

Ing. L. SOCCORSI

SU

Aleuni nuovi Apparecchi Indicatori

DELLE

PRINCIPALI DEFORMAZIONI

delle costruzioni metalliche

Estretto dal giornale « Il Monitore Tecnico » di Milano



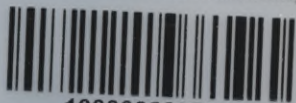
MILANO

DITTA GIOVANNI GUSSONI

Piazza del Duomo, largo via Torino 2

1898

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299733

Ing. L. SOCCORSI

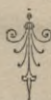
SU

Alcuni nuovi Apparecchi Indicatori

DELLE

PRINCIPALI DEFORMAZIONI
delle costruzioni metalliche

Estratto dal giornale « Il Monitore Tecnico » di Milano



MILANO

DITTA GIOVANNI GUSSONI

Piazza del Duomo, largo via Torino 2

1898

11/3

F. No. 26149



|| 32265

Milano, 1898 -- Tip. G. Gussoni - 13803

Akc. Nr. 5093/51

La Società italiana per le Strade ferrate Meridionali, insieme a numerose ed interessanti pubblicazioni, al trochitomografo Landini ed ai modelli di alcuni nuovi tipi di giunzione delle rotaie (1), ha inviato alla Esposizione generale di Torino (Mostra speciale del Ministero dei Lavori Pubblici) i seguenti apparecchi per la misura delle principali deformazioni delle costruzioni metalliche e degli sforzi che si verificano nelle varie parti di esse:

1.^o un *Provino di metallo a quattro nonii* per la misura degli spostamenti verticali ed orizzontali d'un punto qualsiasi di una costruzione metallica;

2.^o un *Flessimetro*, ideato dal sig. Bianchedi, della Direzione dei Lavori per la rete Adriatica, per la misura della freccie dei ponti, delle capriate, ecc., situati a poca altezza dal suolo;

3.^o un *Flessimetro*, del tipo Trau, modificato e completato dalla Direzione dei Lavori, col quale

(1) Vedasi nel *Monitore Tecnico*, n. 6, anno 1898, la Nota: « Sul consumo delle rotaie di acciaio. »

possono ricavarsi i diagrammi degli spostamenti verticali di un punto qualunque di una costruzione metallica;

4.° un *Micrometro*, del tipo Fränkel, modificato anch'esso dalla Direzione dei Lavori, col quale possono ricavarsi i diagrammi delle variazioni di lunghezze che avvengono nelle singole membrature, variazioni che, come è noto, entro i limiti delle deformazioni elastiche, possono ritenersi proporzionali in ogni istante ai corrispondenti sforzi unitarii;

5.° un *Oscillometro*, ideato dall'ing. Randich, della Direzione dei Lavori, destinato specialmente a fornire i diagrammi delle oscillazioni orizzontali che nelle travate e nelle pile metalliche dei ponti si verificano per l'azione del vento e dei carichi mobili.

Di questi ultimi tre apparecchi, che permettono di ricavare in modo economico, spedito ed esatto i diagrammi delle principali deformazioni che si verificano nelle costruzioni metalliche e nelle singole parti di esse, do una descrizione alquanto particolareggiata nella presente nota, premettendo alcune notizie circa i principali tipi di apparecchi finora usati per questo genere di misura, affinchè, anche da chi non ha occasione di occuparsi di prove di opere metalliche, possano agevolmente apprezzarsi i pregi che questi tre apparecchi presentano.

★

Essendo molto difficile conoscere gli sforzi massimi cui viene assoggettata ciascuna delle numerose membrature di cui le costruzioni metalliche

sono costituite, la verifica delle condizioni di stabilità delle opere medesime è, per molto tempo, specialmente in Italia, consistita nella misura della *massima freccia* in esse prodotte da un carico di prova, e nel confronto di questa con la *massima freccia* teorica determinata per via analitica.

È però evidente che la pura e semplice ampiezza della freccia massima non può dare che un'idea delle *condizioni medie* di stabilità, le quali in tal modo possono apparire buone anche quando in qualche membratura si verificchino degli sforzi unitarii prossimi a quello di rottura; si è cercato quindi di conoscere, oltre che il valore massimo delle frecce, le variazioni che esse subiscono in dipendenza delle variazioni dell'entità e della posizione dei sovracarichi.

Perciò gli antichi apparecchi per la misura delle frecce massime (apparecchi a regoli o a tubi scorrevoli, semplici o muniti di nonii, di moltiplicatori degli spostamenti, di indicatori degli spostamenti massimi, o anche, per le prove statiche, apparecchi a canocchiale, livelli, ecc.), o si usano in casi speciali o sono quasi abbandonati, mentre è ormai molto comune l'uso di apparecchi scriventi; fra questi sono da annoverare il flessimetro di Askenasy (1), l'orologio registratore di Hinrichs (2), l'apparecchio a rotazione isocrona di Chicchi (3) e il registratore di frecce Rabut (4).

(1) *Deutsche Bauz.*, 1877, pag. 450.

(2) *Deutsche Bauz.*, 1877, pag. 244.

(3) Apparecchi a rotazione isocrona o fissi per i diagrammi delle oscillazioni e delle frecce delle travate metalliche, pel dott. Pio Cicchi, Padova 1885.

(4) *Le Génie Civil*, 1894, pag. 230.

Però, nel caso di ponti molto alti sul fondo della valle o situati su suolo inaccessibile, l'impiego di questi apparecchi, scriventi o no, che in generale debbono essere situati su antenne o su impalcature indipendenti dalle travate da pro-

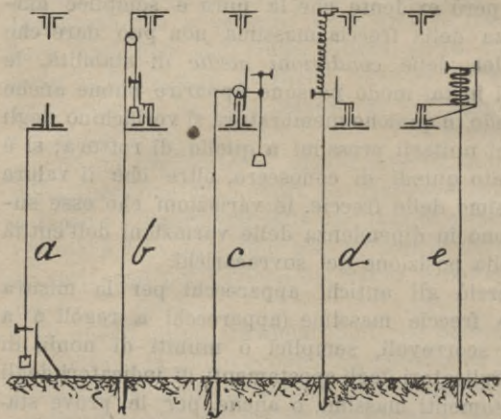


Fig. 1.

vare, riesce difficile, costoso e talvolta impossibile.

Per eliminare queste difficoltà economiche e pratiche, che si presentano specialmente nel caso di prove di costruzioni metalliche importanti, sono stati proposti nuovi tipi di apparecchi e nuove disposizioni che permettano di utilizzare gli antichi; di queste disposizioni sono schematicamente indicate nella fig. 1 le principali di quelle che sono applicabili ad apparecchi scriventi.

Le disposizioni indicate nella fig. 1 *a*, *b* e *c*, consistono nel far portare la matita da un filo metallico tenuto in tensione da pesi applicati in vari modi e nel farla scorrere sopra una striscia di carta che, nel caso *a* è fissa (o, per dir meglio, non ha spostamento verticale) e nei casi *b* e *c* si sposta insieme alla trave. Queste disposizioni però, non danno buoni risultati che nelle prove statiche, giacchè nelle prove dinamiche l'inerzia del peso tenditore, al quale vengono trasmesse le oscillazioni delle trave, provoca nel filo metallico delle deformazioni elastiche che, per le grandi altezze, possono avere un'ampiezza maggiore delle frecce che debbono misurarsi, e, ad ogni modo, possono alterare notevolmente i relativi diagrammi, come apparisce dal *fac-simile* (fig. 2) di due diagrammi rilevati contemporaneamente e nello stesso punto del viadotto della Sou-

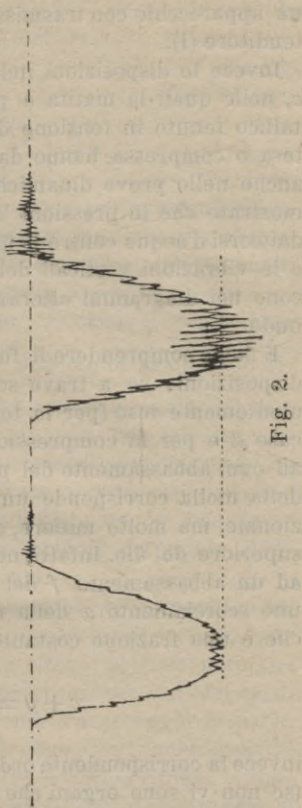


Fig. 2.

leuore (linea Vire-Saint Lô), il primo con un apparecchio con trasmissione rigida, il secondo con un apparecchio con trasmissione funicolare a peso tenditore (1).

Invece le disposizioni indicate nelle fig. 1 *d* ed *e*, nelle quali la matita è portata da un filo metallico tenuto in tensione da una molla a spirale, tesa o compressa, hanno dato buonissimi risultati anche nelle prove dinamiche; l'esperienza ha dimostrato che le pressioni esercitate dal vento o dai corsi d'acqua contro il filo, l'inerzia delle molle e le vibrazioni verticali del sistema non producono nei diagrammi alterazioni visibili ad occhio nudo.

È facile comprendere il funzionamento di queste disposizioni; se a trave scarica il filo è convenientemente teso (per la tensione della molla nel caso *d* e per la compressione di essa nel caso *e*), ad ogni abbassamento del punto *A* di applicazione della molla corrisponde un abbassamento proporzionale, ma molto minore, del punto *B*, estremità superiore del filo. Infatti, nel caso *d*, per esempio, ad un abbassamento *f* del punto *A* corrisponde uno scorciamento *x* della molla ed uno *y* del filo, che è una frazione costante di *x*, e si ha

$$x + y = f;$$

invece la corrispondente ordinata *h* del diagramma (se non vi sono organi che moltiplichino il movimento) è uguale allo spostamento relativo fra *A*

(1) *Le Génie civil*, 1894, pag. 232.

e B e, cioè, allo scorciamiento x della molla, di guisa che:

$$f : h = x + y : x$$

e quindi:

$$f = h \left(1 + \frac{y}{x} \right)$$

Lo stesso dicasi pel caso e , pel quale all'abbassamento f di A corrisponde un allungamento x della molla ed uno scorciamiento y del filo legati dalla medesima relazione $x + y = f$.

In pratica, invece di calcolare il coefficiente $1 + \frac{x}{y}$ (che per altezze non molto grandi può ritenersi uguale all'unità) e cioè la scala del diagramma, riesce molto più semplice misurare, in un diagramma, un'ordinata corrispondente ad uno spostamento noto e trovare quindi, caso per caso, il rapporto che esiste fra le ordinate dei diagrammi e i corrispondenti abbassamenti del punto d'applicazione dell'apparecchio.

Queste disposizioni, come ho detto, possono applicarsi a molti degli apparecchi di misura delle frecce ai quali ho fatto cenno; si sono però costruiti anche degli apparecchi speciali dei quali la molla tenditrice del filo d'ancoraggio fa parte integrante, e fra queste sono specialmente da ricordare l'*Indicatore delle frecce Fränkel* (apparecchio scrivente) in cui il filo d'ancoraggio si fissa su un tamburo e si tende per mezzo di una molla posta entro il tamburo medesimo, della quale si può regolare il grado di tensione girando

un'apposita manovella, ed il *Flessimetro Trau* schematicamente rappresentato dalla fig. 3 (1).

Il flessimetro inviato dalla Società per le Strade ferrate Meridionali alla Esposizione di Torino è appunto del tipo Trau; però, al flessimetro Trau primitivo, che dava soltanto il massimo spostamento verticale, in grandezza vera, del punto della trave al quale era applicato (di guisa che ad esso riesciva preferibile l'indicatore Fränkel, o, anche, qualcuno degli altri apparecchi, specialmente il registratore Rabut, assai pregevole per la sua semplicità, montato con una delle due trasmissioni funicolari sopra indicate) la Direzione dei Lavori per la rete Adriatica ha apportato notevoli miglioramenti allo scopo di poter ottonere i diagrammi delle variazioni delle frecce come si ottengono coll'indicatore Fränkel.

(1) Per la descrizione di questi due apparecchi vedansi rispettivamente: *Civil Ingénieur* 1884, p. 465 e *Deutsche Bauz.* 1885, p. 30.

Le condizioni medie di stabilità dei ponti metallici, oltre che dalla freccia che sotto il carico assumono le travi principali, possono essere rivelate dalla inclinazione dell'asse neutro di esse. Anzi è da notare che la determinazione teorica e la misura pratica di questa inclinazione sono molto più semplici e facili di quelle della freccia; giacchè l'equazione differenziale da cui si deduce il valore massimo teorico di questa inclinazione è di primo grado, mentre quella per la freccia è di secondo grado, e questo valore massimo (che, a parità di condizioni, è presso a poco lo stesso, qualunque sia la luce dei ponti) si verifica in corrispondenza degli appoggi, di guisa che, in generale, può essere misurato senza bisogno di speciali impalcature.

Per altro le misure delle deformazioni angolari è poco usata e forse non si generalizzerà se non quando si saranno costruiti degli speciali apparecchi nei quali un semplice raggio di luce possa fare le veci dei vari organi che nei flessimetri servono a moltiplicare l'ampiezza delle frecce e a descrivere i diagrammi delle variazioni di esse.

La fig. 4 rappresenta il flessimetro Trau modificato e completato.

Esso è costituito di due parti principali, una che va collegata per mezzo di morsetti alla trave da provare e segue i movimenti di essa; l'altra, fissa, che poggia sulla prima per mezzo di una molla a spirale ed è ancorata al terreno con un filo metallico di cui un estremo è legato ad un palo infitto nel suolo (o a un forte peso) e l'altro ad un tenditore che, per mezzo di una cerniera universale, è collegato a questa seconda parte dell'apparecchio, e serve a comprimere la molla e a tendere il filo.

La prima parte consta di un cilindro *A*, entro cui trovasi la molla a spirale *B*, e di un telaio *L* che porta un doppio settore *I*,

due guide *m m*, fra le quali può scorrere un carrellino porta-matita *N*, e quattro rulli per lo svolgimento della carta; di questi il rullo *P* porta la carta di scorta e il rullo *O* contiene un meccanismo di orologeria che imprime un movi-

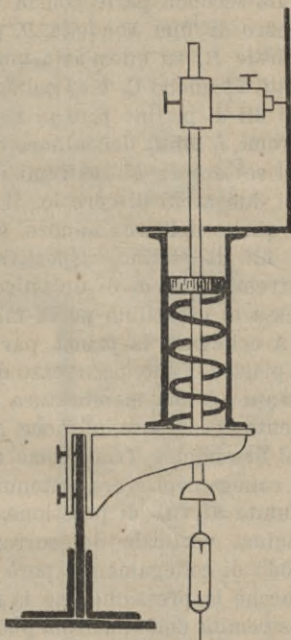


Fig. 3.

mento di rotazione ad esso e, per mezzo di una funicella metallica a molla spirale f , anche al rullo Q , sul quale la carta si avvolge dopo essere passata sul rullo O .

La seconda parte consta di un'asta C che, per mezzo di una rondella H , poggia sulla molla a spirale B ; su quest'asta vengono posti due morsetti ad anello C_1 e C_2 collegati per mezzo di sottili fili di platino p_1 e p_2 rispettivamente agli estremi I_1 ed I_2 del minore degli archi di cerchio del settore I ; gli estremi i_1 ed i_2 del maggiore dei due archi di cerchio, il cui raggio è doppio di quello dell'arco minore, sono, pure per mezzo di fili di platino, rispettivamente collegati agli estremi a_1 ed a_2 di un'asticella rigidamente connessa al carrellino porta-matita N .

A collegare la prima parte alla travata serve la piastra Y che, per mezzo di morsetti, può essere fissata ad una membratura di essa, e preferibilmente al corrente inferiore. Nel modello primitivo del flessimetro Trau, come apparisce dalla fig. 3, il collegamento era ottenuto con una mensola munita di viti di pressione, che si applicava all'anima verticale del corrente inferiore. Questo modo di collegamento però non è consigliabile; giacchè la pressione che la molla esercita presso l'estremità della mensola può produrre nell'anima delle inflessioni laterali, variabili con la pressione stessa, le quali, sommandosi a quelle proprie della trave, o sottraendosi da esse, producono dei sollevamenti o degli abbassamenti della estremità della mensola indipendenti da quelli dovuti al sollevamento o all'abbassamento del punto della trave cui il flessimetro è applicato. È quindi evi-

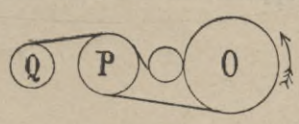
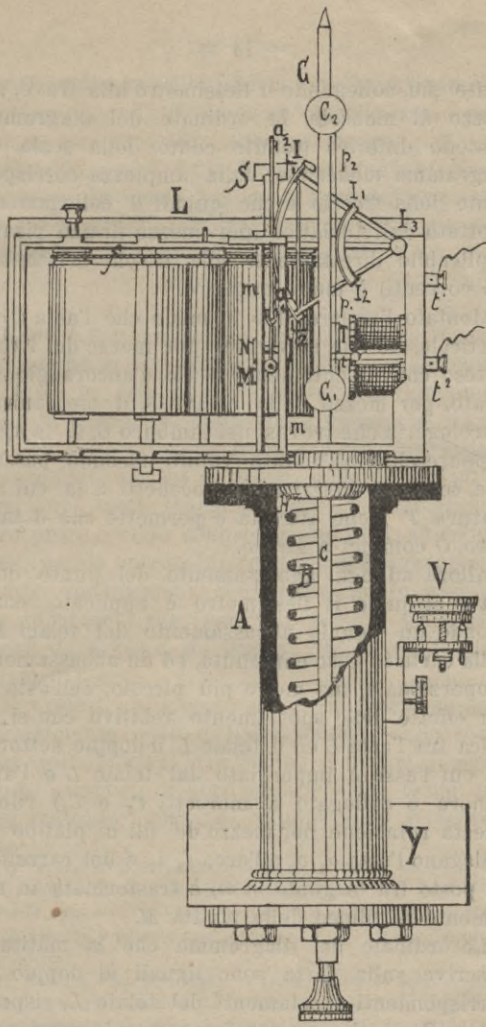


Fig. 4 (Scala 1:5).

dente che, collegando il flessimetro alla trave, per mezzo di mensole, le ordinate del diagramma possono differire (tenuto conto della scala del diagramma medesimo) dalla ampiezza corrispondente della freccia e che quindi il collegamento adottato dall'Adriatica (per mezzo di una piastra applicabile direttamente alla tavola orizzontale dei correnti) è molto migliore.

Montato l'apparecchio in modo che l'asta C sia verticale, ciò che si verifica per mezzo del livello V , teso convenientemente il filo d'ancoraggio, caricato, per mezzo della chiave S , il meccanismo d'orologeria che trovasi nel tamburo O , si fa agire l'apparecchio all'istante voluto facendo passare una corrente elettrica pei rocchetti t , la cui armatura T viene attratta e permette che il tamburo O cominci a girare.

Allora ad ogni abbassamento del punto della trave al quale il flessimetro è applicato, corrisponde un uguale abbassamento del telaio L e della carta in esso contenuta, ed un abbassamento proporzionale, ma molto più piccolo, dell'asta C ; per effetto dello spostamento relativo che si verifica fra l'asta C ed il telaio L , il doppio settore I (di cui l'asse è imperniato dal telaio L e l'arco minore è collegato ai morsetti C_1 e C_2) ruota; questa rotazione, per mezzo dei fili di platino che collegano l'asta a_1 , a_2 all'arco i_1 , i_2 e del carrellino N , posto fra le guide m , m , è trasformata in movimento rettilineo della matita M .

Le ordinate del diagramma che la matita M descrive sulla carta sono uguali al doppio dei corrispondenti spostamenti del telaio L , rispetto l'asta C , ed il rapporto fra esse e le corrispon-

denti ampiezze della freccia è molto prossimo a 2, ed anzi, quando il filo di ancoraggio non è molto lungo, può senz'altro ritenersi uguale a 2.

Quando invece il filo d'ancoraggio è molto lungo il valore di questo rapporto, ossia della scala del diagramma, si determina caso per caso sperimentalmente, nel modo già indicato.

*

Benchè per la difficoltà di conoscere il massimo sforzo che si può verificare nelle singole membra-
ture sia in generale prescritta, dai regolamenti
relativi alle prove delle opere metalliche, la sola
misura della massima freccia in esse prodotta da
determinati carichi di prova, pure, in questi ul-
timi anni, molti ingegneri, persuasi del gran va-
lore pratico delle misure dirette degli sforzi mas-
simi, hanno cercato di renderle più agevoli e più
esatte, modificando, con criteri molto razionali,
gli apparecchi che, per tali misure, erano stati
ideati da Köpcke, da Dupuy, da Manet, da Casti-
gliano (1), ecc.

Fra questi apparecchi modificati vanno ricordati
specialmente quello di Rabut e quello di Schroeder
van der Kolk (2), che hanno il pregio di essere
molto semplici, di poco prezzo e di facile uso;
essi indicano i massimi allungamenti o scorcia-

(1) Vedansi rispettivamente: *Mitteil. d. Sächs Arch. u. Ing. Ver.*, 1877. — *Ann. d. ponts et chaussées*, 1877, II, pag. 331. — *Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover*, 1878, pag. 270. —

Monografie e pubblicazioni diverse dell'ing. Alberto Castigliano, Torino 1889.

(2) Vedansi rispettivamente: *Ann. d. ponts et chaussées*, 1896, t. XII, pag. 409. *Bulletin de la Comm. Intern. du Congrès des Chemins de fer*. Vol. X, pag. 753.

menti della parte della membratura cui sono applicati e permettono quindi di dedurre, con una certa approssimazione, i massimi sforzi di tensione o di compressione che vi si verificano nella direzione della lunghezza della membratura stessa.

Questi apparecchi, benchè non permettano di conoscere l'entità delle sollecitazioni aventi una direzione normale alla lunghezza delle membrature, sono di grandissima utilità, giacchè possono essere applicati in gran numero sulla stessa travata e possono quindi indicare (anche al passaggio dei treni ordinari) quali sono le membrature che subiscono degli sforzi longitudinali notevolmente superiori a quelli teorici.

Infatti, coll'uso razionale di questi apparecchi, si è potuto constatare che molto spesso gli sforzi maggiori non si verificano dove il calcolo indicherebbe, che i montanti, i controventi, le travi trasversali e i lungaroni subiscono delle sollecitazioni molto maggiori di quelle previste, che spesso nelle travi principali il corrente più lontano dall'impalcato subisce sforzi maggiori di quelli che si verificano nel corrente più vicino, che molte chiodature, apparentemente ben fatte, sono invece imperfette, ecc. È apparsa quindi la opportunità di procedere ad un esame più particolareggiato delle sollecitazioni principali che si verificano nelle membrature delle quali questi apparecchi rivelano le cattive condizioni di resistenza.

A tale scopo il Fränkel ha costruito un *Indicatore delle dilatazioni*, schematicamente rappresentato nella figura 5, il quale consta, essenzialmente, di due morse *A* e *B*, che si fissano con viti sulla membratura da esaminare, e di un'asta *C* (colle-

gata alla morsa *B*) la quale, quando la membratura si allunga o si scorcia, scorre entro la morsa *A* e, per mezzo di un sistema di leve, di ingranaggi e di guide, mette in movimento una matita *M* che descrive, sopra una zona di carta, il diagramma delle variazioni della lunghezza della membratura.

Il Micrometro della Società per le Strade ferrate Meridionali, che è rappresentato nella figura 6, è appunto l'*Indicatore delle dilatazioni* di Fränkel, modificato però specialmente negli organi che ser-

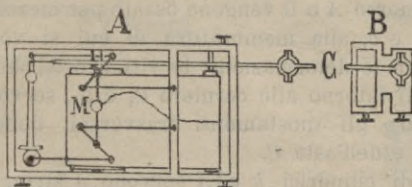


Fig. 5.

vono a moltiplicare lo spostamento relativo delle due morse e a trasmettere il movimento alla matita.

Esso, come l'*Indicatore* di Fränkel, consta di una morsa *B*, alla quale è collegata un'asta *C*, e di una morsa *A*, a forma di telaio, in cui si trovano i seguenti organi principali:

1.° una leva *S*, con fulcro in *n*, il cui braccio corto è collegato, per mezzo di un nastro d'acciaio *r*, all'estremità dell'asta *C*;

2.° un settore *T* il cui tamburo, per mezzo di un altro nastro di acciaio, è collegato al braccio lungo della leva *S*;

3.° un carrellino portamatita *h* che può scorrere fra le due guide *ff* ed è collegato all'arco di

cerchio del settore T per mezzo di fili di platino tesi dai punti i_1 e i_2 dell'arco di cerchio ai punti o_1 e o_2 di un'asta O rigidamente connessa al carrellino porta-matita;

4.° un sistema di rulli per lo svolgimento della zona di carta, dei quali il rullo P porta la carta di scorta, il rullo Z contiene un meccanismo di orologeria che gli imprime un movimento di rotazione, e il rullo R , che riceve il movimento dal rullo Z per mezzo di una funicella metallica R^1 , raccoglie la carta man mano che si svolge.

Le morse A e B vengono fissate per mezzo delle viti a_1 e b_1 alla membratura di cui si vogliono studiare le deformazioni; le viti a_2 e b_2 , che sono girevoli intorno alle cerniere d_1 e d_2 , servono ad impedire gli spostamenti trasversali delle due morse e dell'asta C .

I dadi cilindrici k ed i servono a stringere la cerniera sferica e ; la chiave D serve a caricare il meccanismo di orologeria contenuto nel rullo Z ; la leva F , secondo la posizione, lascia libero o arresta il movimento del rullo Z ; il dente d'arresto k_3 tiene ferma la leva F nella posizione in cui essa permette il movimento del rullo Z ed il bottone J serve a spostare il dente k_3 ed a far tornare la leva F nella posizione di riposo.

Per mettere in moto il sistema di rulli si può anche mandare una corrente elettrica nei rocchetti L , dopo però aver girato di 90° il bottone J e con esso il dente k_3 , che attirano l'armatura N , in modo da rendere libero il movimento della leva F .

Quando avviene una variazione di lunghezza nel tratto di membratura compreso fra le viti a_1 e b_1 , l'asta C si sposta rispetto al telaio della

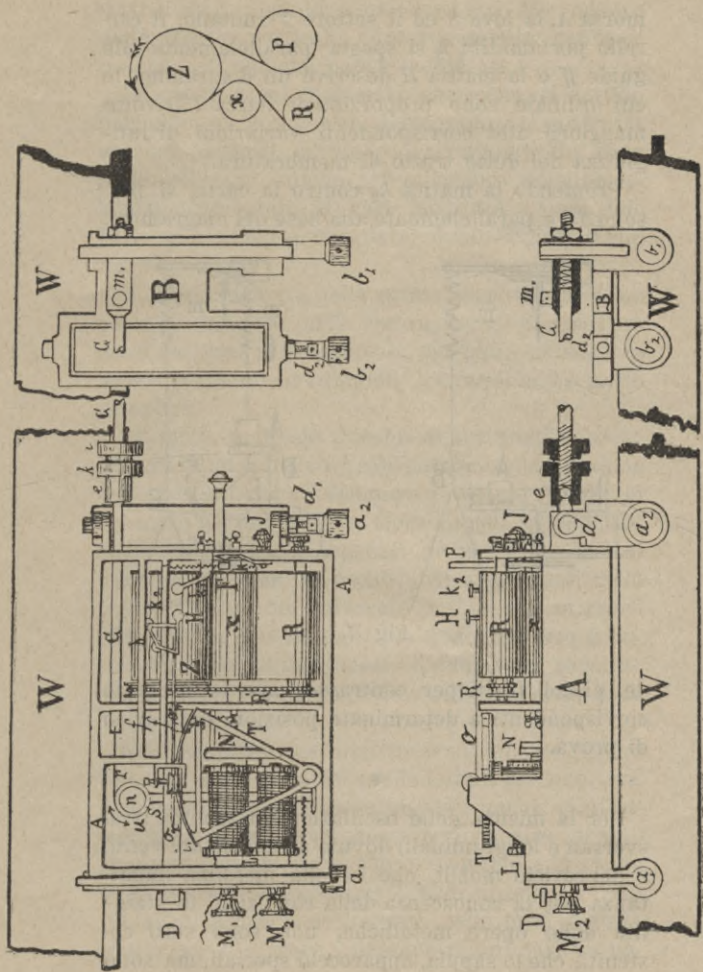


Fig. 6. (Scala 1 : 5).

morsa A , la leva S ed il settore T ruotano, il carrello portamatita h si sposta parallelamente alle guide ff e la matita H descrive un diagramma le cui ordinate sono proporzionali (circa 150 volte maggiori) alle corrispondenti variazioni di lunghezza del detto tratto di membratura.

Premendo la matita h_2 contro la carta, si possono fare, parallelamente alla base del diagramma,

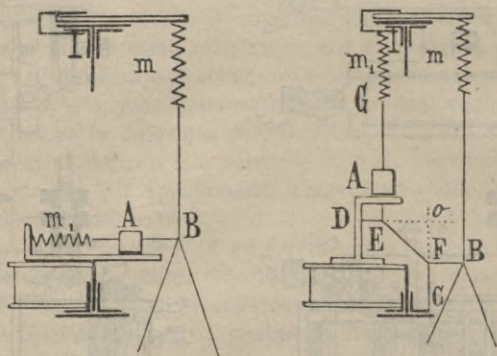


Fig. 7.

dei piccoli tratti per contrassegnare le ordinate corrispondenti a determinate posizioni del carico di prova.

*

Per la misura delle oscillazioni orizzontali (trasversali e longitudinali) dovute all'azione del vento o dei carichi mobili, che è della massima importanza per la conoscenza delle condizioni di stabilità delle opere metalliche, non sono stati costruiti, che io sappia, apparecchi speciali, ma sono

stati utilizzati quelli stessi destinati alla misura delle frecce verticali, opportunamente applicati o anche, in qualche parte, modificati.

Le trasmissioni funicolari, che, come si è visto parlando dei flessimetri, dispensano dal costruire speciali palchi di sostegno degli apparecchi, sono state utilizzate, anche per la misura delle oscillazioni orizzontali, in vari modi fra i quali debbono specialmente ricordarsi quelli indicati nella fig. 7.

Il funzionamento della prima disposizione (che, come è indicato nella figura, serve alla misura delle oscillazioni trasversali, ma può essere usata anche per la misura di quelle longitudinali) è molto semplice.

La molla m tende due fili di ancoraggio obliqui (situati in un piano verticale parallelo alla direzione delle oscillazioni da esaminare), il cui punto di concorso B , per fili non molto lunghi, non subisce spostamenti molto sensibili nè per le inflessioni verticali nè per le oscillazioni trasversali della trave; un altro filo, attaccato in B , è teso orizzontalmente da una molla m_1 la quale subisce scorciami ed allungamenti di ampiezza praticamente uguale a quella delle oscillazioni orizzontali della trave.

Un flessimetro A , situato orizzontalmente (alcuni tipi, come ad esempio quello Rabut, possono, con lievi modificazioni, essere disposti anche verticalmente), può quindi misurare e registrare gli spostamenti relativi fra il filo orizzontale e la trave, ossia le oscillazioni orizzontali di questa.

L'altra disposizione indicata nella fig. 7 è stata ideata per utilizzare i flessimetri ordinari in po-

sizione verticale senza bisogno di modificare alcuna parte di essi, ma è alquanto più complessa e meno esatta.

In essa al punto B è attaccato un filo metallico $BFEG$ di cui l'estremo G è collegato alla molla m e i punti F ed E , per mezzo di altri fili, sono collegati ai punti C e D , in modo che il tratto BF sia orizzontale, il tratto FE sia inclinato a 45° ed il tratto EG sia verticale.

Per effetto delle oscillazioni verticali od orizzontali della trave avvengono degli spostamenti fra essa ed i punti B , F ed E ; però le distanze EF , FB , FC ed ED rimangono inalterate.

Pertanto i punti E ed F , rispetto alla trave, descrivono dei piccoli archi di cerchio aventi il centro rispettivamente in D e in C ed il tratto di filo EF subisce delle piccole rotazioni intorno ad un centro istantaneo o che trovasi nel punto d'incontro dei prolungamenti dei fili DE e CF .

Se questi vari tratti di filo sono ben disposti e abbastanza lunghi (in confronto all'ampiezza delle deformazioni che la trave può subire) in modo che gli archi di cerchio descritti dai punti E ed F possano praticamente confondersi con le relative tangenti, gli spostamenti orizzontali di F rispetto alla trave (o , che è lo stesso, gli spostamenti orizzontali della trave rispetto al punto F) producono spostamenti verticali sensibilmente uguali nel punto E che, per l'azione della molla m , tende a sollevarsi; di guisa che un flessimetro ordinario A , che misuri e registri gli spostamenti del tratto di filo EG rispetto alla trave, può servire per misurare e registrare le oscillazioni orizzontali della trave stessa.

La montatura di queste trasmissioni funicolari, e specialmente di quella per il cambiamento di direzione degli spostamenti da misurare, richiede

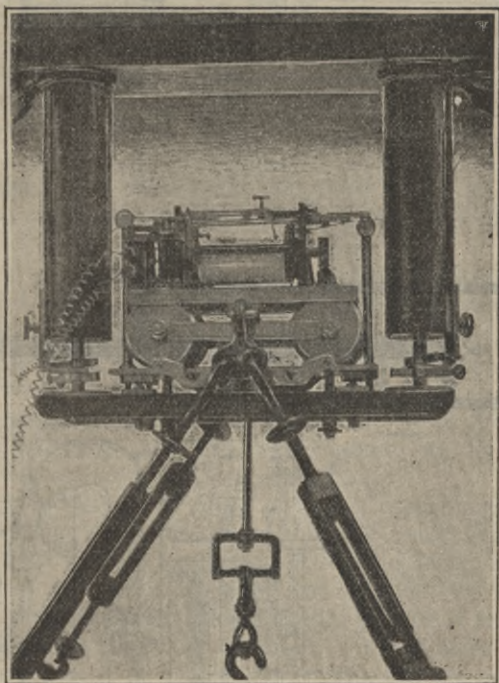


Fig. 8.

molto tempo e molta attenzione; infatti è facile vedere che, ad esempio, nel caso in cui si voglia cambiare la direzione degli spostamenti, se non

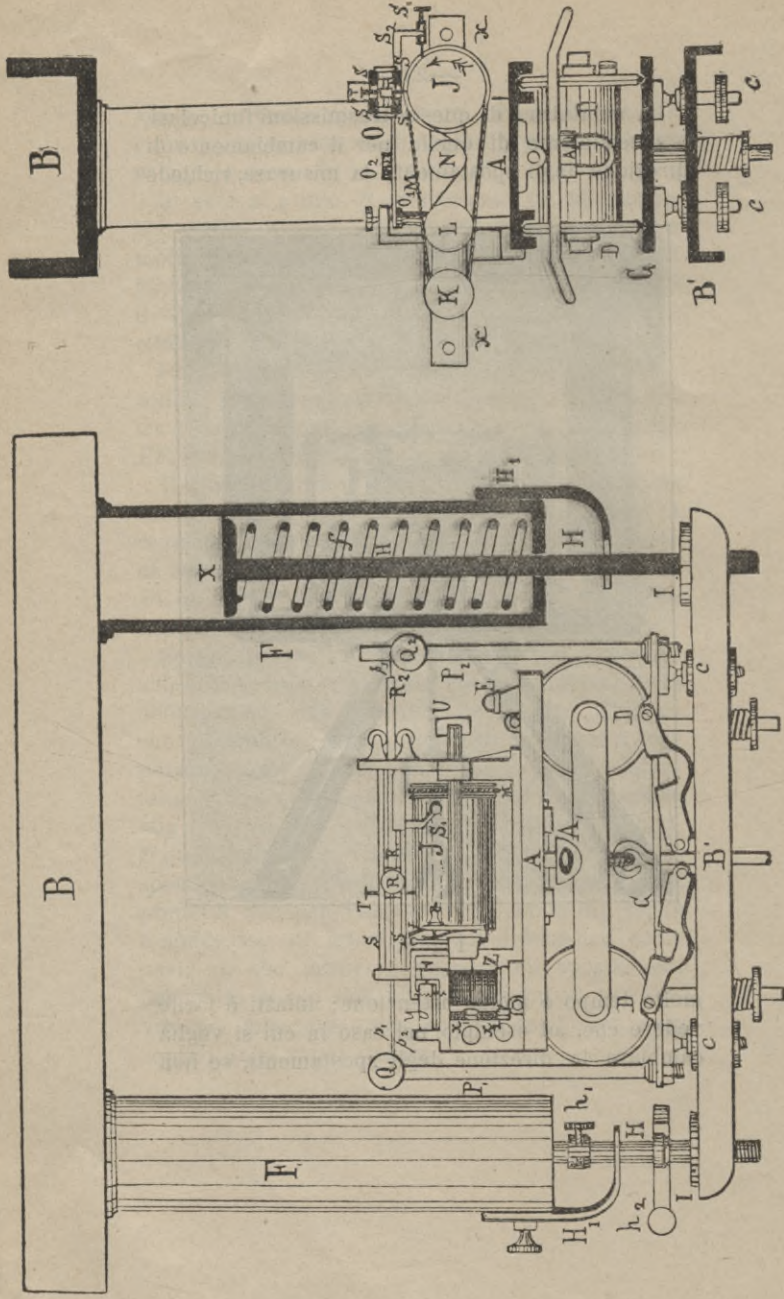


Fig. 9. (Scale 1 : 5).

tutte le condizioni sopra indicate si verificano esattamente, non solo gli spostamenti verticali del punto *E*, rispetto alla trave, non sono uguali a quelli orizzontali del punto *F*, ma nemmeno sono in rapporto costante con essi (giacchè la differenza fra essi dipende specialmente dall'entità dello spostamento orizzontale che il punto *F* subisce per effetto dell'abbassamento della trave), di guisa che non è possibile determinare, nè analiticamente nè praticamente, un coefficiente costante che permetta di dedurre dalla grandezza delle ordinate del diagramma la corrispondente ampiezza delle oscillazioni orizzontali della trave.

È altresì da notare che i flessimetri, quando siano applicati alle travi principali, come generalmente si pratica con queste trasmissioni funicolari, non possono indicare le sole oscillazioni trasversali, che sono le più importanti, ma indicano gli spostamenti del punto cui sono applicati dovuti tanto alle oscillazioni quanto alle inflessioni laterali delle travi medesime.

Invece l'*Oscillometro Randich*, rappresentato nelle fig. 8 e 9, può essere applicato senza alcuno studio speciale e molto speditamente anche alle travi trasversali, in corrispondenza dell'asse del ponte, in modo da indicare, quando si tratti di misurare le oscillazioni trasversali, il vero valore di esse. Questo *Oscillometro* è costituito di tre parti principali; la prima che viene rigidamente collegata alla travata, la seconda che è mantenuta ad altezza invariabile dal suolo, ma segue i movimenti orizzontali della travata, e la terza che può ritenersi immobile rispetto al suolo; gli spostamenti relativi fra la prima e la seconda parte

corrispondono agli spostamenti verticali e quelli fra la seconda e la terza parte corrispondono agli spostamenti orizzontali del punto al quale l'apparecchio è applicato.

La prima parte è costituita da un telaio B , da due cilindri F , entro i quali si trovano due molle a spirale f ; essa viene fissata alla travata per mezzo di morsetti.

La seconda parte è costituita da due aste cilindriche H che poggiano, per mezzo di rondelle X , sulle molle f , da un piano B^1 fissato alle aste H , da un piano C collegato a quello B^1 , che, per mezzo delle viti di correzione c , può essere reso perfettamente orizzontale, e da due aste P_1 e P_2 fissate al piano C , che portano alla estremità superiore i morsetti ad anello Q_1 e Q_2 .

La terza parte è costituita di un piano A che, per mezzo dei rulli D , poggia sul piano C , ed è fissato al terreno con cinque fili metallici che vengono tesi con altrettanti tenditori (fig. 8).

Se la travata si abbassa, senza avere delle oscillazioni orizzontali, i piani B^1 , C ed A rimangono sensibilmente fissi rispetto al suolo, perchè, come si è visto pel flessimetro Trau, le molle f subiscono degli allungamenti sensibilmente uguali agli abbassamenti del punto della travata al quale l'apparecchio è applicato.

Se però la trave nell'abbassarsi ha delle oscillazioni orizzontali, queste vengono integralmente comunicate ai piani B^1 e C e alle aste P ; i rulli D , che scorrono entro apposite guide praticate nei piani C ed A , comunicano al piano A le sole oscillazioni che hanno direzione normale a queste guide, di modo che per effetto di queste oscilla-

zioni non si hanno spostamenti relativi fra il piano *C* ed il piano *A*; invece fra il piano *C* ed il piano *A*, al quale dai rulli *D* non viene comunicato alcun movimento nella direzione delle dette guide, si verificano degli spostamenti relativi di ampiezza uguale a quella delle oscillazioni orizzontali aventi la direzione delle guide medesime.

Per la registrazione di queste oscillazioni si trovano sul piano *A* i seguenti organi principali:

1.° un settore doppio *O* uguale a quello del flessimetro Trau, il cui arco di cerchio piccolo *O*₂ è collegato con fili di platino *p*₁ *p*₂ al morsetto *Q*₁ e col filo *p*₃ al morsetto *Q*₂;

2.° un carrellino portamatita *R*, che può scorrere fra quattro guide *S*; gli estremi *R*₁ ed *R*₂ di un'asta, rigidamente connessa a questo carrellino sono, con fili di platino, collegati rispettivamente agli estremi opposti del maggiore degli archi di cerchio del settore *O*;

3.° un sistema di quattro rulli per lo svolgimento della zona di carta, di questi il rullo *L* porta la carta di scorta, il rullo *J* contiene un meccanismo di orologeria che gli imprime un movimento di rotazione nel senso della freccia, movimento che, per mezzo di una funicella metallica *M*, viene comunicato al rullo *K*, sul quale si raccoglie la carta man mano che si svolge; il rullo *N* fa aderire la carta su $\frac{3}{4}$ della periferia del rullo motore, e, per mezzo di apposite molle, la tiene convenientemente tesa.

Il meccanismo di orologeria può essere posto in movimento sia premendo sulla leva *V*, sia mandando una corrente elettrica nei rocchetti *Z* e facendo in conseguenza abbassare l'armatura *y*;

4.º una matita fissa S_1 che segna una linea parallela a quella di base dei diagrammi.

Il funzionamento di questi organi è molto chiaro.

Per effetto degli spostamenti relativi del piano C rispetto al piano A , che sono uguali alle corrispondenti oscillazioni orizzontali da misurare, il settore O , di cui l'arco di cerchio minore O_2 è collegato ai morsetti Q_1 e Q_2 e l'asse O_1 è solidale al piano A , ruota; le sue rotazioni per mezzo dell'arco maggiore del settore, delle guide S e dell'asta $R_1 R_2$ (collegata al detto arco per mezzo di fili di platino) vengono trasformate in traslazioni del carrellino portamatita R .

Essendo il raggio dell'arco maggiore del settore doppio di quello dell'arco minore, le ordinate del diagramma descritto dalla matita T hanno una lunghezza uguale al doppio dell'ampiezza delle corrispondenti oscillazioni del ponte.

Come già ho detto, gli spostamenti dei cilindri F rispetto alle aste H sono sensibilmente uguali, o, almeno, costantemente proporzionali, ai corrispondenti spostamenti verticali del punto al quale l'apparecchio è applicato; pertanto, ponendo su ciascuna delle aste H due morsette scorrevoli, h_1 e h_2 , ed applicando ai cilindri F delle appendici H , atte a trascinare questi morsetti lungo le aste medesime, si ha un modo abbastanza esatto di misurare anche con questo apparecchio il massimo valore di tali spostamenti.

★

Questi tre apparecchi scriventi, che, come si è visto, sono un perfezionamento dei migliori fra quelli fino ad ora adottati per misurare le prin-

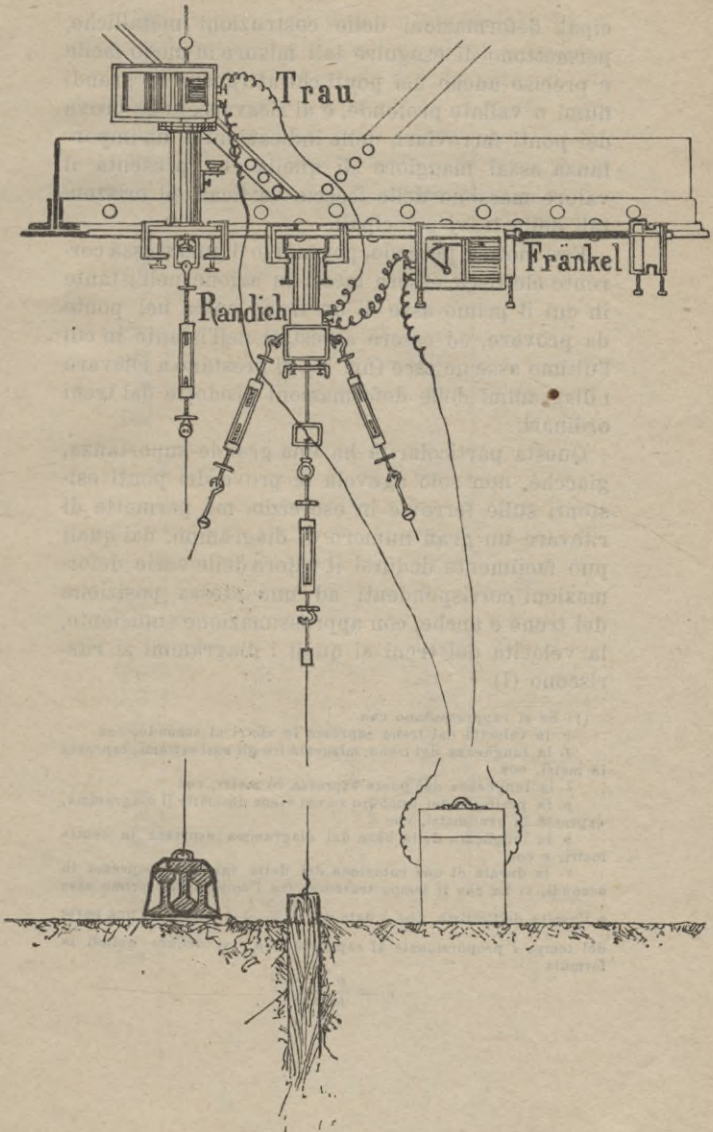


Fig. 10.

cipali deformazioni delle costruzioni metalliche, permettono di eseguire tali misure in modo facile e preciso anche nei ponti che attraversano grandi fiumi o vallate profonde, e di ricavare, nelle prove dei ponti ferroviari, delle indicazioni di un'importanza assai maggiore di quella che presenta il valore massimo delle frecce verticali ed orizzontali delle travi principali.

Essi inoltre, potendo, per mezzo di una stessa corrente elettrica, essere messi in azione nell'istante in cui il primo asse di un treno entra nel ponte da provare, ed essere arrestati nell'istante in cui l'ultimo asse ne esce (fig. 10), si prestano a rilevare i diagrammi delle deformazioni prodotte dai treni ordinari.

Questa particolarità ha una grande importanza, giacchè, non solo agevola le prove dei ponti esistenti sulle ferrovie in esercizio, ma permette di rilevare un gran numero di diagrammi, dai quali può facilmente dedursi il valore delle varie deformazioni corrispondenti ad una stessa posizione del treno e anche, con approssimazione sufficiente, la velocità dei treni ai quali i diagrammi si riferiscono (1).

(1) Se si rappresentano con

v la velocità del treno espressa in metri al secondo, con

L la lunghezza del treno, misurata fra gli assi estremi, espressa in metri, con

l la lunghezza del ponte espressa in metri, con

p la periferia del tamburo su cui viene descritto il diagramma, espressa in centimetri, con

b la lunghezza della base del diagramma espressa in centimetri, e con

t la durata di una rotazione del detto tamburo, espressa in secondi, si ha che il tempo trascorso fra l'entrata del primo asse e l'uscita dell'ultimo, che è dato da $\frac{L+l}{v}$, è uguale ad una parte

del tempo t proporzionale al rapporto $b:p$; si deduce quindi la formula

$$v = \frac{p}{b} \frac{L+l}{t}$$

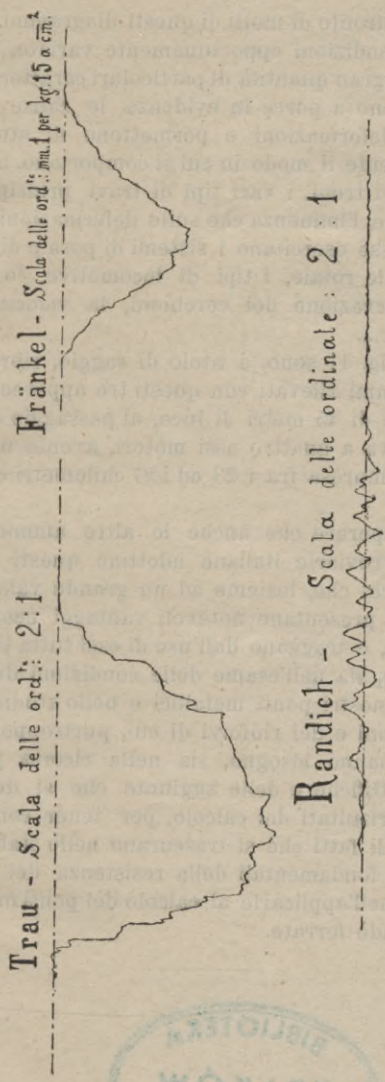


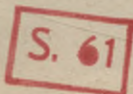
Fig. 11.



Dal confronto di molti di questi diagrammi, ottenuti in condizioni opportunamente variate, apparisce una gran quantità di particolari caratteristici, che valgono a porre in evidenza le cause delle diverse deformazioni e permettono di studiare praticamente il modo in cui si comportano, al passaggio dei treni, i vari tipi di travi principali e secondarie, l'influenza che sulle deformazioni delle travi stesse esercitano i sistemi di posa e di giunzione delle rotaie, i tipi di locomotive, lo stato di conservazione dei cerchioni, la velocità dei treni, ecc....

Nella fig. 11 sono, a titolo di saggio, riprodotti i diagrammi rilevati con questi tre apparecchi, in un ponte di 45 metri di luce, al passaggio di una locomotiva a quattro assi motori, avente una velocità compresa fra i 23 ed i 27 chilometri all'ora.

È da sperare che anche le altre amministrazioni ferroviarie italiane adottino questi ottimi apparecchi che, insieme ad un grande valore intrinseco, presentano notevoli vantaggi economici e pratici, e traggano dall'uso di essi tutta l'utilità possibile, sia nell'esame delle condizioni di stabilità dei nostri ponti metallici e nello studio delle riparazioni e dei rinforzi di cui, purtroppo, molti di essi hanno bisogno, sia nella ricerca pratica delle rettifiche e delle aggiunte che si debbono fare ai risultati del calcolo, per tener conto dei principali fatti che si trascurano nello stabilire le formule fondamentali della resistenza dei materiali e nell'applicarle al calcolo dei ponti metallici per strade ferrate.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



32265

L. inw.

20. **MIGLIAVACCA** — Di alcuni soffitti piani (plafonds laterizi).
21. **CARDEA**. — Il vento e la Reggio-Calabria.
22. **CANOVETTI** — Metodo sterili del Nuovo Se la città di Brescia.
23. **Idem** — Ciclone di Ospre 1897.
24. **ERNESTO FUMAGALLI** — L'avvenire del Nuovo Casto Itali azioni e proposte.
25. **A. RADDI**. — La Cooperativa per le applicazioni dell'elettricità in Firenze.
26. **I. DELL'ORO**. — I Brevetti nel Diritto Internazionale (La Conferenza di Bruxelles).
27. **G. SARTORI**. — Sull'impiego dei motori a gas per animare le dinamo a corrente continua alternata e polifase.
28. **C. CANOVETTI**. — Il Pozzo di Solferino - Acque sotterranee della provincia di Brescia.
29. **A. POLLACHINI**. — Notizie e considerazioni agricolo-economiche sulla provincia di Milano.
30. **ENRICO ADAMI**. — Sulla Tettonica delle Colline Eo-liche del Monferrato.
31. **I. DELL'ORO**. — Il Diritto d'Autore degli Architetti.
32. **L. SOCCORSI**. — Su alcuni nuovi Apparecchi Indicatori delle principali deformazioni delle costruzioni metalliche.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Il Servizio Ferroviario di Milano:

Peregrini — Riordinamento del Servizio Viaggiatori alla Stazione Centrale.

Magriglio — La Stazione di P. Romana.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299733