Unit – Renewable Energy Sources

Energy

conventional	Non conventional
ऐसे ऊर्जा स्रोत जिसको दोबारा use में नहीं लाया जा सकता। जो पहले से ही use में लाते आ रहे हैं। (Non renewable) या conventional Energy source कहलाता है।	ऐसे ऊर्जा स्रोत जिसको दोबारा use में या कई बार use में ला सकते हैं यह कभी खत्म होने वाला नहीं। प्रकृति में अपार मात्रा में है। (renewable) तथा Non conventional Energy source कहलाता है।
Example – जीवाश्म ईंधन – 1) पेट्रोल, डीजल 2) coal 3) CNG, LPG.	Example – 1) सौर ऊर्जा 2) पवन ऊर्जा 3) geothermal 4) Hydro 5) Biomass 6) Tidal.

Importance of Non conventional energy sources.

1. Environmental Impact – पर्यावरण पर कम impact।
2. Energy security. – solar, wind, Tidal, Hydro से रोजाना विकल्प Energy security
3. Economic Benefits (आर्थिक लाभ) – नवीकरणीय संसाधन solar pannel निर्माण, पवन Turbine उत्पादन, Bioenergy उत्पादन रोजगार पैदा
4. climate change Mitigation – ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन↓, पारिस्थितिकी तंत्र पर प्रभाव कम पड़ता
5. Long-term availability – बहुत लंबे समय तक available free of cost है।
6. Reduced Environmental Degradation (क्षरण) जलवायु प्रदूषण, खनन अधिक करता है।
7. संसाधनों के प्रति लचीलापन – प्रकृति के अनुकूल ऊर्जा स्रोत है।
8. Local Development – यह स्थानीय समुदाय को स्व उत्पादित बिजली बनाने में मदद, निर्भरता ...

Renewable Energy Source.

- **Energy :-** कार्य करने की क्षमता को Energy कहते है।

- **sources of energy :-**

(1) conventional (परंपरागत)
(2) Non conventional (गैर परंपरागत)

*(1) **conventional :-** ऊर्जा के वे स्रोत जो कई सौ सालो पहले use करते है रहे उसे conventional source कहते है। ये वे sources होते है जो समाप्त हो सकते है इसे Non-renewable source कहते है।
ये source कई सालो बाद प्राकृतिक रूप से तैयार होते है जिसे जीवाश्म ईंधन (fossile fuel) कहते है।

ex. (i) coal
(ii) Petrolium :- Diesel, petrol, carosine, L.P.G.
(iii) Natural gas :- CNG (compressed Natural Gas), LNG.

- **Advantage of conventional energy source.**

(1) High efficiency
(2) Transport करना आसान है।
(3) इसका उत्पादन लागत कम है। (बनाने में)
(4) यह भरोसेमंद है।

- Disadvantage of CES

(1) Skilled worker की आवश्यकता होती है।
(2) इस source के उपयोग से प्रदूषण होता है
(3) इसका भंडारण सीमित मात्रा में उपलब्ध है।
(4) इसका running cost High है।
(5) इससे निकलने वाली गैसों से बीमारी होती है।
(6) पर्यावरण को नुकसान पहुचाता है।
(7) पृथ्वी पर असमान रूप से विद्यमान है।
(8) इसे लंबे समय तक उपयोग नहीं किया जा सकता

(2) Non conventional Energy source (NCES)

ऊर्जा के वे स्रोत जिसे अब उपयोग में लाया जा रहा है उसे non-conventional energy source कहते है ये वे source होते है जो कभी समाप्त नहीं होते है इसे नवीनीकरण (Renewable) source कहते है। ये पृथ्वी पर प्रचूर मात्रा में उपलब्ध है।

ex.:- Solar energy, wind, tidal, Geothermal
chemical energy, light energy,
Heat energy, knitic energy,

- Important / advantage / salient features of NCES:-

(1) यह प्रचूर मात्रा में उपलब्ध है।
(2) It is polution free
(3) इसका running cost कम है।
(4) यह free में available है।
(5) इससे पर्यावरण प्रदूषित नहीं होता है।

(6) इसे चलाने के लिए skilled worker की आवश्यकता नहीं होती है।
(7) इसे चलाना (उपयोग) करना आसान है।
(8) Danger free
(9) यह आरक्षण free है।
(10) इससे हानिकारक गैस नहीं निकलती है।

• Disadvantage of NCES :-

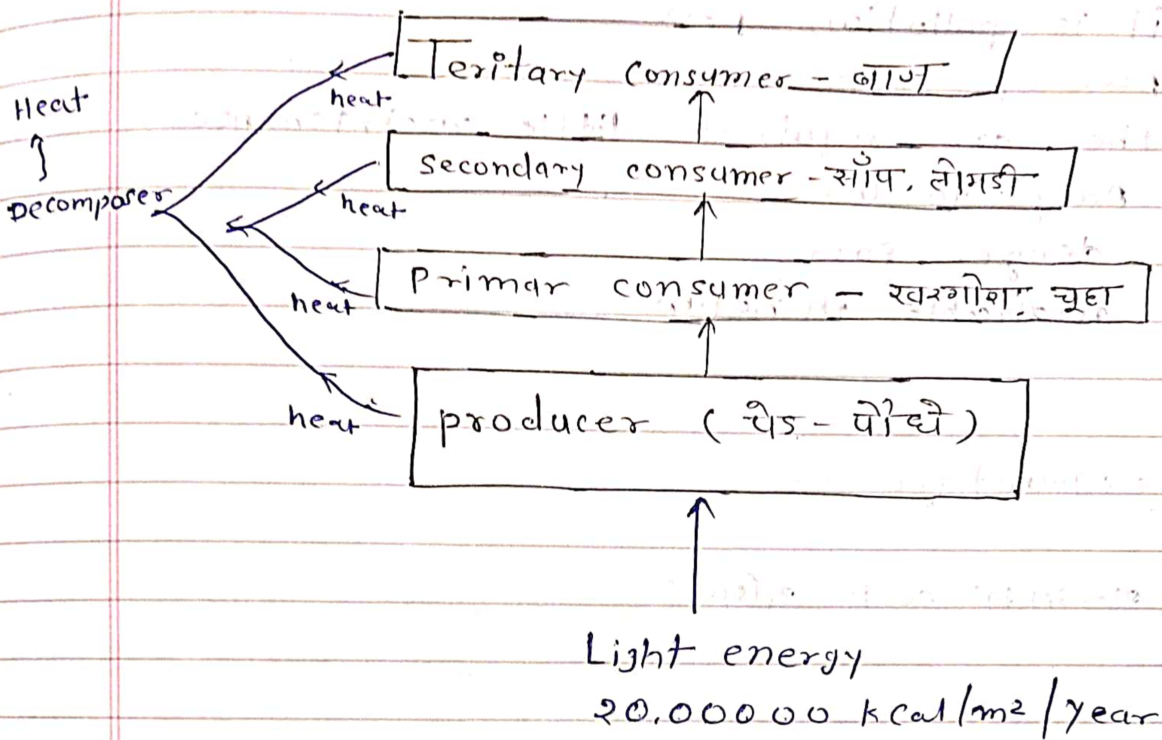
(1) Renewable को electrical energy को बनाने machine का manufacture करने में प्रदूषण होता है।
(2) machine को tranport तथा installation करने में polution होता है।
(3) machine को बनाने में skilled worker की आवश्यकता पड़ती है।
(4) भरोसेमंद नहीं है।
(5) इसे 24 घंटे नहीं चलाया जा सकता।
(6) low efficiency
(7) महंगा है (manufature)
(8) अधिक space की आवश्यकता होती है।
(9) मौसम पर निर्भर है।

• Application :-

(1) ऐसे क्षेत्र जहां पर electricity transmission नहीं बनाया जा सकता जैसे- लक्षद्वीप, अण्डमान निकोबार etc. ऐसे जगहों के लिए solar energy व wind energy का प्रयोग किया जाता है।
(2) Hydropower plant का उपयोग नदी के बांध, या जल को ऊंचाई और store करके किया जाता है।

* **Green energy :-** Green energy Renewable source से प्राप्त energy के लिए प्रयुक्त शब्द है। green energy को प्रायः स्वच्छ, सतत या नवीकरणीय (renewable) energy के रूप में जाना जाता है।

green energy का उत्पादन वायुमंडल में जहरीली ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन नहीं करता है, जिसका अर्थ है कि यह बहुत कम या नगण्य पर्यावरण पर प्रभाव डालता है।



(*) <u>Green power</u>:- यह ऊर्जा के नवनीकृत स्रोतों का समूह होता है जिसे जो USA के द्वारा इस तरीके से परिभाषित किया गया है जो ऊर्जा के स्रोत और technology, पर्यावरण की दृष्टि से लाभ प्रद है इसे Gree powerr कहते है।

इसमें मुख्य रूप से solar, wind. geothermal, Biomass and small hydroelectric sources आते हैं।

wind power में corbon उत्सर्जन नहीं होता जिससे पर्यावरण प्रदूषण नहीं होते।

(*) Advantage of green power.

(i) it is pollution free
(ii) free of cost
(iii) they are required little maintenance
(iv) Easy to use
(v) denger free
(vi) Available in nature.

(*) disadvantage. —

(i) शुरुआती cost अधिक

Unit-2 Wind Energy

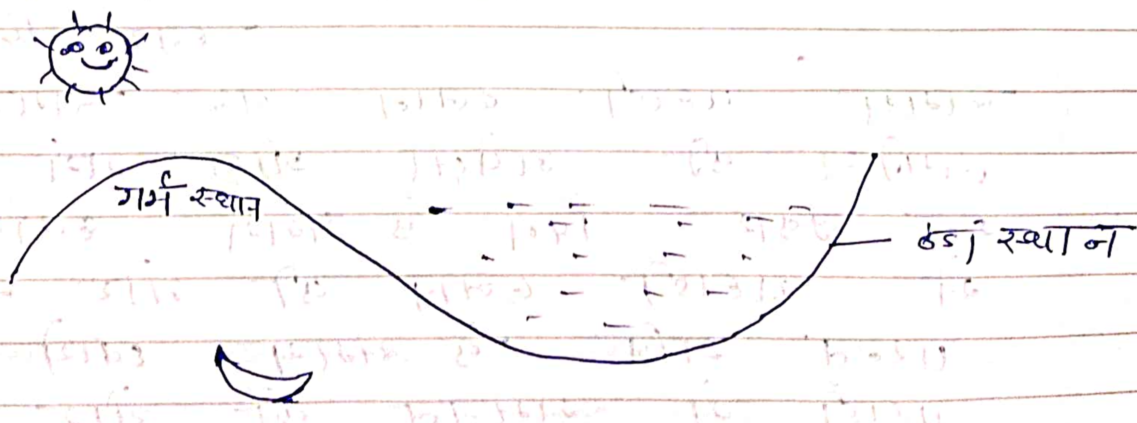
पवन ऊर्जा का use कर उससे turbine और generator की सहायता से electric energy में बदला जाता है।

• वायु के प्रवाह को प्रभावित करने वाले कारक (factors effecting wind flow) –

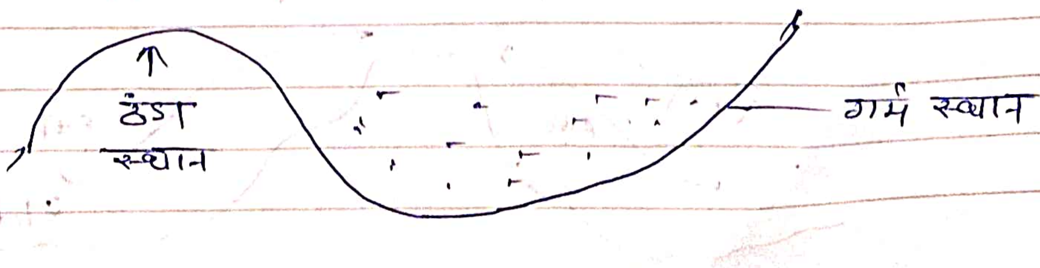
① thermal effect. पृथ्वी की सतह सूर्य की किरणों से गर्म हो जाती है अतः दिन के समय समुद्र तथा झीलों की सतह की वायु, पृथ्वी की सतह की वायु अधिक गर्म हो जाती है।

भूमि के ऊपर के गर्म हवा जल्द ही हल्का होकर ~~गर्म~~ ऊपर उठ हो जाती है इसके लिए रिक्त स्थान को भरने के लिए समुद्र तथा झीलों की ठंडा हवा पहुँच जाती इस प्रकार स्थानीय हवाओं का निर्माण होता है।

दिन



रात

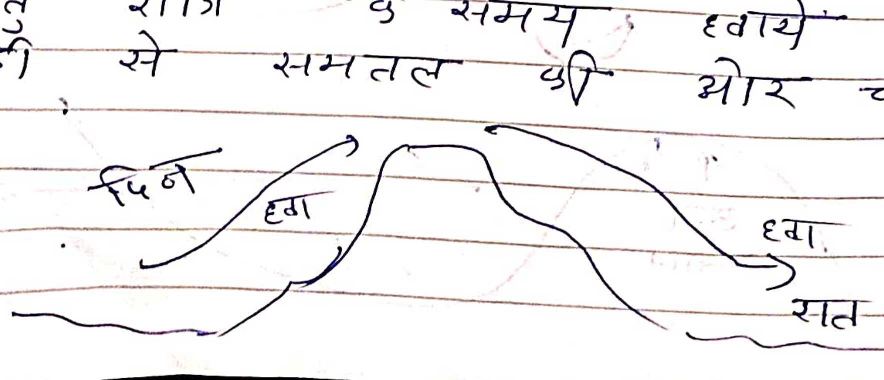


लेकिन रात की समय समुद्र और झीलों की ऊपर की आ हवा गर्म परन्तु पृथ्वी तल पर ठण्डी हवा होती है इसलिए पृथ्वी तल की हवा समुद्र तल के हवा के स्थान को पूरा करने जाता है।

② Dynamic effect – हम जानते हैं कि पृथ्वी एक निश्चित वेग से अपनी धुरी पर घूमती है इसके साथ ही वह सूर्य के चारो ओर घूमती है अतः इस घूर्णन गति के कारण उसके चारो ओर हवायें भी घूमती है इस प्रभाव को कर्षण (Draging) कहते है।

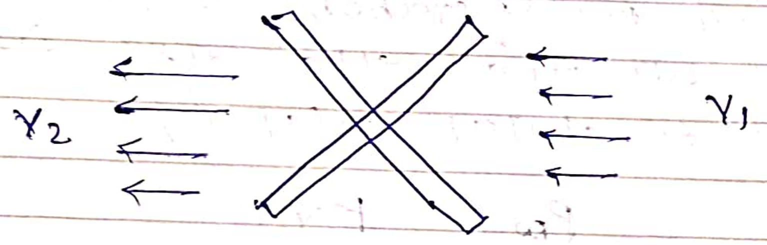
③ Local effect (स्थानीय प्रभाव):–
यह प्रभाव भौगोलिक स्थिति एवं वातावरण असंतुलन के कारण होते है भौगोलिक स्थिति के अंतर्गत

हवा दिन के समय पहाड़ी ढलान पर समतल अपेक्षा जमीन की अपेक्षा शीघ्र गर्म होती है इस प्रकार दिन के समय हवाये समतल से पहाड़ी ढलान की ओर हवा चलता है परन्तु रात्रि के समय हवाये ढलान पहाड़ी से समतल की ओर चलता है।



(4) Bet'z law. (बेटज नियम)

इस नियम के अनुसार ~~maximum~~ पवन चक्की से हम केवल 60% energy ~~etc.~~ ही परिवर्तित कर सकते है



माना चक्की की ओर आने वाली हवा V_1 तथा चक्की से बाहर जाने वाली हवा V_2 है।

तब

$$V_1 = KE_1 = \frac{1}{2} m V_1^2$$

$$V_2 = KE_2 = \frac{1}{2} m V_2^2$$

इन दोनों ऊर्जाओं का अंतर ही यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित होता है

अतः (O/P) $\Delta E = KE_1 - KE_2$

$$\eta = \frac{output}{input}$$

$$\eta = \frac{KE_1 - KE_2}{KE_1}$$

अर्थात स्पष्ट है कि अनुपात 100% होने के लिए बाहर जाने वाली हवा का वेग 0 हो जाये जो कि संभव नहीं है।

(A) site selection for wind power station.

(1) **High Annual Average wind speed.**

wind power station के लिए 15km/h की हवा चले साल भर, ऐसे स्थानों पर ही लगाया जाता है।

$$P_w = KV^3$$

यदि पवन का वेग दोगुना कर दिया जाये तो power generation 8 गुना तक बढ़ सकता है

$$V = 2$$

$$P_w = K(2)^3$$

$$\boxed{P_w = 8}$$

पवन चक्की की स्थापना के लिए उस स्थान का चयन करते है जहाँ पर 10 meter की ऊंचाई पर पवन का वेग मापा जाता है साथ ही पिछले से 10 वर्षों का औसत वेग भी देखा जाता है।

(2) **Available of Anemometry data.**

चयनित स्थान के लिए Anemometer वायु की power (वेग) मापने का यंत्र के data उपलब्ध होना चाहिए।

Anemometer की उस स्थान पर ऊंचाई आधार व मीनार, पर स्थापना, बाधा का प्रभाव, तापक्रम में परिवर्तन का प्रभाव कई कारण data (आंकड़े) को प्रभावित करता है।

③ औसत वेग व वक्र उस स्थान हेतु उपलब्धता

आपेक्षिक औसत पवन 12 - 20 km/h होना चाहिए जो बड़े आकार के पवन चक्की को घुमाने के लिए आवश्यक होता है।

④ स्थान की ऊंचाई :- ऊंचाई में वृद्धि के साथ पवन के वेग में भी वृद्धि होता है अतः solar wind turbine को अधिक ऊंचाई पर रखते है जिससे अधिक ऊर्जा रूपांतरित होता है।

⑤ भूमि प्रदेश की जानकारी :- जहां पहाड़ी के दोनो सिरे समान हो तथा उसकी ऊंचाई एक समान रूप से बढ़ रही हो वहां पवन चक्की का स्थान उपयुक्त माना जाता है और पवन शक्ति अधिक प्राप्त होती है।

⑥ - Rail & highways :- स्थान चयन हेतु यह भी महत्वपूर्ण है कि चयनित स्थान पर भारी machines को लाया जा सके।

(७) load center :— पवन चक्की load center के पास हो जिससे ऊर्जा transmission cost भी कम लगे।

(८) पवन चक्की ऐसे स्थान पर स्थापित होना चाहिये जहां बाढ़ - भूकंप की संभावना कम हो।

IMP

(*) Horizontal Axis wind turbine (HAWT)

(*) पवन चक्की के अवयव :—

(1) Rotor

rotor आमतौर पर ब्लेडों से बनाये जाते है यही ऊर्जा को रूपांतरित करने वाला हल्के मजबूत कि पदार्थ जैसे Fiber glass, रिनफोर्स्ड प्लास्टिक से बनाया जाता है।

यह दो प्रकार के होते है —

(अ) stol Regulated system.

(ब) पिच रेग्यूलेटेड प्रणाली (Pitch Regulated system)

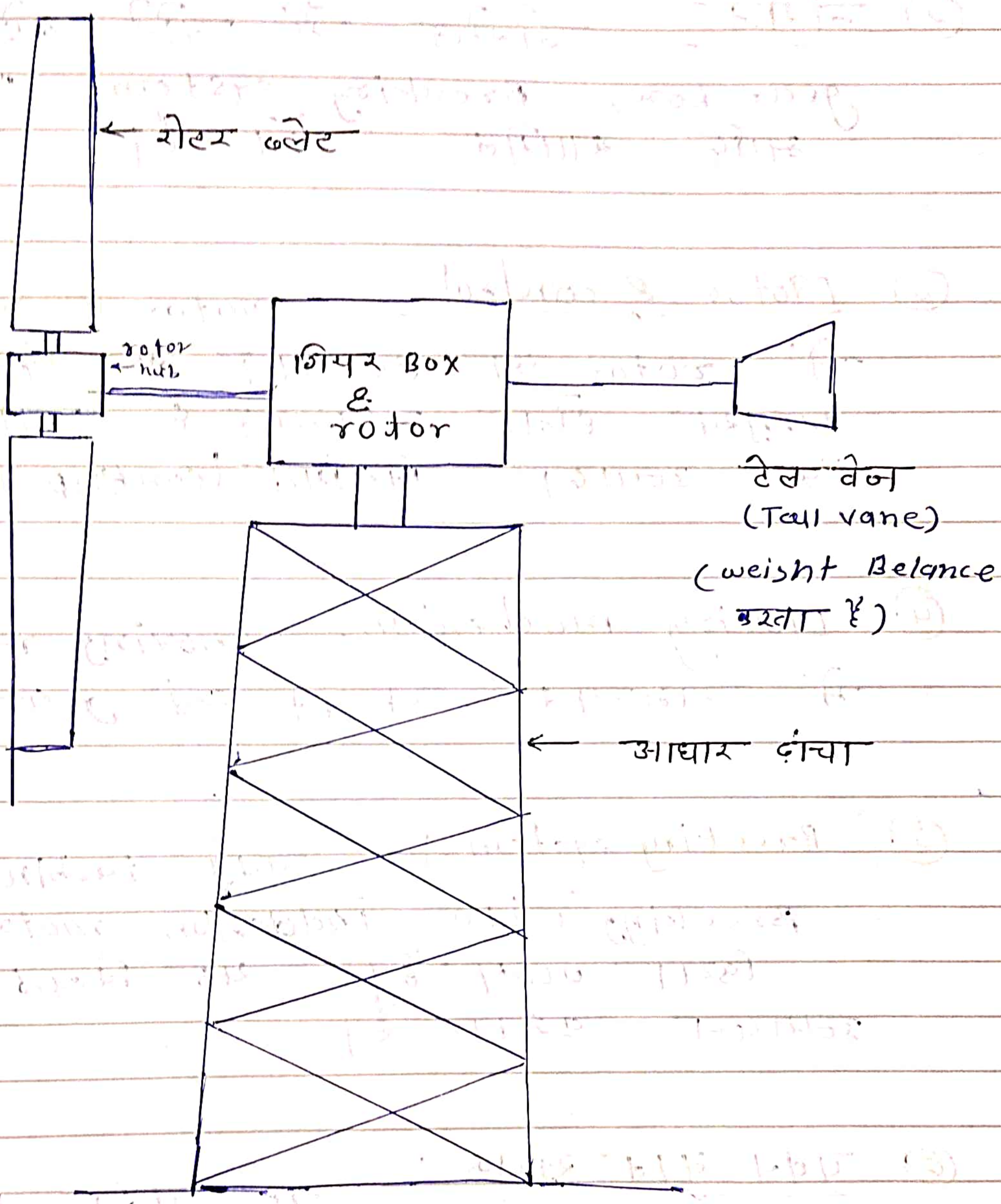
(अ) stol Regulated system

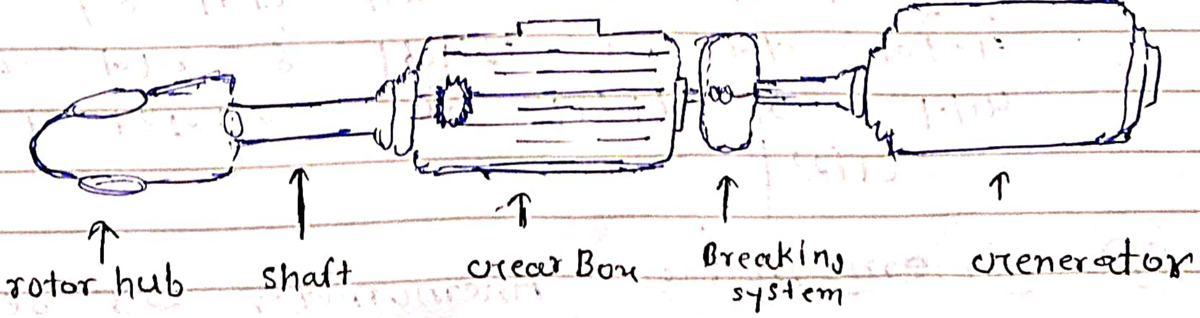
इस system में ब्लेड एक निश्चित कोण पर लगा होता है

(ब) पिच Regulated system :—

में ब्लेडों की ऊंचाई या कोण पवन का वेग के साथ बदलता है ताकि संयंत्र अधिक दक्षता से संचालन हो सके। इसका उपयोग सामान्यतः बड़े machines में किया जाता है।

classmate
Date
Page





② **नेसेल** — नेसेल में छोटे-बड़े generator, gear box, Breaking system, विचलन यंत्र आदि शामिल होते है।

③ **Motor & control** — motor & control system में rotor का PO पवन की दिशा के सम्मुख होना आवश्यक है ताकि ऊर्जा का उत्पादन नियमित (continuous) हो सके।

④ **Moving machenism.** — moving machenism में सामान्यतः shaft एवं gear box होते है।

⑤ **Breaking system** :- पवन turbine में generally Breaking के लिए induction motor का use किया जाता है। यह विद्युत ऊर्जा का उत्पादन करता है।

⑥ **पवन वात सूचक** :- यह पवन वात सूचक नियंत्रण computer को भेजता है। कंप्यूटर computer विचलन यंत्र को चालू कर देता है जो नेसेल में स्थित होता है। इससे नेसेल तब तक घूमता है जब तक rotor पवन की दिशा के सम्मुख न आ जाए।

⑦ **Anemometer** — Anemometer एक sensing device है जो computer को हवा की

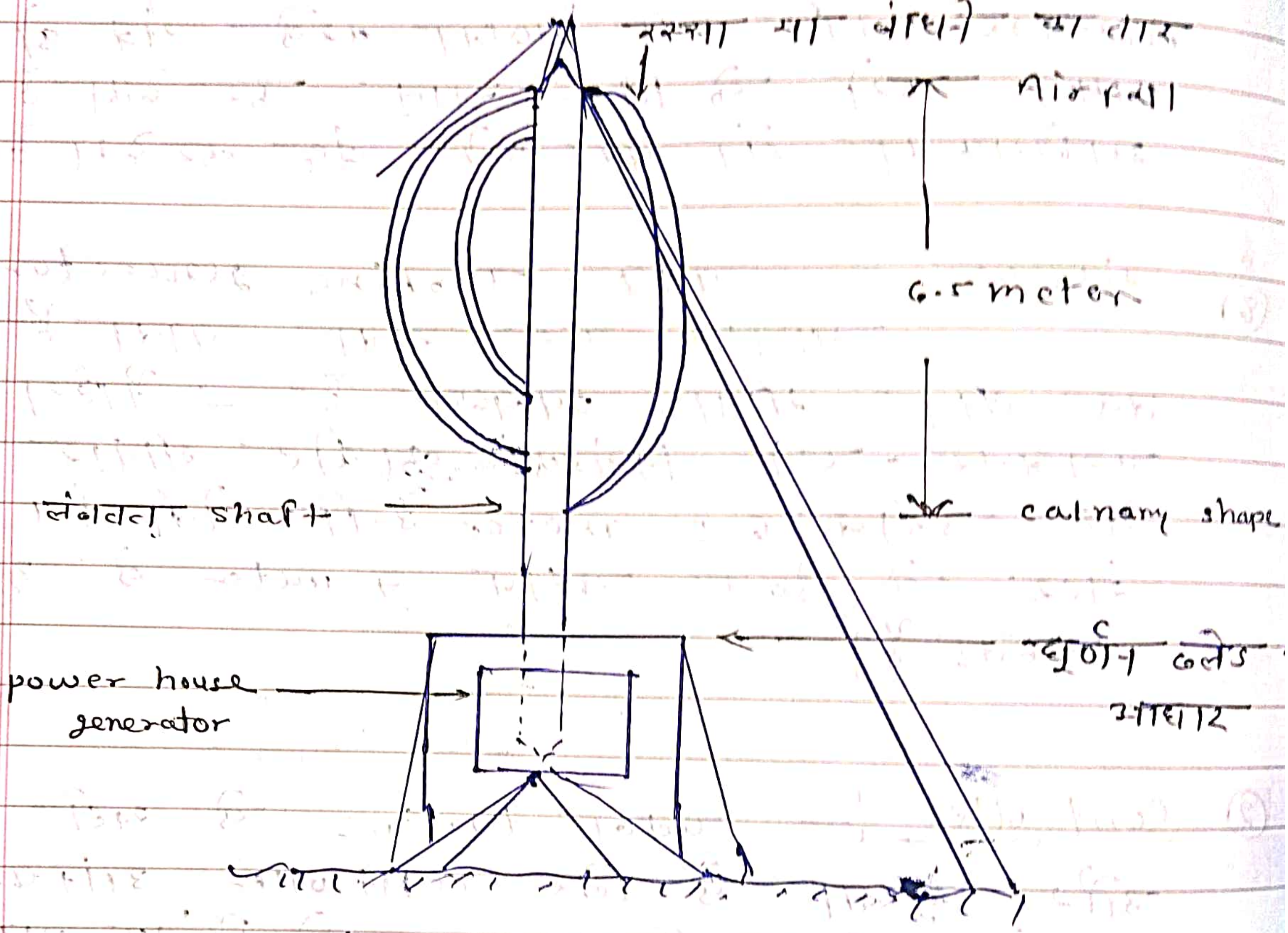
दिशा की जानकारी भेजता है। Computer Average गति की गणना करके यंत्र को काम करने के लिए चालू कर देता है या आवश्यकता होने पर उसे बंद कर देता है।

(8) मीनार :- पवन Turbine generator को मीनार पर रखा जाता है अभी तक तीन मीनार उपलब्ध है - लैटिस ट्यूबलर एवं नियंत्रक क्रांकीट मीनार। यह करीब 6.5 meter ऊंची होती है। इससे शेरर के केन्द्र करीब 7 meter के ऊपर रहता है।

(9) Controller :- पवन turbine के सही परिचालन और सुरक्षा के लिए controller अनिवार्य होते हैं इसके लिए निम्न प्रकार के नियंत्रण कार्य में लाते हैं -

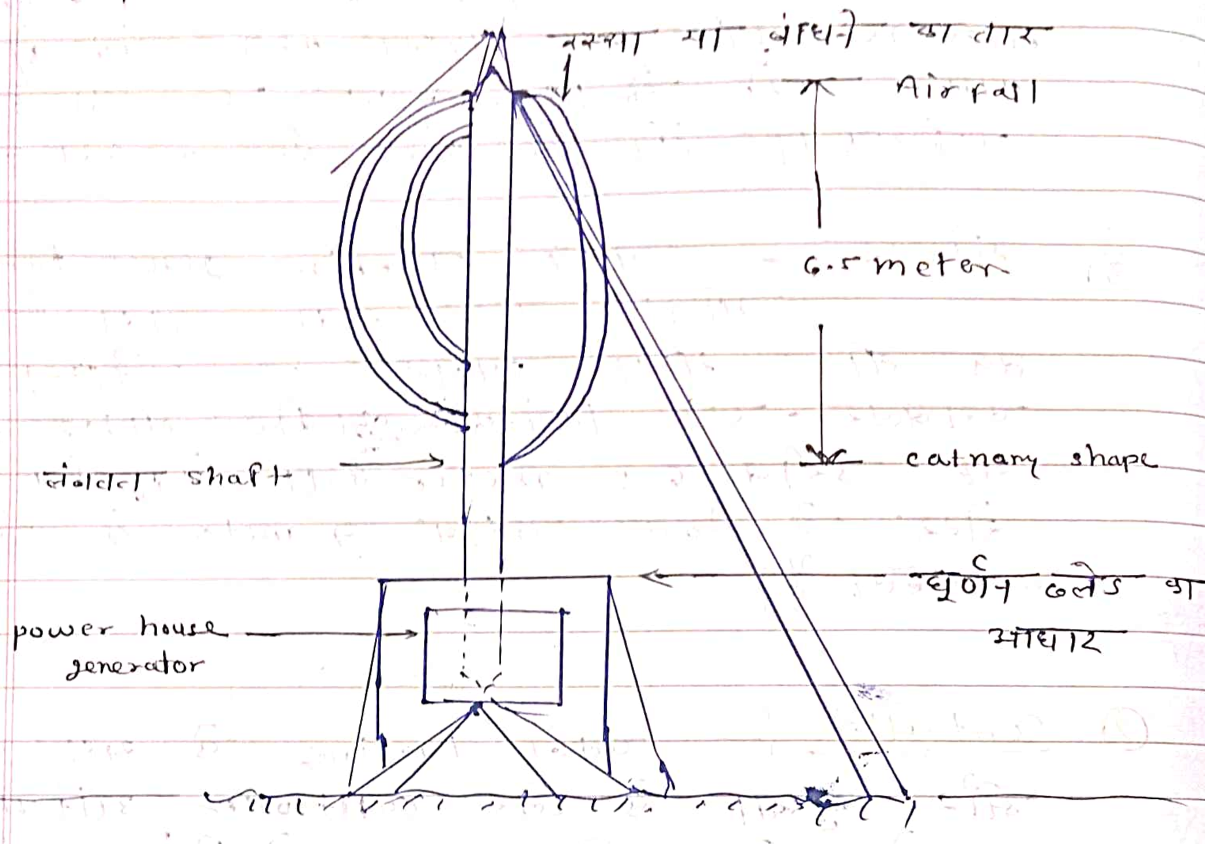
(1) pitch controller.
(2) temprature controller
(3) High speed controller
(4) over voltage & electric protection controller
(5) lightning Arrestor
(6) vibration controller.

(10) electric generator :- wind energy को mechanical तथा mechanical को electrical में बदलने के लिए electric generator का use किया जाता है। यह induction generator होता है।



रस्सा या बांधने का तार
6.5 meter
लंबवत् shaft
calnary shape
घूर्णन ब्लेड
आधार
power house
generator

(A) Vertical axis wind turbine (Derrieus type)
(Up wind machine)



→ इसमें rotor blade हमेशा लंबवत होती है।
→ यह machine की दक्षता वायु के ~~काय~~ दिशा पर निर्भर नहीं करता।

→ पेनिमोन्स एक ग्रीक शब्द है जिसका अर्थ है सभी प्रकार की हवाएं।

→ इसमें उच्च बल आघूर्ण torque होता है।

→ ~~इसकी~~ Horizontal axis की तुलना में तीन लाभ है -
① machine की गति पर वायु की दिशा का कोई प्रभाव नहीं होता
② इसमें दिशा खींचक यंत्र की आवश्यकता नहीं होती।
③ इसका आधार संरचना का आकार छोटा होता है।
④ इसकी रखरखाव तथा capital cost कम होता है।

Vertical axis wind turbine parts -

(i) Guide wire
(ii) Hub
(iii) Rotor
(iv) Blades
(v) shaft
(vi) Break
(vii) Gear
(viii) Generator
(ix) Base

(i) Guide wire. — Vertical axis wind turbine को normally needs होती है। यह Guide wire vertical axis wind turbine तथा rotor shaft को निश्चित स्थिति में रखते तथा अधिकतम संभावित कंपन्न से बचाने का कार्य करता है।

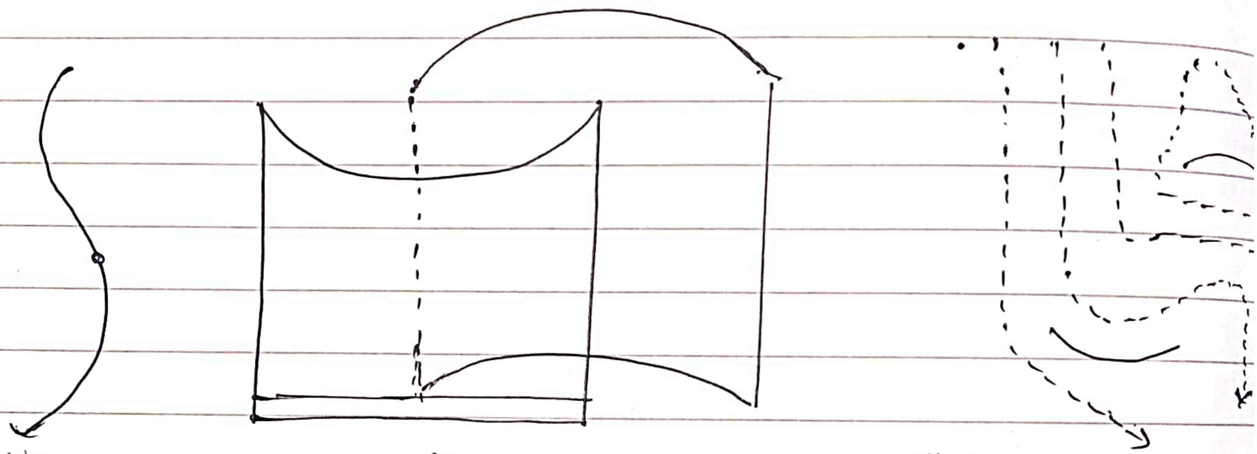
(ii) Hub :— Hub rotor का center point होता है जिससे Blades जुड़े होते है। Hub cost iron तथा cost steel से बना होता है यह rotor के upper end तथा lower end में लगा होता है।

(iii) Rotor :— rotor wind turbine का heart होता है यह shaft के hub में multiple blads से मिलकर consist होता है। यह turbine का main component है जो wind के pressure

को observe कर उस energy को mechanical energy मे convert करता है।

① सेवोनियस मशीन

→ सेवोनियस machine के आविष्कारक S.J सेवोनियस है जो सन् 1950 में इसका आविष्कार किया।
→ यह आधुनिक पवन चक्कीयों में सबसे सरल निकाय है।
→ इसका installation cost भी low होता है।
→ इसमें कम वेग की आयु भी पर्याप्त होती है।



(i) (ii) (iii)

यह एक बेलन (ड्रम) की लंबाई में आधा काटकर बनाया जाता है और इन दोनों भागों को विपरित दिशा में परस्पर जोड़कर S(एस) अक्षर के अनुरूप बनाया जाता है। ये दो अर्द्ध बेलनाकार ड्रम एक लंबवत् अक्ष पर पवन प्रवाह की दिशा के लंबवत इस प्रकार लगाये जाते है कि दोनो बेलनाकार ड्रम के अक्षों के मध्य थोड़ी दूरी रहे। इस अवस्था में इसकी ऊंचाई व व्यास का अनुपात परिवर्तित किया जा सकता है। जो समान्यतः 3:1 होता है।

इसकी power factor और efficient कम होती है इसका उपयोग पानी निकालने Battery आवेशन इत्यादि में किया जाता है।

Advantage :- ① यह स्वयं चालू होता है।

② इसमें Pawan की दिशा का कोई महत्त्व नहीं होता।

③ यह कम वेग पर भी अच्छी कार्य क्षमता प्रदर्शित करता है।

④ generator, gear box, जमीन पर रहने के कारण रखरखाव सुविधाजनक होता है।

⑤ इसका वजन अपेक्षाकृत कम होता है।

disadvantage :-

① इन्हें अधिक ऊंचाई नहीं बना सकते क्योंकि लंबी shaft परेशान करती है।

② Effeciency is low

③ power factor is low.

② डेरियस machine

→ इसका आविष्कार फ्रेंच इंजीनियर G.J.M. ने 1925 में किया था।
→ यह तीव्र वेग में कार्य करने में सक्षम होती है।
→ इसके ब्लेड Airfoil के भाग होते हैं और इनकी कॉर्ड (chord distance) निश्चित होती है।

ब्लेड के दोनों shaft सिरे एक लंबवत shaft से जुड़े रहते हैं इसके कारण इसमें बल लगता है। यह बल, पवन वेग के कारण लगने वाले बल को दृढ़ता से रोकता है इस कारण इसकी ब्लेड कम वजन की बनायी जाती है। इनका starting बल आघूर्ण कम होता है।

विशेषताएँ –
(i) यह स्वयं चालू नहीं हो सकती।
(ii) यह तीव्र गति की machine होती है।
(iii) इसकी स्थापना की लागत कम होती है।

→ डेरियस ब्लेड चक्की के लाभ :–

① चलाने के लिए कम बल की आवश्यकता होती है।
(2) Efficiency अधिक होती है।
③ इसे उच्च गति से चलाया जा सकता है।
④ इसका installation लागत कम होता है।

हानि :-

① कम वायु वेग में Effeciency कम।
② इसे कम वायु वेग में चलाना मुश्किल होता है।

Advantage of wind Energy / windmill.

(i) Wind energy is a free
(ii) Renewable resource.
(iii) Wind energy is also a source of clean, non polluting, electricity.
(iv) low operation cost
(v) पवन Turbine को उस भूमि पर भी स्थापित किया जा सकता है जिसका उपयोग खेती या चराई के लिए किया जा सकता है

dis advantage of wind Energy / windmill

(i) initial cost is high
(ii) हवा की गति पर निर्भर
(iii) सभी स्थान पर नही लगाया जा सकता।
(iv) noise उत्पन्न करता है।
(v) इसके rotor से Birds प्रभावित होते है।

Ⓐ difference between HAWT & VAWT

Basis of Difference	Horizontal Axis wind turbine	vertical Axis wind turbine
Definition.	Horizontal axis wind turbine वह है जिसके axis of rotation Horizontal होते है।	Vertical Axis wind turbine वह है जिसके axis of rotation verti होते है।
संक्षिप्त name	HAWT	VAWT
Location of electric generator	HAWT में electric generator (gearbox) आदि tubine tower की Top पर होता है।	VAWT में electric generator, gear box turbine के नीचे जमी पर स्थापित किया जा
Need of yaw mechanism	HAWT में turbine rotor को हवा की दिशा में roted कराने तथा हवा की दिशा पता लगाने के लिए Yaw machenism की आवश्यकता होती है।	VAWT यह हवा की सभी direction से roted करता है इसलिए yaw mechani की need नहीं होती।
self starting	HAWT self starting होता है।	VAWT को एक stationary point से start करने की आवश्यक पड़ती है।
Design & Installation	इसका design & installation complicative होता है।	इसका design तथा installation अपेक्षाकृत आसान होता है।

operation space of blades	HAWT में blade के operation के लिए large place की Need होती है।	VAWT में Blade के operation के लिए small place की Need होती है।
dependency on wind direction	HAWT को operation के लिए wind के direction पर dependent होना पड़ता है।	VAWT सभी direction की हवा का use कर सकता है, इसे wind के direction पर depend नहीं रहना पड़ता।
Need of Nacelle	HAWT में Nacelle की आवश्यकता पड़ती है	VAWT में Nacelle की आवश्यकता नहीं पड़ती।
power cofficient	High power cofficient	low power cofficient
Noise produce	High Noise produce करता है।	अपेक्षाकृत कम Noise produce करता है।
Efficiency	50 — 60%	70%
cost	high cost to design & installation	low cost to design & installation.

* Application of requiring machenical energy.

(i) Wind pump:— low Power turbine का उपयोग water pump की तरह किया जाता है दूरस्थ स्थानों पर इसको wind pump भी कहते है।

(ii) heating:— padel wheel की सहायता से machenical energy को direct heat में 100% efficiency के साथ बदला जा सकता है इसका उपयोग पानी को गर्म करने तथा space heating के लिए भी किया जाता है।

(iii) see transport:— समुद्र में Transport करने के लिए पुराने दिनों में जब advance यातायात का आविष्कार नहीं हुआ था तो Pal वाली नौका के रूप में प्रयोग किया जाता था

* Application of off grid electric power source

(1) ~~machine of 1~~ low power की machine कम हो, जिसका व्यास 3meter. और power 400 1000 watt है इसका उपयोग space heating, & cooling के लिए घरों में करते है । water heating के लिए.

Battry charge, और घर के उपकरणों fan light आदि को चलाने के लिए।

(2) इससे अधिक क्षमता 50 KW तक के machins का use light house, remote communication weather station समुद्र के किनारों पर oil drilling की जगहों पर.

(3) intermidiate 100 से 250 KW तक के generators का प्रयोग Power supply के लिये किया जाता है। तथा formhouse के लिए भी किया जाता है।

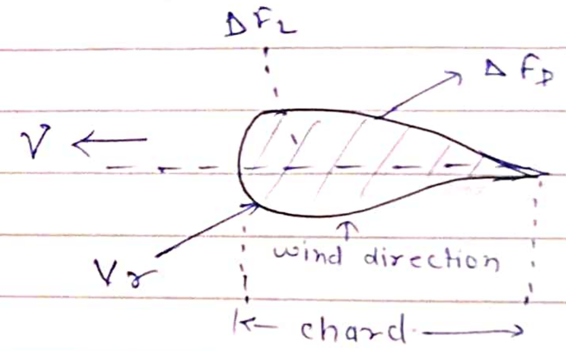
(4) पानी को पर्वतीय क्षेत्र में पहुंचाने के लिए भी इसका use किया जाता है।

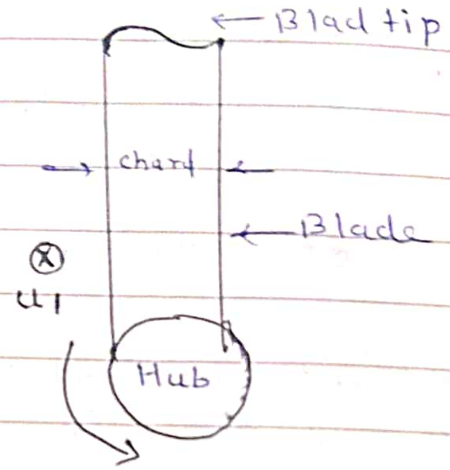
(B) Application of grid connected electrical power source. —

(1) बड़े generator जो KW से कुछ MW range के generators का use power supply के लिए किया जाता है। इसमें बहुत सारे wind generator को आपस में जोड़कर wind form तैयार किये जाते हैं।

⊛ Important terms & defination:-

(1) Blade element:-





→ Airfoil shap

⇒ Blade material made with- fiberglass, reinforced या opoxy

कार्बन fiber Arran-mind का use भी reinforced material के लिए किया जाता है।

* **chard:-** Blade की चौड़ाई एक सिरे से दूसरे तक जिसे chard कहते है जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है।

* **wind valacity V** - मुक्त पवन का वेग turbine के आस-पास को wind valacity कहते है।

* **insident wind valacity (u1):** rotor से पास होने वाली wind के वेग को insident wind valacity कहते है इसे u1 से प्रदर्शित किया जाता है।

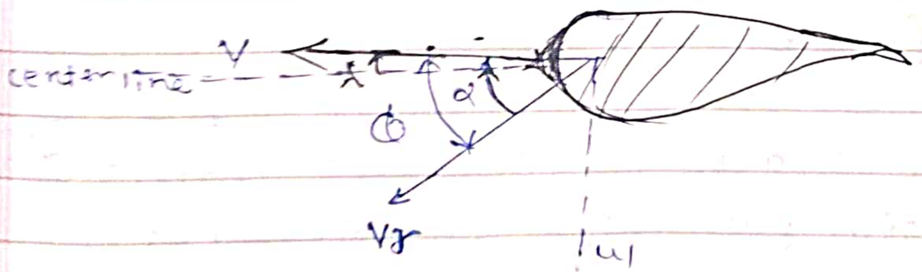
* Blade element linear valcity (V) –

linear circumferential valicity of blade element due to rotation of blade

* Relative valicity : (Vr) :– पवन का वेग blade के सापेक्ष को आपेक्षिक पवन की गति कहते हैं इसे (Vr) से प्रदर्शित करते हैं।

* Angular valacity :–
Angular speed of rotor radian per second.

* Angle of atteck :– इसे α से प्रदर्शित करते हैं। Angle between center line and blad element (आपेक्षिक वेग के कोण को Angle of atteck कहते हैं।



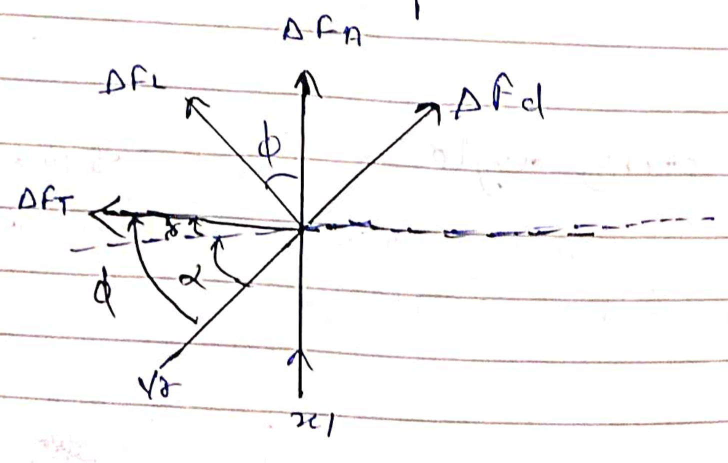
(F) Blad settin angle – यह केन्द्रिय line और blade element के बीच रेखीय वेग के मध्य बीच का कोण होता है।

* Drag :- force (ΔFd)
in incrimental force acting on blade element in the direction of relative valacity of wind. इसे ΔFD से प्रदर्शित करते है।

* ~~Intrimental~~ Lift force (ΔFL)
incremental Force acting on blade element in the direction of perpendicular to relative valacity of wind. इसे ΔFL से प्रदर्शित करते है।

* Axial force :-
incrimental force acting on the blad element along the axis ~~of~~ rotation ~~of~~ blade.

* Tensient force
incrimental force acting on blade element tenigential ~~to~~ circulator path of ~~direction~~ rotation.



⊛ Drag :- force (ΔFd)

in incrimental force acting on blade element in the direction of relative valocity of wind. इसे ΔFD से प्रकाशित करते है।

⊛ ~~Intrimental~~ Lift force (ΔFL)

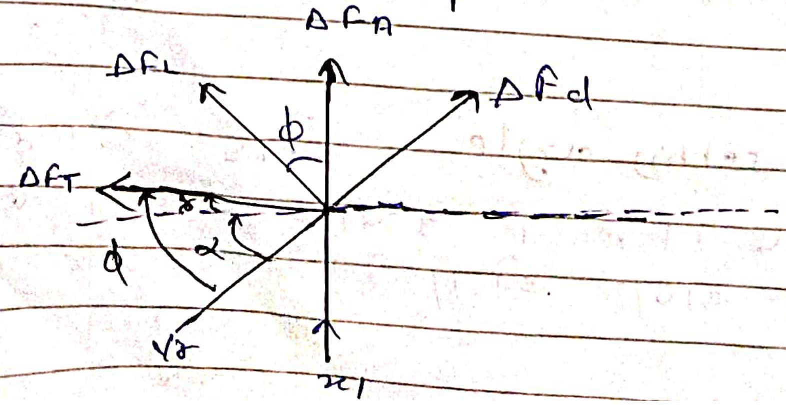
incremental force acting on blade element in the direction of perpendicular to relative valocity of wind. इसे ΔFL से प्रकाशित करते है।

⊛ Axial force :-

incrimental force acting on the blade element along the axis ~~of~~ rotation ~~of~~ blade.

⊛ Tensient force

incrimental force acting on blade element teniqential ~~to~~ circulator path of ~~direction~~ rotation.



(F) Yaw controller :-

⇒ wind turbine की yaw controller rotor को हवा के direction ~~में लिए जिम्मेदार~~ उन्मुख कराने के लिए जिम्मेदार होता है।

⇒ yaw controller, Horizontal axis turbine के लिए ही use किया जाता है।

Horizontal axis turbine हवा के ~~की~~ उन्मुख ही रहकर आवश्यक energy produce करता है। और यह तभी संभव है जब turbine rotor का direction हवा के उन्मुख हो तो इसके लिए yaw controller होता है जो हवा के direction के अनुसार turbine को उसके उन्मुख लाता है।

(G) pitch controller :—

pitch controller turbine के blade के कोण (direction) को control करता है।

pitch controller के use से max से max wind, ~~pawan~~ turbine Blade से टकराता है और अधिकतम ऊर्जा गतिज ऊर्जा को mechanical ऊर्जा में बदलता है।

Imp.

(*) speed control strategies for wind Turbine.

speed control के बहुत सारे तरीके है।:-

यह turbine के आकार पर निर्भर करता है

(i) **NO speed control at all:-** इस प्रकार के system में machine के component को इस प्रकार design किया जाता है कि component खुद ही असमान्य घटनाओं में भी operate हो सकता है।

(ii) **Yaw and tilt control:** ~~in which the rotor axis is shifted out of wind direction~~

Yaw और tilt control का उपयोग rotor axis को wind के direction में मोड़ने के लिए किया जाता है तथा ~~speed~~ tilt control का प्रयोग rotor के Blade को इस प्रकार घुमाने के लिए किया जाता है जिससे turbine का मुख हमेशा हवा के दिशा में हो।

(iii) **pitch control:-** pitch control का उपयोग Blads को घुमाने के लिए तथा speed control के लिए किया जाता है।

(iv) **stall controll:-** stall control का उपयोग turbine के blade को

पवन के वेग अत्याधिक होने पर Blade को रोकने के लिये किया जाता है ताकि दुर्घटना न हो।

---

④ Power factor (शक्ति गुणांक)

पवन चक्की पर मिलने वाला power तथा पवन ऊर्जा से मिलने वाली आदर्श शक्ति में अनुपात को दर्शाता है।

$$\text{शक्ति गुणांक} = \frac{\text{पवन चक्की पर मिलने वाला Power}}{\text{पवन ऊर्जा से मिलने वाली आदर्श power}}$$

$$\text{power factor} = \frac{\text{Energy o/p of wind turbine}}{\text{Energy i/p of wind turbine}}$$

④ Power factor की निर्भरता :—

① पवन चक्की की ब्लेडों की संख्या पर :—

② ब्लेडों की आकार पर.

③ ब्लेडों की झुकाव पर.

④ ब्लेडों की ऊंचाई पर.

⑤ Bearing के Friction पर.

* अधिकतम शक्ति गुणांक = .593 होता है
* अधिकतम शक्ति गुणांक ≅ 60% होता है।

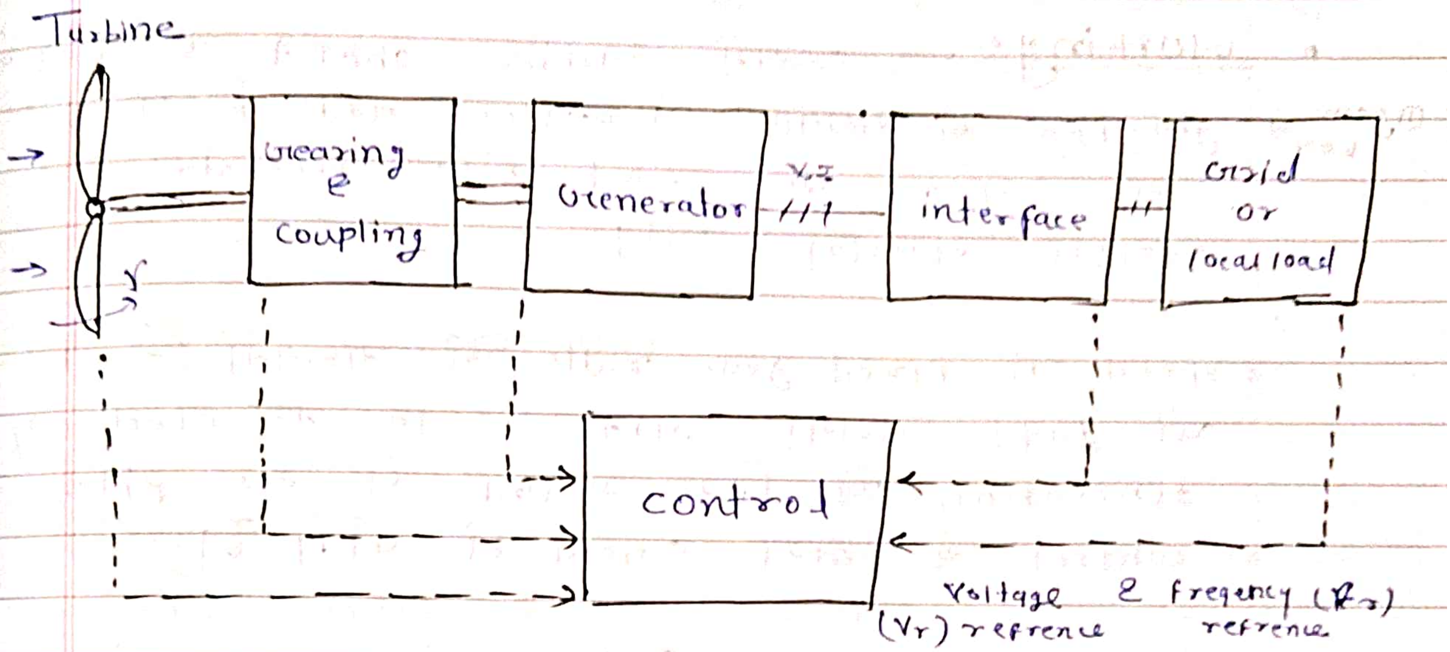
* **Machenical power**

किसी machinical उपकरण द्वारा कार्य करने की दर को mechenical Power कहा जाता है।

इसका SI unit Watt होता है।

$$\text{machenical power} = \frac{\text{यांत्रिक उपकरण द्वारा किया गया कार्य}}{\text{यांत्रिक उपकरण द्वारा लिया गया time}}$$

⊛ wind energy conversion system :-



Block diagram - wortical axis wind turbine (WECS)

→ wind energy conversion system पवन ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है जिसका Block diagram ऊपर दिये गये चित्र में प्रदर्शित है।

→ यह छोटे मध्यम और बड़े scale पे (WECS) का उपयोग समान्तर क्रम में AC grid के साथ उपयोग में लाया जाता है।

इस प्रकार के system को grid connected system कहा जाता है।

→ छोटे system का प्रयोग स्वतंत्र grid में किया जाता है और वह आस पास के local area में supply करता है। Block diagram की सहायता से हम इसे आसानी

से समझ सकते है।

* **Working**:— इसमें turbine shaft के speed
(1) gear box → gear box की सहायता से बढ़ाया जाता है जिसे एक speed बढ़ सके। और generator का design आसान हो।

→ speed को fixed gear ratio की सहायता से speed को इतना बढ़ाया जाता है कि यह electricity generation के लिए उपयुक्त हो यह Pitch control के द्वारा संभव हो पाता है।

यह Block drive की तरह व्यवहार करता है generator के लिए।

(2) **generator**:— dc generator, synchronous generator या induction generator का प्रयोग generator के रूप में किया जाता है यह system के design पर निर्भर करता है।

(3) interface → इसको interface किया जाता है जिससे grid के साथ voltage और frequency को match किया जा सके।

→ inter face में power electronic converter, transformer, filter आदि का प्रयोग किया जाता है। जिससे voltage और frequency match हो सके

(4) **control unit** → यह monitor और control करता सभी Block का यह grid से voltage और frequency की तुलना करते

रहता है तथा यह wind speed, wind direction आदि को control करके power supply को maintain रखता है जिससे maximum wind energy electric energy में रूपांतरित हो सके।

---

② Types of generator

(1) **dc generator** – dc generator का use आजकल नहीं किया जाता क्योंकि इसका cost ज्यादा है, maintance cost, एवं weight भी ज्यादा होता है commutator के कारण।

फिर भी इसका use छोटे wind turbine system में कर सकते हैं।

(2) **synchronous generator** :— यह generator high quality output एवं constant frequency के साथ output produce करता है, परन्तु
→ इसमें बहुत ही अधिक आवश्यकता होती है एक constant speed की यदि speed में variation होता है तो यह सीधे frequency में परिवर्तन कर देता है इस कारण यह उपयुक्त नहीं होता wind power generator के लिए।

→ इसमें synchronoization का भी खतरा होता है। इसमें exciter का भी आवश्यकता होता है इसीलिए इसका use नहीं किया जाता।

- Advantage —
(i) Frequency constant मिलता है।
(ii) इसका use Active तथा reactive power generate करने के लिए भी कर सकते हैं।

③ Induction generator :—

→ इसका primary लाभ यह है कि यह Brushless होता है।
→ इसमें अलग से DC Field supply की आवश्यकता नहीं होता।
→ यह speed variation को भी आसानी से handle कर लेता है।
→ यह dc machine और synchronous machine की तुलना में कम cost में तैयार हो जाता है।
इसलिए इसका उपयोग wind turbine में induction generator का use किया जाता है।

V. good
14.4.2024

(*) Fixed speed drive system:-

इस प्रकार के system में pitch control की सहायता से generator के shaft को एक fixed speed में रखा जाता है इसके लिए synchronous या induction generator का प्रयोग किया जाता है।

induction generator का प्रयोग अधिक करते है क्योंकि यह shaft के speed में होने वाले variation को अच्छे से handle कर लेती है।

यह दो प्रकार का होता है -

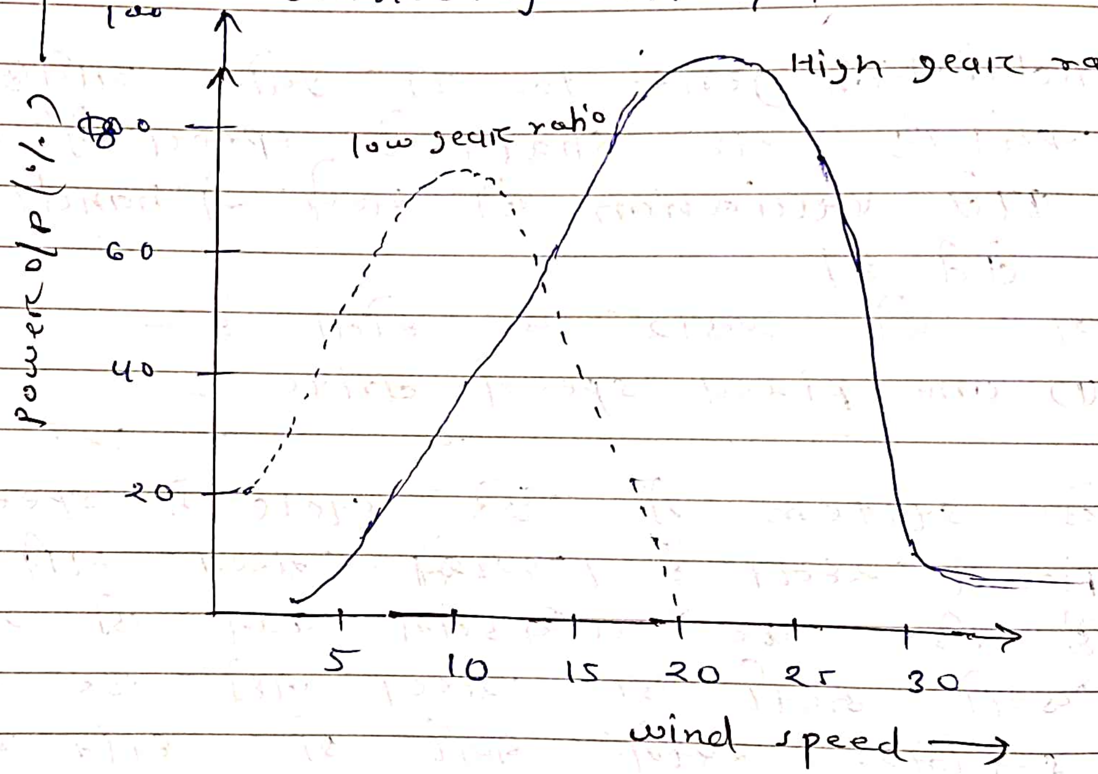
(1) one fixed speed drive - इस प्रकार के system में पूरे cycle में speed fixed रहता है। इसकी मुख्य हानि यह है कि यह अधिकतम पवन की गति में कभी ऊर्जा का ग्रहण नहीं कर पाता इसलिए इसमें ऊर्जा की हानि अधिक होती है।

→ यदि पवन का वेग fixed वेग से अधिक या कम हो

(2) Two fixed speed drive:- इस प्रकार के system में ऊर्जा संग्रहण अधिक होता है पहले वाले system से क्योंकि इसमें gear ratio की सहायता से दो operating speed fixed किया जाता है इसके लिए induction generator का प्रयोग किया जाता है।

इसमें दो प्रकार से speed को change करते है — a) दो stator winding with ~~two~~ different No. of po[les]

b) using single winding with pole changing arrangement by connecting series parallel connection.



आजकल power electronic drive की सहायता से यह ज्यादा लोकप्रिय है इसमें हम अधिक ऊर्जा प्राप्त कर जा सकती है।

इसमें rotor variable speed में घुमाया जा सकता है तथा induction generator की सहायता से variable speed power प्राप्त कर उसे dc में बदलकर पुनः inverter rectifier की सहायता से AC को DC में फिर DC को AC में बदला जा सकता है। (उचित आवृत्ति की)

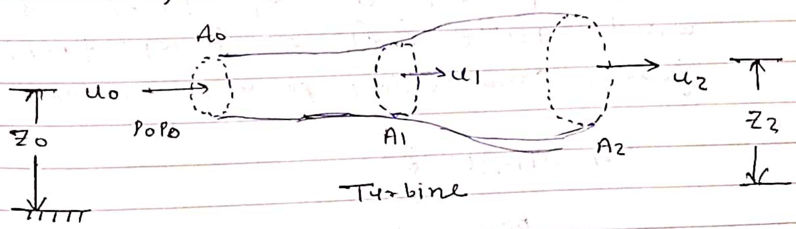
* capacity factor.

capacity factor को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है actual output electrical energy और maximum o/p energy के अनुपात को capacity factor कहते है।

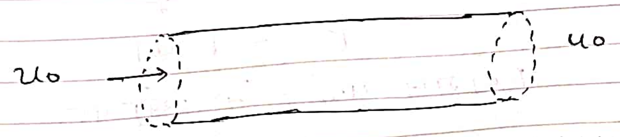
$$\text{capacity factor} = \frac{\text{annual energy o/p}}{\text{rated power} \times \text{Time in year}}$$

wind turbine का प्रयोग हम पवन ऊर्जा से mechanical energy प्राप्त करने के लिए करते है। Horizontal axis turbine को generally use में लाया जाता है।

Fig – wind steam tube in presence of turbine



माना, Air mass flow rate समान होता है सभी स्थान पर.



(a) unperturbed wind steam Tube absence of Turbine

माना ρ = वायु का घनत्व

u_1 = speed of wind after heating turbine

u_0 = speed up steam ~~after~~

u_2 = speed of down steam

हम जानते है - turbine में आने से पहले wind का mass $m = \rho A_0 u_0$

तथा turbine से निकलने के बाद wind का mass $m = \rho A_2 u_2$

तथा दोनों wind का वेग equal हैं तब.

(घनत्व = द्रव्यमान(m) / आय) (m = घनत्व × आयतन) $\rho A_0 u_0 = \rho A_2 u_2$ —— (1)

टरबाईन में पवन के टकराने के बाद वेग में परिवर्तन होता वायु के, जो कि उसे (turbine) को आवश्यक बल उपलब्ध कराता है जैसा कि समी (2) में प्रदर्शित किया गया है।

$$F = m(u_0 - u_2) \quad \text{—— (II)}$$

यह बल turbine या actuator Disk एक समान वेग u_1 से turbine के अंदर wind प्रवाहित होती है जिससे turbine की power (mechanical power develop) होता है

हम जानते है

$$\text{power } (P) = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{F \cdot d}{t}$$

$$P = F \cdot u_1$$

F का मान समी (2) से रखने पर

$$P = m(u_0 - u_2)u_1 \quad \text{—— (3)}$$

⇒ पवन से power मिलने वाला गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है तब हम लिख सकते है

$$P_w = \frac{1}{2} m (u_0^2 - u_2^2) \quad \text{——— (4)}$$

तब समी (3) और (4) दो ही power है तब -

$$\frac{1}{2} m (u_0^2 - u_2^2) = m (u_0 - u_2) u_1$$

$$\frac{1}{2} m (u_0 + u_2)(u_0 - u_2) = m (u_0 - u_2) u_1$$

$$u_1 = \frac{1}{2} (u_0 + u_2) \quad \text{——— (A)}$$

⇒ विशेष स्थिति में हम यह मान सकते है कि u_2 शून्य हो जाये अर्थात् निर्गत हवा का वेग 0 हो जाये जो संभव नहीं अतः u_1 का मान u_0 के आधे से हमेशा कम नहीं हो सकता।

$$u_1 \neq \frac{1}{2} u_0 \quad \text{——— (5)}$$

(A) interference factor:— इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि fractional wind speed समय के साथ कम हो।

$$a = \frac{u_0 - u_1}{u_0} \quad \text{——— (6)}$$

$$u_1 = (1 - a) u_0 \quad \text{——— (7)}$$

$$a = \frac{u_0 - u_2}{2 u_0} \quad \text{——— (8)}$$

समी (1), (2), 3, (4), (5), (A), (6) से -

$$P_T = u_0 (1 - a^2) \times \left(\frac{1}{2} \rho A u_0^3\right)$$

~~$P_T = C_p P_0$~~

$$u_1 = (1-a)u_0$$

$$\frac{1}{2}(u_0+u_2) = (1-a)u_0$$

$$1-a = \frac{u_0+u_2}{2u_0}$$

$$a = 1 - \frac{u_0+u_2}{2u_0}$$

$$a = \frac{2u_0 - u_0 - u_2}{2u_0}$$

$$a = \frac{u_0 - u_2}{2u_0} \quad \text{——— (8)}$$

$$u_0 - u_2 = 2au_0$$

समी (7) से

$$P = m(u_0-u_2)u_1$$

m का मान रखने पर

$$P = \rho A_1 u_1 (u_0-u_2) u_1$$

$$P = \rho A_1 u_1 (u_0-u_2) ~~(1-a)u_0~~ u_1$$

$$P = \rho A_1 u_1^2 (u_0-u_2)$$

(u_0-u_2) का मान (8) से रखने पर

$$P = \rho A_1 u_1^2 (2au_0)$$

u_1 का मान रखने पर

$$P = \rho A_1 \left[(1-a)^2 u_0^2\right] 2au_0$$

$\frac{2}{2}$ का गुणा करने पर

$$P = \rho A_1 \left[(1-a)^2 u_0^2\right] 2au_0 \times \frac{2}{2}$$

$$P = 4au_0 \, \rho A_1 \left[(1-a)^2 u_0^2\right] \frac{1}{2}$$

$$P = 4a(1-a)^2 \, \frac{1}{2} \rho u_0 u_0^2 A_1$$

$$P = 4a(1-a)^2 . \frac{1}{2} \rho u_0^3 A_1$$

$$P = \quad C_p = 4a(1-a)^2, \quad P_0 = \text{constant} = \frac{1}{2}\rho u_0^3 A_1$$

$$\boxed{P = C_p . P_0}$$

NOTE (A)

Unit - 4

P.V cell

P.V. cell - solar photo voltic system -

वह system है जो सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करते है। इस system में use होने वाले main component (युक्ति) को solar cell कहते हैं।

→ Solar cell को सबसे पहले 1954 में बनाया गया था।

photo voltic cell के use :-

1. photo voltic cell का सबसे अधिक उपयोग satelight, space satelight में किया जाता है।
2. Remote Radio Broad costing (दूर नियंत्रित Radio संचार) में।
3. समुद्र में भी चेतावनी के लिए भी use किया जाता है।
4. - Battry charging में।
5. - solar pump में।
6. solar street lights में

NOTE ⇒ Solar cell 1954 में बनाया गया तब efficiency 1% थी।

(*) ⇒ Si, germenium, gallium के use से दक्षता 10-18% तक होती है। परन्तु सेलेनियम द्वारा निर्मित आधुनिक solar cell की दक्षता 25% तक होती है।

Advantage of P.V cell:-

(1) यह इसे किसी भी स्थान पर लगाया जा सकता है खासकर उन स्थान पर जहां transmission line नहीं पहुंच सकता।

(2) दूरस्थ स्थानों पर (off grid) प्रयोग किया जा सकता है।

(3) कोई भी moving part नहीं होता अतः इसमें friction तथा windage loss नहीं होता।

(4) यह सौर ऊर्जा को सीधे विद्युत ऊर्जा में बदलता है।

(5) यह system प्रदूषण ध्वनि रहित environment के अनुकूल होता है।

6) यह Relaible होता है।

7) इसमे maintenance cost minimum (0) होता

8) इसकी आयु लगभग 20 साल होता है।

* disadvantage of P.V. cell:-

(1) वर्तमान सौर सेल का मूल्य बहुत अधिक है इसीलिए यह आर्थिक रूप से अन्य स्रोतों की तुलना मे अधिक महंगा होता है।

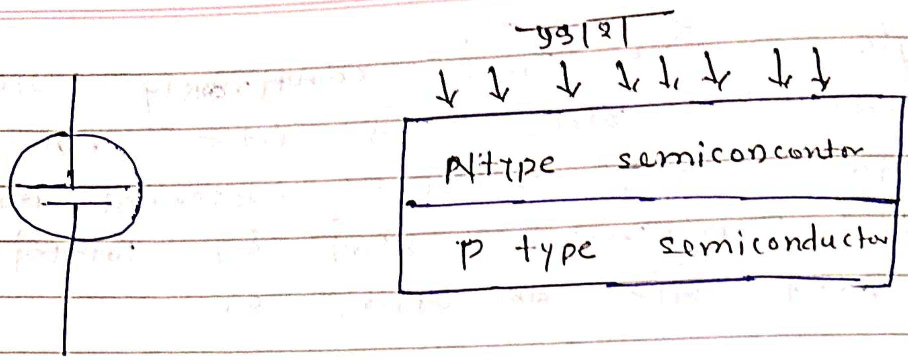
(2) इसके लिए बहुत अधिक क्षेत्रफल की आवश्यकता होती है दूसरे स्रोतों की तुलना में।

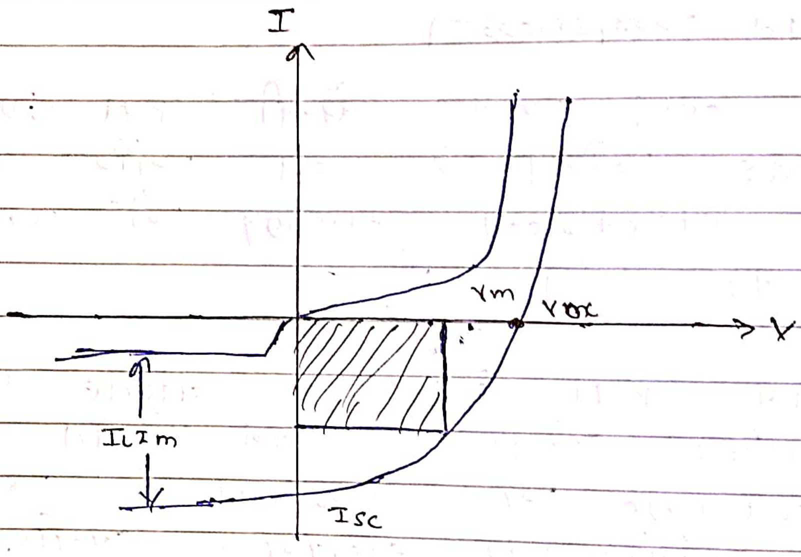
③ चूंकि सौर ऊर्जा continuously प्राप्त नहीं होता है अतः इसके लिए Energy store करने के लिए external Battery की आवश्यकता होती है। जिससे इसकी cost और बढ़ जाता है।

(*) solar cell क्या है इसकी कार्य विधि को चित्र सहित समझाइए।

→ सौर cell एक ऐसी PN junction diode होता है जो सौर Energy को electrical energy में convert करता है।

जब PN junction diode पर प्रकाश आपतित होता है तब फोटॉन संयोजकता electrone से टकराता है इस प्रक्रिया में संयोजकता electrone पर्याप्त energy प्राप्त कर लेते हैं और अपने परमाणु से पृथक होकर मुक्त electrone बन जाते हैं इस प्रकार सह-संयोजक Bond टूटने के कारण P प्रकार और N प्रकार के अर्द्धचालक में electrone और Hole उत्पन्न होता है जिससे एक विद्युत धारा प्रवाहित होने लगता है।





construction: चित्र में सोलर cell की संरचना प्रदर्शित है।

① solar cell बनाने में मुख्यतः गैलेनियम आर्सेनाइड (GaAs), कैडमियम आर्सेनाइड (CdAs) तथा इंडियम आर्सेनिक (InAs) का भी उपयोग किया जाता है।

③ डायोड (सोलर cell) को एक Box में बंद करके उसके ऊपरी हिस्से पर कांच की खिड़की लगाते हैं जिसके कारण प्रकाश सतह पर सरलता से आपतित हो सके।

4) इसमें P प्रकार एवं N प्रकार के semiconductors की मोटाई अत्यधिक कम होती है जिससे P प्रकार के अर्द्धचालक में ऊष्मीय जनित electrone पुनः संयोजन से पूर्व junction में विसरित होकर N प्रकार के semiconductor में जा सके। इसी प्रकार N-प्रकार के अर्द्धचालक में उत्पन्न अल्पसंख्यक विवर पुनः संयोजन से पूर्व ही संधि में विस्तारित होकर P-प्रकार के semiconductor में जा सके।

(5) अधिक विद्युत ऊर्जा प्राप्त करने के लिए अपमिश्रित की मात्रा अधिक की जाती है) (dopping)

Working:- जब प्रकाश P-N diode junction diode पर emmite होता है तब प्रकाश के ऊर्जा संयोजकता electrone से टकराकर उन्हें ~~प्राप्त~~ पर्याप्त ऊर्जा प्रदान कर देते हैं कि वे अपने परमाणु से विमुक्त हो जाते हैं। परिणाम स्वरूप P-प्रकार एवं N-प्रकार के अर्द्धचालकों में इलेक्ट्रॉन-विवर युग्म उत्पन्न हो जाते हैं।

2) विसरण द्वारा electrone एवं विवर अवयव क्षेत्र तक पहुंच जाते हैं, परंतु प्रबंध शोधिका क्षेत्र द्वारा पृथक्कृत हो जाते हैं परंतु P-क्षेत्र के अल्पसंख्यक आवेश वाहक इलेक्ट्रॉन शोधिका विभव उत्पन्न को पार करके P क्षेत्र में पहुंच जाते हैं।

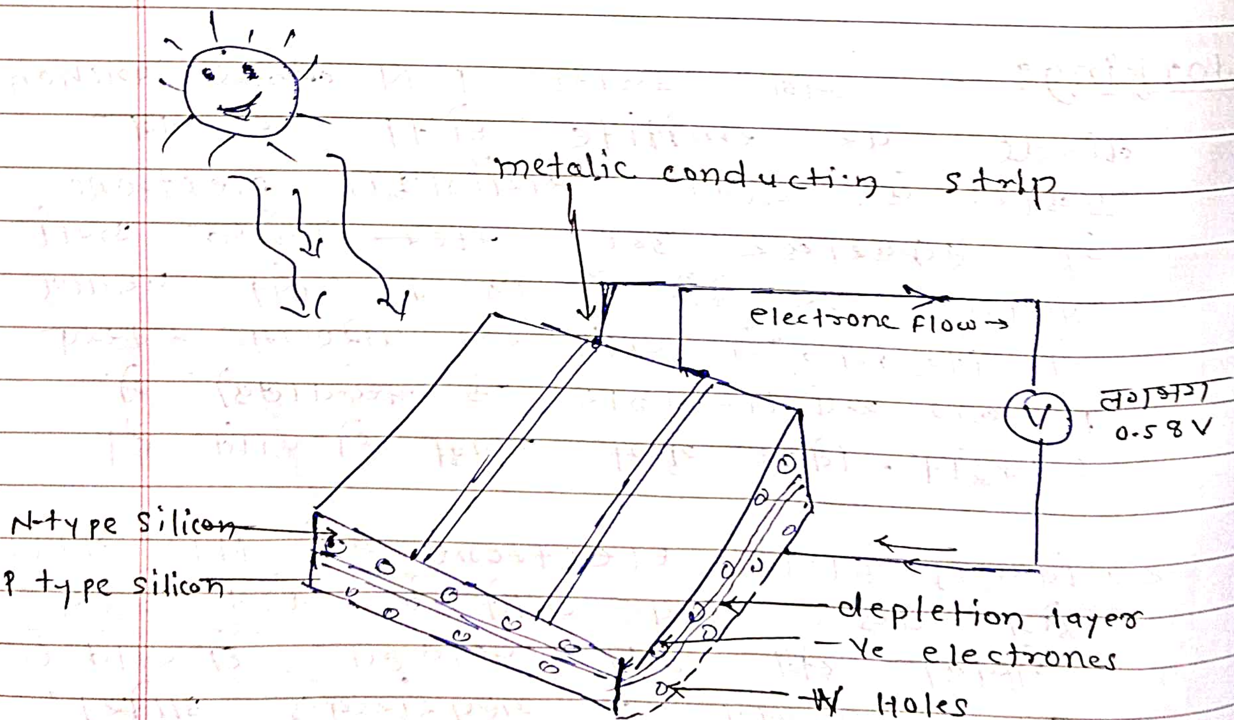
3) इसी प्रकार N क्षेत्र के अल्पसंख्यक आवेश वाहक विवर रोधिका विभव को पार करके N-क्षेत्र में पहुंच जाते है।

4) इसी प्रकार अल्पसंख्यक आवेश वाहकों के अधिगमन के फलस्वरूप अल्पसंख्यक धारा प्रवाहित होती है जो Illumination के अनुक्रमानुपाती होता है एवं प्रकाश को संधि में प्रवेश

(solar cell को design करते वक्त ध्यान में रखने योग्य बातें-

(*) solar cell design configuration

(1) short circuit current



construction :— दिये गये चित्र में solar cells की बनावट को दिखाया गया है.

→ इसमें बहुत ही पतली सैंडविच होती है, जो silicon तथा gallium के n-type तथा p-type के semiconductors की पतली परतों द्वारा बनायी जाती है।

→ इसमें ए आकार की metal grid स्थापित की जाता है. सैंडविच का निचला lower end, एक धातु - आधार पर fix रहता है, जिसके साथ संयोजन के लिए एक strip लगी रहती है। इस semiconductor सैंडविच के ऊपरी भाग में anti-reflecting coating का लेप लगा रहता है।

working :—

semiconductor material का यह गुण होता है कि जब इस पर प्रकाश पड़ता है तो यह प्रकाश के फोटॉन कण को अवशोषित करते हैं तथा free electrons बनाते हैं

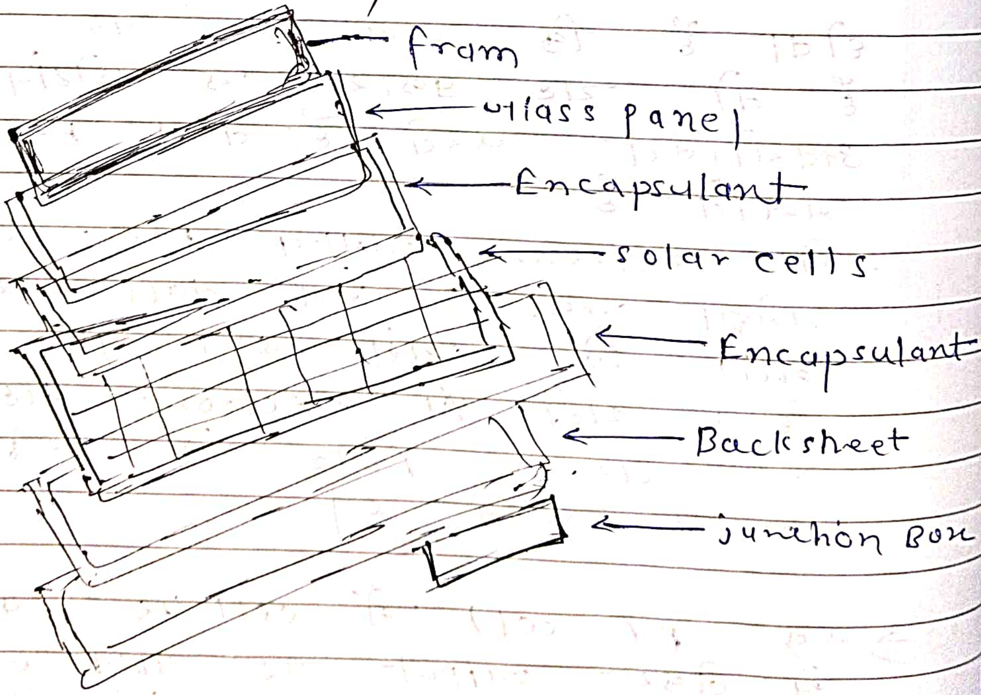
ये electrons सामान्य free electrons की अपेक्षा ज्यादा उत्तोजित तथा उत्सर्जित होते हैं यानि कि इसमें बहुत अधिक ऊर्जा होती है। यही फ्री electrons बाहर निकल कर एक electric field में बहते हैं या move करते हैं।

⇒ एक PV cell में cell पर प्रकाश गिरने से लेकर output पर प्राप्त electric power तक कि क्रियाएँ निम्न तीन भागों में बांटा जा सकता है।

1. पहली क्रिया में प्रकाश पड़ने पर फोटॉन सक्रिय भाग द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। तथा free electrons उत्तेजित होकर उच्च विभव वाला Energy प्राप्त कर लेते हैं।

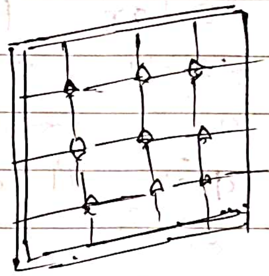
2. दूसरी क्रिया में यह उत्तेजित electrons एक किनारे पर लग जाते हैं और जमा हो जाते हैं। यह किनारा PV cell का o/p terminal होता है।

3. तीसरे चरण कि क्रिया में जब terminal को load से connect किया जाता है तो उत्तेजित और उच्च विभव वाले free electrons उस root पर टर्मिनल के जरिये पहुंच जाते हैं और उसे यांत्रिक को चलाते हैं।



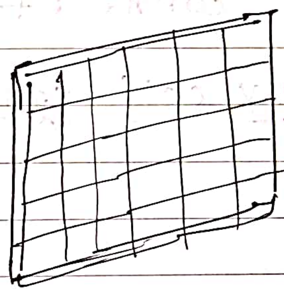
Types of solar panel

(1) Monocrystalline –
- pure silicon
- 24.4% effeciency
- Moderate cost
- longest lifespan



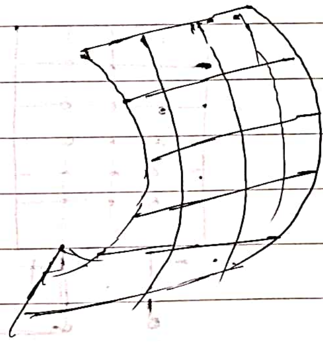
(काला)

(2) polycrystalline
- Melted silicon crystals
- 19.9% effeciency
- least expensive
- Moderate lifespan



(नीला)

(3) Thin – film
- Variety of materials
- 18.9% effeciency
- Most expensive
- shortest lifespan



(पतला)

Advantage of solar pannel –

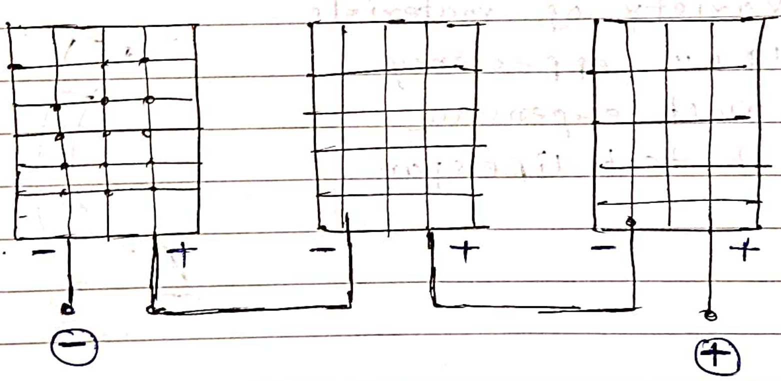
(off grid के रूप में)

1. battery को charge करने में,
2. कृत्रिम उपग्रहों में
3. अंतरिक्ष यानों में,
4. railway तथा road traffic signals के लिए
5. दूरसंचार केन्द्रों में
6. मौसमी अनुसंधानों में
7. emergency light के रूप में
8. road light
9. street light . calculators में ।

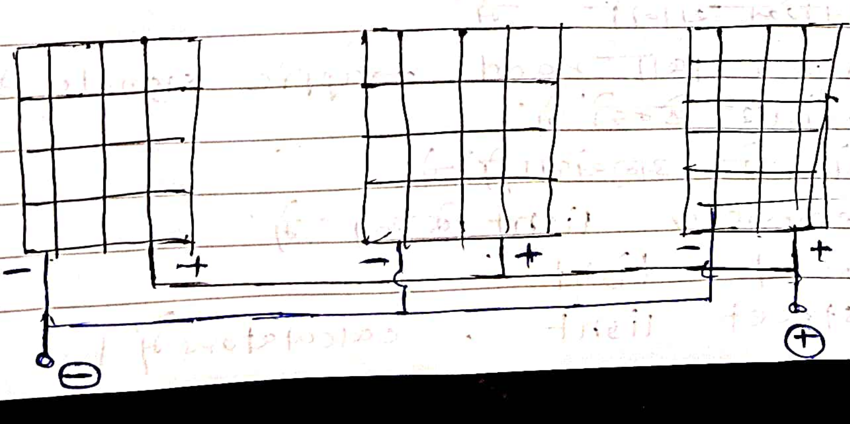
⊕ Series/ parallel connection of P.V. cell

Solar photo voltic cell module की क्षमता 3W से 300W होता है परन्तु कई स्थानों पर हमें KW से MW वाले पैनल्स की क्षमता की आवश्यकता होती है इसके लिए हम No. of module को series तथा parallel में connect करते है।

* PV cell series connection



* PV cell parallel connection :-



(7) pv cell series & parallel connection -