

# RELATORUL DE VITEZA

Extras din „GĂZETA MATEMATICĂ

În cursul lunii Iulie a. c. cînd Comisiunea tehnică a Prutului se întrunise în București pentru redactarea procesului-verbal, am avut ocaziunea de a face cunoștință cu D-nul *R. Iszkowski* (Consilier Ministerial, și delegat al Austriei în acea Comisiune), care a avut bunavoință de a-mi arăta și explica un aparat inventat de D-sa, destinat pentru măsurarea vitezelor, și numit *relatorul de viteză*; iar acum de curînd D-nul *Iszkowski*, ne a trimis o broșură în care se descrie acel aparat, ast-fel că servindu-mă de acea broșură voi putea face aci o descriere mai detaliată a aparatului, precum și a da unele rezultate numerice la care s'a ajuns în urma mai multor experiențe făcute.

Se știe că, pînă în prezent nu puteam avea viteză-cu care mergea cine-va pe jos, în trăsură, cu bicicleta sau călare, de cît după ce se percurgea o distanță oarecare cunoscută mai dinainte, împărțind acea distanță cu timpul în care ea a fost parcursă; nu exista nici un aparat care să ne permită a regula viteza în timpul mersului în așa mod în cît să putem fi siguri că în un timp anumit vom putea parcurge o distanță dată. Relatorul de viteză are tocmai de scop de a permite regularea vitezei în timpul mersului, ast-fel ca să putem fi siguri că la o oră anumită vom ajunge în un anumit punct, precum și de a cunoaște chiar în timpul mersului viteza cu care ne mișcăm.

Serviciile pe care un asemenea aparat le poate aduce sînt multiple. Cu ajutorul lui călătorii își pot realiza ușor un plan de călătorie întocmit mai dinainte; cu ajutorul lui toți cei ce trebuie să ajungă în un punct anumit la o anumită oră, ca de exemplu cei ce voesc a pleca cu trenul, elevii diferitelor școli, funcționarii cu condică de prezență, etc., vor putea fi siguri că vor putea ajunge la acel punct nici mai tîrziu, nici cu mult mai înainte; el poate permite unor persoane sau unor trupe să-și facă un plan de mers ast-fel ca să se întîlnească la o anumită oră în un anumit punct; cu ajutorul lor agenții polițienesci pot constata ușor dacă trăsurile, bicicliștii și călăreții nu merg cu viteze mai mari ca cele permise prin regulamentele respective; în fine el poate servi și la aprecierea aproximativă a distanțelor parcurse cu viteze constante sau puțin variabile. Toate aceste avantagii m'au decis a descrie aci acest aparat, de și această descriere ese oare-

cum din cadrul chestiunilor ce ne am propus a trata în „Gazeta Matematică“.

Relatorul de viteză este un ceasornic de buzunar, care însă are numai un ac. Acest ac face o rotațiune completă în un număr oare-care de secunde, ca de ex: 12 sau 16 secunde. Pe cadranul acestui ceasornic se găsește un sector colorat negru, numit *zona neutră*, iar restul este divizat în părți egale prin linii negre, în alt număr de părți egale prin linii roșii, etc. Nu e necesar a se face diviziuni prea mici, căci s'a constatat că omul poate împărți un interval scurt de timp în mai multe părți egale, prin numărarea mai repede sau mai încetă, sau prin lovituri ritmice, și aceasta cu o exactitate suficientă în practică. Astfel un interval de 3 secunde se poate divide în 2 până la 7 părți egale prin numărare sau lovituri ritmice. După cum vedem, un relator se poate construi pe dată ce vom cunoaște mărimea zonei neutre. Această determinare variază după cum voim să facem un relator pentru mersul cu bicicleta, mersul pe jos sau călare. Ne vom ocupa succesiv de aceste 3 feluri de relatoare.

*Relator pentru biciclete.* Vom numi *lovitură de pedală* o deplasare de  $180^\circ$  a uneia din pedalele unei biciclete așa că 2 lovituri de pedală vor corespunde la o rotațiune completă a axului pe care sînt așezate cele două pedale. În acest caz zona neutră se determină ast-fel ca acul ceasornicului să percurgă restul cadranelui în timpul în care trebuie să facem un anumit număr de lovituri de pedală pentru a merge cu o anumită viteză. Pentru simplificarea calculelor se alege zona neutră așa că numărul loviturilor de pedală ce se fac în timpul cît acul percurge partea albă a cadranelui, să fie egal cu numărul care exprimă cu cîți klm. viteză pe oră se deplasează biciclistul. Pentru a arăta că o asemenea condițiune se poate realiza să însemnăm cu  $T''$  numărul secundelor care se bucură de proprietatea că numărul loviturilor de pedală făcut în acel timp să fie egal cu numărul de klm. parcursi pe oră pentru viteza respectivă. Fie  $t''$  numărul secundelor în care se execută o lovitură de pedală, și  $v$  viteza în klm. pe oră. Avem evident:

$$1) \quad T'' = vt''.$$

Fie acum  $l$  lungimea în metri ce se percurge cînd axa pedalei face o rotație completă,  $v$  viteza biciclistului în

metri pe secundă,  $n$  numărul rotațiilor axei pe minut. Vom avea:

$$\begin{aligned} v &= ln/60, \\ \text{iar: } w &= 60 \times 60 \times v/1000. \\ 2) \quad \therefore w &= 3,6v = 3,6ln/60. \end{aligned}$$

Pe de altă parte avem:

$$3) \quad t'' = 30/n$$

căci în timpul  $2t''$  se face o învîrtitură completă a axei, adică ca în a  $n''$  parte din  $60''$ .

Dacă acum înlocuim în (1) pe  $n$  și  $t''$  scoși din (2) și (3) găsim făcînd reducerile :

$$T'' = 1,8l.$$

Această relațiune o numește D-nul *Iszkowski*: *ecuațiunea fundamentală*. Ea ne arată că  $T''$  depinde numai de  $l$  care pentru o aceeași bicicletă este o constantă. Aceasta însă nu este absolut exact în practică căci cauciucul prin comprimarea lui face să varieze puțin diametrul roatelor, însă aceasta nu are mare importanță.

Dacă  $Z$  este numărul dinților de pe axa pedalelor,  $z$  numărul dinților de pe axul roatei motoare și  $d$  diametrul acestei roate, atunci avem :

$$l = \pi d \frac{Z}{z}$$

Pentru a vedea cum se aplică aceste formule și cum determinăm zona neutră, să luăm un exemplu numeric. Să considerăm o bicicletă în care diametrul roții motoare este de 0,71 m., că roțița de pe axul pedalelor are 21 dinți, iar cea de pe axul roții are 9 dinți. Avem deci:

$$d = 0,71, \quad Z = 21, \quad z = 9,$$

cu aceste valori găsim :

$$l = 5,203 \text{ m.}, \quad v = 4'' ,336, \quad t'' = 0'' ,600, \quad T'' = 9'' ,366, \quad w = 15,60.$$

Dacă deci, acul ceasornicului face o rotațiune completă în 12 secunde, unghiul la centru al sectorului zonei neutre

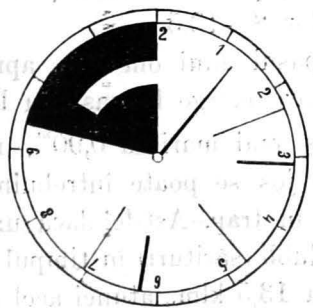


Fig. 1.

va trebui să fie ast-fel în cît acul să percurgă restul cadranului în  $9'' ,366$ . Acel unghi va fi deci de  $360 \times 2,434 / 12 = 7^{\circ} 12' 7''$ . Așa dar dacă construim un relator de viteză ast-fel ca acul să facă o rotațiune completă în  $12''$  și care să aibă ca zonă neutră un sector de  $7^{\circ} 12' 7''$ , atunci vom ști că numărul loviturilor de pedală pe care le facem în timpul cît acul percurge restul cadranului, este egal cu numărul klm. pe oră ai vitezei cu

care mergem pe bicicleta care are datele presupuse mai sus, fie-că mișcarea s'ar face în mod uniform fie-că ea nu s'ar face în mod uniform. Deci dacă ne vom aranja ast-fel în cît să facem 15 lovituri de pedală în timpul cît acul percurge sectorul alb, atunci vom ști că mergem cu viteza medie de 15 klm. pe oră, dacă facem numai 10 lovituri de pedală, vom merge cu viteza medie de 10 klm. pe oră, etc.

Diviziunile sectorului alb au de scop de a ușura aranjarea loviturilor de pedală ast-fel ca să putem face un număr dat în timpul cît acul percurge sectorul alb. Ast-fel liniile negre divid acel sector în 4 părți, și dacă ne aranjăm a face 3 lovituri în timpul cît acul merge de la o linie neagră la alta, atunci vom face 12 lovituri în timpul în care acul percurge sectorul alb, și prin urmare vom merge cu viteza de 12 klm. pe oră. Cu ajutorul diviziunilor negre și roșii putem împărți intervalul de 9,366 secunde în 8, 10, 12, 16, 20, 14; 9, 15, 18, 21 părți egale prin numărare sau lovituri ritmice. Dacă voim a merge cu viteze mai mari și e greu a număra loviturile de pedală, putem număra loviturile din două în două, adică rotațiunile axului pedalelor. Odată ce cu ajutorul relatorului am găsit, pentru a zice ast-fel, tactul cu care trebuie să călcăm pe pedale, nu mai avem nevoie a ne uita la relator, de cît din timp în timp a controla dacă acel tact nu a variat din cauza oboselei, sau ne putem uita la relator pentru a reduce sau spori viteza cu care mergem. Experiența a arătat că la o distanță de 10 klm., suma tuturilor erorilor ce se fac, fie din cauza elasticității cauciucului, fie din cauză că nu se poate vedea bine momentul cînd acul intră și ese din zona neutră, nu pot da o întîrziere mai mare ca  $40''$ , ast-fel că în cazul cel mai defavorabil putem admite  $1'$  întîrziere pentru 10 klm. distanță. Pentru a se putea urmări acul și cînd el este pe zona neutră, se lasă în ea o parte albă care permite încă a fixa mai bine momentul cînd acul ese din acea zonă.

*Relatorul pentru motorii animați.* Să presupunem acum că voim a face un relator pentru mersul pe jos sau călare. Ecuațiunea fundamentală se aplică și în acest caz, numai, trebuie să înlocuim pe  $l$  cu  $2l$  căci un pas al omului sau al calului echivalează cu 2 lovituri de pedală. Ecuația fundamentală devine :

$$T'' = 3,6l, \quad \text{și} \quad w = 3,6v.$$

Dacă  $n$  este numărul pașilor sau săriturilor pe minut, atunci avem:

$$v = nl/60, \quad t'' = 60/n$$

ast-fel că relațiunea :

$$T'' = t'' w,$$

se poate aplica și aci. E însă de observat aci, că pe cînd la mersul cu bicicleta,  $l$  rămînea constant pentru diferite viteze, aceasta nu mai are locul în cazul de față, căci s'a constatat că omul sau calul își mărește lungimea pasului cu cît merge cu o viteză mai mare. De și aci nu putem avea o exactitate matematică în ce privește valoarea lui

$l$  totuși în practică după câte-va experiențe se ajunge a avea pe  $l$  cu destulă exactitate pentru diferite viteze, care este suficientă pentru diferitele cerințe ale practicii. Ast-fel se știe că la marșurile de infanterie sau cavalerie se poate ajunge a se merge aproape cu un pas constant pe anumite distanțe. așa în cât se vede de aci importanța ce o are determinarea lui  $l$  pentru diferite viteze.

Pentru a se determina  $l$  se va parcurge o distanță, de exemplu de 500 metri, cu diferite viteze, de la cele mai mici (ca de exemplu pasul calului) pînă la cele mai mari (ca galopul cel mai repede), și se va nota timpul în care s'a parcurs acea distanță. Dacă  $L$  este distanța parcursă în metri,  $\tau$  durata unui parcurs complet în minute,  $N$  numărul pașilor făcuți în acel interval,  $n$  numărul pașilor pe minut și  $l$  lungimea pasului, vom avea:

$$l = L/N, \quad n = N/\tau.$$

Prin experiență s'a găsit că un om mergînd cu pas încet face 94 pași de  $0''{,}71$  pe minut; mergînd încet cu pasul mare face 103 pași de  $0''{,}73$  pe minut; mergînd cu pasul reglementar militar face 111 pași de  $0''{,}75$  pe minut; apoi face pe minut cînd merge repede 117 pași de  $0''{,}78$ ; sau 120 pași de  $0''{,}83$ ; sau 123 pași de  $0''{,}88$ ; sau 125 de  $0''{,}90$ ; iar cînd fuge face pe minut 160 pași de  $0''{,}90$ . La aceste opt categorii de mers corespund respectiv vitezele de 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,50; 6,75; 8,64 klm. pe oră; iar valorile lui  $T''$  corespunzătoare sînt de 5,10; 5,24; 5,40; 5,64; 6,00; 6,34; 6,48; 6,48.

După experiențele făcute în Viena la școala de călărie a Arsenalului Artileriei, s'a găsit că un cal la pas a parcurs în 60 secunde  $100''$  făcînd 133 pași; la trap scurt  $200''$  în  $66''$  făcînd 189 pași; la trap mijlociu  $300''$  în  $70''$  făcînd 229 pași; la trap repede  $350''$  în  $77''$  făcînd 257 pași; la trap foarte repede  $350''$  în  $65''$  făcînd 262 pași; la galop scurt  $350''$  în  $74''$  făcînd 135 pași; la galop obișnuit  $350''$  în  $61''$  făcînd 119 pași și la galop foarte repede  $350''$  în  $50''$  făcînd 99 de pași. Calculînd găsim că la aceste diferite mersuri corespund vitezele de 5,98; 10,94; 15,41; 16,31; 19,76; 17,00; 20,63; 25,42 klm. pe oră și ne dau pentru  $T''$  valorile 2,70; 3,88; 4,71; 4,89; 4,90; 9,32; 10,58; 12,83.

Să presupunem acum că voim să facem un relator pentru mersul pe jos. În acest caz  $l$  avînd diferite valori va trebui să avem zone neutre de diferite dimensiuni; însă pentru ca ele să se poată distinge nu vom colora cu negru de cît pe cea mai mică care corespunde celui mai mare  $l$ , iar la celelalte le vom indica una din limite numai prin linii negre punctate, cealaltă limită fiind comună la toate zonele neutre. Ast-fel vom construi zona neutră așa în cât acul să parcurgă restul în  $3''{,}24$ , cea mai mare valoare a lui  $T''$  pentru mersul pe jos și care corespunde vitezei de 6,75 klm. pe oră și vom scri la marginea zonei neutre pe marginea cadranelui 6,75. După aceea cal-

culăm zonele neutre pentru celelalte viteze și ducem liniile punctate în dreptul cărora scriem viteze 6,5; 6,0; 5,0; 4,0; etc. marginea cealaltă a zonei neutre fiind tot pe zona cadranelui care corespunde numărului 12.

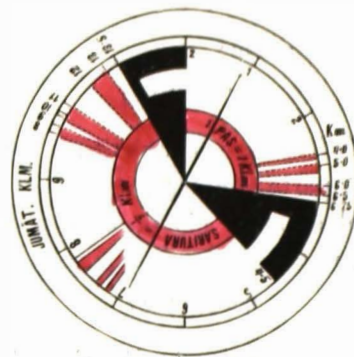


Fig. 2.

Pentru a se putea observa mai bine coincidența acului cu liniile punctate, intervalele dintre două linii consecutive se lasă alternativ albe și se vopsesc cu roșu. Din cauză că zona neutră este mare în acest caz, acul s'a făcut cu două vîrfuri pentru a nu aștepta mult pînă ce acul să vină în dreptul lui 12 pentru a face observațiuni. Cu modul acesta în 12 secunde se pot face 2 observațiuni. Ast-fel dacă voim să mergem cu viteza de 5 klm. pe oră, va trebui să ne aranjăm ast-fel în cât să facem 5 pași în intervalul de timp în care acul merge de la 12 pînă la diviziunea notată pe cadran cu 5.

Din cauză că zona neutră este mare, s'a profitat de faptul acesta pentru a se pune în interiorul ei un alt sector alb de la 4,5 pînă la 13,5 ale cărui diviziuni sînt îndoite de cît ale celui alt sector alb. Acest sector servă pentru a face observațiuni cu o exactitate mai mare. Întrebunțîndu-se sectorul cel mare va trebui dacă voim să mergem cu 5 klm. pe oră să ne aranjăm ast-fel în cât să facem 10 pași în timpul în care acul merge de la 4,5 pînă la diviziunea însemnată cu 10. Diviziunile de pe sectorul cel mare coprinse între 7 și 8 corespund cu jumătatea diviziunilor 8—13,5.

Din cauză că pasul unui om este aproape egal cu al unui cal normal care merge la pas sau la trap ast-fel în cât să nu facă pași mai mari ca  $0,90''$ , relatorul descriu pentru mersul pe jos se poate întrebunța și la mersul călare la pas sau în trap. Ast-fel dacă un cal mergînd în trap face 15 pași dubli (sărituri) în timpul cînd acul merge de la  $4''{,}5$  pînă la 13,5 klm., atunci acel cal merge cu 15 klm. pe oră, (căci pentru viteza de 13,5 klm s'a calculat  $T''$  cu ajutorul lui  $l = 0,90$  cm.). Pentru celelalte mersuri în trap ale calului și pentru mersul în galop, D-nul *Iszkowski* a construit un relator special.

Profitîndu-se de spațiul ocupat de zona neutră pentru a se pune în ea alte diviziuni s'au construit relatoare pentru mersul pe jos și cu bicicleta, sau pe jos și călare, etc. De asemenea profitîndu-se de partea centrală a cadranelui care nu poate servi relatorului, s'a pus în acea parte un cadran obișnuit de ceasornic împreună cu un meca-

nism de orologerie, ast-fel că putem avea relatorul adoptat la ceasornicele obișnute. În fine pentru a se fixa mai bine diviziunea ce corespunde unei viteze date pentru mersul pe jos sau călare, s'a pus un ac bronzat care se poate deplasa după voie și pune în dreptul unei diviziuni oare-care, întocmai cum se face cu acele ce se pun la barometrele aneroide pentru a se marca pozițiunea acului la o oră anumită, și a vedea dacă mai târziu presiunea s'a urcat sau scăzut față cu acea de la ultima observațiune.

Relatoarele de care am vorbit corespund mersului pe teren orizontal sau pe terenuri puțin înclinate. Pentru terenuri cu pante mari, vor trebui făcute observațiuni speciale pentru a determina lungimea pasului pentru diverse viteze, diverse inclinațiuni precum și pentru mersul în sus sau în jos. Pe de altă parte este evident că cifrele date aci nu se pot aplica la toți oamenii și toți caii, ci e bine ca fie-care să își adopte relatoarele după mersul lui particular, sau după al cailor ce îi întrebunțează. Cifrele date aci se referă la mersul omului și al cailor normali.

Pe lângă relatorul de viteză D-nul *R. Iszkowski* a mai construit și relatoare pentru măsurarea distanțelor. Ele se bazează pe principii analoge cu ale relatorului de viteză. Făcându-se experiențe s'a găsit că se pot aprecia distanțe cu acel aparat cu o eroare cu cel mult 1%, ast-fel că dacă vom a ridica planuri pe scară mică, ca de exemplu 1/5000, eroarea ce se face este inapreciabilă.

Relatoarele de viteză pot servi și la măsurarea vitezei trenurilor, de și această problemă e deja rezolvată prin vitezometrele ce se pun la locomotivă sau vagoanele de inspecțiune. Pentru a găsi viteza cu ajutorul relatorului e de ajuns a cunoaște lungimea șinelor de pe linia pe care merge trenul și a socoti numărul loviturilor la încheeturile șinelor. Făcându-se un relator special pentru diverse lungimi de șine de pe liniile pe care cine-va călătorește s'ar putea avea viteza fără nici un calcul, căci numărul loviturilor la încheeturi în timpul în care acul percurge un sector va putea da imediat viteza.

**Ion Ionescu**