

Analisi di risparmio energetico tramite convertitori di frequenza Bonfiglioli Vectron

di Ing. Jordi Ortuño

Uno degli aspetti da considerare nei convertitori di frequenza è quello del risparmio energetico. E' il caso delle seguenti applicazioni:

- Pompe. Per eseguire un controllo preciso della portata o per l'utilizzo nei sistemi a pressione costante e volume variabile.
- Ventole. Si utilizzano, ad esempio, per le ventole di caldaie e forni, per il controllo di pressurizzazione delle sale di elaborazione, estrattori di aria, serpentine di ventilazione nei sistemi di aria condizionata, torrette di raffreddamento, ecc.
- Altre applicazioni, quali elevatori o nastri trasportatori, dove si lavora con velocità diverse.

Questo saggio offre una breve analisi sul

risparmio energetico per le pompe centrifughe prevedendo nei sistemi di pompaggio l'utilizzo di convertitori di frequenza BONFIGLIOLI VECTRON .

TARATURA TRAMITE CONVERTITORI DI FREQUENZA

Questo tipo di taratura si basa sulla modifica della curva tipica della pompa, variando la velocità di azionamento della macchina tramite dei convertitori di frequenza. Come mostra la figura 1, in questo modo si "sposta verticalmente" la curva tipica della pompa, ottenendo così dei nuovi punti di funzionamento senza intervenire in modo considerevole sul rendimento della macchina.

Nonostante si verifichi una perdita di rendimento, questa non ha un'influenza determinante ai fini del risparmio energetico; ciò significa che il calo di rendimento viene decisamente superato dalla riduzione della potenza consumata.

Se consideriamo costanti sia il rendimento totale della macchina che la densità del fluido in mandata, la potenza di azionamento o potenza dell'albero (Palbero) varia, in pratica, con un esponente compreso tra 2'5 e 3 del rapporto tra i giri rispetto ai giri per l'azionamento della macchina nel modo seguente:

$$P'_{eje} = P_{eje} \cdot \left(\frac{n'}{n} \right)^3$$

Se confrontiamo il consumo di potenza adottando

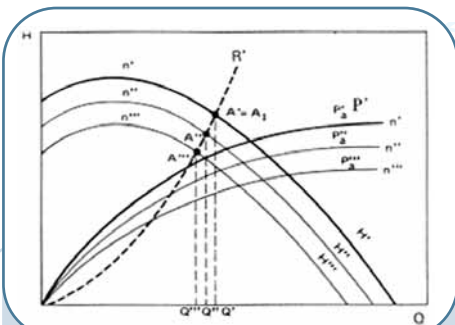


Figura 1 Varie curve H-Q con velocità diverse espresse in rpm.

Figure 1. Various H-Q curves with different speeds expressed in rpm.

Analysis of energy savings using Bonfiglioli Vectron frequency Inverters

One aspect to consider in using frequency converters is the potential for energy savings. The following applications serve as an example:

- Pumps. To perform a precise control of the

flow or for use in systems with constant pressure and variable volume.

- Fans. Used, for example, for fans of boilers and furnaces, for the control of pressurisation in data processing rooms, air extractors, ventilation coils in air conditioning systems, cooling towers, etc.
- Other applications, such as lifts or conveyor belts, where different speeds are used.

This paper offers a brief analysis of energy savings for centrifugal pumps in pumping systems by using the BONFIGLIOLI VECTRON frequency inverter

CALIBRATION USING FREQUENCY CONVERTERS

This type of calibration is based on the modification of the curve typical of the pump, by varying the drive speed of the machine through the use of frequency converters. As

shown in Figure 1, the curve typical of the pump is "shifted vertically", resulting in new points of operation without intervening excessively on the efficiency of the machine.

Although a loss of efficiency occurs, it does not have a deciding influence on energy savings, which means that a drop in efficiency is greatly overcome by the reduction of power consumed.

If we consider constant both the total efficiency of the machine and the density of the fluid delivered, the drive power or shaft power (P_{shaft}) in practice varies by an index between 2'5 and 3 of the ratio between the revolutions per drive of the machine as follows:

$$P'_{eje} = P_{eje} \cdot \left(\frac{n'}{n} \right)^3$$

If we compare the power consumption by using

varie procedure di controllo, si giunge alla conclusione che per ottenere una portata del 50%, la potenza assorbita relativamente risulta essere circa la seguente:

- a) 50% tramite avvii e arresti.
- b) 90% strozzando il passaggio.
- c) 105% tramite derivazione con circuito parallelo
- d) 30% tramite controllo della velocità.

RISULTATI SPERIMENTALI

Sono stati eseguiti vari test su pompe aventi una capacità ridotta confrontando la taratura tramite una valvola strozzatrice ed azionamento a velocità variabile utilizzando dei convertitori di frequenza BONFIGLIOLI VECTRON. Si è infine giunti ai seguenti risultati (di tutta l'analisi compiuta riportiamo di seguito in breve i risultati più importanti che sono stati raggiunti):

- Figura 3, consumi con strozzatura in uscita o variazione della velocità.
- Figura 4, diagramma che mostra l'energia consumata dall'impianto in 1 ora di funzionamento, con diverse percentuali di portata.

CONCLUSIONI ECONOMICHE

In linea generale è possibile affermare che il valore aggiornato del costo del consumo per tutta la vita utile di una pompa di oltre 20 kW, lavorando a 8000 h/anno per 15 anni rappresenta l'88% del costo totale dello sfruttamento, considerato che il 12 % restante rappresenta il valore di acquisto e manutenzione, supponendo come costo dell'energia 0,07 € kW/h e 10% di interesse del capitale.

- Il consumo energetico ottenuto utilizzando convertitori di frequenza comporta un chiaro risparmio energetico e, a sua volta, economico, dovuto in gran parte ai seguenti fattori:
- tipo di regolazione impiegato nell'impianto,
 - ciclo di lavoro a cui sta funzionando la turbomacchina,
 - tipo di applicazione per la quale si installa il convertitore,
 - prezzo dell'energia elettrica consumata.
 - Maggior risparmio con maggior potenza della pompa.
 - Maggior risparmio con maggior impiego di velocità inferiori rispetto a quella nominale.
 - Mancato consumo di reattivo se il rettificatore del convertitore è del tipo senza controllo.
 - Maggior risparmio economico se l'interesse è inferiore.

Potenze consumate Power consumed
 Strozzatura Throttling
 Variazione di velocità Speed variation

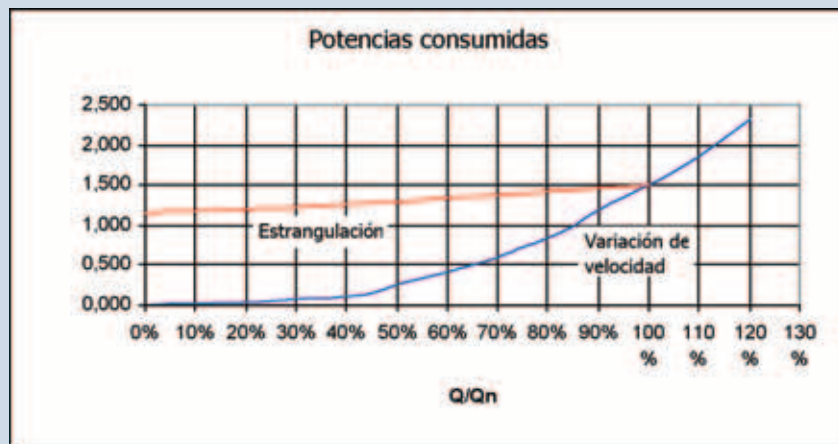


Figura 3 Confronto del consumo tra controllo tramite strozzatura in uscita e variazione di velocità. Figure 3 Comparison of consumption by throttling on output and speed variation.



Serie Inverter VCB BONFIGLIOLI VECTRON VCB BONFIGLIOLI VECTRON Series of Inverters

various control procedures, we conclude that in order to obtain a capacity of 50%, the relative absorbed power is approx. as follows:

- a) 50% by means of stops and starts
- b) 90% by throttling the flow
- c) 105% by shunting with a parallel circuit
- d) 30% by means of speed control.

EXPERIMENTAL RESULTS

Tests were performed on pumps having a reduced capacity by comparing the calibration by means of a throttle valve and variable speed operation using BONFIGLIOLI VECTRON frequency converters, with the following results

(the summary below reflects the most important results of the whole analysis):

- Figure 3, consumption by throttling on output or variation of speed.
- Figure 4, diagram demonstrating the energy consumed by the plant in one hour of operation with different percentages of flow.

ECONOMIC CONCLUSIONS

In general terms, we can state that the updated value of the cost of consumption for the entire working life of a pump of over 20 kW, operating 8000 h/year for 15 years, represents 88% of the total cost of utilisation, given that the remaining 12% represents the value of

purchase and maintenance, supposing a cost of 0.07 € kW/h and 10% interest.

The energy consumed using frequency converters is clearly less and results in financial savings due primarily to the following factors:

- type of regulation used in the plant
- work cycle at which the turbomachine is operating
- type of application the converter is installed for
- price of electricity consumed
- higher savings with higher pump capacity
- higher savings with increased use of lower speeds than the nominal
- no reactive consumption if the converter's

CONCLUSIONI TECNICHE

Oltre al risparmio energetico, l'utilizzo di convertitori di frequenza trae vantaggio di alcuni aspetti tecnici tipici dei sistemi di pompaggio e ventilazione. Ne elenchiamo di seguito alcuni:

- Assenza di picchi di corrente al momento dell'avvio e durante il funzionamento, il che significa che non sarà necessario sovradimensionare l'impianto, i cavi, ecc.
- Assenza di colpi di coppia sull'albero di carico, evitando così sforzi meccanici nell'applicazione ed allungando la vita utile dei cuscinetti e dei giunti.
- E' possibile evitare cavitazioni delle pompe tramite un avvio delicato.
- Assenza di colpi di ariete con frenate delicate.
- Si ottiene una grande precisione nel controllo della pressione e della portata.

- Si produce la coppia necessaria per la movimentazione del carico.

- Si evita il funzionamento a vuoto delle pompe
- Il rendimento del motore è sempre ottimale. Tutto ciò rappresenta un beneficio notevole per l'impianto, soprattutto dal punto di vista della manutenzione in quanto il deterioramento dello stesso diminuisce e la sua vita utile si allunga.

CONCLUSIONI AMBIENTALI

I benefici che si ottengono non sono diretti, bensì indiretti. Si contribuisce cioè alla riduzione del consumo energetico nelle applicazioni industriali e domestiche e, di conseguenza, alla riduzione dei gas prodotti per la combustione. Non bisogna dimenticare che l'energia elettrica è prodotta, principalmente, nelle centrali termiche, le quali utilizzano combustibili fossili per generare calore

e trasformarlo in energia.

Questo piccolo studio è una chiara dimostrazione del risparmio energetico che deriva dall'impiego di convertitori di frequenza BONFIGLIOLI VECTRON in presenza di applicazioni con coppia variabile. A seguito delle conclusioni e dei vantaggi qui descritti occorre porsi una domanda "Controllo della velocità: conviene oppure no? In base ai costi dell'investimento e al regime di variazione delle velocità è possibile calcolare il valore di ammortamento, che in molti casi è compreso tra 1 e 2,5 anni.

kWh consumati in 1 ora kWh consumed in 1 hour

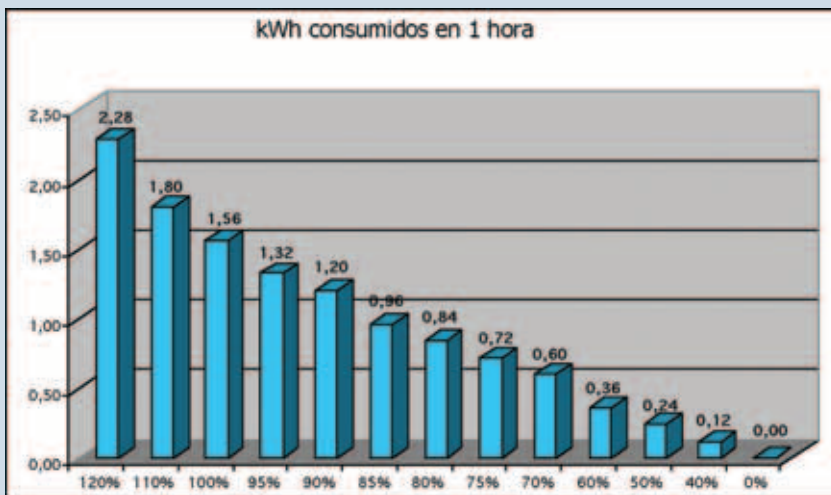


Figura 4 Consumo energetico in 1 ora per ogni percentuale di portata.

Figure 4 Energy consumption in one hour for each percentage of flow.



Serie Inverter ACTIVE BONFIGLIOLI VECTRON
ACTIVE BONFIGLIOLI VECTRON Series of Inverters

rectifier is the type with no control.
- higher financial savings if the interest is lower.

TECHNICAL CONCLUSIONS

In addition to the energy savings, using frequency converters benefits several technical features of pumping and ventilation systems:

- No current peaks on start-up or during operation, eliminating necessity to oversize the plant, cables, etc.
- No rushes of torque on the load shaft, thereby avoiding mechanical stress during the application and prolonging the working life of bearings and couplings.
- Avoidance of pump cavitation due to a softer

start-up.

- No water hammering with softer braking.
 - High precision in the control of pressure and flow.
 - Needed torque produced for handling the load.
 - Avoidance of pump idling
 - Optimum efficiency of motor at all times.
- The above translates into great advantages for the plant, especially as maintenance is concerned, because the plant's deterioration is reduced and its life extended.

ENVIRONMENTAL CONCLUSIONS

The benefits are not direct, but indirect. There

is a reduction of energy consumed in industrial and domestic applications and as a result, a reduction of the gases produced for combustion. Another factor to consider is that electricity is mostly produced in power plants, which use fossil fuels to produce heat and transform it into energy.

This small study is a clear demonstration of the energy savings that derive from the use of BONFIGLIOLI VECTRON frequency converters during applications with variable torque. After reading about the advantages, it's only natural to ask whether speed control is worth the investment. Based on the cost involved and the speed variation, we can calculate the amortisation, which in many cases is between 1 and 2 1/2 years.