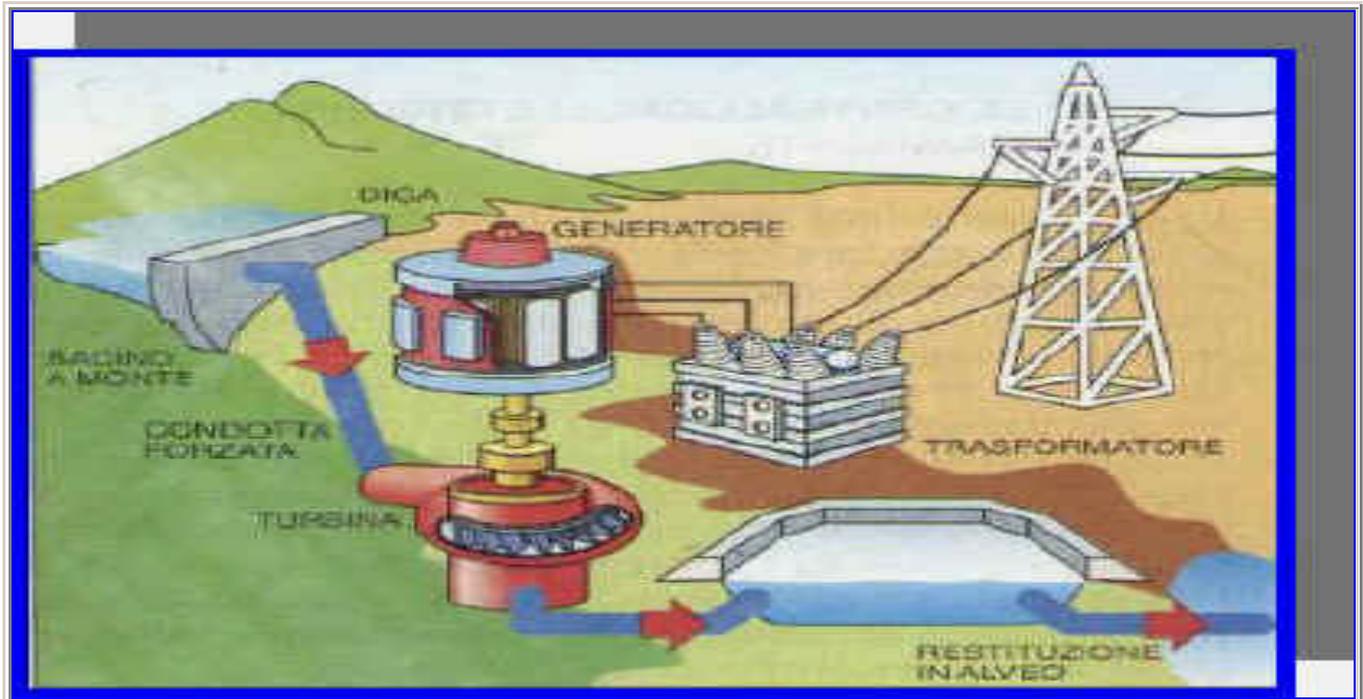


Analizziamo i vari tipi di centrale, analizzandone nel dettaglio il principio di funzionamento.

CENTRALE IDROELETTRICA



Principio di funzionamento

L'energia elettrica viene prodotta in appositi stabilimenti che prendono il nome di centrali elettriche. Le centrali idroelettriche usano l'acqua come materia prima. Occorre, naturalmente averne sempre a disposizione perché la centrale possa funzionare in ogni momento.

Per realizzare una centrale idroelettrica viene costruita una diga per sbarrare la valle in cui scorre il fiume. Le acque non potendo più proseguire il loro corso formano un lago artificiale. Da questo è facile prendere acqua anche quando il fiume è in magra (cioè ha poca acqua) o addirittura quando è in secca (privo d'acqua).

Un canale a lieve pendenza conduce l'acqua spillata alla base della diga, in un punto più avanzato della valle che viene chiamato vasca di raccolta. Dalla vasca di raccolta, l'acqua viene inviata alla centrale idroelettrica per mezzo di grosse tubature, dette condotte forzate. Si chiamano così perché queste tubature, che hanno una fortissima pendenza, forzano l'acqua, cioè la costringono a scendere a grande velocità. Arrivata alla centrale l'acqua inizia a "lavorare". Questo suo lavoro sarà capace di produrre l'energia elettrica.

Nella centrale l'acqua mette in azione una macchina che si chiama turbina. La turbina è costituita da una grossa ruota metallica alla quale sono unite numerose pale, anch'esse in metallo. L'acqua, uscendo dalle condotte forzate con grande impeto, è proiettata sulle pale e fa girare la ruota.

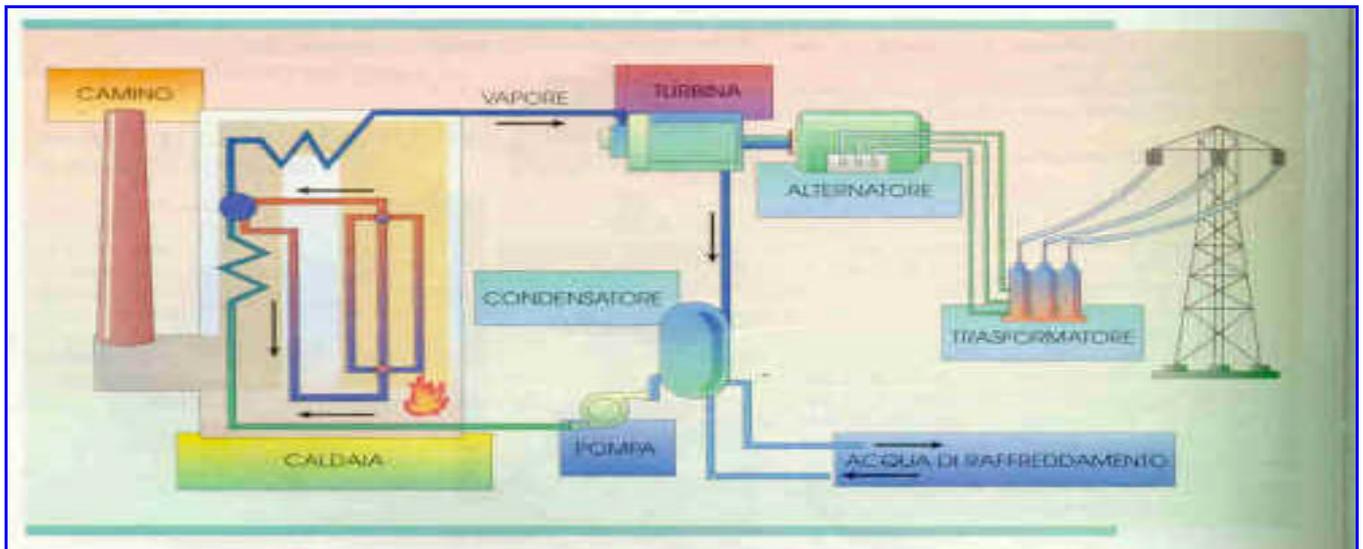
Dispositivi speciali sono in grado di far uscire una maggiore o minore quantità d'acqua dalla condotta forzata e, di conseguenza, di far girare più o meno rapidamente la ruota della turbina. Essa è collegata a sua volta con un'altra macchina: così il suo movimento mette in azione anche la macchina alla quale essa è collegata. Questa macchina è l'alternatore.

L'alternatore è una macchina in grado di trasformare in energia elettrica la forza che la turbina gli trasmette con il movimento. Possiamo dunque dire che l'alternatore è la macchina che produce energia elettrica.

A questo punto si presenta il problema di trasportare l'energia elettrica dalla centrale ai luoghi dove verrà poi utilizzata. Prima di essere convogliata nelle linee di trasmissione che la trasporteranno ai luoghi di utilizzazione, la corrente elettrica passa attraverso uno speciale apparecchio, che prende il nome di trasformatore.

Il trasformatore abbassa l'intensità della corrente prodotta dall'alternatore, elevandone però la tensione a migliaia di Volts. Giunta sul luogo di impiego, prima di essere utilizzata, la corrente passa di nuovo in un trasformatore che questa volta, alza l'intensità ed abbassa la tensione così da renderla adatta agli usi domestici.

CENTRALE TERMOELETRICA



Principio di funzionamento

Le centrali termoelettriche, sostanzialmente, sono costituite da sistemi di conversione che utilizzano l'energia chimica dei combustibili per trasformarla in energia elettrica.

Le centrali termoelettriche sono caratterizzate da una caldaia, alimentata automaticamente dal deposito che contiene il combustibile e attraversata da una serpentina nella quale circola l'acqua.

L'acqua, grazie alla combustione e all'energia termica conseguente, viene riscaldata fino a 300°C e si trasforma in vapore; questo viene ulteriormente riscaldata fino a 450°C ed acquisisce una notevole pressione.

Il vapore convogliato sulla turbina, cede la sua energia cinetica facendo ruotare la stessa.

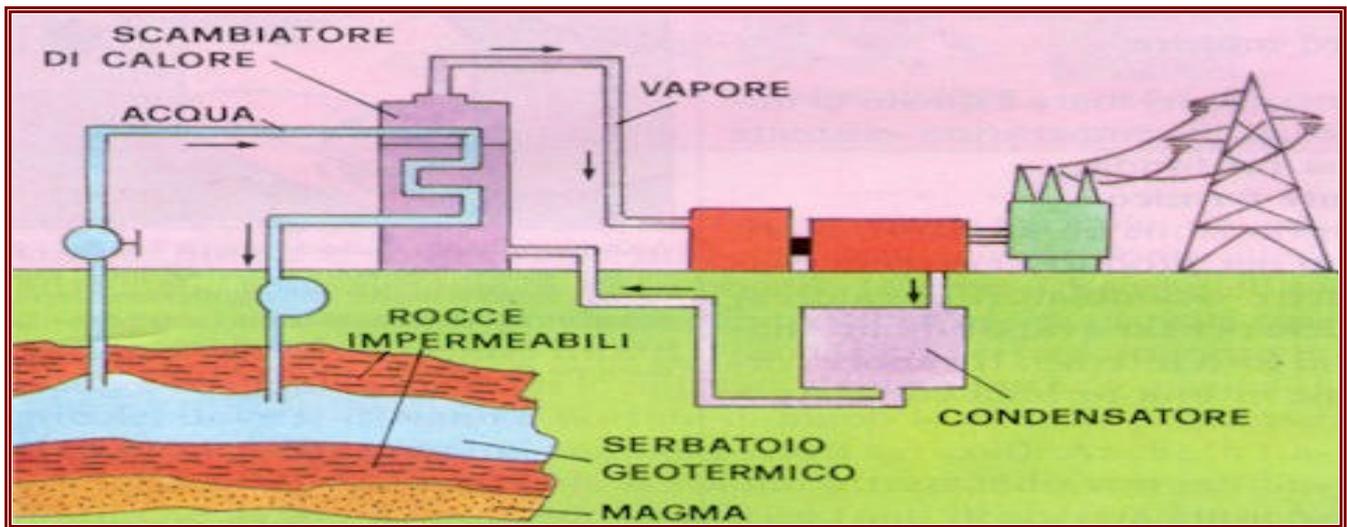
La turbina, collegata all'asse dell'alternatore lo trascina in rotazione. Nell'alternatore, grazie al fenomeno dell'induzione elettromagnetica, l'energia meccanica trasmessa dalla turbina, viene trasformata in energia elettrica.

L'energia elettrica prodotta dall'alternatore viene trasmessa al trasformatore che ne innalza la tensione, per evitare perdite, prima di immetterla nella rete di distribuzione.

Il vapore che esce dalla turbina viene riportato allo stato liquido nel condensatore e nuovamente pompato nella caldaia.

Il camino provvede ad espellere nell'atmosfera i fumi della combustione.

CENTRALE GEOTERMEOLETTTRICA



Principio di funzionamento

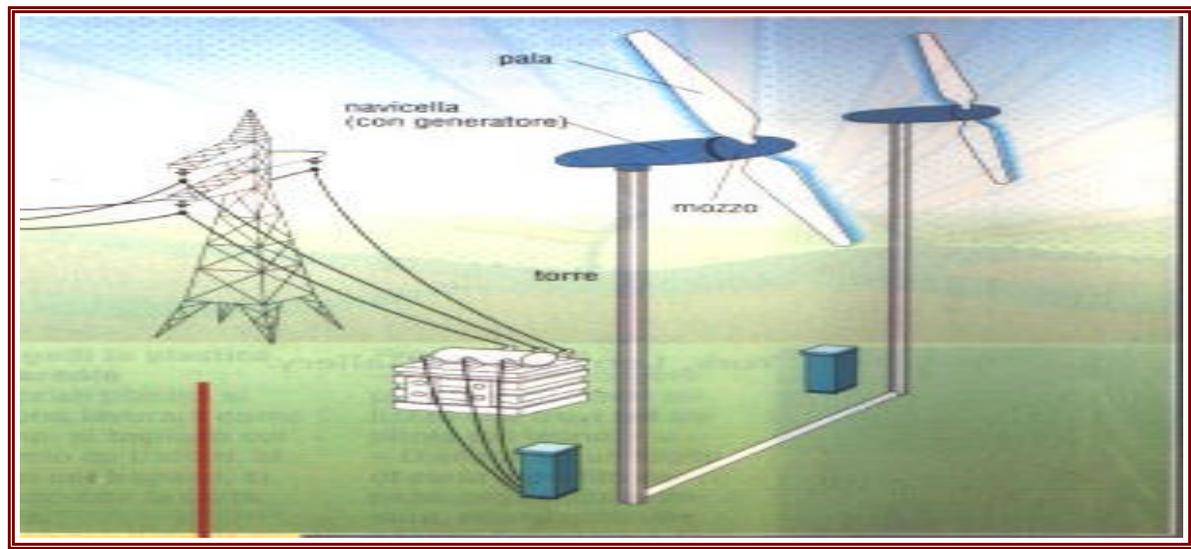
Le centrali geotermiche sfruttano il calore delle profondità terrestri. A grande profondità, l'interno della Terra è molto caldo. Il calore deriva probabilmente dal decadimento radioattivo (un fenomeno di origine nucleare) delle rocce. Attraverso le rotture degli strati rocciosi, dovute ad assestamenti della crosta terrestre o a eruzioni vulcaniche, le acque e i vapori riscaldatisi in profondità salgono verso la superficie e possono essere utilizzati come fonte di calore oppure per produrre energia elettrica.

Se il vapore è presente ad alta temperatura (200°-300°) viene convogliato direttamente alla turbina che ne trasforma l'energia cinetica in energia meccanica di rotazione. L'asse della turbina è collegato al rotore dell'alternatore che, ruotando, trasforma l'energia meccanica ricevuta in energia elettrica alternata che viene trasmessa al trasformatore.

Il trasformatore innalza il valore della tensione (400.000.v) e la immette nella rete di distribuzione.

Quando la temperatura del vapore è bassa (come nello schema sopra) il calore dello stesso viene utilizzato per portare all'evaporazione, nello scambiatore apposito, un altro liquido che a sua volta trasformato in vapore verrà convogliato nella turbina innescando il procedimento sopra descritto.

CENTRALE EOLICA



Principio di funzionamento

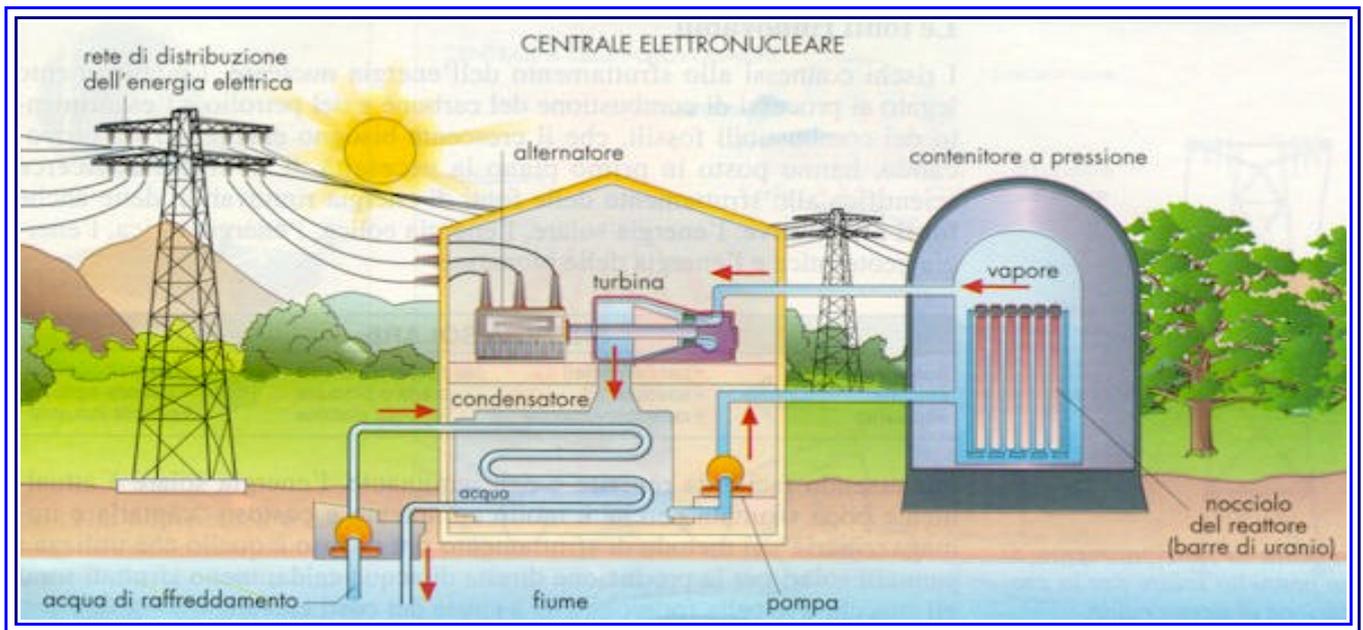
Una centrale eolica è costituita da una serie di generatori eolici. Un generatore eolico consta di una torre sulla quale è fissata una capsula di forma aerodinamica, la navicella, contenente il generatore elettrico, e di un rotore, formato da tante pale.

Quando soffia il vento, le pale si mettono a girare e l'energia cinetica è trasformata in energia elettrica dal generatore della navicella. L'energia così prodotta viene convogliata su un trasformatore che ne innalza la tensione prima che venga immessa nella linea di trasmissione. Per poter funzionare correttamente, le centrali eoliche hanno bisogno di vento alla velocità di 20/40 Km/h.

La scarsa potenza di queste centrali limita la loro utilizzazione alla produzione di energia elettrica nelle sole zone montane o nelle piccole isole.

In Italia una centrale eolica è stata realizzata in Sardegna ed è dotata di 10 aero generatori.

CENTRALE ELETRONUCLEARE



Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento delle centrali nucleari è simile alle centrali termoelettriche. La differenza sostanziale è la modalità di produzione del vapore.

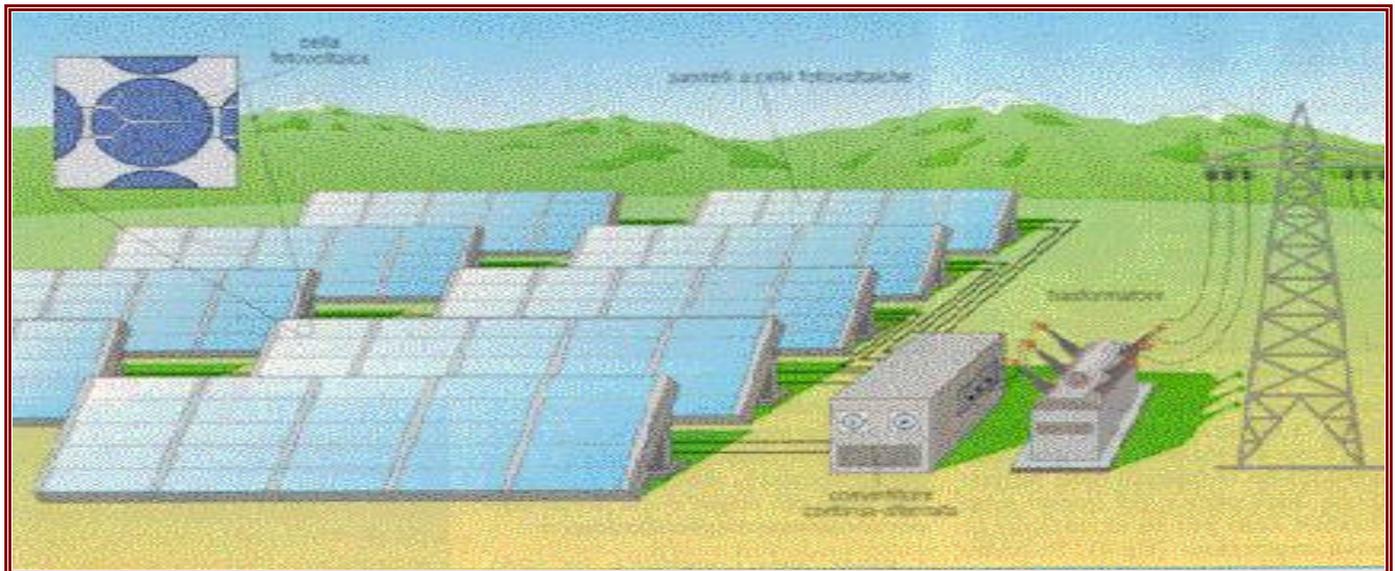
Nelle centrali nucleari la produzione del vapore per azionare la turbina si compie nel reattore nucleare. La parte fondamentale di quest'ultimo è il nocciolo, costituito da contenitori nei quali viene inserito il combustibile nucleare: cilindretti di uranio.

All'interno del nocciolo viene innescato il processo di **fissione nucleare** controllato che produce il calore necessario a scaldare l'acqua e trasformarla in vapore ad alta pressione. Il vapore viene convogliato sulla turbina che ruotando trasmette la sua energia meccanica all'alternatore che a sua volta la trasforma in energia elettrica grazie al fenomeno dell'induzione elettromagnetica. Il controllo del processo di fissione avviene attraverso le barre di controllo, le quali si inseriscono nel reattore per regolarne la potenza e, all'occorrenza, per spegnerlo.

Il reattore deve avere una struttura in grado di non lasciare fuoriuscire le sostanze radioattive che si sprigionano durante il processo di fissione. Il reattore è inserito in un cilindro d'acciaio inossidabile posto all'interno di un contenitore in cemento armato dello spessore di almeno un metro. Anche l'edificio che contiene il reattore è fatto di una solida struttura in cemento armato.

In Italia esistono tuttora quattro centrali nucleari, ma a seguito del referendum del 1987 che ha vietato l'uso del nucleare, sono forzatamente inattive.

CENTRALE SOLARE FOTOVOLTAICA



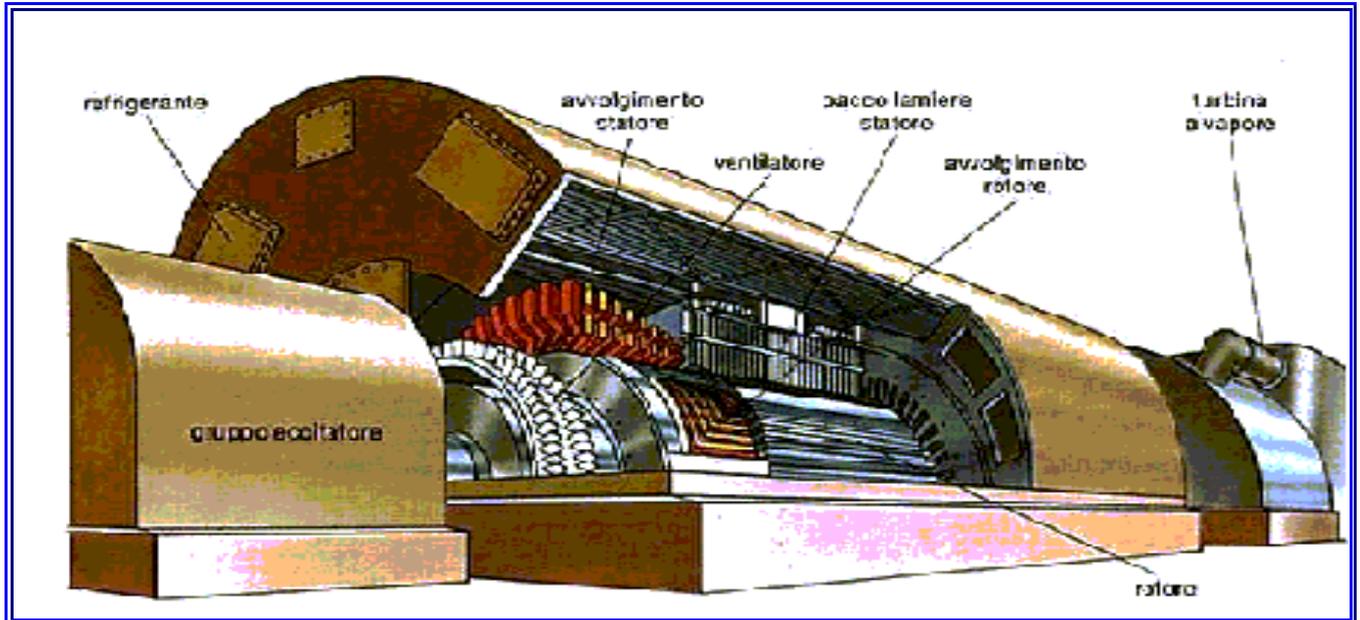
Principio di funzionamento

Il funzionamento delle centrali fotovoltaiche é basato sulla conversione diretta dell'energia luminosa in elettrica senza l'uso del vapore acqueo.

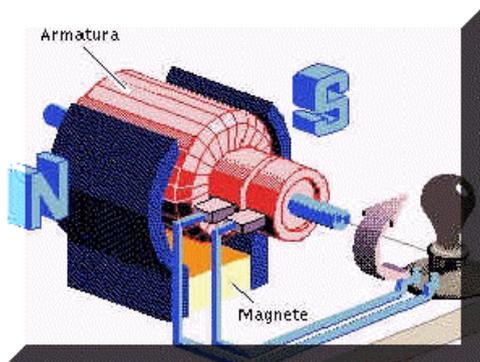
I componenti più importanti di questo tipo di centrale sono le celle fotovoltaiche, dispositivi costituiti da materiali molto particolari, appartenenti alla famiglia dei semiconduttori, che presentano la capacità, quando colpiti dalla luce, di sprigionare un flusso di elettroni che opportunamente guidati costituiranno una corrente elettrica di tipo continua.

La corrente così generata viene inviata ad un convertitore dal quale ne esce sotto forma di corrente alternata, tale da poter essere poi trasformata in corrente ad alta tensione dal trasformatore dal quale la corrente passa prima di essere immessa nella linea di distribuzione.

L'ALTERNATORE



Costruzione e principio di funzionamento



Macchina elettrica che trasforma energia meccanica in energia elettrica a corrente alternata. L'energia meccanica è fornita da motori: turbine idrauliche, a vapore o a gas, motori a carburazione e Diesel. Gli alternatori sono costituiti da due parti fondamentali, una fissa e l'altra rotante, dette rispettivamente statore e rotore, su cui sono disposti avvolgimenti di rame isolati.

I due avvolgimenti si dicono induttore e indotto; a seconda del tipo di alternatore l'induttore può essere disposto sul rotore e l'indotto sullo statore e viceversa.

Gli alternatori sincroni sono macchine reversibili, ossia possono funzionare anche come motori, cioè si mettono in movimento rotatorio se ricevono energia elettrica.

In essi generalmente si dispone sullo statore l'avvolgimento indotto e sul rotore l'induttore. Quest'ultimo è realizzato con elettromagneti eccitati in corrente continua (poli). Gli alternatori a magnete permanente, simili ai precedenti, utilizzano magneti permanenti in sostituzione dei poli di eccitazione. Negli alternatori a ferro rotante gli avvolgimenti indotti e induttori sono fissi e la produzione di energia elettrica si ottiene con il movimento del rotore, costituito da un cilindro di ferro lamellato sul cui bordo sono ricavati denti che assolvono la stessa funzione dei poli negli alternatori sincroni. Gli alternatori asincroni sono costituiti da motori asincroni fatti rotare da motori primi a velocità leggermente maggiore di quella di sincronismo.

Indotto = parte di una macchina elettrica comprendente l'insieme degli avvolgimenti percorsi da correnti indotte

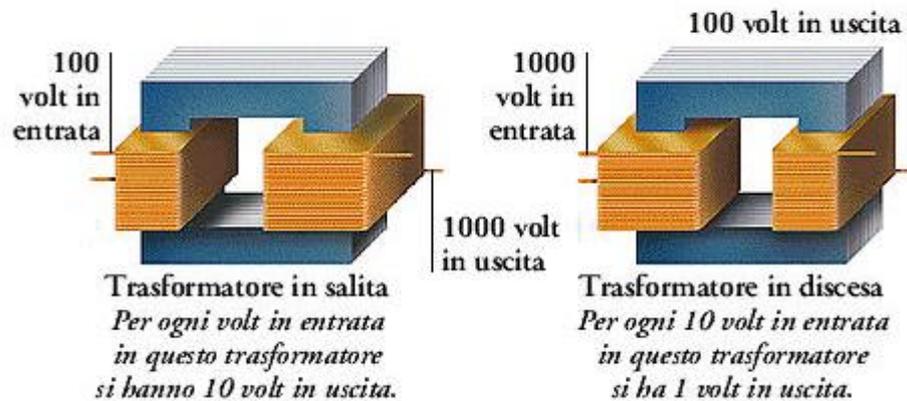
Collettore = organo che raccoglie la corrente generata nell'interno della macchina e la invia nel circuito esterno di utilizzazione.

In breve

L'alternatore è una macchina semplice e affidabile. Viene utilizzato per la produzione elettrica nelle centrali. La corrente viene prelevata sotto forma di corrente alternata, che cambia periodicamente senso e intensità.

La potenza del generatore viene espressa in watt (W) ed è data dal prodotto dell'intensità di corrente per la differenza di potenziale: $W = V \times I$

TRASFORMATORE



Macchina elettrica statica atta a trasferire, sfruttando il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, energia elettrica a corrente alternata da un circuito a un altro modificandone le caratteristiche. Schematicamente un trasformatore è costituito da due avvolgimenti, ciascuno formato da un certo numero di spire di filo di rame avvolte attorno a un nucleo di ferro di elevata permeabilità magnetica, dei quali uno, detto *primario*, riceve energia dalla linea di alimentazione, mentre l'altro, detto *secondario*, è collegato ai circuiti di utilizzazione. Il rapporto tra le forze elettromotrici nei due avvolgimenti è uguale a quello dei numeri di spire. Negli autotrasformatori si ha un unico avvolgimento in cui il secondario è derivato dal primario. In breve il trasformatore serve ad alzare il voltaggio della corrente in uscita dall'alternatore per evitare eccessive perdite di energia elettrica in linea.

Trasformatore di alimentazione

I trasformatori di alimentazione o di potenza, industriali e residenziali, possono essere monofase o trifase, e servono per produrre alte tensioni e correnti intense. Un efficiente sistema di trasmissione di potenza richiede un trasformatore elevatore, che innalzi il voltaggio e conseguentemente riduca la corrente, in corrispondenza della centrale di produzione dell'energia elettrica. Poiché le perdite lungo le linee elettriche sono proporzionali al prodotto del quadrato dell'intensità di corrente e della resistenza della linea stessa, per le trasmissioni a lunga distanza conviene utilizzare voltaggi molto alti e correnti poco intense. Al punto di arrivo, i trasformatori abbassatori riducono il voltaggio ai livelli tipici degli usi residenziali o industriali, cioè generalmente intorno ai 220 V.

Il rendimento dei trasformatori, tanto maggiore quanto minore è la quantità di energia dissipata sotto forma di calore durante il processo di trasformazione, supera generalmente il 99%, ed è dovuto all'uso di particolari leghe di acciaio che facilitano l'accoppiamento dei campi magnetici indotti tra l'avvolgimento primario e il secondario. La dissipazione di una quantità anche piccola di potenza trasmessa da un grande trasformatore sviluppa grandi quantità di calore, per cui sono richieste speciali misure per il raffreddamento. I trasformatori di potenza più comuni sono installati in contenitori sigillati, all'interno dei quali si fa circolare olio o qualche altra sostanza che faccia da tramite per il trasferimento all'ambiente circostante del calore sviluppato.

IMPIEGO DEI TRASFORMATORI

I trasformatori vengono impiegati per elevare/abbassare la tensione al fine di trasportare a distanza l'energia elettrica, ottenendo così ridotte cadute di tensione, cioè ottenendo perdite relativamente basse. Trovano impiego anche per altri usi, come, ad esempio, in quasi tutte le apparecchiature radio e televisive, apparecchi domestici e industriali, giocattoli elettrici (trenini), ecc.

Vediamo adesso di capire per quale motivo l'energia elettrica DEVE essere portata a così alta tensione per poter essere trasportata a distanza.

Esempio:

Si voglia trasportare l'energia elettrica prodotta dalla centrale alla tensione di **20.000 [Volt]**, con la potenza di 1800 [KW], ad un utilizzatore che si trova a 100 [km] di distanza, sapendo che la resistenza del fili elettrico conduttore è di 10 Ohm.

Sulla linea elettrica c'è dunque una intensità di corrente pari a:

$$I = P/V = 1.800.000 \text{ [Watt]} / 20.000 \text{ [Volt]} = 90 \text{ [Ampère]}$$

La perdita di potenza dovuta a dissipazione per calore (effetto Joule) è:

$$P_{\text{dissipata}} = R * I^2 = 10 \text{ [Ohm]} * 90^2 \text{ [Ampere}^2\text{]} = 10 * 8.100 \text{ [Watt]} = 81.000 \text{ [Watt]}$$

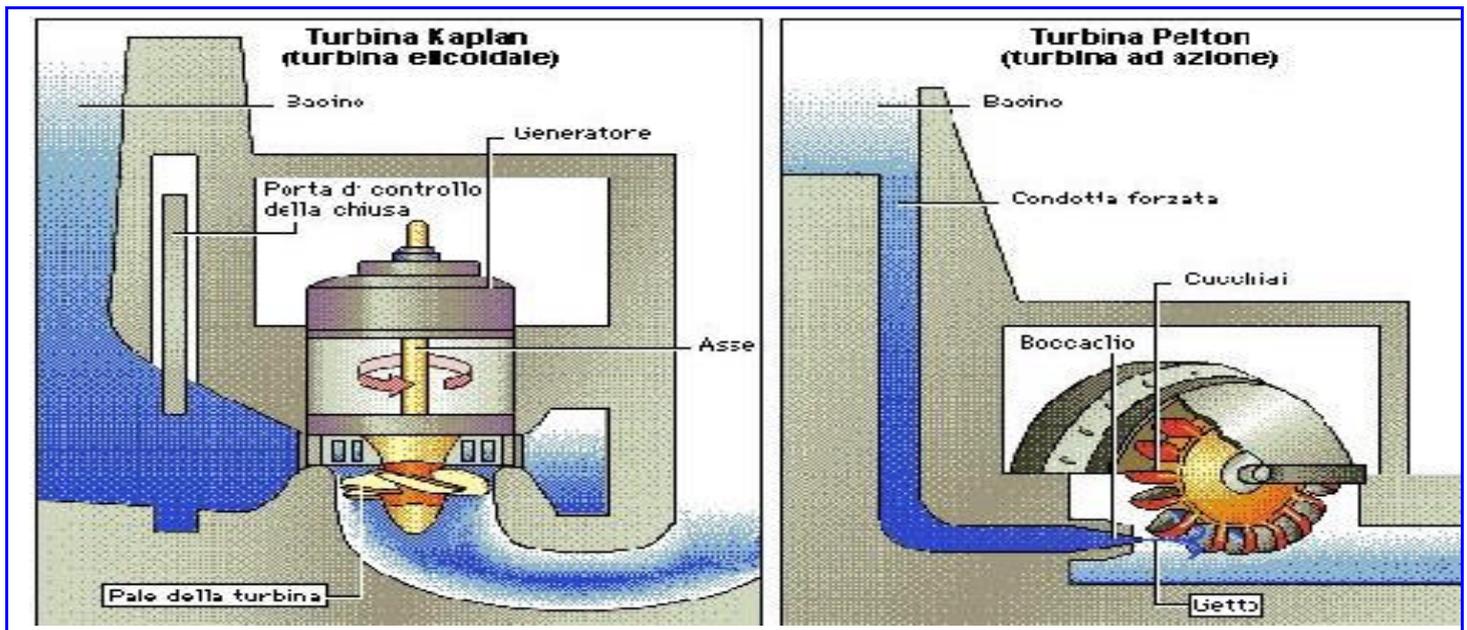
Se portiamo la tensione a **380.000 [Volt]** con un trasformatore elevatore, si avrà una perdita di potenza inferiore; infatti rifacendo i calcoli si avrà:

$$I = P/V = 1.800.000 \text{ [Watt]} / 380.000 \text{ [Volt]} = 4,74 \text{ [Ampère]}$$

e

$$P_{\text{dissipata}} = R * I^2 = 10 \text{ [Ohm]} * 4,74^2 \text{ [Ampere}^2\text{]} = 10 * 22,47 \text{ [Watt]} = 224 \text{ [Watt]}$$

LE TURBINE



Descrizione

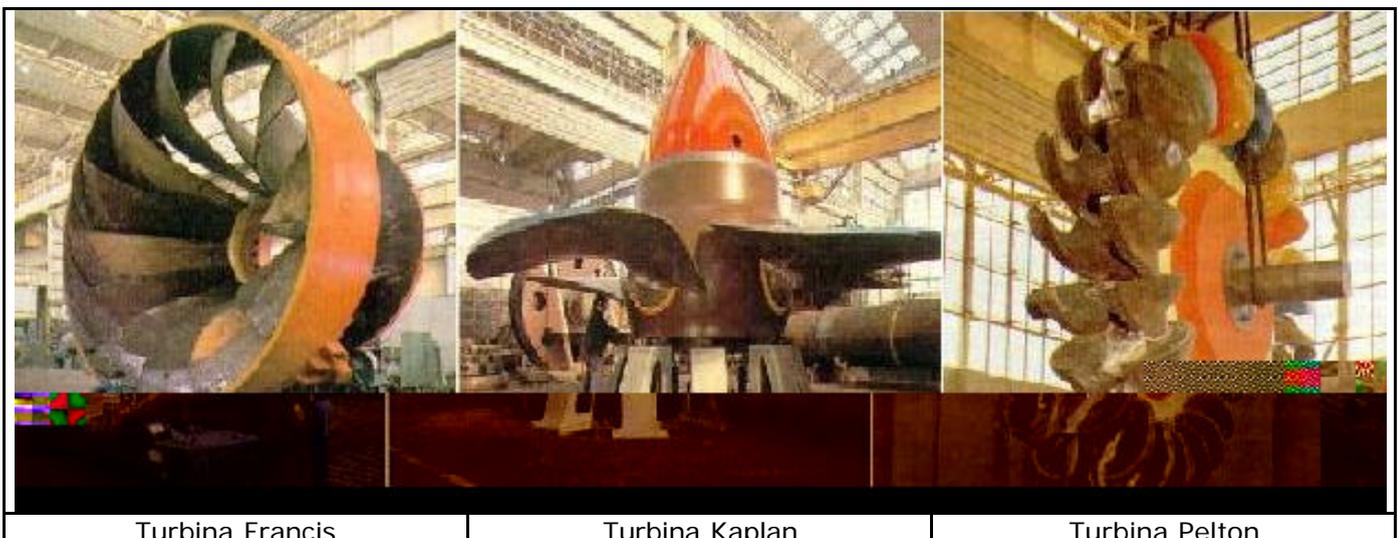
Macchine motrici provviste di un organo rotante a cui è impresso il moto da un fluido in movimento. Le turbine idrauliche sono macchine che utilizzano l'energia disponibile in un salto d'acqua per fornire energia meccanica. Sono costituite dal distributore (fisso) e dalla girante (mobile). Il primo indirizza e regola il flusso d'acqua, la seconda comunica all'albero su cui è montata l'energia sottratta all'acqua. In base alle caratteristiche della girante si hanno i diversi tipi: turbine Pelton, turbine Francis, turbine a elica. In base alle caratteristiche dinamiche, le turbine si dividono in turbine ad azione, in cui l'energia dell'acqua in uscita dal distributore è tutta cinetica, e in turbine a reazione, in cui lo è solo parzialmente.

Le turbine si differenziano a seconda del dislivello a cui è sottoposta l'acqua che le fa muovere:

Pelton: dal nome dell'inventore, nel caso di alte cadute (anche più di 1700 m);

Francis: in caso di medie cadute, con pale fisse;

Kaplan: nel caso di un basso dislivello di un fiume di grande portata, derivate dal modello Francis, molto costose e, di conseguenza, trovano un'applicazione ridotta, hanno pale orientabili di qualche grado per sfruttare l'angolo di incidenza dell'acqua.



Turbina Francis

Turbina Kaplan

Turbina Pelton