

EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI TRAZIONE NEL CAMPO DEGLI ELEVATORI

Ing. Vittorio Mazzoni

È ormai noto che in campo ascensoristico si usano e si sono usati i più diversi sistemi di trazione.

1)- Fino alla metà degli anni 70 si sono usati:

1.1 ASCENSORI CON MOTORE C.A. A UNA VELOCITÀ

Tali tipi di impianto utilizzano un motore asincrono trifase a gabbia di tipo abbastanza semplice con un solo avvolgimento di statore che, per sua natura, può girare a una sola velocità;

in tal caso l'avviamento del motore avviene con l'inserzione diretta dell'avvolgimento del motore alla rete di alimentazione, ad una distanza prestabilita dal piano di fermata, il motore viene disinserito e interviene il freno meccanico che arresta la cabina.

La velocità non è controllata e le conseguenze sono le seguenti:

a) l'accelerazione e la decelerazione sono variabili in relazione al carico e alla direzione della cabina;

b) l'arresto della cabina ai piani, avviene entro uno spazio piuttosto ampio, cioè esiste quasi sempre un dislivello tra la soglia della cabina e quella del piano.

Per tali ragioni un impianto in C.A. ad una sola velocità veniva utilizzato con prestazioni accettabili a velocità non superiori a 0.75 m/sec;

1.2 ASCENSORI CON MOTORE C.A. A DUE VELOCITÀ

Tali impianti, utilizzano un particolare motore a gabbia asincrono trifase, dotato di due avvolgimenti con diverso numeri di poli, in modo tale da poter ottenere due diverse velocità (in generale nel rapporto 1:4).

L'avviamento dell'ascensore è ottenuto con l'inserzione diretta, o tramite resistenze, dell'avvolgimento di alta velocità;

ad una distanza prestabilita dal piano di fermata, viene disinserito l'avvolgimento di alta velocità e contemporaneamente inserito quello di piccola velocità in modo da ridurre la velocità della cabina ad 1/4 di quella di regime. All'arrivo al piano viene disinserito anche l'avvolgimento di piccola velocità ed interviene il freno meccanico che arresta la cabina.

Anche in questo caso, la velocità non è controllata, si passa da una grande ad una piccola velocità ed all'arresto completo; in questo caso i dislivelli di fermata al piano sono minori a causa della minore velocità dell'impianto quando arriva al piano.

Agendo sulle masse volaniche e inserendo opportune resistenze statoriche si potevano avere buoni comfort di marcia e discrete precisioni di fermata.

Con tale tipo di impianto si avevano velocità max di 1.2m/s.

1.3 ASCENSORI CON MOTORI C.C (WARD - LEONARD)

Con motori in corrente continua si possono raggiungere velocità molto elevate, avvalendosi di impianti gearless (senza argano), ma i costi in quegli anni erano alti.

Le ragioni del costo maggiore, dipendevano innanzitutto dal fatto che era necessario interporre tra rete di alimentazione (alternata trifase) e motore, un convertitore C.A. -C.C (motore dinamo).

Inoltre un motore in C.C è per sua natura più costoso di uno in corrente alternata e richiede una manutenzione più accurata e frequente.

Tali impianti non avevano alcun limite di portata o velocità, erano ad alto livello con notevole comfort di marcia e grande precisione di fermata.

I principali inconvenienti erano:

- a) Presenza di tre macchine rotanti (motore c.a., dinamo, motore c.c.) con bassi rendimenti complessivi;
- b) Motogeneratore in moto per un certo tempo anche con impianto fermo con conseguente aumento dei consumi e fattore di potenza molto basso;
- c) Elevato rumore in locale macchina;
- d) Elevato costo iniziale di installazione ed elevato costo di manutenzione.

2)- Da metà anni 70 fino alla fine anni 80

Con lo sviluppo della tecnologia, in particolare dell'elettronica di potenza, si ottennero migliori comfort di marcia a prezzi più contenuti e i sistemi di trazione divennero:

- 1) Motori a 1 velocità fino alla max velocità di impianto di 0.6 m/s;
- 2) Motori a 2 velocità a commutazione di poli, fino alla velocità di impianto di 1m/s;
- 3) Motori a 1 polarità o 2 polarità con regolazione elettronica della velocità del tipo ACVV fino alla velocità di impianto di 1.6 ÷ 2 m/s ;
- 4) Motori in corrente continua a convertitore statico per GEARLESS o per GEARED fino alla velocità di 2 m/s.

Tralasciando i primi due casi, già precedentemente trattati vorrei soffermarmi sulla novità sostanziali che furono introdotte .

2.1 REGOLATORI ACVV

Tale tipo di regolatore, basato sul controllo della tensione di alimentazione del motore, regola la velocità di trazione sfruttando lo scorrimento del motore, mentre la frenatura si ottiene o invertendo due delle tre fasi del motore (per motori a 1 polarità) oppure iniettando corrente continua sull'avvolgimento di alta polarità del motore (per motori a due velocità), quest' ultimo sistema è usato ancora oggi:

il principio di funzionamento, si basa sulla variazione di tensione applicata al motore ottenuta con tre coppie di SCR collegati in antiparallelo, installati su ciascuna delle tre fasi di alimentazione.

Gli SCR, comandati da uno speciale regolatore elettronico, variano il valore efficace della tensione che arriva al motore che, tramite l'argano, viene trasmessa alla cabina.

Tutto il sistema funziona ad "anello chiuso" , cioè un sistema di retroazione comunica al dispositivo quale è la reale velocità dell'impianto in modo che gli SCR alimentino il motore con la tensione necessaria per avere i valori desiderati di accelerazione, decelerazione, alta velocità , piccola velocità, ecc.; da quanto sopra si può notare come l'azionamento controlli, istante per istante, che la velocità reale sia uguale alla velocità impostata e che tutto funzioni come stabilito dalla memoria elettronica del sistema; se a cabina trascinante, la velocità reale supera la velocità teorica e il motore, non alimentato a piena tensione, comincia ad accelerare, viene iniettata della corrente continua negli avvolgimenti di alta polarità del motore per cui si ha una azione frenante al fine di riportare il motore al numero di giri richiesto. In tal modo il controllo del motore è totale , cioè da velocità zero fino alla massima e viceversa, fino alla fermata al piano che è ottenuta elettricamente. La chiusura del freno meccanico avviene con l'impianto già fermo, il freno dell'argano serve solo da freno di stazionamento.

2.2) REGOLATORI STATICI PER MOTORI CORRENTE CONTINUA (DC-SCR)

Il principio di funzionamento di questo regolatore è il seguente:

La corrente alternata di linea (trifase 220V o 380V), viene raddrizzata e regolata tramite 2 ponti a 6 SCR controllati da regolatore elettronico, i ponti si alternano, nelle varie configurazioni di carico e di direzione di marcia, in fornitori di energia al motore e recupero di energia verso la rete nelle condizioni in cui il motore diventa generatore.

La tensione di armatura del motore viene variata secondo un programma prestabilito in modo da avere il diagramma di velocità più idoneo al comfort richiesto.

I principali vantaggi di questo sistema rispetto al Ward-Leonard, sono:

- a) Minor costo iniziale;
- b) Minori consumi (30% meno del Ward-Leonard);
- c) Migliore precisione di regolazione;
- d) Minore spazio necessario in locale macchina.

I principali svantaggi sono:

- a) Rumorosità magnetica del motore;
- b) Introduzione di armoniche in rete e di conseguenza "rumori elettromagnetici" in linea.

3)- Dalla fine degli anni 80 a oggi

Da una decina di anni, ha fatto il suo ingresso nel mondo ascensoristico un regolatore che già da anni era utilizzato in altri sistemi di regolazione: il VVVF, cioè un sistema di regolazione di motori AC in cui oltre alla tensione viene contemporaneamente variata anche la frequenza.

I sistemi di trazione oggi usati sono:

- 1) Motori a 2 velocità a commutazione di poli fino alla velocità di 0.8 m/s;
- 2) Motori a 2 velocità ACVV fino a $1.6 \div 2$ m/s;
- 3) Motori a 1 velocità regolati da VVVF senza alcun limite di velocità anche per motori Gearless;
- 4) Motori in corrente continua, usati quasi esclusivamente per ammodernamenti di impianti esistenti.

3.1) REGOLATORI VVVF

Questi regolatori, esistono nelle più svariate versioni e nelle diversissime tecnologie scelte: a variazione frequenza/tensione costante, a controllo di coppia, a controllo di flusso, ad anello chiuso o ad anello aperto, ecc..

Generalmente si usano regolatori ad anello aperto fino a una portata di 630 Kg e una velocità di 1m/s, per andare a velocità superiori si chiude l'anello di regolazione tramite un encoder o un resolver.

Questo tipo di regolazione ha i seguenti vantaggi:

- a) Motore alimentato a coppia costante anche a bassi giri (fino a 0 se c'è l'encoder);
- b) Correnti di spunto molto basse (max 2 volte la corrente nominale);
- c) $\cos \varphi$ (fattore di potenza) molto maggiore;
- d) Minore calore nel motore sia per le correnti ottimizzate, sia per la rigenerazione di energia su resistori esterni;
- e) Comfort elevato e assoluta precisione di fermata;
- f) possibilità di installare una ottima regolazione di velocità anche in impianti esistenti con vecchi motori a 1 velocità.

Gli svantaggi sono:

- a) Costo maggiore rispetto ai regolatori ACVV specie con alte potenze di motore;
- b) Disturbi radio generati dalle alte frequenze generate dai circuiti PWM;
- c) Complessità delle apparecchiature con necessità di cablaggi particolari e filtri speciali per soddisfare le normative e non disturbare gli apparecchi RADIO TV del condominio;
- d) Motori con isolamenti speciali in quanto l'isolamento è sottoposto a stress maggiore rispetto a qualunque altro sistema di regolazione;
- e) Apparecchiature sensibili alle extratensioni di rete e in alcuni casi, di non facile programmazione in quanto è necessaria una perfetta simbiosi INVERTER - MOTORE.

Un ulteriore vantaggio del regolatore VVVF del tipo a controllo di flusso ad anello chiuso, è quello di consentire la regolazione ottimale di motori e sistemi di trazione speciali:

- a) Motori Gearless anche per impianti con portate a velocità basse (630m kg, 1m/s) mentre fino a poco tempo fa il gearless era riservato soltanto ad impianti veloci ($v > 2\text{m/s}$) con elevate portate;
- b) Argani ad ingranaggi planetari (anzichè vite e corona) o argani tradizionali con vite a più principi in modo da avere rendimenti molto elevati;
- c) Argani con trasmissione a cinghia.

Questi ultimi innovativi sistemi, hanno portato ad un notevole risparmio (vedi tabella) sia per quanto riguarda il consumo, che per quanto riguarda la potenza impegnata.

4) IMPIANTI AD AZIONAMENTO IDRAULICO

Un discorso a parte merita l'azionamento idraulico (oggi molto diffuso in Italia) che dalla fine degli anni 60, ha avuto un notevole sviluppo sia di tecnologia che di percentuale sul mercato; statistiche recenti, danno l'impianto idraulico tra il 70% e l' 80% delle nuove installazioni.

Il funzionamento di un ascensore ad azionamento idraulico è il seguente:

il motore asincrono trifase a 1 polarità (2 poli) aziona una pompa volumetrica immersa nell'olio che manda l'olio a una pistone che muove la cabina dell'ascensore in marcia salita.

Quando la cabina è in marcia discesa, il motore non funziona, la cabina scende con velocità controllata da un gruppo valvole più o meno sofisticato che garantisce una velocità pressochè costante in qualunque condizione di carico. Quando la cabina si avvicina al piano, le valvole della centralina si "chiudono" progressivamente, garantendo un buon comfort e un preciso livello di fermate, anche se rallentamento e fermata dipendono in modo sensibile dalla temperatura dell'olio.

Accanto agli innumerevoli vantaggi di installazione (locale macchina in basso e lontano dall' ascensore, assenza di soletta portante, possibilità di sollevare grossi carichi ecc.) l'impianto idraulico presenta alcuni significativi svantaggi rispetto al tradizionale impianto a fune:

- a) Corse limitate;
- b) Velocità limitata (max 1 m/s);
- c) Numero di avviamenti/ore limitato;
- d) Utilizzo notevole di olio con rischio di inquinamento;
- e) Potenza impegnata elevata (minimo 3 volte quella di un impianto tradizionale a pari portata e velocità).

Quest'ultimo svantaggio, è orma entrato nel mirino delle società distributrici di energia elettrica che colpiscono (in termini economici) le elevate correnti di spunto di questi motori.

Per ovviare (almeno parzialmente) a questo inconveniente, sono oggi disponibili degli avviatori elettronici (in genere chiamati soft starter) che sostituiscono i tradizionali avviamenti (stella-triangolo, a resistenze, ecc.) in modo da contenere le correnti di avviamento sotto il valore di due volte la corrente nominale in qualunque condizione di lavoro (in alcuni casi $1.2 \div 1.3$ la corrente nominale).

Attualmente cominciano ad affacciarsi sul mercato anche impianti idraulici con il motore regolato in velocità da VVVF per ottenere il massimo comfort di marcia e contemporaneamente una minore potenza impegnata e minori correnti di spunto.

Tabelle allegate di seguito :

- POTENZE E CONSUMI NEI DIVERSI SISTEMI DI TRAZIONE
- EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI TRAZIONE IN ITALIA

POTENZE E CONSUMI NEI DIVERSI SISTEMI DI TRAZIONE

TIPO DI TRAZIONE	TIPO DI MOTORE	TIPO DI REGOLATORE	POTENZA MOTORE %	CORRENTE AVVIAMENTO %	CONSUMO ENERGIA %	POTENZA IMPEGNATA ENEL %
ARGANO VITE-CORONA	AC2V	NESSUNO	100	100	100	100
	AC2V	ACVV	100	70	80	70
	AC1V	NESSUNO	100	100	95	100
	AC1V	VVVF	90	45	60	45
	DC	W.L.	85	120	90	120
	DC	12 SCR	80	50	60	50
ARGANO ALTO RENDIMENTO	AC2V	NESSUNO	85	85	85	85
	AC1V	VVVF	75	38	50	38
	AC1V	VVVF con recupero energ.	75	38	40	38
GEARLESS	AC1V	VVVF	65	30	40	30
	AC1V	VVVF con recupero energ.	65	30	30	30
	DC	W.L.	70	90	50	100
	DC	12 SCR	60	38	35	38
IDRAULICO	AC1V	NESSUNO	300	300	170	300
	AC1V	SOFT SARTER	300	150	170	150
	AC1V	VVVF	250	60	150	80

N.B. : I valori sono riferiti ad un impianto di 1,2 m/s con portata 630 Kg

AC2V = motore asincrono trifase a due velocità
 AC1V = motore asincrono trifase ad una velocità
 DC = motore in corrente continua

ACVV = Alternative Current Variable Voltage (variante di tensione)
 VVVF = Variable Voltage Variable Frequency (variante di frequenza e tensione)
 W.L. = Ward-Leonard
 SOFT STARTER = limitatore delle correnti di avviamento
 12 SCR = regolatore con doppio ponte a 12 SCR per il recupero di energia in rete

EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI TRAZIONE IN ITALIA

PERIODO STORICO	TIPO DI MOTORE	MASSIMA VELOCITA' RAGGIUNGIBILE	INSTALLAZIONI %
INIZIO DEGLI ANNI SETTANTA	AC1V AC2V DC (W.L.)	0,75 m/s 1,2 m/s nessun limite di velocità	70 27 3
META' DEGLI ANNI OTTANTA	AC1V AC2V AC2V regolato ACVV DC (SCR) IDRAULICO	0,63 m/s 0,8 m/s 2,0 m/s nessun limite di velocità 1,0 m/s	5 49 5 1 40
OGGI (1998)	AC1V AC1V regolato VVVF AC2V AC2V regolato ACVV DC (SCR) IDRAULICO	0,63 m/s nessun limite di velocità 0,8 m/s 2,0 m/s nessun limite di velocità 1,0 m/s	0 10 17 3 0,.... 70

AC2V = motore asincrono trifase a due velocità

AC1V = motore asincrono trifase ad una velocità

DC = motore in corrente continua

ACVV = Alternative Current Variable Voltage (variante di tensione)

VVVF = Variable Voltage Variable Frequency (variante di frequenza e tensione)

W.L. = Ward Leonard

SOFT STARTER = limitatore delle correnti di avviamento

12 SCR = regolatore con doppio ponte a 12 SCR per il recupero di energia in rete

ENERGIA ELETTRICA (1 anno di funzionamento)

ENERGIA e POTENZA	AZIONAMENTO WARD-LEONARD	AZIONAMENTO VVVF	VARIAZIONE %
ENERGIA ATTIVA	7154 kWh	3299,6 kWh	-53.9
ENERGIA REATTIVA	30076 kVarh	90,52 kVarh	-100
POTENZA IMPEGNATA	40 kW	10 kW	-75
COSφ MEDIO	0,2	0,92	

I dati sono stati rilevati su due impianti in manovra duplex con velocità 1,6 m/s , di cui uno trasformato con nuovo argano e nuovo azionamento e l'altro lasciato inalterato con azionamento Ward-Leonard , situati in un complesso ospedaliero con una media di 800 corse giornaliere, su un periodo complessivo di 365 giorni.