

## SISTEM HIBRID DE TRANSPORT

Autor: Liviu Giurca

### Necesitatea

Mijloacele de transport terestre au progresat în paralel o lungă perioadă de timp. Atât trenurile cât și camioanele au utilizat pe rând mașini cu abur și mai apoi motoare cu ardere internă. Locomotivele au început să-și creeze un avans, începând primele să utilizeze sisteme de propulsie hibride electrice sau hidraulice. Această diferență a fost amplificată atunci când sistemul de propulsie al trenurilor a devenit în întregime electric în vederea creșterii eficienței. Se poate spune că transportul feroviar este cu doi pași în avans în comparație cu cel rutier interurban. În mod normal, dacă evoluția în paralel continuă, camioanele și autobuzele vor deveni în viitorul cel mai apropiat de asemenea hibride sau electrice.

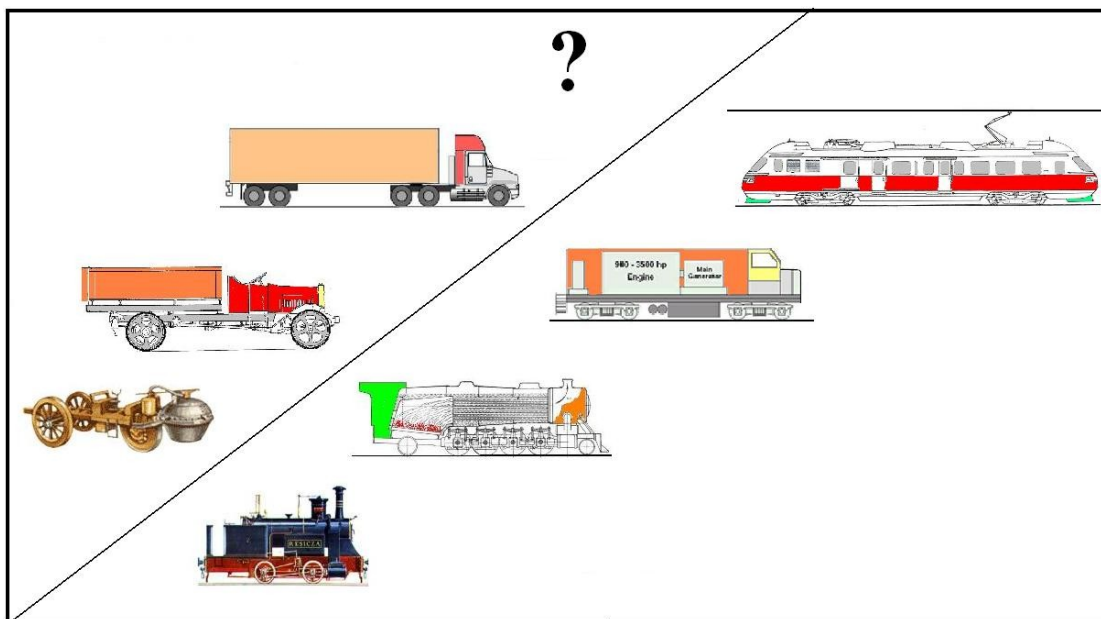


Fig. 1

### Stadiul actual

Este cunoscut faptul că, așa-zisele vehicule electrice denumite troleibuze (fig. 2) pot circula pe străzi obișnuite, în traficul urban, dar că ele sunt forțate să urmeze imperativ traiectoria impusă de sursa de aprovizionare cu energie, respectiv linia de alimentare ce conține două cabluri electrice distanțate. Acest "sistem de alimentare în mișcare" limitează viteza vehiculului la 70 Km/h și, în consecință, troleibuzul nu poate fi folosit pe șosele interurbane sau pe autostrăzi unde există

limite inferioare de viteză impuse. Este cunoscută de asemenea o soluție care poate fi denumită troleibuz "hibrid" care utilizează o UAP (unitate auxiliară de putere) folosită în special la acționarea vehiculului de la garaj până în traseu și pe unele porțiuni din drum. În acest caz, devine esențială problema punerii în legătură a troleibuzului cu liniile de alimentare de deasupra. Această operațiune este adesea foarte delicată și trebuie să fie efectuată de obicei cu vehiculul oprit. Un alt dezavantaj general al troleibuzului este limitarea libertății transversale, nu atât de strict ca la tramvai, dar care și aici creează multe probleme în cazul evitării unor obstacole laterale. Deviarea peste limite de la traiectoria impusă este soldată cu decuplarea de la liniile de alimentare. În toate aceste cazuri se creează ambuteiaje în trafic și întârzieri pentru călători.



Fig. 2

O altă soluție este reprezentată de autobuzul hibrid acționat de un motor cu celule de combustibil (fig. 3) asociat cu o transmisie electrică cu recuperare de energie la frânare. În prezent utilizarea unor celule de combustibil pentru propulsie, având 150 ÷ 200 Kw sau mai mult este atât de scumpă încât nu este interesantă din punct de vedere comercial. Rezervoarele de hidrogen pentru 50 l de lichid la 700 bari ocupă de asemenea un volum important. Un alt dezavantaj este că stațiile de alimentare cu hidrogen sunt atât de rare încât fiecare autobuz rămâne dependent practic de o traiectorie fixă pe traseul căreia se găsesc aceste stații.

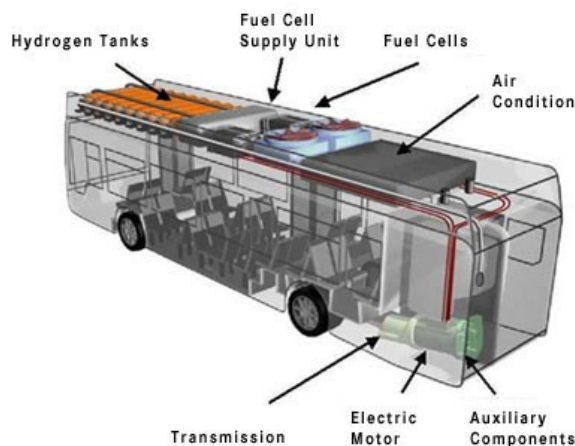


Fig. 3

Pentru a rezolva aceste probleme se propune un nou concept de vehicul hibrid, integrat unui sistem de transport hibrid, care utilizează în principal o sursă electrică de alimentare în mers și care în caz de necesitate utilizează o unitate auxiliară de putere, maximizând randamentul total. În consecință, devine realistă soluția de a integra o unitate auxiliară de putere bazată pe celule de combustibil folosită numai în cazuri de urgență. Acest grup de celule de combustibil, având puterea limitată la 50 KW este de patru ori mai ieftin și utilizează un mic rezervor de hidrogen. Pe de altă parte, în cazul în care celulele de combustibil nu sunt încă disponibile comercial se poate utiliza o mică unitate auxiliară cu motor cu ardere internă, având puterea între 100 și 150 Kw, care să funcționeze cu hidrogen sau cu GNC. Acest sistem de transport hibrid este propus ca invenție.

### **Aspecte inovative**

Inconveniente și dezavantajele sistemelor descrise anterior sunt depășite de sistemul hibrid de transport care constituie obiectul invenției prezentate. Vehiculele hibride ce utilizează acest sistem sunt destinate transportului urban și interurban, propulsia lor fiind realizată în principal pe baza energiei electrice furnizate în mișcare, în unele porțiuni, de la anumite stații electrice de încărcare. În consecință aceste vehicule funcționează în principal nepoluant și fără zgomot. Conform invenției, energia electrică livrată este stocată în anumite surse interne reîncărcabile de tip electric sau hidraulic, încărcarea acestora putându-se realiza atât în staționare cât și în mișcare. Reîncărcarea este obținută prin intermediul unui dispozitiv de încărcare mobil care face legătura între vehiculul hibrid și stațiile de distribuție amplasate de-a lungul străzilor în orașe, și/sau în fața de intersecții precum și pe autostrăzi sau șosele interurbane.

Utilizând un astfel de sistem, următoarele avantaje cumulative sunt obținute: randament ridicat de exploatare a resurselor sistemului energetic global; gama adecvată de servicii oferite cu o marjă crescută de siguranță fără evenimente de trafic accidentale; libertate completă de mișcare între două stații electrice de încărcare; optimizarea în utilizare a dispozitivelor de stocare (dimensiune relativ redusă și deci masa redusă); eliminarea cablurilor electrice din intersecții și a problemelor puse de acestea în porțiunile în care se încrucișează; libertate transversală nelimitată; preț redus al stațiilor electrice de încărcare; dimensiune mică și cost redus al UAP; garanția continuării deplasării chiar în cazul unei lipse de alimentare cu energie electrică, cel puțin pe durata permisă de funcționare cu combustibilul alimentat de la bordul vehiculului.

### **Descrierea soluției**

Sistemul hibrid de transport descris mai sus poate fi utilizat în principal pentru autovehicule rutiere dar anumite părți din el pot de asemenea fi utilizate la vehiculele feroviare, tramvaie, vehicule subterane și prin modificări adecvate la vehicule navale.

În transportul rutier sistemul poate fi utilizat pentru autobuze urbane sau interurbane, camioane sau alte tipuri de vehicule, fără discriminare. Acest sistem hibrid folosește în principal o sursă externă de putere electrică pentru a încărca un dispozitiv de stocare (electric, hidraulic sau mecanic) ce alimentează o

transmisie regenerativă, respectiv de tipul care realizează recuperarea energiei de frânare. Vehiculele sunt încărcate în principal când sunt aflate în mișcare de la o rețea continuă sau întreruptă.

O descriere sumară a sistemului se face în Fig. 4.

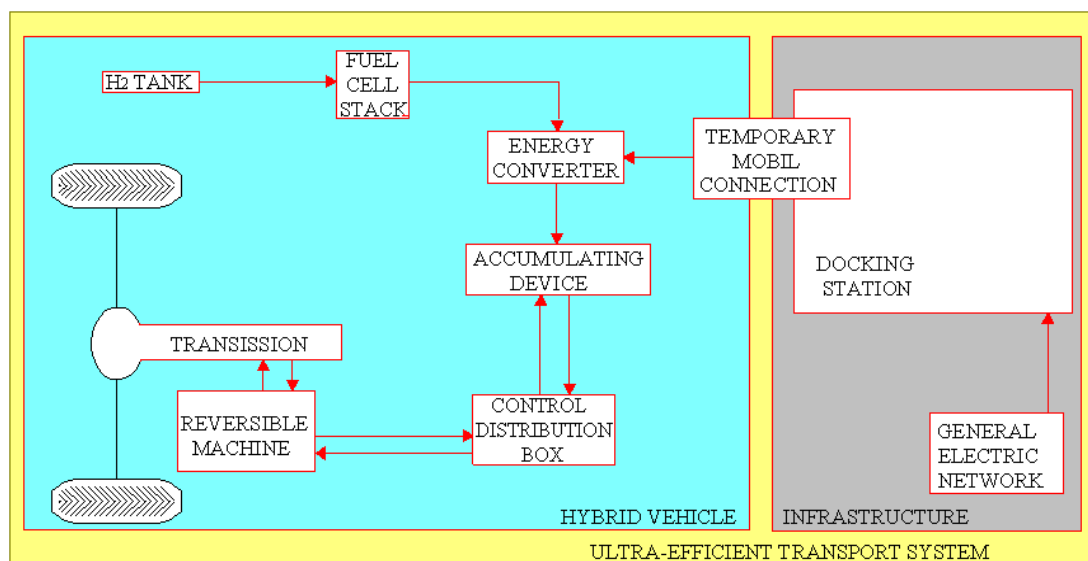


Fig. 4

Sistemul hibrid de transport, conform cu această invenție are două componente principale, respectiv infrastructura și vehiculele hibride care o utilizează. Infrastructura de alimentare cu energie este constituită ca o singură linie situată deasupra vehiculelor ce o utilizează, conținând ambele polarități (fig. 5) și care poate avea o structură continuă sau întreruptă numită stație electrică de încărcare.

Principala sursă de putere este reprezentată de un dispozitiv de stocare încărcat periodic de un dispozitiv de încărcare mobil cuplat din timp în timp cu stația electrică de încărcare situată în zona de urcare a pasagerilor, pe străzile din oraș sau înainte de fiecare intersecție semaforizată precum și în general, pe șosele și autostrăzi dedicate. Energia acumulată este furnizată apoi unei transmisii regenerabile ce utilizează cel puțin o mașină reversibilă, cuplată direct la roți sau prin intermediul diferențialului. Cantitatea de energie furnizată de către sistemul de propulsie hibrid este suficientă pentru a acționa vehiculul hibrid pe distanța dintre două stații electrice de încărcare. Energia recuperată la frânare este utilizată, în următoarea fază de accelerare. Sistemul folosește ca o soluție de depanare, sau în lipsa stațiilor electrice de încărcare un mic pachet de celule de combustibil (sau un motor depoluat cu ardere internă) asociate cu aceeași transmisie regenerativă. Această sursă secundară cu putere limitată este folosită exclusiv în afara rutei de transport obișnuite.

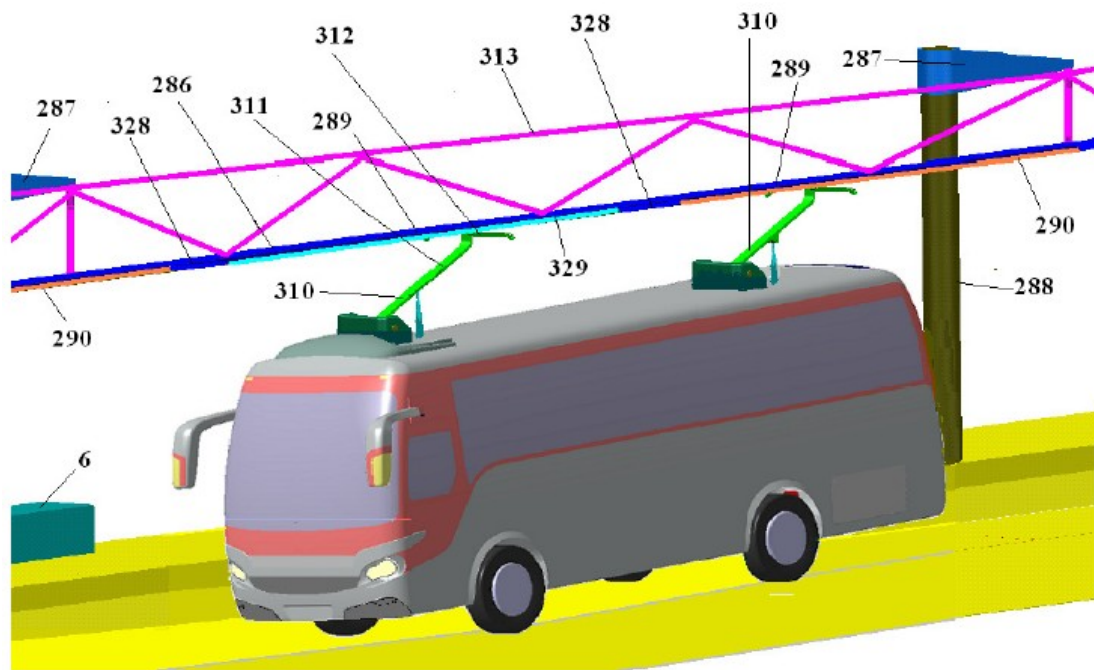


Fig. 5

Și autostrăzile sau șoselele obișnuite pot fi dotate cu un sistem de furnizare de energie electrică utilizat pentru propulsia vehiculelor aflate în mișcare dar și pentru încărcarea concomitentă a dispozitivelor de stocare de pe acestea. Aceste autostrăzi pot fi relativ ușor și ieftin electrificate, în conformitate cu prezenta propunere.

Întregul sistem de alimentare este constituit în principal dintr-o linie de alimentare sprijinită din loc în loc de piloni, întreruptă sau nu de ieșirile de pe șosea. Această șosea modificată poate fi ușor utilizată de către vehicule hibrid construite conform invenției dar și de vehiculele non-electrice convenționale. Datorită faptului că simultan cu deplasarea se face și încărcarea dispozitivelor de stocare nu există nici un moment de întrerupere. Sarcina de a livra energie este preluată în mod automat de dispozitivele de stocare, până în momentul în care alimentarea de la rețea este restabilită.

Când vehiculul hibrid este exploatat în afară zonei de acoperire a stațiilor electrice de încărcare, dispozitivul de încărcare mobil este retras în interiorul vehiculului hibrid.

Sistemul propus poate fi utilizat și de camioane sau de alte autovehicule cu traseu preponderent interurban (fig. 6).

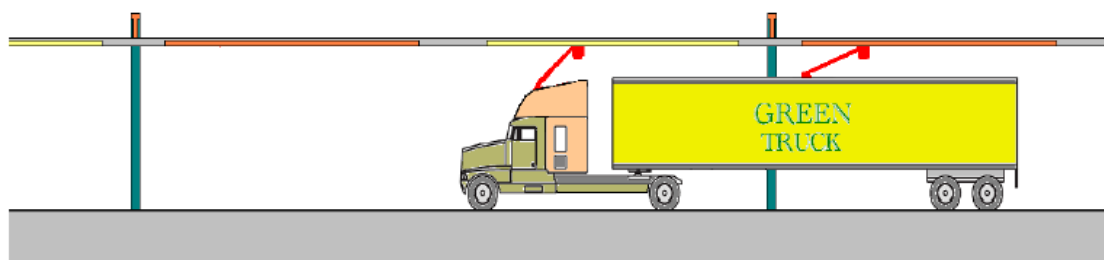


Fig. 6

În figurile 7, 8 și 9 sunt prezentate principalele trei modalități de operare ale vehiculului hibrid descris anterior:

- În zone cu infrastructură complet adaptată (fig. 7);
- În zone cu infrastructură parțial adaptată (fig. 8);
- În zone cu infrastructură neadaptată (fig. 9).

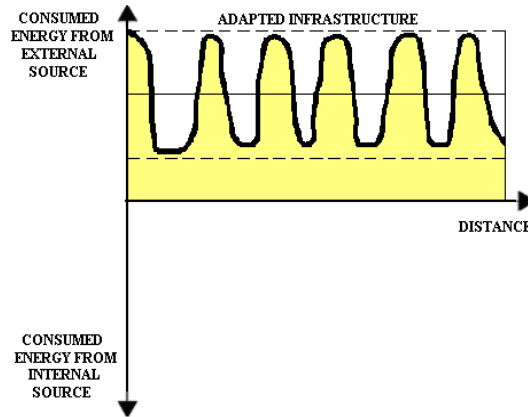


Fig. 7

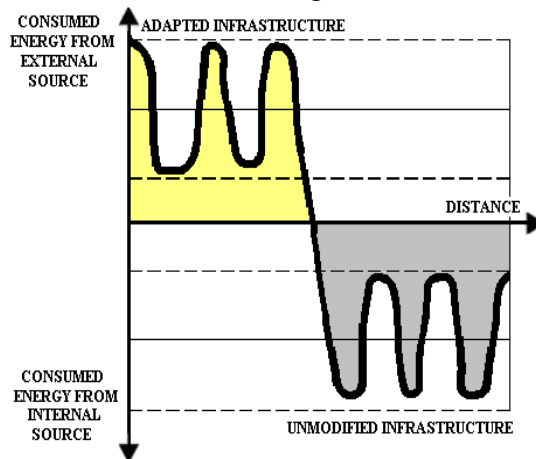


Fig. 8

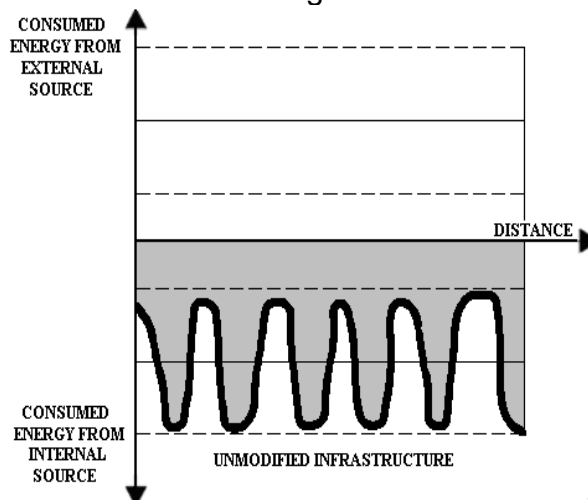


Fig. 9

Se poate observa că aceste vehicule hibride pot fi exploatate în toate zonele, dar este preferabil ca ele să fie utilizate în zone cu infrastructură adaptată. Aceasta invenție propune de asemenea ca supervizarea funcționării întregului sistem, respectiv al propulsiei vehiculului să fie parțial sau în întregime automatizată prin utilizarea unei unități de control electronic (UCE) care să stocheze caracteristicilor tuturor elementelor sistemului de propulsie. UCE primește informații de la diverși senzori specifici și monitorizează condițiile de încărcare ale dispozitivelor de stocare. De asemenea primește informații de la un pachet de senzori, eventual care utilizează telemetria, pentru a detecta proximitatea stațiilor electrice de încărcare și a matematiza comenzile date de conducătorul auto. O parte din semnalele recepționate pot proveni de la senzori inductivi situați sub sosea și care pot fi parte integrantă a unui sistem de control al traficului. Toate aceste semnale sunt utilizate pentru activarea diverselor cuplaje și dispozitive ale vehiculului.

## **Avantajele sistemului**

### **A)Ca sistem de transport în general:**

Acest concept creează posibilitatea de a realiza, în prezent (nu mâine), și pe scară largă un sistem de transport de mărfuri și de pasageri de înaltă eficiență și având poluare zero. Acest sistem de transport poate fi utilizat atât în oraș cât și pe autostrăzi. Sistemul de încărcare nu este influențat de vreme ostilă și poate lucra la toate latitudinile. Este un sistem care nu crește poluarea electromagnetică în interiorul vehiculului sau în zona exterioară. Sintetizând sistemul hibrid de transport expus prezintă un număr de avantaje importante și anume: compatibilitatea cu tehnologiile actuale, efortul redus de adaptare al actualei infrastructuri, consumul redus de energie, realizarea unui nivel de poluare zero în condiții normale, costurile mai mici de operare pe durata de exploatare.

1. Compatibilitatea cu tehnologiile actuale. Toate tehnologiile utilizate pentru a dezvolta acest nou sistem sunt bine cunoscute și sunt deja utilizate separat în diferite aplicații. Unele vehicule hibrid deja construite pot servi ca baza de dezvoltare. Cu câteva mici modificări sistemele lor de propulsie pot fi transformate în vederea îndeplinirii cerințelor noului sistem hibrid de transport.

2. Efortul redus de adaptare al actualei infrastructuri. Infrastructura utilizată în prezent poate fi ușor modificată pentru a putea fi utilizată de noile vehicule hibride. După conversie, aceasta infrastructură rămâne compatibilă cu vehiculele nemodificate și poate fi utilizată și de acestea.

3. Consumul redus de energie. Randamentul total al sistemului de propulsie hibrid propus este egal cu produsul câtorva factori, dar este similar cu cel al troleibuzului sau tramvaiului. Această valoare este superioară randamentului unui vehicul care utilizează exclusiv celule de combustibil și care este considerat cel mai avansat mijloc de transport în acest moment. Sistemul de recuperare al energiei de frânare poate ajunge la o eficiență totală de până la 70%.

4. Emisii zero. În condiții normale de lucru este un vehicul cu emisii zero dacă energia electrică folosită provine din surse regenerabile. Emisiile de gaze cu efect de seră, considerate a contribui la încălzirea globală, sunt complet eliminate. În consecință, se poate estima că reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub> este de circa 180 Kg/zi în cazul autobuzului urban.

5. Costurile mai mici de operare pe durata de exploatare. Acest sistem hibrid prezintă costuri de exploatare mai mici din cauza reducerii solicitărilor componentelor mecanice (în special la sistemul de frânare).

Alte avantaje ale acestui sistem sunt nivelul scăzut de zgomote și vibrații (care reduce nivelul de poluare sonoră a mediului) și posibilitatea de a recicla cu ușurință părțile componente la sfârșitul duratei de viață. În tabelul 1 este prezentată o comparație între diferite tipuri de mijloace de transport urban.

Table 1

No.	Type of urban transport	Technology cost	Pollution level	Efficiency	Infrastructu-re cost	Recyclability	Score
1	Diesel urban bus	+	--	--	+	0	--
2	Tramway	--	++	++	--	0	0
3	Electric Diesel hybrid urban bus	-	+	+	+	--	+
4	Hybrid urban bus with charging possibility	-	++	++	-	0	++

### **B) Ca soluție propusă pentru a înlocui troleibuzul:**

1. Dispozitivul de încărcare mobil poate fi cuplat în condiții de siguranță inclusiv la mare viteză (chiar și la 100 km/h sau peste) și deci vehiculul hibrid nu va trebui să fie oprit pentru a realiza această operație. În consecință acest vehicul nu va mai produce blocări ale traficului. În plus va putea ocoli obstacolele întâlnite fără riscul rămânerii fără energie.

2. Viteza de deplasare nu este limitată. În consecință, vehiculele descrise pot fi utilizate și pe șosele interurbane sau autostrăzi amenajate acestui scop.

3. Folosind o singură linie de alimentare, fără încrucișări în intersecții rețeaua electrică este simplificată la maxim, iar costul ei va fi redus.

4. Noul concept permite un plus de flexibilitate deoarece vehiculele respective pot evolua și în afara traiectoriei impuse de amplasarea stațiilor electrice de încărcare.

### **C) Ca o soluție alternativă reală la sistemul de propulsie interurban (transcontinental) al camioanelor:**

1. Acest concept propune o alternativă reală la sistemul de propulsie a vehiculelor grele. Și în acest caz nu este necesar un număr ridicat de experimente, respectiv un timp îndelungat, pentru a dezvolta un astfel de sistem, deoarece toate componentele sunt deja utilizate separat în unele aplicații.

2. Consumul energetic raportat la km este mult diminuat și costurile specifice vor fi scăzute.

3. Menține aceeași flexibilitate reală ca și sistemul de transport bazat pe camioanele diesel actuale.