

# Capitolul 1 NOȚIUNI INTRODUCTIVE

## 1.1 OBIECTUL DINAMICII AUTOVEHICULELOR RUTIERE. NOȚIUNI ELEMENTARE DESPRE AUTOVEHICULELE RUTIERE

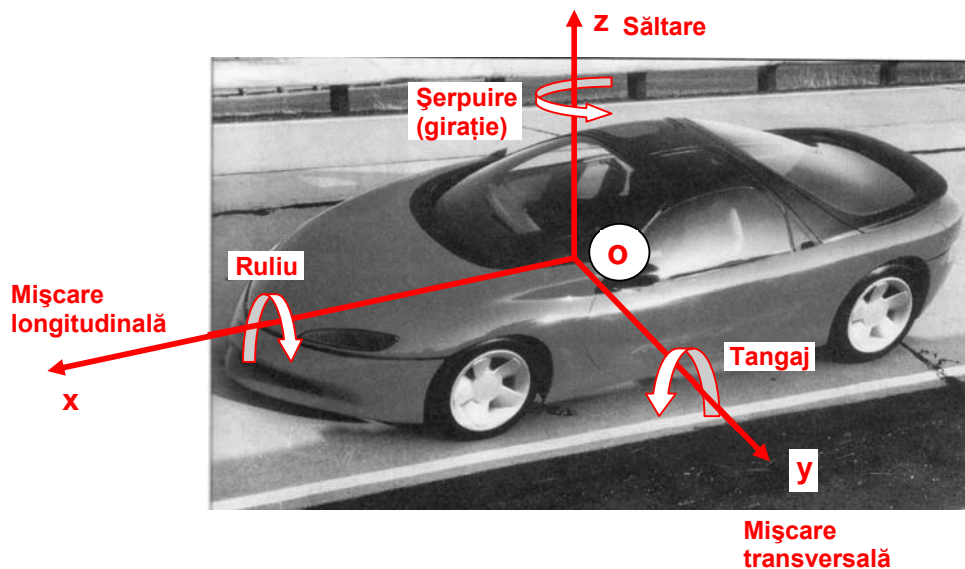
**Dinamica autovehiculelor rutiere** – studiul mișcării autovehiculelor rutiere sub acțiunea forțelor și momentelor externe și interne acestora.

a) Forțe externe:

- forțele din suprafețele de contact ale organelor de rulare cu solul;
- rezistența aerului în mișcare relativă față de autovehicul;
- forțe de impact cu alte corpuri.

b) Forțe și momente interne:

- forța de inerție;
- momentul motor transmis de la sursa de energie aflată la bordul autovehiculului la organele de rulare;
- momentul de frânare dezvoltat de sistemul de frânare asupra sistemului de rulare.



**VEHICUL** – Mijloc de transport, cu sau fără autopropulsie, destinat deplasării pe o cale de comunicație terestră, subterană, acvatică, aeriană, cosmică.

**AUTOVEHICUL** – Vehicul autopropulsat suspendat pe roți, șenile, tălpi de alunecare sau pernă de aer, care servește la transportul pasagerilor și/sau bunurilor, la tractarea de remorci, semiremorci și utilaje, precum și la efectuarea unor lucrări speciale (în agricultură, construcții, amenajări de terenuri etc.).

**AUTOVEHICUL RUTIER** – Autovehicul destinat deplasării pe o cale rutieră sau chiar pe teren neamenajat.

**AUTOMOBIL** – Vehicul rutier carosat și suspendat elastic pe cel puțin trei roți, care se deplasează prin mijloace de propulsie proprii pe o cale rutieră sau chiar pe teren neamenajat; este destinat transportului, direct sau prin tractare, al persoanelor și/sau bunurilor, sau efectuării unor servicii speciale.

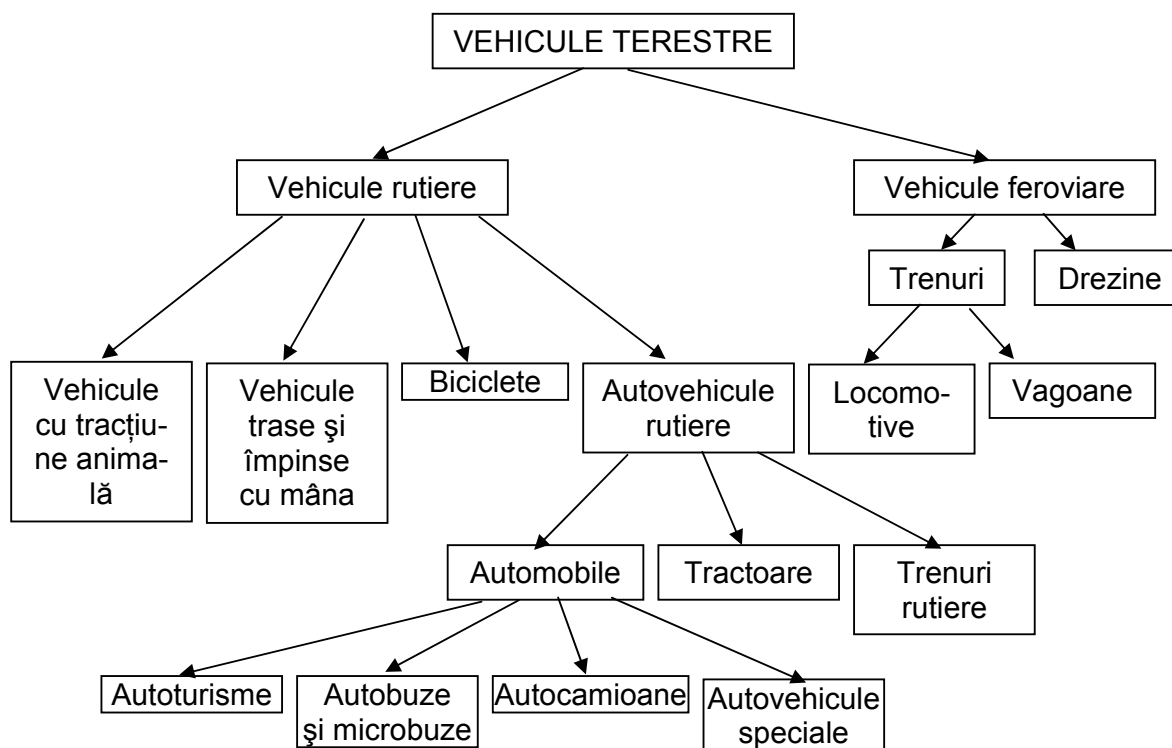
**AUTOTURISM** – Autovehicul având cel mult nouă locuri, inclusiv cel al conducătorului, destinat transportului de persoane și/sau eventual de bunuri; poate tracta o remorcă.

**AUTOBUZ** – Autovehicul având mai mult de nouă locuri pe scaune, inclusiv cel al conducătorului, și care prin construcție și amenajare este destinat transportului de persoane și, eventual, bagaje.

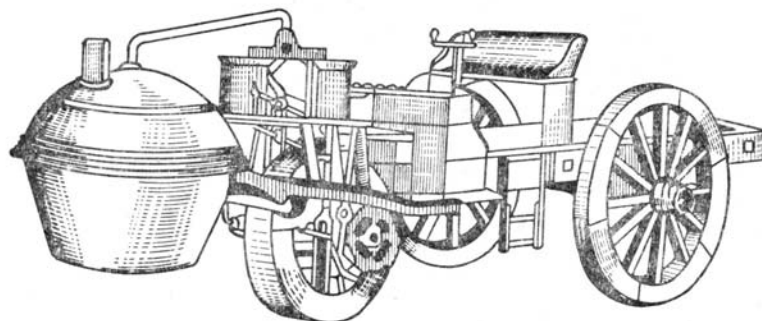
**AUTOCAMION** – Autovehicul utilitar destinat transportului de bunuri pe o platformă, cu sau fără obloane și care poate fi acoperită cu o prelată sau într-o caroserie închisă.

**TRACTOR** – Autovehicul care dezvoltă forță de tracțiune mare la un dispozitiv de remorcare (cârlig, bară de remorcare, șa etc.), folosit la tractarea sau la purtarea unor utilaje și mașini agricole, la tractarea remorcilor sau semiremorcilor, precum și la remorcarea și acționarea unor utilaje folosite în silvicultură, în construcții etc.

**TREN RUTIER** – Ansamblu rutier format dintr-un vehicul tractor și una sau mai multe remorci sau semiremorci.



## Automobilul cu aburi al lui Cugnot - 1769



**Moteur** : 2 cylindres en ligne haute pression à simple effet

**Pouvoir** : aprox. 2 CV

**Alésage** : 325 mm

**Course** : 378

**Cylindrée** : 67,72 litres

**Combustible** : Bois

**Direction** : marche avant et arrière, pignon et secteur denté

**Freins** : pédales sur roue avant

**Poids vide** : 2.8 tonnes

**Poids en charge** : 8 tonnes environ

**Dimensions**:

**Longueur** : 7,25 m

**Largueur** : 2,19 m

**Empattement** : 3,08 m

**Diamètre roue motrice** : 1,23 m

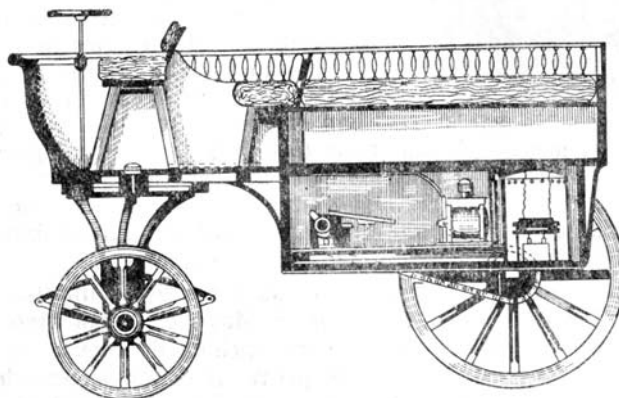
**Carrosserie Châssis** : plateau en chêne  
Roues : en chêne, à rayons, cerclées de fer

**Transmission** : roue avant par chaîne et roue à rochet

**Vitesse** : 3,5 à 4 km/h

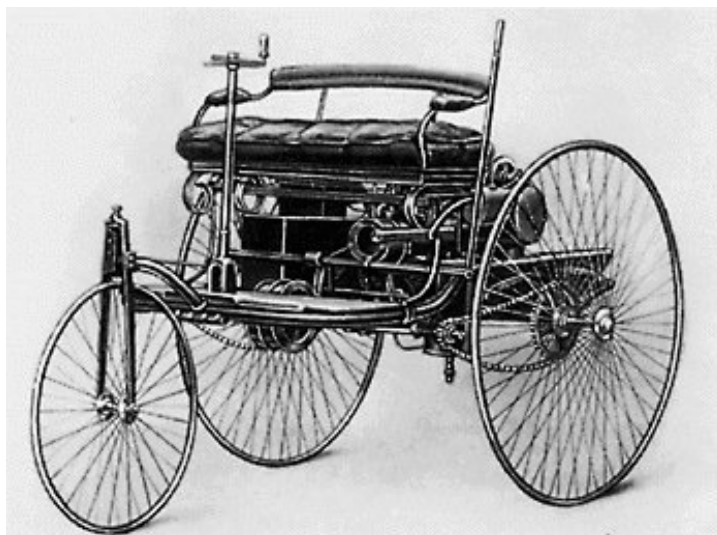


## Automobilul cu motor cu gaz al lui Lenoir - 1863



Motor cu gaz cu aprindere prin scântee, 1 cilindru, 1,5 CP la  $100 \text{ min}^{-1}$ ,  
transmisie cu lanț, frână de mână, direcție cu volan

## Automobilul lui Carl Benz - Benz Motorwagen - 1885



**Motor:** 4 timpi, monocilindru orizontal,  
D = 116 mm, S = 160mm,  
Pe = 3 CP la  $250 \text{ min}^{-1}$

Aprindere electrică

Răcire cu apă

Combustibil – benzină

Alimentare cu carburator reglabil manual,  
fără jicloare și fără flotor

Transmisie fără ambreiaj, cu reductor cu  
curele cu 2 trepte

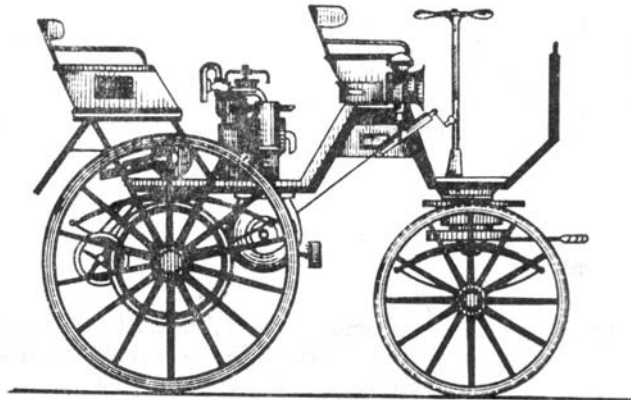
Transmisie finală - lanț

Șasiu din țevi

Greutate 300 daN

Viteza maximă aprox. 15 km/h

## Automobilul lui Daimler - 1886



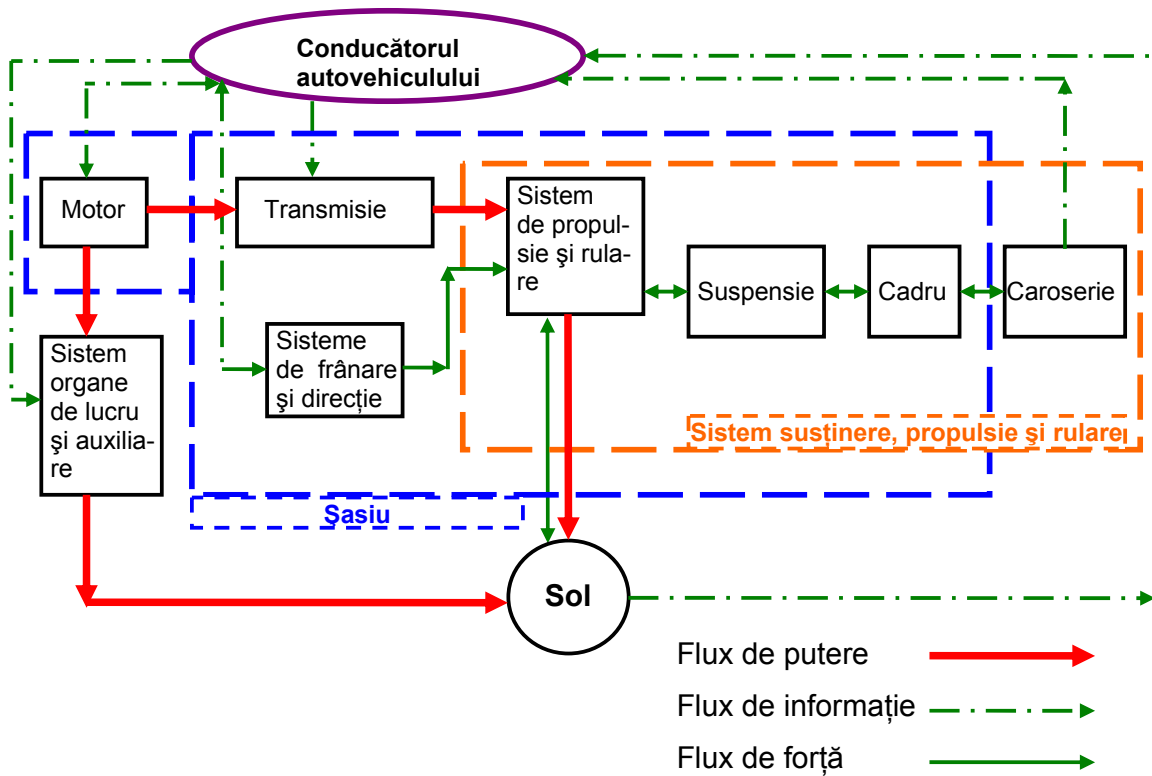
Motor cu aprindere prin tub incandescent,  $900 \text{ min}^{-1}$

### 1.2 STRUCTURA AUTOVEHICULULUI RUTIER

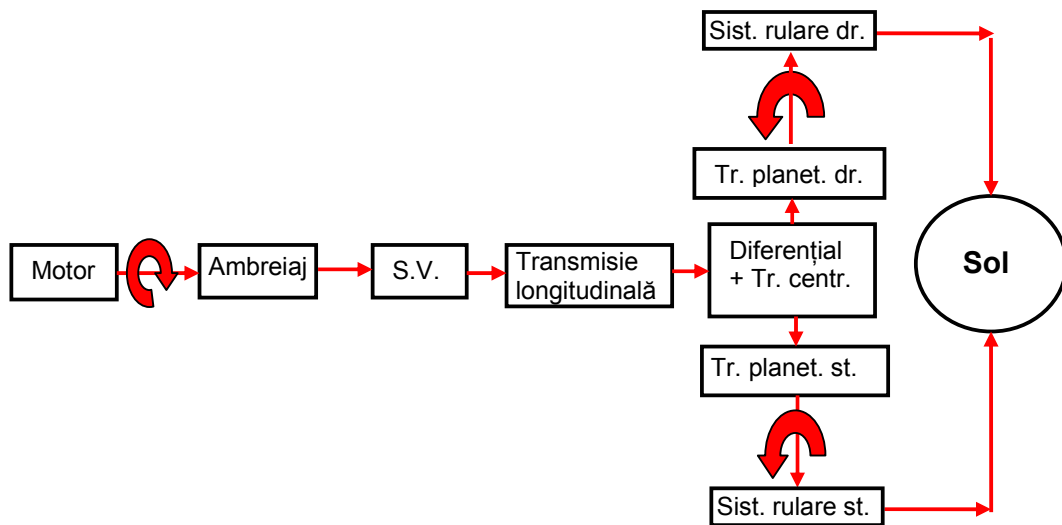
Sistemele unui autovehicul:

- **grupul moto – propulsor;**
  - motorul – sursa de energie mecanică a autovehiculului;  
motor termic (M.A.I., turbină cu gaze, motor cu aburi);  
motor electric;
  - stocarea energiei: rezervor pt. combust. convențional, butelii pt. combust. gazoși, baterii de acumulare, celule fotovoltaice, rezervoare pt. hidruri metalice;
  - transmisia – transmite mișcarea de la motor la sistemul de rulare, asigurând o corectă corelare între regimul de deplasare a automobilului și regimul de funcționare a motorului;
  - sistemul de rulare – asigură contactul cu solul și preluarea forțelor cu care acesta reacționează asupra autovehiculului pentru a asigura deplasarea lui conform dorinței conducătorului;
    - sistem de rulare cu roți;
    - sistem de rulare cu șenile; etc.
- **cadrul** – structură de rezistență pe care sunt dispuse celelalte sisteme ale unui autovehicul;
- **caroseria** – organ purtător și protector al încărcăturii utile; are în plus rol estetic și contribuie la definirea comportamentului aerodinamic al autovehiculului; la autoturismele actuale, cadrul și caroseria constituie un singur corp;
- **suspensia** – asigură confortul pasagerilor la deplasarea pe drumuri denivelate și contribuie la controlul comportării autovehiculului în deplasare;
- **sistemul de direcție** – realizează controlul direcției de deplasare a autovehiculului în conformitate cu dorința conducătorului, arhitectura sa depinde de tipul sistemului de rulare;
- **sistemul de frânare** – realizează reducerea vitezei autovehiculului, oprirea sa și asigurarea împotriva deplasării pe perioadele de staționare;
- **sistemul de iluminare și semnalizare** – realizează condiții de vizibilitate cât mai bune pe timp de noapte și de ceață și transmite celorlalți participanți la trafic intențiile de deplasare ale conducătorului;
- **organele de lucru** – dispozitive și utilaje îmbarcate, tractate sau împinse de autovehicul destinate efectuării unor lucrări speciale;

- **sistemele de siguranță activă și pasivă** – sisteme de control automat al motorului, transmisiei, sistemului de frânare, suspensiei, etc., respectiv saci gonflabili (airbag-uri), centuri de siguranță ș.a.



### Grupul moto - propulsor



Formula roților:

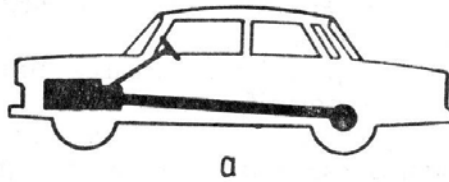
$$2n_p \times 2n_m$$

$n_p$  – numărul total al punților;  
 $n_m$  – numărul punților motoare

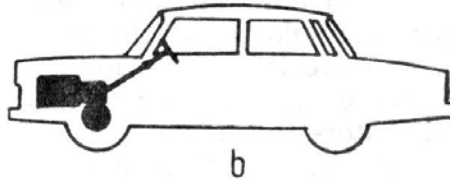
4 X 2; 4 X 4; 6 X 2; 6 X 4; 8 X 4; 8 X 6; 8 X 8

## 1.3 ORGANIZAREA GENERALĂ A AUTOVEHICULELOR RUTIERE

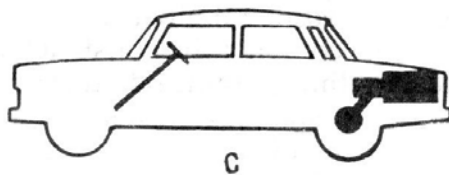
### 1.3.1 Organizarea generală a autoturismelor



a) motor față, punte motoare spate

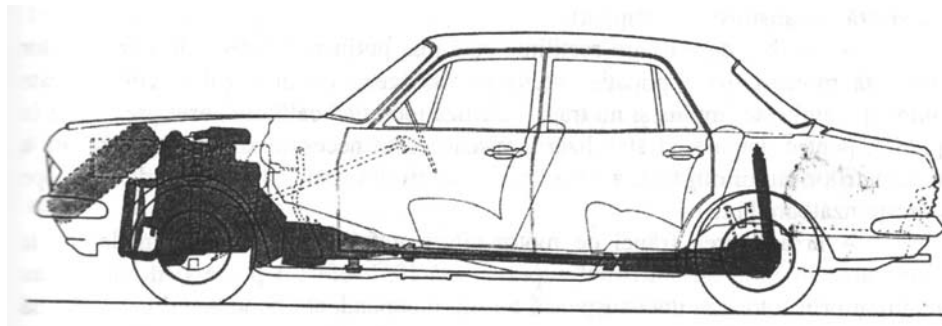


b) motor față, punte motoare față



c) motor spate, punte motoare spate

#### a) Motor față, punte motoare spate (soluție clasică)



#### Avantaje:

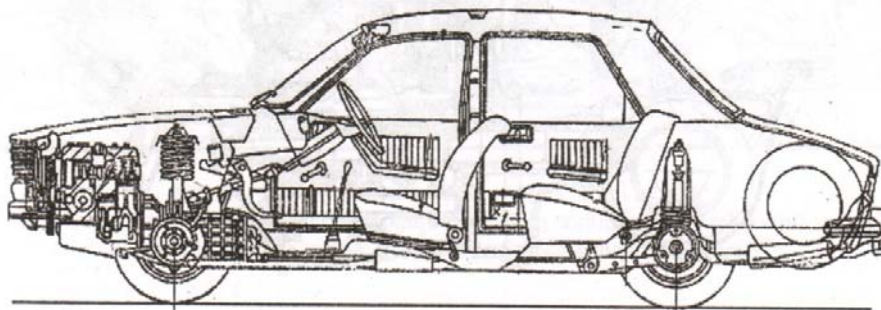
- încărcări statice ale punților apropiate;
- lungime destul de mare a părții frontale pentru deformare și deplasarea grupului motor în partea inferioară a torpedoului la o coliziune frontală;
- solicitare redusă a suporturilor motorului sub acțiunea momentului la ieșirea din S.V.;
- accesibilitate ușoară la motor;
- punte față simplă, cu posibilitatea aplicării de diverse variante constructive;
- mecanism de comandă a S.V. simplu;
- se poate utiliza un S.V. cu priză directă (randament ridicat);
- utilizarea unui sistem de evacuare a gazelor de lungime mare, cu silențiozitate bună și posibilitate de montare ușoară a convertorului catalitic;
- încălzire eficientă a habitaculului datorită traseului de lungime mică al aerului și al apei.

#### Dezavantaje:

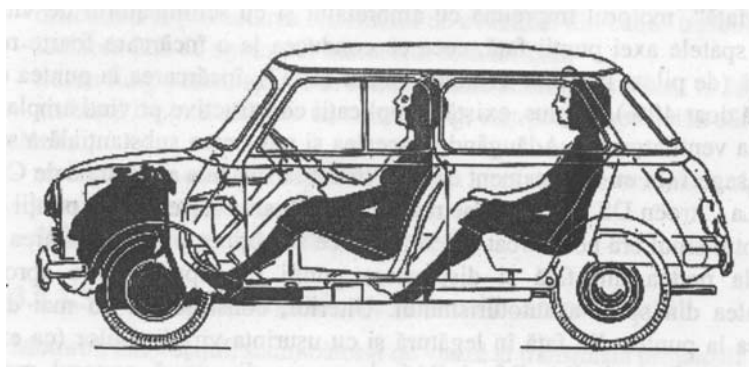
- la încărcare parțială a autoturismului, puntea motoare este relativ descărcată, ceea ce reduce capacitatea de trecere pe drum de iarnă sau umed și crește pericolul patinării roților, mai ales la viraje strânse;
- regim de mișcare rectilinie mai puțin stabil decât în cazul roților din față motoare (automobilul este împins și nu tras);

- la aplicarea frânei de motor sau a frânei de serviciu moderate, la deplasarea în viraj, autoturismul supravirează;
- necesitatea utilizării arborelui cardanic, ceea ce complică structura transmisiei și reduce spațiul din habitacul;
- restricții pentru portbagaje;
- lungime mare a automobilului, masă proprie relativ mare și cost ridicat.

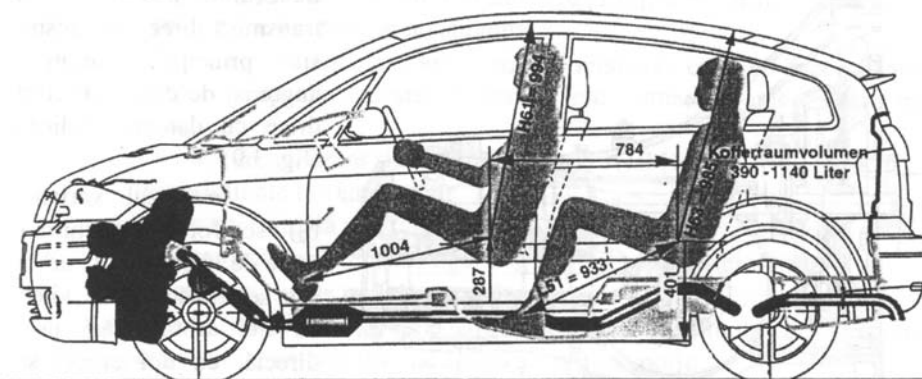
**b) Motor față, punte motoare față (totul față)**



Motor longitudinal, în fața axei punții din față, S.V. deasupra punții

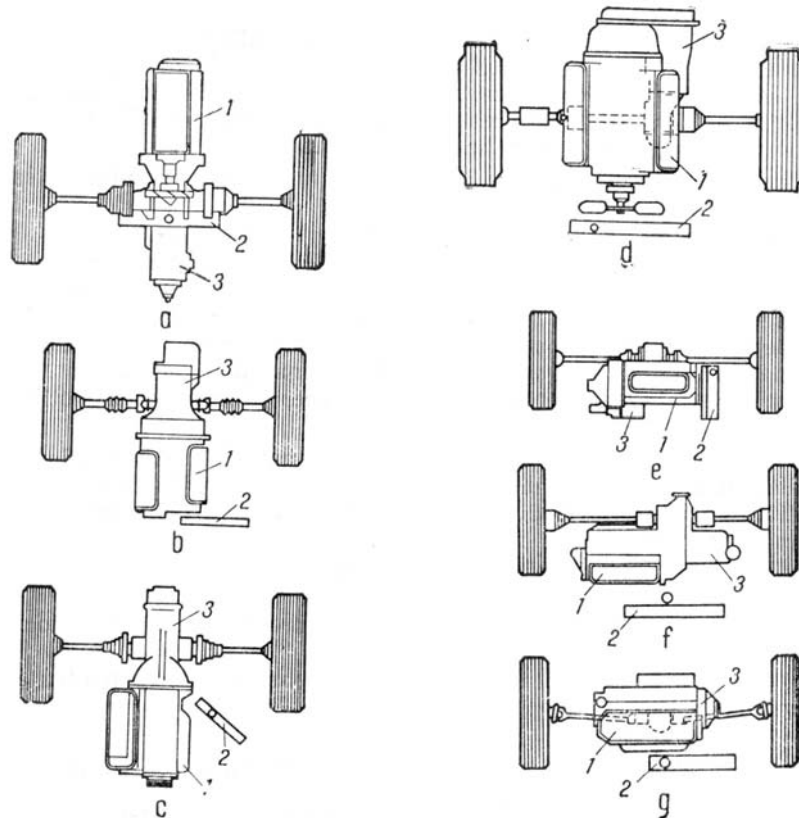


Motor transversal în fața axei punții din față, S.V. sub motor



Motor transversal în fața axei punții din față în continuare cu ambreiajul și S.V., transmisia principală dispusă alăturat





1 – motor, 2 – radiator, 3 – schimbător de viteze

- a) Motor longitudinal, în spatele axei punții, S.V. în față;
- b) Motor longitudinal, în fața axei punții, S.V. în spate;
- c) Motor longitudinal, în fața axei punții, înclinat, S.V. în spate;
- d) Motor longitudinal, deasupra axei punții, S.V. lateral;
- e) Motor transversal, în fața axei punții, S.V. sub motor;
- f) Motor transversal, în fața axei punții, S.V. paralel cu motorul, în lateral;
- g) Motor transversal, în spatele axei punții, înclinat către înainte, S.V. sub carter.

**Avantaje:**

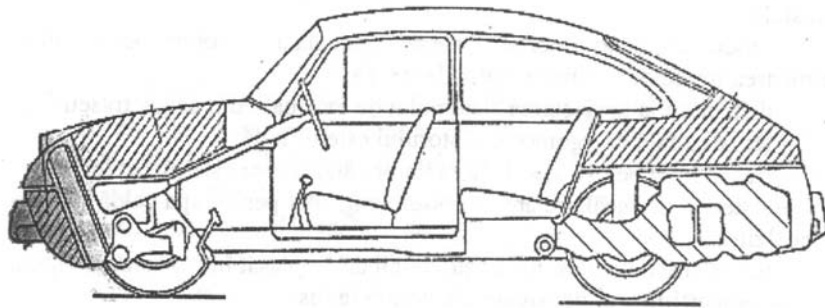
- bună stabilitate a mișcării (automobilul este tras și nu împins);
- o bună capacitate de trecere pa timp de iarnă și pe drum ud, chiar la încărcare parțială a automobilului (sarcina pe roțile motoare este relativ mare);
- stabilitate bună în viraj;
- sensibilitate redusă la vânt lateral;
- construcție simplă a punții din spate;
- eliminarea transmisiei cardanice (transmisie mai simplă, eliminarea unei surse importante de vibrații și confort mărit);
- lungime redusă a fluxului de putere;
- spațiu mare al portbagajului și zonă mare de deformare la impact din spate;
- încălzire eficace a habitaculului datorită lungimii reduse a traseului apei;
- sistem de evacuare a gazelor cu traseu lung, cu spațiu suficient pentru amplasarea convertizoarelor catalitice.

**Dezavantaje:**

- la încărcare totală a automobilului, capacitatea de trecere este redusă pe drum umed, cu gheață și la deplasarea în rampă;
- lungimea motorului este limitată,
- încărcare ridicată a sistemului de direcție (datorită sarcinii mari pe puntea de direcție), necesitând servodirecție;
- dificultăți la plasarea convenabilă a casetei de direcție;

- suspensia grupului motor-transmisie este supusă unui moment mare condiționat de raportul total de transmitere al transmisiei;
- solicitări relativ mari ale suspensiei punții din față;
- arhitectura punții față relativ complicată;
- producerea unor solicitări de încovoiere a sistemului de evacuare a gazelor datorate de mișcările grupului motor-transmisie în timpul demarării și frânării;
- raza minimă de virare este limitată de unghiul maxim de bracare a roților condiționat de unghiul articulațiilor homocinetice sau cvasi-homocinetice;
- uzare intensă a anvelopelor, roțile fiind în același timp de direcție și de tracțiune;
- mecanism de comandă al S.V. complicat, a cărui funcționare care poate fi influențată de mișcarea grupului motor-transmisie;
- solicitarea puternică a mecanismelor de frânare la roțile din față.

**c) Motor spate, punte motoare spate (totul spate)**

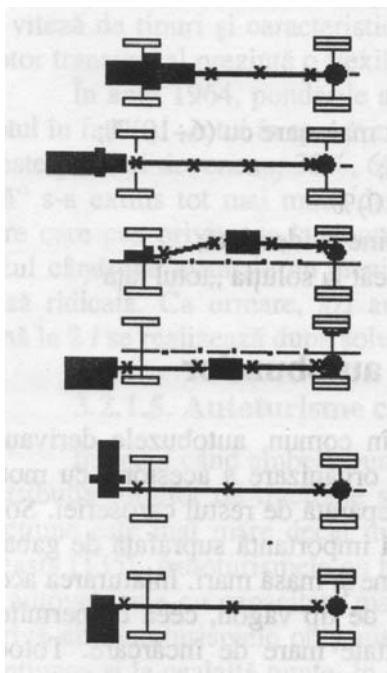


- Avantaje:**
- capacitate mare de trecere, mai ales la urcarea rampelor;
  - posibilitatea realizării de accelerații mari la demaraj;
  - virare neutră la limita de stabilitate când motorul este amplasat în fața axei punții din spate;
  - lungime redusă a automobilului;
  - construcție simplă a punții din față;
  - traseu scurt al fluxului de putere de la motor la roți;
  - solicitări reduse ale sistemului de direcție;
  - lipsa transmisiei cardanice;
  - consolă mică la partea din față;
  - cost redus.
- Dezavantaje:**
- stabilitate modestă a mișcării rectilinii;
  - supravirare accentuată când motorul este amplasat în spatele axei punții din spate;
  - sensibilitate la vânt lateral;
  - dificultate la virarea pe sol cu aderență scăzută din cauza sarcinii reduse pe puntea de direcție;
  - uzare intensă a pneurilor la puntea din spate;
  - suspensia grupului motor-transmisie este supusă unui moment mare condiționat de raportul total de transmitere al transmisiei;
  - traseu lung pentru comenzile motorului și transmisiei;
  - traseu redus al sistemului de evacuare a gazelor;
  - izolare fonică a motorului dificilă;
  - traseu lung al sistemului de încălzire a habitaculului;
  - dificultăți în amplasarea rezervorului de combustibil într-o zonă sigură;
  - portbagaj mic;

- dificultăți în realizarea modelului break.

### 1.3.2 Organizarea generală a autobuzelor

#### Motor față, tracțiune spate



Motor longitudinal în fața axei punții, ambreiaj și S.V. în spate, 2 arbori cardanici;

Motor longitudinal, ambreiaj și S.V. în fața axei punții, 3 arbori cardanici;

Motor longitudinal și ambreiaj deasupra punții, S.V. între punți;

Motor longitudinal și ambreiaj în fața punții, deaxate, S.V. între punți;

Motor transversal, ambreiaj și S.V. în fața axei punții, deaxate spre dreapta;

Motor transversal, ambreiaj și S.V. în fața axei punții, deaxate spre stânga.

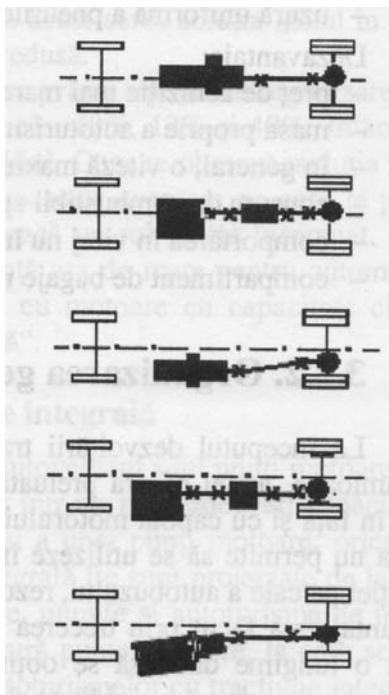
#### Avantaje

- simplitatea comenzilor motorului și transmisiei;
- poziție favorabilă a radiatorului;
- posibilitatea amplasării bagajelor în parte din spate și lateral.

#### Dezavantaje:

- încărcare a punților nefavorabilă;
- izolare dificilă a motorului față de spațiul călătorilor;
- lungime mare a transmisiei longitudinale;
- accesul la motor din interiorul autobuzului afectează confortul.

## Motor între punți, tracțiune spate



Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V.;

Motor longitudinal, orizontal, cuplat cu ambreiajul, S.V. distanțat față de ambreiaj;

Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V., amplasate lateral;

Motor longitudinal, orizontal, cuplat cu ambreiajul, S.V. distanțat față de ambreiaj, toate amplasate lateral;

Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V., amplasate lateral, înclinat față de axa longitudinală a autobuzului;

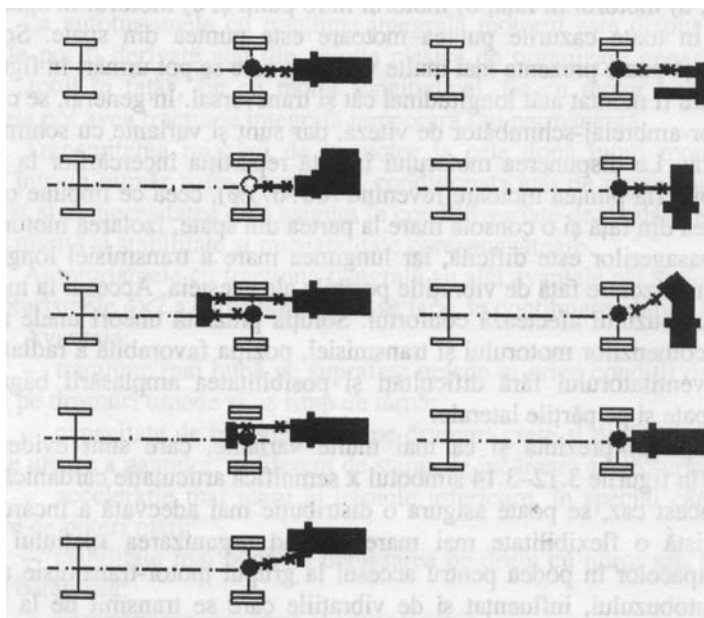
### Avantaje

- distribuție mai adecvată a încărcărilor pe punți;
- flexibilitate mai mare privind organizarea spațiului interior;

### Dezavantaje:

- transmiterea vibrațiilor de la motor la podea afectează confortul;
- dificultăți în amplasarea radiatorului și antrenarea ventilatorului;
- accesul la motor din interiorul autobuzului afectează confortul.

## Motor în spate, tracțiune spate



- Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V.;

- Motor longitudinal, orizontal, cuplat cu ambreiajul și S.V.;

- Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V., amplasate lateral, reductor între punți;

- Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V. amplasate lateral, reductor în fața punții spate;

- Motor longitudinal, vertical, cuplat cu ambreiajul și S.V., amplasate lateral, transmisie cardanică înclinată față de axa longitudinală a autobuzului;

- Motor longitudinal cuplat cu ambreiajul, reductor intermediar și S.V. în spatele punții.

- Motor transversal cuplat cu ambreiajul și S.V., transmisie cardanică longitudinală;

- Motor transversal cuplat cu ambreiajul și S.V., transmisie cardanică înclinată;

- Motor longitudinal cuplat cu ambreiajul și S.V., cu transmisie cardanică foarte scurtă.

Motorul este amplasat în consolă longitudinal sau transversal, vertical sau orizontal.

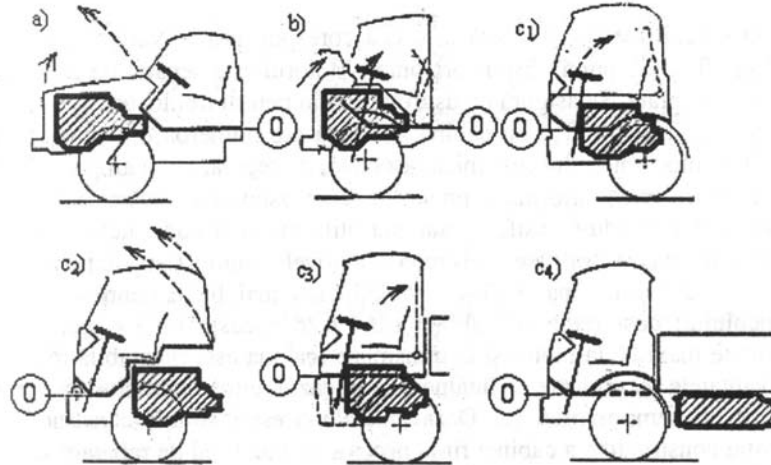
### Avantaje

- distribuție convenabilă a încărcărilor pe punți;
- organizare adecvată a spațiului interior;

- posibilitatea de coborâre a podelei;
- bună izolare a motorului față de spațiul pasagerilor, cu o bună protecție la fum și zgomot;
- se poate crea un compartiment voluminos pentru bagaje sub podea;
- acces la motor din exteriorul autobuzului, eventual montarea lui pe un cadru extractibil în vederea ușurării operațiunilor de mentenanță.

**Dezavantaje:** - amplasare neconvenabilă a radiatorului;  
 - comenzi complicate pentru motor și transmisie;  
 - complicații ale transmisiei la poziționarea transversală a motorului.

### 1.3.3 Organizarea generală a autocamioanelor



a) cabină retrasă; b) cabină semiretrasă; c<sub>1</sub>) cabină avansată, motor în cabină;  
 c<sub>2</sub>) cabină avansată, motor sub cabină în spatele axei punții; c<sub>3</sub>) cabină avansată,  
 motor sub podeaua plană a cabinei; c<sub>4</sub>) cabină avansată, motor între punți

**Cabina retrasă:** preț redus, accesibilitate ușoară la motor, cabină spațioasă, acces facil în cabină, spațiu mare pentru rezervoarele de combustibil, acumulatori etc.

**Cabină avansată:**

**Avantaje:** lungime de gabarit a autocamionului mai mică, ampatament mai redus, încărcare mai uniformă a pneurilor, micșorarea masei proprii, manevrabilitate superioară a autocamionului, vizibilitate bună, accesibilitate foarte bună la motor și transmisie.

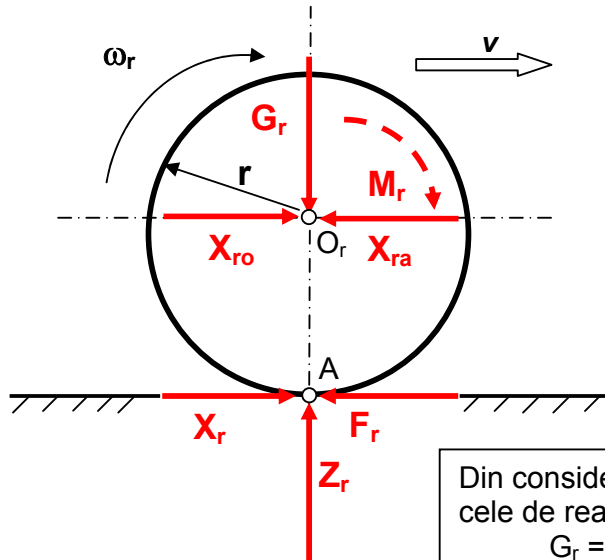
**Dezavantaje:** complicație constructivă datorită dispozitivului de rabatare și fixare ale cabinei, complicarea sistemelor de comandă a transmisiei și frânelor, acces în cabină mai dificil, descărcarea punții spate la mersul neîncărcat cu consecințe negative privind capacitatea de trecere pe terenuri cu aderență redusă.

## 1.4 PRINCIPIUL AUTOPROPULSĂRII AUTOVEHICULELOR RUTIERE

### 1.4.1 Autopropulsarea autovehiculelor pe roți

#### Ipoteze:

- se consideră roata și solul nedeformabile  $\implies$  contact punctiform;
- nu există alunecare relativă între roată și sol.

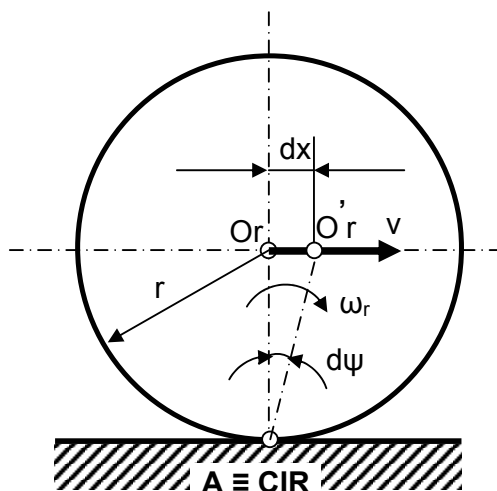


$G_r$  – sarcina pe roată  
 $Z_r$  – reacțiunea verticală a solului  
 $M_r$  – momentul motor la roată  
 $F_r$  – forța tangențială motoare  
 $X_r$  – forța de propulsie  
 $X_{ro}$  – forța de împingere asupra șasiului  
 $X_{ra}$  – reacțiunea din partea șasiului

Din considerente de egalitate între forțele de acțiune și cele de reacțiune, rezultă:

$$G_r = Z_r, X_r = F_r, X_{ro} = X_{ra}.$$

Momentul motor la roată,  $M_r$  dezvoltă forța  $F_r$  cu care anvelopa acționează asupra solului în punctul de tangență. Reacțiunea solului asupra anvelopei,  $X_r$ , constituie forța de propulsie care este transmisă în axul roții motoare asupra șasiului pe care îl împinge înainte.



Translație pe direcția de deplasare:

$$v = dx / dt. \quad (1)$$

Mișcare în jurul CIR:

$$dx = r \cdot d\psi. \quad (2)$$

Înlocuind pe (2) în (1) rezultă:

$$v = r \cdot d\psi / dt. \quad (3)$$

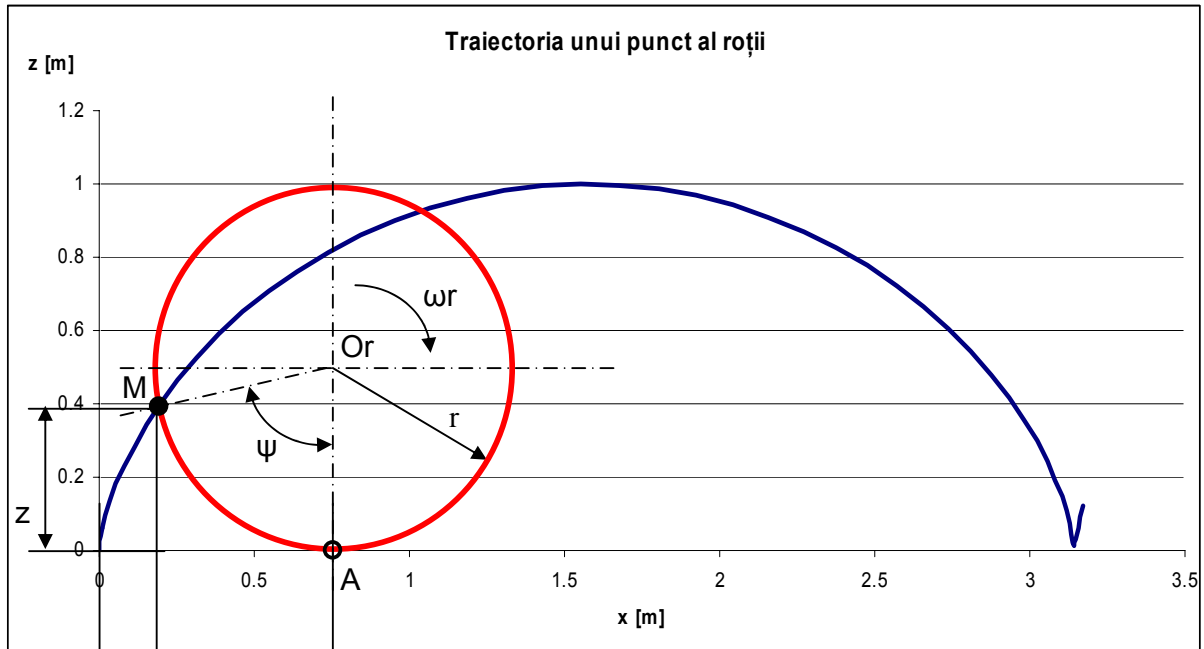
Dar, în mișcarea circulară în jurul CIR:

$$\omega_r = d\psi / dt. \quad (4)$$

Rezultă:

$$v = r \cdot \omega_r, \quad (5)$$

Deci centrul roții se deplasează cu viteza corespunzătoare rostogolirii fără alunecare a roții pe sol.



**Ipoteze:**

- Roata și solul nedeformabile;
- Nu există alunecare relativă între roată și sol

**Coordonatele punctului M:**

$$x = r \psi - r \sin \psi = r (\psi - \sin \psi);$$

$z = r - r \cos \psi = r (1 - \cos \psi)$ , unde  $\psi$  este unghiul de rotire al roții corespunzător punctului M:  $\psi = \omega_r t$ . Curba descrisă de M este o **cicloidă**.

Deci:  $x = r (\omega_r \cdot t - \sin \omega_r t)$ ;

$$z = r (1 - \cos \omega_r t).$$

Componentele vitezei punctului M sunt:

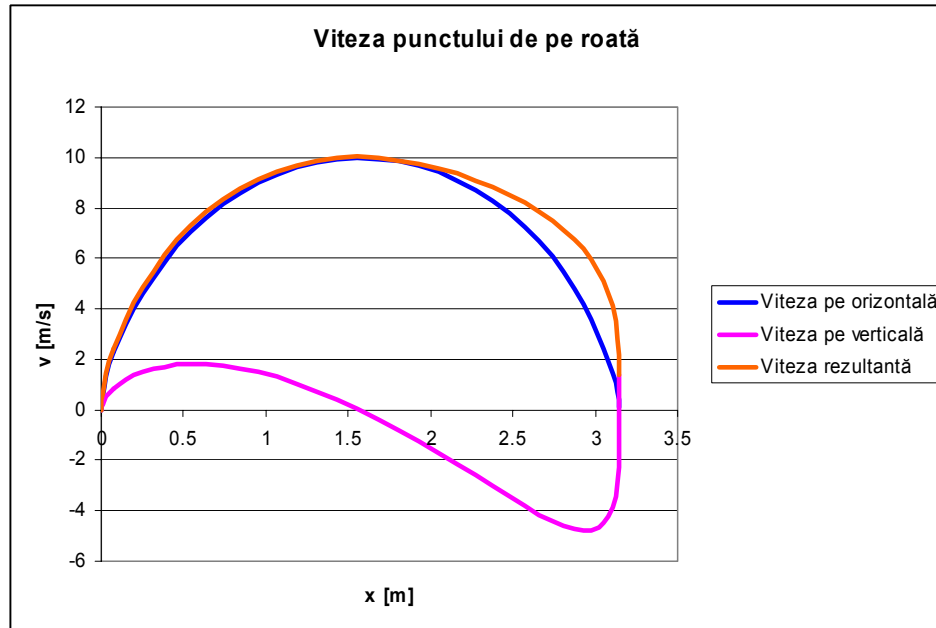
$$v_x = dx / dt = r (\omega_r - \omega_r \cos \omega_r t) = r \omega_r (1 - \cos \omega_r t) = v (1 - \cos \psi)$$

$$v_z = dz / dt = r \omega_r \sin \omega_r t = v \sin \psi.$$

$\psi$	$v_x = r \omega_r (1 - \cos \psi)$	$v_z = r \omega_r \sin \psi$
0	0	0
$\pi/2$	$r \omega_r = v$	$r \omega_r = v$
$\pi$	$2 r \omega_r = 2 v$	0
$3 \pi/2$	$r \omega_r = v$	$- r \omega_r = -v$

Viteza rezultantă este:

$$v_{rez} = \sqrt{v_x^2 + v_z^2} = v \sqrt{2(1 - \cos \psi)} = 2v \sin \frac{\psi}{2}.$$



Componentele accelerației punctului  $M$  - paralelă și normală cu drumul - sunt:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = r\omega_r^2 \sin \omega_r t; \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = r\omega_r^2 \cos \omega_r t.$$

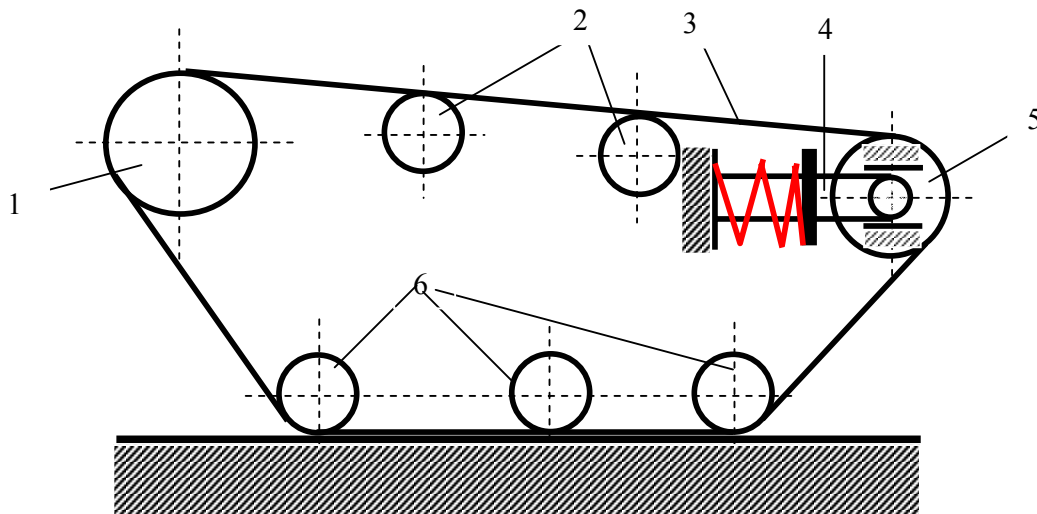
Accelerația rezultantă este:

$$a_{rez} = \sqrt{a_x^2 + a_z^2} = r\omega_r^2, \quad \text{fiind deci accelerația centripetă.}$$

## 1.4.2 Autopropulsarea autovehiculelor pe șenile

### Mecanismul șenilei

**Șenila** = bandă flexibilă închisă, prin intermediul căreia tractorul **se sprijină pe sol** și care asigură **transmiterea forței motoare** și a celei **de frânare** de la roata motoare la sol.

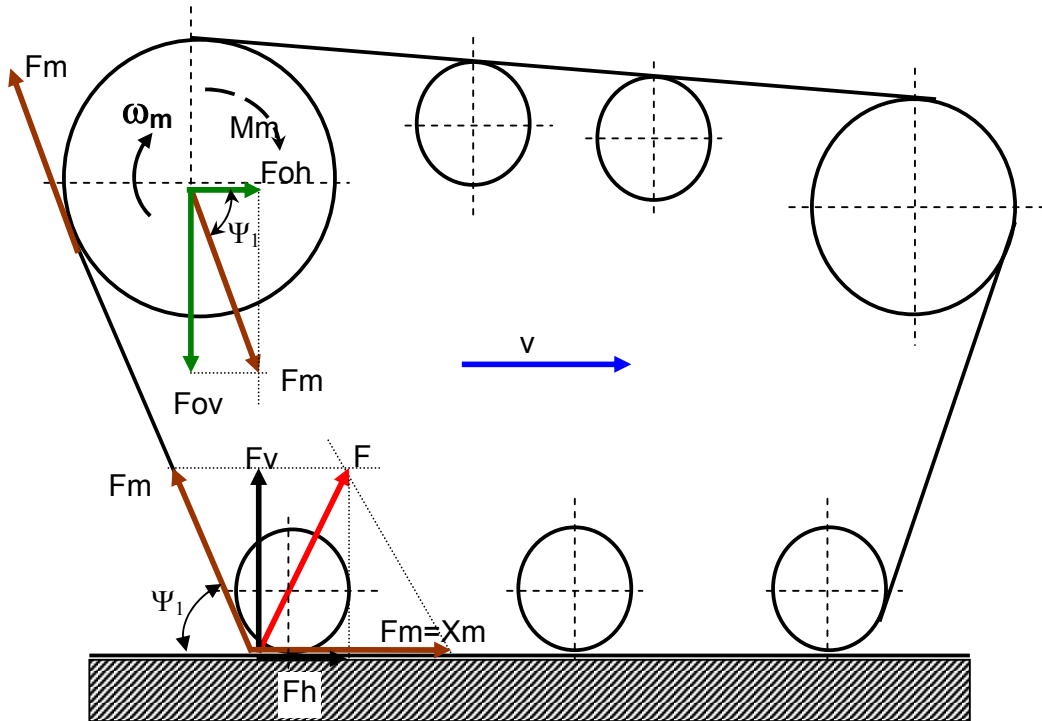


1 – roata motoare, 2 – role de susținere, 3 – șenilă, 4 – dispozitiv de întindere a șenilei, 5 – roata de întindere, 6 – role de sprijinire pe sol.



**Ipoteze:**

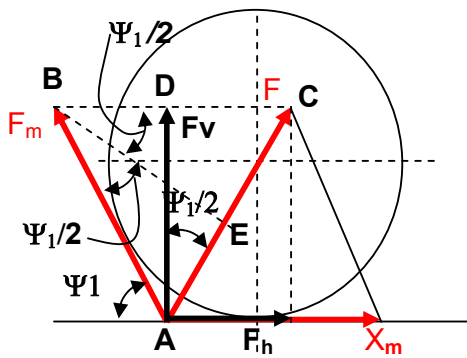
- șenila este perfect flexibilă și inextensibilă;
- pasul șenilei este infinit mic;
- suprafața căii este nedeformabilă;
- nu există pierderi mecanice în șenilă.



**Consecințe:**

$F_m = X_m$ , unde  $F_m = \frac{M_m}{r}$ ,  $X_m$  este reacțiunea solului asupra șenilei în plan orizontal, pe direcția de mers.

La roata motoare:  $F_{oh} = F_m \cos \Psi_1$ ;



La ultima rolă de sprijin:  $\vec{F}_m + \vec{X}_m = \vec{F}$ ;  
 $\Delta ABC$  – isoscel  $BC = BA$  deoarece  $F_m = X_m$ .

$$\Rightarrow F = 2F_m \sin \frac{\Psi_1}{2};$$

$$F_h = F \sin \frac{\Psi_1}{2} = 2F_m \sin^2 \frac{\Psi_1}{2};$$

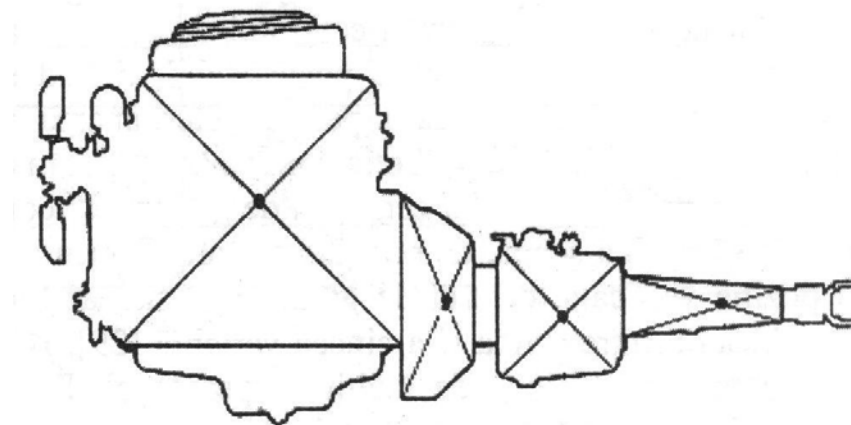
$$\sin^2 \frac{\Psi_1}{2} = \frac{1}{2}(1 - \cos \Psi_1); \quad F_h = F_m (1 - \cos \Psi_1).$$

Forța cu care mecanismul șenilei acționează asupra corpului tractorului pe direcția de mers este:

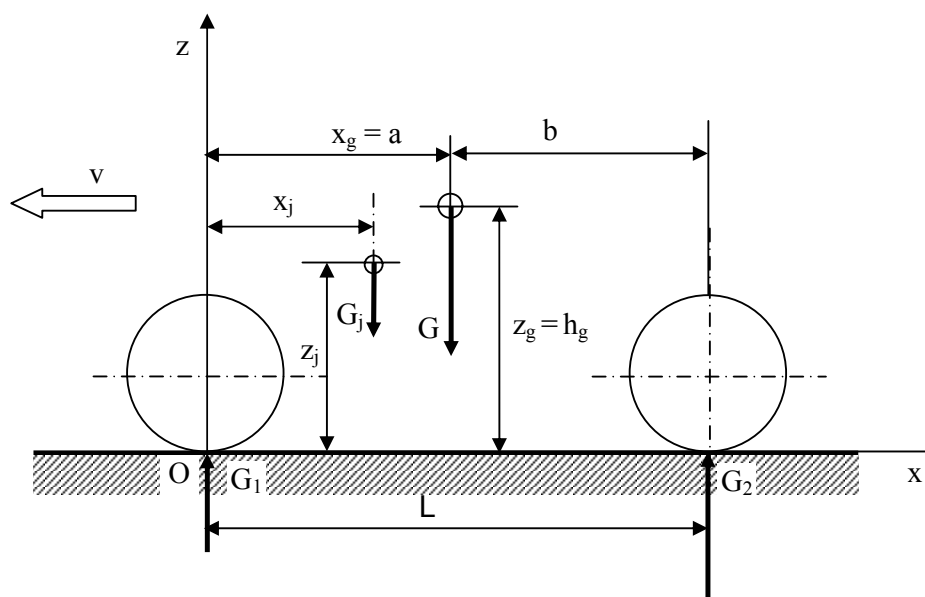
$$F_{h\text{șen}} = F_{oh} + F_h = F_m \cos \Psi_1 + F_m (1 - \cos \Psi_1) = F_m.$$

## 1.5 DETERMINAREA POZIȚIEI CENTRULUI DE GREUTATE ȘI A ÎNCĂRCĂRILOR PE PUNȚI

Pentru fiecare subansamblu se delimitează din suprafața proiecției sale laterale porțiuni care se asilează cu dreptunghiuri sau trapeze. Se consideră că pentru fiecare astfel de figură geometrică centrul de greutate se află la intersecția diagonalelor. Fiecărei figuri  $i$  se atribuie masa respectivă.



Alegând un sistem de axe de coordonate convenabil pe schița de organizare generală, se fixează poziția centrelor de greutate ale tuturor componentelor și se stabilesc coordonatele acestor centre.



Coordonatele centrului de greutate:

$$x_g = \frac{\sum x_j m_j}{\sum m_j}, \quad z_g = \frac{\sum z_j m_j}{\sum m_j}.$$