

Deposito di brevetto italiano N. 102015000048789 del 04/09/2015

**IMPIANTI IDROELETTRICI CON SOLLEVAMENTO, RICICLO E DISTRIBUZIONE
ACQUA.**

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. Pertanto, 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 distribuzione delle acque.

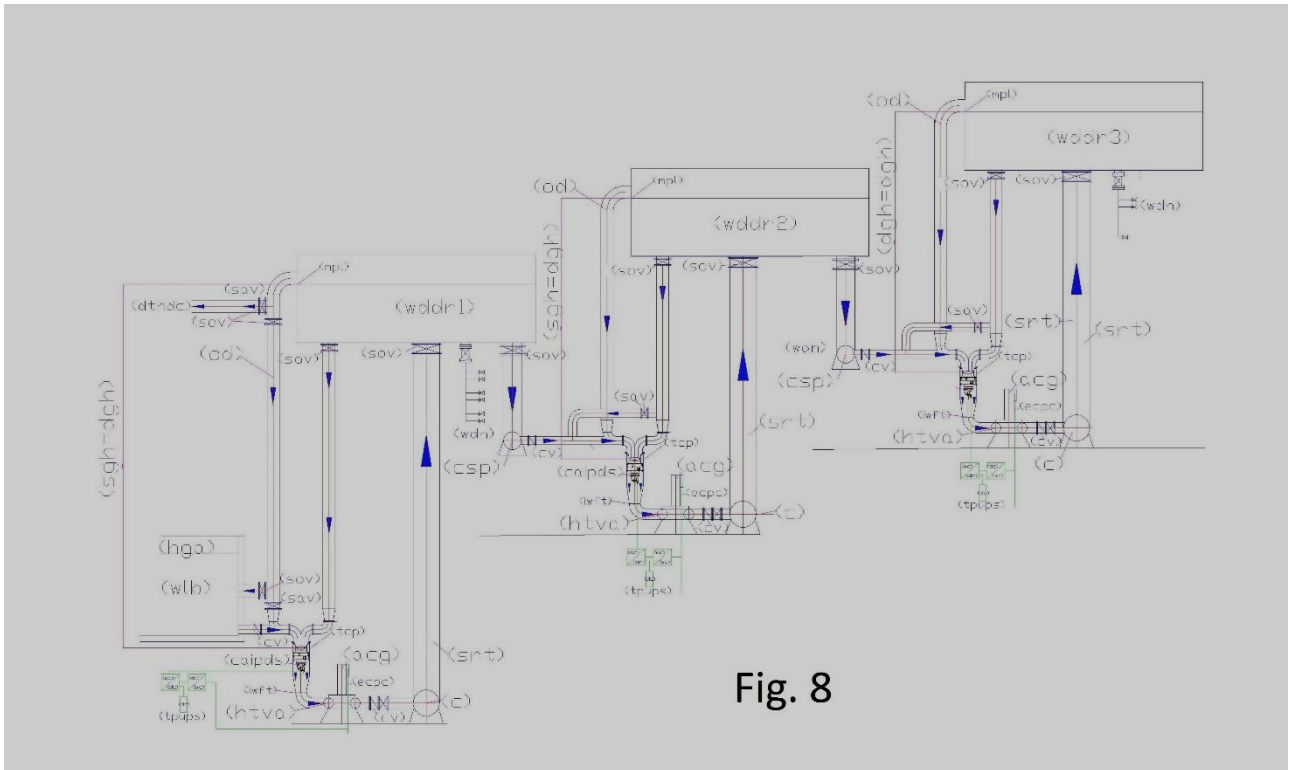


Fig. 8

Legenda Fig. 1: (acg) alternating current generator = generatore di corrente alternata; (ai) axial impeller = girante assiale; (C) collector = collettore; (oipds) overturned intubated pump with dual suction = elettropompa 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; (mpl) probe of the minimum or maximum level = sonda di minimo o massimo livello; (od) overflow discharge = scarico di troppo pieno; (sav) supply additional valve = valvola di alimentazione supplementare; (sgh) suction geodetic height = altezza geodetica in aspirazione; (sov) shut-off valve = valvola di intercettazione; (srp) supporting ring for intubated 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.

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 la pressione dinamica positiva sulla pompa possa da sola 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 dei tubi che alimentano 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 pompa, la discesa dell'acqua separata dalle acque statiche circostanti, producendo un'energia cinetica ($\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$), derivata da ($m \cdot g \cdot h$) che è sfruttata nella turbina per produrre energia elettrica. Anche le perdite di carico nelle valvole e nei tubi possono essere addebitate all'energia cinetica sviluppata dall'acqua che scende dal bacino superiore, se sono state dimensionate correttamente le sezioni di passaggio. 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 H_u di 50 m, con una pompa intubata che ha una portata di 1 m³/s, sarà $P_u = \eta \cdot 1000 \cdot Q \cdot H_u / 102 = 0,8 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 50 / 102 = 392 \text{ KW}$; 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 ($1000 \cdot 0,2 / 102 \cdot 0,7$). 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, partendo dalla superficie dell'acqua. Come si vede dalla Fig. 8, 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 H_{ga} 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 (H_u) richiesta dalla turbina più le perdite di carico nei tubi (p_{dc}) e allo sbocco (p_{ds}). Anche la lunghezza della rete idrica che collega i serbatoi (w_{ddr}) 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: (+) H_{gea} (-) P_{dc} (-) P_{ds} , dove:

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

P_{dc} (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 (r_{st}) di collegamento al serbatoio.

P_{ds} (m) = perdita di carico allo sbocco nel collettore e nel serbatoio superiore ($V^2/2g$).

Non superando mai con il tubo (r_{st}) il livello del bacino (w_{ddr}), 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 (r_{st}) è rappresentato di grande dimensione rispetto agli altri tubi per indicare la continuità volumetrica del serbatoio. In questi impianti sfruttiamo dinamicamente 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 di riciclo per essere sollevata.

Infatti, la chiusura della valvola (s_{av}) 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 di acqua. Ovviamente, questo sistema può essere utilizzato per grandi e piccole portate e grandi e piccoli dislivelli. Osservando la Fig. 5, la pressione dinamica che circola nel lato destro dell'ingresso della pompa è trasmessa anche a quella che entra dal lato sinistro. L'acqua con minore pressione idrostatica è inserita nel circuito di riciclo del bacino superiore e quindi sollevata, ma la turbina continua a produrre energia quasi al massimo livello se le sezioni di passaggio dell'acqua sono adeguate alla trasmissione pressione dinamica del bacino superiore. All'uscita della turbina l'acqua esce nel collettore (C) che è anche il fondo del vaso aperto, che ha fornito l'acqua, la pressione statica e dinamica 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. Il vantaggio energetico lo abbiamo facendo la differenza tra l'energia prodotta nella fase di discesa delle acque e quella consumata nelle perdite di carico, escludendo quelle della risalita delle acque perché nei bacini sempre pieni, a volume costante, l'acqua non deve essere sollevata; sfatando anche il mito della contropressione all'uscita della turbina perché la pressione statica non si oppone all'energia cinetica, se non per l'attrito tra le molecole, dovuto alla differenza di velocità ($V^2/2g$). La rappresentazione è simbolica e riporta una sola pompa per impianto, ma come negli impianti di sollevamento attuali, possono esserci molti gruppi di pompe - turbine in parallelo, purchè ogni gruppo abbia almeno una bocca collegata direttamente al bacino superiore con il tubo di pressurizzazione dinamica. Con il simbolo (c) si indica il collettore di mandata che può essere comune a più gruppi pompe-turbine in parallelo, purchè di grande sezione, per ridurre le perdite di carico di attrito con le pareti del tubo. Tuttavia, solo il collettore (C), il tubo di alimentazione (srt) e quello di collegamento con l'impianto successivo (csp) sono in comune. 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. 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 basato 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), fornendo l'acqua che sfiora che sfiora dal troppo pieno e 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).