষ্ক্রিয় "লেড সালফেট" °টিককে "লেড অক্সাইডে" রূপান্তরিত করে। ইকুয়ালাইজিং চার্জ দেয়ার জন্যে ব্যাটারীটিকে লোড এবং নিয়ন্ত্রক(কন্ট্রোলার) হতে সম্পূর্নভাবে বিচ্ছিন্ন করতে হবে এবং সরাসরি সৌর প্যানেলের সঙ্গে সংযোগ করে দিতে হবে। বৈদ্যুতিক চাপ ১৪·৮ ভোল্ট (১২ ভোল্টের ব্যাটারীর জন্য) না ওঠা পর্যন্ত এই চার্জ চলতে থাকবে। ব্যাটারীর কোষ পানিতে পূর্ণ রাখা হলে, এই অতিরিক্ত চার্জে ব্যাটারী ক্ষতিগ্রস্থ হবে না। এরপর ব্যাটারীটিকে পুনরায় স্বাভাবিক ব্যবহারে ফিরিয়ে নিয়ে, কোষটির অবস্থা সতর্কতার সঙ্গে কয়েকমাস ধরে পরীক্ষা করতে হবে, দেখতে হবে। কোষটির ক্ষমতা পুনরুদ্ধার হয়েছে কিনা। অবস্থার উন্নতি না ঘটে থাকলে আশা করা যায় যে ব্যাটারীটি কয়েক মাসের মধ্যেই অকেজো হয়ে যাবে, তবে সে পর্যন্ত কোষে পানি যাতে সবসময়ই সঠিক পরিমানে ভরা থাকে, তা নিশ্চিত করতে হবে, তবেই ব্যাটারীর আয়ু কিছুটা দীর্ঘায়িত হবে। আর অবস্থার উন্নতি ঘটলে বুঝতে হবে "ইকুয়ালাইজিং চার্জ" সফল হয়েছে, কোষটি তার স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে এসেছে।

■ *আভাস ২ঃ হাইড্রোমিটার বা ভোল্টমিটার দিয়ে যে আপেক্ষিক গুরুত্ব বা চাপ পাওয়া যায়, তা পূর্ববর্তী বা তারও আগের মাপের চেয়ে সব সময়ই কম হচ্ছে।*

www.banglainternet.com

Goto List >

ব্যাটারীর রীতিমত রক্ষণাবেক্ষণ এবং ব্যাটারীর রেকর্ড কার্ড ব্যবহার ও সংরক্ষণ না করা হলে, এ ধরনের আভাস পাওয়া সম্ভব নয়। এ ধরণের আভাসের অর্থ হলো, ব্যাটারীটি ক্রমাগতই দুর্বল হয়ে পড়ছে অর্থাৎ ক্ষমতা হারাচ্ছে। এ ভাবে ধীরে ধীরে ক্ষমতা হারাণোর বেশ কয়েকটি কারণ থাকতে পারে। কারণ গুলো নীচে তুলে ধরা হলো।

- (ক) ব্যাটারী নতুন বা পুরাতন যাইই হোক, অপরিষ্কার অপরিচ্ছন্ন পানি ব্যবহার করা হলে সবকটি কোষেরই অবস্থা ক্রমাগত খারাপের দিকে যেতে থাকে, ব্যাটারীর নতুন অবস্থাতে অতি দ্রুত এ আভাস পাওয়া যেতে পারে।

- (খ) সৌর ব্যবস্থার 'ডিসচার্জ' নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার)সঠিক ভাবে কাজ না করলে ব্যাটারী নিয়মিত ভাবে অতিরিক্ত মাত্রায় "ডিসচার্জ" দিয়ে তার ক্ষমতা হারাতে থাকে।

- (গ) সৌরশক্তি চালিত ব্যবস্থার ব্যবহারকারীরা ব্যবস্থাটির ক্ষমতার অতিরিক্ত বৈদ্যুতিক লোড সংযোগ করার ফলে ব্যাটারী ক্ষমতা হারাতে থাকে।

ক, খ এবং গ তে বর্ণিত কারণে ব্যাটারী ক্ষমতা হারালে, তা পুনরুদ্ধার করা সম্ভব নয়; কারণ এ সব ক্ষেত্রে ব্যাটারীর পাত স্থায়ী ভাবে ক্ষতিগ্রস্থ হয়। ক্ষেত্র বিশেষে "ইকুয়ালাইজিং চার্জ" প্রয়োগ করে ক্ষমতা পুনরুদ্ধারের চেষ্টা করে দেখতে কোনো দোষ নেই, তবে বাস্তবে এ ধরণের ক্ষেত্রে এর সাফল্য খুবই সীমিত বলে প্রমাণিত হয়েছে।

সবসময়ই "ইকুয়ালাইজিং চার্জ" প্রয়োগের ক্ষেত্রে কিছু সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত। বিদ্যুৎ চালিত চার্জার দিয়ে ব্যাটারী চার্জ করা হলে খেয়াল রাখতে হবে যাতে বিদ্যুৎ সরবরাহের মান কখনোই ক্ষ/২০ অতিক্রম না করে। এখানে "ক্ষ" বলতে ব্যাটারীর ক্ষমতা (এমপিয়ার ঘন্টা) বোঝানো হচ্ছে। অর্থাৎ ক্ষমতা যদি ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা হয়, চার্জার হতে বিদ্যুৎ সরবরাহের হার কোনোক্রমেই ৫ এমপিয়ারের (১০০÷ ২০=৫) অধিক হওয়া উচিত নয়। অধিক হলে ব্যাটারীর পাত ক্ষতিগ্রস্থ হবে। আর সৌর প্যানেল হতে সরাসরি চার্জ করা হলে বিদ্যুৎ প্রবাহের হার সব সময়ই নিরাপদ মাত্রায় থাকে, এবং পানির পরিমাণ সঠিক থাকলে ব্যাটারী মোটেই ক্ষতিগ্রস্থ হয় না।

www.banglainternet.com

Goto List >

আমাদেরকে অবশ্যই মনে রাখতে হবে যে কোনো রকমের আভাস ইঙ্গিত না দিয়েও একটি ব্যাটারী হঠাৎ করে নষ্ট হয়ে যেতে পারে। ব্যাটারীর খোল ভেঙ্গে গেলে বা ফুটো হয়ে গেলে অথবা ব্যাটারীর 'টার্মিনাল' ভেঙ্গে গেলে "বিনা নোটিশে" ব্যাটারী হঠাৎ করেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

৫.৬ নিরাপত্তাজনিত সতর্কতা

যিনিই ব্যাটারী নিয়ে কাজ করবেন তাকেই নীচের নিরাপত্তামূলক পদক্ষেপগুলো সতর্কতার সঙ্গে স্মরণ রাখতে হবে এবং পালন করতে হবে।

☞ ব্যাটারীর সালফিউরিক এসিড সামনে যা পায় তাকেই ধ্বংস করে; গায়ের চামড়াকে পুড়িয়ে দিতে পারে, চোখকে অন্ধ করে দিতে পারে। অতএব, ব্যাটারী নিয়ে কাজ করার সময় চোখে গগলস এবং গ্লাভস পরা উচিত। ব্যাটারীর এসিড গায়ের বা চোখের সংস্পর্শে এলে তৎক্ষণাতভাবে প্রচুর পানি দিয়ে বারংবার ধুয়ে ফেলা উচিৎ। চোখে এসিড ছিটকে গেলে, সম্ভব হলে একটি পরিষ্কার পানির গামলায় বা চলন্ত পানির প্রবাহে চোখ ভিজিয়ে রাখলে ভালো ফল পাওয়া যায়।

☞ ব্যাটারীর টার্মিনাল "শর্ট" করা হলে অতি উচ্চ পরিমাণে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে। তাই ব্যাটারী নিয়ে কাজ করার সময় হাতের ধাতব আংটি, ঘড়ি, গলার চেইন খুলে রাখা উচিত। শর্টের কারণে অতি উচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে হাতের আঙ্গুল বা শরীরের অন্যান্য অঙ্গ পুড়ে যেতে পারে।

☞ ব্যাটারী চার্জ হওয়ার সময় ব্যাটারীতে বিস্ফোরক গ্যাস উৎপন্ন হয়। তাই ব্যাটারীর কাছাকাছি স্থানে ধুমপান করা বা দেয়াশলাই জ্বালানো একেবারেই নিষিদ্ধ।

৫.৭ ব্যাটারী স্থাপন

৫.৭.১ ব্যাটারীর এসিড পূরণ করা

একটি নতুন ব্যাটারী দু'অবস্থাতে সরবরাহ করা হতে পারেঃ (ক) এসিড ভরা অবস্থায় (খ) এসিডবিহীন অবস্থায়। এসিড ভরা অবস্থায় এলে, প্রথমেই দেখে নেওয়া উচিত, সব কোষেই সমান পরিমাণ এসিড রয়েছে কিনা। প্রয়োজন বোধে, এসিড ভরে সব

www.banglainternet.com

Goto List >

কোষের এসিডের পরিমাণ সমান করে নিতে হবে। এরপর ব্যাটারীটিকে সৌর প্যানেলের সঙ্গে (লোড ছাড়া) সংযুক্ত করে কমপক্ষে দু'দিন চার্জ করতে হবে।

ব্যাটারী এসিডবিহীন অবস্থায় সরবরাহ করা হলে, ব্যবহারের পূর্বে প্রয়োজনীয় পরিমাণে এসিড ভরে নিতে হবে। প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী এ কাজটি সমাধা করা উচিত। এসিড ধীরে ধীরে পূরণ করা উচিত, দ্রুত পূরণ করা হলে ব্যাটারীর তাপমাত্রা বিপদজনক ভাবে বৃদ্ধি পেতে পারে। তবে স্বাভাবিক অবস্থায় এসিড পূরণ করার সময় ব্যাটারী বেশ উষ্ণ হয়ে উঠে। এসিড পূরণ করার পর, সঙ্গে সঙ্গেই ব্যাটারীটিকে সৌর প্যানেলের সঙ্গে যুক্ত করে দিতে হবে এবং কমপক্ষে একদিন লোডবিহীন অবস্থায় চার্জ হতে দিতে হবে।

৫.৭.২ ব্যাটারীর জন্য বায়ু নিষ্কাশন নিশ্চিত করা

ব্যাটারীতে স্বাভাবিক কারণেই গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং গ্যাস যাতে সহজেই বেরিয়ে যেতে পারে সে জন্যে সুষ্ঠ বায়ু নিষ্কাশন নিশ্চিত করতে হবে। তাই ব্যাটারীর বাক্সের উপরিভাগে ছিদ্র রাখতে হবে, যাতে ব্যাটারী খোলা বায়ুর সংস্পর্শ পেতে পারে। লেড এসিড ব্যাটারীতে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস বিস্ফোরক জাতীয় গ্যাস বটে, কিন্তু পর্যাপ্ত বায়ু চলাচল থাকলে সেটি কোনো বিপদের কারণ হতে পারে না।

ব্যাটারীর বাক্স প্লাষ্টিক বা কাঠের হওয়াই বাঞ্চনীয়। লোহা বা ধাতব জাতীয় বস্তু দিয়ে তৈরী বাক্স এসিডের কারণে অতি সহজেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে। সতর্কতামূলক ব্যবস্থা হিসাবে ব্যাটারীটিকে জনসাধারণ, বিশেষ করে, ছোট ছেলেমেয়েদের নাগালের বাইরে স্থাপন করা উচিত। ব্যাটারীর তারগুলো দৃঢ়ভাবে টার্মিনালের সঙ্গে সংযুক্ত করা উচিত। ব্যাটারীর টার্মিনাল ব্যাতীত অন্য কোনো স্থানে তৈল বা গ্রীজ লেপন করা উচিত নয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

৬

নিয়ন্ত্রক

www.boiRboi.blogspot.com

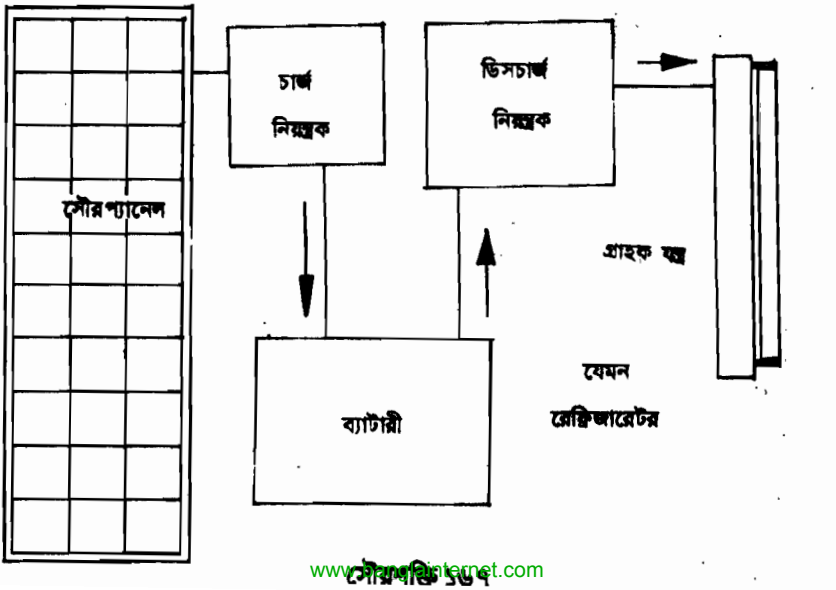
Goto List >

৬.০ নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার)

ব্যাটারীর একটি দ্বিমুখী সমস্যা আছে। অতিরিক্ত চার্জে ব্যাটারী ক্ষতিগ্রস্ত হয়, আবার অতিমাত্রায় ডিসচার্জেও ব্যাটারী ক্ষতিগ্রস্ত হয়। তাই সৌরশক্তি চালিত ব্যবস্থায় এ বিড়ম্বনা এড়ানোর জন্যে নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা অপরিহার্য্য। সঙ্গতঃ কারণেই নিয়ন্ত্রকে এমন কোনো ব্যবস্থা থাকতে হবে, যার সাহায্যে সে অতি সহজেই ব্যাটারীর চার্জ মাপতে পারে। সাধারণতঃ একটি নিয়ন্ত্রক ব্যাটারীর ভোল্টেজকেই ব্যাটারীর চার্জের পরিমাপের ইঙ্গিত হিসেবে ধরে স্বয়ংক্রিয় ভাবে যথাযথ ব্যবস্থা গ্রহণ করে। সুক্ষ্মভাবে কাজ করানোর উদ্দেশ্যে আজকালকার প্রচলিত নিয়ন্ত্রকে ইলেকট্রনিক ভোল্টেজ সেনসর ব্যবহার করা হয়ে থাকে। সেনসর ছাড়াও নিয়ন্ত্রকে ইলেকট্রনিক পদ্ধতিতে নিয়ন্ত্রিত সুইচ ব্যবহার করা হয়। সুইচ দ্বারা সৌর প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে অথবা ব্যাটারী থেকে গ্রাহক যন্ত্রের (লোড) দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

চার্জ নিয়ন্ত্রক এবং ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক গঠনগতভাবে একই ধরণের যন্ত্র পার্থক্য এই যে, প্রথমটি ব্যাটারী এবং সৌর প্যানেলের বর্তনীতে স্থাপন করা হয়, দ্বিতীয়টি স্থাপন করা হয় গ্রাহক যন্ত্র (লোড) এবং ব্যাটারীর বর্তনীতে।

চিত্র ৪৮ সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় নিয়ন্ত্রকের অবস্থান



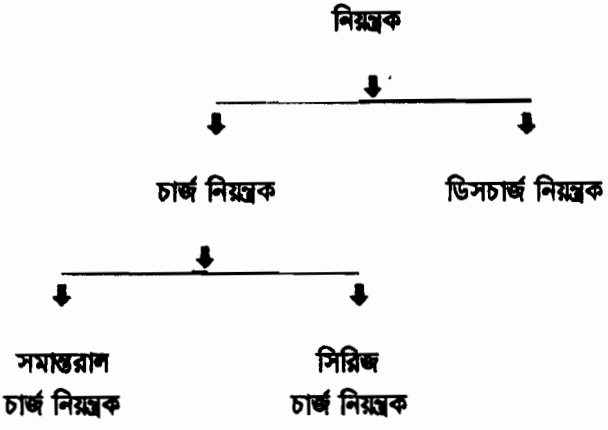
www.banglainternet.com

Goto List >

৬.১ নিয়ন্ত্রকের শ্রেণী বিন্যাস

নিয়ন্ত্রকের শ্রেণী বিন্যাস ৪৯ নং চিত্রে সংক্ষিপ্তভাবে দেখানো হলোঃ

চিত্র ৪৯ নিয়ন্ত্রকের শ্রেণী বিন্যাস



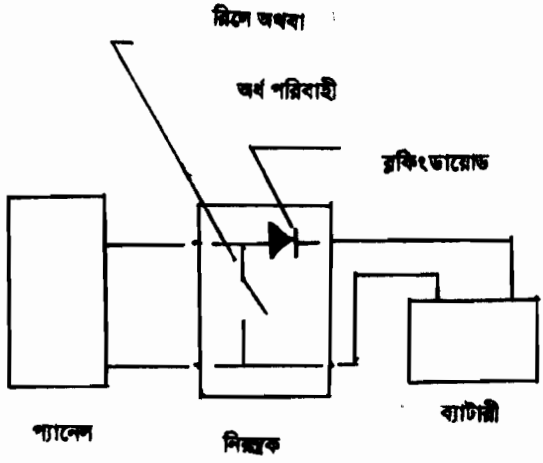
৬.১.১ সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রক

একটি সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রককে পানির ট্যাঙ্কের "ওভার ফ্লো" পাইপের সঙ্গে তুলনা করা যেতে পারে। ট্যাঙ্কের পানি একটি নির্দিষ্ট দাগ অতিক্রম করার সঙ্গে সঙ্গেই অতিরিক্ত পানি 'ওভার ফ্লো' পাইপ দিয়ে বেরিয়ে যাওয়া শুরু করে। ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় ব্যাটারী পূর্ণভাবে চার্জ হওয়ার পর, সৌর প্যানেল থেকে আগত অতিরিক্ত বিদ্যুৎ ব্যাটারীতে পৌঁছার আগেই, সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রক এই বিদ্যুৎকে বহিষ্কার করে। আমরা জানি যে, একটি সৌর প্যানেলের দুটি বৈদ্যুতিক প্রান্ত শর্ট সার্কিট করা হলে, প্যানেল ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। সে সুবাদে একটি সমান্তরাল নিয়ন্ত্রক প্যানেলের দু' প্রান্তকে একটি সাধারণ অল্প মানের রোধের সাহায্যে যুক্ত করে। এর ফলে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ রোধের মধ্যেই বিলোপ হয়ে যায় এবং ব্যাটারীতে পৌঁছাতে পারে না।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৫০ সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রক



সমান্তরাল নিয়ন্ত্রকে বিদ্যুৎ নিয়ন্ত্রণ করার জন্যে সাধারণত ট্রানজিসটর ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ট্রানজিসটরের স্থলে রিলেও ব্যবহার করা হতে পারে। কিন্তু একটি ট্রানজিসটরের দাম রিলের দামের অনেক কম এবং ট্রানজিসটর দিয়ে রিলের চেয়েও অধিকতর সূক্ষ্মভাবে নিয়ন্ত্রণ সম্ভব। অপরদিকে ট্রানজিসটর খুবই নমনীয়, ত্রুটিপূর্ণ ভাবে স্থাপন বা ব্যবহার করা হলে সহজেই বিকল হয়ে পড়ে।

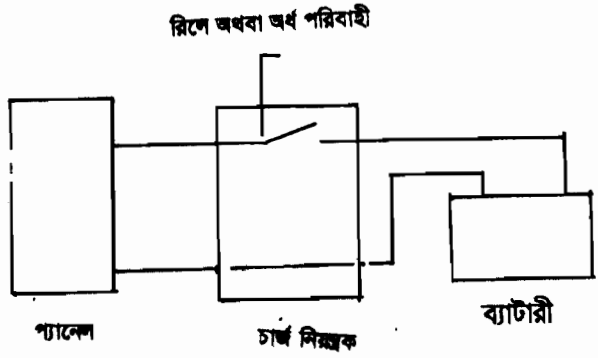
৬.১.২ সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রক

একটি সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রককে পানির ট্যাঙ্কের 'ফ্লোট ভালবের' সঙ্গে তুলনা করা যেতে পারে। পানি একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা অতিক্রম করার সঙ্গে সঙ্গেই 'ফ্লোট ভালব' পানির 'আগাম নলকে' (ইনলেট পাইপ) বন্ধ করে দেয়, ফলে অতিরিক্ত পানি ট্যাঙ্কে প্রবেশ করতে পারে না। ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় ব্যাটারী পূর্ণভাবে চার্জ হওয়ার পর একটি সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রক (চিত্র ৫১) স্বয়ংক্রিয়ভাবে ব্যাটারী এবং প্যানেলের বর্তনীকে খুলে দেয়, ফলে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ ব্যাটরীতে প্রবেশ করতে পারে না।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৫১ সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রক



সৌর প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে ধাবিত অতিরিক্ত চার্জ নিয়ন্ত্রণ করার জন্যে, সমান্তরাল চার্জ নিয়ন্ত্রকের মতোই সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রকে 'পাওয়ার ট্রানজিসটর' বা 'রিলে' ব্যবহার করা হয়ে থাকে। 'সুইচিং' এর ক্ষেত্রে রিলেতে ক্ষমতার অপচয় খুবই কম হয়, তাই নিয়ন্ত্রণের জন্যে সিরিজ নিয়ন্ত্রকে রিলের ব্যবহারটাই সুবিধাজনক। ট্রানজিসটরও ব্যবহার করা হয়ে থাকে, সেক্ষেত্রে নিয়ন্ত্রকের ডিজাইন খুবই উন্নতমানের না হলে অত্যাধিক ক্ষমতার অপচয় ঘটে। ট্রানজিসটর বসানো সিরিজ নিয়ন্ত্রক একই দামের রিলে বসানো নিয়ন্ত্রকের চেয়ে সূক্ষ্মতরভাবে চার্জ নিয়ন্ত্রণ করতে সক্ষম। কিন্তু কিঞ্চিৎ ত্রুটিপূর্ণ স্থাপনে, দুর্বল রক্ষণাবেক্ষণে এবং উচ্চ তাপমাত্রায় এটি সহজেই বিকল হয়ে যায়।

৬.২ নিয়ন্ত্রকের সাইকেল (কন্ট্রোলার অপারেটিং সাইকেল)

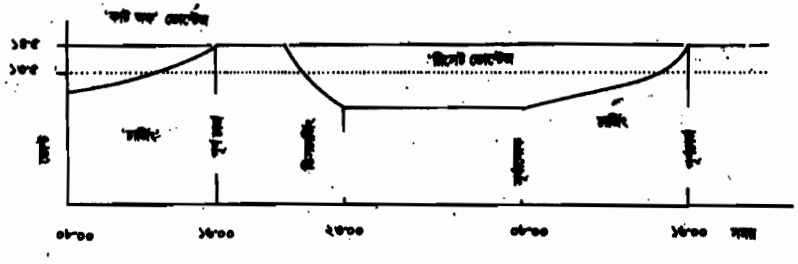
সমান্তরাল ও সিরিজ–উভয় ধরণের নিয়ন্ত্রক একই নিয়মে পুনরাবৃত্তিশীলভাবে কাজ করে। ব্যাটারী সৌর প্যানেল থেকে যতোই চার্জ পেতে থাকে, ততোই তার ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। ব্যাটারী সম্ভাব্য পূর্ণ ভোল্টেজ পাওয়ার সঙ্গে সঙ্গে নিয়ন্ত্রকের ভোল্টেজ নিরূপক বর্তনী সেটি অনুভব করে এবং তাৎক্ষণিকভাবে যথাযথ ব্যবস্থা গ্রহণ করে। এর ফলে ব্যাটারী অতিরিক্ত চার্জ পাওয়া থেকে বিরত থাকে। এপর্যায়ে সমান্তরাল এবং সিরিজ নিয়ন্ত্রকের কার্যপ্রণালীর পার্থক্যটাও লক্ষণীয়ঃ সমান্তরাল নিয়ন্ত্রকে রিলে অথবা ট্রানজিসটর চালু হয়ে প্যানেলকে "শর্ট" করে দেয় এবং অতিরিক্ত চার্জ অন্যত্র

www.banglainternet.com

Goto List >

অপসারিত হয়। সিরিজ নিয়ন্ত্রকে রিলে অথবা ট্রানজিসটর বন্ধ হয়ে প্যানেলকে ব্যাটারী থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

চিত্র ৫২ নিয়ন্ত্রকের সাইকেল



সৌরশক্তি চালিত একটি যন্ত্র চলমান অবস্থায় ব্যাটারী থেকে শক্তি গ্রহণ করে, ফলে ব্যাটারীর ভোল্টেজ হ্রাস পায়। নিয়ন্ত্রক ভোল্টেজের এ পরিবর্তন অনুভব করে এবং এক পর্যায়ে সুইচ চালু করে সৌর প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে চার্জ প্রবাহিত হতে দেয়।

যে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে নিয়ন্ত্রক 'চার্জিং' বন্ধ করে দেয়, সে ভোল্টেজের মানকে 'সেট পয়েন্ট' বা 'কাট আউট' ভোল্টেজ বলা হয়। কত ভোল্টেজে এই 'চার্জিং' বন্ধ হবে, তা নিয়ন্ত্রকের প্রস্তুতকারক নির্ধারণ করে থাকেন। তবে বাস্তবে এই মান ব্যাটারীর ধরণ, প্যানেলের বৈশিষ্ট্য ও সম্পূর্ণ ব্যবস্থার ব্যবহারের ধরণের উপর ভিত্তি করেই নির্ধারণ করা হয়ে থাকে। যেমন ১২ ভোল্টের ব্যাটারীর জন্যে নিয়ন্ত্রকের "সেট পয়েন্ট" বা "কাট আউট" ভোল্টেজ সাধারণত ১৪·৪ ভোল্ট ধরা হয়ে থাকে। এর অর্থ হলো নিয়ন্ত্রক যে মুহূর্তে ১৪·৪ ভোল্ট আঁচ করতে পারে, সে মুহূর্তেই নিয়ন্ত্রক স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। অনেক নিয়ন্ত্রকের 'সেট পয়েন্ট' বাড়ানো কমানোর ব্যবস্থা থাকে। তবে প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা ব্যতীত এ ধরণের পরিবর্তন করা উচিত নয়।

.সেট পয়েন্ট বা 'কাটআউট' ভোল্টেজের মানের বিপরীত মান হচ্ছে 'রিসেট ভোল্টেজ' অর্থাৎ যে ভোল্টেজে প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে পুনরায় চার্জ প্রবাহিত হতে শুরু করবে। এ ভোল্টেজের মান প্রস্তুতকারক নির্ধারণ করে দেয়, তবে বাস্তবে এ

www.banglainternet.com

Goto List >

মান ব্যাটারীর ধরণ, প্যানেলের বৈশিষ্ট্য এবং সম্পূর্ণ ব্যবস্থার ব্যবহারের ধরণের উপর নির্ভর করে নির্ধারণ করা হয়। এ ছাড়াও "রিসেট" বিন্দুর মান নিয়ন্ত্রকের ডিজাইনের উপর বিশেষভাবে নির্ভর করে। নিয়ন্ত্রকের ডিজাইন দু'রকম হতে পারেঃ ট্রানজিসটর সম্বলিত নিয়ন্ত্রক এবং রিলে সম্বলিত নিয়ন্ত্রক। নিয়ন্ত্রকের জন্যে ট্রানজিসটর ব্যবহার করা হলে, ব্যাটারীর ভোল্টেজের পতনের সাথে সাথে তাল মিলিয়ে ধীরে ধীরে প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে চার্জ প্রবাহিত হতে থাকে। এই ক্ষেত্রে কোনো নির্দিষ্ট "রিসেট" বিন্দু নেই। ব্যাটারীর ভোল্টেজের অতি অল্প পতন হলে, অতি অল্প পরিমানে চার্জ প্যানেল থেকে ব্যাটারীতে প্রবাহিত হয়, আর ব্যাটারীর ভোল্টেজের ১ ভোল্টের কয়েক দশমিক অংশের বেশি পতন হলে প্যানেল থেকে পূর্ণ পরিমানে চার্জ ব্যাটারীর দিকে প্রবাহিত হয়।

অপরদিকে নিয়ন্ত্রকে রিলে ব্যবহার করা হলে, রিলে যে কোনো নির্দিষ্ট ভোল্টেজে চার্জিং চালু করে এবং নির্দিষ্ট ভোল্টেজে চার্জিং বন্ধ করে, ট্রানজিসটরের মতো কোনো মাঝামাঝি অবস্থায় কোনো প্রকার চার্জিং দেয় না। রিলে সম্বলিত নিয়ন্ত্রকের 'রিসেট' ভোল্টেজ 'সেট পয়েন্ট' ভোল্টেজের চেয়ে সব সময়ই কম হয়। কিছু কিছু নিয়ন্ত্রকের 'রিসেট' ভোল্টেজ' প্রয়োজন মতো পরিবর্তন করা যায়, তবে বেশির ভাগ ক্ষেত্রেই 'সেট পয়েন্ট ভোল্টেজ' পরিবর্তন করা হলে সাথে সাথে তার 'রিসেট ভোল্টেজ'ও পরিবর্তিত হয়ে যায়। "সেট পয়েন্ট" এবং "রিসেট ভোল্টেজ" এর পার্থক্য খুব কম হলে রিলে এত ঘনঘন চালু এবং বন্ধ হতে থাকে যে, অবশেষে নিয়ন্ত্রকটিই বিনষ্ট হয়ে যেতে পারে। তাই সাধারণত "সেট পয়েন্ট" এবং "রিসেট ভোল্টেজের" মধ্যে নুন্যতম ১ ভোল্ট পার্থক্য বজায় রাখা হয়। তাহলে একটি নিয়ন্ত্রকের "সেট পয়েন্ট ভোল্টেজ" ১৪·৪ ভোল্ট হলে "রিসেট ভোল্টেজ" হবে ১৩·৪ ভোল্ট। এই ১ ভোল্টের পার্থক্য কে নিয়ন্ত্রকের "ডেড ব্যান্ড" বা "ডিফারেনশিয়াল" বলা হয়ে থাকে।

ধরা যাক, একটি চার্জ নিয়ন্ত্রকের "সেট পয়েন্ট ভোল্টেজ" ১৪·৪ ভোল্ট এবং "রিসেট ভোল্টেজ" ১৩·৪ ভোল্ট, সেক্ষেত্রে চার্জ নিয়ন্ত্রক প্যানেল থেকে ব্যাটারীর দিকে ততক্ষণই চার্জ প্রবাহিত হতে দেবে যতক্ষণ পর্যন্ত ব্যাটারীর ভোল্টেজ ১৪·৪ ভোল্ট না হবে এবং এই বিন্দুতেই চার্জিং প্রক্রিয়া বন্ধ হয়ে যাবে। এদিকে যন্ত্র (লোড) ব্যবহারের কারণে ব্যাটারীর ভোল্টেজ হ্রাস পেতে থাকবে। ব্যাটারীর ভোল্টেজ 'রিসেট' বিন্দু অর্থাৎ ১৩·৪ ভোল্টে এলেই পুনরায় প্যানেল থেকে চার্জ ব্যাটারীর দিকে প্রবাহিত হতে শুরু করবে। এবং এভাবেই চলতে থাকবে, যতক্ষণ পর্যন্ত না ভোল্টেজ ১৪·৪ এ দাঁড়ায়। এভাবেই নিয়ন্ত্রক পুনরাবৃত্তিশীলভাবে কাজ করতে থাকে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৬.৩ চার্জ নিয়ন্ত্রকের ত্রুটি বিচ্যুতি

চার্জ নিয়ন্ত্রকে সাধারণত দু'ধরণের ত্রুটি দেখা যায়ঃ

প্রথমত, ব্যাটারী পূর্ণভাবে চার্জ হওয়া সত্ত্বেও, নিয়ন্ত্রক প্যানেল থেকে ব্যাটারীকে বিচ্ছিন্ন করছে না। এ অবস্থায় আপাতদৃষ্টিতে মনে হয় যে, সবকিছুই স্বাভাবিক ভাবে চলছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ব্যাটারী থেকে অতি দ্রুত ইলেকট্রোলাইট উবে যায়, ব্যাটারীতে "সেট পয়েন্ট" ভোল্টেজের অতিরিক্ত ভোল্টেজ পাওয়া যায়। নিয়ন্ত্রকের "ইনপুট" এবং 'আউটপুট' ভোল্টেজের পার্থক্য ০·৫ ভোল্টের বেশি হয় না।

দ্বিতীয়ত, নিয়ন্ত্রকটি প্যানেল এবং ব্যাটারীর সঙ্গে পুনঃসংযোগ স্থাপন করতে ব্যর্থ হয়। ফলে ব্যাটারী চার্জ থেকে বঞ্চিত হয় এবং সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থাটি কয়েকদিনের মধ্যেই অচল হয়ে পড়ে। নিয়ন্ত্রকের "ইনপুট" প্রান্তে সৌর প্যানেল উদ্ভূত ভোল্টেজ পাওয়া যায়, কিন্তু ব্যাটারীর প্রান্তে প্রাপ্ত ভোল্টেজ প্যানেল–ভোল্টেজের অনেক কম হয়। উপরের এ দু'ক্ষেত্রেই সর্ব প্রথম বৈদ্যুতিক তার, তারের সংযোগ এবং বর্তনী ভালোভাবে পরীক্ষা করে দেখা উচিত। বর্তনীর তার ও সংযোগ সঠিক অবস্থায় পাওয়া গেলে সন্দেহ করার অবকাশ রয়েছে যে, খুব সম্ভবত চার্জ নিয়ন্ত্রক বিকল হয়ে পড়েছে এবং বদলানোর প্রয়োজন রয়েছে।

৬.৪ ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক

সব ডিসচার্জ–নিয়ন্ত্রক ব্যাটারী এবং গ্রাহকযন্ত্র (লোড) এর মধ্যে শ্রেণী সমবায়ে (সিরিজ) সংযুক্ত থাকে। একটি সিরিজ চার্জ–নিয়ন্ত্রক এবং ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকের মধ্যে কারিগরি ভাবে তেমন কোনো পার্থক্য নেই, শুধুমাত্র ভোল্টেজ নিরূপণ বর্তনীর কার্য প্রণালীর মধ্যে কিছুটা পার্থক্য রয়েছে।

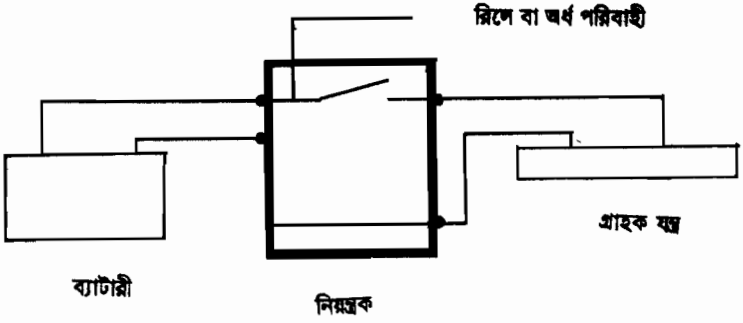
সিরিজ চার্জ নিয়ন্ত্রকের মতো এখানেও বিশেষ ধরণের অতি নিম্ন ক্ষমতা অপচয়কারী ট্রানজিসটর অথবা রিলে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ব্যাটারীর ভোল্টেজ পূর্ব নির্ধারিত কোনো সর্বনিম্ন অবস্থানে নেমে এলে, নিয়ন্ত্রকের বর্তনী স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে গ্রাহকযন্ত্রকে ব্যাটারী থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। এই সর্বনিম্ন ভোল্টেজের মান সাধারণত সৌরশক্তিচালিত ব্যবস্থাটির প্রস্তুতকারকই নির্ধারণ করে দেয় এবং এটাই সম্ভাব্য সর্বনিম্ন ভোল্টেজ যা ব্যাটারীর পক্ষে ক্ষতিকারক নয়। এই সর্বনিম্ন মানকে নিয়ন্ত্রকের "সেট পয়েন্ট" বা বিচ্ছিন্নতার (ডিসকানেক্ট) ভোল্টেজ বলা হয়। অনেক

www.BanglaBook.org

Goto List >

ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকেই ১০·৭ ভোল্ট "সেট পয়েন্ট" হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ব্যাটারীর ভোল্টেজ "সেট পয়েন্টে" নেমে গেলে, গ্রাহক যন্ত্রের বর্তনী ব্যাটারী থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। একবার বিচ্ছিন্ন হয়ে গেলে কিছু পরিমানে চার্জ প্যানেল থেকে ব্যাটারীতে না যাওয়া পর্যন্ত পুনঃসংযোগ ঘটেনা। ব্যাটারী এবং গ্রাহক যন্ত্রের পুনঃসংযোগকে "রিসেট" বলা হয়। কিছু কিছু নিয়ন্ত্রক স্বয়ংক্রিয়ভাবে "রিসেট" হয় অর্থাৎ পুনঃসংযোগ লাভ করে। এ ধরণের নিয়ন্ত্রককে স্বয়ংক্রিয় (অটোমেটিক রিসেট) ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক বলা হয়। কিছু কিছু নিয়ন্ত্রক একবার সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দিলে পুনঃসংযোগ পেতে হলে, কাউকে না কাউকে নিয়ন্ত্রকের "রিসেট সুইচ" চালু করে দিতে হয়। এ ধরণের ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক অবশ্যই স্বয়ংক্রিয় "রিসেট" গোছের নয়।

চিত্র ৫৩ ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক



যে সমস্ত যন্ত্রে স্বয়ংক্রিয় নিয়ন্ত্রন ব্যবস্থা রয়েছে, সে সমস্ত যন্ত্রের সঙ্গেই সাধারণত স্বয়ংক্রিয় "রিসেটের" ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়ে থাকে। রেফ্রিজারেটর এ ধরণের একটি যন্ত্র। ব্যবহারকারী ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রককে সবসময়ই রেফ্রিজারেটরের সঙ্গে যুক্ত করে রাখে, রেফ্রিজারেটর তার থার্মোস্ট্যাটের চাহিদা অনুযায়ী স্বয়ংক্রিয়ভাবে চলে এবং বন্ধ হয়, অপরদিকে ব্যাটারীর জিসচার্জ স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রিত হতে থাকে।

ব্যবহারকারী যে সমস্ত যন্ত্র কায়িকভাবে (ম্যানুয়ালী) চালু বা বন্ধ করেন, সেই সমস্ত যন্ত্রের সঙ্গে "ম্যানুয়াল রিসেট"–এর নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়। টিউব লাইট বা ফ্যানের ক্ষেত্রে এমনটি হতে পারে। ব্যাটারীর চার্জের পরিমাণ কমে গেলে, একটি ডিসচার্জ–নিয়ন্ত্রক টিউব লাইটকে বর্তনী থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয় এবং যতক্ষন পর্যন্ত কেউ নিয়ন্ত্রককে নিজের হাতে "রিসেট" না করে, ততক্ষণ পর্যন্ত বাতিটি আর জ্বলতে

www.banglainternet.com

Goto List >

পারে না। এই বাতির ক্ষেত্রে স্বয়ংক্রিয় রিসেটের বদলে কায়িক রিসেট প্রয়োগ করার যুক্তি এই যে, যদি স্বয়ংক্রিয় রিসেট ব্যবহার করা হতো সে সুবাদে বাতিটি এক সময় স্বয়ংক্রিয়ভাবে জ্বলে উঠতো, সময় যাই হোক না কেন, দিন বা রাত, বাতির প্রয়োজন থাকুক বা না থাকুক। এতে শক্তির অপচয় ঘটতো এবং সম্ভবত রাতের জন্যে ব্যাটারীতে পর্যাপ্ত চার্জ জমে থাকতে পারতো না। অতএব, কায়িক রিসেট নিশ্চয়তা দেয় যে, পর্যাপ্ত চার্জ মজুদ থাকুক বা না থাকুক, প্রয়োজন ব্যতীত বাতি জ্বলে উঠবে না।

৬.৫ নিয়ন্ত্রকের কারিগরি বিবরণ (টেকনিক্যাল স্পেশিফিকেশন অব কন্ট্রোলার)

নিয়ন্ত্রক সম্পর্কে এ পর্যন্ত পূর্বের অনুচ্ছেদগুলোতে যা লেখা হয়েছে, তা নিয়ন্ত্রকের কার্য প্রণালী বোঝার জন্য যথেষ্ট হলেও, বাজার থেকে নিয়ন্ত্রক সংগ্রহ করার জন্য এ জ্ঞান যথেষ্ট নয়। সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থার জন্যে সঠিক নিয়ন্ত্রক বেছে নিতে হলে সর্বাগ্রে নিয়ন্ত্রকের সঠিক কারিগরি বিবরণ তৈরী করা উচিত। অর্থাৎ কি ধরণের নিয়ন্ত্রক আমাদের এই ব্যবস্থার জন্যে চাই, তা ব্যবহারকারীকে বিস্তারিত ভাবে বিবরণসহ তুলে ধরতে হবে। এবং এই বিবরণকেই 'কারিগরি বিবরণ' বলা হয়ে থাকে। বাজারের যে কোনো নিয়ন্ত্রক আমাদের ব্যবস্থার জন্যে প্রযোজ্য নাও হতে পারে, আবার হঠাৎ করে বেছে নেওয়া নিয়ন্ত্রক আমাদের সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থাটির জন্যে সর্ব পরিস্থিতিতে সন্তোষজনক সেবা নাও দিতে পারে। এতে পুরো ব্যবস্থাটিই এক সময় বিকল হয়ে যেতে পারে। অতএব, নিয়ন্ত্রকের কারিগরি বিবরণ আগে ভাগে তৈরী করা ডিজাইনারের জন্যে একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ। পাঠকদের সুবিধার্থে একটি নিয়ন্ত্রকের কারিগরি বিবরণের নমুনা পরের পাতায় তুলে ধরা হলো।

সাধারণতঃ বাসা বাড়ির বাতি জ্বালানোর জন্য সৌরশক্তি চালিত ব্যবস্থায় যে নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়, তার ক্ষমতা ৫ এমপিয়ারের মতন হয়ে থাকে, অপরদিকে ফ্রিজ বা অন্যান্য সামগ্রীর জন্য ব্যবহার্য নিয়ন্ত্রকের ক্ষমতা ২০ এমপিয়ার পর্যন্তও হয়ে থাকে।

নিয়ন্ত্রক কত ভোল্টের ব্যবস্থায় কাজ করবে তা জানা থাকলে নিঃসন্দেহে নিয়ন্ত্রকের প্রয়োজনীয় ভোল্টের মান নির্ধারণ করে দেয়া যায়। ব্যাটারী ২৪ ভোল্টের হলে নিয়ন্ত্রককেও অবশ্যই ২৪ ভোল্টের হতে হবে, ১২ ভোল্টের নয়।

www.boiRboi.net.com

Goto List >

নিয়ন্ত্রকের কারিগরী বিবরণ

নিয়ন্ত্রক মডেল----------

প্রস্তুত কারক----------

১·	প্রবাহ ক্ষমতাঃ	ঃ	২০ এমপিয়ার ডি,সি
২·	ভোল্টেজ	ঃ	১২ ভোল্ট, ডি,সি
৩·	উচ্চ প্রবাহ এবং উচ্চ ভোল্টেজ এর বিরুদ্ধে প্রতিরোধ ব্যবস্থা	ঃ	সার্কিট ব্রেকার
৪·	পরিবেশগত অবস্থার বিরুদ্ধে প্রতিরোধ	ঃ	নিয়ন্ত্রকের বাক্স সম্পূর্ণ ট্রপিকালাইজড এবং রুক্ষ আবহাওয়ার উপযোগী।
৫·	স্থাপনের ব্যবস্থা	ঃ	অতিসহজ; স্থাপন করার জন্য বাক্সের গায়ে বিশেষ ভাবে ছিদ্র করা আছে।
৬·	বৈদ্যুতিক প্রান্ত	ঃ	স্ক্রু টাইপ, মোটা তারের সংযোগ ধারণেরযোগ্য
৭·	সঙ্কেত ব্যবস্থা	ঃ	সঙ্কেত বাতি, শ্রবন যোগ্য ঘন্টা, ভোল্ট মিটার ও এমপিয়ার মিটার সংযুক্ত।

নিয়ন্ত্রকের বাজার মূল্য অনেক চড়া, অন্ততঃ সস্তা সামগ্রী হিসাবে একে বিবেচনা করা যায় না। অতএব অতিরিক্ত প্রবাহ এবং অতিরিক্ত চাপের হাত থেকে একে রক্ষার জন্য ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার অথবা যে কোনো ধরণের অর্ধপরিবাহী দ্বারা নির্মিত রক্ষণমূলক ব্যবস্থা ব্যবহার করা উচিত।

উপরের বর্ণনাতে যে নিয়ন্ত্রকের কারিগরি বিবরণ তুলে ধরা হয়েছে তা উদাহরণ মাত্র, বিভিন্ন কাজের জন্য এই বিবরণ বিভিন্ন হওয়াই স্বাভাবিক। সৌর এরে সর্বোচ্চ যত এমপিয়ার প্রবাহের সৃষ্টি করবে, একটি চার্জ নিয়ন্ত্রক সেই প্রবাহকে গ্রহণ করার মত ক্ষমতা সম্পন্ন হওয়া উচিত। আবার অপর দিকে, একটি যন্ত্র (যেমন রেফ্রিজারেটর) চালু অবস্থায় ক্রমাগত দীর্ঘ সময় ধরে যত প্রবাহ গ্রহণ করবে এবং চালু হওয়ার মুহূর্তে তাৎক্ষণিক ভাবে যে অতি উচ্চ প্রবাহ নেবে, সেই প্রবাহকে গ্রহণ করার মত ক্ষমতা একটি ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রকের থাকা উচিত। প্রতিকূল আবহাওয়া, বিশেষ করে

www.banglainternet.com

Goto List >

উষ্ণ, ভেজা এবং লবণাক্ত আবহাওয়া নিয়ন্ত্রকের ইলেকট্রনিক দ্রব্যাদির ব্যাপক ক্ষতি সাধন করতে পারে। তাই নিয়ন্ত্রকের কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য পুরো নিয়ন্ত্রকটিকে একটি যথাপোযোগী পুরু শক্ত বাক্সের ভেতরে সংযোজন করা উচিত। এর মানে এই নয় যে, পুরো নিয়ন্ত্রককে সম্পূর্ণ আবদ্ধ (সীলড) অবস্থায় রাখতে হবে।

ব্যাটারীর চার্জের অবস্থা বোঝানোর জন্যে অথবা নিয়ন্ত্রকের অবস্থা বোঝানোর জন্যে নির্দেশক বাতি বা লাইট এমিটিং ডায়োড (ইংরেজী লেড = এল, ই, ড) ব্যবহার করা খুবই সুবিধেজনক। কিন্তু নিয়ন্ত্রকটি দৃষ্টির বাইরে কোথাও স্থাপন করা হলে নির্দেশক বাতির তেমন কোনো সুবিধে আছে বলে মনে হয় না। এ কারণে, ব্যাটারীর চার্জের অবস্থা বোঝানোর জন্যে ভোল্টমিটার অথবা এমপিয়ার মিটারের ব্যবহার রক্ষণাবেক্ষণকারীদের কাছে উপকারী বলে মনে হতে পারে, কিন্তু সাধারণ লোক, যিনি বা যারা তেমন কারিগরি জ্ঞান রাখেন না, তাদের জন্য এই ভোল্টমিটার বা এমপিয়ার মিটার কোনো গুরুত্বপূর্ণ অর্থ বহন করে না। নিয়ন্ত্রকে সশব্দ সংকেতের (অডিয়েবল এলার্ম) ব্যবহার খুবই উপকারী বলে প্রমাণিত হয়েছে। চার্জের অবস্থা বোঝানোর জন্য এই সশব্দ সংকেত একজন ব্যবহারকারীকে সতর্ক হতে সাহায্য করে। তবে বিকট এবং অনবরত সংকেতের চেয়ে ৫ থেকে ১০ মিনিট ব্যাপী ভাঙ্গা ভাঙ্গা মোলায়েম সংকেত একজন ব্যবহারকারীকে প্রস্তুতি নিতে সময় দেয়। যেমন, চার্জের অবস্থা যদি দুর্বল হয়, সংকেত পাওয়া মাত্রই ব্যবহারকারী সবক'টি যন্ত্র (লোড) বা কয়েকটি যন্ত্র বন্ধ করে দিয়ে ব্যাটারীকে সবল হতে সাহায্য করতে পারেন এবং এতে ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক হয়তো বা লোড হতে ব্যাটারীকে বিচ্ছিন্ন করবে না, বা করার প্রয়োজন দেখা দিবে না।

একটি নিয়ন্ত্রকের সাথে সাধারণত একটি গ্রাহক যন্ত্রই (লোড) সংযোগ করা হয়ে থাকে, তবে প্রয়োজন বোধে একাধিক গ্রাহক যন্ত্রও সংযুক্ত করা হতে পারে। সংযোগের সুবিধার্থে নিয়ন্ত্রকে একাধিক বর্তনী (মাল্টিপল সার্কিট) সংযোগ করার মত ব্যবস্থা রাখাই সর্বোত্তম অর্থাৎ নিয়ন্ত্রকের আউটপুটে অনেকগুলো তার সংযোগ করার মত ব্যবস্থা থাকলে ব্যবহারকারীর জন্য নিয়ন্ত্রকটি বেশী গ্রহনযোগ্য হয়।

আমরা জানি যে, লেড এসিড ব্যাটারীতে তামপাত্রার তারতম্যের সঙ্গে ভোল্টেজের কিঞ্চিৎ তারতম্য ঘটে। অর্থাৎ ৩৫ ডিগ্রী সেলসিয়াস তামমাত্রায় ব্যাটারী হতে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায়, ২০ ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় তার চেয়ে বেশী ভোল্টেজ পাওয়া যায়। তাপমাত্রার এই তারতম্যকে সঠিক ভাবে অনুভব করার জন্য কিছু কিছু নিয়ন্ত্রকে 'সেনসর' বসানো থাকতে পারে। এই ধরণের নিয়ন্ত্রককে ইংরেজীতে

www.banglainternet.com

Goto List >

'ব্যাটারী টেমাপেরেচার কমপেনসেসন' যুক্ত নিয়ন্ত্রক বলা হয়ে থাকে। এ ধরণের নিয়ন্ত্রকে সেনসরের এক প্রান্ত ব্যাটারীর গায়ে বসানো থাকে, অপর প্রান্ত নিয়ন্ত্রকে থাকে। এই কমপেনসেসন ব্যবস্থার বদৌলতে তাপমাত্রার তারতম্য হেতু উদ্ভূত ভোল্টজের তারতম্যকে সঠিক ভাবে পুষিয়ে দেয়। অবশ্যই লক্ষনীয় যে, অতিরিক্ত সুবিধার কারণে নিয়ন্ত্রকের মূল্য অনেক বৃদ্ধি পায়। বাস্তবে, দিনের বেলা তাপমাত্রার তারতম্য ১০ ডিগ্রী সেলসিয়াসের বেশী না হলে, 'ব্যাটারী টেমপেরচার কমপেনসেসন' ব্যবহার করা যুক্তি সঙ্গত নয়। বাংলাদেশে দিনের বেলায় সুর্যোজ্জ্বল দিনে (যখন ব্যাটারী সৌর প্যানেল হতে চার্জ গ্রহণ করে) তাপমাত্রা ১০ ডিগ্রী সেলসিয়াসের বেশী তারতম্য ঘটে না, সেহেতু, 'ব্যাটারী টেমপেরেচার কমপেনসেসন' ব্যবস্থা সংযোজন করার প্রয়োজন আছে বলে আমার মনে হয় না। তবে অবশ্যই নিশ্চিত করতে হবে যে, যে স্থানটিতে বা যে ভাবে ব্যাটারী স্থাপন করা হচ্ছে, তাতে যেনো ব্যাটারীর তাপমাত্রা ১০ ডিগ্রীর বেশী বৃদ্ধি না পায়। এ জন্য ব্যাটারীর চর্তুদিকে পর্যাপ্ত বায়ু চলাচল নিশ্চিত করতে হবে এবং সরাসরি রৌদ্রে কোনো ব্যাটারী স্থাপন করা যাবে না।

www.banglainternet.com

Goto List >

৭

গ্রাহক যন্ত্র

www.banglainternet.com

Goto List >

৭.০ গ্রাহক যন্ত্র (লোড)

সৌর ফটো ভোল্টায়িক ব্যবস্থার মূল উদ্দেশ্য হচ্ছে, কোনো একটা গ্রাহক যন্ত্রকে বিদুৎ সরবরাহ করা। অতএব, এই গ্রাহক যন্ত্র আমাদের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় গ্রাহক যন্ত্র কি কি ধরণের হতে পারে, তার সংক্ষিপ্ত তালিকা প্রথম অধ্যায়ে তুলে ধরা হয়েছে। তালিকা সম্প্রসারণ করলে যে অসংখ্য গ্রাহক যন্ত্রের নাম ও ধরণ বেরিয়ে আসবে, সেগুলোর প্রত্যেকটির সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা বর্তমান এই অধ্যায়ের বিষয়বস্তু নয়। সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার গ্রাহক যন্ত্রের কতগুলো বৈশিষ্ট্য থাকে সেগুলোকে তুলে ধরাই বর্তমান অধ্যায়ের মুল উদ্দেশ্য। যেহেতু সম্ভাব্য গ্রাহক যন্ত্রের তালিকার কোনো শেষ নেই, আলোচনার সুবিধার্থে উদ্দেশ্যমূলক ভাবেই একটি গ্রাহক যন্ত্র বেছে নিয়ে আলোচনা গড়িয়ে যাবে।

বর্তমান সময়ে আমাদের দেশে রেফ্রিজারেটরের ব্যবহার ব্যাপক, যন্ত্র হিসেবেও জনপ্রিয় ও গুরুত্বপূর্ণ। যে সমস্ত এলাকায় বিদ্যুৎ নেই সে সমস্ত এলাকায় সৌর ফটো ভোল্টায়িক ব্যবস্থার মাধ্যমে রেফ্রিজারেটর চালানো সম্ভব। বর্তমান সময়ে আমাদের দেশের প্রত্যন্ত অঞ্চলের স্বাস্থ্য কেন্দ্রে এ ব্যবস্থার আওতায় মুল্যবান ঔষধ, ভ্যাকসিন সংরক্ষণ করা সম্ভব। রেফ্রিজারেটরকেই একটি আদর্শ গ্রাহক যন্ত্র হিসেবে ধরে নিয়ে এ অধ্যায়ের বাকি আলোচনা এগিয়ে যাবে।

৭.১ সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটর

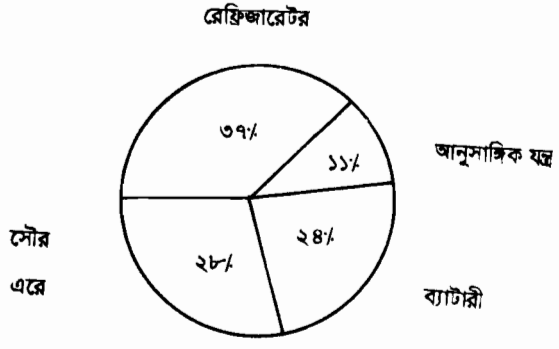
একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটর ক্রয় করতে গেলে, কত খরচ হতে পারে, সেটি হয়তো অনেকের কাছেই প্রথম প্রশ্ন হিসাবে দেখা দিবে। খরচ অনেক। রেফ্রিজারটর, এরে, ব্যাটারী ও আনুসাঙ্গিক যন্ত্রাদি সহ ক্রয় মূল্য, বর্তমান বাজার অনুযায়ী ৪,৫০০ মার্কিন ডলারের কম নয়। এই মূল্য এফ, ও, বি (ফ্রি অন বোর্ড) ভিত্তিক এবং প্রস্তুতকারকের দেশ হতে আমাদের দেশ পর্যন্ত জাহাজ ভাড়া এই

www.banglainternet.com

Goto List >

মূল্যের সংঙ্গে যোগ করতে হবে। এবং এই মূল্যের উপর ধার্য কোনো প্রকার শুল্ক, মুল্য সংযোজিত কর, বিক্রয় কর ইত্যাদিও যোগ করা হয়নি।

চিত্র ৫৪ সৌর ফটো ভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরের দামের বিশ্লেষণ



এই দামের একটি বিশ্লেষণ নং চিত্রে দেখানো হলো। লক্ষণীয় যে, ব্যাটারীর মূল্য মোট মূল্যের প্রায় চার ভাগের এক ভাগ এবং শুধুমাত্র রেফ্রিজারেটরটির মূল্য পুরো মুল্যের শতকরা সাঁইত্রিশ ভাগ মাত্র। মুল্য যতই হোক, সেখানে বিকল্প কোনো শক্তির যোগান নেই, সেখানে সৌর শক্তির জুড়ি নেই, অতএব দামের কারণে এই লাগ্‌সই প্রযুক্তি পরিত্যাগ করা উচিত নয়।

৭.১.১ রেফ্রিজারেটরের কার্য প্রনালী

রেফ্রিজারেটর সম্পর্কে আমরা সবাই কমবেশী জানি, তবে এটা হয়তো আমরা সবাই জানি না যে, কার্য প্রণালীর দিক দিয়ে বিভিন্ন ধরণের রেফ্রিজারেটর রয়েছে। দু'ধরণের রেফ্রিজারেটর বেশী প্রচলণ পেয়েছেঃ

- কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটর
- এবজরবশন রেফ্রিজারেটর

www.banglainternet.com

Goto List >

আমরা আমাদের আলোচনা কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরেই সীমাবদ্ধ রাখবো, এ ধরণের রেফ্রিজারেটর আমরা সচরাচর ব্যবহার করে থাকি।

একটি কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরের কার্য্যপ্রণালী পরিষ্কার ভাবে বুঝতে হলে, রেফ্রিজারেশনের যে তত্ত্ব রয়েছে, তা সঠিক ভাবে বুঝতে হবে। সহজ ভাষায় এ তত্ত্বটি এবারে তুলে ধরা হবে।

আমরা পানিকে তাপ দিলে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় (১০০° সেলসিয়াস) পানি ফুটতে থাকে এবং বাষ্পে পরিণত হতে থাকে। এ সময়, আমরা যদি পানির পাত্রে একটি থার্মোমিটার রাখি, দেখতে পাবো যে,পানি তাপ গ্রহণ করছে, বাষ্পে পরিণত হচ্ছে বটে কিন্তু তার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাচ্ছে না। পানি থেকে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে "বাষ্পীভবন" (এভাপোরেশন) বলা হয়। আর যে তাপ পানির অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটায় না, তাকে পানির "সুপ্ত তাপ" (লেটেন্ট হিট) বলা হয়। এই উদাহরণ থেকে উপসংহার টানা যায়ঃ পানির বাষ্পীভবনের জন্য তাপ সংযোজনের প্রয়োজন রয়েছে।

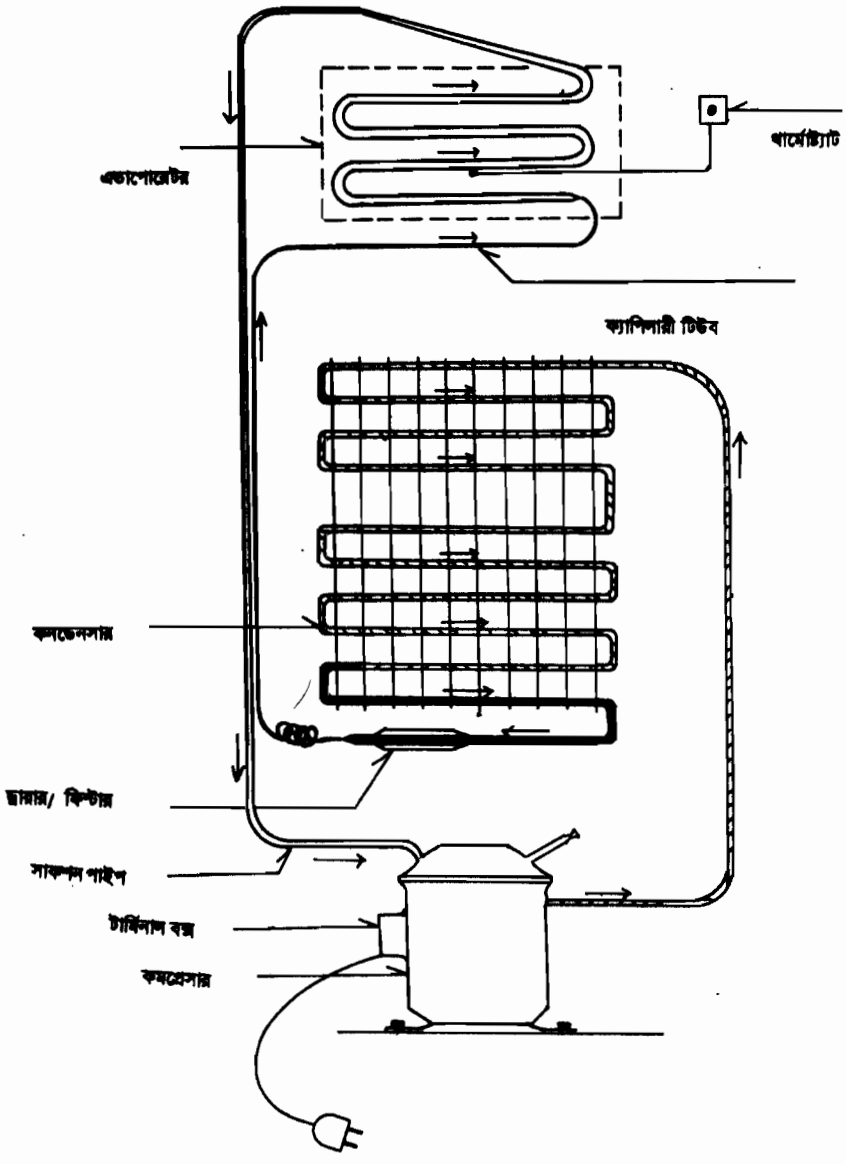
একটি পানির গ্লাসে পানি সহ কয়েক টুকরা বরফ রেখে দিলে, কিছুক্ষণ পরে দেখা যায় যে, গ্লাসের গায়ে ফোঁটা ফোঁটা পানি ঝরছে। কেনো এমনটি হচ্ছে? বাইরের বাতাসের মধ্যে বাষ্পের আকারে পানি মিশে থাকে। এই বাতাস যখন ঠান্ডা গ্লাসের গায়ের সংস্পর্শে আসে, তখন এই বাতাস হতে শীতল বরফ–পানি তাপ টেনে নেয়, ফলে বাতাস হতে পানির বাষ্প দানায় দানায় গ্লাসের গায়ে ঝরে পড়ে। এই প্রক্রিয়াকে ঘনীভবন (কনডেনসেসন) বলা হয়। এই উদাহরণ থেকে উপসংহার টানা যায়ঃ বাষ্পের ঘনীভবনের জন্য তাপ সরিয়ে নেয়ার প্রয়োজন রয়েছে।

প্রকৃতপক্ষে 'বাষ্পীভবন' (এভাপোরেশন) এবং 'ঘনীভবন' (কনডেনসেসন) একে অপরের বিপরীত; এক প্রক্রিয়ায় তাপ গ্রহনের মাধ্যমে একটি তরল বস্তু বাষ্পে পরিণত হয়, অপর প্রক্রিয়ায় তাপ পরিত্যাগের মাধ্যমে বাষ্প তরলে পরিবর্তিত হয়। একটি কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরে অনবরত এই দুটি প্রক্রিয়াই চলতে থাকে, তবে পানির পরিবর্তে রেফ্রিজারেটরে "ফ্রিয়ন" ব্যবহৃত হয়। ফ্রিয়নের অনেক বৈশিষ্ট্য রয়েছে, তার মধ্যে একটি হচ্ছে যে, ফ্রিয়ন খুব নিম্ন তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়। ফ্রিয়নের বাষ্পীভবন (এভাপোরেশন) রেফ্রিজারেটরের যে অংশে ঘটে, সে অংশটিকে *এভাপোরেটর* বলা হয় ।

www.banglainternet.com

Goto List >

চিত্র ৫৫ কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরের যান্ত্রিক বর্তনী



www.banglainternet.com

Goto List >

বাষ্পীভবনের জন্য যে তাপের প্রয়োজন হয় (সুপ্ত তাপ), সে তাপ রেফ্রিজারেটরের ভেতরে সংরক্ষিত মাছ, মাংস, ফলমুল, শাকসব্জী হতে এভাপোরেটরের গায়ে আসে, এবং সেখান হতে তরল ফ্রিয়নে স্থানান্তরিত হয়। ফলে রেফ্রিজারেটরে সংরক্ষিত দ্রব্যাদি ঠান্ডা হতে থাকে, উপরদিকে তরল ফ্রিয়ন বাষ্পে রূপান্তরিত হতে থাকে। যে তরল ফ্রিয়ন তাপ গ্রহন করে বাষ্পে রূপান্তরিত হলো, সেটিকে যদি আমরা পুনরায় ব্যবহার করতে চাই, তাহলে কোনো না কোনো পন্থায়, এই বাষ্পকে আবারো তরলে রূপান্তর করে এভাপোরেটরে সরবরাহ করতে হবে। রেফ্রিজারেটরে এই রূপান্তরের জন্য কমপ্রেসার এবং কনডেনসার ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

কমপ্রেসার একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র, অনেকটা পাম্পের মত কাজ করে। *এভাপোরেটর* থেকে ক্রমাগতই ফ্রিয়নের বাষ্পকে কমপ্রেসার টেনে এনে পিষ্টনের সাহায্যে চেপে, এই বাষ্পের চাপ এবং তাপমাত্রা বাড়িয়ে দেয়। উচ্চ চাপের কারণে, ফ্রিয়ন বাষ্প আপনিতেই কনডেনসারে প্রবাহিত হয়। *কনডেনসারের* ভেতরে বাষ্পের তাপমাত্রা বাইরের বাতাসের তাপমাত্রার চেয়েও অনেক বেশী হওয়ার কারণে উত্তপ্ত বাষ্প বাতাসে তাপ ছেড়ে দিয়ে তরলে রূপান্তর হয় অর্থাৎ ফ্রিয়নের ঘনীভবন (কনডেনসেশন) ঘটে।

পরবর্তী পর্যায়ে তরল, উষ্ণ এবং উচ্চচাপের ফ্রিয়ন অতি সুক্ষ ছিদ্রের *"ক্যাপিলারী"* নলের মধ্য দিয়ে এভাপোরেটরে যায়। কমপ্রেসারের ক্রমাগত টানের কারনে *এভাপোরেটরে* সবসময়ই নিম্নচাপ বজায় থাকে এবং এ নিম্নচাপেই তরল ফ্রিয়ন পুনরায় বস্তু সামগ্রী হতে তাপ গ্রহণ করে বাষ্পে রূপান্তরিত হয়। চিত্র নং-- দেখে দুটো প্রশ্ন উথাপন করা স্বাভাবিকঃ এক, *ফিল্টার-ড্রায়ারের* কাজ কি? দুই, *ক্যাপিলারী* নলের ভুমিকা কি?

রেফ্রিজারেটরের পাইপের ভেতরের গা থেকে খসে পড়া বিভিন্ন ধরণের ক্ষুদ্র ময়লার কণা *ক্যাপিলারী* নলের সুক্ষ ছিদ্রকে বন্ধ করে দিয়ে রেফ্রিজারেটরের স্বাভাবিক কার্য্যক্রমের ব্যাঘাত ঘটাতে পারে, সে জন্য ফিল্টার তরল ফ্রিয়নকে ছেঁকে ময়লামুক্ত করে। রেফ্রিজারেশন ব্যবস্থায় ফ্রিয়নের সঙ্গে পানির সংমিশ্রন খুবই বিপদজনক, পানি জমে বরফে রূপান্তরিত হয়ে *ক্যাপিলারী* নলকে বন্ধ করে দিতে পারে। তাই *ড্রায়ার* ব্যবহার করে, এ পানিকে আটকে রেখে, রেফ্রিজারেশনের যান্ত্রিক বর্তনীকে নিরাপদ রাখা হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

কনডেনসার হতে উচ্চ চাপে যে তরল ফ্রিয়ন *এভাপোরেটারের* দিকে প্রবাহিত হয়, তার চাপ এবং পরিমাণনকে নিয়ন্ত্রিত ভাবে *এভাপোরেটরে* সরবরাহ করার জন্যই *ক্যাপিলারী* নলের ব্যবহার অপরিহার্য্য। উল্লেখ্য, *এভাপোরেটর* শুধু মাত্র নিম্নচাপের এবং পরিমিত পরিমানের ফ্রিয়নকেই স্বাগত জানায়, চাপ এবং পরিমানের হের ফের হলে, সঠিক বাষ্পীভবন সম্ভবপর নয়; কারণ, আমরা সবাই জানি যে, চাপ বৃদ্ধি পেলে বাষ্পীভবনের তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায়। আর বাষ্পীভবনের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আমরা রেফ্রিজারেটরে সঠিক তাপমাত্রা পাবো না।

আমরা এ পর্যন্ত রেফ্রিজারেটরের যান্ত্রিক বর্তনী পর্যালোচনা করেছি। কিন্তু এটাই যথেষ্ট নয়। প্রতিটি রেফ্রিজারেটরের একটি বৈদ্যুতিক বর্তনীও রয়েছে, বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা রয়েছে। আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে কমপ্রেসার একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র। আমাদের বাসাতে যে ধরণের রেফ্রিজারেটর আমরা ব্যবহার করি, সে ধরণের রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেশার ২২০ ভোল্টের পরিবর্তী প্রবাহ (অলটারনেটিং কারেন্ট) ব্যবহার করে। (চিত্র নং ৫৬) এছাড়াও সঠিক তাপমাত্রা পাওয়া মাত্রই কমপ্রেসার স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ হয়ে যাতে শক্তির সাশ্রয় করে, সে জন্য রেফ্রিজারেটরে *থার্মোস্ট্যাট* ব্যবহার করা হয়। *থার্মোস্ট্যাট* প্রকৃতপক্ষে একটি সুইচ যা তাপমাত্রার তারতম্য অনুভব করে এবং পূর্বনির্ধারিত কোনো 'ঠান্ডায়' কমপ্রেসার কে বন্ধ বা চালু করতে পারে।

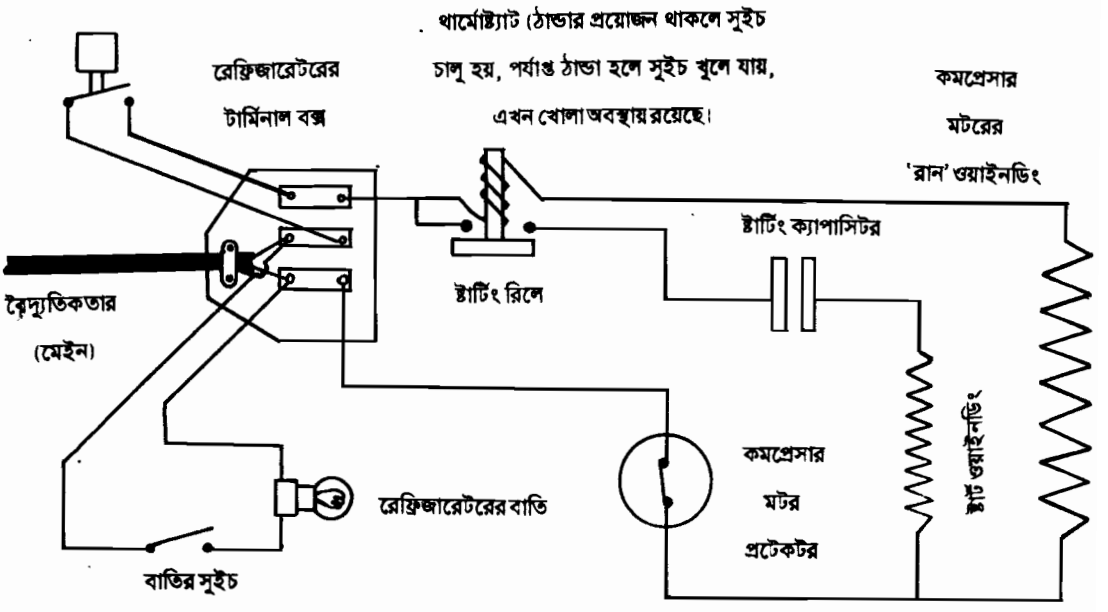
আগেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, আমরা বিদ্যুৎ কর্তৃপক্ষের কাছ থেকে আমাদের বাসার জন্য যে সরবরাহ পাই, তা পরিবর্তী প্রবাহ এবং তার চাপ ২২০ ভোল্ট। অতএব বাসার রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসারের মটর, কমপ্রেসারের যাবতীয় রক্ষণমূলক ব্যবস্থা, থার্মোস্ট্যাট, রেফ্রিজারেটরের বাতি ইত্যাদি সবই ২২০ ভোল্টের উপযোগী করে তৈরী করা হয়।

আমরা জানি যে, সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থায় যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়, তা একমুখী প্রবাহী (ডিসি) এবং চাপ সাধারণত ১২ অথবা ২৪ ভোল্ট। অতএব, সৌর ফটোভোল্টয়িক ব্যবস্থায় যে রেফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয় তার প্রতিটি বৈদ্যুতিক উপাদান ১২ ভোল্ট এবং একমুখী প্রবাহের উপযোগী হতে হবে। এ কারণেই সৌর শক্তি চালিত রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসার, থার্মোস্ট্যাট ইত্যাদি ১২ ভোল্টের উপযোগী করে প্রস্তুত করা হয়। একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরে বিভিন্ন উপাদান কি ভাবে একে অপরের সঙ্গে যুক্ত থাকে, তা ৫৭ নং চিত্রে দেখানো হলো।

www.banglainternet.com

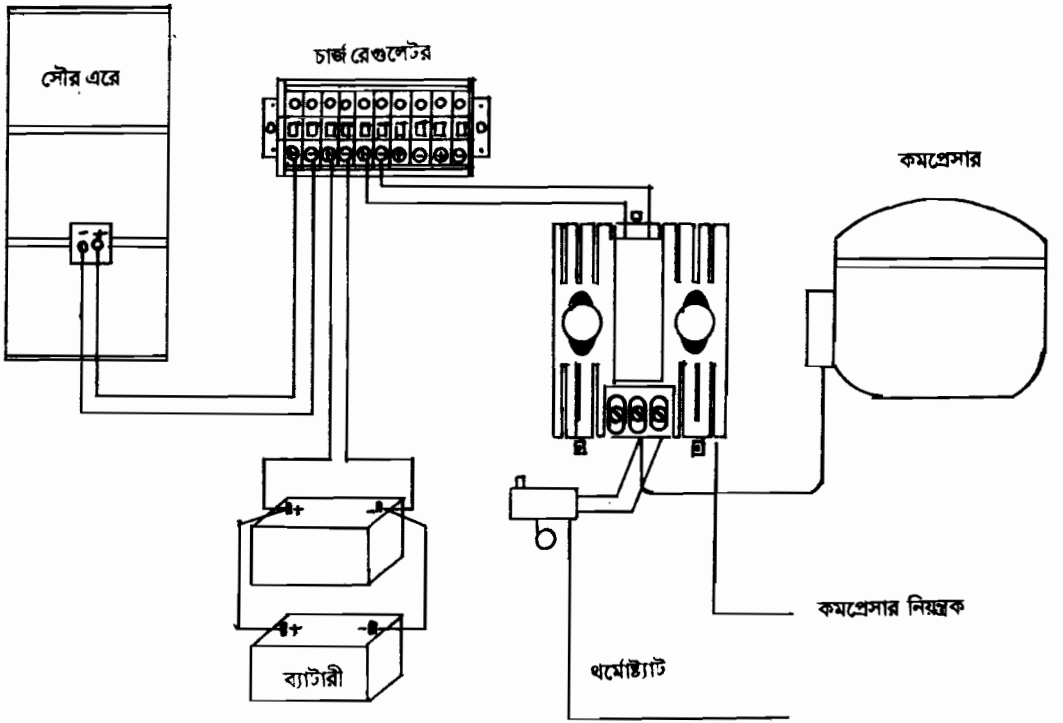
Goto List >

চিত্র ৫৬ কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরের (একমুখী প্রবাহী বিদ্যুৎ)বৈদ্যুতিক বর্তনী



www.banglainternet.com

চিত্র ৫৭ সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজরেটরের বিভিন্ন অংশের বৈদ্যুতিক সংযোগ



www.banglainternet.com

Goto List >

Goto List >

আবারো এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটর এবং সাধারণ রেফ্রিজারেটরে যান্ত্রিক বর্তনীর মধ্যে কোনো পার্থক্যই নেই। অর্থাৎ সেই *এভাপোরেটর, কনডেনসার, ক্যাপিলারীনল, ফিল্টার-ড্রায়ার,* একই ফ্রিয়ন গ্যাস উভয় রেফ্রিজারেটরেই ব্যবহৃত হয়। মূল বিভেদগুলো দেখা যায় বৈদ্যুতিক ব্যবস্থায়। সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসার একমুখী প্রবাহতে চলে এবং রেফ্রিজারেটরের সঙ্গে ব্যাটারীও জুড়ে দেয়া হয়, যাতে সূর্যের আলো না থাকলেও সংরক্ষিত বিদ্যুৎ দিয়ে রেফ্রিজারেটর চলতে পারে। এছাড়াও রেফ্রিজারেটরের সঙ্গে ইলেকট্রনিক চার্জ নিয়ন্ত্রক জুড়ে দেয়া হয়, যাতে অতি বেশী চার্জে ব্যাটারী নষ্ট না হয়ে যায় এবং রেফ্রিজারেটর যাতে ব্যাটারী হতে অতি মাত্রায় বিদ্যুৎ গ্রহণ করে ব্যাটারীকে বিকল না করে দেয়।

এছাড়াও সৌর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরের কমপ্রেসারের সঙ্গে একটি কমপ্রেসার নিয়ন্ত্রক (কমপ্রেসার কন্ট্রোলার) জুড়ে দেওয়া হয়। কমপ্রেসার নিয়ন্ত্রকের মূল কাজ হচ্ছেঃ

- ব্যাটারী বা "এরে" হতে প্রাপ্ত একমুখী প্রবাহের কমুটেশন দ্বারা কমপ্রেসারের মটরের ঘর্ণুনকে সম্ভবপর করা।

- কমপ্রেসারকে অতিরিক্ত লোডের (ওভারলোড) হাত থেকে রক্ষা করা এবং ব্যাটারীকে অতিমাত্রায় "ডিসচার্জ" হতে বিরত রাখা।

বর্তমান সময়ের বেশীর ভাগ সৌর রেফ্রিজারেটরে 'ডানফস' (ডেনমার্ক) কোম্পানীর তৈরী কমপ্রেসার ব্যবহৃত হচ্ছে। বিশেষজ্ঞদের মতে, ডানফস কোম্পনীর ডি,সি কমপ্রেসারই সবচেয়ে নির্ভরশীল কমপ্রেসার। এই প্রস্তুতকারক তাদের "বিডি ২·৫" মডেলের কমপ্রেসারের কার্য্যপ্রনালী বর্ণনা করতে যেয়ে উল্লেখ করছে যে, প্রথমেই *"একমুখী প্রবাহ (ডিসি) একটি ইলেকট্রনিক ক্ষমতা নিয়ন্ত্রকে (ইলেকট্রনিক পাওয়ার ইউনিট) যায়। এই নিয়ন্ত্রক অপরিহার্য, কারন কমপ্রেসার প্রকৃত পক্ষে একটি ব্রাশ বিহীন ডিসি মটরের সাহায্যে চালানো হয়। কমুটেশন, যা সাধারণত ব্রাশের সাহায্যে ঘটানো হয়, এ ক্ষেত্রে সেটি ইলেকট্রনিক নিয়ন্ত্রক দিয়ে করানো হয়। এই নিয়ন্ত্রক মটরের ঘূর্ণনের দিক অনুভব করে এবং ডিসি প্রবাহকে হুবহু সঠিক সময়ে বিপরীতমুখী করে দিয়ে মটরের ঘুর্ননকে সম্ভবপর করে দেয়।"* ডানফসের এই বিডি ২·৫ মডেলের কমপ্রেসার ১২ ভোল্টে চালানোর জন্য পাওয়া যায় এবং ২৪ ভোল্টের জন্যও পাওয়া যায় এবং সব সময়ই একটি "ইলেকট্রনিক কমুটেটিং" ব্যবস্থাসহ

www.banglainternet.com

Goto List >

সরবরাহ করা হয়। এবং এটি ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রক হিসেবেও কাজ করে। ব্যাটারীর ভোল্টেজ ১০·৫ ভোল্টের নীচে নেমে এলেই এই নিয়ন্ত্রক রেফ্রিজারেটর বন্ধ রাখে এবং ১১·৫ ভোল্ট পাওয়া গেলেই পুনঃচালু করে। একটি কমপ্রেসার ঘন ঘন চালু হওয়ার চেষ্টা করলে, অতিরিক্ত তাপ উৎপন্ন হয়, এতে কমপ্রেসার মটর জ্বলে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এ অবস্থার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য, এই নিয়ন্ত্রকে প্রতিরক্ষার ব্যবস্থা থাকে। এই প্রতিরক্ষা ব্যবস্থার বদৌলতে একটি কমপ্রেসার কমপক্ষে ৮০ সেকেন্ড অন্তর অন্তর সর্বমোট চারবার চালু হওয়ার চেষ্টা করতে পারে। এতে মটর পুড়ে যাওয়ার সম্ভবনা অনেক হ্রাস পায়। এছাড়াও, এই নিয়ন্ত্রকে ফিউজ স্থাপন করা থাকে, যাতে রেফ্রিজারেটর স্থাপন করার সময়, প্রাথমিক পর্যায়ে ভুল সংযোগের কারণে (যেমন একটি ঋনাত্বক প্রান্তে ধনাত্বক তারের সংযোগ) রেফ্রিজারেটর ক্ষতিগ্রস্থ না হয়।

www.banglainternet.com

Goto List >

৮

সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন

www.banglainternet.com

Goto List >

৮.০ সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন

এ অধ্যায়ে সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন সম্পর্কে আলোচনা করা হবে। ডিজাইন একটি বিশাল বিষয়, সম্পূর্ণ ভাবে তো নয়ই, আংশিকভাবেও আলোচনা এই অধ্যায়ে শেষ করা সম্ভব নয়। অতএব, এই অধ্যায়ের সীমাবদ্ধতা অনেক। তাই প্রথমেই উল্লেখ করা যাক, এই অধ্যায়ে কি পর্যালোচনা করা হবে এবং কি এ অধ্যায়ের আওতায় আসবে না।

দুই ধরণের মৌলিক সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার কথা আমরা জানি। এক ধরণের ব্যবস্থায় ব্যাটারী সংযোজন করা থাকে। অপর ধরণের ব্যবস্থায় ব্যাটারী থাকে না। ব্যাটারীবিহীন ব্যবস্থায় গ্রাহক যন্ত্র, যেমন পাম্প, সরাসরি প্যানেল হতে শক্তি গ্রহণ করে। এ ধরণের ব্যবস্থার ডিজাইন অনেক জটিল। গ্রাহক যন্ত্র ও সৌর প্যানেলের ধর্মাবলী সম্পর্কে ডিজাইনারের প্রভূত জ্ঞান ও অভিজ্ঞতা ছাড়া এ ধরণের সরাসরি ব্যবস্থার ডিজাইন প্রণয়ন মোটামুটি অসম্ভব। সরাসরি প্যানেল হতে (ব্যাটারী ছাড়াই) শক্তি গ্রহণ করে, এমন জটিল ধরণের ব্যবস্থার ডিজাইন প্রক্রিয়া এই বইয়ের আলোচ্য বিষয় নয়, ব্যাটারী যুক্ত ক্ষুদ্র সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন পদ্ধতি তুলে ধরাই এ অধ্যায়ের উদ্দেশ্য।

একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার ডিজাইন বলতে মূলতঃ ওই ব্যবস্থার জন্য প্রয়োজনীয় বিভিন্ন অংশের ক্ষমতা নির্ধারণ করাটাকেই বোঝানো হয়। আরো নির্দিষ্ট ভাবে উল্লেখ করা যায় যে, ডিজাইন পর্বে দু'টো কাজ সমাধা করতে হয়, প্রথমতঃ সৌর প্যানেলের "সাইজ" নির্ধারণ করা এবং দ্বিতীয়তঃ ব্যাটারীর "সাইজ" নির্ধারণ করা।

৮.১ সৌর প্যানেলের সাইজ নির্ধারণ

সৌর প্যানেল থেকে আমারা যে শক্তি পাই, তা *ওয়াট ঘন্টায়* মাপা হয়। অতএব *ওয়াট ঘন্টাই* এখানে মূল একক।

www.banglainternet.com

Goto List >

গ্রাহক যন্ত্রগুলোও যে শক্তি ব্যবহার করে, তাও *ওয়াটঘন্টাতে* মাপা হয়। শক্তির যে অপচয় ঘটে সেটিও *ওয়াট ঘন্টাতে* মাপা হয়। প্যানেলের সাইজ কি হবে, সেটি জানার জন্য প্রথমেই জানতে হবে, সব গ্রাহক যন্ত্র প্রতিদিন কত *ওয়াট ঘন্টা* শক্তি ব্যাটারী হতে গ্রহণ করবে। এর পরেই জানতে হবে, গ্রাহক যন্ত্রগুলো প্রতিদিন ব্যাটারী হতে সর্বমোট যে *ওয়াট ঘন্টা* শক্তি টেনে নেবে, সেটিকে পুরণ করার জন্য এবং বৈদ্যুতিক তারে ও ব্যাটারীতে সংঘটিত অপচয় পূরন করার জন্য সৌর প্যানেল হতে কাঙ্খিত *ওয়াট ঘন্টা* কত হওয়া উচিত। আমাদের স্মরণ রাখা উচিত যে, সৌর শক্তি চালিত একটি ব্যবস্থায় শক্তি মূলতঃ গ্রাহক যন্ত্রের পেছনে ব্যয় হলেও, তারে ভোল্টেজের পতনের কারণে এবং ব্যাটারীর দক্ষতা শতকরা ১০০ ভাগ না হওয়ার কারণে, বেশ কিছু ক্ষমতার অপচয় ঘটে এবং এই অপচয় অবশ্যই সর্বমোট প্রয়োজনীয় ক্ষমতার সঙ্গে যোগ করতে হবে। যেহেতু সৌর প্যানেলই এখানে সব শক্তির উৎস, সৌর প্যানেলের *ওয়াট ঘন্টা* নির্ধারণের জন্য তারে এবং ব্যাটারীতে অপচয় অবশ্যই হিসাবে যোগ করে নিতে হবে।

৮.১.১ গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা নির্ণয়

পুরো সৌর ব্যবস্থার মূল কাজ হচ্ছে, গ্রাহক যন্ত্রকে ক্ষমতা সরবরাহ করা। গ্রাহক যন্ত্রই সব হিসাবের উৎপত্তিস্থল, তাই হিসাবের প্রথমেই সব গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন বের করে নিতে হবে। গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন বের করার পন্থা খুবই সহজ। এ ক্ষেত্রে কয়েকটি সহজ যোগ, গুণই যথেষ্ট।

ওয়াট ঘন্টা/দিন = ওয়াট × প্রতিদিন কত ঘন্টা চলবে

(ও-ঘ/দিন) = (ও ×ঘ/দিন)

এখানে 'ও' বলতে, ওয়াটে যন্ত্রের ক্ষমতা বোঝানো হচ্ছে।

ঘ/দিন দিয়ে, প্রতিদিন ঐ যন্ত্রটি কত ঘন্টা ব্যবহৃত হবে তা বোঝানো হচ্ছে।

যেমন, একটি ২০ ওয়াটের বাতি প্রতিদিন ৮ ঘন্টা জ্বালানো হলে,

২০ ওয়াট x ৮ ঘন্টা= ১৬০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তির প্রয়োজন হবে।

আবার, একটি ২০০ ওয়াটের যন্ত্র প্রতিদিন ৫ ঘন্টা চালানো হলে,

www.banglainternet.com

Goto List >

২০০ ওয়াট ×৫ ঘন্টা=১০০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তির প্রয়োজন হবে।

অনেকেই হয়তো প্রশ্ন করতে পারেন, শক্তি নির্ণয়ে "প্রতিদিন" একক কেনো জুড়ে দেওয়া হচ্ছে? অর্থাৎ আমরা ওয়াট ঘন্টা/দিন কেনো ব্যবহার করছি? এর উত্তর হচ্ছে এই যে, সৌর প্যানেলের ক্ষমতার হিসাব প্রতিদিনের একটি সাইকেলের জন্য তুলে ধরাই সহজ। কিন্তু একটি গ্রাহক যন্ত্র প্রতিদিন নিয়মিত ব্যবহার না হয়ে ভিন্ন ভিন্ন দিন, ভিন্ন ভিন্ন সময়ের জন্য ব্যবহার করা হতে পারে। সে ক্ষেত্রে একটি পূর্ণ সপ্তাহে বা পূর্ণ মাসে যন্ত্রটি কতঘন্টা ব্যবহৃত হতে পারে, তা বের করে প্রতিদিনের গড় মান নির্ণয় করে, হিসাবের জন্য ব্যবহার করার সুপারিশ রয়েছে।

যেমন, একটি ভিডিও সপ্তাহে ৪ বার ৪ ঘন্টা করে চালানো হয়। ভিডিওটি চালানোর জন্য ১২৫ ওয়াট ক্ষমতার প্রয়োজন পড়ে। সে ক্ষেত্রে ব্যাটারী হতে কত ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তির প্রয়োজন হবে?

ওয়াট ঘন্টা প্রতি সপ্তাহের= ১২৫ ওয়াট × ৪ঘন্টা × ৪বার,

=২০০০ ওয়াট ঘন্টা

অতএব ওয়াট ঘন্টা প্রতিদিন

$$= \frac{\text{২০০০ওয়াট ঘন্টা প্রতিসপ্তাহ}}{\text{৭দিন প্রতি সপ্তাহ}}$$

= ২৮৯ ওয়াট ঘন্টা/দিন

গ্রাহক যন্ত্রের সংখ্যা একাধিক হলে, প্রতিটি যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা আলাদা আলাদা ভাবে হিসাব করে যোগ করে নিতে হবে।

যেমন ধরা যাক, একটি বাড়িতে

একটি ২০ ওয়াটের বাতি প্রতিদিন ৮ ঘন্টা ব্যবহার করা হয়

একটি ১০ ওয়াটের বাতি প্রতিদিন ৫ ঘন্টা ব্যবহার করা হয়

একটি ৫ ওয়াটের বাতি প্রতিদিন ১০ ঘন্টা ব্যবহার করা হয়

সেক্ষেত্রে,

সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন=২০× ৮+১০ ×৫+৫ × ১০

www.banglainternet.com

Goto List >

=১৬০+৫০+৫০=২৬০ওয়াটঘন্টা/দিন

৮.১.২ গ্রাহক যন্ত্র এবং ব্যাটারী সংযোগকারী তারে অপচয় নির্ণয়

"গ্রাহকযন্ত্র এবং ব্যাটারীর মধ্যবর্তী তারে শক্তির অপচয় শতকরা ৫ ভাগ"— এই সুপারিশ অনুসরণ করে অপচয় নির্ধারণ করা হয়ে থাকে।

ধরা যাক, একটি গ্রাহক যন্ত্রের জন্য ২০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তির প্রয়োজন, সে ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক তারে অপচয়

২০০× ০·০৫=১০ ওয়াট ঘন্টা/দিন

ব্যাটারী এবং গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যবর্তী তারে যে অপচয় হয়, সেটি জানা থাকলে, গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টার সঙ্গে অপচয় যোগ করে দিলেই, ব্যাটারী হতে যে শক্তি গ্রাহক যন্ত্র টেনে নিবে, তা নির্ণয় করা সম্ভব হবে। ধরা যাক, গ্রাহক যন্ত্রের জন্য সর্বমোট ৩০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তির প্রয়োজন। সেক্ষেত্রে ব্যাটারী পর্যন্ত তারে অপচয়

৩০০ ×০·০৫=১৫ ওয়াট ঘন্টা/দিন

তাহলে ব্যাটারী হতে সর্বমোট শক্তির চাহিদা হবে =৩০০+১৫=৩১৫ ওয়াট ঘন্টা/দিন

৮.১.৩ ব্যাটারীতে অপচয় নির্ণয়

ব্যাটারীতেও কিছু শক্তির অপচয় ঘটে। প্যানেল হতে যত শক্তি ব্যাটারীতে দেয়া হয়, তার সবটুকুই ব্যাটারী হতে ফেরত পাওয়া যায় না। এই অপচয় ব্যাটারীর দক্ষতার উপর নির্ভরশীল। ব্যাটারীর দক্ষতা যদি শতকরা ৭০ ভাগ হয়, ব্যাটারীতে শতকরা ৩০ ভাগ অপচয় ঘটে। অতএব, একটি ব্যাটারীর দক্ষতা যদি শতকরা ৭০ ভাগ হয়, প্যানেল হতে প্রাপ্ত সর্বমোট ওয়াট ঘন্টাকে ০·৭ দিয়ে গুন করলেই গ্রাহক যন্ত্রের জন্য প্রাপ্য প্রকৃত ওয়াট ঘন্টা বের করা যায়। এ হিসাবটাই বিপরীত দিক থেকেও করা সম্ভব। অর্থাৎ গ্রাহক যন্ত্রের জন্য কত ওয়াট ঘন্টার প্রয়োজন তা যদি জানা

www.banglainternet.com

Goto List >

থাকে, সেই সংখ্যাকে ব্যাটারীর দক্ষতা দিয়ে ভাগ করলেই ব্যাটারীতে কত ওয়াট ঘন্টা শক্তি দিতে হবে, তা নির্ণয় করা সম্ভব। এর অর্থ হলো, একটি ব্যাটারীর দক্ষতা যদি ৭০% হয় এবং ব্যাটারী হতে গ্রাহক যন্ত্রকে যদি ২০০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি সরবরাহ করতে হয়, সেক্ষেত্রে ব্যাটারীতে ২০০÷০·৭=২৮৬ ওয়াট ঘন্টা শক্তি সরবরাহ করতে হবে।

একটি উদাহরণ দিয়ে ব্যাপারটি আরো স্বচ্ছ করা হচ্ছে।

একটি ব্যাটারী হতে গ্রাহক যন্ত্রকে ৩০০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি সরবরাহ করতে হবে। ব্যাটারীর দক্ষতা ৭০% হলে, ব্যাটারীতে কত ওয়াট ঘন্টা শক্তি সরবরাহ করতে হবে?

ব্যাটারীতে সরবরাহ করতে হবে= ৩০০÷০·৮=৩৭৫ ওয়াট ঘন্টা।

আরো একটি উদাহরণ তুলে ধরা হচ্ছে।

একটি ব্যবস্থায়, যন্ত্রগুলো ব্যাটারী হতে ১০০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন হারে শক্তি নেয়। ব্যাটারীর দক্ষতা ৮০% হলে, সৌর এরে হতে ব্যাটারীতে কত ওয়াট ঘন্টা/দিন পৌঁছাতেহবে?

উত্তরঃ ১০০০÷০·৭=১৪২৯ ওয়াট ঘন্টা/দিন

৮.১.৪ প্যানেল এবং ব্যাটারী সংযোগকারী তারে অপচয় নির্ণয়

ব্যাটারী হতে গ্রাহক যন্ত্র পর্যন্ত তারেই শুধু শক্তির অপচয় ঘটে না, প্যানেল হতে নিয়ন্ত্রক (কন্ট্রোলার) হয়ে ব্যাটারী পর্যন্ত তারেও শক্তির অপচয় ঘটে। এর অর্থ হলো, প্যানেল হতে ব্যাটারীতে যে শক্তি সরবরাহ করা হবে, সেটি হিসাব করার সময় তারে সংঘটিত এই অপচয়ও যোগ করে নিতে হবে। *"তারে অপচয় শতকরা ৫ ভাগের বেশী হবে না"*–এই সুপারিশ এখানেও গ্রহনযোগ্য। অতএব, তারে সংঘটিত অপচয় নির্ণয় করার উদ্দেশ্যে ব্যাটারীর জন্য প্রয়োজনীয় "ওয়াট ঘন্টা/দিন" কে ৫% দিয়ে গুণ করতে হবে।

এবারেও একটি উদাহরণ দিয়ে হিসাবের নীতিটি স্বচ্ছ করা হচ্ছেঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রশ্নঃ হিসাব করে পাওয়া গেলো যে, একটি ব্যাটারীকে সৌর প্যানেল হতে ২০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তি পেতে হবে। প্যানেল এবং ব্যাটারীর মধ্যবর্তী তারে সংঘটিত অপচয় কতটুকু?

উত্তরঃ ২০০ ×০.০৫ =১০ ওয়াট ঘন্টা/দিন

৮.১.৫ প্যানেলকে যে ওয়াট ঘন্টা সরবরাহ করতে হবে তা নির্ণয়

আমরা এ পর্য্যন্ত যা যা নির্ণয় করেছি তা হলোঃ

▲ *গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা (৮.১.১)*

▲ *গ্রাহক যন্ত্র এবং ব্যাটারী সংযোকারী তারে অপচয় (৮.১.২)*

▲ *ব্যাটারীতে অপচয় (৮.১.৩)*

▲ *প্যানেল এবং ব্যাটারী সংযোগকারী তারে অপচয় (৮.১.৪)*

উপরের সবক'টি ওয়াট ঘন্টাই প্যানেলকেই সরবরাহ করতে হবে, অন্য কোনো শক্তির উৎস আমাদের হাতে নেই। তাহলে উপসংহার টানা যায় যে, প্যানেল হতে যে ওয়াট ঘন্টা আসতে হবে, সেটি হচ্ছে ব্যবস্থায় ব্যবহৃত সকল ওয়াট ঘন্টার যোগফলের সমান।

সাধারণ একটি নিয়মের আকারে উপরের হিসাব নিকাশগুলোকে তুলে ধরা যায়ঃ

সৌর প্যানেল হতে কত ওয়াট ঘন্টা/দিন সরবরাহ করতে হবে তা নির্নয় করার জন্য *গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা, গ্রাহক যন্ত্র এবং ব্যাটারী সংযোগকারী তারে অপচয়, ব্যাটারীতে অপচয়, প্যানেল ও ব্যাটারী সযোগকারী তারে অপচয় যোগ করতে হবে।*

৮.১.৬ সৌর প্যানেলের প্রকৃত শক্তি নির্ণয়

আপাত দৃষ্টিতে মনে হতে পারে যে, সর্বমোট কত "ওয়াট ঘন্টা/দিন" শক্তির প্রয়োজন, সেটি জানা থাকলেই সর্বমোট ক'টি প্যানেল দরকার সেটিও সঙ্গে সঙ্গে বের করা যায়। কিন্তু ব্যাপারটি একটু অন্যরকম। কারণ আমরা জানি না, বাস্তবে একটি

www.banglainternet.com

Goto List >

প্যানেল একটি নির্দিষ্ট জলবায়ুতে এবং ভৌগলিক অবস্থানে গড়ে প্রতিদিন কত শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম হবে। এ নিয়ে অনেক পরীক্ষা নিরিক্ষা হয়েছে এবং এখনো চলছে। আমরা আমাদের হিসাবের জন্য এ ধরণের একটি পরীক্ষার ভিত্তিতে পাওয়া সুপারিশকে আমাদের বাংলাদেশের জলবায়ুতে ডিজাইনের জন্য প্রয়োগ করবো। সুপারিশটি কি?

"একটি সৌর প্যানেলের প্রতি ১ পিক-ওয়াট ক্ষমতা প্রতিদিন গড়ে ৩·৪৩ ওয়াট ঘন্টা শক্তি উৎপন্ন করতে সক্ষম"- এটিই হচ্ছে সুপারিশ। অর্থাৎ একটি সৌর প্যানেলের প্রস্তুতকারক যদি প্যানেলের ক্ষমতা ৩৫ *পিক ওয়াট* হিসাবে উল্লেখ করে থাকেন, তাহলে বুঝতে হবে, সেই প্যানেল হতে *প্রতিদিন* ৩৫ × ৩·৪৩ = ১২০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি উৎপন্ন করা সম্ভব হবে।

আবার, একটি সৌর প্যানেলের ক্ষমতা ৪৫ পিক ওয়াট হলে সেই প্যানেল হতে প্রতিদিন ৪৫x ৩·৪৩=১৫৪ ওয়াট ঘন্টা শক্তি উৎপন্ন করা সম্ভব হবে। আগেও উল্লেখ করা হয়েছে যে, কোনো ব্যবস্থায় একাধিক সৌর প্যানেল ব্যবহার করা হলে, ব্যবস্থার সর্বমোট শক্তি প্রতিটি প্যানেলের শক্তির যোগফলের সমান। একটি ব্যবস্থায় ১২০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তি সম্পন্ন ৪টি প্যানেল থাকলে তার সর্বমোট শক্তি হবেঃ

৪ ×১২০=৪৮০ ওয়াট ঘন্টা/দিন।

আবারো উল্লেখ করা হচ্ছে যে, প্যানেলের সংযোগ শ্রেণী-সমবায় বা সমান্তরাল (সিরিজ বা প্যারালাল) বা দুয়ের মিশ্রণ হলেও, সর্বমোট শক্তি সর্বদাই সবক'টি প্যানেলের শক্তির যোগফলের সমান হবে। এ থেকে একটি উপসংহার টানা যায় যেঃ

সৌর এরের প্যানেলগুলো শ্রেনী সমবায় বা সমান্তরাল সমবায় বা মিশ্রিত সমবায়— যে ভাবেই যুক্ত করা হোক না কেনো, এতে ভোল্টেজ বা প্রবাহ উভয়ই পরিবর্তিত হতে পারে, কিন্তু *সর্বমোট সরবরাহকৃত ওয়াট ঘন্টার কোনো পরিবর্তন ঘটেনা*, সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা সর্বদাই প্রতিটি প্যানেলের ওয়াট ঘন্টার যোগফলের সমান।

৮.১.৭ প্যানেলের সংখ্যা নির্ণয়

প্যানেল হতে কত ওয়াট ঘন্টা/দিন পেতে হবে সেটি জানা থাকলে এবং আমাদের পছন্দ করা প্যানেল কত ওয়াট ঘন্টা/দিন সরবরাহ করতে সক্ষম, এই দুটি তথ্য জানা থাকলেই প্যানেলের সংখ্যা নির্ণয় করা সম্ভব।

www.banglainternet.com

Goto List >

$$\text{প্যানেলেরসংখ্যা} = \frac{\text{প্যানেল হতে পেতে হবে যত ওয়াট ঘন্টা/দিন}}{\text{পছন্দ করা প্যানেল দিতে সক্ষম যত ওয়াট/দিন}}$$

যেহেতু কোনো প্যানেলের ভগ্নাংশের ধারণাটি এখানে গ্রহণযোগ্য নয়, সেহেতু হিসাবে কোনো ভগ্নাংশ পাওয়া গেলে, ভগ্নাংশের স্থলে একটি পুরো প্যানেল ধরে নেওয়াই যুক্তি সঙ্গত।

প্রশ্নঃ একটি সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় সৌর এরে হতে প্রতিদিন ১৪০০ ওয়াট ঘন্টা শক্তির চাহিদা রয়েছে। একটি প্যানেল প্রতিদিন ১২০ ওয়াট ঘন্টা সরবরাহ করতে সক্ষম। সর্বমোট কয়টি প্যানেল প্রয়োজন পড়বে?

উত্তরঃ ১৪০০÷১২০= ১১৬৬টি। একটি প্যানেলকে ভেঙ্গে ০৬৬ টি প্যানেল পাওয়া সম্ভব নয়, অতএব বাস্তবে ১২ টি প্যানেলই হচ্ছে প্রকৃত উত্তর।

প্রশ্নঃ ২৪ ভোল্টের একটি ব্যবস্থায় প্রতিদিন ১৫০০ ওয়াট ঘন্টা শক্তির প্রয়োজন। ১টি ১২ ভোল্টের প্যানেল হতে ১২০ ওয়াট ঘন্টা/দিন পাওয়া গেলে সর্বমোট ক'টি প্যানেল স্থাপন করা উচিত?

উত্তরঃ১৫০০÷১২০=১২·৫টি।।

এক্ষেত্রে প্যানেল সংখ্যা ১৩ হলে অসুবিধা আছে। একটি প্যানেল ১২ ভোল্ট সরবরাহ করার উপযোগী, অতএব ২৪ ভোল্ট পেতে হলে এক জোড়া ব্যাটারীর প্রয়োজন। অর্থাৎ সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন এর চাহিদা যাইই হোক না কেনো, সর্বমোট ব্যাটারীর সংখ্যা জোড় হতে হবে নচেৎ ২৪ ভোল্ট পাওয়া সম্ভব নয়। অতএব এ ক্ষেত্রে সঠিক উত্তর হবে ১৪টি অর্থাৎ ৭ জোড়া।

৮.২ ব্যাটারীর "সাইজ" নির্ণয়

আমরা এ পর্যন্ত যে হিসাব নিকাশ করে এসেছি, সেগুলোতে একক হিসাবে 'ওয়াট ঘন্টা' ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু ব্যাটারীর ক্ষমতা সাধারণত এমপিয়ার ঘন্টাতে প্রকাশ করা হয়ে থাকে এবং ব্যাটারীর বর্ণনা সম্পূর্ণ করার জন্য ব্যাটারীর ভোল্টও উল্লেখ করা হয়ে থাকে।

আমরা জানি যে,

ওয়াট= ভোল্ট × এমপিয়ার

www.banglainternet.com

Goto List >

আমরা যদি ব্যাটারীর ওয়াট ঘন্টা বের করতে চাই, তাহলে ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টাকে ভোল্ট দিয়ে গুণ করলেই সেটি বের হয়ে আসবে। অর্থাৎ

ওয়াট ঘন্টা=ভোল্ট × এমপিয়ার ঘন্টা

একটি ১২ ভোল্টের ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা ক্ষমতা সম্পন্ন ব্যাটারীর ওয়াট ঘন্টা হবে ১০০ ×১২= ১২০০ ওয়াট ঘন্টা। আবার ওয়াট ঘন্টা জানা থাকলে, সেটিকে ব্যাটারী ভোল্ট দিয়ে ভাগ করলেই ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা বেরিয়ে আসবে। অতএব ১২০০ ওয়াট ঘন্টা শক্তি সম্পন্ন ব্যাটারী কত এমপিয়ার ঘন্টা দেবে, তার হিসাব হচ্ছেঃ ১২০০+১২= ১০০ এমপিয়ার ঘন্টা। একটি ব্যাটারীর "এমপিয়ার ঘন্টা" প্রকৃত পক্ষে ব্যাটারীটি একটি গ্রাহক যন্ত্রকে কত বিদ্যুৎ প্রবাহ দিতে সক্ষম, সেই ক্ষমতাকেই বোঝায়। অতএব ব্যাটারীর দক্ষতার প্রশ্ন এখানে আসে না। সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থায় ব্যাটারী কত এমপিয়ার ঘন্টা/দিন ক্ষমতা সম্পন্ন হতে হবে সেটি নির্ণয় করার জন্য (ক) প্রথমেই সব গ্রাহক যন্ত্রের সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন বের করতে হবে এবং (খ) ব্যাটারীর গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যবর্তী তারে সংঘটিত অপচয় বের করতে হবে। এবং(গ) এ দুটি যোগ করার পর যে ফল পাওয়া যাবে সেটিকে (ঘ) ব্যাটারীর ভোল্ট দিয়ে ভাগ করতে হবে।

একটি ব্যাটারীর পূর্ণ ক্ষমতা প্রতিদিন সম্পূর্ণভাবে ব্যবহৃত হয়ে যাওয়ার অর্থ হচ্ছে, ব্যাটারীটি প্রতিদিন সম্পূর্ণভাবে "ডিসচার্জ" হবে। এতে ব্যাটারী খুব তাড়াতাড়ি নষ্ট হয়ে যাবে। ব্যাটারীর ব্যবহারিক জীবন দীর্ঘ করার জন্য এবং মেঘলা দিনে সৌর শক্তির দৈন্যতা মোকাবিলার জন্য, ব্যাটারীর ক্ষমতা অনেক বেশী হওয়া উচিত। *কতটুকু বেশী হওয়া উচিত?* একটি প্রচলিত রীতি হচ্ছে যে, *একটি ব্যাটারী তার প্রতিদিনের জন্য প্রয়োজনীয় এমপিয়ার ঘন্টার ৫ গুণ ক্ষমতা সম্পন্ন হওয়া উচিত।* এই রীতির আরেকটি অর্থ হলো, ব্যাটারীতে ৫ দিনের ক্ষমতা মজুদ থাকবে। আরেক ভাবে বলা যায় যে, ব্যাটারী প্রতিদিন তার সর্বমোট ক্ষমতার পাঁচ ভাগের এক ভাগ বা শতকরা ২০ ভাগ হারে 'ডিসচার্জ" হতে পারবে।

এ পর্যায়ে ব্যাটারীর "সাইজ" নির্ণয়ের জন্য নিয়মটিকে এ ভাবে উদ্ধৃত করা যেতে পারেঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা নির্ণয় করার জন্য প্রথমেই (ক) গ্রাহক যন্ত্রের সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন বের করতে হবে এবং (খ) ব্যাটারী এবং গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যবর্তী তারের অপচয় 'ক' এ পাওয়া মানের সঙ্গে যোগ করতে হবে (গ) এই যোগের ফলে যে ওয়াট ঘন্টা/দিন বেরিয়ে আসবে, তাকে ব্যাটারী ভোল্টেজ দিয়ে ভাগ করলে, ব্যাটারীর প্রতিদিনের জন্য প্রয়োজনীয় এমপিয়ার ঘন্টা/দিন বেরিয়ে আসবে এবং (ঘ) পরিশেষে, এ এমপিয়ার ঘন্টা/দিন কে ৫ দিয়ে গুন করলে, পুরো ব্যবস্থার প্রয়োজনীয় ব্যাটারীর সর্বমোট এমপিয়ার ঘন্টা বেরিয়ে আসবে।

প্রশ্নঃ গ্রাহক যন্ত্রের সর্বমোট চাহিদা ৩০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন এবং তারে অপচয় ১৫ ওয়াট ঘন্টা/দিন। ব্যাটারীর ভোল্টেজ ১২ হলে, ব্যাটারীর ক্ষমতা কত হওয়া উচিত?

উত্তরঃ

অপচয় সহ চাহিদা = ৩০০+১৫=

= ৩১৫ ওয়াট ঘন্টা/দিন

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা/দিন = ওয়াট ঘন্টা/দিন+১২

=৩১৫+১২

=২৬.২৫ এমপিয়ার ঘন্টা/দিন

ব্যবস্থার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যাটারীর নূন্যতম সর্বমোট ক্ষমতা

=২৬.২৫ × ৫ =১৩১.২৫ এমপিয়ার ঘন্টা।

www.banglainternet.com

Goto List >

প্রশ্নঃ হিসাব করে দেখা গেলো যে, একটি ব্যবস্থার গ্রাহক যন্ত্র সর্বমোট ১৫০০ ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তি গ্রহন করে এবং তারে অপচয় শতকরা ৫ ভাগ। ২৪ ভোল্টের ব্যবস্থায় ব্যাটারীর ন্যূনতম ক্ষমতা কত হওয়া উচিত?

উত্তরঃ ২৪ ভোল্টের ব্যাটারী হতে যে শক্তি সরবরাহ করতে হবে, সেটি হচ্ছে ঃ

অপচয় = ১৫০০ × ০·০৫ = ৭৫ ওয়াট ঘন্টা

১৫০০+৭৫=১৫৭৫

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা/দিন=১৫৭৫÷২৪

=৬৫·৬২ এমপিয়ার/দিন

অতএব ব্যাটারীর ন্যূনতম ক্ষমতা হওয়া উচিত

৬৫·৬২ ×৫=৩২৮·১ এমপিয়ার ঘন্টা।

ডিজাইন প্রসঙ্গে পর্যালোচনা মোটামুটি সংক্ষিপ্ত ভাবে সমাপ্ত হয়েছে। তবে অতিদ্রুত হিসাব সম্পন্ন করার জন্য কয়েকটি ফর্মূলা ব্যবহার করা যেতে পারে। এতে হিসাবের অনেকগুলো ধাপ একবারে ডিঙিয়ে যেয়ে, সময় বাচাঁনো সম্ভব।

ধরা যাক, গ্রাহক যন্ত্রের সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন জানা আছে, সে ক্ষেত্রে প্যানেল হতে কত ওয়াট ঘন্টা/দিন শক্তি পাওয়া উচিত, তা নীচের ফর্মূলা থেকে বের করা যায়ঃ

প্যানেলের ওয়াট ঘন্টা/দিন= ১·৩৮ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন।

এখানে সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন বলতে, সব গ্রাহক যন্ত্রের চাহিদার ওয়াট ঘন্টার যোগফলের সমাহার বোঝানো হয়েছে।

এছাড়াও, পুরো ব্যবস্থার জন্য ব্যাটারীর ন্যূনতম এমপিয়ার ঘন্টা কত হওয়া উচিত, সেটি নীচের ফর্মূলা থেকে বের করা যায়ঃ

২৪ ভোল্টের ব্যাটারীর জন্যঃ

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা= ০·২২ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

www.banglainternet.com

Goto List >

১২ ভোল্টের ব্যাটারীর জন্য
ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা=০·৪৪ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

এখানে উল্লেখ করা প্রয়োজন যে, এই ফর্মুলা সব পরিস্থিতিতেই গ্রহণযোগ্য ফল দেবে। কাজেই অহরহ ব্যবহার করতে বাধা নেই। ফর্মূলার দুর্বলতা একটিই; এখানে ব্যাটারীর দক্ষতা ০·৮ ধরা হয়েছে। বাস্তবে ব্যাটারীর দক্ষতার মান ০·৮ এর কাছাকাছি হবে বলেই অনুমান করা যায়। বাস্তব সম্মত ব্যাপার হচ্ছে, যে পযর্ন্ত আমরা ব্যাটারীর ব্যাপারে চুড়ান্ত সিদ্ধান্ত না নিচ্ছি, সে পর্য্যন্ত ব্যাটারীর দক্ষতা আমরা জানতে পারছি না। ব্যাটারীর ব্যাপারে চুড়ান্ত সিদ্ধান্ত বলতে বোঝানো হচ্ছে, কোন কোম্পানীর, কোন মডেলের ব্যাটরীটি আমরা আসলে ব্যবহার করবো। আর সেটি জানা থাকলেই প্রস্তুতকারকের প্রকাশনা থেকে ব্যাটারীর প্রকৃত দক্ষতা জেনে নেয়া যায়।

ফর্মূলা প্রয়োগ করে ডিজাইন পর্ব সম্পন্ন করা উচিত, নাকি ৮·১·১ থেকে ৮·২ পর্যন্ত প্রতিটি পদক্ষেপ ধাপে ধাপে প্রয়োগ করে ডিজাইন সম্পন্ন করা উচিত, তা ডিজাইনারই তার বিশেষ বিবেচনা প্রয়োগ করে সিদ্ধান্ত নেবেন। সিদ্ধান্তের সুবিধার্থে ফর্মুলা সম্পর্কে আরেকটু বিস্তারিত আলোচনা করা হচ্ছে।

প্যানেলের ওয়াট ঘন্টা/দিন=১·৩৮ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

এখানে '১·৩৮' সংখ্যাটি কি ভাবে এলো?

আমরা জানি, ব্যাটারী হতে যন্ত্র পর্যন্ত বৈদ্যুতিক তারে ক্ষমতার অপচয় ৫%, ব্যাটারীর দক্ষতা ০·৮, এবং প্যানেল হতে ব্যাটারী পর্যন্ত তারে অপচয় ৫%। যন্ত্রের চাহিদা যদি ১ ওয়াট ঘন্টা/দিন হয়, সেক্ষেত্রে প্যানেল হতে যে শক্তি পেতে হবে, তার পরিমাণ হবে যন্ত্রের সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন এর (১·০৫ ×১·০৫)+০·৮=১·৩৭৮ = **১·৩৮ গুণ**

২৪ ভোল্টের ব্যাটারীর জন্য
ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা= ০·২২ ×সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

www.banglainternet.com

Goto List >

এখানে ০·২২ সংখ্যাটি কি ভাবে এলো?

আমারা জানি যে, ব্যাটারী হতে যন্ত্র পর্যন্ত বৈদ্যুতিক তারে ক্ষমতার অপচয় ৫%, ব্যাটারীর ভোল্টেজ ২৪, এবং একটি ব্যাটারীর ক্ষমতা যন্ত্রের ৫ দিনের কাজ চালানোর উপযোগী হওয়া উচিত। সে ক্ষেত্রে ব্যাটারীর ক্ষমতা হওয়া উচিত যন্ত্রের সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন এর (১·০৫ × ৫)÷২৪ **=০·২২ গুণ**

৮.৩ ডিজাইনের ছক

দ্রুত এবং পদ্ধতিগত ভাবে সৌর শক্তি চালিত ব্যবস্থার হিসাব নিকাশ সম্পন্ন করার জন্য একটি ছক তুলে ধরা হলো। একজন ডিজাইনার এই ছক (নীচের ৮·৩·১ হতে ৮·৩·৫) ব্যবহার করে উপকৃত হতে পারেন।

৮.৩.১ গ্রাহক যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

যন্ত্র নং	যন্ত্রেরনাম	ওয়াট	ঘন্টা/দিন	ওয়াট ঘন্টা/দিন
	ক	খ	গ	ঘ=খ×গ
১	*বাতি(২৪ ভোল্ট)*	২০	৮	১৬০
২	*ভিডিও(২৪ ভোল্ট)*		১২০	৩ ৩৬০
৩	*রেফ্রিজারেটর (২৪ ভোল্ট)*	৬০	১২	৭২০
৪				
৫				
৬				
৭				
৮				
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন			=	১২৪০

www.banglainternet.com

Goto List >

৮.৩.২ প্যানেলের ওয়াট ঘন্টা/দিন

=১·৩৮ × সর্বমোট ওয়াট ঘন্টা/দিন

=১·৩৮×১২৪০

=১৭১১·২০

৮.৩.৩ যে প্যানেল স্থাপন করা হবে সেই প্যানেলের প্রতিটির ওয়াট ঘন্টা /দিন

=পিক ওয়াট ×৩·৪৩

(পিক ওয়াট প্রস্তুতকারকের কাছে থেকে জেনে নিতে হবে) এখানে পিক ওয়াট=৪৫ ওয়াট

=৪৫×৩·৪৩ =

=১৫৪·৩৫

৮.৩.৪. প্যানেলের সংখ্যা

১২ ভোল্টের ব্যবস্থা হলে,

$$= \frac{\text{১·৩৮× সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন}}{\text{পিক ওয়াট} \times \text{৩·৪৩}}$$

(পূর্ণ সংখ্যা হতে হবে)

অথবা

২৪ ভোল্টের ব্যবস্থা হলে,

$$= \frac{\text{১·৩৮× সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন}}{\text{পিক ওয়াট} \times \text{৩·৪৩}}$$

$$= \frac{১৭১১·২০}{১৫৪·৩৫}$$

= ১১·০৮

=১২

(সব সময়ই জোড় সংখ্যা হতে হবে।)

www.banglainternet.com

Goto List >

৮.৩.৫ ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা

১২ ভোল্টের ব্যবস্থা হলে,

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা

=০·৪৪ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

অথবা

২৪ ভোল্টের ব্যবস্থা হলে

ব্যাটারীর এমপিয়ার ঘন্টা

=০·২২ × সব যন্ত্রের ওয়াট ঘন্টা/দিন

=০·২২×১২৪০

=২৭২·৮০

৮.৪ সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থার নক্সা

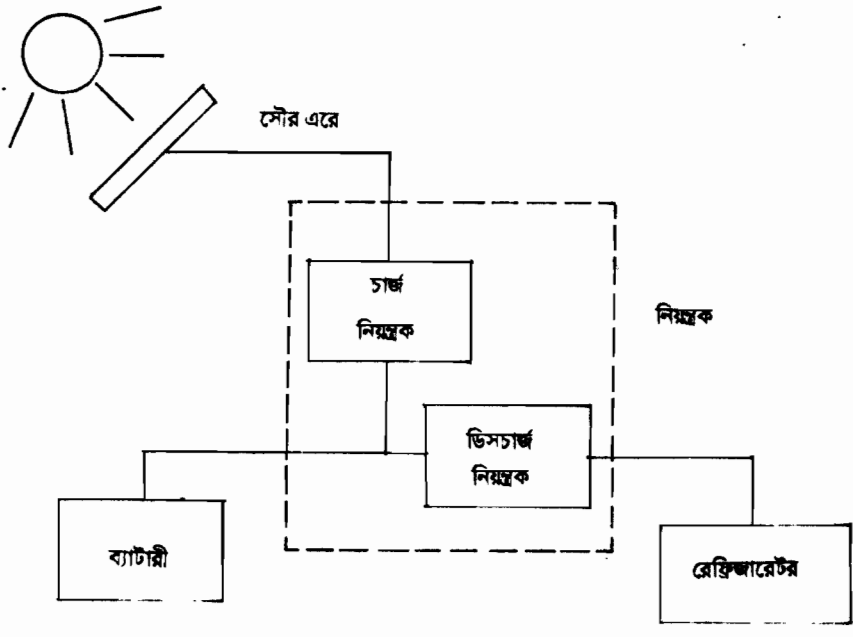
একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক ব্যবস্থা দিয়ে কি কি লোড চালাতে হবে, সেটি জানা থাকলে একজন ডিজাইনার প্রথমেই ব্যবস্থার একটি নক্সা তৈরী করে নিতে পারেন। ছোট ছোট ব্যবস্থার জন্য এই নক্সা অপরিহার্য নয়। তবে ব্যবস্থা একটু বড় এবং জটিল গোছের হলে, প্রথমেই একটি নক্সা তৈরী করে নেয়া ভালো, এতে হিসাবের বেশ সুবিধা হয়। নবীন ডিজাইনারদের সুবিধার্থে কিছু নমুনা নক্সা তুলে ধরা হচ্ছে, যা থেকে দেখা যায় যে, সৌর পিভি ব্যবস্থা বিভিন্ন ভাবে সাজানো যেতে পারে এবং ইচ্ছে করলেই, ডিজাইনার প্রয়োজন অনুযায়ী চাহিদা সম্মত নক্সা প্রনয়ণ করতে পারেন। উদাহরনের সব কটি নক্সাতেই মুল গ্রাহক যন্ত্র হিসাবে রেফ্রিজারেটরকে দেখানো হয়েছে, কয়েকটি নক্সাতে বাতিও যোগ করা হয়েছে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৮.৪.১ সরল নক্সা

চিত্র ৫৮ সরল নক্সা



এই নক্সাটি যে ব্যবস্থার তার উপাদানগুলো হচ্ছেঃ

- ✔ রেফ্রিজারেটর ১টি
- ✔ সৌর এরের মডিউল ৪টি

  প্রতিটি, ক্ষমতা ৪৮ পিক ওয়াট
- ✔ নিয়ন্ত্রক ১টি
- ✔ ব্যাটারী, ক্ষমতা ১৫০

  এমপিয়ার ঘন্টা, প্রতিটি ২টি

www.banglainternet.com

Goto List >

৮.৪.২ সাহায্যকারী ব্যাটারীসহ নকসা

চিত্র ৫৬ সাহায্যকারী ব্যাটারীসহ নকসা

www.banglainternet.com

Goto List >

এই নক্সাটি যে ব্যবস্থার, তার উপাদান গুলো হচ্ছেঃ

✔ রেফ্রিজারেটর	১টি
✔ সৌর এরের মডিউল	৪টি
প্রতিটির ক্ষমতা ৪৮ পিকওয়াট	
✔ নিয়ন্ত্রক	১টি
✔ বৈদ্যুতিক বিতরণ বাক্স	১টি
✔ ফ্লোরেসেন্ট বাতি	২টি
৮ ওয়াট প্রতিটি, ১২ ভোল্ট	
✔ রেফ্রিজারেটরের জন্য ব্যাটারী,	১টি
ক্ষমতা ১৫০ এমপিয়ার ঘন্টা	
প্রতিটি, ১২ ভোল্ট	
✔ বাতির জন্য সাহায্যকারী বাটারী,	১টি
ক্ষমতা ৬০ এমপিয়ার ঘন্টা, প্রতিটি	
✔ বিতরণ বাক্স	১টি
✔ লো ভোল্ট কাট অফ	১টি

এই নক্সাতে আগের নক্সার তুলনায় দুটো বাতি বাড়তি আছে, এবং সে সাথে বাতির জন্য আলাদা একটি সাহায্যকারী ব্যাটারীও সংযোজন করা হয়েছে। এখানে নিয়ন্ত্রক হতে একটি অতিরিক্ত বর্তনী টেনে নেয়া হয়েছে, যাতে সৌর এরে থেকে উৎপন্ন চার্জ সাহায্যকারী ব্যাটারীতে জমা হতে পারে। রেফ্রিজারেটর ব্যাটারী হতে চার্জ পেয়ে সন্তুষ্ট হওয়ার পরই শুধুমাত্র চার্জ সাহায্যকারী ব্যাটারীতে যেতে পারবে। অতএব, বাতির বর্তনীতে কত চার্জ যাবে, তা নির্ভর করে রেফ্রিজারেটরের ব্যবহারের উপর। যত ঘন ঘন রেফ্রিজারেটরের দরজা খোলা হবে, তত বেশীক্ষণ রেফ্রিজারেটর চলবে, ফলে তত কম চার্জ সাহায্যকারী ব্যাটারীতে যাবে। বাতির সংযোগ দেওয়ার

www.banglainternet.com

Goto List >

জন্য এ নক্সায় একটি বৈদ্যুতিক বিতরণ বাক্স অন্তর্ভুক্ত হয়েছে। বিতরণ বাক্সে অবস্থিত ৫ এমপিয়ারের ক্ষুদ্র সার্কিট ব্রেকার হয়ে বিদ্যুৎ বাতিতে প্রবাহিত হয়। এছাড়াও, সাহায্যকারী ব্যাটারীর উপর অতিরিক্ত মাত্রায় চাহিদা এলে বাতি গুলো যেনো বন্ধ হয়ে যেতে পারে, সে জন্য এ নক্সাতে একটি 'লো ভোল্টেজ কাট অফ' দেয়া আছে। ভোল্টেজের মান ১১·৫ হলেই বাতি স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনী থেকে বিছিন্ন হয়ে যাবে এবং ১২·৯ ভোল্টে পুনঃ সংযোগ লাভ করবে।

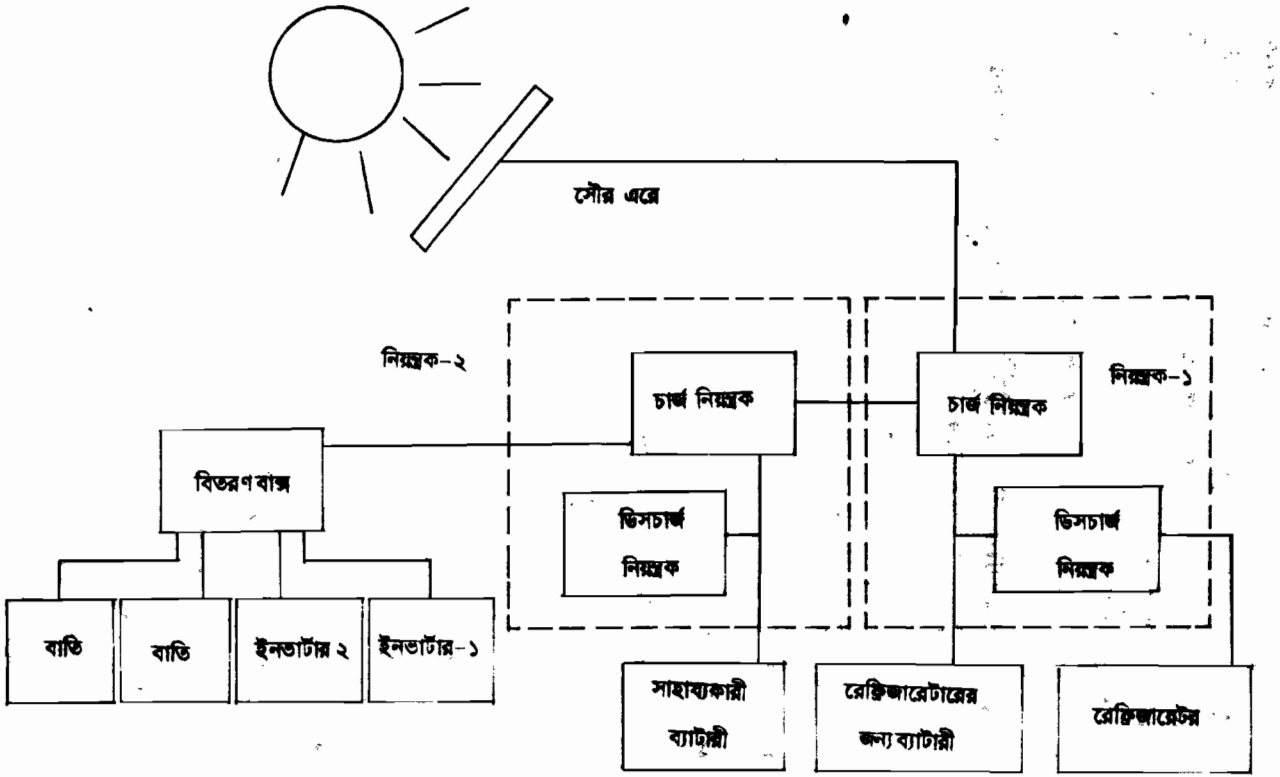
৮.৪.৩ সাহায্যকারী ব্যাটারী, অতিরিক্ত নিয়ন্ত্রক এবং ইনভার্টারসহ নক্সা

এবারের নক্সাটি আগেরটির চেয়ে একটু জটিল এবং এর উপাদানের সংখ্যা অনেক বেশী। মুল উপাদান গুলো হচ্ছেঃ

- ✔ রেফ্রিজারেটর ১টি
- ✔ সৌর এরের মডিউল ৮টি
  প্রতিটির ক্ষমতা ৪৮ পিক ওয়াট
- ✔ নিয়ন্ত্রক ২টি
- ✔ বৈদ্যুতিক বিতরণ বাক্স ১টি
- ✔ ফ্লোরেসেন্ট বাতি ৮ টি
  ৮ওয়াট প্রতিটি, ১২ ভোল্ট
- ✔ ডিসি হতে এসি ইনভার্টার ২টি
- ✔ রেফ্রিজারেটরের জন্য ব্যাটারী ২টি
  ক্ষমতা ১৫০ এমপিয়ার ঘন্টা,
  প্রতিটি ১২ ভোল্ট
- ✔ বাতির জন্য সাহায্যকারী ২টি
  ব্যাটারী, ক্ষমতা ১২০এমপিয়ার ঘন্টা
  প্রতিটি, ১২ ভোল্ট

www.banglainternet.com

চিত্র ৬০ সাহায্যকারী ব্যাটারী, অতিরিক্ত নিয়ন্ত্রক এবং ইনর্ভাটারসহ নকসা



সৌরশক্তি ২১১
www.banglainternet.com

Goto List >

Goto List >

এ নক্সাটিতে বেশ ক'টি অতিরিক্ত উপাদান রয়েছে। এখানে একটির স্থলে দুটি নিয়ন্ত্রক ব্যবহার করা হয়েছে। মূল নিয়ন্ত্রকটি রেফ্রিজারেটরের ব্যাটারীর চার্জ এবং ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রণ করে এবং অতিরিক্ত চার্জ সাহায্যকারী ব্যাটারীতে পাঠায়। সাধারণ অবস্থাতে সাহায্যকারী ব্যাটারী প্রতিদিন ৩৮৪ ওয়াট ঘন্টা (যেমন, ৮টি ৮ ওয়াটের বাতি প্রতিদিন ৩ ঘন্টা এবং তার সঙ্গে ৯৬ ওয়াটের একটি যন্ত্র ২ ঘন্টার জন্য) শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম।

বিতরণ বাক্স থেকে লাইটের জন্য দুটি আলাদা আলাদা বর্তনী রয়েছে এবং প্রতিটি বর্তনী ৫ এমপিয়ারের সার্কিট ব্রেকার দিয়ে সুরক্ষিত করা হয়েছে। বিতরণ বাক্স থেকে আরো দু'টি "পাওয়ার সার্কিট" বের করা হয়েছে এবং এর প্রতিটি বর্তনী ১৫ এমপিয়ারের সার্কিট ব্রেকার দিয়ে সুরক্ষিত।

এই তৃতীয় নক্সাটিতে মোট ৮টি ৮ ওয়াটের ফ্লোরেসেন্ট বাতি সংযোগের ব্যবস্থা রয়েছে। দুটি ডিসি/এসি ইনর্ভাটার এই ব্যবস্থায় ২২০ ভোল্টের এসি সরবরাহ করে ১৫০ ভোল্ট-এমপিয়ার পর্যন্ত লোড চালু করতে পারে।

যে সমস্ত নক্সা তুলে ধরা হলো, তা সম্ভাব্য ব্যবস্থা সম্পর্কে কিঞ্চিৎ ধারণা দেওয়ার জন্য উদাহরণ হিসাবে দেখানো হলো। প্রত্যেক ব্যবহারকারী বা ডিজাইনার নিজস্ব চাহিদা মোতাবেক, বিভিন্ন উপাদান নক্সাতে যোগ করে ব্যবস্থাটিকে নিজের মত করে তৈরী করে নিতে পারেন। প্রতিটি নক্সাই ডিজাইনারের সৃজনশীল প্রতিভার হাতে সুন্দর ভাবে গড়ে উঠে ব্যবহারকারীদেরকে নতুন নতুন সুবিধে এনে দিতে পারে।

www.banglainternet.com

Goto List >

৯

পরীক্ষা পর্ব

www.boiRboi.blogspot.com

Goto List >

৯.০ পরীক্ষা পর্ব

এই অধ্যায়ে সর্বমোট ২৫টি প্রশ্ন রয়েছে। উৎসুক পাঠক ইচ্ছে করলে ২ ঘন্টা সময় নিয়ে এ পর্বে অংশ গ্রহণ করে সৌর শক্তি সম্পর্কে নিজের জ্ঞানের পরিধি পরীক্ষা করে নিতে পারেন। প্রতিটি প্রশ্নের মানই সমান, হিসেবের সুবিধার্থে ৯·১ থেকে ৯·৭৬ পর্যন্ত প্রতিটি প্রশ্নের সঠিক উত্তরের জন্য ৪ নম্বর করে ধরে নেয়া যেতে পারে, এতে সর্বমোট মান দাঁড়াবে ১০০।

প্রতিটি সম্পূর্ণ সঠিক উত্তরের জন্য নিজেকে ৪ নম্বর দেবেন, ভুল উত্তরের জন্য শূণ্য। আংশিক সঠিক উত্তরের জন্য শূন্যই ধরে নেবেন, অর্থাৎ মাঝামাঝি কোনো নম্বর নিজেকে দেবেন না। আপনার প্রাপ্ত মোট নম্বরকে কি ভাবে বিশ্লেষণ করবেন, তা নীচের ছকটি ব্যবহার করে বুঝতে পারবেন।

০–৫২	ঃ	ধারণা এখনো স্বচ্ছ নয়
৫৬–৬৪	ঃ	সন্তোষজনক ধারণা
৬৮–৭৬	ঃ	ধারণা ভালো
৮০–৯২	ঃ	ধারণা খুবই ভালো
৯৬–১০০	ঃ	ধারণা অত্যন্ত প্রসংশনীয়

সঠিক উত্তরগুলো প্রশ্নমালার পর পরই দেয়া আছে। মিলিয়ে দেখুন।

প্রশ্নঃ ৯·১ একটি সৌর কোষ (সেল) উজ্জ্বল রৌদ্রে রাখা হলো, কোষের সঙ্গে কোনো যন্ত্র সংযুক্ত নেইঃ

www.banglainternet.com

Goto List >

৯.১.১ আনুমানিক কত ভোল্ট পাওয়া যাবে?

৯.১.২ আনুমানিক কত এমপিয়ার পাওয়া যাবে?

৯.১.৩ রৌদ্রের উজ্জ্বলতার তারতম্যের সাথে সাথে কি ভোল্টেজের ব্যাপক তারতম্য ঘটে?

৯.১.৪ রৌদ্রে উজ্জ্বলতার তারতম্যের সাথে সাথে কি বিদ্যুৎ প্রবাহের ব্যাপক তারতম্য ঘটে?

৯.১.৫ কোষের তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটলে ভোল্টেজের ব্যাপক পরিবর্তন ঘটে কি?

৯.১.৬ কোষের তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটলে বিদ্যুৎ প্রবাহের (এমপিয়ারের) ব্যাপক পরিবর্তন ঘটে কি?

প্রশ্নঃ ৯.২ ৩৬ কোষ বিশিষ্ট একটি সৌর মডিউল উজ্জ্বল সূর্যালোকে রাখা হলো, মডিউলের সঙ্গে কোনো যন্ত্র সংযুক্ত নেই।

৯.২.১ খোলা বর্তনীর (ওপেন সার্কিট) ভোল্টেজ আনুমানিক কত হবে?

৯.২.২ শর্ট সার্কিট প্রবাহের (এমপিয়ার) আনুমানিক মান কত হবে?

৯.২.৩ মডিউলের সঙ্গে একটি ১২ ভোল্টের ব্যাটারী সংযুক্ত করা হলে মডিউলের আনুমানিক ভোল্টেজ কত হবে?

প্রশ্নঃ ৯.৩ ১২ ভোল্ট ১০০ এমপিয়ার ঘন্টার ২ টি ব্যাটারী আনা হলো।

৯.৩.১ ব্যাটারী দুটো শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত করা হলে মোট ভোল্টেজ কত হবে?

৯.৩.২ ব্যাটারী দুটো সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করা হলে মোট ভোল্টেজ কত হবে?

www.banglainternet.com

Goto List >

৯·৩·৩ শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত করা হলে মোট এমপিয়ার ঘন্টা কত হবে?

৯·৩·৪ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করা হলে মোট এমপিয়ার ঘন্টা কত হবে?

৯·৩·৫ একটি নক্সার সাহায্যে ব্যাটারী দুটোকে শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত করে দেখান।

৯·৩·৬ একটি নক্সার সাহায্যে ব্যাটারী দুটোকে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করে দেখান।

প্রশ্ন ৯·৪·১ একটি সৌর মডিউলের শর্ট–সার্কিট প্রবাহের মান একটি মাল্টিমিটার দিয়ে সরাসরি মাপা সম্ভব। ব্যাটারীর ক্ষেত্রে কি একই ভাবে মাপা সম্ভব?

প্রশ্ন ৯·৪·২ ৯·৪·১ এর উত্তর বিশ্লেষণ করুন

প্রশ্নঃ ৯·৫ বার্মার "ইয়াংগনে" একটি সৌর এরে স্থাপন করতে হবে। ইয়াংনের অবস্থান ১৭ ডিগ্রী উত্তর অক্ষাংশে। সারা বছরের হিসাবে সর্বোচ্চ সৌরশক্তি আহরণের জন্য কোন দিকে এবং কত কোণে (ডিগ্রী) এরেটিকে স্থাপন করতে হবে?

প্রশ্নঃ ৯·৬ একটি সৌর ফটোভোল্টায়িক শক্তি চালিত যন্ত্রের মৌলিক ব্যবস্থার একটি নক্সা একে দেখান।

প্রশ্নঃ ৯·৭ উজ্জ্বল রৌদ্রে ৩৬ কোষ বিশিষ্ট ৩টি সৌর প্যানেল শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত করে স্থাপন করা হলো। প্রতিটি প্যানেলের খোলা বর্তনীর ভোল্টেজ ১৮ এবং শর্ট–সার্কিট প্রবাহের মান ৩ হলে

৯·৭·১ সৌর এরের সর্বমোট প্রবাহের মান কত হবে?

৯·৭·২ সৌর এরের সর্বমোট ভোল্টেজের মান কত হবে?

www.banglainternet.com

Goto List >

৯·৭·৩ একটি নক্‌সার সাহায্যে প্যানেল তিনটিকে শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত করে দেখান।

৯·৭·৪ উপরের প্যানেল তিনটিকে নক্‌সার সাহায্যে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করুন।

৯·৭·৫ সমান্তরাল সমবায়ের ফলে সৌর এরের সর্বমোট প্রবাহের মান কত হবে?

৯·৭·৬ সমান্তরাল সমবায়ের ফলে সৌর এরের সর্বমোট ভোল্টেজের মান কত হবে?

banglainternet.com

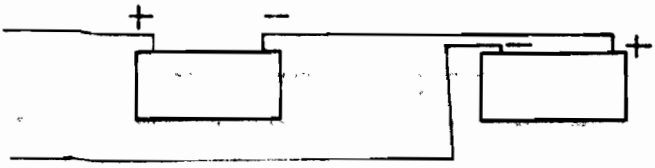
Goto List >

৯.৯ উত্তর

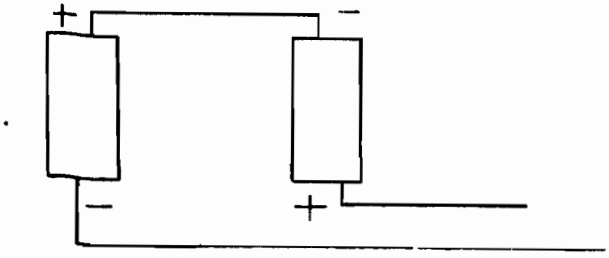
৯·১·১	০·৫
৯·১·২	২ থেকে ৩·৫ এমপিয়ার বা এর মাঝামাঝি যে কোনো উত্তর সঠিক
৯·১·৩	না
৯·১·৪	হ্যাঁ
৯·১·৫	হ্যাঁ
৯·১·৬	না
৯·২·১	১৮
৯·২·২	৩ থেকে ৩·৫ এমপিয়ারের মাঝামাঝি যে কোনো উত্তর সঠিক
৯·২·৩	১৫ থেকে ১৭·৫ ভোল্টের মাঝামাঝি যে কোনো উত্তরই সঠিক
৯·৩·১	২৪
৯·৩·২	১২
৯·৩·৩	১০০
৯·৩·৪	২০০

www.boiRboi.blogspot.com

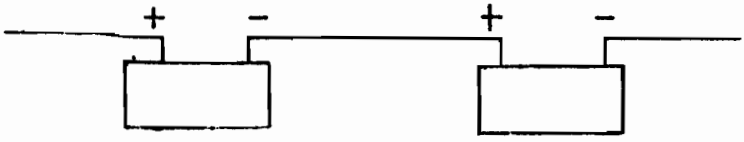
Goto List >



অথবা



অথবা

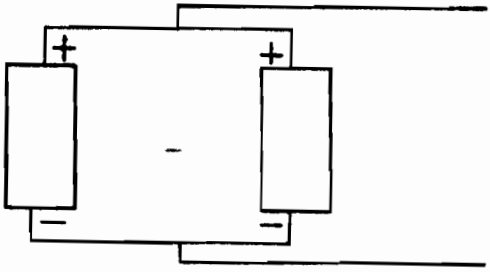


এভাবে অসংখ্য সঠিক নক্সা আঁকা সম্ভব। সব সঠিক নক্সায় একটি ব্যাটারীর '+' প্রান্ত অপর ব্যাটারীর '−' প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত হবে। বাকী দুটি প্রান্ত থেকে দুটি তার আলাদা ভাবে বেরিয়ে আসবে।

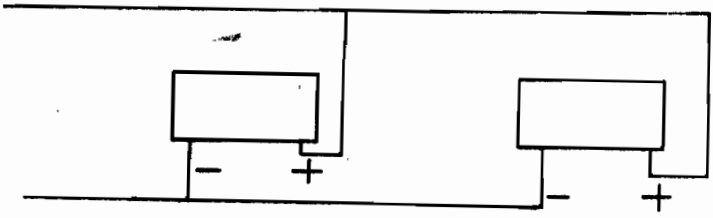
www.banglainternet.com

Goto List >

৯·৩৬



অথবা



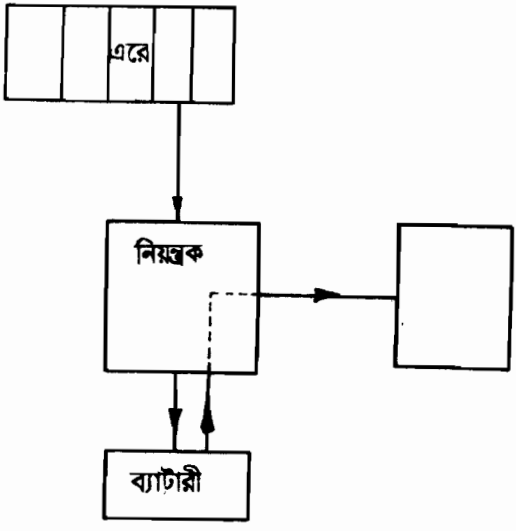
এক্ষেত্রে অসংখ্য সঠিক নক্সা আঁকা সম্ভব। সব সঠিক নক্সায় একটি ব্যাটারীর '+' প্রান্ত অপর ব্যাটারীর '+' প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত হবে। এবং একটি ব্যাটারীর '–' প্রান্ত অপর ব্যাটারীর '–' প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত হবে। যুক্ত হবার পর '+' তার থেকে সংযোগ এর + প্রান্ত বেরিয়ে আসবে এবং '–' তার থেকে সংযোগের '–' প্রান্ত বেরিয়ে আসবে।

৯·৪·১ *না*

৯·৪·২ *ব্যাটারীতে সংরক্ষিত শক্তি মজুদ থাকে। মিটার দিয়ে শর্ট সার্কিট' করা হলে মিটারে অতি উচ্চ মানের বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে মিটার ক্ষতিগ্রস্থ হতে পারে। সঠিক বিদ্যুৎ প্রবাহ মাপার জন্য মিটারটিকে ব্যাটারীর সঙ্গে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করতে হবে।*

৯·৫ *দক্ষিণ দিকে ভূমির সঙ্গে ১৭ ডিগ্রী কোণ করে*

www.banglainternet.com



সঠিক নক্সা অসংখ্য হতে পারে।

সব সঠিক নক্সার বৈশিষ্ট্য হচ্ছে

সৌর এরে হতে সরাসরি কোনো শক্তি ব্যাটারীতে যাবে না।

সৌর এরে হতে শক্তি শুধুমাত্র নিয়ন্ত্রকের মাধ্যমেই ব্যাটারীতে যাবে

ব্যাটারী হতে শক্তি শুধুমাত্র নিয়ন্ত্রকের মাধ্যমেই যন্ত্রে যাবে।

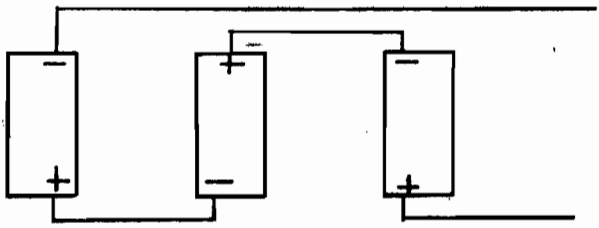
৯·৭·১ ৩

৯·৭·২ ৫৪

www.banglainternet.com

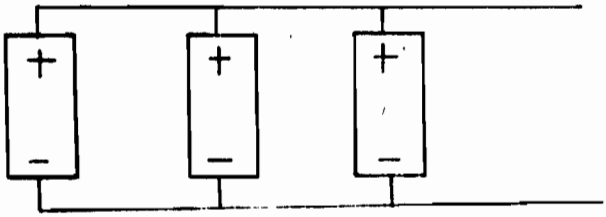
Goto List >

৯·৭·৩



সঠিক শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্রে একটি প্যানেলের '+' প্রান্ত অপর প্যানেলের '–' প্রান্তের সঙ্গে ধারাবাহিক ভাবে যুক্ত থাকবে।

৯·৭·৪



সঠিক সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে প্রতিটি প্যানেলের '+' প্রান্ত একে অপরের সঙ্গে যুক্ত থাকবে এবং প্রতিটি প্যানেলের '–' প্রান্ত একে অপরের সঙ্গে যুক্ত থাকবে।

৯·৭·৫ ৯

৯·৭·৬ ১৮

www.banglainternet.com

Goto List >

সহায়ক বইয়ের তালিকা

১.০ হারবার্ট ওয়েড, "কোর্স ম্যাটেরিয়ালস, সেকেন্ড এ,আই,টি– ডাব্লিউ, এই ও ট্রেনিং কোর্স অন সোলার রেফ্রিজারেটর রিপেয়ার এন্ড মেইনটেনেন্স থাইল্যান্ড, ১৯৯১

বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা, ১২১১ জেনেভা ২৭– সুইজারল্যান্ড থেকে প্রকাশিত

২.০ "টেকনিশিয়ানস হ্যান্ড বুক ফর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরস," জানুয়ারী, ১৯৮৮।

৩.০ "টেকনিশিয়ানস হ্যান্ড বুক ফর কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরস পার্ট– এইচ, ফল্ট ফাইন্ডিং এন্ড রিপেয়ার অফ ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরস", ফেব্রুয়ারী, ১৯৮৮।

৪.০ "টেকনিসিয়ানস হ্যান্ড বুক ফর কমপ্রেসন রেফ্রিজারেটরস, পার্ট–আই, ইনস্টলেশন হ্যান্ড বুক ফর ফটোভোল্টায়িক রেফ্রিজারেটরস", ফেব্রুয়ারী ১৯৮৯ ।

৫.০ "ইপি আই টেকনিক্যাল সিরিজ, দি কোল্ড চেইন প্রোডাক্ট ইনফরমেশন শিটস নং ১," ৮ম সংস্করণ, জুলাই ১৯৮৯।

৬.০ জর্জ ফিলিপ, "ফিলিপস কনসাইজ এ্যাটলাস অব দি ওয়ার্ল্ড", তৃতীয় সংস্করণ, ১৯৮৩। জর্জ ফিলিপ এন্ড সন্স লিঃ, লন্ডন, মেলবোর্ণ, মিলাউকি।

৭.০ কে, এম, সাহা; এ কালাম; এন, ইউ, প্রামাণিক "উচ্চ মাধ্যমিক পদার্থ বিজ্ঞান" নবম সংস্করণ, মল্লিক ব্রাদার্স, ঢাকা; জুলাই, ১৯৮৪ ।

৮.০ এনড্রু ডি অল্টহাউজ, কার্ল এইচ টার্নকুইস্ট, আলফ্রেড এফ ব্রাসিয়ানো, "মডার্ন রেফ্রিজারেশন এন্ড এয়ার কান্ডিশনিং" গুডহার্ট, উইলকক্স।।

৯.০ এম জাফরান, " সোলার রেফ্রিজারেটরস ফর দি ইপিআই ভ্যাকসিন কোল্ড চেইন—এ স্ট্যাটাস" ডাব্লিউ, এইচ, ও/ইপিআই, আগস্ট ১৯৮৯ ।

www.banglainternet.com

মোহাম্মদ হামিদুল ইসলাম পেশায় একজন ইঞ্জিনিয়ার এবং 'বিজনেস ম্যানেজার' (এম,বি,এ)। মোমেনশাহী ক্যাডেট কলেজ হতে উচ্চ মাধ্যমিক পাস করার পর সরকারের বৃত্তি নিয়ে উচ্চ শিক্ষার জন্য সোভিয়েত ইউনিয়নে যান। মেকানিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিংয়ে মাস্টার'স ডিগ্রী অর্জন করেন এবং এয়ারকন্ডিশনিং ও রেফ্রিজারেশনের বিশেষজ্ঞ হিসেবে ১৯৮০ সনে দেশে প্রত্যাবর্তন করেন। ১৯৮৯ সনে তিনি ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয় হতে এম,বি,এ ডিগ্রী অর্জন করেন এবং পরবর্তীতে এশিয়ান ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজী, থাইল্যান্ডে সোলার রেফ্রিজারেশনের উপর পড়াশুনা করেন এবং মেধা তালিকায় স্থান পান। বিজ্ঞান বিষয়ে তার অনেক মূল্যবান নিবন্ধ ও রচনা বিভিন্ন পত্রিকাতে বিভিন্ন সময়ে প্রকাশিত হয়েছে। তিনি বর্তমানে সম্প্রসারিত টিকাদান কর্মসূচীতে (ই পি আই) ঊর্ধ্বতন প্রকৌশলী হিসাবে কর্মরত আছেন। এছাড়াও বেশ কয়েকটি প্রতিষ্ঠানের উপদেষ্টা হিসাবে কাজ করছেন।