



**FIRST
TECH
CHALLENGE**
ROMANIA

NAȚIE
PRIN EDUCAȚIE



**HighFive
Robotics**

**R0084 • 19049
ENGINEERING
PORTFOLIO
2020 - 2021**



PRESENTED BY **Qualcomm**



Emanuel Șerban
41 yo, Mentor



Dan Micșă
17 yo, Founder,
Head of 3D Design



Tiberiu Ionescu
18 yo, Team Leader,
Finance, Hardware, Driver



Marius Ciocîrlan
47 yo, Mentor



Alexandru Sămaru
18 yo, 3D Design,
Hardware, Referee



Elena Moiceanu
16 yo, Vice Team Leader,
Head of Software, Referee



Alexandru Ciocîrlan
15 yo, Head of Hardware,
3D Design, Driver



Robert Barbu
18 yo, Software,
Coach



Vlad Drăguțoiu
17 yo, Software



Radu Șerban
18 yo, Hardware



Ianis Păunoiu
17 yo, Hardware



Maria Moiceanu
16 yo, Design, PR,
Social Media

THANK YOU TO OUR SPONSORS:



CTS



**ADVIRA
PANEURO**

IANIS ELECOM DISTRIBUTION
ROSOLAR

CUPRINS

<i>Obiective</i>	1	<i>Colector</i>	10
<i>Organizare</i>	1	<i>Autonomie</i>	11
<i>Strategie</i>	1	<i>Algoritm PID</i>	12
<i>Șasiu</i>	3	<i>Concluzii DEMO Bionic Royals</i>	13
<i>Braț</i>	5	<i>Concluzii DEMO QUBE. & IGNITE.</i>	13
<i>Aruncarea sub un unghi a discului</i>	6	<i>Concluzii REGIONALĂ București</i>	14
<i>Lansator</i>	7	<i>Field Centric Drive</i>	14
<i>Lansare în funcție de voltajul bateriei</i>	9	<i>HighFive & Friends</i>	14
<i>Lansare în funcție de rotațiile motoarelor</i>	10		

OBIECTIVE SEZON

În acest sezon ne-am propus să:

- Avem un **robot funcțional** care:
 - navighează precis
 - identifică numărul de inele din zona alocată
 - manevrează cele două Wobble Goal-uri
 - colectează și lansează inele
- Ne **dezvoltăm abilitățile** de:
 - programare orientată pe obiecte și Java
 - proiectare și imprimare 3D
 - mecanică și inginerie
 - marketing, PR și finanțe
- Participăm la **cel puțin două DEMO-uri** (reușit)
- **Surprindem și împărtășim progresul** nostru pe social media, construind o comunitate bazată pe valorile promovate de **FIRST®**
- Câștigăm **Think Award** la **Etapa Regională București** și să ne calificăm la **Etapa Națională FTC Romania** (reușit)
- Câștigăm **Think Award** la **Etapa Națională FTC Romania**
- **Comunicăm și colaborăm eficient**, punând succesul **echipei** pe primul loc
- **Ne distrăm!**

ORGANIZARE

WhatsApp - Schimbul rapid de idei, poze și videoclipuri

Meister Task - Gestionarea sarcinilor de lucru folosind metodologia agilă Kanban

Google Classroom & Drive - Gestionarea materialelor de lucru

Google Sheets & Docs - Însemnarea întâlnirilor, atribuirea rolurilor membrilor echipei, editarea și partajarea secțiunilor din *Engineering Portfolio*

Google Meet - ședințe săptămânale vinerea pentru a revizui sarcinile anterioare, stabili obiectivele întâlnirilor din weekend și a discuta problemele întâmpinate în timpul săptămânii

Discord - comunicarea în regim audio-video, transmiterea video în timp real a progresului imprimantei 3D

Instagram, Facebook & LinkedIn - socializare, consemnarea parcursului echipei și acumularea unei comunități care împărtășește aceeași pasiune.

STRATEGIE

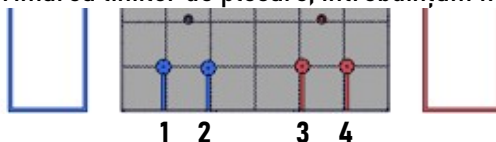
Obiectiv:

Obținerea unui punctaj optim într-un mod eficient din perspectivele hardware și software.

Autonomie:

- **Wobble Goal Delivery**
 - Necesită un braț și un sistem de identificare a cazului (senzori de distanță/culoare, cameră web etc.)
 - Fiecare *Wobble Goal* livrat corect aduce **15p**, în total **30p**

IMPORTANT: Pentru a ușura exprimarea liniilor de plecare, întrebuițăm notații cu cifrele de la 1 la 4 astfel:



Observația 1: Roboții pornesc cu un *Wobble Goal* preîncărcat fiecare, această misiune necesitând coordonare în alianță pentru ca la finalul perioadei de autonomie ambele să se regăsească în zona corectă complet în interiorul său.

- **Tower Goal**
 - Are 3 zone: *High Goal* (12p), *Mid Goal* (6p), *Low Goal* (3p)
 - În cazul plecării de pe liniile 1 și 4 lansăm cele 3 inele preîncărcate în *High Goal* pentru a nu bloca accesul celorlalte echipe la *Power Shots* - 36p
- **Power Shot Targets**
 - Fiecare *Power Shot* lovit aduce **15p**, în total **45p**
 - În cazul plecării de pe liniile 2 și 3 lansăm cele 3 inele preîncărcate la *Power Shots* - 45p
- **Navigation**(5p).

TeleOp:

- **Tower Goal**
 - Cele 3 zone vor avea noi punctaje: *High Goal* (6p), *Mid Goal* (4p), *Low Goal* (2p)
 - Estimăm că vom reuși să lansăm, în medie, 4 seturi a câte 3 inele în *High Goal* - 80p

End Game:

- **Wobble Goal Delivery**
 - Necesită un braț suficient de înalt pentru a putea lăsa *Wobble Goal*-ul în *Drop Zone*
 - Pentru un *Wobble Goal* în *Start Zone* se obțin câte **5p**, în total **10p**, iar pentru *Wobble Goal* în *Drop Zone* câte **20p**, în total **40p**
 - Fiind foarte apropiate cele două zone și având un braț care îndeplinește condiția menționată, am ales să livrăm ambele *Wobble Goal*-uri în *Drop Zone*.
- **Power Shots**
 - Fiecare *Power Shot* lovit aduce **15p**, în total **45p**.

Observația 3: În *End Game*, în funcție de punctele forte ale echipei din alianță, vom alege care robot livrează *Wobble Goal*-urile în *Drop Zone* și care prioritizează doborârea *Power Shot*-urilor. Echipa noastră ar prefera *Power Shot*-urile.

- **Wobble Goal Rings**
 - Fiecare inel plasat pe *Wobble Goal* în *End Game* aduce **5p**
 - Am ales să nu abordăm această misiune, fiind ineficientă din perspectiva raportului dintre complexitatea mecanică a ansamblului necesar și punctajul obținut.

Concluzie:

În funcție de caz, punctajul final ideal adus alianței de către echipa noastră este:

Caz	Autonomie		TeleOp	End Game	Total	
	1 sau 4	2 sau 3			1 sau 4	2 sau 3
0 inele	56p	65p	72p	45p	173p	182p
1 inel	68p				185p	
4 inele	75p				192p	

ȘASIU

Scop:

- să fie agil pentru colectarea rapidă a inelelor
- să fie simplu de programat pentru a putea fi precis

Tipuri de șasiuri:

În urma ședințelor în care am discutat despre strategie am ajuns la concluzia că cel mai bun tip de șasiu pentru acest sezon pe care îl putem realiza cu piesele pe care le avem la dispoziție este cel "Omni-Directional"(Omni)/"Holonomic Drive", însă nu aveam decât un Control Hub la care se pot conecta doar 4 motoare, ceea ce însemna că singurele mecanisme care puteau fi utilizate trebuiau să fie bazate exclusiv pe motoarele servo. Prin urmare, a fost nevoie să folosim un șasiu tank pentru început, după care să trecem la omni când putem folosi mai mult de 4 motoare. Astfel, am lucrat în paralel la ambele tipuri de șasiu.

Tank

+

-

- Ușor de construit și menținut
- Compact
- Mod de funcționare ușor de înțeles

- Mișcări limitate, ceea ce duce la reducerea mobilității

Concluzie:

Șasiul nu este o variantă fiabilă, deoarece nu este suficient de rapid și agil pentru a ne îndeplini obiectivele, însă constituie o bază ideală pentru exersarea programării.

Variante de șasiu:

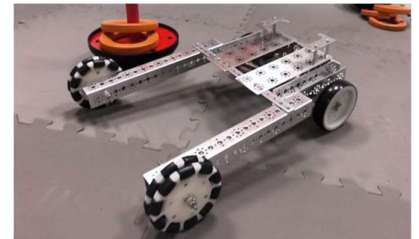
- Șasiul din kit-ul TETRIX

+

-

- Stabilitate crescută

- Greutate excesivă



- "Basic Bot"



+

-

- Prinderi simple

- Roata este prinsă direct pe motor

Holonomic

+

-

- Agil
- Modulile în care se poate deplasa sunt mai variate, având abilitatea de a se mișca și în laterale
- Rapid

- Spațiul este mai limitat decât pe șasiul de tip tank
- Destul de fragil
- Mai greu de programat decât șasiul de tip tank

- **Concluzii:**

Șasiul prezintă o manevrabilitate mai bună, fiind adecvat pentru misiunile pe care trebuie să le îndeplinim în timpul competiției, dar se observă faptul că este mai fragil decât cel tank.

- **Variante de șasiu:**



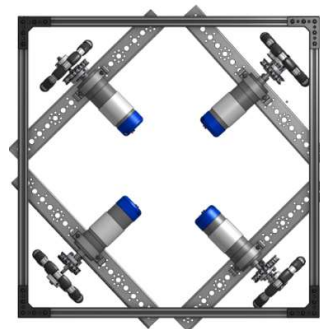
+

- Stabilitate crescută
- Mai multă flexibilitate în ceea ce privește tipurile de mișcări (se poate deplasa în orice direcție)
- Nu se manevrează bine peste obiecte (ex: inele)

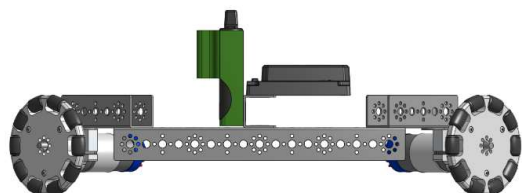
-

- **Holonomic V1:**

Pentru prima variantă de șasiu am decis să ne concentrăm pe sistemele de mișcare ale robotului (față, spate, laterale), având scopul de a învăța și perfecționa aptitudinile necesare construirii unui robot complet funcțional și operațional. Neavând multe piese din care să alegem, această variantă de șasiu a fost un sistem facil de construit.



- Mai voluminos decât șasiul tank
- Consum crescut al bateriei, necesitând încărcări mai dese ale bateriei
- Mai complex din punct de vedere mecanic



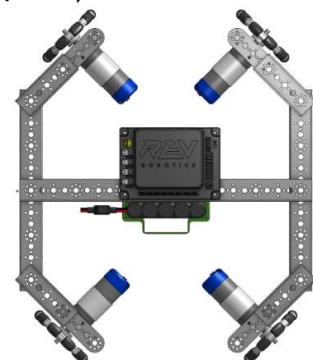
+

- Mai mult spațiu pentru montarea sistemelor de aruncare la țintă, manipulare a covrigilor și a brațului

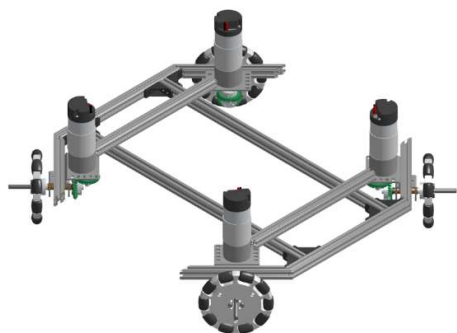
-

- **Holonomic V2:**

A doua variantă de șasiu a plecat de la ideea de a îmbunătăți varianta precedentă. Inițial, am vrut să reducem din masa deja existentă, însă, în încercarea de a folosi cât mai puține piese, am destabilizat robotul, determinând pierderea manevrabilității. Se puteau observa vibrațiile puternice resimțite de șasiu în timpul acționării motoarelor.



- Instabil, mai ales în timpul virajelor
- Mai greu de controlat, din cauza instabilității
- Roțile sunt direct montate pe motor



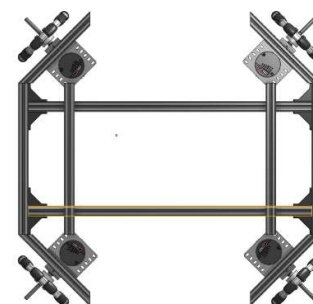
+

- Stabilitate crescută, reușind să treacă ușor peste obstacole (ex: inele)
- Putem prinde sistemele pe care le folosim la îndeplinirea misiunilor mult mai eficient, fiind ușor de accesat atunci când necesită mentenanță

-

- **Holonomic V3:**

Al treilea șasiu este iterația aleasă pentru regională, fiind testată la demo-ul organizat de QUBE. & IGNITE. și prima cu toate sistemele necesare completării misiunilor dorite - lansator, colector și braț.



- Foarte voluminos, fiind greu de încadrat în dimensiunile necesare
- Greutate și consum sporite față de șasiul de tip tank

○ **Holonomic V4:**

În urma celei de-a treia versiuni a șasiului am învățat că roțile dințate trebuie stabilizate foarte bine pentru a evita uzura excesivă, astfel am proiectat un sistem care să elimine această problemă, utilizând rulmenți.



- +
- Stabilitate crescută
 - Inelele nu se pot bloca sub acesta
 - Reduce uzura roților printate

-
- Foarte voluminos, fiind greu de încadrat în dimensiunile necesare



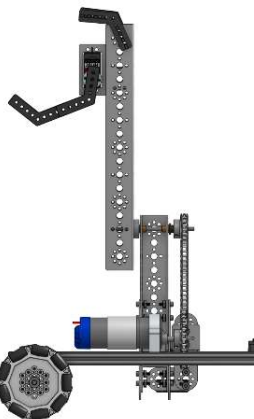
BRAȚ

Scop:

- Obținerea stabilității pentru a manipula și a ridica *Wobble Goal*-ul peste pereții terenului.

Evoluție:

○ **Versiunea 1**

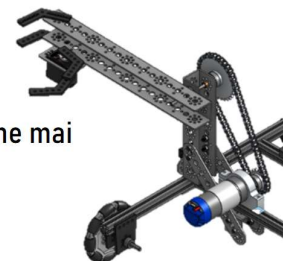


- +
- Acționare rapidă
 - Poate ridica și plasa inele în *Low Goal*

-
- Instabil
 - Foarte fragil

▪ **Concluzie:**

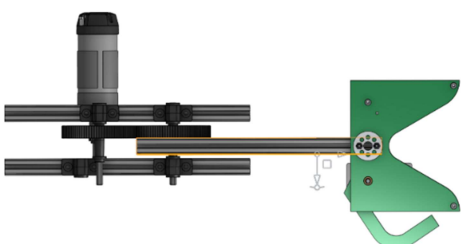
Este nevoie de un sistem care să prindă *Wobble Goal*-ul pe o porțiune mai mare a acestuia pentru a fi mai stabil.



○ **Versiunea 2 (Regională)**

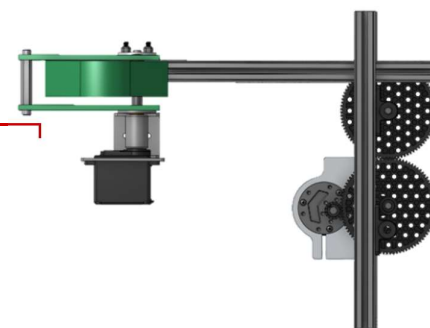
- +
- Precizie crescută

-
- Nu poate ridica inelele
 - Mai lent decât prima versiune



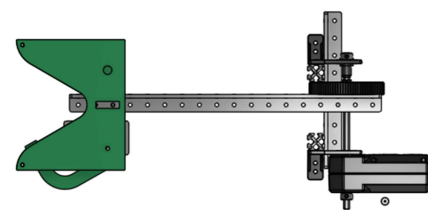
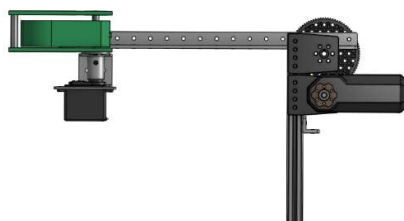
▪ **Concluzie:**

Sistemul este suficient de exact pentru a-și îndeplini scopul.

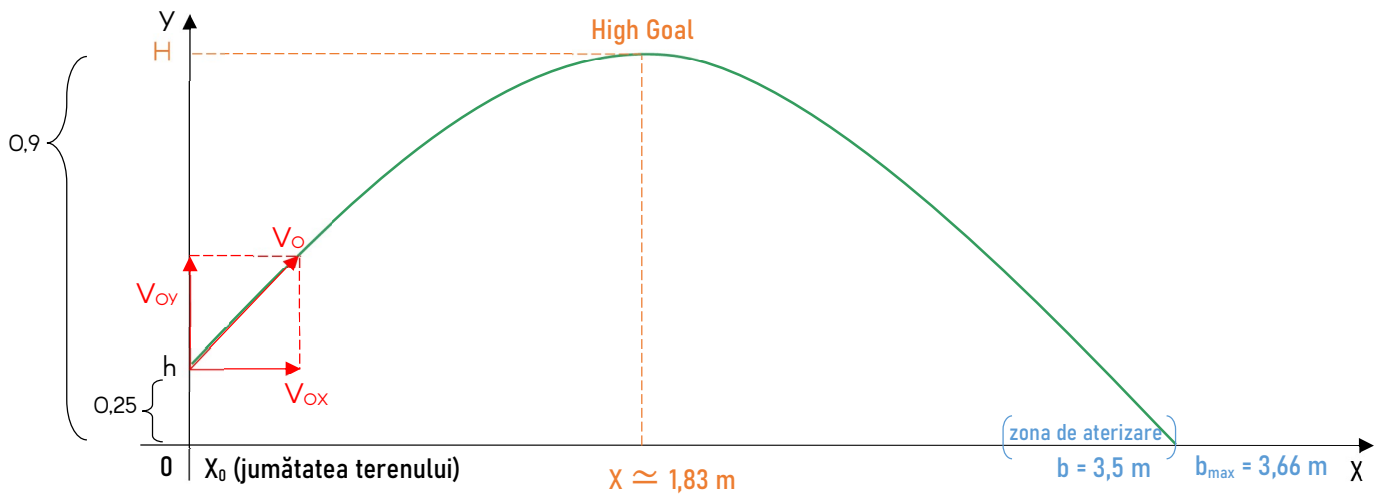


○ **Versiunea 2.1 (Națională)**

Pentru a putea încadra brațul în gabarit a fost nevoie să modificăm mecanismul de ridicare, schimbând tipul motorului și angrenajul.



ARUNCAREA SUB UN UNGHI A DISCULUI



H - înălțimea la care trebuie să ajungă discul;
- variază:

- High Goal: 0,8 - 0,96 m
- Power Shot Targets: 0,52 - 0,67 m

h - înălțimea de la care este propulsat discul

Dacă îl cunoaștem pe α , aflăm V_0 și invers. Altfel trebuie calculate experimental:

Demonstrație

Mișcarea este compusă din:

A. $V_x = V_{0x} = V_0 \cdot \cos\alpha$

Accelerația pe OX este 0, deoarece nu acționează forțe pe OX, deci vom avea pe OX o mișcare uniformă:

$$X_{(t)} = V_0 \cdot t \cdot \cos\alpha \rightarrow \text{Legea de mișcare pe OX}$$

B. $V_y = V_{0y} = V_0 \cdot \sin\alpha$

Accelerația pe OY este g, deoarece accelerația gravitațională g acționează în sensul opus vectorului \vec{V}_y :

Atunci vom avea:

$$\begin{cases} y = y_0 + V_{0y}(t - t_0) + \frac{g}{2}(t - t_0)^2 \\ V_y = V_{0y} + g(t - t_0) \\ V_y = \pm \sqrt{V_{0y}^2 + 2g(y - y_0)} \end{cases}$$

Pentru cazul nostru unde:

$$\left. \begin{matrix} x = b/2 \\ y_0 = h \\ y = H \\ t_0 = 0 \end{matrix} \right\} \rightarrow H = h + V_0 \cdot t \cdot \sin\alpha - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Prin înlocuirea lui t se obține ecuația traiectoriei.

$$b = V_0 \cdot t \cdot \cos\alpha \rightarrow t = \frac{b}{V_0 \cdot \cos\alpha}$$

$$\rightarrow \boxed{H = h + b \cdot \tan\alpha - \frac{g}{2V_0^2 \cdot \cos^2\alpha} \cdot b^2} \quad \text{Ecuația traiectoriei}$$

Necunoscând timpul t , viteza inițială V_0 , viteza finală pe OY V_y , și α , nu vom putea rezolva ecuațiile decât constatând experimental:

- Un unghi α
- O viteză inițială V_0

Având în vedere faptul că bătaia b nu trebuie să fie mai mare decât lungimea terenului (3,66 m), iar vârful parabolei trebuie să fie la înălțimea *High Goal*-ului (0,8 - 0,96 m), respectiv a *Power Shots*-urilor (0,52 - 0,67 m), va trebui să alegem un unghi α potrivit pentru o viteză V_0 . Pentru demonstrație vom considera vârful parabolei la înălțimea unui *High Goal*.

$$H = 0,9 \text{ m (High Goal)}$$

$$h = 0,25 \text{ m (robotul are înălțimea maximă 0,46 m)}$$

$$\alpha = 45^\circ \text{ (experimental)}$$

$$b \leq 3,66 \text{ m deci, pentru exemplu, } b = 3,5 \text{ m.}$$

$$H = h + b \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} - \frac{g}{2V_0^2 \cdot \cos^2 \frac{\pi}{4}} \cdot b^2 \Rightarrow 0,9 = 0,25 + 3,5 \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} - \frac{10}{2V_0^2 \cdot \cos^2 \frac{\pi}{4}} \cdot 3,5^2 \quad (1)$$

$$(\forall) V_0 \in \mathbb{R}_+, V_0 \neq 0 \xrightarrow{(1)} \frac{9}{10} = \frac{1}{4} + \frac{7}{2} \cdot 1 - \frac{10}{2V_0^2 \cdot \frac{2}{4}} \cdot \frac{49}{4} \Rightarrow \dots \Rightarrow 114V_0^2 = 4900 \Rightarrow V_0 = \pm \frac{35\sqrt{114}}{57} \quad V_0 > 0 \Rightarrow$$

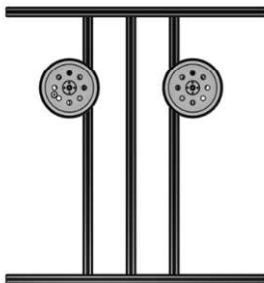
$\Rightarrow v_0 \approx 6,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ astfel încât $b = 3,5 \text{ m}$, sub unghiul $\alpha = \frac{\pi}{4}$, având vârful parabolei la înălțimea $H = 0,9 \text{ m}$. Așadar, inelul va ajunge în *High Goal* în $t = \frac{\frac{b}{2}}{V_0 \cos \alpha} \approx 0,4 \text{ secunde}$.

LANSATOR

Scop:

- lansare rapidă a inelelor către țintă
- precizie - *High Goal* și *Power Shot* lovite constant pentru a obține unui număr cât mai mare de puncte

Evoluție:



a. Versiunea 1

1. Componente:

- 2 motoare REV(40:1) - fiecare pe câte o parte;
- 2 roți TETRIX prinse direct pe motor.

2. Avantaje/Dezavantaje:



+

- foarte ușor de construit și programat

-

- inelele nu aveau viteză suficient de mare
- foarte mare și greu de integrat pe robot

3. Raport - 40 : 1 \Rightarrow 150 RPM

b. Versiunea 2

1. Componente:

- 2 motoare REV(40:1) - fiecare pe câte o parte;
- 3 seturi de roți dințate din plastic (pentru a mări viteza inelelor);
- 2 roți TETRIX care lansează inelul.

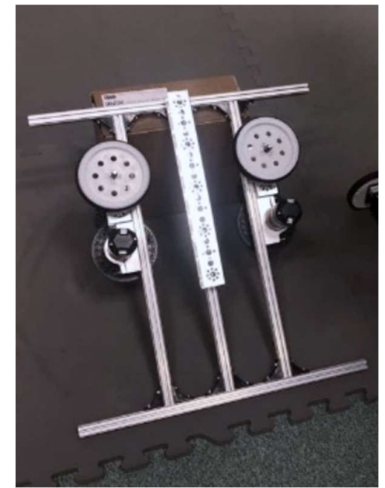
2. Avantaje/Dezavantaje:

+

- viteză crescută
- ușor de programat

-

- roțile dințate nu erau bine angrenate
- joc între bucșă și ax
- ax și piese din plastic uzate din cauza vitezei excesive
- greu de integrat pe robot



3. Raport - 4,8 : 1 ⇒ 1250 RPM

c. Versiunea 3

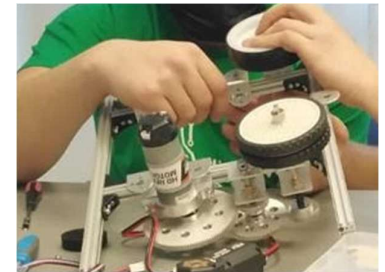
1. Componente:

- 2 motoare REV(40:1) - fiecare pe câte o parte
- 3 seturi de roți dințate din metal
- 4 roți REV (2 pe fiecare parte) care lansează inelul către țintă (puse pe ultimele roți dințate)
- plexiglas

2. Avantaje/Dezavantaje:

+

- evitarea ruperilor dinților de plastic



-

- sunet excesiv al roților dințate
- joc între bucșă și ax

3. Raport - 6,6 : 1 ⇒ 909 RPM

d. Versiunea 4 (Regională)

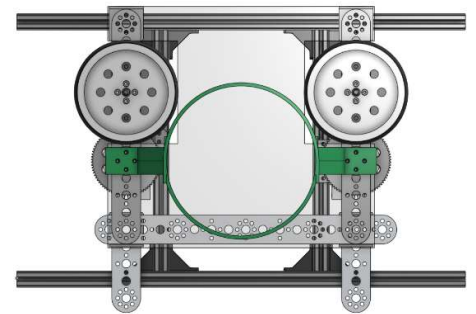
1. Componente:

- 2 motoare AndyMark(3,7:1) - fiecare pe câte o parte
- 2 seturi de roți dințate TETRIX
- 2 roți TETRIX care lansează inelul
- plexiglas pentru suportul inelelor
- magazie pentru a depozita 3 inele(proiectată în 3D)

2. Avantaje/Dezavantaje :

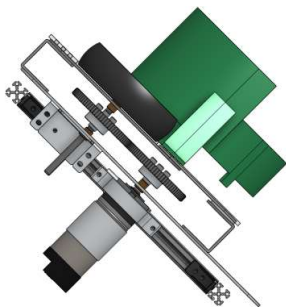
+

- viteza perfectă pentru a arunca în High Goal și Power Shot, fără a întrece limita impusă de regulament
- joc redus între roțile dințate



-

- greu de integrat pe robot
- inelele erau lansate la intervale mari de timp din cauza vitezei servoului

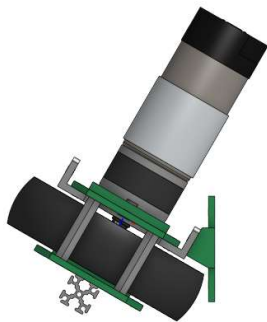


3. Raport - 3,7 : 1 ⇒ 1621 RPM

Concluzii:

- am învățat cum să creștem viteza cu ajutorul roților dințate
- am învățat cum să îl consolidăm pentru a evita cât mai mult jocul dintre roți pentru a nu avea erori la aruncare
- am avut probleme cu lansatorul în momentul schimbării voltajului bateriei, însă le-am rezolvat prin schimbarea puterii motorului în funcție de voltajul bateriei

e. Versiunea 5



1. Componente:

- 2 motoare AndyMark(3,7:1) - fiecare pe câte o parte
- 2 roți TETRIX care lansează inelul
- plexiglas pentru suportul inelelor

Observație: Odată cu modificarea șasiului am fost nevoiți să regândim lansatorul, deoarece nu mai puteam să îl montăm pe robot. De asemenea, magazia a devenit un ansamblu separat care face legătura dintre colector și lansator.

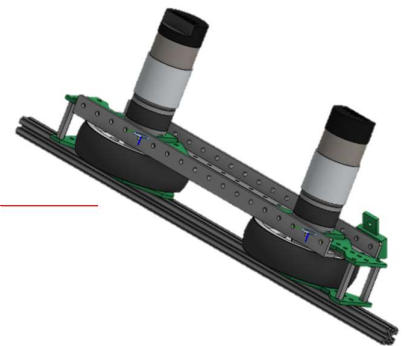
2. Avantaje/Dezavantaje :

+

- compact
- ușor de programat

-

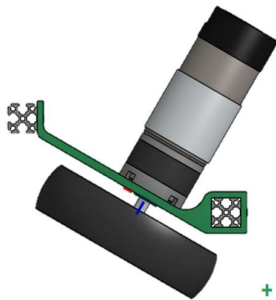
- lansare inconsistentă
- greu de ajustat



3. Raport - 3,7 : 1 ⇒ 1621 RPM

f. Versiunea 6 (Națională)

Observație: După teste în care ne-am dat seama că inelele erau aruncate inconsistent din lansator am decis să îl modificăm.



1. Componente:

- 2 motoare AndyMark(3,7:1) - fiecare pe câte o parte
- 2 roți TETRIX care lansează inelul
- plexiglas pentru suportul inelelor

2. Avantaje/Dezavantaje :

+

- simplu și compact
- ușor de ajustat

-

- poate lansa inconsistent când rampa de lansare nu este prinsă corect



3. Raport - 3,7 : 1 ⇒ 1621 RPM

LANSARE ÎN FUNCȚIE DE VOLTAJUL BATERIEI

În urma testelor realizate în timpul demo-ului organizat de echipele R0014 QUBE. și R0114 IGNITE., am obținut rezultate diferite în momentul lansării, puterea acordată motoarelor fiind influențată de voltajul bateriei. Aceasta a determinat nevoia dezvoltării unui algoritm care o modifică în funcție de voltajul actual al bateriei, citit permanent în program.

Formula de calcul se obține din regula de trei simplă, voltajul bateriei și puterea necesară fiind invers proporționale.

$$V_{MAX} \dots\dots\dots P_{MIN}$$

$$V_{actual} \dots\dots\dots P_{lansare}$$

$$P_{lansare} = \frac{V_{MAX} \cdot P_{MIN}}{V_{actual}} \quad \text{Formula de determinare a puterii}$$

Experimental, s-au obținut următoarele valori:

- $V_{MAX} = 13.56 \text{ V}$ - voltajul maxim al bateriei;
- $P_{MIN} = 0.875$ - puterea minimă necesară lansării.

LANSARE ÎN FUNCȚIE DE ROTAȚIILE MOTOARELOR

Scop:

- Crearea unui algoritm independent de voltajul bateriei care calculează *Encoder Counts*-urile pe secundă ale motoarelor și, folosind un *controller PID*, aplică o putere mai mare sau mai mică motoarelor de lansare pentru a ajunge la viteza dorită

Formulă:

- *Encoder Counts*-urile pe secundă se calculează prin citirea la intervale stabilite (ex: 0.5 secunde) a *encoder*-ului motorului și realizarea diferenței între citirea curentă și cea trecută, după aceea efectuându-se o împărțire.

Observație:

- Nu îl putem utiliza în competiție, întrucât prin folosirea *encoder*-lor de pe motoare viteza lor maximă se diminuează, nefiind suficientă pentru a lansa inele în *High Goal*.

COLECTOR

Scop:

- Crearea unui sistem funcțional pentru colectarea inelelor de pe teren
- Crearea unui cadru ușor de montat pe șasiul robotului

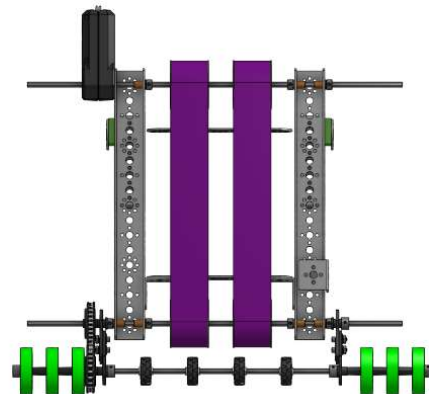
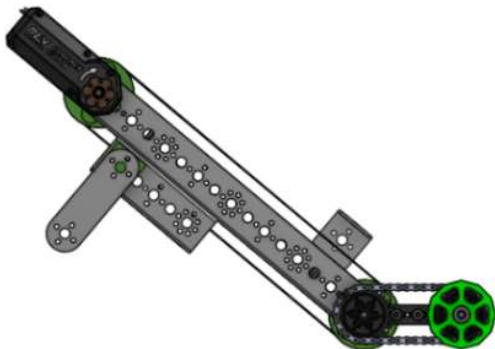
o Versiunea 1 (Regională)

- Ușor de programat

- Dificil de integrat pe șasiul robotului
- Greu de menținut în dimensiunile impuse de regulament
- Planul abrupt încetinește colectarea
- Se blochează când colectează mai multe inele simultan, mai ales în autonomie

Observații:

- Lipsa pieselor a fost o provocare în realizarea cadrului
- Am proiectat și 3D printat 4 roți care acționate de 2 benzi elastice au servit la urcarea inelelor pe planul înclinat
- Îmbinarea cadrului colectorului cu sistemul de lansare a fost realizată folosind 2 prinderi pe laterale din kit-ul TETRIX
- Inițial, în extensia colectorului se puteau bloca inele, problema fiind rezolvată prin suplimentarea numărului de roți 3D printate de pe aceasta

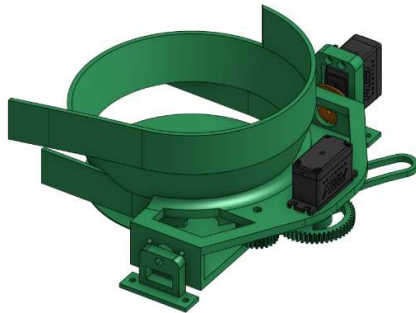


o Versiunea 2 (Națională)

- Ușor de programat și întreținut
- Simplu și compact
- Colectare rapidă
- Dă rămadă corect turnul din autonomie

Observații:

- Cea mai mare problemă a versiunii anterioare era că se agăța în îmbinările *tile*-urilor, determinând blocarea robotului
- În urma testelor, am ajuns la concluzia că este mai eficientă colectarea de pe aceeași parte cu lansatorul, necesitând și o magazie mobilă acționată de un servo



- Inele ieșeau necontrolat din colector și blocau magazia, însă adăugarea unei plăcuțe de policarbonat pentru direcționarea inelului a rezolvat problema

Magazie mobilă:

- Angrenajul pentru lansarea inelelor este mai rapid, amplificând viteza servoului – raport 1: 2
- Are formă de pâlnie, ghidând inelele



- Colectare dificilă a inelelor de lângă perete

AUTONOMIE

Obiectiv:

Realizarea unei autonomii fiabile și dezvoltarea, respectiv testarea unor algoritmi esențiali pentru navigație.

Misiuni abordate:

- *Wobble Goal Delivery* - livrarea *Wobble Goal*-ului/urilor în zonele corespunzătoare randomizării;
- Lansarea inelelor în *High Goal* - include și preluarea inelelor din *Stack* în cazurile 1 și 4;
- *Navigation* - aflarea robotului pe linia albă la finalul Autonomiei.

Etape:

1. Ianuarie 2021 - Februarie 2021 (Demo Bionic Royals)

- Mișcarea se realizează în funcție de valorile returnate de encoderele motoarelor transportoare;
- Utilizarea unui șasiu de tip Tank ușor de programat;
- Dezvoltarea un algoritmi de conversie din encoder counts în centimetri.

- Nu sunt luate în calcul posibilele alunecări;
- O putere mare dată motoarelor producea o diferență accentuată între distanța parcursă și distanța dorită;
- Identificarea dificilă a cazului dependentă de precizia mișcării, prin folosirea unor senzori de culoare și de distanță;
- Robotul putea realiza doar misiunea de *Wobble Goal Delivery*, fiind lipsit de un sistem de lansare-colectare;
- Datorită mobilității limitate, mișcarea era condiționată de rotiri repetate.

2. Februarie 2021 - Martie 2021 (Demo QUBE. & IGNITE.)

- Procesul de programare a Autonomiei s-a simplificat dramatic, deși a fost reluat de la zero, mulțumită algoritmilor de PID deja dezvoltați și testați la primul demo;

- Rute mai scurte până în zonele A, B și C, fără rotații suplimentare, datorită noului șasiu de tip Holonomic;
- Lansarea celor trei inele preîncărcate în Autonomie;
- Identificarea cazului se realizează utilizând o cameră web;
- Creștere semnificativă a fiabilității programului prin adăugarea a doi senzori de distanță, deplasarea realizându-se în funcție de distanța robotului de pereții respectivi.

-

- Lipsa unui sistem de colectare a eliminat șansa de a lansa inelele aflate pe teren în cazurile 1 și 4;
- Lansarea necesita monitorizarea atentă a puterii lansatoarelor și schimbarea frecvență a acesteia;
- Nu îndreptam robotul înainte de lansare;
- Nu am abordat livrarea celui de-al doilea Wobble Goal.

3. Martie 2021 – Aprilie 2021 (Regională București)

+

- Am adăugat încă doi senzori de distanță, dispunând de distanța robotului de fiecare perete în orice moment al Autonomiei;
- Lansarea se realizează în funcție de voltajul actual al bateriei;
- Schimbarea strategiei pentru a obține cât mai multe puncte în timpul Autonomiei;
- Îmbunătățirea întoarcerilor cu PID, adăugând posibilitatea întoarcerii robotului la unghiul inițial de 0°, utilă în momentul lansării.

-

- Încadrarea în cele 30 de secunde, rapiditatea robotului fiind direct proporțională cu voltajul bateriei;
- Robotul este sensibil la funcționarea defectuoasă a senzorilor de distanță;
- Nu preluăm cel de-al doilea Wobble Goal în cazul cu 4 inele.

4. Aprilie 2021 – Etapa Națională

+

- Robotul este programat să execute Autonomia indiferent de linia aleasă, ușurând realizarea strategiei alianței;
- Linia de plecare este selectată cu un *controller*, cerând o confirmare sau oferind opțiunea alegerii altei linii.

-

- Utilizarea senzorilor de distanță nu mai este o strategie viabilă, având în vedere terenul întreg;
- Nu sunt luate în calcul posibilele alunecări;
- Colectorul plasat pe partea frontală a robotului și brațul pe partea opusă adaugă necesitatea unor rotiri suplimentare.

ALGORITM PID

Problemă de rezolvat:

Două motoare, deși de același tip și aflate într-un ansamblu identic, niciodată nu vor funcționa la fel. Concret, doar deplasarea pe o distanță mică nu este afectată notabil de acest fapt, însă, combinată cu o serie de mișcări ulterioare, determină multiple probleme.

Idee:

Pentru a învinge această diferență dintre motoare este necesară implementarea unui algoritm care le modifică puterea în funcție de eroarea calculată. Opțiunea aleasă de noi este un algoritm de tip *PID Controller* bazat pe citirile senzorului giroscopic integrat al Control Hub-ului care returnează unghiul relativ cu poziția ultimei calibrări sau resetări.

În ce constă un algoritm PID?

PID Controller este o buclă de control care acționează în funcție de valorile furnizate de sistem, aplicând o corecție bazată pe termeni *proporționali*, *integrali* și *derivați*, de unde și numele. Simplu, acesta aplică o corecție precisă, corespunzătoare erorii.

Parametrii:

Setpoint(SP) - valoarea dorită;

Process Variable(PV) - valoarea returnată de sistem;

Kp - coeficientul proporțional; Ki - coeficientul integralei; Kd - coeficientul derivatei.

Formulă:

corecție = Kp * Eroare + Ki * sumErori + Kd * (Eroare - ultEroare)

unde Eroare = diferența dintre valoarea citită și cea dorită;

sumErori = suma tuturor erorilor;

ultEroare = eroarea precedentă.

Am utilizat două tipuri de PID Controller:

1. **PID Drive pentru mers** - aduce robotul cât mai repede și fluid pe traiectoria dorită
2. **PID Rotate pentru întoarceri** - realizează rotiri precise la unghiul dorit

CONCLUZII DEMO BIONIC ROYALS

13 - 14 FEBRUARIE 2021

Obiective:

- Acomodarea arbitrilor echipei cu mediul de scoring
- Programarea unei autonomii fiabile pe șasiul de tip Tank
- Dezvoltarea și testarea primelor funcții de navigație și a implementării conceptului de PID
- Acumularea de noi experiențe, primele de acest fel

Rezultat:

Ne-am atins constant obiectivul de **60p** la primul nostru demo, fiind maximul posibil pentru robotul existent la acea vreme. Mai mult decât atât, în timpul competiției am găsit o utilizare multiplă a brațului, ducând 2 inele în *Low Goal*, ajungând la un *High Score* de **64p**.

11	19049	288	120	160	64	6	6
----	-------	-----	-----	-----	----	---	---

Consecințe și învățături:

- Este necesară realizarea unui TeleOp ce permite multitasking-ul, având probleme în momentul utilizării simultane a două gamepad-uri sau a comenzilor ce implică ansambluri separate ale robotului
- Rolurile de driveri au variat de la meci la meci
- Am regândit strategia după meciul asistat - se pot duce ambele *Wobble Goal*-uri în *End Game* dacă sunt în zona aleasă în autonomie sau nu se află în *Launch Zone*
- Ne-am distrat, demo-ul constituind un prilej de *team building*.

CONCLUZII DEMO QUBE. & IGNITE.

18 - 20 MARTIE 2021

Obiectivele echipei:

- Testarea noului braț(V2)
- Programarea autonomiei pe șasiul de tip Holonomic, utilizând și 2 *REV 2M Distance Sensor*
- Probarea lansatorului
- Schimbarea modului de identificare a cazului din Autonomie - utilizarea unei camere, *Vuforia* și *Tensor Flow*
- Realizarea testelor de rezistență mecanică(predominant a sistemelor ce implică piese proiectate și 3D printate)
- Acumularea de experiență.

Rezultat:

Ne-am atins obiectivul de **96p** care îl include pe precedentul, adaugându-se lansarea a 3 inele în *High Goal*.

10	19049	420	240	180	96	6	6
----	-------	-----	-----	-----	----	---	---

Consecințe și învățături:

- Este necesar controlului puterii motoarelor lansatoarelor în funcție de nivelul bateriei pentru a nu necesita modificări de program/schimbări de baterie;
- Atenție sporită asupra manipulării *Wobble Goal*-ului în perioada de *Driver Control*,
- Am obținut o autonomie fiabilă, în care identificarea cazului nu constituie o problemă, iar navigația este mai precisă;
- Trebuie o mai lungă perioadă de acomodare pentru driveri pentru a se obișnui cu robotul, dar și a exersa cu partenerul;

- Ne-am distrat, demo-ul constituind un prilej de *team building* și socializare cu alte echipe în care distanța dintre noi devine doar un număr.

CONCLUZII REGIONALĂ BUCUREȘTI

13 - 17 APRILIE 2021

Obiectivele echipei:

- Testarea colectorului (VI)
- Susținerea primului nostru interviu de jurizare
- Câștigarea *Think Award*-ului și calificarea la Etapa Națională

Rezultat:

Ne-am atins obiectivul, reușind să atingem un scor ce ne-a permis calificarea, însă întâmpinând probleme tehnice cu ansamblul lansator-colector în ultimul meci.

6	19049	918	379	275	187	6	6
---	-------	-----	-----	-----	-----	---	---

Consecințe și învățături:

- Este necesară regândirea colectorului pentru a fi mai rapid și a strânge cele 4 inele din autonomie fără a se bloca
- Trebuie îmbunătățită perioada de control
- Este nevoie de un nou sistem de prindere al motoarelor de șasiu din cauza uzurii excesive a roților printate

FIELD CENTRIC DRIVE

Scop:

- Ușurarea navigației în perioada de control pentru driveri

Idee:

- Controlul robotului asemănător jocurilor video - indiferent de rotație, robotul să se deplaseze în direcția joystick-ului - utilizând senzorul giroscopic integrat al *Control Hub*-ului și noțiuni de trigonometrie

Implementare:

- Se observă modul în care trebuie să se deplaseze motoarele la măsurile unghiurilor de $0, \frac{\pi}{2}, \pi$ și $\frac{3\pi}{2}$ radiani și se trasează graficele, obținându-se funcțiile trigonometrice *sin*, *cos*, *-sin* și *-cos*, ce se vor folosi în formulă
- Se calculează puterea necesară cu formula lui Pitagora, având catetele abscisa și ordonata poziției joystick-ului
- Se calculează unghiul joystick-ului cu funcția *arctan*
- Se scade abscisa celui alt joystick pentru a realiza rotații

Formulă generală:

$$P_{motor} = P_{calculată} * fctTrig(\theta_{robot} + \theta_{joystick1}) - X_{joystick}$$

HIGHFIVE & FRIENDS



• Primul eveniment la care am participat ca echipă este cel de la Câmpulung unde am răspuns la generoasa invitație a echipei **RO023 WATT's UP** pentru introducerea noastră oficială în familia **FIRST®**. Aceștia ne-au acordat îndrumare și ne-au răspuns la orice întrebare pe parcursul întregului sezon. Le suntem recunoscători și le mulțumim pentru ospitalitate.

• Mulțumim echipei **RO139 TehnoZ** pentru piesele împrumutate în lipsa cărora primul nostru DEMO nu ar fi fost la fel.

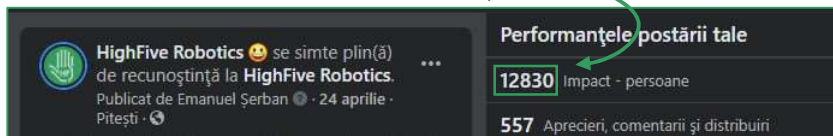
- Primul DEMO, din februarie, a fost organizat de către **R0042 Bionic Royals**, cărora le mulțumim pentru răbdare și înțelegere. A urmat cel din luna martie găzduit de **R0014 QUBE**. și **R0114 IGNITE**. unde am participat pentru prima dată cu un robot ce ne poartă numărul. Organizarea a fost la cel mai înalt nivel de ambele dați și suntem onorați că ne-am început drumul alături de aceste echipe.

- Calificarea la națională și obținerea *Think Award*-ului la regionala de la București a stârnit un interes neobișnuit.



- Am ajuns finaliști la concursul organizat de **R0077 Quantum Robotics**, **R00140 info(1)Robotics**,

- R0119 Delta Force**, **R0001 Team Xeo** și pentru a găsi cea mai bună definiție a conceptului de *Gracious Professionalism* în română. Felicitări câștigătorilor de la **R0031 Soft Hoarders!**



Thank you for your Gracious Professionalism!

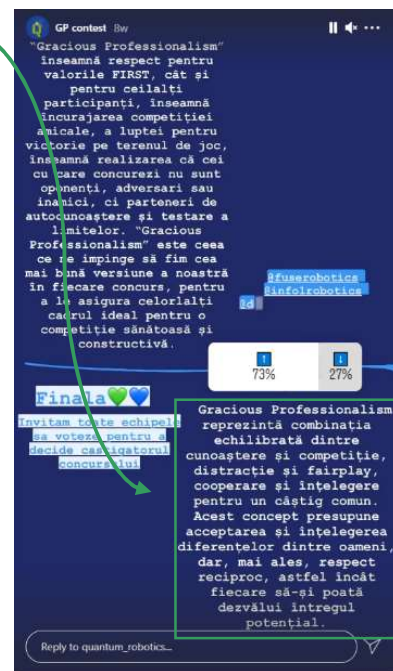


- Pe 23 august 2021 ne-am susținut primele noastre meciuri fizice, în alianțe, datorită celor de la **R0077 Quantum Robotics** care ne-au invitat să antrenăm și să ne distrăm împreună alături de **R0014 QUBE**, **R0114 IGNITE**. și **R0017 Titans**.



- Împreună cu echipa **QUBE**. am construit un teren de antrenament pe care să îl punem la dispoziție tuturor echipelor din țară venite la Națională, împrumutându-le turnul nostru original. A meritat.

- În sezonul 2021-2022 ne-am propus să mentorăm fosta noastră echipă - **STEM Kids** - care va participa la FLL.



MULȚUMIRI

Mulțumim **tuturor echipelor** pentru că au făcut din primul nostru sezon o experiență de neuitat. You rock!

Mulțumim sponsorilor noștri - **Krantz, CTS, Advira Paneuro, Ianis Elecom Distribution, Rosolar** - pentru generozitate.

Mulțumim mentorilor noștri - **Emanuel și Marius** - pentru că sunt cei mai mari fani ai noștri.

Mulțumim **părinților** pentru susținere, implicare și înțelegere.

Mulțumim **Asociației Nație Prin Educație** pentru organizarea competiției, mai ales în acest sezon atipic.

<https://www.facebook.com/HighFiveRobotics>

<https://www.instagram.com/HighFiveRobotics>