



asdf

ENERGIA ELETTRICA E FONTI RINNOVABILI [2]

16 June 2012

Introduzione

Continuando la rassegna di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, intrapresa nel [primo articolo](#), parleremo, sempre in via panoramica, in questo secondo ed ultimo capitolo di :

- impianti **idroelettrici**;
- impianti **solari fotovoltaici**;
- impianti **geotermici**;
- impianti **a biomasse**;
- **celle a combustibile**.

Impianti idroelettrici

Essi si distinguono in :

- impianti ad acqua fluente;
- impianti a bacino o a serbatoio;
- impianti di produzione e pompaggio.

Gli impianti **ad acqua fluente** sono caratterizzati da portate rilevanti e da bassi salti (pari a qualche metro o al più a qualche decina di metri). Lo schema dell'impianto prevede di norma :

- un'opera di sbarramento, la traversa, che intercetta il corso d'acqua nella località prescelta;
- una presa, che convoglia la portata d'acqua desiderata nel canale di derivazione e da questo alle condotte forzate e poi, in seguito, più a valle, nella turbina;
- un canale che restituisce le acque al corso d'acqua.

La capacità di regolazione è limitata e quindi la portata sfruttata coincide quasi con la portata disponibile alla presa.

Presentano basse caratteristiche di flessibilità.

Negli impianti **a bacino**, a monte della presa è presente un serbatoio che trattiene le acque in eccesso quando la portata è abbondante; l'acqua accumulata serve poi ad integrare la portata naturale quando vi sono periodi di magra.

Per questo tipo di impianti i salti possono arrivare anche a 1500 metri. Lo schema dell'impianto prevede :

- l'opera di sbarramento, o diga di ritenuta, che intercetta il corso d'acqua e crea il serbatoio;
- la galleria di derivazione in pressione;
- un'opera di presa, posta all'inizio della suddetta galleria;
- un pozzo piezometrico posto invece alla fine;
- una o più condotte forzate che si dipartono dal pozzo stesso.

Gli impianti **di produzione e pompaggio** sono dotati di due serbatoi, uno posto a quota superiore e l'altro a quota inferiore. Nelle ore di maggiore richiesta dell'utenza, l'acqua che è presente nel serbatoio superiore è impiegata per produrre energia e viene nello stesso tempo accumulata nel serbatoio inferiore. Nelle ore di carico minore, invece, tramite delle pompe la stessa acqua viene portata al serbatoio superiore in modo tale da ricostituire l'invaso che serve per un uguale ciclo successivo di funzionamento.

Il componente fondamentale di un impianto idroelettrico è la turbina idraulica, che può essere di vario tipo e i rendimenti di conversione variano di poco da un tipo di turbina all'altra, anche se rimangono comunque intorno al 90 % (almeno in condizioni di progetto).

Inoltre negli impianti di produzione e pompaggio, vi possono essere presenti gruppi ternari che sono formati da pompa, turbina e generatore/motore, tutti nello stesso asse, oppure binari con una sola macchina idraulica che funziona sia da pompa che da turbina.

In base alla potenza si distinguono :

- microidroelettrico, con potenza fino a 100 kW;
- miniidroelettrico, con potenza fino a 500 kW;
- piccolo idroelettrico, con potenza fino a 10000 kW.

Il rendimento complessivo per i piccoli impianti idroelettrici si attesta intorno all'83 %.

Le seguenti due immagini tratte da http://it.wikipedia.org/wiki/Centrale_idroelettrica_Taccani, ritraggono rispettivamente :

- l'alternatore nella sala macchine della **centrale idroelettrica Taccani**, a **Trezzano sull'Adda** :



- una turbina di nuova generazione della centrale stessa :



Impianti solari fotovoltaici

Ciò che è alla base della tecnologia fotovoltaica è la **conversione diretta della radiazione solare in energia elettrica**.

Ciò che rende possibile lo sfruttamento della conversione fotovoltaica della radiazione solare è la cosiddetta **cella fotovoltaica**, che è un dispositivo elettronico prodotto industrialmente.

Questa foto, tratta da <http://www.enerlive.it/sz/inf/fotovoltaico.php>, ritrae un esempio di cella fotovoltaica :



Gran parte delle celle fotovoltaiche oggi in commercio sono al silicio, mono o policristallino, o amorfo.

I valori di **efficienza**, dove per *efficienza* si intende il rapporto tra la potenza massima e la radiazione intercettata dalla sua superficie in condizioni standard, sono :

- intorno al 16 % per celle al silicio monocristallino;
- fino al 12 % per quelle al silicio policristallino;
- inferiori al 10 % per quelle al silicio amorfo.

In condizioni di illuminazione ottimale, la cella genera una **tensione continua** di 0.5 - 1 V con una **densità elettrica** pari a circa 25 mA/cm^2 , fornendo una **potenza di picco** pari a 1.25 - 2.5 W, dove per *potenza di picco* si intende la massima potenza individuata sulla curva caratteristica I-V della cella.

Se si vuole aumentare la potenza è innanzitutto necessario assemblare più celle connesse in serie e/o in parallelo. L'insieme delle celle assemblate è detto **modulo fotovoltaico**. A loro volta, un certo numero di moduli costituiscono quello che viene chiamato un **pannello**. La seguente figura, tratta da <http://www.energiain.it/italian/17-fotovoltaico/165-come-scegliere-i-migliori-pannelli-fotovoltaici>, raffigura un pannello fotovoltaico :



L'insieme di più pannelli forma una **stringa**. Un gran numero di stringhe, montate su strutture di sostegno, costituisce un **campo fotovoltaico**.

La seguente figura, tratta da <http://www.massimo.delmese.net/17166/impianto-fotovoltaico-sui-monti-di-eboli/>, ritrae un campo fotovoltaico :



Un campo fotovoltaico produce una quantità di energia elettrica che dipende da vari **fattori** :

- il valore della radiazione solare incidente nel sito di installazione;
- la superficie dell'impianto;
- la posizione dei moduli nello spazio relativamente all'inclinazione rispetto al terreno (angolo di tilt) e alla rotazione rispetto al Sud (angolo di azimuth);
- l'efficienza dei moduli;
- la temperatura di funzionamento;
- altri parametri.

Gran parte degli impianti attualmente installati è del tipo **a piano fisso** : i moduli fotovoltaici sono fissati a strutture di sostegno, in genere metalliche, che sono poggiate al suolo o su dei solai piani che sono esse stesse strutture di coperture di pensiline, di facciate o altre parti strutturali degli edifici.

Sono pochi, invece, gli impianti che invece adoperano **strutture di inseguimento del moto apparente del Sole**.

Vi sono anche impianti fotovoltaici **a concentrazione**, in cui la radiazione solare viene concentrata da un opportuno sistema ottico, prima di giungere alla cella. Questa soluzione è però poco sviluppata dato che richiede sia cella a maggiore efficienza che un sistema complesso di movimentazione ad inseguimento.

La seguente foto, tratta da <http://www.pannellifotovoltaiciprezzi.com/impantieolici/fotovoltaicoaconcentrazione.php>, ritrae un esempio di impianto fotovoltaico a concentrazione :



Gli impianti fotovoltaici possono alimentare utenze isolate ma possono essere connessi anche alla rete elettrica.

Gli impianti che servono per alimentare le utenze isolate vengono adoperati sia per utenze poste in aree poco accessibili sia per utenze con bassissimi consumi di energia, come nel caso della segnaletica stradale, luminosa e dei parchimetri, per le quali non conviene sostenere anche il costo di allacciamento alla rete.

E' possibile avere impianti isolati in corrente continua che sono rivolti perlopiù a piccole applicazioni con potenze fino a 2 kW ma anche impianti isolati in corrente alternata rivolti ad applicazioni con potenze fino a 20 kW. In questo ultimo caso, le celle sono associate ad un sistema di accumulo che consente di sopperire alle discontinuità della fonte solare e alimentano il carico grazie ad un convertitore c.c./c.a. a commutazione forzata.

In caso di utenze più grandi sono possibili anche **sistemi ibridi isolati** in cui il campo fotovoltaico è associato ad un generatore eolico e ad un motore diesel.

All'interno della categoria dei sistemi che sono connessi alla rete elettrica è possibile operare una distinzione tra :

- impianti di media potenza, che sono allacciati solo alla rete;
- impianti di piccola potenza, che possono scambiare energia con la rete e soddisfano anche i carichi dell'utenza.

Lo schema di funzionamento prevede l'impiego di un convertitore c.c./c.a. a commutazione forzata di rete e un trasformatore.

Impianti geotermici

Oggi le risorse geotermiche sfruttate commercialmente per produrre energia elettrica sono quelle **idrotermali ad alta temperatura**, dove per *alta temperatura* si intendono valori che vanno dai 150 ai 300 e oltre °C; sono costituite da vapore secco o vapore misto ad acqua.

Si distinguono a tal proposito due tipologie di sistemi a seconda che utilizzino, rispettivamente, vapore secco o vapore misto ad acqua :

- sistemi a vapore dominante : in essi il vapore è convogliato direttamente alla turbina che è collegata all'alternatore; la soluzione più semplice è denominata **a ciclo aperto** (o **a scarico atmosferico**), che presenta però l'inconveniente dovuto al fatto che il vapore trasporta una gran quantità di sostanze estranee che rischiano di danneggiare la turbina; un'altra soluzione è denominata invece **a ciclo chiuso** con uno scambiatore di calore : questa soluzione presenta il pregio di ottenere vapore puro; altre soluzioni, poi, prevedono dei **cicli a condensazione**;
- sistemi ad acqua dominante : sono migliori dei precedenti per quanto riguarda la potenzialità e la possibilità di rinvenimento della risorsa anche se il loro uso è condizionato dalla presenza di sali disciolti nelle miscele acqua-vapore; una prima soluzione prevede **cicli a separazione** o **a vapore di flash** ed impiega separatori acqua-acqua impiegati singolarmente oppure in forma multipla e successiva. Una seconda soluzione è detta **a ciclo binario** ed utilizza il fluido geotermico per riscaldare un altro fluido di lavoro, che è vaporizzato e sfruttato per azionare il gruppo turbina-alternatore : tale sistema evita che il vapore venga a contatto diretto con la turbina.

Il **rendimento** degli impianti geotermici è basso e si attesta attorno al 15% con temperature minime dell'acqua che si attestano sui 90°C. Gli impianti geotermici lavorano come impianti di base ed il fattore di carico è stimato attorno al 75%.

Altre risorse geotermiche che possono comunque essere utilizzabili commercialmente sono le **risorse geopressurizzate**, cioè la falde acquifere calde a temperatura comprese tra 90 e 200 °C; esse sono soggette a pressioni elevate e sono situate a profondità comprese tra tre e sette chilometri.

Impianti a **biomasse**

Gli impianti maggiormente diffusi che impiegano biomasse per produrre energie elettrica sono quegli impianti che adoperano la **biomassa solida** per alimentare un ciclo termodinamico a vapore.

Il range di **potenza** è compreso tra 5 e 50 MW, anche se attualmente sembra che la taglia di maggiore interesse sia quella di 10 MW, impiegando cippato.

I **rendimenti** più bassi si registrano con impianti con turbina a vapore alimentata da combustibili fossili e sono pari al 25% in media, con un intervallo di variazione che va dal 16 al 28%.

Malgrado la bassa efficienza, gli impianti che sono alimentati mediante biomassa solida, per via delle caratteristiche di flessibilità e di costo, lavorano come impianti di base, con un fattore di carico che stimato intorno all'80%.

La seguente figura, tratta da <http://www.brindisireport.it/energia/2012/03/26/bando-biomasse-100-milioni-al-sud/>, ritrae una centrale a biomasse :



Molto spesso è adoperata anche la pratica della **co-combustione**, con cui si introduce una percentuale non superiore al 10-15 % di biomassa all'interno delle caldaie degli impianti termoelettrici tradizionali, generalmente a carbone.

Per chi volesse approfondire tale argomento segnalo : <http://www.crbnet.it/File/Pubblicazioni/pdf/1449.pdf>.

Inoltre, oli vegetali non raffinati hanno acquistato, negli ultimi tempi, un interesse sempre maggiore grazie al fatto che essi possono essere adoperati con buoni rendimenti in gruppi di generazione che sono azionati da motori Diesel modificati in maniera opportuna. Anche il biogas può essere utilizzato per alimentare motori a combustione interna a ciclo Otto, con un rendimento che si attesta intorno al 40%.

Celle a combustibile

Questo argomento è stato già trattato in maniera molto vasta ed esauriente da [console6](#), nel suo articolo intitolato [Celle a combustibile](#).

In questo contesto ne daremo un rapido accenno.

Le celle a combustibile sono dei sistemi elettrochimici che permettono di convertire

direttamente in energia elettrica l'energia chimica di un combustibile e lo fanno senza un processo di combustione e scambio di lavoro meccanico con l'esterno.

Essa funziona similmente a come si comporta una batteria : essa infatti produce energia elettrica per mezzo di un processo elettrochimico che si compie tra due elettrodi separati da un elettrolita.

Differentemente da quanto accade per la batteria, però, la cella a combustibile consuma sostanze che provengono dall'esterno ed è quindi in grado di funzionare in maniera ininterrotta, almeno fino a quando al sistema sono forniti un combustibile ed un comburente, ovviamente, che vengono indirizzati rispettivamente verso anodo e catodo.

Sugli elettrodi si vengono a formare delle reazioni che liberano elettroni sull'anodo e generano un flusso di corrente continua in un circuito situato esternamente.

Al fine di ottenere potenze adatte, la sezione elettrochimica è composta di vari moduli assemblati in parallelo tra di loro ed insieme prendono il nome di stack.

Se poi si vuole generare corrente alternata alla frequenza di rete è indispensabile essere muniti, a valle, di un dispositivo di conversione c.c./c.a. .

Bibliografia

Quanto esposto è tratto da :

Energia : quale futuro ? - Federico Rossi.



Estratto da ["http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Asdf:energia-elettrica-e-fonti-rinnovabili-2"](http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Asdf:energia-elettrica-e-fonti-rinnovabili-2)