

Tema d'Esame di Tecnologie e tecniche di installazione e di manutenzione 2015

L'impresa responsabile della manutenzione di un centro commerciale deve, tra l'altro, controllare l'impianto delle scale mobili. Il movimento delle scale è comandato da un motore asincrono trifase mentre la trasmissione del moto dal gruppo motore/riduttore al gruppo di trascinamento dei gradini è ottenuta mediante l'impiego di una catena.

Il candidato, fatte eventuali ipotesi aggiuntive:

1. descriva, anche tramite uno schema, l'impianto comprendente sia la parte elettrica con il motore che quella meccanica;
2. indichi i principali dispositivi da monitorare per garantire l'utilizzo in sicurezza dell'impianto;
3. indichi i possibili guasti che impediscono l'avvio del motore e come effettuare le relative verifiche;
4. predisponga il piano di manutenzione ordinaria annuale per mantenere in perfetta efficienza le scale mobili. Infine proponga un format per la registrazione delle verifiche e degli interventi di manutenzione effettuati.

Svolgimento

1) Impianto meccanico, civile ed elettrico della scala mobile

Per prima cosa si descrive sinteticamente l'impianto di una scala mobile. Con riferimento alla norma UNI EN 115-1, col termine scala mobile si intende una scala azionata da motore, inclinata, in movimento continuo, impiegata per il trasporto di persone in salita o in discesa nella quale il gradino, ovvero la superficie che trasporta l'utente, rimane orizzontale.

Impianto meccanico

L'impianto è mosso da un motore elettrico cui sono collegate due ruote dentate che pongono in movimento due catene che si muovono parallele. Le due catene sono gli organi meccanici che trasmettono il moto ai gradini; ogni gradino ha quattro rulli, due interni e due esterni, poggianti su guide e presenta scanalature sulle superfici per consentire il corretto posizionamento ed il moto relativo fra un gradino e l'altro. Le scale mobili sono inoltre dotate di balaustre su entrambe le fiancate, sulle quali scorre un corrimano in gomma nera avente velocità molto prossima a quella della scala.

Impianto civile

La struttura portante è realizzata in traliccio d'acciaio incassato nella muratura. La scala mobile necessita di un vano noto come fossa, in cui viene installata. Alle due estremità della scala vi sono due buche nelle quali vengono posizionati il gruppo di trazione (in alto) ed il gruppo di rinvio (in basso) in cui la forza che tende le catene è data da molle ad elica.

Impianto elettrico

Impianto di illuminazione, specie nella zona di sbarco. Sulla scala, in posizione ben visibile dall'utenza, sono poste luci che indicano se la scala è funzionante; una luce rossa segnala l'impianto fuori servizio; avvisa anche l'utente che si sta imboccando la scala dalla parte opposta al senso del moto. Sono presenti fotocellule che scattano nel momento in cui giungono persone, affinché la scala passi dalla bassa velocità di stand – by alla velocità di regime, più elevata: le fotocellule devono trovarsi ad almeno 1,30 m dalla zona di contatto tra pettine e gradino.

L'impianto è mosso da un motore asincrono trifase che nelle soluzioni più moderne è regolato per via elettronica. Il quadro elettrico comprende un interruttore generale per l'alimentazione al motore (380 V) ed uno per l'illuminazione (220 V). Un teleruttore per il comando della marcia in salita, il teleruttore centrale, teleruttore per il comando della marcia in discesa. Il pacco delle schede dell'ECU (unità elettronica di controllo). Altri interruttori per i contatti e le funzioni secondarie.

Calcolo della potenza

Viene svolto il calcolo di massima della potenza richiesta al motore di trazione, allo scopo di avere un'idea della grandezza del motopropulsore e delle sue esigenze. La potenza viene erogata al duplice scopo di sollevare il carico innalzandolo di quota, e di farlo avanzare vincendo le resistenze al moto, prevalentemente di attrito volvente.

Si assuma una scala mobile funzionante in salita, con inclinazione $\alpha = 24^\circ$, dislivello da superare $h = 6$ m, velocità di avanzamento dei gradini $v = 0,6$ m/s.

Si calcola la componente verticale v_y della velocità di avanzamento:

$$v_y = v \operatorname{sen} \alpha = 0,6 \times \operatorname{sen} 24^\circ = 0,244 \frac{m}{s}$$

Si calcola il numero dei gradini in salita z , ipotizzando che l'alzata del gradino sia di 23 cm:

$$z = \frac{h}{s} = \frac{6}{0,23} = 26$$

Si ipotizza il funzionamento della scala a pieno carico, ovvero, con una persona da 75 kg avente con sé un carico da 5 kg su ogni gradino. Ricordando che la potenza è esprimibile come prodotto della forza per la velocità, si ha che la potenza di sollevamento vale:

$$P_y = \frac{z \times mg \times v_y}{1000} = \frac{26 \times (75 + 5) \times 9,81 \times 0,244}{1000} \cong 5 \text{ kW}$$

Ricordando che, per la teoria del cono d'attrito, su ciascun gradino la forza d'attrito è esprimibile come prodotto della forza verticale gravante N per il coefficiente di attrito f_v :

$$T = f_v N = f_v z mg = 0,08 \times 26 \times 80 \times 9,81 = 1632 \text{ N}$$

In cui si è arrotondata la forza T a 1700 N e si è assunto un coefficiente d'attrito maggiorato a sentimento per tenere conto della presenza di attriti radenti, anche se in percentuale minoritaria:

$$P_{att} = \frac{Tv}{1000} = \frac{1700 \times 0,6}{1000} \cong 1 \text{ kW}$$

La potenza totale P_{tot} vale:

$$P_{tot} = P_y + P_{att} = 5 + 1 = 6 \text{ kW}$$

Conviene adottare un motore elettrico con adeguato margine di potenza anche per vincere le inerzie pari, ad esempio, a $8 \div 10$ kW.

2) Dispositivi da monitorare per garantire l'utilizzo in sicurezza dell'impianto

Oltre agli organi principali precedentemente citati (gruppo di potenza, impianto di illuminazione), vi sono altri organi importanti da monitorare quali, principalmente, gli organi per la sicurezza:

Pulsante rosso di emergenza: sono due, posti nelle zone di sbarco superiore ed inferiore, in posizione bassa prossima al pavimento.

Pannelli della balaustra: le pareti delle balaustre sono formate da pannelli: è importante per garantire la sicurezza in marcia dell'utenza che i pannelli siano posizionati stabilmente e correttamente.

Zoccolo della balaustra: alla base della balaustra è presente uno zoccolo munito di una spazzola longitudinale che serve a ridurre il rischio di impigliamento fra i gradini in moto e la balaustra.

Sistemi di frenatura: la frenatura di servizio è un sistema automatico di arresto e mantenimento in posizione di blocco della scala; esso deve scattare in caso di black – out, di aumento della velocità, nel transitorio di inversione del moto; inoltre nel caso che si abbia una riduzione di velocità superiore al – 15% per più di 15 s: questo è il caso, per esempio, di rotture improvvise o deformazioni di organi mobili o del pettine che ostacolano l'avanzamento della scala. Il sistema di frenatura *ausiliario:* deve essere presente in caso di dislivello superiore a 6 m.

Nelle *fosse:* devono essere previsti ripari e protezioni per gli organi in movimento, un sistema di illuminazione locale. Deve essere previsto l'avanzamento manuale mediante volantino. Deve esserci un sistema *antincendio.*

Interruttori di sicurezza: vi sono diversi interruttori che disalimentano il motore e fanno scattare il freno.

Alcuni esempi, in aggiunta a quelli citati in precedenza: un contatto di sicurezza fa scattare il freno quando viene aperta una botola delle fosse da parte dei tecnici di manutenzione; altri quando appositi sensori informano del disallineamento dei gradini, della posizione irregolare dei gradini nella corsa di ritorno, della posizione irregolare dei corrimani.

Spazzole di sicurezza: servono per scaricare accumuli di cariche di natura elettrostatica.
Presenza della cartellonistica di sicurezza.

3) Guasti che impediscono l'avvio del motore

Vi sono delle protezioni che impediscono l'avviamento della scala da fermo o che la fermano se insorgono vari tipi di guasti; se ne elencano alcuni di natura meccanica, estratti dalla norma UNI EN 115: sovraccarichi, surriscaldamento del motore, velocità eccessiva, rottura di un organo di trasmissione, allungamento eccessivo delle catene, presenza di corpi estranei fra i gradini o nel corrimano, mancata apertura del freno all'atto dell'avviamento. Se ne elencano alcuni di natura elettrica: cortocircuiti, interruzioni di continuità di un conduttore, guasto verso terra di un conduttore, guasto in un contatto (mancata chiusura o mancata apertura), guasti in un interruttore o in un contattore per cui lo scatto non avviene, per mancata attrazione o mancata caduta della sua armatura mobile.

Le *verifiche* del caso vanno fatte ricercando la causa; per prima cosa si mettono transenne e cartelli che indicano che la scala è fuori servizio; si entra nelle fosse e si ricerca la natura del guasto servendosi, se è il caso, delle indicazioni riportate sul manuale fornito dal costruttore. Si sostituiscono gli organi guasti. Prima di rimettere la scala in servizio si esegue un collaudo secondo la seguente check – list: esame visivo dell'insieme; prova di funzionamento; prova dei dispositivi di sicurezza; prova a vuoto del freno; misurazione dell'isolamento dei circuiti e fra i conduttori e la terra.

4) Piano di manutenzione ordinaria annuale

I criteri che stanno alla base dei piani di manutenzione sono dedotti dalla norma UNI EN 13015 la quale definisce la manutenzione delle scale mobili (e degli ascensori) come segue: *tutte le operazioni necessarie per garantire il sicuro, previsto funzionamento dell'impianto e dei suoi componenti dopo l'ultimazione dell'installazione e per tutto il suo ciclo di vita.* Occorre specificare che la manutenzione comprende operazioni quali le lubrificazioni, pulizie e controlli, operazioni di taratura e regolazione, riparazioni, sostituzioni di componenti rotti o usurati con altri che non alterino le caratteristiche dell'impianto; sono comprese anche le operazioni di soccorso ai passeggeri. La prima operazione consiste nel porre l'apposito commutatore per la manutenzione in posizione di "ALT", il che garantisce l'interruzione del circuito di alimentazione.

La sequenza delle operazioni di manutenzione periodica è la seguente:

1. Efficienza del motore di trazione e dei suoi cuscinetti.
2. Efficienza dei freni, con particolare riferimento al livello di consumo delle guarnizioni frenanti, molle e perni.
3. Efficienza del riduttore e degli ingranaggi (giochi, perdite, rumorosità).
4. Catene di trazione (usura, tensione).
5. Integrità ed efficienza dei gradini e relativi organi (rotelle).
6. Integrità ed efficienza di altri organi flessibili (cinghie)
7. Condizioni delle guide, loro efficienza, stato degli appoggi, efficienza dell'accoppiamento con le rotelle dei gradini, con particolare attenzione alle superfici in gomma.
8. Controllo delle distanze tra i gradini e tra questi e lo zoccolo.
9. Lo stato delle balaustre, dei porta pettini; controllo di giochi e distanze.
10. Libero scorrimento dei corrimano, pulizia degli imbocchi; stato del corrimano, sua tensione e velocità relativa alla scala.
11. Il quadro di manovra.
12. Apparecchiature elettriche, interruttori, efficienza dei pulsanti di fermo posti alle due estremità.
13. Impianto di illuminazione, spie e display.
14. Dispositivi di sicurezza.
15. Segnali di sicurezza che, nel caso di imbrattamento o scarsa leggibilità, devono essere lavati.
16. Cartellonistica in generale.

Soprattutto negli impianti più anziani, occorre verificare che i vari organi non abbiano raggiunto il termine della loro vita tecnica: essa va da 15 anni per cablaggi, contattori, trasformatori, catene e guide, a 30 per pedane, balaustre, zoccoli, gradini, argano, ruote dentate, elementi del traliccio portante. Altri organi di

consumo vanno controllati come livello di usura raggiunto: essi sono rotelle e cuscinetti dei gradini, guarnizioni del freno, contatti dei contattori.

Quanto elencato non tiene conto di altri fattori di importanza fondamentale nel determinare la vita e l'usura dell'impianto: l'uso giornaliero più o meno intenso, l'esposizione agli agenti atmosferici, condizioni climatiche della località, comportamento dell'utenza, vandalismi.