



Mario Maggi (mario_maggi)

TRAM SENZA ASSILI, ANCHE A DUE PIANI

3 February 2017

Tram a 2 piani con trazione a ruote singole (senza assili), con motori integrati nelle ruote e riduttori magnetici di velocità, una soluzione realizzabile con tecnologie esistenti.

Tutti i tram costruiti negli ultimi cent'anni hanno dei carrelli con 4 ruote su due assili. Quelli più vecchi (ora usati talvolta come spargisabbia) avevano le ruote collegate quasi rigidamente al telaio:



T427 Rull da Elnari - Dep. Venaria - 3.2.2005 © Luca Giannitti

(Immagine di Luca Giannitti, che ringrazio)

Tra la ruota destra e la sinistra c'è un assile, sul quale c'è montato il disco freno ed il riduttore meccanico a bagno d'olio che riduce l'alta velocità del motore elettrico a quella più bassa necessaria per l'azionamento delle ruote.

Partiamo dall'ipotesi di una sostanziosa riduzione del peso del tram, possibile con l'uso - già dimostrato - di leghe al magnesio stampate con tecnologia thixomolding. La riduzione della massa permette una buona riduzione delle coppie di accelerazione e di frenatura, quindi i motori possono essere molto più piccoli e leggeri in quanto dovranno fornire meno coppia.

Eliminando i carrelli, è possibile pensare a delle unità motrici costituite da: - motoruote singole senza assile, senza carrello, sterzanti. - un perno verticale con la sospensione, monoblocco in una struttura a forma di U che comprende anche l'asse della singola ruota. L'asse della ruota sarebbe collocato al centro del semicerchio del pezzo ad U. - un sistema di allineamento grossolano dell'angolo di sterzata della ruota, meccanico - un sistema di allineamento preciso dell'angolo di sterzata, con servomotore elettronico

La struttura ad U sarà un monoblocco con l'asse non rotante della ruota e con l'asse verticale della sospensione, ruotabile solo di pochi gradi, come ad esempio:

(immagine da ridimensionare)



Per sostenere la ruota ci sarà una struttura in thixomolding di magnesio collocata sulla parte esterna, vista da fuori avrà una forma ad U; protegge il motoriduttore magnetico ed i cavi e aiuta la dissipazione di calore.

La ruota a forma di campana sarà montata con la cavità verso l'esterno del tram, sul perno con i cuscinetti.

La cavità della campana contiene il motoriduttore che sarà di tipo magnetico, senza ingranaggi (<https://www.youtube.com/watch?v=PyBTE5cjGDY>); i cavi di alimentazione provengono dall'alto e sono protetti dalla U di magnesio.

L'estrazione della ruota per manutenzione è possibile sfilando tutta la sospensione, in buca; è impensabile aprire un motoriduttore magnetico se non con attrezzature particolarissime. I cuscinetti a rotolamento possono essere sostituiti senza dover aprire il motoriduttore magnetico.

Il motore brushless può essere trifase; peraltro la configurazione con avvolgimenti pentafase darebbe un vantaggio nel rapporto prestazioni/volume, oltre che una certa ridondanza sufficiente per rientrare. Ovviamente anche gli inverter dovranno essere pentafase.

Con questa configurazione risulta problematica l'estrazione del pettine in acciaio dal motoriduttore, per poter sganciare il motore dalla ruota in caso di necessità. In caso di rottura di una motoruota dovrebbe essere possibile alzare un po' la ruota usando il servomotore della sospensione, per consentire un rientro in officina.

Tali unità motrici potrebbero essere usate su multiarticolati o su altri rodiggi. Le ruote sterzanti perfettamente allineate coi binari ne riducono l'usura, in curva le velocità delle ruote esterne ed interne sono diverse e quindi non c'è scorrimento come invece avviene oggi con gli assili rigidi. Anche la silenziosità del tram migliora.

Il freno sulla ruota non dovrebbe essere necessario. Nel funzionamento normale dovrebbe essere sufficiente l'azione frenante dei vari motori brushless. Servirà invece un freno di emergenza a pattino direttamente sui binari, con comando pneumatico tendente a far sollevare il tram, che ha un'azione ben più potente e sicura di quella di un freno con interposto il possibile slittamento delle ruote.

Questa soluzione permette di liberare completamente lo spazio per il pavimento basso, non essendoci carrelli sterzanti che riducono la larghezza utile. Il pavimento calpestabile può trovarsi anche a 200 mm dal piano stradale. Poiché le linee aeree dei tram si trovano ad almeno 4,8 metri dal piano stradale, con questa soluzione risulta possibile realizzare tram a 2 piani, con 2 vani alti 2,2 metri ciascuno. La bassa tensione usata per i tram - solitamente 600 VDC - non costituisce un grosso problema di isolamento elettrico, anche se il tetto del tram è molto più vicino al conduttore.

Con questa soluzione si ottiene anche una considerevole riduzione del peso delle masse non sospese, con benefici relativi alla durata delle rotaie, che richiederanno una manutenzione

decisamente inferiore, di almeno un ordine di grandezza. Sarà anche possibile realizzare curve più strette laddove necessario, senza problemi di mazzatura alle rotaie.

La ridotta potenza necessaria permette di aggiungere dei banchi di supercondensatori, per poter percorrere brevi tratti (per esempio, un paio di minuti senza linea aerea). Questa caratteristica permetterebbe di eliminare la rete di alimentazione aerea in piazze o posti pregiati o artistici.

Le prestazioni ipotizzate sono: - dimezzamento dell'energia elettrica necessaria per effettuare un certo percorso, quindi minor costo di esercizio e minor inquinamento alla fonte di energia (se si tratta di energia fossile o nucleare) - forte riduzione della lunghezza del tram, grazie ai 2 piani, a parità di capienza - consumo delle rotaie ridotto a un decimo - forte riduzione delle sollecitazioni sulla strada, grazie al peso dimezzato; di conseguenza si avranno anche meno danneggiamenti indotti dalle vibrazioni (es.: tubi gas, tubi acqua, morsetti delle connessioni elettriche sotterranee, ecc.) - almeno 10 dBA di riduzione della rumorosità, grazie al riduttore senza contatto e all'eliminazione degli attriti sulle rotaie. - costo di produzione comparabile con l'attuale - possibilità di togliere la catenaria da piazze o luoghi pregiati - sospensioni indipendenti su ogni ruota, con servomotore. In opzione, le due ruote anteriori possono tastare le asperità e memorizzarle, in modo che le altre ruote possano seguire il profilo delle asperità grazie all'intervento dei servomotori delle sospensioni attive. Aumenta quindi il comfort di marcia. - eliminazione della lubrificazione in quanto il riduttore è magnetico, quindi non ci sono più oli da smaltire. - controllo della coppia trasmessa da ogni singola ruota (oggi si controlla la coppia totale del carrello con 4 ruote, con l'errore delle coppie negative dovute all'assenza di differenziale)

Ho già fatto delle verifiche grossolane sulla fattibilità dei motori brushless pentafase integrati con riduttori magnetici, a me risulta che si possa fare.

Estratto da "http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Mario_maggi:tram-senza-assili-anche-a-due-piani"