

AZIONAMENTI ELETTRICI PER ASCENSORI

di R. Casadei

Il comando degli ascensori mediante azionamenti elettrici ha una lunga tradizione (il primo ascensore della storia è stato



installato a New York nel 1867, era progettato da Elisha Graves Otis). Considerando che l'ascensore risulta il mezzo di trasporto per persone, più diffuso al mondo dopo l'automobile si può ben capire come risulti un segmento importante per l'applicazione degli azionamenti elettrici (solo in Italia sono installati più di 650.000 ascensori). Naturalmente non tutti gli ascensori sono ad azionamenti elettrici. Molti sono idraulici, hanno un buon funzionamento e sono poco costosi hanno però il problema del riciclaggio dell'olio e non sono molto performanti ad alte velocità. L'ascensore per l'azionamento elettrico costituisce un carico molto impegnativo in termini di prestazioni e di affidabilità richiesta. Fino a non molto tempo fa era l'azionamento a corrente continua il più usato in questa applicazioni per le eccellenti caratteristiche dinamiche di regolazione. Tale azionamento soffre di alcuni problemi relativi al motore che richiede una manutenzione abbastanza frequente e anche relativi all'alimentatore, di solito un convertitore AC/DC total-

controllato che ha problemi di armoniche riflesse in rete e ha problemi di funzionalità per deformazioni, buchi, interruzioni di rete. Per questi ed altri motivi (non ultimo quello economico) nel tempo è stato utilizzato il motore asincrono in alternativa al motore in corrente continua. In un primo tempo il motore asincrono utilizzato non era



designed by Elisha Graves Otis - was installed in New York in 1867. Elevators are the second most widely used means of transportation for people, second to the automobile only, which makes them a key segment in the electric drive industry. There are over 650,000 elevators in service in Italy alone. Obviously, not all elevators use electric drives. Many use hydraulic drive system, a low-cost, reliable solution whose drawbacks are the need for oil recycling and low performance at high speeds. Elevator applications are very demanding on electrical drives in terms of performance and reliability. Until recently, DC drives have been the preferred choice for this application thanks to their optimum dynamic regulation features. However, there are several disadvantages to using DC drives concerning both motor - which requires short maintenance intervals - and power supply - normally a total-control AC/DC converter - with the related harmonics reflected back into the power system and possible malfunction in the event of distortion, power sags and failures. This among other reasons

- including economic factors - has lead asynchronous motors to become established as the preferred alternative to DC motors over time. Rather than the widely used squirrel-cage design, initially, asynchronous motors would be a special design featuring a brake control winding, whereas motor

il diffusissimo motore a gabbia ma veniva usato un motore speciale provvisto di avvolgimento per il controllo di frenatura, mentre il funzionamento come motore era regolato in



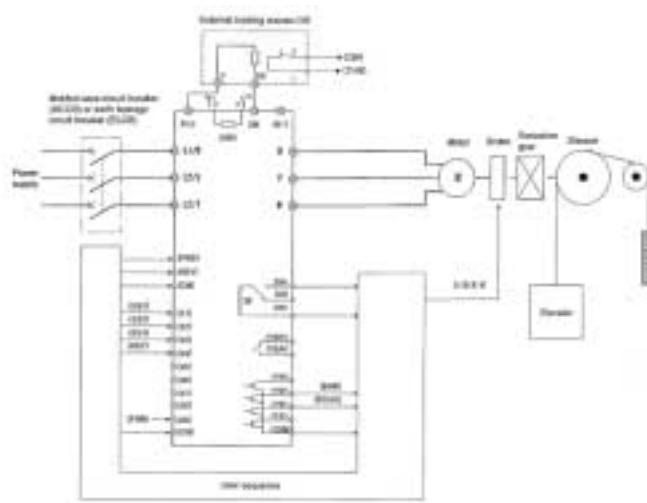
scorrimento con un convertitore AC/DC ad SCR controllati in parzializzazione. La disponibilità di inverter sempre più affidabili e performanti ha reso possibile l'impiego del motore asincrono a gabbia che è il motore più diffuso, robusto ed economico ancora oggi disponibile.

L'inverter nel comando degli ascensori

Come già detto, l'ascensore costituisce un carico impegnativo per un azionamento per le seguenti ragioni:

- è richiesto un funzionamento nei 4 quadranti Coppia/Velocità;
- è richiesto un ottimo comportamento a velocità minime sia nella fase di partenza che di arrivo;
- è richiesto un ottimo comfort esente da vibrazioni o Jerk eccessivi in tutte le condizioni di velocità e di carico;
- è richiesta una buona precisione nella regolazione di velocità per un arrivo al piano dolce e accurato;
- negli edifici molto alti sono richieste velocità superiori ai 2 m/sec. (gli ascensori più veloci al mondo installati a Yokohama in Giappone raggiungono la velocità di 12.5 m/sec. pari a 45 Km orari);
- è richiesta la gestione dell'arrivo al piano per mancanza rete.

Gli attuali inverter a controllo vettoriale vengono impiegati in configurazione Sensorless per velocità richiesta fino ad 1.5 m/sec. con carico bilanciato, fino ad 1 m/sec. con carico sbilanciato. Per velocità superiori vengono impiegati inverter a controllo vettoriale, retroazionati con encoder.



Connection example of inverter of T.S&W

operation would be slip-regulated by an AC/AC converter featuring choke-controlled SCR's. As increasingly reliable and efficient inverters became available on

the market, it became possible to use squirrel-cage asynchronous motors, the most extensively used, robust and economic motor design available to this day.

Inverters in elevator control applications

These are the requirements that - as mentioned above - make elevators a demanding application:

- *four-quadrant operations (torque/speed)*
- *optimum low-speed operation both upon start-up and leveling*
- *smooth operation is a must for comfortable, vibration-free or jerk-free ride under any speed and loading conditions*
- *accurate speed regulation is a key requirement for gentle, accurate stopping*
- *very tall buildings need speed in excess of 2 m/sec.*
- *the fastest elevators in the world are installed in Yokohama, Japan and travel as 12.5 m/sec., the equivalent of 45 Km/h*
- *another requirement is emergency operation up to landing in the event of mains failure.*

Actual vector-controlled inverters are used in the

sensorless configuration for speed requirements up to 1m/sec. under unbalanced loading. Applications with higher speed requirements use vector-controlled inverters back-driven through encoders. Riding comfort is assured by "S" curves under acceleration and deceleration, as well as through fast,

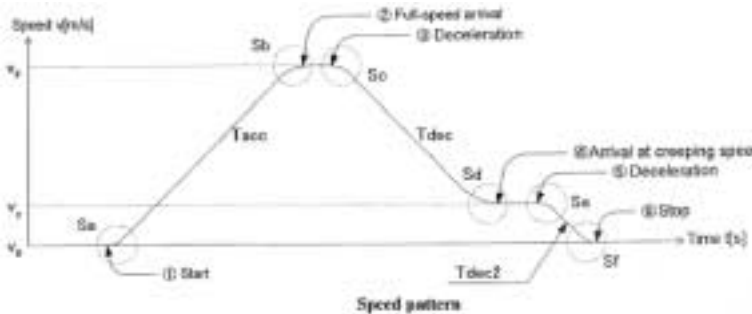
Il comfort viene ottenuto con curve ad "S" in accelerazione e decelerazione nonché con un controllo di coppia veloce ed accurato. La fre-



natura dinamica di solito è su resistenza ma in impianti con più azionamenti si può ricorrere alla connessione in barra continua in modo che gli azionamenti che stanno frenando, alimentino gli azionamenti che stanno accelerando o sono in funzionamento motore. Se poi si vuole evitare l'impiego delle resistenze di frenatura, si possono utilizzare i convertitori AC/DC a PWM che tra l'altro permettono di ridurre al minimo le armoniche di corrente lato rete e di avere un $\cos\phi = 1$ (al momento tali convertitori risultano però piuttosto costosi).

Gli inverter hanno una configurazione a doppio convertitore (AC/DC, filtro, DC/AC) dispongono cioè di una sorgente di alimentazione unica per controllo, potenza e ausiliari (barra in continua), un semplice alimentatore switching alimenta i circuiti di controllo e gli ausiliari (ventilatori), ciò rende possibile la gestione dell'arrivo al piano in mancanza rete utilizzando una batteria tampone senza dovere ricorrere a gruppi di continuità come avveniva in passato con gli azionamenti in continua o in alternata regolati in scorrimento. Inoltre, non è necessario che la batteria abbia molti elementi essendo sufficiente un funzionamento a bassa velocità e quindi a bassa tensione di uscita inverter. Ad esempio, con 48 Vcc (24 elementi) di batteria è possibile comandare un normale motore asincrono a 3 - 4 Hz di frequenza statorica, cosa assolutamente non problematica con gli attuali inverter Sensorless anche per coppie frenanti richieste, superiori alla coppia nominale del motore.

Naturalmente è necessario che l'alimentatore switching dei circuiti di controllo funzioni già a 48 V e che sia inibito il blocco normalmente usato per Vdc minima.



accurate torque control. Dynamic braking usually occurs through resistors, however, in plants using more than one drives it may

be through continuous-bus connection so that the drives under braking feed the drives under acceleration or operating in the motor mode. Where brake resistors are to be avoided, PWM AC/DC converters provide an alternative. Among other things, these converters limit current harmonics at mains end to a minimum and give $\cos\phi = 1$. However, these converters are still quite costly for the time being.

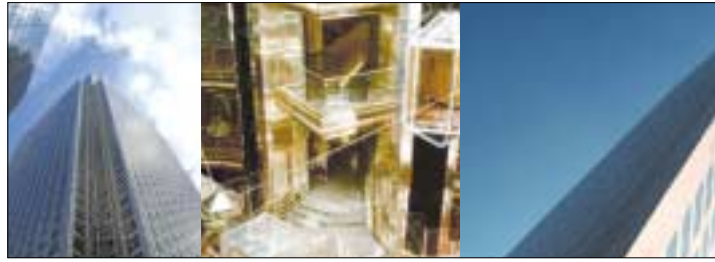
Inverters feature a twin-converter configuration - AC/DC, filter, DC/AC - which means that they use one power supply source for control, power and auxiliary functions (DC bus). A simple switching power supply feeds control and auxiliary circuits (fans). This allows for emergency operation to reach floor in the event of mains failure with the elevator running on a buffer battery rather than the UPS units adopted in combination with DC or slip-governed AC drives in the past. In addition, the buffer battery need not have many cells, since low inverter output voltage is sufficient to ensure low speed operation.

For instance, a battery voltage of 48 Vdc (24 cells) is enough to operate a common asynchronous motor with 3 Hz stator frequency, which is easily achieved with current sensorless inverters even where required braking torque exceeds motor rated torque. Obviously, the switching power supply for the control

circuit must be operating on 48 V and the usual minimum Vdc cut-off system must be inhibited.

Any inverters used must have IGBT power components to

Gli inverter utilizzati devono avere componenti di potenza ad IGBT per ottenere frequenze di portante superiore a 15 kHz in modo tale da essere fuori dalla banda



acustica ed evitare che l'eventuale rumore acustico del motore sia avvertito in cabina oppure nei locali adiacenti al locale macchine. I disturbi in alta frequenza condotti ed irradiati costituiscono il problema più rilevante introdotto dagli azionamenti ad inverter. È quindi indispensabile utilizzare filtri EMI altamente efficaci. Anche se l'attuale norma 95/16/CE richiede l'ottemperanza per i disturbi condotti in alta frequenza dei limiti meno restrittivi relativi alla EN55011 Classe A, (si ricorda come la norma di prodotto per inverter IEC EN61800 - 3 preveda per ambiente domestico la curva EN55011 Classe B) rimane comunque opportuno l'utilizzo di un filtro ad alta attenuazione (di solito un doppia cella) che garantisca anche una minima corrente di dispersione per evitare problemi con gli interruttori differenziali. I disturbi irradiati sono i disturbi più ostici e richiedono in molti casi soluzioni radicali come la schermatura di tutti i cavi di potenza e di controllo nonché dell'apparecchiatura stessa.

Conclusioni

Il positivo trend nel comparto azionamenti con inverter permette un incremento di prestazioni unitamente ad una riduzione di prezzo che incoraggia sempre di più l'utilizzo di tali azionamenti per il comando ascensori. Gli attuali studi verso i posizionatori Sensorless con inverter e motori asincroni (con fermo in coppia sensorless) incoraggeranno ulteriormente la sostituzione degli ultimi azionamenti a corrente continua.

obtain carrier frequencies above 15 kHz and exceed the acoustic band so that any acoustic noise generated by the motor will not be perceived from

inside the car or in the area adjacent to the machine room. Conducted and radiated high-frequency noise is the most annoying drawback to inverter drives. As a result, high-efficiency EMI filters are indispensable. Although the 95/16/CE standard currently in force specifies less stringent limits - as per EN55011 standard Class A - for conducted high-frequency noise, (note that the inverter product standard IEC EN61800 - 3 specifies curve EN55011 Class B for household environments), it is still advisable to use a high-attenuation filter (normally a twin-element filter) with the related leakage current - however minimum - to avoid problems with differential switches. Radiated noise is the most troublesome noise and often requires massive action such as shielding all power and control wires as well as the total appliance.

Conclusion

A positive trend in the market for inverter drives allows for an improvement in performance levels coupled with falling prices, a combination that has made these drives increasingly popular with designers of elevator control system applications. Current studies of sensorless position control system with inverters and asynchronous motors (with sensorless pair stopping) will further encourage renovation of the last DC drive system in service.

