

МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ

- Бедствия, като земетресения, наводнения, както и на все по зачестилите терористични атентати, налагат използването на специални средства при извършването на различни видове аварийно-спасителни операции. Разработват се мобилни устройства, клас Мобилни Роботи за Спасителни Операции (МРСО), предназначени за оказване на спомагателни функции.
- За успешно извършване на спасителни операции някои от основите фактори за откриването и спасяването на максимален брой жертви са: времето за реакция, координираните действия на спасителните екипи, условията на околната среда. След първите, критични 48 часа, възможността за откриване и спасяване на оцелели намалява.

МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ

- **Класификация на различни видове МРСО** (Мобилни Роботи за Спасителни Операции) по избрани критерии като: *предназначение, тип на задвижване, тип на конструкцията, тип на управление.*

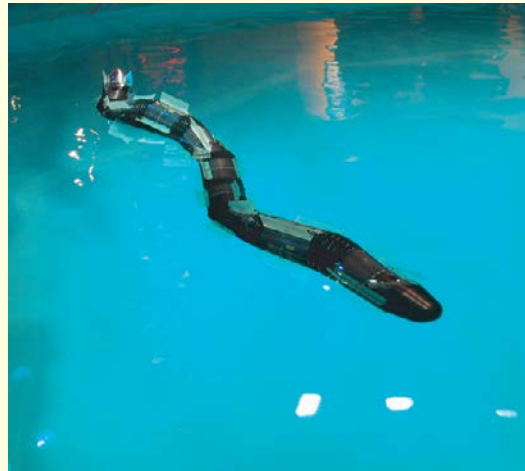
Класификация на МРСО

- **По предназначение** - за създаване на карта на средата;
- за спомагателни функции; за откриване на пострадали; комбинирани
- **По вида на задвижване** – верижни; колесни; крачещи; змиеподобни; хибридни
- **По вида на управление** – телеуправляеми; полуавтономни; автономни

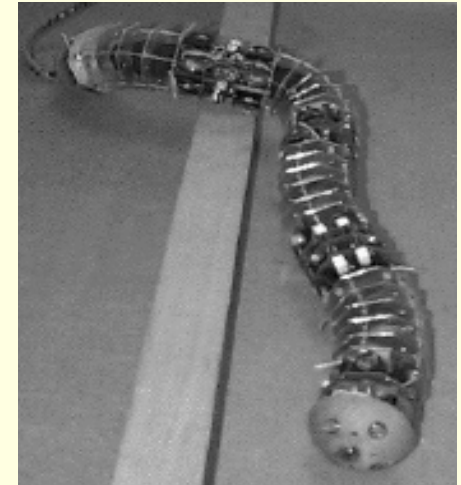
МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ



OmniTread OT-4



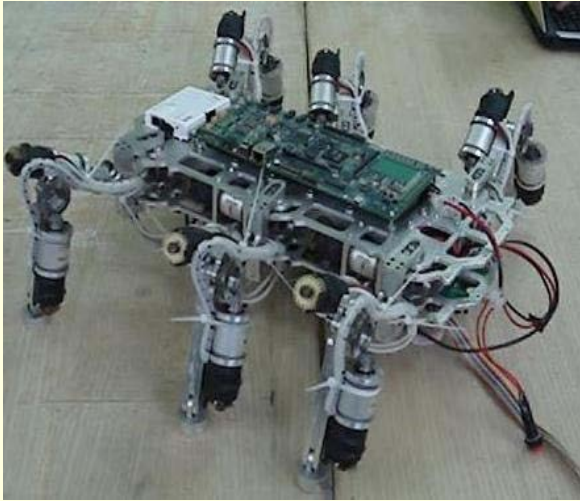
HELIX-I



GMD-Snake

Модели на роботи със змиеподобна конструкция

МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ



Szabad(ka)



RHex



AIMEE

Модели на крачеши роботи за спасителни операции

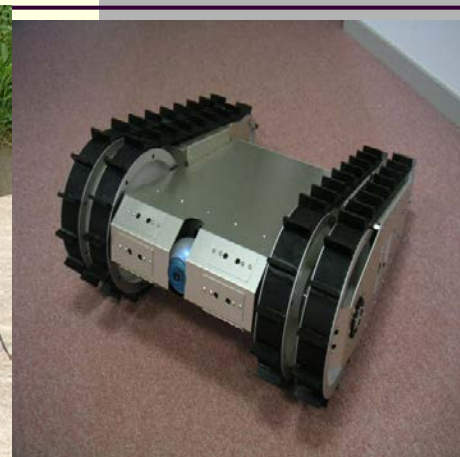
МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ



IUB Rugbot



ROBHAZ-DT3



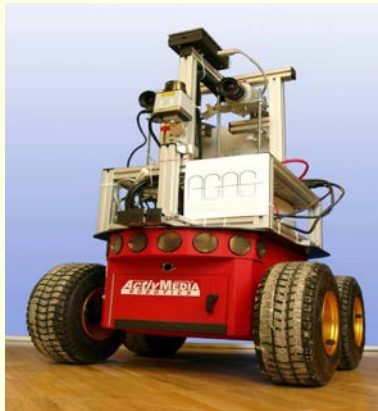
UMRS-V-S2

Модели на верижни роботи за спасителни операции

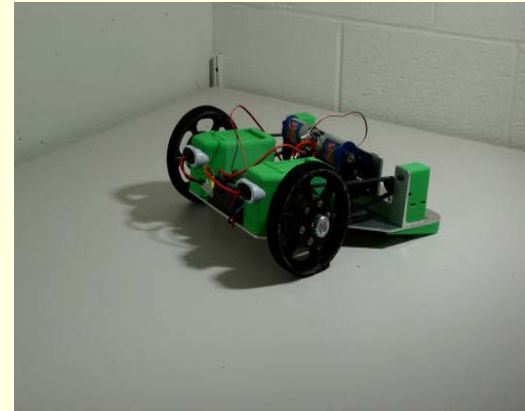
МОБИЛНИ РОБОТИ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ



Orpheus



Pioneer 3 AT



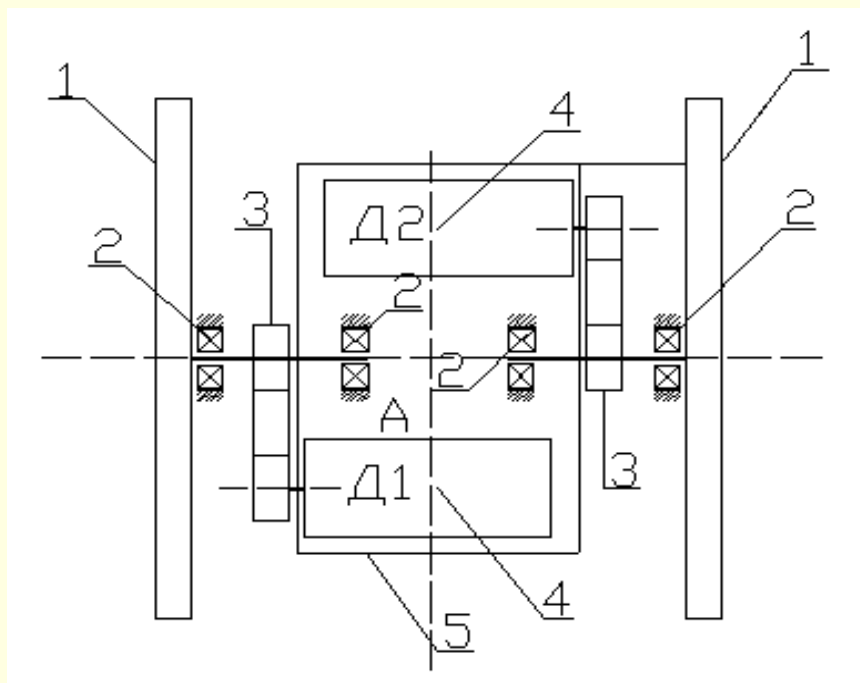
Green Robot

Модели на колесни роботи за спасителни операции

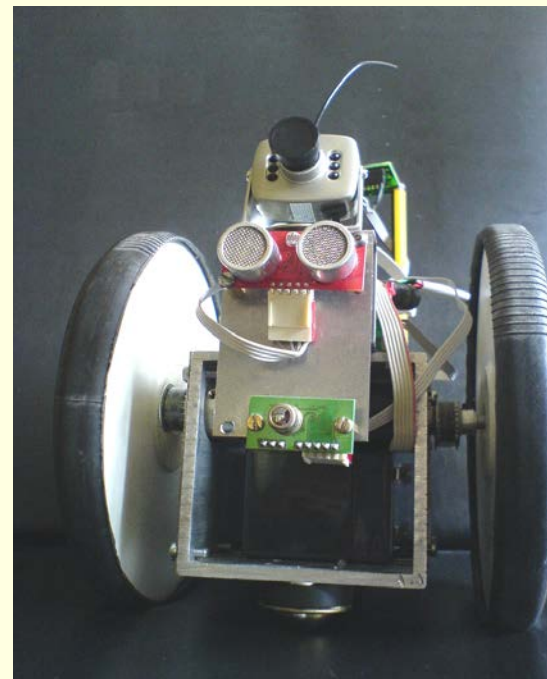
ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

- Разработен е лабораторен модел на двуколесен мобилен робот, състоящ се от следните компоненти:
- Развойна хардуерна система, базирана на микроконтролер тип MC9S08GT;
- Сензорна система състояща се от:
 - Ултразвуков далекомер - SRF08
 - Пирометричен сензор - TPA81
 - Магнитен компас - CMPS03
- Система за видео наблюдение, състояща се от:
 - Аудио-видео приемник – 801A/V
 - Безжична камера – 803COLORCMOS
- Два постояннотокови двигателя тип Faulhaber DC 1524003SR, състоящи се от:
 - 4.5W постояннотоков двигател
 - 16 импулса/оборот инкрементален енкодер
 - Секционен сателитен редуктор, с предавателно число 134:1

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ



Структурно– кинематична схема на двуколесен мобилен робот.



Модел на двуколесен мобилен робот

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

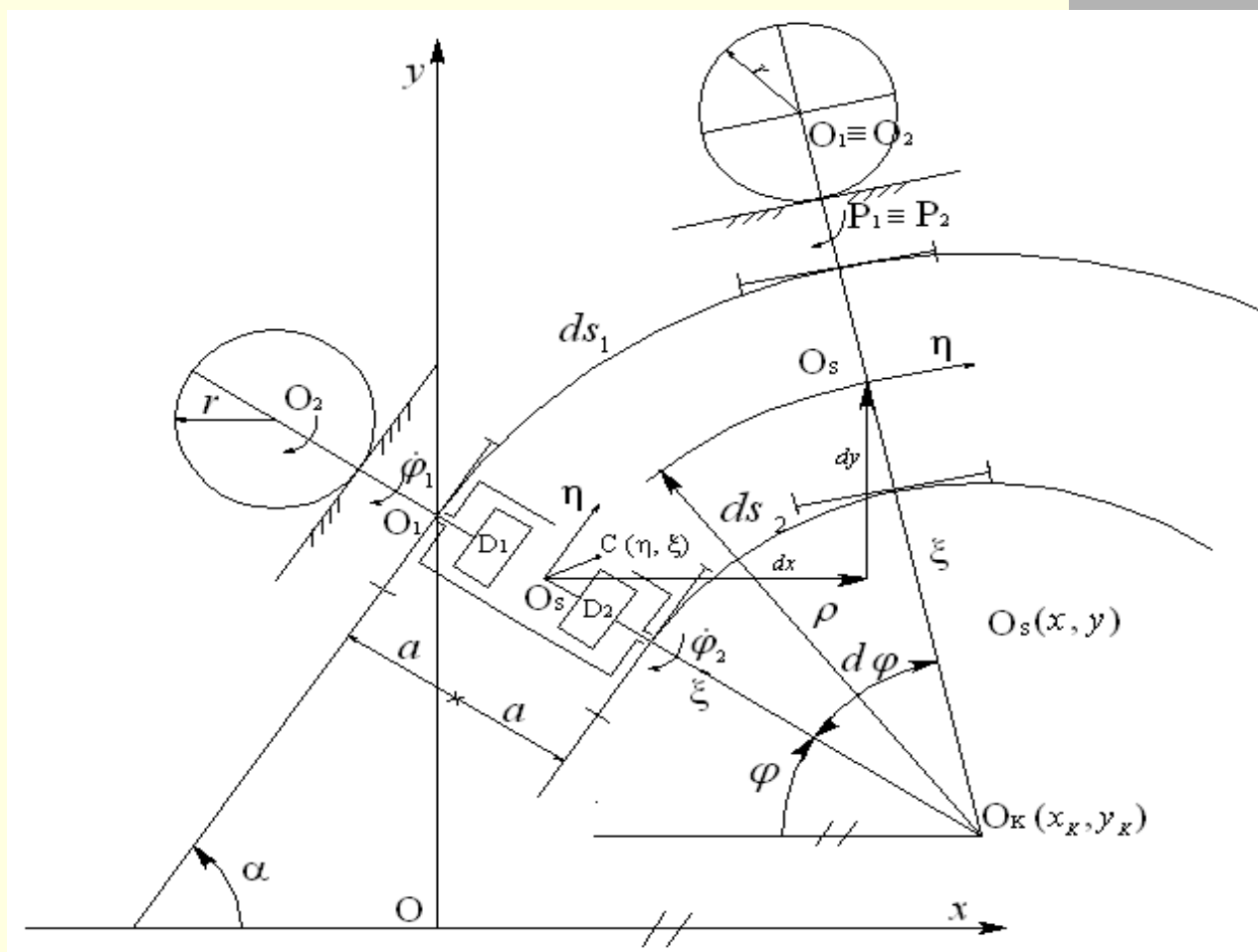
■ Кинематика на работа

Траекторията на движение на мобилния робот в общия случай е произволна крива - праволинейна, дъга от окръжност или комбинация от различни равнинни криви.

Движението разглеждаме в абсолютната координатна система Ox, y . С начало в геометричния център O_s (x, y) свързваме собствена за работа координатна система $O_s\xi\eta$ с оси успоредна и перпендикулярна на осите на колелата.

- a – половината от междуцентровото разстояние на колелата;
- O_1, r , респективно O_2, r – са центровете и радиуса на колелата;
- P_{10} и P_{20} – са МЦС на колелата;
- $C(\eta, \xi)$ – масовият център на робота;
- φ, ρ и O_K – са съответно ъгъл на нормалата спрямо оста Ox , която съвпада с осите на колелата, радиус и център на кривина;
- α - ъгъл на тангентата към траекторията, която в случая е в граничната точка между праволинейния и криволинеен участък. Това, разбира се не намалява общността на постановката, тъй като тази позиция на робота би могла да бъде произволно избрана в криволинейния участък;
- $d\varphi, dS$ (dS_1, dS_2) са съответно елементарен ъгъл, на който съответстват елементарни дъги от криволинейния участък на точките O_s, O_1 и O_2 ;
- $\dot{\varphi}$ е ъгловата скорост на завъртане на нормалата, респективно на робота.

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ



Преход на работа от праволинейна към произволна траектория

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

- Геометричните зависимости за центровете O1, O2 и C са:

$$x_{O_1} = x - a \cos \varphi \quad x_{O_2} = x + a \cos \varphi \quad x_C = x + \xi \cos \varphi + \eta \sin \varphi$$

$$y_{O_1} = y + a \sin \varphi \quad y_{O_2} = y - a \sin \varphi \quad y_C = y - \xi \sin \varphi + \eta \cos \varphi$$

След двойно диференциране на тези зависимости за скоростите и ускоренията на O1, O2 и C са получени:

$$\dot{x}_{O_1} = \dot{x} + a\dot{\varphi} \sin \varphi \quad \dot{x}_{O_2} = \dot{x} - a\dot{\varphi} \sin \varphi \quad \dot{x}_C = \dot{x} + \dot{\varphi}(-\xi \sin \varphi + \eta \cos \varphi)$$

$$\dot{y}_{O_1} = \dot{y} + a\dot{\varphi} \cos \varphi \quad \dot{y}_{O_2} = \dot{y} - a\dot{\varphi} \cos \varphi \quad \dot{y}_C = \dot{y} - \dot{\varphi}(\xi \cos \varphi + \eta \sin \varphi)$$

$$\ddot{x}_{O_1} = \ddot{x} + a\ddot{\varphi} \sin \varphi + a\dot{\varphi}^2 \cos \varphi \quad \ddot{x}_{O_2} = \ddot{x} - a\ddot{\varphi} \sin \varphi - a\dot{\varphi}^2 \cos \varphi \quad \ddot{x}_C = \ddot{x} + \ddot{\varphi}d - \dot{\varphi}^2 e$$

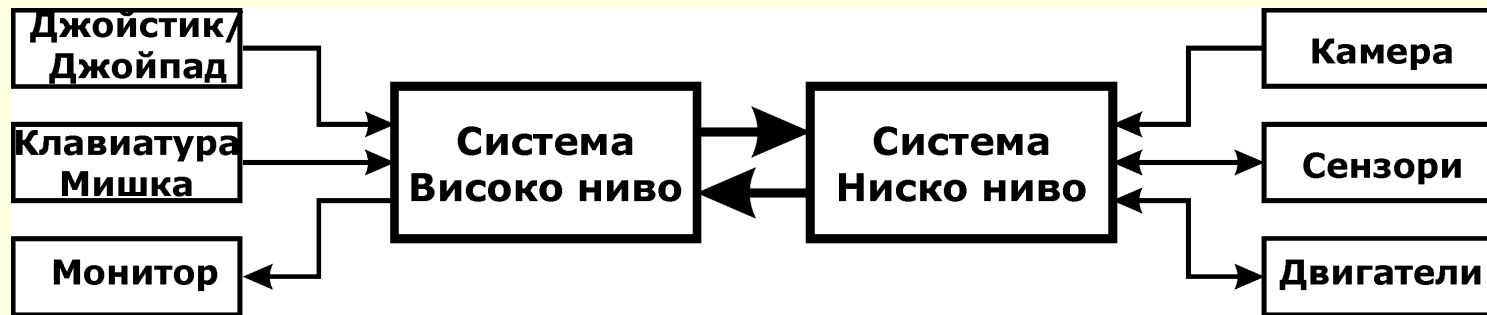
$$\ddot{y}_{O_1} = \ddot{y} + a\ddot{\varphi} \cos \varphi - a\dot{\varphi}^2 \sin \varphi \quad \ddot{y}_{O_2} = \ddot{y} - a\ddot{\varphi} \cos \varphi + a\dot{\varphi}^2 \sin \varphi \quad \ddot{y}_C = \ddot{y} - \ddot{\varphi}e - \dot{\varphi}^2 d$$

където $d = -\xi \sin \varphi + \eta \cos \varphi$, $e = \xi \cos \varphi + \eta \sin \varphi$

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

■ Система за управление

Стратегията при разработването на алгоритми за управление за мобилни и крачещи роботи е разделяне на задачите за управление и събиране на информация на две нива: високо (или управление през компютър) и ниско (или управление през микроконтролер)



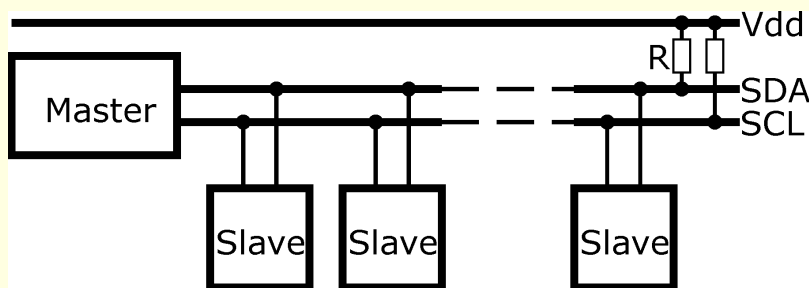
Хибридна система за управление

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

- Реализирането на едно надеждно управление в голяма част от случаите е свързано с изграждане на сигурна и стабилна комуникация между различните устройства, заложили в системата за управление. За целта е изградена безжична радио комуникация – ZigBee, базирана на IEEE 802.15.4 стандарта за персонална безжична мрежа (WPANs – wireless personal area network). ZigBee е насочена към радио честотни приложения, които изискват ниска консумация на електроенергия (дълъг живот на батериите) и сигурна мрежова комуникация.
- При така изградената структура с цел създаването на сравнително лесен и достъпен за човека оператор интерфейс е разработено управление базирано на постъпващата информация от Джойстик (Joystick) или Джойпад (Joypad).
- С цел да се намали объркването на човека оператор в непозната обстановка е заложила втора подзадача в системата за управление, която има за цел автономното управление на мобилния робот и събиране на данни за средата, т.е. да се създаде карта на изследвания район и да се открие в частност топлина отделяна от човешкото тяло, при търсене на пострадали.

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

За да може да се получават и обработват данни, постъпващи от сензорната система на робота, е необходимо изграждането на алгоритми за специфичен тип комуникация между микроконтролера и сензорните устройства – IIC шина за комуникация. На този принцип работят и заложените в проекта сензорни устройства: ултразвуков далекомер (SRF08), пирометричен сензор (TPA8x1) и електронен компас (CMPS03).



IIC шина за комуникация



ултразвуков далекомер (SRF08)



пирометричен сензор (TPA8x1)

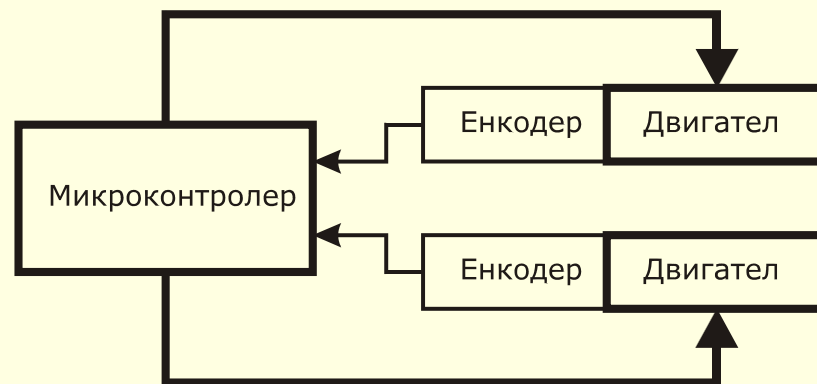


електронен компас (CMPS03).

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

■ Управление на задвижващата система

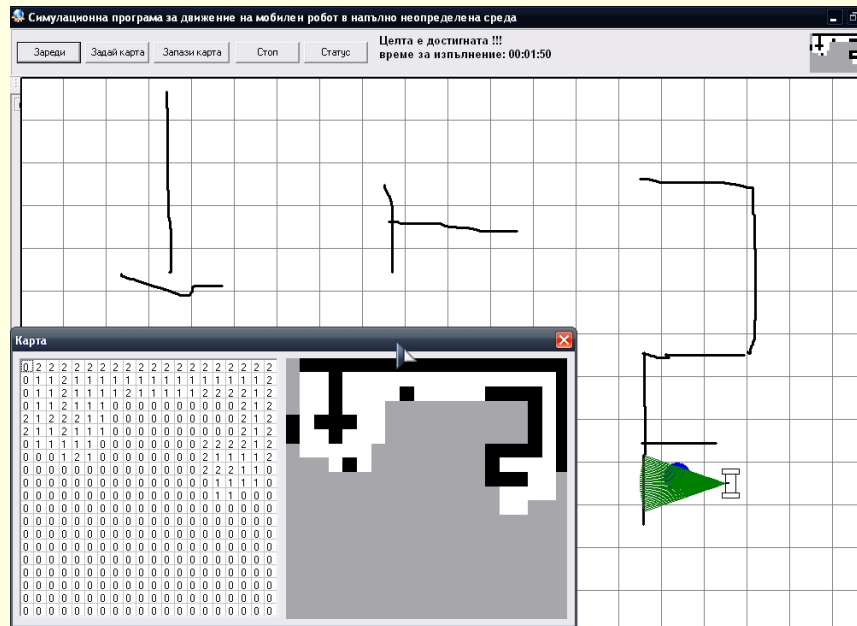
Механичната структура на мобилния робот представлява система с две задвижващи колела, като всяко едно е закачено на отделна ос за тялото на робота и се управлява от отделен постоянно токов двигател тип - DC 1524003SR, с мощност 4.5W, с интегрирани в корпуса на двигателя 16 битов инкрементален енкодер и секционен сателитен редуктор с предавателно число 134:1. Номиналното работно напрежение на този тип двигатели е 12V, което ги прави подходящи при работа със захранване, осигурявано от батерии



Принципна схема на системата за управление на двигателите.

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛ НА ДВУКОЛЕСЕН МОБИЛЕН РОБОТ

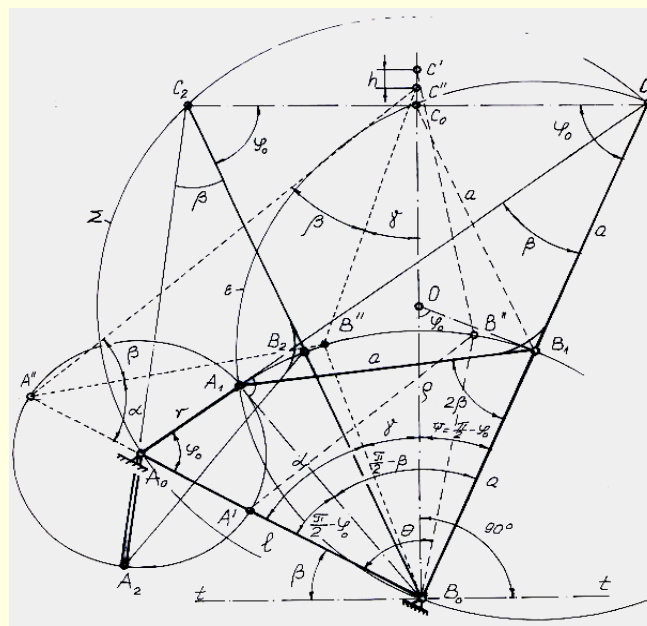
- Първият етап от изграждането на една такава сложна система за автономно управление е разработването на **програма за симулация** на поведението (движение и ориентация) на двуколесен мобилен робот в среда с произволен на брой препятствия. Разработени са алгоритми за движение в неопределена среда, намиране на най-кратък път между две точки от една координатна система, като целта е да се заобикалят регистрираните препятствия по пътя и да не се минава през вече изминат път.



Разработената програма е базирана на Win32 платформа, като използваният език за програмиране е Делфи.

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА РОБОТ, КРАЧЕЩ ПО ВЪЖЕНА ЛИНИЯ

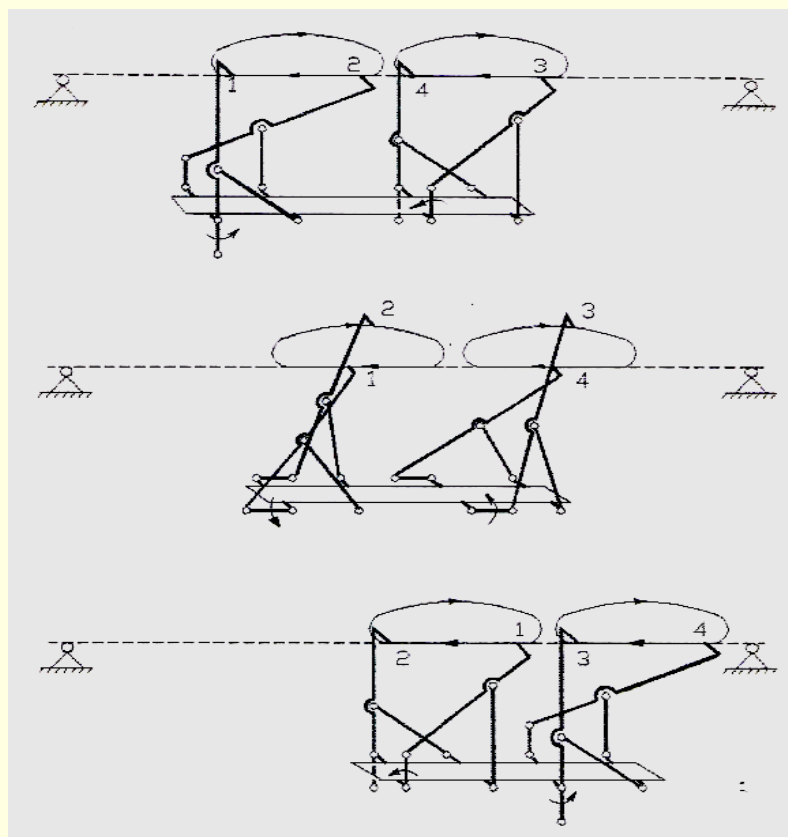
- Представен е мехатронен подход при проектиране и изследване на робот, крачещ по въжена линия, който може да бъде използван при спасителни операции. Механичната структура на робот, крачещ по въжена линия е изградена на базата на синтезирани частни случаи на ламбдаобразни механизми на Чебишев (под ръководството на проф. М.С. Константинов)



Синтез на ламбдаобразен механизъм на Чебишев

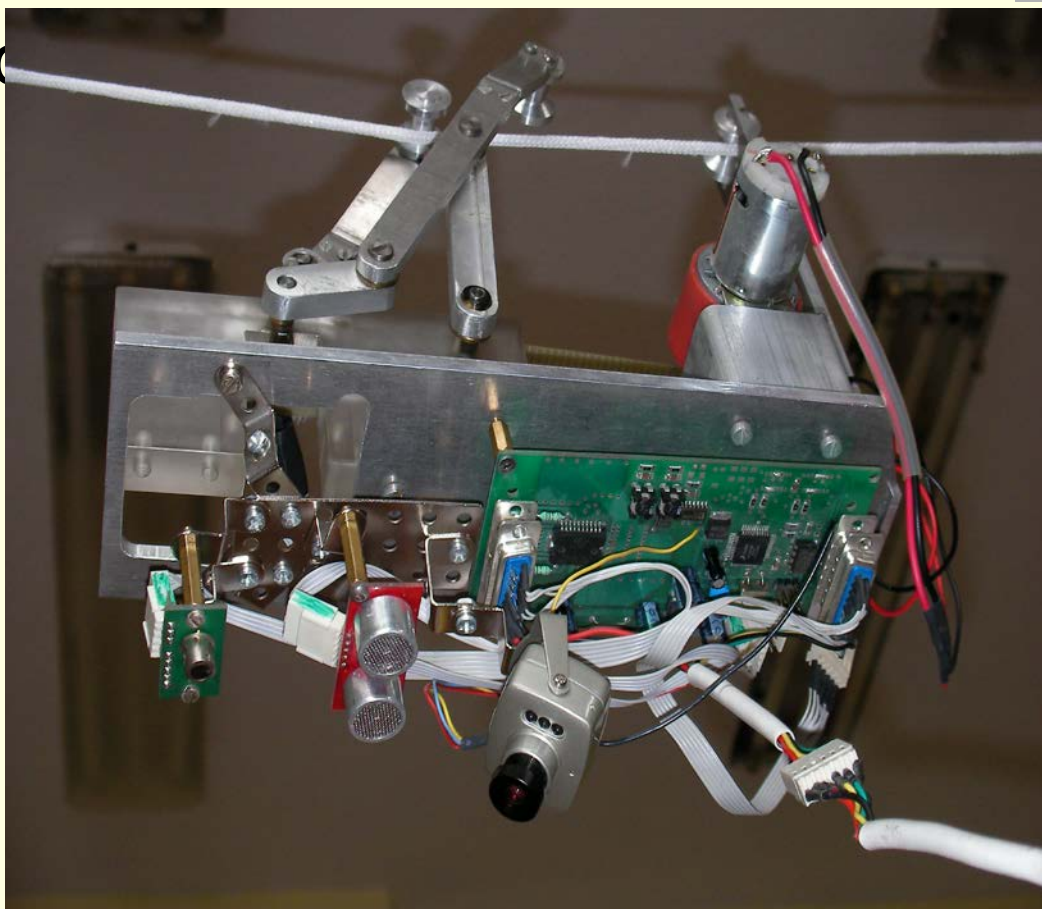
ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА РОБОТ, КРАЧЕЩ ПО ВЪЖЕНА ЛИНИЯ

- Схема на придвижването по въжениа път

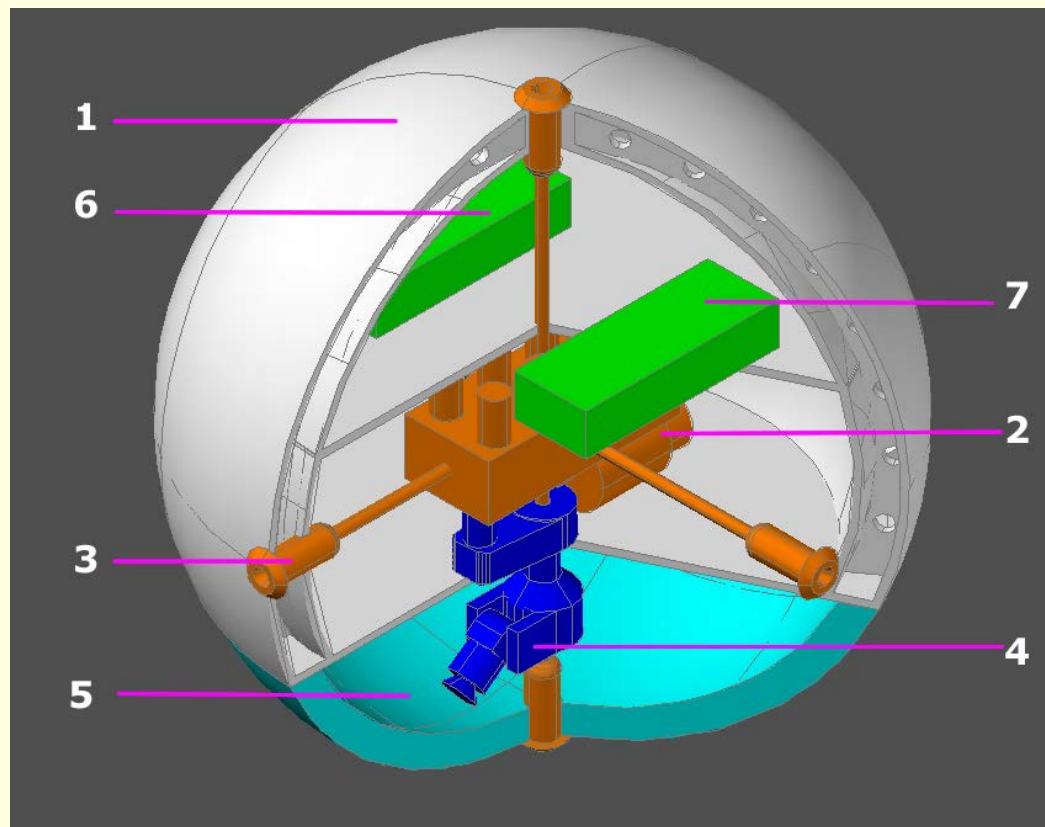


ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА РОБОТ, КРАЧЕЩ ПО ВЪЖЕНА ЛИНИЯ

■ Лабо



ПОДВОДЕН РОБОТ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ



- 1 – корпус;
- 2 – задвижваща помпа;
- 3 – дюзи на задвижването;
- 4 – видеокамера;
- 5 – илюминатор;
- 6 – сонарна система;
- 7 – хидрофонна система

Модел на подводен робот за спасителни операции

ПОДВОДЕН РОБОТ ЗА СПАСИТЕЛНИ ОПЕРАЦИИ

- Основни предимства на предлагания модел на подводен робот за спасителни операции:
- - форма, позволяваща да бъде понесено значително хидростатично налягане при сравнително малка дебелина и тегло на корпуса.
- - форма, позволяваща придвижване във всички посоки в среда с неопределени препятствия. Роботът може да преминава през отвори във всяко едно направление, движейки се напред със независимо коя от страните си.
- - задвижването на робота е силно опростено, с минимален брой подвижни съединения, подлежащи на уплътняване.