

DEZVOLTAREA UNUI STEPPER CU MECANISM DE REGLARE AUTOMATĂ A ÎNĂLȚIMII DESIGN OF A STEPPER WITH AUTOMATIC HEIGHT ADJUSTMENT MECHANISM

DÎSCĂ Simona, BERINDE Adela, BARBU Giorgiana

Facultatea: Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Specializarea: Ingineria și Managementul Proiectelor Complexe, Anul de studii: I, e-mail: discasimona94@gmail.com

Conducători științifici: Conf. dr. ing. Bogdan ABAZA, Conf. dr. ing. Camelia STANCIU

In this study, a mechanism for the automatic adjustment of the height of a stepper was designed, analyzed and optimized. A top-down approach has been used, from general to particular, taking into account the need of the people to do exercises using a stepper and their need to adjust the height. Starting with a simplified analysis of the working mechanism of a stepper, the study continued with a thorough study of the reliability of the proposed mechanism. The result was the development of a CAD model of the assembly, the establishment of the material used for the components, and the finite element analysis of the important parts of the mechanism. As a result of the corrections and modifications applied on the CAD model, the study was completed with the choice of the optimal technical solution.

CUVINTE CHEIE: dispozitiv, utilizator, optimizare, calcule rezistența mecanică

1. Introducere

Prezentul studiu a fost dezvoltat în cadrul semestrului II din anul I având drept scop îmbunătățirea unui echipament sportiv existent, și anume stepper-ul. Interesul din ce în ce mai crescut al persoanelor pentru un stil de viață sănătos, reflectat în creșterea numărului de abonamente la sălile de sport și centrele de sănătate, a reprezentat motivația principală. Stepper-ul este un aparat de exerciții fizice care permite simularea mișcării efectuate atunci când urcăm scările. El permite utilizatorului să-și antreneze diferite grupe de mușchi, individual sau concomitent, prin efectuarea mai multor tipuri de exerciții.

Dezvoltarea unui produs nou este un proces complex, care poate fi divizat în două părți : analiza pieței și conceperea efectivă a produsului. În cadrul analizei de piață s-au definit nevoile utilizatorilor, s-au identificat principalii concurenți și gama de produse oferită de aceștia, și a fost ales clientul țintă pentru produsul nostru. După finalizarea acestei etape a urmat proiectarea mecanismului, care a constat în studiul forțelor statice și dinamice, al compatibilității cu celelalte subsansambluri din mecanism, încheindu-se cu verificarea standardelor și cerințele de fabricare. Pentru finalizarea acestei etape s-a utilizat software-ul de tip CAD Inventor 3D.

2. Analiza nevoii

Prima etapă în dezvoltarea unui produs este cea de a înțelege ce își dorește clientul și cum se reflectă aceste dorințe în caracteristicile/funcțiile noului produs. Pentru a avea o imagine cât mai clară a asupra nevoii consumatorilor, a fost aplicat un chestionar unui eșantion de 30 de persoane, care dețineau sau foloseau stepper-ul în cadrul orelor de fitness. În urma interpretării rezultatelor obținute au fost identificate ”nevoile exprimate” ale utilizatorilor, și au fost definite ”nevoile caracteristice” aferente. Acestea sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Analiza nevoii

Nevoie exprimată	Parametru	Valoare
Vreau să fie rapid de reglat	Timp	10 secunde
Vreau să fie ușor de reglat	Mecanism	Acționare cu manetă/ buton

DEZVOLTAREA UNUI STEPPER CU MECANISM DE REGLARE AUTOMATĂ A ÎNĂLȚIMII

Vreau să fie rezistent	Greutate	1471.5 N
Vreau să fie ușor	Masă	7.39 kg
Vreau să fie ușor de depozitat	Volum	640 x 300 x 200 mm
Vreau să fie reglabil	Înălțime	100- 200 mm
Vreau să nu alunec	Material	Cauciuc

Din tabelul de mai sus s-au extras parametrii specifici necesari în proiectarea noului model de stepper.

3. Analiza pieței

După ce s-au stabilit așteptările utilizatorului de la produs, a urmat creionarea unei imagini cât mai calre a pieței în care urmează să fie lansat produsul. Acest lucru s-a realizat prin studierea gamei de steppere existente în prezent pe piață, a principalilor producători de steppere și prin definirea clientului țintă pentru produsul nostru. În urma acestei analize s-au stabilit materialele de construcție ale stepperului și țările unde se va plasa noul produs.

3.1. Segmentarea pieței

Activitatea de împărțire a pieței potențiale într-un număr de segmente de piață, fiecare având trasături și necesități similare, reprezintă o etapă importantă în lansarea unui nou produs pe piață. Cele mai frecvente criterii de segmentare sunt de regulă: vârsta, sexul, regiunea geografică, religia, nivelul de instituționalizare, etc.

S-au analizat segmentele de piață posibile pentru produsul dezvoltat din punct de vedere:

- geografic
- al fizionomiei clientului
- al potențialilor clienți

În urma analizei s-a observat că Europa încasează cei mai mulți bani din abonamente: 35 bilioane dolari. Prin urmare aceasta reprezintă principala piață de desfacere pentru produsul propus. De asemenea în urma analizei pe țări s-a observat că Germania are cel mai mare număr de locuitori, dar raportat la numărul de săli se poate observa că Anglia are ponderea cea mai bună urmată de România. Prin urmare țările de interes sunt: Anglia, România și Germania.

Tabelul 2. Analiza fizionomiei populației pe țări [6], [7]

		România	Anglia	Germania	Franța	Rusia	Norvegia	Austria
Gradul de obezitate (%)	F	24.9	28.8	25.6	24.6	18.1	-	24.4
	B	25.7	28.8	27	26.1	26.9	-	26.5
Media înălțimii (m)	F	1.63	1.62	1.66	1.65	1.66	1.67	1.80
	B	1.75	1.76	1.78	1.80	1.77	1.80	1.68

După cum s-a menționat mai sus țările de interes sunt: România, Anglia, Germania. Media de înălțime în aceste trei țări este aproximativ identică prin urmare produsul dezvoltat va păstra cele 3 nivele standard de înălțime regăsite la produsele actuale de pe piață. După cum se poate observa cel mai mare grad de obezitate se înregistrează în Anglia, acest lucru ducând la modificarea greutății maxime suportate de stepperele actuale.

Pentru alegerea clientului țintă s-a aplicat analiza multicriterială pentru ierarhizarea potențialilor clienți. Ca și potențiali clienți s-au considerat: persoanele fizice, sălile de fitness, centrele de recuperare medicală și hotelurile. Criteriile de evaluare luate în calcul au fost:

- Buget (B)

DEZVOLTAREA UNUI STEPPER CU MECANISM DE REGLARE AUTOMATĂ A ÎNĂLȚIMII

- Interes (I)
- Frecvența utilizării (FU)
- Spațiu de depozitare (SD)
- Usurința utilizării (UU)

În urma analizei multicriteriale a rezultat următoare ierarhizare a potențialilor clienți:

- I. Sălile de fitness
- II. Centrele de recuperare medicală
- III. Persoane fizice
- IV. Hoteluri

Prin urmare sălile de fitness sunt clientul țintă.

3. Soluția tehnică

În cadrul acestei lucrări, s-a urmărit dezvoltarea soluției care să răspundă cel mai bine la nevoile prezentate. S-au propus, analizat și dezvoltat două soluții tehnice concurente. Ambele soluții au la bază un mecanism telescopic. Prima soluție este reprezentată de un dispozitiv de înălțare cu acționare manuală, iar cea de a doua soluție tehnică este un dispozitiv automat.

4.1. Dispozitiv manual pentru reglarea înălțimii stepper-ului

Modul de funcționare al dispozitivului este unul extrem de simplu, și anume pentru a modifica înălțimea stepper-ului utilizatorul va scoate cele două nituri poziționate pe lateralele stepper-ului, va ajusta înălțimea la nivelul dorit, după care va reintroduce niturile.

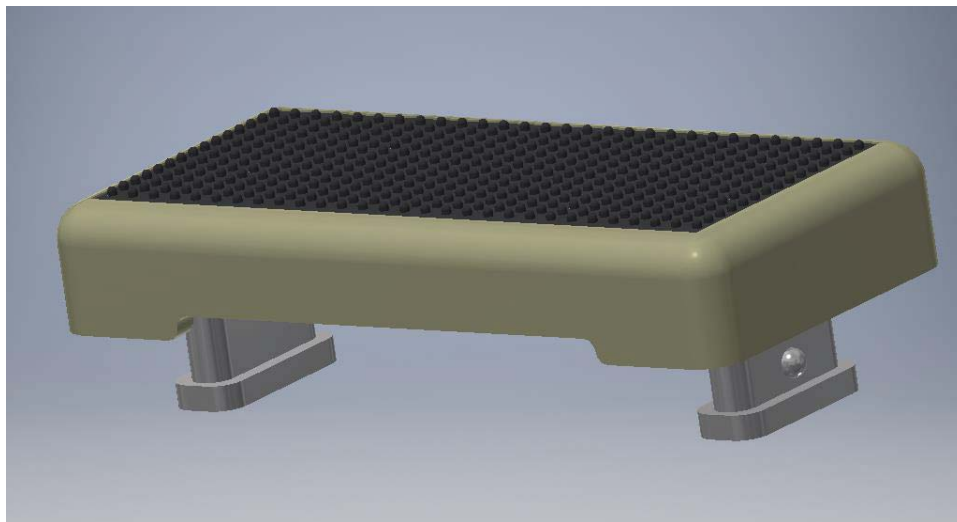


Fig. 1. Modelul 3D a soluției manuale

4.2. Dispozitiv automat pentru reglarea înălțimii stepper-ului

Dispozitivul automat de reglare a înălțimii este prevăzut cu două butoane pe partea din față a stepper-ului, un buton pentru creșterea înălțimii și celălalt pentru micșorarea acesteia. Butoanele acționează un mic motor electric, care mai departe va aduce stepper-ul la înălțimea dorită. O apăsare pe buton corespunde cu schimbarea unei trepte. De exemplu dacă utilizatorul va dori să modifice înălțimea de la trepta I la treapta III, acesta va trebui să apese pe butonul de sus de două ori.

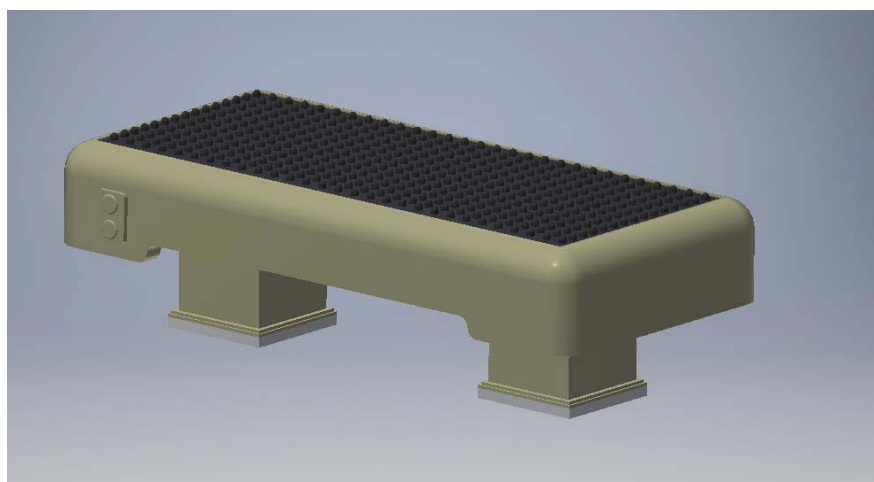


Fig.2. Modelul 3D al soluției automate

4.3. Macro-definiția tehnică

Lista de componente pentru cele două soluții este prezentată în Tabelul 5.

Tabelul 3. Lista de componente pentru cele două soluții propuse [8],[9],[10],[11],[12],[13]

		Component	Denumire element	Material	Standard	Dimensiune (Lxlxh) (mm)
Soluția manuală	Picioare		Șuruburi	Oțel	AS1110	M 4x10:2
			Bară rectangulară	Aliaj aluminiu	EN-AW 6060	4000x40x10
	Platformă		Tablă aluminiu	Aluminiu	Al 99,5 1050	1000x500x1
			Corp stepper	Polipropilenă	-	640x300x100
			Suprafață antiderapantă	Cauciuc	-	540x240x1
Soluția automată	Controlul unității	Placă de control motoare L293D cl89	-	-	70x55	
	Motor	Motor Stepper Nema17 1.2A, 200 pași, cu cablu	Mixt	-	-	
	Cilindru	Cilindru	Aluminiu	-	40x40x50	
	Tijă de piston	Tijă	Aluminiu	-	∅ 6x54	

Ținând cont de componentele necesare execuției celor două soluții tehnice, prezentate în tabelul de mai sus, s-a putut estima un cost pentru realizarea celor două modele de stepper. Prețul rezultat pentru

soluția manuală este de 137 lei iar pentru soluția automată de 281 lei. În acest preț nu au fost incluse cheltuielile cu personalul, ambalare, transport, taxe, alte cheltuieli generate de administrarea firmei și posibilele discounturi obținute de la furnizori. Soluția manuală este cu 20 % mai scumpă decât cel mai ieftin stepper existent pe piață în prezent.

Principalele avantaje și dezavantaje ale celor două soluții sunt prezentate în Tabelul 6.

Tabelul 4. Avantaje și dezavantaje ale celor două soluții propuse

	Soluția manuală	Soluția automată
Avantaje	Cost redus	Simplu de utilizat
	Suportă o greutate mai mare față de un stepper clasic	Timp de reglare mai mic
	Mai ușor de depozitat	Nu necesită un efort din partea utilizatorului.
Dezavantaje	Timp de reglare mai mare	Preț final mai ridicat
	Efortul depus de utilizator este mai mare decât în cazul soluției automate	Necesită baterii

Punând în balanță avantajele și dezavantajele și ținând cont de nevoile utilizatorului, s-a optat pentru soluția automată, întrucât aceasta are un timp de reglare mai mic decât soluția manuală.

4.4. Analiza FEA

Ținând cont de exercițiile la care este utilizat stepper-ul în mod normal, s-a stabilit care sunt zonele cele mai solicitate ale stepper-ului și impunându-se greutatea maximă pe care trebuie să o suporte stepper-ul s-au calculat forțele statice și dinamice în aceste puncte. Valorile obținute au fost folosite pentru realizarea analizei FEA (Finite Element Analysis) în programul Inventor.

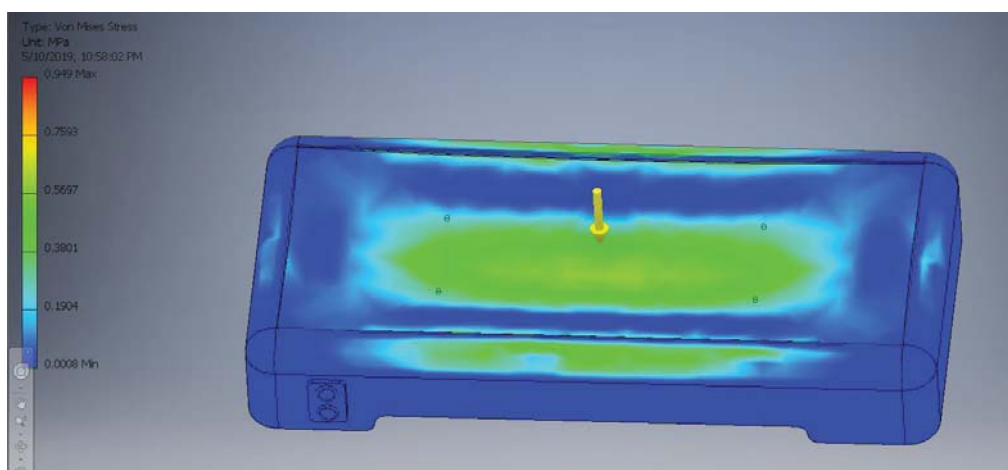


Fig.3. Rezultate analiză FEA stepper

În urma analizei rezultatelor obținute ca urmare a modelării FEA și a folosirii relațiilor de calcul clasice se evidențiază următoarele:

- Tensiunea echivalentă în zona de racordare are valori cuprinse între 0,76-0,95 MPa.
- Tensiunea echivalentă maximă pe muchia laterală a stepper-ului este cuprinsă în intervalul 0,0008-0,1904 MPa.
- Se observă o ușoară deformare de 5 mm în zona centrală a stepper-ului.

5. Concluzii și perspective

S-a prezentat o modalitate de proiectare și optimizare a unui sistem mecanic complex, precum un mecanism de reglare a înălțimii. Pornind de la 0, echipa a folosit o abordare de la general la particular (de sus în jos), începând cu cerințele utilizatorilor și dezvoltând mecanismul în etape succesive și adăugând componente pe măsură ce soluțiile de proiectare au fost clarificate. S-a realizat analiza nevoii, în urma interpretării rezultatelor obținute au fost identificate ”nevoile exprimate” ale utilizatorilor, și au fost definite ”nevoile caracteristice”. S-a realizat analiza multicriterială, s-au ierarhizat potențialii clienți și s-a ales clientul țintă: sălile de fitness. S-au propus două soluții tehnice pentru a satisface nevoile clientului. S-a realizat analiza FEA pentru determinarea fezabilității soluției alese.

Pe viitor se urmărește studierea în detaliu a modului de funcționare a componentei electrice a dispozitivului (motor și placa de control) și propunerea unei soluții mai bune de îmbinare între componentele metalice și cea de plastic.

6. Bibliografie

- [1] https://www.alibaba.com/product-detail/Fitness-Aerobic-Step-Stepper-Adjustable-Workout_60791905125.html?spm=a2700.7735675.normalList.9.wfDqbA&s=p accesat la data de 20.03.2019
- [2] https://www.alibaba.com/product-detail/Fitness-Aerobic-Step-Stepper-Adjustable-Workout_60791905125.html?spm=a2700.7735675.normalList.9.wfDqbA&s=p accesat la data de 20.03.2019
- [3] https://www.amazon.co.uk/dp/B01KUX4KWK?axitk=33dS-5Et2k-jlnLSQ9IFCQ&pd_rd_i=B01KUX4KWK&pf_rd_p=43547a03-036e-464c-bd74-c44b837875db&hcr_id=6053978230402&sb-ci-n=asinImage&sb-ci-v=https%3A%2F%2Fimages-na.ssl-images-amazon.com%2Fimages%2F%2F81Ta8kNBcrL.jpg&sb-ci-a=B01KUX4KWK&th=1# accesat la data de 10.04.2019
- [4] <http://www.mfinante.gov.ro/infocodfiscal.html>
- [5] <https://www.statista.com/statistics/273065/total-revenue-of-the-health-club-industry-worldwide/> accesat la data de 15.04.2019
- [6] <https://www.jetpunk.com/user-quizzes/137577/five-countries-with-the-highest-obesity-rate-by-continent> accesat la data de 15.04.2019
- [7] <https://www.worlddata.info/average-bodyheight.php> accesat la data de 15.04.2019
- [8] <http://ro.sunyktur.com/adjustable-foot/stainless-steel-adjustable-foot/63-mm-o-d-stainless-steel-adjustable-foot.html> accesat la data de 05.05.2019
- [9] <https://color-metal.ro/ro/bare-rotunde-dreptunghiulare-și-hexagonale-din-aluminiu> accesat la data de 05.05.2019
- [10] <https://www.dedeman.ro/ro/tabla-aluminiu-1-x-500-x-1000-mm/p/6035736> accesat la data de 05.05.2019
- [11] <https://www.dedeman.ro/ro/teava-dreptunghiulara-otel-40x20x2-mm/p/6000256> accesat la data de 05.05.2019
- [12] <https://www.cel.ro/robotica/placa-de-control-motoare-l293d-pNis7NjMp-l/> accesat la data de 05.05.2019
- [13] <https://www.robofun.ro/mecanice/motoare/stepper/nema17-stepper-motor-48mm-long-1.2a-with-720mm-cable> accesat la data de 05.05.2019