

Accettò per il biennio del 1926 e '27, ma poi dovette lasciare, troppo assorbito dai suoi impegni professionali.

Nel 1925 vinse, primo in graduatoria, il concorso per la cattedra di Architettura Tecnica nell'Università di Napoli, ma, per vari motivi, vi rinunciò.

Nel 1932 rassegna le proprie dimissioni anche dall'insegnamento del disegno di Architettura e di Ornato all'Università dopo averlo tenuto per 37 anni.

Oltre all'attività di professionista, studioso, insegnante, egli ha prodigato e prodiga tuttora le sue energie come amministratore della Cosa Pubblica. Lungo sarebbe l'elenco delle cariche ricoperte, ma non arido, perchè ogni qualvolta ha assunto un impegno lo ha svolto, come ho già detto, dando il meglio di se stesso, portando i frutti della sua esperienza e intelligenza. Roberto Cravero scrive: « Signore di razza, con naturale, irresistibile tendenza a dissimulare la dovizia della sua intelligenza e della sua cultura, la figura di lui rimane tipica e tradizionale pel modo come nobilita, con la signorilità dei modi, le cariche affidategli ».

Ne citerò alcune: membro dell'Amministrazione dell'Opera di S. Paolo, dell'Ospizio di Carità. Consigliere dell'Ordine degli Ingegneri, segretario della Scuola Mutilati, Ispettore dei Monumenti, Presidente della Società Amici del Museo di Stupinigi,

varie volte Presidente della Società degli Ingegneri ed Architetti, Consigliere Comunale ed Assessore della Città di Torino.

Così grande è il suo senso di civismo che quando, dopo il 25 luglio, fu rinnovata l'Amministrazione del Comune, ripristinando la carica di Sindaco e le altre come prima delle riforme fasciste egli accettò di buon grado, pur conscio delle gravi responsabilità che si assumeva, l'incarico di presiedere alle attività tecniche del Comune in collaborazione col Sindaco Villabruna, e qui mi sia concesso narrare un ricordo personale: quando andai a salutarlo nel suo ufficio al Municipio gli vidi sul tavolo la Divina Commedia.

Nella vita ha dovuto sostenere molte battaglie, combattute talvolta con alterna fortuna, è stato provato dal dolore ed è stato confortato dall'affetto e dal consenso di molti. Ma attraverso queste vicissitudini che sono la messe naturale che raccogliamo nel nostro cammino ha mantenuto sempre un equilibrio morale superiore, derivantegli dalla sua profonda bontà, dal suo spirito veramente cristiano.

Quando Kipling scrisse la poesia nella quale precisa i requisiti necessari perchè un essere si possa dire veramente « un uomo », doveva avere in mente un individuo che rassomigliava a Giovanni Chevalley.

Gianni Ricci

Teoria della ellisse di elasticità ed elettrologia Analogie elementari

In questa prolusione, l'A. si riferisce alle analogie tra i fenomeni elettrici ed i fenomeni elastici indicando le corrispondenze intercorrenti tra le leggi fondamentali dell'elettrologia che definiscono i primi e quelle della Teoria dell'Ellisse di elasticità che definiscono i secondi. Accenna ad alcuni ulteriori sviluppi di queste analogie ⁽¹⁾.

Eminenza, Eccellenze, Autorità, gentili Signore, Signori, Colleghi chiarissimi, dilettevoli Studenti.

I. - Problema fondamentale della Scienza delle Costruzioni è quello della ricerca delle deforma-

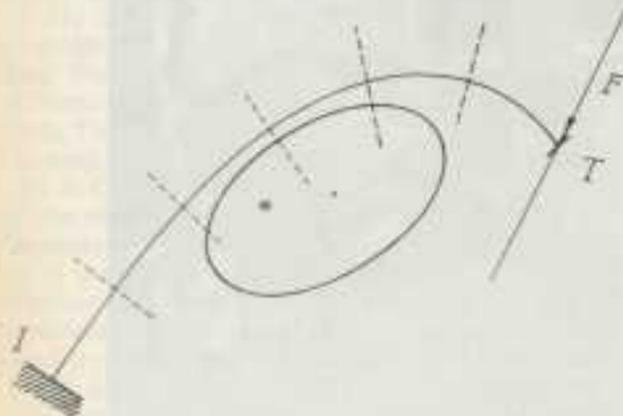


Fig. 1.

zioni subite da un elemento di un solido elastico soggetto a una configurazione di forze esterne.

La Teoria della Ellisse di Elasticità risolve que-

sto problema nel caso, sia pur particolare, ma importantissimo, dei solidi elastici la cui materia possa ritenersi addensata e distribuita su un piano — il piano medio del solido — per es. quello di simmetria quando vi sia, cioè nel caso dei solidi brevemente detti a semplice curvatura.

Si tratterà di una struttura di fabbrica, di un organo di macchina piani, come un portale, una biella, una ruota a razze, una trave, un arco (figura 1).

II. - 1) Vi si considerano una sezione I saldata alla terra — terra, corpo di deformazione nulla — così che ogni deformazione sia, anche a tal sezione I, preclusa; ed un'altra sezione T destinata a ricevere le sollecitazioni esterne e della quale interessano e si richiedono le deformazioni. Tra l'una

⁽¹⁾ Si avvertono coloro che hanno partecipato il giorno 17 u. s. alla prima delle conferenze del ciclo che il professor Pugno, dietro richiesta di un gruppo di Ingegneri, ha aderito di tenere a sviluppo della sua prolusione, che le conferenze stesse continuano ogni giovedì non festivo alle ore 18 presso il Castello del Valentino, non più nell'aula 12, bensì nell'aula 14, più ampia, situata al primo piano del braccio sinistro del castello.

e l'altra sezione, il legame elastico, porzion d'arco, IT. La sezione I, avuto riguardo alla sua impossibilità di muoversi, vien demoninata *Elemento o Sezione d'incastro*; avuto riguardo al fatto che da essa ha inizio il legame elastico sopra notato, *Elemento o Sezione iniziale*. La sezione T per motivo analogo, *Elemento o Sezione terminale*.

Ogni forza applicata all'arco può riguardarsi come risultante di una forza giacente nel piano dell'arco e di un'altra perpendicolare al piano stesso. Supponiamo, per ora, che esista soltanto la componente del primo tipo e sia essa la forza F.

II. - 2) Quale sarà la deformazione *subita* dalla sezione terminale T, per effetto della forza F applicata all'arco in corrispondenza di T ed in grazia della elasticità della parte IT d'arco interessata?

Ecco il problema.

Risponde la Teoria della Ellisse di Elasticità incominciando col dimostrare l'esistenza di una adatta ideale massa, detta *peso elastico*, opportunamente distribuita nel piano medio del solido e col dimostrare l'esistenza e con l'insegnare la costruzione di una certa Ellisse — *l'Ellisse di Elasticità*, appunto — che può riguardarsi come l'Ellisse di inerzia del peso elastico, e poi risolvendo il proposto quesito in due tempi. Prima esaurendolo qualitativamente, cioè dichiarando il *come* l'Elemento terminale si sposta, ossia attorno a che punto l'Elemento terminale ruota, indi risolvendolo quantitativamente, cioè dichiarando di *quanto* l'Elemento terminale ruota. E le due risposte sono semplicissime: // centro della rotazione è l'antipolo della retta d'azione della forza rispetto alla Ellisse di Elasticità; il valore della rotazione è espresso dal prodotto della forza per il momento del Peso elastico eseguito rispetto alla retta d'azione della forza, ossia dal prodotto della forza per il Peso elastico ed ancora per la distanza del centro della Ellisse di elasticità dalla retta d'azione della forza.

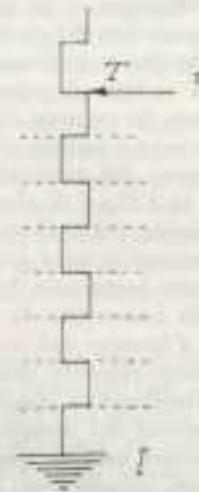


Fig. 2.

II. - 3) Volgesi istintivamente il nostro pensiero ad un circuito elettrico (fig. 2) del quale si considerino un punto I messo a terra — terra, corpo di potenziale nulla — ed un altro punto T al quale

si adduca corrente; tra l'uno e l'altro punto, la porzione di circuito IT di resistenza R. Quale sarà la caduta di potenziale tra i due punti?

Ecco il problema.

Risponde la legge di Ohm: *Il prodotto della intensità di corrente per la resistenza*. Risposta più breve e succinta, che si esaurisce in una proposizione quantitativa perchè si riferisce ad un fenomeno di carattere più semplice, cioè scalare, non più vettoriale. Ma una stretta rispondenza tra i due fenomeni esiste e si rivela non appena si faccia corrispondere *l'intensità di corrente* — quantità di elettricità che fluisce nell'unità di tempo — *alla forza*; la caduta di *potenziale alla deformazione*; *la resistenza al momento del peso elastico eseguito*, lo si ricordi, *rispetto alla retta d'azione della forza sollecitante*.

II. - 4) E più manifesta e chiara la rispondenza si fa non appena si consideri il circuito elettrico come costituito da tanti circuiti parziali disposti in serie, ciascuno di resistenza nota; ed il circuito elastico come formato dalla successione di tanti tronchi elastici parziali minori (disposti in serie, possiamo dire utilizzando fin d'ora l'analogia che vogliamo sottolineare), ciascuno di Ellisse di elasticità e di Peso elastico noti.

Come la corrente che percorre il circuito complessivo o ciascuna resistenza parziale è unica, così la forza che sollecita ciascun tronco elastico parziale è sempre la stessa ed identica a quella che interessa l'Ellisse di elasticità ed il Peso elastico del complesso (La forza che tende una catena si trasmette immutata attraverso un anello della catena).

Come la caduta di potenziale tra gli estremi della serie di resistenze è uguale alla somma di quelle che si producono in ciascuna delle resistenze parziali, così la deformazione della sezione terminale è la risultante di quelle che la sezione stessa subirebbe in grazia alla elasticità di ciascun tronco elastico parziale.

Come — e qui sta il punto interessante — *la resistenza del circuito elettrico complessivo è la somma delle resistenze dei circuiti parziali*, così il *momento del Peso elastico del complesso risulta dagli analoghi momenti dei Pesi elastici dei tronchi parziali*. E per esprimere quest'ultima proposizione nella forma nella quale essa viene generalmente utilizzata, svestita, cioè, dei suoi attributi vettoriali, dovrem dire che *il momento del Peso elastico complessivo è la somma degli analoghi momenti dei Pesi elastici dei tronchi parziali quando si leggano le distanze, che in quei momenti figurano, tutte secondo una comune, seppur arbitraria direzione*.

II. - 5) Ma si noti ancor questo: Affinchè la sola caduta di potenziale che si produce sia quella espressa dal prodotto della intensità di corrente per la resistenza del tratto interessato, occorre sia nulla — o come tale possa riguardarsi — la resistenza di contatto nel punto d'adduzione di corrente. A questa condizione corrisponde una ben precisa proprietà che al primo schiudersi della Teoria dell'Ellisse di Elasticità, si dichiara e si ammette — tra le

altre — per gli Elementi terminali e per la quale si riguarda come nulla la deformazione elastica propria di questi, così che le deformazioni ch'essi posson subire constino di quelle e soltanto di quelle permesse in grazia alla elasticità dei legami che li vincolano alle sezioni iniziali.

III. - 1) Ma la distribuzione in serie di tronchi elastici non è la sola che possa immaginarsi. Un sistema elastico piano, che realizzi la classica combinazione dell'arco con la trave, costituisce un esempio di membrature connesse in parallelo, o in derivazione, o in superficie, che dir si voglia (figura 3).



Fig. 3.

Qui, quattro sezioni iniziali o d'incastro; quale sarà la Sezione terminale? Quella che più piace o, meglio, quella le cui deformazioni interessa studiare. Ma occorre che essa sia dichiarata, altrimenti parlar di Ellisse di elasticità del sistema proposto sarebbe locuzioni priva di senso definito o, almeno, monca. Si assuma ad esempio, come Sezione terminale, quella di giunzione tra le due semitravi ed i due semiarchi che ammetteranno, ciascuno, una propria Ellisse di elasticità. Ciò stabilisce già fin d'ora che s'intende che le forze esterne saranno applicate al sistema arco-trave in corrispondenza di tal sezione di giunzione, e che interessano le deformazioni di tal sezione di giunzione.

III. - 2) Di nuovo volgesi istintivamente il nostro pensiero ad un circuito elettrico costituito da quattro resistenze reciprocamente a contatto (figura 4) in corrispondenza di un loro estremo e poste a terra in corrispondenza dell'altro. Qui, ancora quattro Elementi iniziali e, mantenendo la già operata scelta nell'analogia, l'estremo comune sia il punto d'adduzione di corrente. Chè senza la precisazione di questo, parlar di resistenza equivalente sarebbe locuzioni priva di senso definito o, almeno, monca.

III. - 3) La corrente addotta si suddivide, nei quattro circuiti, in quattro correnti delle quali è la somma; nel circuito elastico la forza esterna applicata si quadriforca in quattro componenti, ciascuna delle quali va a sollecitare ciascuno dei sistemi elastici minori, delle quali è la risultante.

Nel circuito elettrico la caduta di potenziale che si produce in uno qualunque dei quattro cir-

cuiti parziali dotato della resistenza propria e percorso dalla corrente propria che si sperde alla sua terra, è unica; nel circuito elastico, la deformazione dell'elemento terminale immaginato collegato alla terra da uno solo e qualunque dei sistemi elastici minori dotato della propria elasticità ed assog-

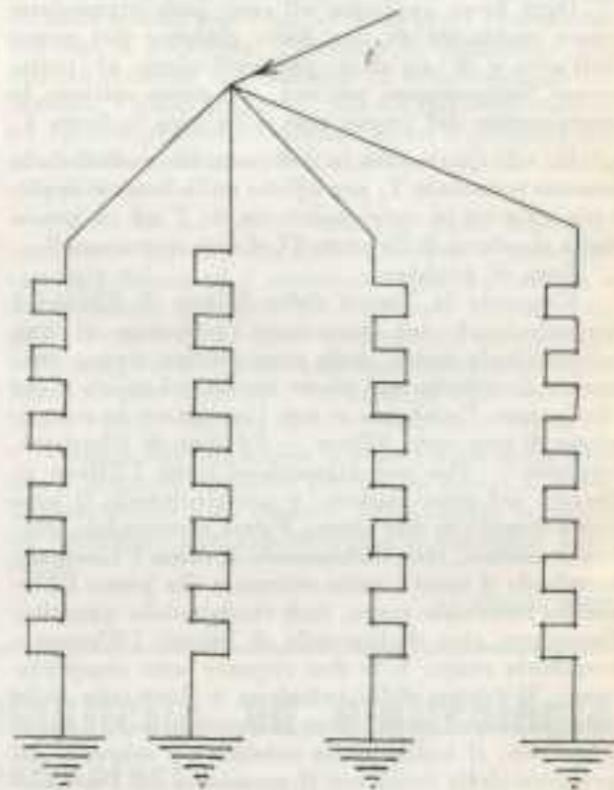


Fig. 4.

gettato alla propria componente che, dopo averlo cimentato, si sperde alla sua terra, è unica.

Nel fenomeno elettrico — e qui sta il punto interessante — la resistenza del circuito equivalente (cioè di quel circuito che se percorso dalla corrente totale presenta una caduta di potenziale uguale a quella che si produce in ciascun circuito parziale) è tale che il suo inverso è uguale alla somma degli inversi delle resistenze dei circuiti derivati. Nel fenomeno elastico, la Ellisse di elasticità del sistema elastico equivalente (cioè di quel sistema elastico che se assoggettato a tutta la forza applicata consente all'Elemento terminale la medesima deformazione di quella consentita da ciascun sistema minore) è tale che l'inverso del momento del suo Peso elastico eseguito rispetto alla sua sollecitazione, cioè alla sollecitazione risultante, è uguale alla somma degli inversi dei momenti dei Pesii elastici dei tronchi minori eseguiti per rapporto alle rispettive componenti, sempre, ben inteso, con l'avvertenza di valutare le distanze secondo una comune, seppur arbitraria, direzione.

IV. - Atteso che l'Ellisse di elasticità risultante consente all'Elemento terminale la risultante delle deformazioni ovvero la medesima deformazione di quelle consentite dalle Ellissi dei sistemi minori,

secondo che trattasi di connessione in serie ovvero in derivazione, possiamo dire, con suggestiva frase, che l'Ellisse risultante in serie è la Madre, quella in derivazione la Sorella delle Ellissi dei sistemi minori.

V. - 1) Tutto ciò quando le forze applicate giacciono nel piano medio del solido. E quando esse siano perpendicolari a tal piano? (fig. 5).

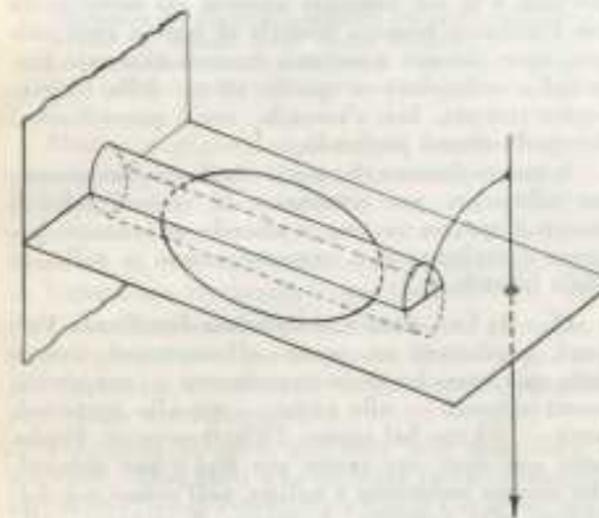


Fig. 5.

Avremmo ancora un elemento iniziale, almeno, ed un Elemento terminale cui sarà collegata la forza applicata mediante, come supponiamo questa volta, un braccio rigido. La forza buca il piano medio in corrispondenza di un certo punto, — traccia della retta d'azione della forza — ed impone all'Elemento terminale una rotazione attorno ad un certo asse giacente ancora nel piano medio del solido.

Presiede al fenomeno della deformazione dell'Elemento terminale un'altra Ellisse di elasticità: l'Ellisse di elasticità trasversale della quale fu Propositore Carlo Luigi Ricci da questo insigne Politecnico di Torino uscito e dell'Università italiana Maestro indimenticato.

L'Ellisse di elasticità trasversale offre l'asse della rotazione come antipolare della traccia della forza sollecitante. È dunque, in sostanza, la stessa legge di prima; ma essa viene ora utilizzata non più per trovare il punto (centro di rotazione) data la retta (retta d'azione della forza), ma per trovare la retta (asse della rotazione) dato il punto (traccia della forza).

V. - 2) L'analogia tra il fenomeno elastico e quello elettrico prosegue con rigorosa fedeltà e chiara si manifesta non appena si faccia corrispondere alla deformazione la caduta di potenziale, come prima; alla forza la carica elettrica; al momento del peso elastico trasversale, eseguito questa volta rispetto all'asse della rotazione, la capacità.

Negli aggregati in serie è la somma degli inversi delle capacità o dei momenti dei Pesii elastici che fornisce l'inverso della capacità o del momento del Peso elastico del complesso. Negli aggregati in derivazione è la somma delle capacità o dei momenti

dei Pesii elastici che fornisce la capacità o il momento del Peso elastico del complesso.

VI. - 1) Ma torniamo ai sistemi elastici sollecitati da forze nel loro piano, cioè al dominio delle Ellissi Ordinarie.

Si consideri una resistenza messa a terra ai suoi estremi (fig. 6) ed un arco incastrato alla terra alle sue imposte (fig. 7). In corrispondenza di un certo punto del circuito elettrico si inserisca un salto

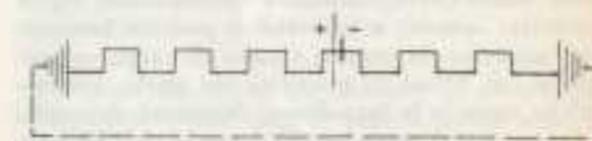


Fig. 6.

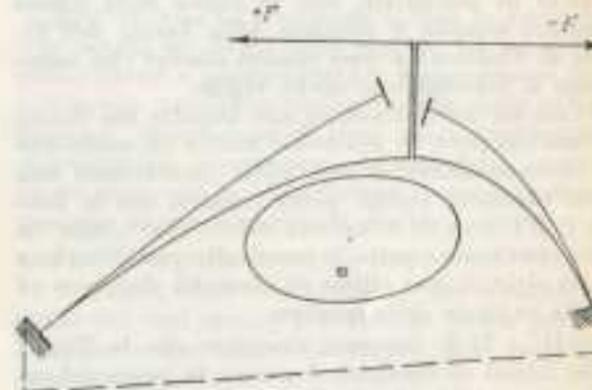


Fig. 7.

di potenziale e in corrispondenza di una certa sezione del circuito elastico si pratichi un taglio e, agendo con forze che non s'intende e non interessa ora precisare, si imprima tra i due vivi del taglio una deformazione rigida relativa, cioè, una rotazione attorno ad un assegnato punto, e la si intrattenga, per es., riempiendo di materia l'interstizio tra i due vivi.

VI. - 2) Osservando il fenomeno elettrico, si constata che: La resistenza del circuito complessivo è la somma di tutte quelle che vi figurano in quanto disposte in serie, qualunque sia il punto ove avvenne l'inserzione. Le due correnti, quella che fluisce e quella che defluisce, ammettono uguale intensità, come si può desumere immaginando di completare idealmente il circuito attraverso la terra. Dato il salto di potenziale inserito e la resistenza del circuito, è definita l'intensità della corrente che fluisce nel circuito.

VI. - 3) La Teoria dell'Ellisse di elasticità applicata al sistema elastico tagliato e deformato come sopra fu detto, informa che:

L'ellisse di elasticità che presiede alle deformazioni relative tra i vivi del taglio è la risultante in serie delle ellissi delle due parti ed è immutabile qualunque sia la posizione del taglio, anche un estremo. Le forze da applicarsi l'una ad un vivo e l'altra all'altro per deformare i due semiarchi nel modo detto, come si può desumere immaginando di considerare l'equilibrio del complesso arco-mondo, devono equilibrarsi, cioè devono possedere ugual moduli, opposto segno e medesima retta di

azione, cioè ancora devono costituire una doppia (coppia di braccio nullo).

Date la deformazione relativa che si vuoi imprimere e la Ellisse di elasticità di tutto l'arco, è definita la doppia corrispondente; in particolare la retta d'azione della doppia è l'antipolare del centro della rotazione relativa rispetto alla Ellisse.

VII. - 1) Ed eccoci insensibilmente sdruciolati a parlar di differenze brusche di potenziale intrattenute, come corrispondenti a deformazioni rigide procurate; queste, a loro volta, possono immaginarsi permesse da tronchi elastici di carattere speciale le cui Ellissi di elasticità chi parla, quando qualche anno fa le introdusse, denominò degeneri.

Come si può estendere il dominio dell'Elettrologia a quei circuiti nei quali siano inseriti salti bruschi di potenziale, così lo studio delle Ellissi degeneri estende il dominio della Teoria dell'Elasticità a quei sistemi elastici che sottostiano a deformazioni anche rigide.

Così un arco incastrato alle imposte ma dotato di una cerniera di giunzione mutua in modo che in corrispondenza di essa possa manifestarsi una certa rotazione rigida, potrà trattarsi con la Teoria dell'Ellisse di Elasticità solita, cioè come se fosse continuo, a patto di inserirgli, quasi, con una fatata siringa, una ellisse di elasticità degenera ed adatta in luogo della cerniera.

VII. - 2) È doveroso ricordare che la Teoria delle Ellissi di elasticità degeneri, in causa del carattere vettoriale dei fenomeni che essa studia, rivela un sensibile grado di complicazione e le Ellissi di tal tipo si presentano in una certa nutrita varietà. Ubbidiscono però pur sempre a leggi generali, tra le quali ne scelgo una a caso: *La composizione in serie di una ellisse comune con una degenera fornisce una ellisse degenera; la composizione in derivazione, una ellisse comune. Il contrario avviene nel dominio delle Ellissi trasversali.*

Non sarebbe difficile riconoscere nel campo elettrologico le leggi corrispondenti a quelle una delle quali abbiám ora ricordate; e se in qualche caso si incontrasse incertezza, ciò avverrebbe non già per difetto di analogia, bensì perchè il corrispondente problema non viene solitamente, nonchè risolto, posto, se non sbagliato come non credo, nel campo dell'Elettrologia.

VIII. - 1) Ancora ed infine. Una barra incastrata ad un estremo e sollecitata all'altro da una forza applicata d'un tratto o variabile d'intensità col tempo, si mette a vibrare e soggiace, altresì, ad una distribuzione di forze d'inerzia concatenata alla forza sollecitante attraverso le variazioni dello stato di deformazione. E se si riporta la variabilità, la modulazione, quasi, della forza applicata alle caratteristiche elastiche quasi che la prima rimanesse invariata, ma variassero le seconde in modo tale che le deformazioni fossero ad ogni istante le effettive, si vedrebbe che alla Ellisse di elasticità fondamentale (agente in presenza di una sollecitazione statica) se ne sovrapporrebbe un'altra, quasi Ellisse di reattanza induttiva per l'impedimento opposto dall'inerzia; in causa dobbiamo dire, di quel piccolo segno meno che compare nel-

l'equazione fondamentale della Dinamica o della Legge di Lenz? E le due Ellissi fornirebbero un'Ellissi risultante, quasi di impedenza, la quale presiederebbe, in ogni istante, alla dipendenza tra la forza applicata e le contemporanee deformazioni dell'elemento terminale.

VIII. - 2) Il fenomeno sul quale abbiamo richiamata l'attenzione dei nostri tanto compiacenti e tanto attenti ascoltatori col semplice esempio di poc'anzi e le cui analogie abbiám già sottolineate con l'utilizzar termini propri al lessico elettrologico, apre davanti a noi una finestra su campi magnifici e seducenti; su quello ad es. della Cinetostatica trattata, ben s'intende, con i procedimenti dei quali stiamo parlando.

A questa finestra chi parla si affacciò un giorno, ma solamente per annunciar la visione; chè il campo è tuttora incolto e attende un vomere paziente e tagliente che, sommovendone le zolle, lo renda fecondo.

IX. - 1) Carissima e chiarissima Eccellenza Vallauri, perdonami se, senza allontanarmi troppo dalla mia casa, ho osato avvicinarmi — ma avvicinarmi soltanto — alle porte — ma alle porte soltanto — del tuo bel regno: l'Elettrotecnica. Perdonami per oggi, ma anche per ieri e per domani. Chè troppo seducente e valido, nell'arduo ma dolcissimo mio compito, è invero il richiamo alle analogie alcuni semplicissimi aspetti delle quali ho avuto, qui, oggi, l'alto privilegio di adombrare, perchè sollecito sempre di confortare i miei poveri mezzi didattici, io possa facilmente a tanto aiuto rinunciare.

IX. - 2) Nessuna legge naturale, Eminentissimo principe, Eccellenze, Autorità, gentili Signori, Signori, Colleghi chiarissimi, diletteggianti Studenti, nessuna legge naturale è, a parer mio, complicata o semplice in modo assoluto; l'una o l'altra cosa sarà, bensì, a seconda degli algoritmi che s'useran per esprimerla. Sì che stimolante e confortante soccorso, nel seguire una via più ardua, è la vision dell'analogia mèta, già per altra più breve e più facile via raggiunta.

IX. - 3) Confortante e stimolante soccorso, abbiám detto, primo ed immediato oggetto della Charitas Magistri, sua prima ed essenziale sollecitudine che le altre fa operanti e valorizza, sì che il Maestro, lungi dal tediare il discepolo — se per mala ventura ciò avvenisse, domandarci potremmo se non fossimo dei falliti — ne muova l'interesse, ne converta la fatica in gusto, lo incanti nell'ansia di apprendere. E quando vediamo i nostri Discepoli gli occhi sfavillanti d'ardente e desiosa luce al manifestarsi della nostra soavissima vocazione, null'altro chiediamo, perchè riconosciamo, più che l'attuarsi di una semplice comunione di conoscenze, il fiorir e lo sbocciar dei frutti di quella Charitas appunto, il nascere ed il sorgere di un affetto che durerà per la vita ed oltre la vita, perchè di origine e contenuto spirituali che è e sarà per noi Maestri, la più bella, la più dolce, la più ambita, la più santa delle ricompense.

Giuseppe Maria Pugno