

SEGWAY-PERSONAL TRANSPORTER

Cristian Haiducu

Departamentul Inginerie electrică, Grupa-ISEM-211, Facultatea energetică și Inginerie electrică,
Universitatea Tehnică a Moldovei, or. Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Cristian Haiducu cristian.haiducu@ie.utm.md

Rezumat. Scuterul electric Segway este bazat pe un sistem de auto-balansare adică folosește un pendul inversat care a fost împrumutat inițial de la scaunul cu roțile iBot (Fig. 2). Acest scuter este o combinație dintr-o serie de senzori, unități de control, baterii de ultimă generație care ulterior este propulsat de un motor electric ce generează și emit o capacitate de până la 2 cai putere fără să elimine CO₂ în atmosferă. Creierul acestuia este compus din două unități de control amplasate în caroseria vehiculului care includ 10 microprocesare independente ce oferă feedback instantaneu.

Cuvinte cheie. sistem de propulsie, motor electric, baterie de acumulator, sistem de balansare, microprocesor

Introducere.

Scuterul electric Segway-ul este un transport personal cu două roți paralele, cu o baterie de acumulatori, cu autoechilibrare, care a fost inventat de americanul Dean Kamen Fig. 1, Fig. 2. Acest scuter cu două roți paralele este similar pendulului inversat, așezat pe un cărucior în mișcare. Pendulul inversat în mișcare este un sistem dinamic instabil. Dar, printr-un colosal de circa 600 patente, Dean a reușit să creeze un sistem complex care asigură stabilitatea dinamică a scuterului electric, bazat ultimele realizări ale electronicii de putere, microprocesoarelor, tehnologiilor informaționale și de propulsie electrică.

A folosit un calculator pentru controlul separat al motorului și giroscopului al fiecărei roți, ceea ce a permis menținerea poziției verticale, schimbarea direcției și a vitezei în funcție de mișcările corpului pasagerului.



Figura 1. Prezentare scuter Segway



Figura 2. Prezentarea caruciorului iBot

Scuterul electric Segway a provenit dintr-o problemă mondială care consta din incapacitatea persoanelor aflate în scaunul cu roțile de a ridica scările, dar inventatorul și omul de afaceri american Dean Kamen a creat primul scaun cu roțile ce avea la bază principiul pendulului inversat. Apoi în decembrie 2001 a fost lansat pe piața internațională primul și unicul scuter electric cu auto-balansare numit Segway Human Transporter. În primii ani de la lansare compania a reușit să vândă aprox.40.000 de scutere. Această invenție a avut un impact atât de colosal la dezvoltarea mijloacelor individuale de transport, încât inventatorul primului PC Steve Jobs spunea, că semnificația Segway-ului este similară cu cea a calculatorului personal.

1. Structura generala a scuterului SEGWAY

Un modul senzor (Balance Sensor Assembly “BSA”), care include un giroscop și o măsură de accelerație și generează semnalul pentru comenzile de frânare și accelerare. Modulul cuprinde două sisteme redundante care sunt controlate, respectiv, de diferite unități de control și oferă date suficiente pentru a conduce și echilibra. Mai are două unități de control (Control Unit „CU”) și două motoare electrice fără perii.

Modulul senzor cuprinde un cub mic de aproximativ 7.6 cm lungime ce conține cinci senzori de măsurare a vibrațiilor și înfășurării inelului fix (giroscoape) care folosesc efectul Coriolis pentru a măsura viteza de rotație. Aceste inele minusculare sunt aduse la vibrație electromecanică. Când sunt rotite, se generează o cantitate mică de putere, prin care se măsoară electronica senzorului intern. Computerul de bord al Segway-ului compară continuu informațiile de la toate cele cinci giroscoape și măsoară dacă oricare dintre cei cinci senzori furnizează date defecte. Două inclinometre care sunt umplute cu fluid electrolit oferă informații despre gravitație

2. Sistemul de propulsie

Motoarele Segway sunt unice din multe puncte de vedere. Produse de Pacific Scientific, acestea sunt cele mai puternice motoare care au fost produse vreodată în clasa lor de greutate și dimensiune. Ambele motoare necesită 330 de wați pentru funcționare continuă și produc o performanță maximă pe timp scurt, de până la 4 cai putere. Magneții sunt alcătuiți dintr-un metal extrem de puternic și de pământ rar: Neodim-Fier-Bor. Fiecare motor este echipat cu două înfășurări independente, din care sunt conduse fiecare dintre propriile plăci de circuite. În condiții normale de utilizare, înfășurările funcționează paralel între ele și împart sarcina de lucru. În cazul unei defecțiuni, motorul dezactivează înfășurarea defectuoasă și o controlează pe cea rămasă pentru a menține controlul asupra Segway-ului până când acesta este oprit. Motorul calibrează cu precizie ieșirea de la până la 8000 de rotații pe minut, ceea ce permite un nivel de putere foarte ridicat într-un interval scurt. Prin măsurarea poziției magneților, senzorii redundanți, fără contact și analogici oferă feedback de la motor către unitățile de control. Axa motorului este singura parte mobilă.

Cutia de viteze Segway PT, o dezvoltare comună de la Axicon Technologies și Segway, este mai comparabilă cu un ceas de precizie elvețian decât cu un scuter tradițional. Un sistem în două trepte oferă o reducere de viteză 24: 1 care permite funcționarea motorului la un nivel de viteză puternic și eficient pe întreaga gamă de viteze a Segway PT. Fiecare treaptă a angrenajului este tăiată într-un profil în formă de spirală și acest tip de conexiune minimizează zgomotul și crește sarcina maximă admisă. Inginerii Segway au dezvoltat dinții angrenajului astfel încât sunetele care apar să se afle la exact două octave muzicale una de cealaltă. Când Segway se mișcă, face muzică mai degrabă decât zgomot.

Michelin a fost primul partener în dezvoltarea Segway. Anvelopele Segway-ului au fost dezvoltate special pentru acest vehicul și folosesc un compus unic de dioxid de siliciu în locul materialului pe bază de carbon folosit în mod tradițional. Anvelopele sunt montate pe o roată, roțile sunt compuse dintr-un material termoplastice întărit din fibră de sticlă foarte dezvoltat, care a fost ales împreună cu GE Plastics. Materialul compozit permite greutatea nominală și o durabilitate excelentă, reducând în același timp zgomotul de la sistemul de propulsie.

Noile modele Segway PT sunt asamblate cu baterii saphion litiu-ion. Raza de acțiune este mărită în timp, iar timpul de încărcare este redus. Raza de acțiune este mărită on timp ce timpul de încărcare este redus. Fiecare acumulator cuprinde un compus de celule de înaltă performanță și o placă de circuit special dezvoltată care monitorizează permanent temperatura și tensiunea bateriilor din diferite poziții. Proprietarul de Segway PT nu trebuie să se gândească la sincronizare pur și simplu conectați-l și restul se întâmplă automat. Bateria oferă o rază de acțiune de aproximativ 40 km dintr-o încărcare completă.

3. Sistemul de balansare:

La baza sistemului de balansare a scuterului Segway este pendulul inversat. Pendulul inversat constă dintr-un pendul care are centrul său de masă deasupra punctului de pivotare. În mod inerent, acest pendul este instabil. Pentru a rămâne în poziția verticală care îl definește, pendulul trebuie să fie echilibrat în mod activ.

Pentru a înțelege mai bine sistemul de balansare, trebuie să analizăm să proiectăm și să implementăm o buclă de reglare pentru pendulul inversat conform schemei

4. Sistemul de control cu microprocesor

Unitatea de control este alcătuită dintr-o placă de circuit ce este echipată cu un procesor de semnal Texas Instruments care monitorizează întregul sistem Segway și verifică de 100 de ori pe secundă orice defecțiune sau alte condiții care necesită o reacție imediată. Acesta citește informațiile de la senzorii de echilibru pentru a determina dacă șoferul se aplecă înainte sau înapoi. Placă este conectată la circuitele electrice ale ambelor motoare și în condiții normale de funcționare, puterea de procesare este împărțită.

Microprocesoarele utilizează un software avansat care dirijează vehiculul. Programul monitorizează toate informațiile care revin de la senzorii giroscopici și ajustează în consecință viteza motoarelor electrice.

Unde sunt utilizate și câte modele sunt?

Întrebarea nu necesită un răspuns complicat. Scuterele electrice pot fi utilizate pe larg în orice industrie, hangare, aeroporturi, terenuri accidentate sau doar pentru a vizita locurile turistice.

Cel mai clasic și larg utilizat este primul model - **Segway PT i2 SE**, acesta oferă mobilitate perfectă concepută pentru viața de zi cu zi. Aluneci rapid și ecologic în interior sau în aer liber, cu o viteză de până la 20 km/h, fără să-ți faci griji pentru un loc de parcare. Abia după puțin sub 40 de km va trebui să alimentezi scuterul la o priză electrică convențională. Acest lucru vă va costa mai puțin de 10 dolari per încărcare completă. Un alt model este **Segway PT x2 SE** conceput ideal pentru off-road și terenuri accidentate, de asemenea este echipat cu anvelope pentru toate terenurile de joasă presiune, aripi robuste, baterii Saphion Litiu-Ion de înaltă performanță. Ultimul dar nu cel din urmă este **Segway Ninebot KickScooter**- scuterul exact pentru căutarea unui mod de transport inteligent și eficient, acesta vine licență pentru stradă iar absorbția șocurilor din față și spate oferă confort maximal șoferului. Ultimul și cel mai dotat scuter este **Segway Patroller** - este ideal pentru operațiuni de securitate eficiente Patroller este soluția rapidă și flexibilă pentru forțele de securitate și serviciile de supraveghere, reducând și timpul de răspuns imediat al acestora.

Starea actuală a scuterului Segway:

Când Segway a ajuns pe piață, la începutul anului 2002, Kamen a prezis vânzări viitoare de 10.000 de unități pe săptămână - jumătate de milion pe an. Cu toate acestea, până la sfârșitul anului 2008, fuseseră vândute doar 30.000 de scutere Segway. Deși a funcționat așa cum s-a anunțat, Segway a suferit din cauza prețului de 4.900 de dolari și a unei imagini publice proaste. Acesta a fost prezentat ca recuzită comică în filmul "Paul Blart: Mall Cop", ceea ce i-a adus o imagine de "jucărie pentru tocilari". În 2003, președintele George W. Bush a fost filmat în timp ce cădea de pe unul dintre ele, iar în 2010, proprietarul corporației Segway, James W. Heselden, a murit după ce și-a condus accidental scuterul de pe o stâncă de 10 metri, aterizând într-un râu. După o dispută privind încălcarea unui brevet în 2015, Segway Corporation a lui Kamen a fost cumpărată de rivalul său chinez Ninebot. Cele două companii au anunțat atunci că se unesc în cadrul unei "alianțe strategice" pentru a dezvolta trotinete electrice mai puțin costisitoare, folosind tehnologia de autoechilibrare a Segway. Ninebot a început în curând să vândă mai multe modele de scutere marca Segway la prețuri de 1.000 de dolari sau mai mici.

Concluzii:

Importanța creării acestui vehicul a fost de a oferi o balansare plăcută și sigură pasagerului indiferent de drumul sau condițiile acestuia. Cu toate că folosește aceeași tehnologie de echilibru ca și predecesorul său iBot este o invenție apreciată la nivel internațional. Însă problema care o confruntă în ultimul timp este prețul extrem de ridicat dar și greutatea acestuia nu satisface piața mondială. Din cauza acestor minusculare dar importante dezavantaje a acestuia, el nu are viitor mai departe, dar a inspirat și a servit drept model pentru noile aparate cu auto-echilibrare cum ar fi trotinetele Fig.3 sau skateboard-ul Fig.4.

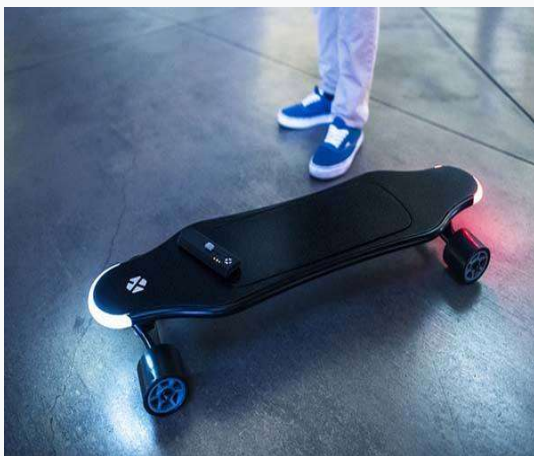


Figura 4. Skateboard



Figura 3. Trotineta

Mulțumiri

Sincere mulțumiri dl. conf. univ. Nuca Ilie pentru suportul acordat la realizarea articolului.

Referințe:

1. <http://www.segway.ch/en/infos/funktionsweise.php>
2. <http://www.segway.ch/en/produkte/index.php>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Segway_Inc.#:~:text=Independent%20years-.Segway%20Inc.,to%20customers%20in%20early%202002.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Dean_Kamen
5. <https://greatlakessegway.com/product/lithium-ion-battery/>
6. <http://www.segway.ch/en/infos/technologie.php/>
7. <https://www.slideshare.net/anamarialupu7/pendulul-invers-analiza-proiectare-implementare>
8. https://www.researchgate.net/publication/253916862_Design_and_Implementation_of_an_Experimental_Segway_Model