Impianti idroelettrici con sollevamento, riciclo e distribuzione acqua.

Impianti idroelettrici con sollevamento, riciclo e distribuzione acqua.

Domanda di brevetto n.102015000048789 del 04/09/2015

Riassunto

Lo stato dell’arte nello sfruttamento delle risorse idriche terrestri e della produzione di energia idroelettrica è stato condizionato dall’assenza di sinergie tra le pompe e le turbine idrauliche e dall’errato approccio con la forza gravitazionale, che non deve essere vinta dai sollevamenti idraulici ma assecondata, con circolazione d’acqua a senso unico in serbatoi aperti, posti in alto che fungono anche da disconnettori idraulici. Con la tripla sinergia tra le pompe a doppia alimentazione, le turbine e il riciclo dell’acqua in vaso aperto, applicando principi idraulici noti da secoli, come il principio dei vasi comunicanti, le leggi di Bernoulli e Pascal, ponendo, strategicamente, le elettropompe a doppia o singola aspirazione tra un alto battente idraulico positivo e le turbine dimensionate per lo sfruttamento dello stesso carico idraulico, le pompe, lavorando con un carico equilibrato, con un piccolo consumo di energia, vincono lo stato d’inerzia, consentendo la trasformazione dell’energia di pressione della colonna d’acqua intubata sovrastante la pompa, in energia cinetica e la trasferiscono alle turbine, che producono energia. Il circuito idraulico energetico si

conclude all’uscita delle turbine, dove il collettore (c) che riceve l’acqua è collegato senza soluzione di continuità al serbatoio superiore (wddr), comune con l’aspirazione delle pompe. Per il principio dei vasi comunicanti, l’acqua non deve essere sollevata. Siamo nel caso di un riciclo in vaso aperto. Ma con le pompe a doppia alimentazione, abbiamo la possibilità di sostituire nel circuito di riciclo quasi il 50% della portata nominale della pompa con acqua prelevata da un bacino posto a un livello idrostatico inferiore, senza che la produzione energetica ne risenta, se non per un piccolo abbassamento del rendimento. In questo modo possiamo produrre energia perfino sollevando le acque. Oggi, gli impianti di sollevamento delle acque sono in assoluto i più grandi assorbitori di energia del pianeta e con il riscaldamento globale e l’innalzamento del livello del mare, assorbiranno sempre più energia, se non si procede subito a realizzare quest’invenzione, sia per la difesa dalle acque alte, sia per la normale gestione.

Descrizione

Legenda del disegno 1/1: (acg) alternating current generator = generatore di corrente alternata; (ai) axial impeller = girante assiale; (C) collector = collettore; (caipds) capsid axial intubated pump with dual suction = elettropompa assiale intubata capovolta con doppia alimentazione; (csp) connection systems pipe = tubo di collegamento impianti; (cst) containment system tube = tubo di contenimento impianto; (cv) check valve = valvola di ritegno; (dgh) delivery geodetic height = altezza geodetica in mandata; (dthdc) deviation towards hydraulic drainage canals = deviazione verso canali di bonifica idraulica; (ecpc) electrical current produced cable = cavo con corrente elettrica prodotta; (fcp) flange for coupling to the pump = flangia per accoppiamento alla pompa; (fdsfs) flanged dual supply and flow separator = doppio

alimentatore flangiato e separatore di flusso; (fss) flow separator in sheet steel = separatore di flusso in lamiera di acciaio; (htva) hydraulic turbine with vertical axis = turbina idraulica con asse verticale; (iwft) inlet water to feed turbine = ingresso acqua per alimentazione turbina; (lf) lift ring = anello di sollevamento; (lfcv) level floating control valve = valvola di regolazione livello a galleggiante; (mpl) probe of the minimum or maximum level = sonda di minimo o massimo livello; (od) overflow discharge = scarico di troppo pieno; (pat) pump as turbine = pompa utilizzata come turbina; (pwa) pump with autoclave = pompa con autoclave; (sav) supply additional valve = valvola di alimentazione supplementare; (sacg) submersible alternating current generator = generatore di corrente alternata sommergibile; (sacm) submersible alternating current motor = motore sommergibile a corrente alternata; (sgh) suction geodetic height = altezza geodetica in aspirazione; (sov) shut-off valve = valvola di intercettazione; (srip) supporting ring for intubate pump = anello di supporto per sostegno turbina intubata; (srt) supply reservoir tube = tubo di alimentazione serbatoio; (sss) shaped sheet steel = lamiera di acciaio sagomata; (tcp) tube containing the pump = tubo contenente la pompa; (tpups) three-phase UPS = gruppo di continuità trifase; (wdn) water distribution network = rete di distribuzione idrica; (wddr) water distribution and disconnection reservoir = serbatoio di distribuzione idrica e disconnessione.

Lo stato dell’arte nello sfruttamento delle risorse idriche terrestri e della produzione di energia idroelettrica è stato condizionato dall’assenza di sinergie tra le pompe e le turbine idrauliche, dall’errato approccio con l’energia di pressione naturale e artificiale, che non deve essere vinta dai sollevamenti idraulici, ma assecondata, con circolazione di acqua che, sfruttando i principi idraulici noti, evitano le spese energetiche dei sollevamenti. Infatti, è possibile realizzare circolazioni sommerse all’interno dei volumi di

acqua (incomprimibili) pressurizzati sulla superficie dalla pressione atmosferica, oppure da aria compressa in vaso chiuso. Le pompe sono sempre orientate con la direzione del flusso che combacia con la direzione della spinta della pressione, la sfruttano per vincere le resistenze del circuito delle turbine per produrre energia, mentre si sollevano e si distribuiscono le acque. Lo spartiacque per la progettazione idraulica e idroelettrica alternativa è stata l'invenzione degli impianti idroelettrici sommersi, da parte del sottoscritto, che sono impianti intubati verticali sommersi nell'acqua, non ancora realizzati, nei quali sono inserite in serie una pompa capovolta, che pompa verso il basso, e una turbina, che idraulicamente si comportano come impianti sotto battente con riciclo in vaso aperto. In questi semplici impianti, il battente idrostatico, misurato in metri di colonna d'acqua è scelto dopo avere accuratamente calcolato le perdite di carico nella turbina e nei tubi, per posare l'asse della pompa nel punto esatto in cui il battente positivo possa da solo equilibrare le resistenze alla circolazione dell'acqua, compresa la turbina. La pompa ha solo il compito di vincere lo stato d'inerzia dell'acqua all'interno del tubo che alimenta la pompa e la turbina, consumando pochissima energia, essendo posizionata tra due carichi uguali e contrari. La rotazione della pompa, posta in tali condizioni, produce nell' intera colonna d'acqua sovrastante, la discesa dell'acqua separata dalle acque statiche circostanti, con un'energia di pressione (m*g*h) e cinetica (1/2* m*V2), che sono sfruttate nella turbina per produrre energia. Supponendo che il rendimento complessivo della turbina e generatore di corrente accoppiato sia 0,8. La potenza utile erogabile da una turbina che sfrutta interamente il carico utile Hu di 50 m, con una pompa intubata che ha una portata di 1 m3/s, sarà Pu = η*1000*Q*Hu/102 = 0,8*1000*1*50/102 = 392 KW; mentre per far ruotare la pompa nelle condizioni di equilibrio tra il battente positivo e la turbina basta una prevalenza di pochi cm di colonna d'acqua. Supponendo di lavorare con una elettropompa che abbia la stessa portata, la prevalenza 0,2 e

il rendimento 0,7, la potenza assorbita è 2,8 KW (1000*0,2/102* 0,7). Il rapporto tra energia prodotta e spesa è 392/2,8 = 140. Nessuno ha mai pensato di poter produrre energia attingendo da fonti energetiche statiche come la pressione atmosferica e l'altezza idrostatica sulle pompe, sebbene, queste siano, da sempre considerate nei calcoli idraulici ai fini della determinazione delle prevalenze degli impianti e delle pompe e quindi, anche del risparmio energetico nei sollevamenti idraulici. Infatti, se è possibile lo sfruttamento del battente idrostatico per risparmiare energia pompando le acque verso l'alto per vincere la pressione atmosferica, è anche possibile trasformare in energia il battente idrostatico assecondando la pressione atmosferica, non sollevando ma spingendo le acque statiche verso il basso, previo intubazione delle stesse. Infatti, questo fenomeno lo sfruttiamo quando in natura avviene spontaneamente l'intubazione di una vena di acqua tra strati di rocce impermeabili che, parallelamente scendono da una collina, attraversano una valle e risalgono su un'altra collina. Nella valle interessata al fenomeno possiamo realizzare i famosi pozzi artesiani che non hanno bisogno di pompe per sollevare le acque. Questo significa che possiamo riprodurre artificialmente modelli naturali che, oltre a produrre energia sommersa, sfruttano l'energia di pressione statica, naturale o artificiale anche in altre applicazioni idrauliche, addirittura in versione mobile. Prima che nel mondo sia stato realizzato un solo prototipo di idroelettrico sommerso, sono stati concepiti dal sottoscritto anche altri impianti, come i "Generatori di corrente perpetui con aria compressa e riciclo acqua", che sfruttano gli stessi principi idraulici, per produrre energia economica e pulita, autonomamente senza fonti energetiche, riciclando l'energia di pressione accumulata negli impianti. Infatti, questa domanda di brevetto è depositata in pari data al citato deposito di brevetto e alla domanda di brevetto relativa alle pompe con doppia alimentazione, che non esistono, ma sono indispensabili per realizzare entrambe le soluzioni. In questa domanda di

brevetto si dimostra che, possiamo produrre energia idroelettrica, con l'accoppiamento pompe turbine, modificando gli attuali impianti di sollevamento e distribuzione idrica, trasformandoli in circuiti idraulici con riciclo in vaso aperto, dove possiamo produrre energia idroelettrica con lo stesso sistema e gli stessi rendimenti del sistema sommerso. Per poter ottenere questo risultato è necessario introdurre nel sistema un'altra invenzione che è la pompa con doppia alimentazione. Per comprendere come funziona una pompa con doppia alimentazione è necessario osservare la "FIG2". Come si vede dal disegno il lato aspirante della pompa è stato modificato dividendolo in due parti simmetriche dotate di separatori di flusso e flange. Pertanto la pompa può essere alimentata con acque provenienti da due quote piezometriche diverse. Quest'invenzione è molto importante perché ci consente di sollevare l'acqua per mezzo dell'altezza idrostatica del bacino ricevente. Nell'applicazione riportata la pompa modificata è una idrovora sommersa intubata, montata con la mandata verso il basso. Per queste pompe l'applicazione è più semplice da comprendere e da realizzare: essendo dotate di un'ampia bocca aspirante collegata al corpo pompa, dove c'è la girante. Non è necessario smontare la pompa, per modificarla e arrivare con flussi separati direttamente dove la girante in rotazione miscela i due flussi, somma le portate. Non è necessario smontare la pompa, per modificarla e arrivare con flussi separati direttamente dove la girante in rotazione miscela i due flussi, somma le portate. Dalla mandata, l'acqua esce con la pressione fornita dal serbatoio posto all'altezza superiore, sebbene solo un lato della pompa sia stato alimentato con tale pressione. Quest'applicazione non è altro che il principio di Pascal applicato dinamicamente. Negli impianti sommersi, all'uscita della turbina abbiamo una semplice perdita di carico allo sbocco, che dipende solo dall'energia cinetica residua ($v^2/2g$), a prescindere dalla profondità in cui avviene lo sbocco. Questo avviene poiché il livello in aspirazione e mandata della pompa

coincidono e sono nello stesso serbatoio. Non esiste nessun sollevamento idraulico ma soltanto le perdite di carico dovute alla lunghezza dei tubi all'interno del bacino, che non riguardano le altre acque circostanti. Sono coinvolte solo le acque che entrano nel tubo superiore, che escono nel fondale, le quali, cambiano posizione e dissipano in calore l'energia residua. Gli impianti idroelettrici che nascono dalla modifica degli impianti di sollevamento, sono assimilabili, agli impianti idroelettrici sommersi realizzati in un pozzo, dove per l'assenza dei volumi di acqua necessari, non tutta l'energia residua si può dissipare in calore, e l'acqua è costretta a salire verso l'alto, ma non potendo superare il livello dell'acqua che alimenta la pompa, l'energia che si consuma è quella dovuta alle sole perdite di carico nel tubo di risalita, che dipende solo dalla velocità dell'acqua e dai coefficienti di attrito sulle pareti, facilmente calcolabili per sezioni circolari con le formule di Bazin, [dove Pdc in m/km = $1000*4*V^2/C^2*D$, dove C= $87/(1+2\gamma/\sqrt{D})$, dove γ è il coefficiente di scabrezza medio = 0,16, la velocità è in m/s, le dimensioni in m]. Altre formule di altri autori, sono ugualmente valide. Queste perdite di carico possono essere vinte aumentando la prevalenza della pompa, oppure il battente idrostatico in aspirazione. Ai fini energetici, è preferibile la seconda soluzione. Ovviamente, lo stesso ragionamento è valido anche per il tubo di collegamento (csp) tra un serbatoio e l'altro che può essere lungo diversi chilometri.

Considerando, per esempio, che il trasporto di 1 m^3/s con un tubo Dn 1000, con la formula di Bazin sopra citata, comporta la perdita di carico di 1,5 m/km, per la distanza di 10 Km occorrerebbe un impianto di sollevamento con la prevalenza di 15 m, aggiungendo 2 m per i pezzi speciali e la perdita allo sbocco, la prevalenza della pompa diventa 17m. Con elettropompe con rendimento 0,7 richiedono un consumo energetico di 238 Kw (1 * 1000 * 17 /102 * 0,7). Questa spesa energetica e le opere elettromeccaniche per realizzarla sono superate con gli impianti proposti. Abbiamo visto sopra che in

un grande bacino un impianto che accoppia una pompa sommersa a una turbina da 1 m3/s con un’altezza utile di 50 produce 392 Kw e assorbe 2,8 kw, senza il riciclo dell’acqua. In quel caso non c’è bisogno del riciclo, non solo perché l’acqua è in abbondanza, ma anche perché l’acqua superficiale porta ossigeno nei fondali, combattendo l’inquinamento. Abbiamo anche visto come l’introduzione della pompa con doppia alimentazione consente di ottenere ottime prestazioni energetiche negli impianti terrestri che devono vincere maggiori perdite di carico e la pressione atmosferica. Se consideriamo che quest’impianto ha la possibilità di riciclare il 100% della portata sollevandone quasi il 50%, per mezzo della pompa con doppia alimentazione, per sollevare la stessa quantità di acqua dobbiamo realizzare due impianti paralleli da 1 m^3/s che si alimentano dallo stesso bacino (wlb), sollevano l’acqua all’altezza utile di 50 m (per la turbina) nel serbatoio (wddr1) e scaricano, complessivamente, 1 m^3/s nel collettore (csp) Dn 1000 lungo 10 km che alimenta l’impianto successivo (wddr2). La lunghezza della condotta comporta una perdita di carico di 15 m, pertanto le pompe a doppia alimentazione poste sotto al bacino (wddr2) sono alimentate, sul lato sinistro con una pressione residua di 35 m. Supponendo che anche quest’impianto utilizzi turbine che sfruttano l’altezza utile di 50 m, il bacino (wddr2) deve essere posto a un’altezza utile di 15 m (più le perdite di carico locali) sopra il collettore (csp) per alimentare il lato destro delle stesse pompe con un’altezza utile di 50m. Pertanto, i 238 Kw che oggi consumiamo per trasferimento di 1 m3/s di acqua alla distanza di 10 Km, sarebbero eliminati, inoltre il nuovo impianto produrrebbe 778,4 kw [(392 – 2,8)*2]. Questo sistema può essere usato sia per proteggerci dalle inondazioni (impianti idrovori), sia per sollevare e distribuire acqua potabile o d’irrigazione. Pertanto, anche sollevando le acque, possiamo avere un rapporto tra energia spesa e prodotta simile a quella ottenibile con gli impianti idroelettrici sommersi (1/140). Nello schema idraulico

proposto nella Fig.1, il serbatoio di accumulo dell'acqua e di disconnessione (wddr) non è altro che l'estremità superiore del circuito idraulico assimilabile al pozzo che con il proprio volume riduce l'altezza dell'impianto e le perdite di carico della risalita dell'acqua, le quali, comunque, sono ampiamente compensate dal battente idrostatico guadagnato, che si avvale della forza di gravità, non solo per vincere le perdite di carico ma anche per produrre energia ($m*g*h = \frac{1}{2}\ m\ V^2$). Questo significa che pompando l'acqua nella direzione della forza di gravità dentro le turbine e facendo risalire le acque al serbatoio superiore, naturalmente, con in principio dei vasi comunicanti, gli impianti di sollevamento delle acque attuali, che sono i più grandi assorbitori di energia del pianeta, possono diventare grandi produttori di energia, continuando a svolgere il servizio attuale.

Come si vede dalla Fig.1, il collettore (c), che raccoglie l'uscita dell'acqua delle turbine, può essere considerato, come il fondo del serbatoio (wddr), mentre il tubo verticale (srt) il prolungamento, pertanto, la perdita di carico da considerare è quella di uno sbocco in vaso aperto, come negli impianti sommersi, a cui si aggiungono soltanto le perdite di carico nei tubi, non quelle per superare il dislivello. Le leggi dell'idraulica sono chiare, sia per quanto riguarda lo sfruttamento di Hga in aspirazione della pompa, sia per quanto riguarda le perdite di carico in un circuito idraulico in vaso aperto dal quale partono le acque aspirate e ritornano quelle pompate. Il battente positivo da realizzare sull'asse della pompa e dato dalla somma della altezza utile (Hu) richiesta dalla turbina più le perdite di carico nei tubi (pdc) e allo sbocco (pds). Anche la lunghezza della rete idrica che collega i serbatoi (wddr) può essere addebitata al battente idrostatico. Infatti, se aumentiamo la distanza tra un bacino e l'altro, non dobbiamo aumentare la prevalenza delle pompe ma il battente sulle pompe che costa molto di meno. Aumentando i

diametri dei tubi riduciamo l'altezza degli impianti e le pressioni di esercizio. La prevalenza da assegnare all'impianto e alla pompa "H" è uguale alla somma algebrica di: (+) Hgea (-) Pdc (-) Pds, dove:

Hga (m) = (sgh) prevalenza geodetica in aspirazione: distanza tra il livello superiore dell'acqua in aspirazione e l'asse della pompa. Hga, nel nostro caso, ai fini energetici, è positiva poiché la pompa è sottoposta al livello dell'acqua.

Pdc (m) = somma di tutte le perdite di carico dell'impianto, le quali, ai fini dell'assorbimento dell'energia di pressione sono da considerare con il segno negativo. Nel nostro caso sono rappresentate dal tubo di discesa, i pezzi speciali, le resistenze alla rotazione della turbina, la velocità nel tubo (rst) di collegamento al serbatoio.

Pds (m) = perdita di carico allo sbocco nel collettore e nel serbatoio superiore ($V^2/2g$), la perdita di carico allo sbocco nel serbatoio superiore.

Non superando mai con il tubo (rst) il livello del bacino (wddr), pompando nella direzione della pressione atmosferica la prevalenza dell'impianto tende ad azzerarsi equilibrando le perdite di carico con il battente idrostatico. Ovviamente per avere il massimo dell'energia prodotta conviene concentrare le perdite di carico nella turbina riducendo le altre, ampliando i diametri dei tubi e riducendo le lunghezze. Infatti, il collettore (c) e il tubo (rst) è rappresentato di grande dimensione rispetto agli altri tubi per indicare la continuità volumetrica del serbatoio. In questi impianti sfruttiamo il principio di Pascal: utilizzando la pressione idrostatica del

bacino superiore per sollevare la portata d’acqua del bacino inferiore immessa nel circuito di riciclo grazie alla pompa a doppia alimentazione, senza consumare energia. Oltre al principio di Pascal, questa possibilità è confermata dai pozzi artesiani, dove le acque sotterranee arrivano direttamente in superficie senza l’aiuto delle pompe. Non è la pompa a sollevare l’acqua, ma senza la doppia alimentazione della pompa l’acqua non avrebbe potuto essere inserita nel circuito per essere sollevata.

Infatti, la chiusura della valvola (sav) che alimenta il lato sinistro della pompa, consente di alimentare tale lato con l’acqua del bacino posto al livello inferiore, la miscelazione e la somma delle due portate, che avvengono nella pompa, consentono il ripristino del massimo livello idrostatico del serbatoio senza consumi energetici apprezzabili. Raggiunto tale livello, si chiude l’alimentazione dell’acqua da sollevare (sov) e si apre di nuovo l’alimentazione con l’acqua di riciclo del bacino superiore (sav), fino a quando il livello dell’acqua non si abbassa di nuovo e richiede un nuovo sollevamento. Ovviamente, questo sistema può essere utilizzato per grandi e piccole portate e grandi e piccoli dislivelli. Producendo in tutti i casi energia, consumandone meno di un centesimo per il riciclo nel serbatoio aperto, che comprende anche il sollevamento dell’acqua che si inserisce nel circuito di riciclo. Ma il sistema può funzionare anche sollevando costantemente alla quota di sfioro le acque basse dei territori soggetti ad allagamenti e inondazioni, senza spese energetiche, ma producendola. Infatti, la tubazione di scarico di troppo pieno (od) può essere deviata verso canali delle opere di bonifica idraulica dei territori (dthcd). Collegando la pompa con doppia alimentazione, sia con l’acqua del bacino inferiore, sia con quella del bacino superiore e collegando la mandata della pompa alla turbina, successivamente al collettore (c) e al serbatoio (wddr) posto superiormente, con la girante in rotazione rispettiamo il flusso unidirezionale

gravitazionale, e coincidendo l'altezza geodetica di aspirazione della pompa (Hga) con quella di mandata (Hgd) del bacino posto al livello superiore, aggiriamo la forza gravitazionale che si opporrebbe al sollevamento dell'acqua. Osservando la Fig.1, la pressione idrostatica che circola nel lato destro dell'ingresso della pompa è trasmessa anche a quella che entra dal lato sinistro, non per sollevare l'acqua direttamente, ma per produrre energia nella turbina. All'uscita della turbina sbocchiamo nel collettore (C) che è anche il fondo del vaso aperto, che ha fornito l'acqua e la pressione idrostatica e per produrre energia nella turbina. E' importante notare che in questi impianti realizziamo sinergie non solo tra le pompe e le turbine, ma anche tra i principi idraulici sui quali si basano.

Per aumentare i rendimenti occorrono sinergie tra i vari fenomeni scientifici accertati. L'applicazione separata delle leggi della fisica confermano che l'energia spesa non può superare quella resa, ma già nell'idroelettrico sommerso, l'abbinamento tra le tubazioni, le pompe, le turbine, il battente idrostatico, e la pressione atmosferica consentono di sfatare il mito del moto perpetuo, superando di un centinaio di volte l'energia spesa, mentre l'introduzione nello stesso sistema delle pompe con doppia alimentazione rende perfino i sollevamenti idraulici produttori di energia. Questo potrebbe sembrare contro natura ma è soltanto l'applicazione sinergica di macchine e principi scientifici legiferati da secoli da Archimede, Newton, Bernoulli, Pascal.

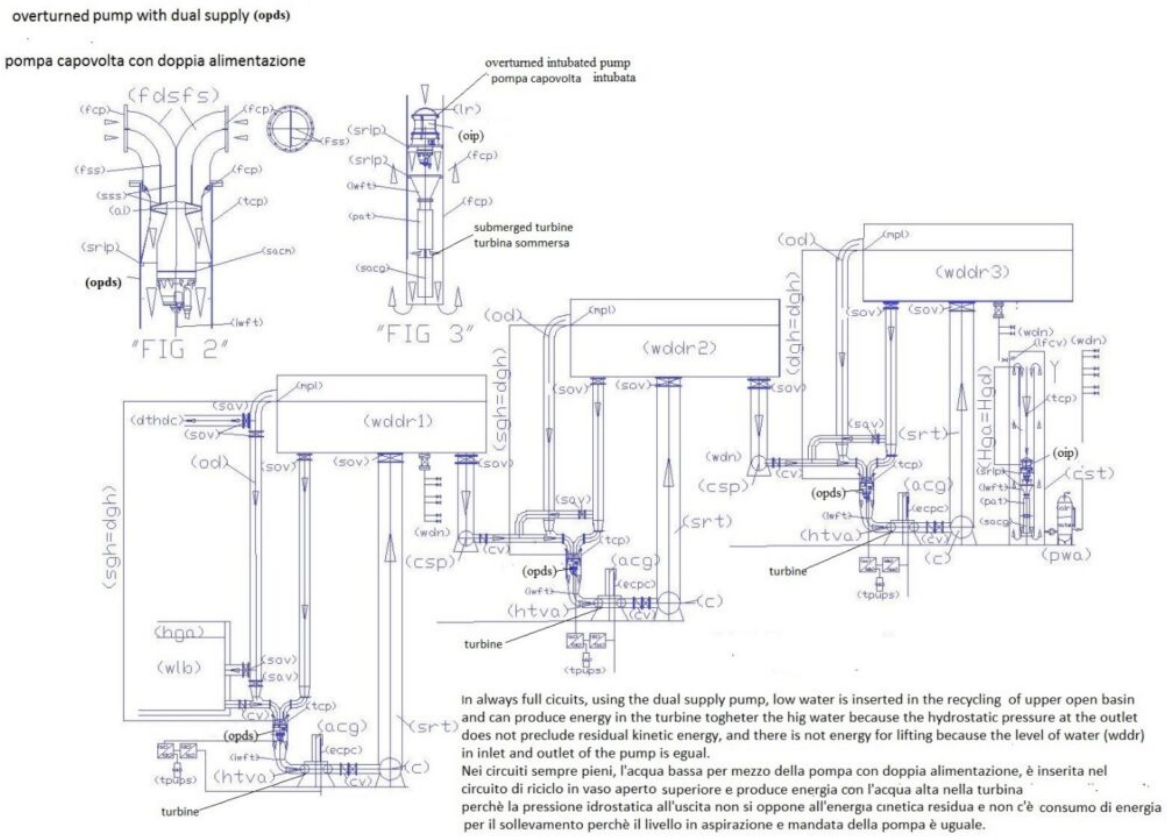
L'acqua, proveniente dallo scarico del serbatoio di distribuzione idrica e disconnessione (wddr) entra dal lato destro, ma contemporaneamente, lo stesso tubo di discesa, tramite la valvola (sav) alimenta anche il lato sinistro, dove arriva anche lo scarico di troppo pieno (od) dello stesso serbatoio. Sempre dal lato sinistro arriva l'alimentazione dal

serbatoio sottostante dello stesso tipo (wddr). In alternativa, l’acqua può arrivare dal bacino di sollevamento iniziale (wlb), dove il gruppo pompa–turbina può essere sottoposto al livello di un lago o addirittura realizzato in versione sommersa. Ovviamente, l’alimentazione da parte dei serbatoi posti a una quota idrostatica inferiore può avvenire soltanto tramite una valvola unidirezionale (cv), quando si verificano le seguenti condizioni: la girante della pompa è in rotazione, non arriva acqua con pressioni idrostatiche superiori attraverso lo scarico di troppo pieno (od) dal bacino superiore, e la valvola (sav). Infatti queste alimentazioni impedirebbero l’aperura della valvola di ritegno (cv) e il flusso proveniente dal bacino inferiore.

La rappresentazione è simbolica e riporta una sola pompa per impianto, ma come negli impianti di sollevamento attuali, possono esserci molte pompe in parallelo. Infatti con il simbolo (c) si indica il collettore di mandata comune a più gruppi pompe-turbine in parallelo. Tuttavia, solo il collettore (C), il tubo di alimentazione (srt) e quello di collegamento con l’impianto successivo (csp) sono in comune. Tutte le alimentazioni delle pompe, sul lato destro e sinistro sono singole al fine di sfruttare l’energia di pressione e cinetica dell’acqua prodotta in ogni tubo di discesa, sommando gli effetti della pompa, la pressione idrostatica e atmosferica. Infatti, ogni pompa, pompando verso il basso, produce energia cinetica nel proprio tubo, che si dissipa nella turbina, appositamente dimensionata, pertanto la risalita dell’acqua al serbatoio (wddr) avviene senza energia, solo in base al principio dei vasi comunicanti. Ovviamente, il collettore che mette insieme le varie uscite di turbine deve essere di ampia sezione insieme al tubo di risalita (srt). Anche il collegamento tra i vari serbatoi (csp) deve essere di ampia sezione, dovendo alimentare le pompe a doppia alimentazione del sollevamento successivo, che può essere posto a molti chilometri di distanza. Quando non c’è prelievo

dalla rete idrica (wdn), che consuma l’acqua, non c’è bisogno del sollevamento dell’acqua, pertanto l’impianto serve solo a produrre energia. In questo caso, anche il lato sinistro della pompa è alimentato dal bacino superiore tramite la valvola telecomandata (sav) e abbiamo il massimo dell’energia prodotta. Quando, invece, a causa dei prelievi della rete si abbassa il livello di un serbatoio (wddr), il sistema di controllo, basato appunto sui livelli dei serbatoi, chiude la valvola (sav) di quel serbatoio e automaticamente, lato sinistro della pompa è alimentato dal bacino (wddr) inferiore tramite la valvola di ritegno (cv). Ovviamente, l’operazione comporta l’abbassamento del livello del bacino inferiore, e il controllo del livello di quel serbatoio, a sua volta, chiude la valvola (sav) e l’acqua che alimenta il lato sinistro è prelevata dal bacino posto a un livello ancora inferiore. Tutto questo avviene mentre la pompa e la turbina sono sempre in rotazione producendo energia. Pertanto, mentre negli impianti attuali di sollevamento acque l’automatismo basto sui livelli mette in funzione un numero di elettropompe sempre superiori per compensare il prelievo dalla rete, negli impianti in oggetto le elettropompe sono sempre in funzione. Sono le valvole (sav) che determinano dove prelevare l’acqua che alimenta il lato sinistro della pompa. Il numero delle valvole (sav) che si chiudono, e il tempo di chiusura, dipende dal tempo che si impiega per ripristinare il livello nominale che corrisponde alla quota di sfioro dello scarico di troppo pieno (od). Come si può notare, nel circuito idraulico di collegamento tra il serbatoio iniziale (wlb) e il primo bacino (wddr1) la valvola (sav) è posizionata sul tubo di scarico (od). Infatti, il livello del serbatoio (wddr1) deve essere mantenuto sempre al massimo livello idrico (mpl), riciclando l’acqua che sfiora, contribuendo alla produzione energetica. Quando si abbassa il livello (wddr1), si chiude la (sav) e si apre la (sov), consentendo l’alimentazione dell’acqua direttamente del lato sinistro delle pompe attraverso il bacino iniziale (wlb) tramite le valvole di ritegno (cv).

Il serbatoio (wddr1) deve essere sempre vicino al bacino iniziale (wlb), ma gli altri serbatoi possono anche essere posti a decine di chilometri di distanza e collegati il tubo (csp), che nella parte terminale funge anche da collettore di alimentazione del lato sinistro delle pompe con doppia alimentazione. Come scritto alla pag. 5 righe 1 – 5, le perdite di carico della condotta di collegamento di sottraggono al battente positivo sul lato delle acque da sollevare (sinistro nella Fig.1). Come si vede dalla FIG 1, persino l'acqua in attesa di essere consumata dai condomini e dalle abitazioni private, può produrre energia con mini pompe e mini turbine, o pompe usate come turbine (Pat). Infatti, sotto al serbatoio (wddr3) è riportato un impianto idroelettrico condominiale alimentato dalla rete (wdn). Supponiamo di realizzare in un tubo contenitore (cst) diametro di un metro che può essere facilmente incorporato nel fabbricato che sfrutta l'altezza utile Hu = 30 m nel tubo di discesa DN 300 (hdrt) incorporato nel tubo (cst). Supponendo che la portata dell'impianto sia 0,2 m3/s, il rendimento della turbina sia 0,75, applicando la stessa formula Pu = η*1000*Q*Hu/102, abbiamo una produzione energetica di 44 Kw (0,75 * 1000 * 0,2 * 30 / 102). Assegnando alla pompa una prevalenza di 0,2 m e un rendimento 0,6, la potenza assorbita dalla stessa, calcolata con la formula 0,2 * 1000 * 0,2 /102 * 0,6 = 0,64 KW. In questo caso il rapporto tra l'energia spesa e resa è 68,75 (44/0, 64). Le perdite di carico nel tubo di discesa, i pezzi speciali e le perdite allo sbocco, sono tutte assorbite dal battente positivo sulla pompa. Applicando le formule di Bazin, [dove Pdc in m/km = $1000*4*V^2/C^2*D$, dove C= $87/(1+2\gamma/\sqrt{D})$, dove γ è il coefficiente medio di scabrezza = 0,16]. Mentre la perdita di carico (pds) allo sbocco in m è $V^2/2g$. Calcolate, le perdite di carico si aggiungono, ai 30 m di battente richiesti dalla turbina, per non ridurre la produzione energetica e aumentare l'assorbimento dell'elettropompa. Pertanto, La pompa è installata sotto il battente di 30 + pdc + pds. Nel nostro caso, si tratta di

aggiungere circa 2 m di colonna d’acqua. Il dettaglio ingrandito della pompa capovolta e della pompa usata come turbina è riportato nella Fig.3. Questi impianti possono essere alimentati tramite una valvola regolatrice di livello a galleggiante (lfcv). Lo stesso tubo di contenimento dell’impianto (cst), funge anche da serbatoio dell’acqua, che scende attraverso il tubo (hdrt), dove sono poste in serie la mini pompa e la mini turbina (come negli impianti maggiori) e sale vero l’alto all’esterno di (hdrt). In questi impianti c’è il riciclo totale dell’acqua. All’esterno del tubo (cst) si può collegare l’impianto autoclave condominiale per la distribuzione dell’acqua potabile.

Luigi Antonio Pezone