

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ СОФИЯ

Факултет по автоматика



Дипломна работа

На тема

**“Разработване на мобилен робот за дистанционен
мониторинг на газове”**

ИЗГОВИЛ:

Имена: Павел Аврамов

Ф№: 011219043

Спец.: АИУТ

Курс: 4

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

доц. д-р . Николай Стоянов

София

2025

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИПЛОМНАТА РАБОТА:

Увод 3

ГЛАВА 1 – Методи и средства за измерване на газове

- 1.1. Увод
- 1.2. Характеристики на измерваните газове
- 1.3. Методи за измерване на газове
- 1.4. Мониторинг на газове в домашни и индустриални условия
- 1.5. Сензори за измерване на газове и тяхното приложение
- 1.6. Цел и задачи на дипломната работа

ГЛАВА 2 - Хардуер и софтуер на мобилната платформа

- 2.1. Увод
- 2.2. Хардуер на мобилната платформа
- 2.3. Софтуер на мобилната платформа
- 2.4. Алгоритъм на работа и начин на сглобяване
- 2.5. Изводи 48

ГЛАВА 3 - Експериментални изследвания с разработения робот

- 3.1. Увод
- 3.2. Алгоритъм на работа
- 3.3. Експерименти

ГЛАВА 4 - Изводи

Литература

Приложения

- 1. Програмен код на работа

Увод

В съвременния свят автоматизацията и роботизирани системи играят ключова роля в различни индустрии, включително в сферата на мониторинга на околната среда. Настоящата дипломна работа представя разработването на автономен мобилен робот, който е предназначен за измерване на газове и автономна навигация чрез избягване на препятствия.

Основната цел на проекта е създаването на интелигентна мобилна платформа, способна да извършва анализ на въздуха в заобикалящата среда, като използва газов сензор **MQ-2** и други подобни модули. Освен това, чрез ултразвуков сензор **HC-SR04**, роботът ще може да засича и избягва препятствия, използвайки алгоритъм за автономно движение.

Допълнително, платформата ще разполага с Wi-Fi свързаност чрез **Blynk**, което ще позволи дистанционно управление и визуализация на данните в реално време.

Мониторингът на газове е изключително важен както в индустриалните, така и в домашните среди. В индустриалните приложения, като химическите производства и добива на енергия, детекцията на газове е от съществено значение за предотвратяване на аварии и осигуряване на безопасността на работниците. В домашни условия, мониторингът може да предотврати инциденти, свързани с изтичане на газ или повишена концентрация на токсични изпарения, които представляват опасност за здравето и живота на обитателите.

ГЛАВА 1 - Методи и средства за измерване на газове

1.1. Увод

Газовете играят важна роля както в природата, така и в различни индустриални и битови процеси. Тяхното точно измерване е критично за осигуряване на безопасност, здраве и ефективност в редица приложения. Основната цел на тази глава е да представи значението на мониторинга на газове, както и как различни технологии могат да се използват за откриването и анализа им.

В индустриалната среда измерването на газове е от изключително значение за предотвратяване на аварии, свързани с изтичане на горими газове като метан и пропан, както и за откриване на токсични вещества като въглероден окис. В същото време, в битови условия мониторингът на газове е ключов за осигуряване на безопасността на обитателите, предотвратявайки инциденти с изтичане на газ и възникване на пожари.

В този контекст разработването на технологии за автоматичен и автономен мониторинг на газове е от изключителна важност. Тази дипломна работа ще разгледа детайлно различните аспекти на измерването на газове, включително използването на сензори като MQ-2, които позволяват детекция на широк спектър от газове. Ще бъдат представени както основните принципи на работа на тези сензори, така и тяхното приложение в мобилни роботизирани платформи.

1.2. Характеристики на измерваните газове

Газовете, които се измерват, включват различни запалими и токсични вещества, които имат значително въздействие върху здравето и околната среда. Сред тях са:

- **Метан (CH_4):** Основен компонент на природния газ. Той е безцветен и без мирис, но във високи концентрации представлява опасност от експлозия. Измерването на метан е от решаващо значение в индустриалните среди, където има риск от изтичане.
- **Пропан (C_3H_8) и бутан (C_4H_{10}):** Използвани като горива в битови условия и в различни индустриални приложения. Те са леснозапалими и могат да предизвикат пожари или експлозии при изтичане.
- **Въглероден окис (CO):** Силно токсичен газ, който се отделя при непълно горене на въглеродосъдържащи вещества. Вдишването на въглероден окис може да доведе до сериозни здравословни проблеми, включително смърт при високи концентрации.
- **Дим:** MQ-2 е чувствителен и към частици дим, което го прави полезен за детекция на пожари в домашни и индустриални среди.

Измерването на тези газове позволява предотвратяване на аварии, свързани с изтичане или натрупване на опасни вещества. Освен това, мониторингът им допринася за подобряване на безопасността и осигуряване на здравословна среда както в битови, така и в индустриални условия.

1.3. Методи за измерване на газове

Методите за измерване на газове могат да бъдат разделени на няколко основни категории в зависимост от използваната технология и приложението им. Те включват следното:

1. Електрохимични методи:

- Използват електрохимични клетки, които реагират на определени газове. Тези сензори са особено подходящи за откриване на токсични газове като въглероден окис (CO) и сероводород (H₂S).
- Предимства: висока чувствителност, ниска консумация на енергия.
- Недостатъци: ограничен живот на сензора и необходимост от периодична калибрация.

2. Полупроводникови методи:

- Работят чрез промяна на проводимостта на полупроводников материал при контакт с газови молекули. MQ-2 е пример за такъв сензор.
- Предимства: ниска цена, възможност за откриване на различни видове газове (например метан, бутан, дим).
- Недостатъци: чувствителност към температура и влажност.
-

3. Инфрачервени (IR) методи:

- Използват инфрачервена светлина за детекция на газове като въглероден диоксид (CO₂) и метан (CH₄). Основават се на абсорбцията на светлина от определени газове.
- Предимства: висока точност, дълъг живот на сензора.
- Недостатъци: висока цена и сложност на системата.

4. Каталитични методи:

- Използват каталитични реакции за откриване на горими газове. Често се прилагат в индустриални среди за мониторинг на експлозивни газове.

- **Предимства:** надеждност и точност.
- **Недостатъци:** висока консумация на енергия и по-кратък живот в замърсени среди.

5.Оптични методи:

- Базират се на взаимодействието на светлината с газовете. Включват лазерна спектроскопия и други техники за високо прецизно измерване.
- **Предимства:** изключително висока точност и чувствителност.
- **Недостатъци:** сложност и висока цена.

6. Мембранни методи:

- Използват селективни мембрани за пропускане на определени газове към детектор.
- Подходящи за специфични приложения, където трябва да се открие един газ в смес.

Изборът на метод зависи от специфичните изисквания на приложението, като например вида на измервания газ, точността и бюджета на проекта. В рамките на тази дипломна работа се използва полупроводников метод чрез газовия сензор MQ-2, който е икономически ефективен и подходящ за мобилни роботизирани платформи.

1.4. Мониторинг на газове в домашни и индустриални условия

Мониторингът на газове е от съществено значение както в индустриалните, така и в домашните среди. В различни приложения той играе критична роля за осигуряване на безопасността на хората, предотвратяване на аварии и защита на околната среда. В тази част ще бъдат разгледани различните аспекти на мониторинга на газове, методите за измерване и технологиите, които се използват за детекция и анализ.

1.4.1. Мониторинг на газове в индустриална среда

В промишлените предприятия, като рафинерии, химически заводи и минно-добивната индустрия, мониторингът на газове е от ключово значение за осигуряване на безопасност. Основните цели включват:

- **Откриване на запалими газове** (метан, пропан, бутан) за предотвратяване на експлозии.
- **Детекция на токсични газове** (въглероден окис, сероводород, амоняк) за

защита на работниците.

- **Контрол на въглероден диоксид (CO₂)** в затворени пространства, където може да се натрупа и да доведе до задушаване.

Мониторингът в индустриалната среда обикновено се извършва чрез мрежа от стационарни газови сензори, които са свързани към система за автоматично известяване и изключване на технологичното оборудване в случай на опасност. Високопрецизните инфрачервени и електрохимични сензори са най-често използваните технологии в тези условия.

1.4.2. Мониторинг на газове в битова среда

В домашни условия мониторингът на газове също е изключително важен за предотвратяване на аварии, свързани с изтичане на газ. Основните рискове включват:

- **Изтичане на природен газ (метан) от газови инсталации.**
- **Отделяне на въглероден окис (CO) от неизправни отоплителни уреди.**
- **Детекция на дим и токсични газове при възникване на пожари.**

За домашни приложения често се използват компактни газови детектори, които включват вградени аларми и възможност за свързване към смарт устройства чрез Wi-Fi. Те осигуряват дистанционно известяване и интеграция с домашни системи за сигурност.

1.4.3. Технологии за мониторинг на газове

Съществуват различни технологии за мониторинг на газове, които се използват в зависимост от конкретното приложение. Основните методи включват:

1. **Фиксирани стационарни детектори** – Инсталирани на критични места в промишлени или жилищни сгради, те осигуряват постоянен мониторинг.
2. **Мобилни роботи за мониторинг** – Използват се в опасни среди, където ръчният достъп на оператори е невъзможен. Те са оборудвани с газови сензори и автономни навигационни системи.
3. **Преносими ръчни газови анализатори** – Използвани от инспектори и аварийни екипи за бърза проверка на концентрацията на газове в дадена зона.
4. **IoT базирани интелигентни сензори** – Свързани към интернет, тези устройства позволяват дистанционно наблюдение и известяване чрез мобилни приложения.

1.4.4. Значение на мониторинга за околната среда

Освен за защита на хората, мониторингът на газове е критичен и за опазването на околната среда. Изтичането на парникови газове като метан (CH₄) допринася значително за глобалното затопляне. Съвременните системи за мониторинг помагат за ранно откриване и намаляване на вредните емисии, като по този начин допринасят за устойчивото развитие.

1.4.5. Предимства на автоматизирания мониторинг

Автоматизираните системи за мониторинг предлагат множество предимства пред традиционните методи:

- **Бърза реакция при наличие на опасни газове.**
- **Непрекъснато наблюдение 24/7.**
- **Дистанционно управление и анализ на данни чрез облачни технологии.**
- **Редуциране на човешкия фактор и риска от грешки.**

Тези технологии намират все по-широко приложение както в индустрията, така и в ежедневието, като осигуряват надеждни решения за безопасност и екологичен контрол.

1.5. Сензори за измерване на газове и тяхното приложение

Газовите сензори са устройства, които засичат наличието на различни газове в околната среда и преобразуват информацията в измерими електрически сигнали. Те са основен елемент в системите за мониторинг на качеството на въздуха и сигурността в промишлени, битови и научни приложения. Сензорите могат да бъдат класифицирани според използваната технология и предназначението им.

1.5.1. Видове газови сензори

1) Полупроводникови сензори

Полупроводниковите газови сензори (MOS) работят на принципа на промяна в електрическото съпротивление на метален оксид при контакт с газови молекули. Когато даден газ се адсорбира върху повърхността на чувствителния слой, настъпва химична реакция, която променя проводимостта на материала. Тази промяна се измерва и се използва за определяне на концентрацията на газа.



Принцип на работа:

- Газовите молекули взаимодействат с металния оксид, предизвиквайки промяна в съпротивлението. *MQ-02, полупроводников газов сензор*
- Сензорът регистрира тази промяна и я преобразува в измеримо напрежение.
- Различните типове MOS сензори са чувствителни към различни газове, като въглероден оксид (CO), амоняк (NH₃), серен диоксид (SO₂) и летливи органични съединения (VOCs).

Приложения:

- Домашни и индустриални газови алармени системи.
- Мониторинг на въздуха в затворени помещения (използват се в пречистватели на въздух).
- Детекция на опасни газове в производствени предприятия.
- Анализ на качеството на околния въздух.

Предимства:

- Ниска цена и лесна интеграция в различни системи.
- Широк диапазон на измерване – могат да засичат различни газове при различни концентрации.
- Дълъг експлоатационен живот и ниски разходи за поддръжка.

Недостатъци:

- Чувствителност към температура и влажност, което може да доведе до неточни показания.
- Изискват време за загряване преди работа, за да достигнат стабилно състояние.

- По-ниска селективност – някои MOS сензори могат да реагират на няколко различни газа едновременно.

2) Електрохимични сензори

Електрохимичните газови сензори използват електрохимична реакция за откриване и измерване на концентрацията на различни газове като въглероден оксид (CO), азотен диоксид (NO₂) и серен диоксид (SO₂). Те работят на принципа на окислително-редукционни реакции, при които даден газ реагира с електродите в сензора, създавайки електрически сигнал пропорционален на концентрацията на газа.



Принцип на работа:

ME3-NO₂, електрохимичен сензор за (NO₂)

- Газът дифузира през мембрана и достига до електрохимична клетка с електроди.
- Процесът на окисление или редукция на газа води до протичане на електрически ток, който се измерва.
- Интензитетът на тока е пропорционален на концентрацията на газа в околната среда.

Приложение:

- Мониторинг на въздуха за откриване на замърсяване и токсични газове.
- Индустриална безопасност за откриване на потенциално опасни газове в работни среди.
- Газови алармени системи в затворени пространства като паркинги, тунели и жилищни сгради.
- Медицински уреди, например за измерване на концентрацията на кислород и въглероден оксид в дихателния въздух.

Предимства:

- Висока точност и селективност към определени газове.
- Ниска консумация на енергия, което ги прави подходящи за преносими устройства.
- Малък размер и лесна интеграция в електронни системи.

Недостатъци:

- Ограничен експлоатационен живот (обикновено 1-3 години).

- Необходимост от периодична калибрация за поддържане на точността.
- Чувствителност към температура и влажност, което може да повлияе на точността

3) Инфракчервени (IR) сензори

Инфракчервените (IR) газови сензори са базирани на принципа на оптичната абсорбция, при който газовите молекули поглъщат инфракчервена светлина на специфични дължини на вълната. Този метод позволява прецизно измерване на концентрацията на различни газове, като метан (CH_4), въглероден диоксид (CO_2) и други въглеводороди.

Принцип на работа:

- Определени газове абсорбират инфракчервената светлина при специфични дължини на вълната.
- Източник на инфракчервена светлина излъчва лъчи през газовата среда.
- Детектор измерва намаляването на интензитета на светлината и определя концентрацията на газа.



R15TT-R, инфракчервен газов сензор

Приложение

- Мониторинг на качеството на въздуха за измерване на нивата на въглероден диоксид (CO_2).
- Газови детектори за промишлена безопасност, използвани за откриване на метан (CH_4) и други горими газове.
- Анализ на изгорели газове в автомобилни и индустриални системи.
- Медицински уреди, например в системи за наблюдение на издишания въздух.

Предимства:

- Висока точност и чувствителност към определени газове.
- Дълъг експлоатационен живот в сравнение с електрохимичните сензори.
- Безконтактно измерване, което елиминира нуждата от директен контакт със замърсени или опасни газове.

Недостатъци:

- По-висока цена спрямо други газови сензори.
- Необходимост от периодична калибрация за поддържане на точността.
- Сложност на интеграцията в някои приложения.

4) Каталитични сензори

Каталитичните газови сензори функционират на принципа на каталитично окисление, при което запалимите газове реагират с нагрят платинен елемент. В резултат на тази реакция се отделя топлина, която води до промяна в електрическото съпротивление на елемента. Тази промяна се измерва и се използва за определяне на концентрацията на горими газове в околната среда.



Каталитичен газов сензор SE192KG

Принцип на работа:

- Газовете взаимодействат с каталитично активен елемент (например платина).
- При контакт със запалим газ настъпва окисление, което предизвиква увеличаване на температурата.
- Топлината води до промяна на електрическото съпротивление, което позволява измерване на концентрацията на газа.

Приложение:

Каталитичните сензори се използват широко за детекция на запалими газове като метан (CH_4), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) и водород (H_2). Те са особено подходящи за:

- Мониторинг на концентрацията на горими газове в производствени предприятия и складови помещения.
- Системи за безопасност и аварийни детектори за предотвратяване на експлозии.
- Газови инсталации и преносни съоръжения, където има риск от изтичане на горими газове.
- **Предимства:**
 - Висока точност и надеждност при откриване на запалими газове.
 - Бърза реакция при наличие на газ, което позволява ефективно предотвратяване на аварии.
 - Дълъг експлоатационен живот при правилна поддръжка.
 - Широка приложимост в индустриални и битови системи.

Недостатъци:

Не могат да работят в среда с ниско съдържание на кислород, тъй като процесът на

окисление изисква кислород.

Изискват периодична калибрация и поддръжка за осигуряване на точни измервания.

Възможно е чувствителността да се понижи при дълготрайна употреба.

5) **Оптични сензори**

Оптичните сензори работят чрез измерване на промени в светлинното разсейване или абсорбция, причинени от наличието на газови молекули. Те използват инфрачервена (IR) или ултравиолетова (UV) светлина за откриване на специфични газове с висока точност.

Приложения: Широко се използват в индустриални лаборатории, научни изследвания, системи за мониторинг на въздуха и контрол на замърсяването.

- **Предимства:** Изключителна точност, бърза реакция, дълъг експлоатационен живот и възможност за откриване на специфични газове.
- **Недостатъци:** Висока цена, нужда от периодична калибрация, както и по-сложна интеграция в любителски проекти.



NDIR сензор MH-Z19

Един от най-използваните оптични сензори за газове е MH-Z19, който работи на принципа на неразсейващата инфрачервена (NDIR) технология. Той измерва концентрацията на въглероден диоксид (CO_2) във въздуха, като пропуска инфрачервена светлина през газова камера и отчита количеството погълната енергия.

- Диапазон на измерване: 0 – 5000 ppm
- Точност: ± 50 ppm
- Захранване: 5V
- Приложение: Вентилационни системи, промишлени измервания, интелигентни домове.

1.5.2. MQ-2 сензор за детекция на газове

MQ-2 е широко използван полупроводников газов сензор, предназначен за откриване на запалими и токсични газове. Той работи чрез промяна на съпротивлението на чувствителния елемент при взаимодействие с газови молекули.

- **Откриваеми газове:**

- Метан (CH_4)
- Пропан (C_3H_8)
- Бутан (C_4H_{10})
- Въглероден окис (CO)
- Водород (H_2)
- Дим

- **Характеристики на MQ-2:**

- Работно напрежение: 5V DC.
- Аналогов и цифров изход.
- Време за загряване: ~20 сек.
- Температурен диапазон: -10°C до $+50^\circ\text{C}$.

- **Свързване на MQ-2 с микроконтролер:**

- **VCC** – 5V
- **GND** – Земя
- **A0** – Аналогов изход (прочитане на концентрация)
- **D0** – Цифров изход (прагова аларма)

1.5.3. Приложения на газовите сензори

Газовите сензори се използват в различни сфери:

- **Индустриална безопасност:**

- Откриване на течове на газ в заводи и рафинерии.
- Контрол на концентрацията на токсични газове в работни среди.

- **Битова употреба:**

- Интелигентни алармени системи за детекция на газове течове.
- Смарт домашни устройства за мониторинг на въздуха.
- **Медицински и лабораторни приложения:**
 - Анализ на дихателни газове в медицината.
 - Мониторинг на въглероден диоксид в болнични отделения.
- **Околна среда и климатичен мониторинг:**
 - Следене на емисиите на парникови газове.
 - Контрол на замърсяването на въздуха.

Сензорите за газове са ключова част от системите за мониторинг и безопасност в различни сфери, като тяхното използване продължава да се разширява с развитието на IoT и автоматизацията.

1.6. Цел и задачи на дипломната работа

Цел на дипломната работа

Основната цел на настоящата дипломна работа е разработването на автономен мобилен робот за измерване на газове и избягване на препятствия, който може да се използва в различни среди, включително индустриални зони, затворени помещения и битови условия. Роботът ще осигурява автоматизиран мониторинг на въздуха, предупреждение при наличие на опасни газове и ще може да се управлява дистанционно чрез IoT платформа.

Проектът комбинира хардуерни и софтуерни технологии, за да осигури надеждна детекция на газове чрез газов сензор MQ-2, избягване на препятствия чрез HC-SR04 ултразвуков сензор, както и управление чрез ESP8266 микроконтролер с интеграция в Blynk IoT платформата. Допълнително, роботът ще бъде оборудван със звукова и светлинна сигнализация за осигуряване на бърза реакция при опасност.

Основни задачи

За постигане на тази цел се поставят следните основни задачи:

1. Анализ на газовите сензори и техните характеристики

- Изследване на полупроводниковите сензори (MQ-2) и тяхната точност.
- Сравнение на различни методи за измерване на газове.
- Оценка на точността на измерванията и необходимите условия за работа.

2. Проектиране и разработване на хардуерната платформа

- Избор на подходящи компоненти: ESP8266, L298N драйвер, серво мотор SG90, батерии 3.7V, газов сензор MQ-2, ултразвуков сензор HC-SR04, зумер, LED ринг.
- Свързване на модулите и осигуряване на надеждно електрозахранване.
- Оптимизиране на разположението на компонентите върху шасито на робота.

3. Разработка на софтуер за автономно управление

- Имплементация на алгоритъм за измерване на газове и анализ на данните.
- Интеграция на ултразвуковия сензор за избягване на препятствия.
- Разработка на **IoT комуникация** чрез Blynk за дистанционно наблюдение и управление.
- **Програмиране на звукова и светлинна сигнализация за алармиране при наличие на опасни газове.**

4. Тестване и оптимизация на робота

- Провеждане на експериментални измервания в различни среди.
- Оценка на ефективността при детекция на газове и избягване на препятствия.
- Оптимизиране на **енергийната консумация и автономността** на системата.

5. Анализ на резултатите и бъдещи подобрения

- Оценка на точността на измерванията и времето за реакция.
- Обсъждане на възможности за усъвършенстване на робота.
- Възможности за **машинно обучение** за подобряване на автономната навигация и анализ на газовете.
- Оптимизация на **звуковата и светлинната сигнализация** за максимална ефективност и ранно предупреждение.

ГЛАВА 2 – Изграждане на мобилен робот за дистанционен мониторинг

2.1. Увод

Разработването на автономен мобилен робот изисква прецизно съчетание на хардуерни и софтуерни компоненти, които да работят в синхрон за осигуряване на надеждна детекция на газове, избягване на препятствия и отдалечено управление. В тази глава ще бъде представен анализ на използваните хардуерни модули, както и разработения софтуер за управление на платформата.

2.2. Хардуер на мобилният робот

Хардуерът на мобилната платформа включва следните основни компоненти:

1. **Микроконтролер:** ESP8266 (Wemos D1 R2)
2. **Газов сензор:** MQ-2 - използва се за детекция на запалими и токсични газове.
3. **Ултразвуков сензор:** HC-SR04 - служи за откриване на препятствия и осигурява автономна навигация на робота.
4. **Задвижваща система:** 4 мотора, управлявани от L298N драйвер, осигуряват придвижването на платформата.
5. **Серво мотор:** SG90 - завърта ултразвуковия сензор за по-добро сканиране на околната среда.
6. **Захранване:** Две литиеви батерии 3.7V с преобразувател към 12V за захранване на двигателите и 5V за останалите модули.
7. **Звукова и светлинна сигнализация:** Зумер и LED ринг (WS2812B) - осигуряват визуални и звукови предупреждения при наличие на опасни газове.

Свързването на тези компоненти осигурява функционалността на мобилния робот, като се гарантира надеждно измерване на газове и безопасна навигация в средата.

1. Микроконтролер: ESP8266 (Wemos D1 R2)



Wemos D1 R2 е едноплатков микроконтролер, базиран на популярния Wi-Fi чип ESP8266. Той представлява удобна и лесна за употреба алтернатива на Arduino UNO, като същевременно осигурява вградена безжична комуникация и повече възможности за разработка на IoT (Internet of Things) проекти. Благодарение на своите параметри и удобния форм-фактор, този модул намира широко приложение в различни автоматизирани системи, включително умни домове, безжични сензорни мрежи и роботика

2. Технически характеристики

Основни характеристики:

- **Процесор:** ESP8266EX, 32-битов RISC процесор, работещ на честота 80/160 MHz.
- **Памет:** 4 MB (SPI Flash) за съхранение на програми и данни.
- **RAM:** Около 80 KB достъпна оперативна памет.

- **Работно напрежение:** 3.3V (с вграден 5V към 3.3V регулатор).
- **Консумация на ток:** Около 70 mA в нормален режим, като при Wi-Fi трансмисия може да достигне 300 mA.
- **Wi-Fi:** Поддръжка на стандарти **802.11 b/g/n**, както и работа в режими STA, AP и STA+AP.

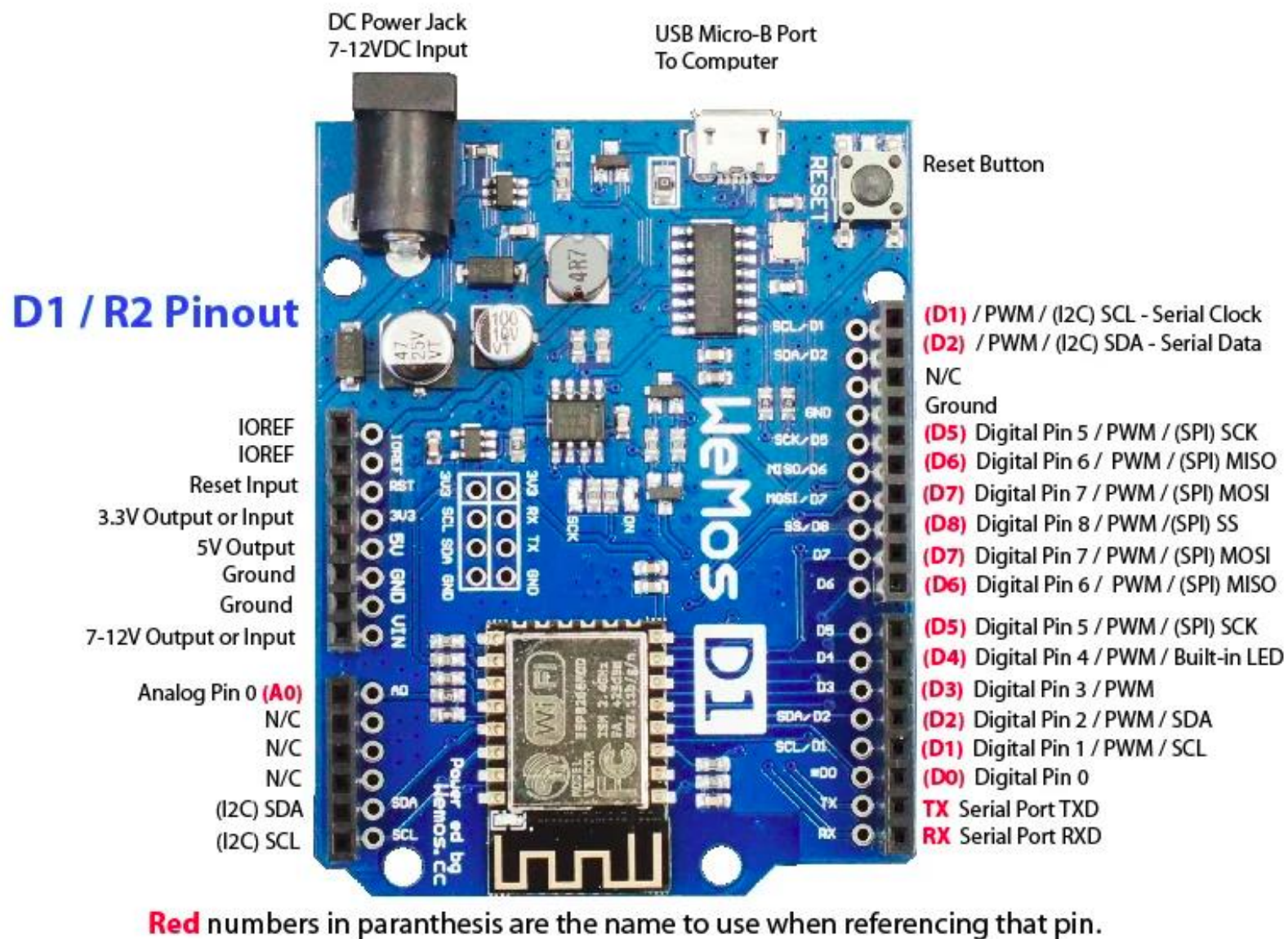
GPIO (входно-изходни) пинове:

- **Общо:** 11 цифрови входно-изходни пина.
- **PWM:** Поддръжка на **хардуерен PWM** за управление на светодиоди и мотори.
- **Аналогов вход:** 1 канал (A0) с входно напрежение до 3.2V.
- **Сериен интерфейс:** UART, SPI, I²C за комуникация с различни периферни устройства.
- **USB-UART преходник:** Вграден **CH340G**, осигуряващ лесно програмиране и дебъгване през USB
-

Детайлна разбивка на пиновете:

Пин	Функция
D0 (GPIO16)	Будилник от дълбок сън, без PWM, без I ² C
D1 (GPIO5)	I ² C (SCL), PWM
D2 (GPIO4)	I ² C (SDA), PWM
D3 (GPIO0)	Flash бутон, PWM, има pull-up резистор
D4 (GPIO2)	Вграден LED, PWM, има pull-up резистор
D5 (GPIO14)	SPI (SCLK), PWM
D6 (GPIO12)	SPI (MISO), PWM
D7 (GPIO13)	SPI (MOSI), PWM
D8 (GPIO15)	SPI (SS), PWM, има pull-down резистор
RX (GPIO3)	UART RX, няма PWM

TX (GPIO1)	UART TX, няма PWM
A0	Аналогов вход, макс. 3.2V



Допълнителни функции:

- **LED индикатор:** Вграден светодиода на **D4 (GPIO2)** за индикация на работа.
- **Съвместимост с Arduino IDE и MicroPython**, което позволява бързо програмиране и разработка.
- **Поддръжка на OTA (Over-The-Air) ъпдейти**, което позволява безжично

обновяване на фърмуера.

3. Свързване на периферни устройства с Wemos D1 R2

Компонент	Свързване към Wemos D1 R2
Газов сензор MQ-2	A0 (аналогов вход)
HC-SR04 ултразвуков сензор	Trig -> D7, Echo -> D8
Серво мотор	D1 (PWM изход)
L298N драйвер за мотори	IN1 -> D2, IN2 -> D3, IN3 -> D4, IN4 -> D5
LED ринг WS2812B	D6 (цифров PWM изход)
Пиезо зумер	D9 (цифров изход)
Blynk комуникация (Wi-Fi)	Използва вградената Wi-Fi връзка

4. Приложения и предимства

Wemos D1 R2 е широко използван в IoT решения, където е необходимо безжично управление и мониторинг. Някои от основните му приложения включват:

- **Смарт домашна автоматизация** – дистанционно управление на осветление, датчици за движение, управление на електроуреди.
- **Роботика** – изграждане на автономни роботи, дистанционно управлявани коли, безжични сензорни мрежи.
- **Метеорологични станции** – използване със сензори за температура, влажност и налягане.
- **Индустриални IoT приложения** – наблюдение на производствени процеси, контрол на машини и автоматизирани решения.
- **Смарт земеделие** – контрол на напоителни системи и мониторинг на почвената влага.

Предимства на Wemos D1 R2:

- Лесна интеграция с IoT платформи като **Blynk, Adafruit IO и Thingspeak**.
- Поддръжка на Arduino библиотеки, което улеснява прехода от Arduino към

ESP8266.

- Вградена Wi-Fi свързаност, премахваща нуждата от допълнителни комуникационни модули.
- Компактен и удобен дизайн, съвместим с повечето Arduino шилдове.

5. Заключение

Wemos D1 R2 е мощна и достъпна платка, която съчетава удобството на Arduino с възможностите на ESP8266. Нейната съвместимост с IoT технологии, наличието на безжична комуникация и богатият набор от GPIO пинове я правят подходяща за широк спектър от проекти. Независимо дали разработвате **смарт домашна автоматизация, роботика или сензорни мрежи**, Wemos D1 R2 предоставя отлична платформа за реализация на вашите идеи.

2. Газ сензор MQ-02



1. Въведение

Газовият сензор **MQ-2** е един от най-популярните сензори за откриване на горими газове и дим. Той е широко използван в IoT проекти, системи за пожароизвестяване, детектори за изтичане на газ и индустриални приложения. MQ-2 е сензор с аналогов и цифров изход, което позволява лесно интегриране с

различни микроконтролери, включително **Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi** и други.

2. Технически характеристики

- **Работно напрежение:** 5V DC
- **Консумация на ток:** ~150 mA
- **Чувствителност към газове:** LPG, бутан, пропан, метан, алкохол, водород, дим
- **Диапазон на измерване:** 300 - 10000 ppm
- **Време за загряване:** 20 - 30 секунди
- **Изходен сигнал:**
 - Аналогов (0 - 5V, зависещ от концентрацията на газовете)
 - Цифров (LOW/HIGH, зададен от праговата стойност на компаратора)
- **Работна температура:** -10°C до 50°C
- **Размери:** 35 мм x 20 мм x 20 мм

3. Принцип на работа

MQ-2 използва **SnO₂ (оловен диоксид)** като чувствителен елемент. При наличие на горими газове, електропроводимостта на този материал се увеличава, което води до промяна в изходния сигнал. Сензорът разполага с **вграден нагревател**, който загрява сензорния материал и го прави чувствителен към газовете в околната среда.

Етапи на работа:

1. **Загряване** - MQ-2 изисква начално време за загряване (приблизително 20 - 30 секунди), за да достигне стабилна чувствителност.
2. **Детекция на газ** - При наличие на горими газове или дим, съпротивлението на чувствителния елемент се променя.
3. **Преобразуване на сигнал** - Изходният сигнал варира пропорционално на
4. концентрацията на газовете и може да бъде обработен от микроконтролер.

4. Pinout (Разположение на пиновете)

Газовият сензор MQ-2 разполага със следните изводи:

Извод	Описание
VCC	Свързва се към 5V от микроконтролера или захранването
GND	Свързва се към земя (GND)
A0	Аналогов изход - стойност на напрежението, пропорционална на концентрацията на газ
D0	Цифров изход - преминава в HIGH, когато концентрацията надхвърли зададен праг
Потенциометър	Настройка на праговата стойност за цифровия изход

5. Свързване на MQ-2 с микроконтролер

MQ-2 може да бъде свързан към микроконтролери като **Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi**. В повечето случаи се използва аналоговия сигнал за точно измерване на концентрацията на газовете.

Примерно свързване с **Arduino**:

MQ-2 пин	Arduino пин
VCC	5V
GND	GND
A0	A0
D0	D2

6. Приложения на MQ-2

- **Пожароизвестителни системи** - използва се за откриване на дим и предотвратяване на пожари.
- **Детектори за газови изтичания** - инсталира се в кухни и индустриални обекти.
- **IoT и интелигентни домове** - интегрира се със смарт устройства за мониторинг на въздуха.
- **Анализ на въздушното качество** - измерване на концентрацията на вредни газове.
- **Автомобилна индустрия** - откриване на горими газове в транспортни средства.
- **Лабораторни изследвания** - използва се за анализ на газове в контролирана среда.

7. Допълнителни факти и препоръки

- **Калибриране:** MQ-2 се нуждае от калибриране в чист въздух преди употреба.
- **Живот на сензора:** MQ-2 има живот от около 2-3 години при нормални условия.
- **Въздействие на влажността:** Високата влажност може да повлияе на показанията на сензора.
- **Безопасност:** MQ-2 не трябва да се използва като основно средство за откриване на газови течове в критични среди.

8. Заключение

Газовият сензор MQ-2 е надеждно и достъпно решение за откриване на запалими газове и дим. Той предлага висока чувствителност, лесна интеграция с микроконтролери и бърза реакция на наличието на опасни газове. Подходящ е както за домашна употреба, така и за индустриални приложения. С правилна

калибрация и подходяща работа, MQ-2 може да осигури надеждно откриване на вредни газове и повишаване на безопасността в различни среди.

Газове, които открива:

- **Метан (CH_4)** – Основен компонент на природния газ, може да причини експлозии при изтичане.
- **Пропан (C_3H_8) и бутан (C_4H_{10})** – Леснозапалими газове, използвани в домакинства и индустрията.
- **Въглероден окис (CO)** – Изключително опасен токсичен газ, който може да бъде смъртоносен при вдишване.
- **Водород (H_2)** – Запалим газ, използван в промишлеността и алтернативните горива.
- **Дим и горивни изпарения** – MQ-2 е чувствителен към частици дим и горивни газове, което го прави полезен за детекция на пожари.

Пинове и свързване:

- **VCC** – 5V (захранване)
- **GND** – Земя
- **A0** – Аналогов изход (променя напрежението според концентрацията на газ)
- **D0** – Цифров изход (висок или нисък сигнал според зададен праг)
- **Potentiometer** – Вграден потенциометър за регулиране на чувствителността на цифровия изход



Pin No.	Pin Name
1	Vcc(+5V)
2	Ground
3	Digital Out
4	Analog out

5. Свързване на MQ-2 с микроконтролер

MQ-2 може да бъде свързан към микроконтролери като **Arduino**, **ESP8266**, **ESP32**, **Raspberry Pi**. В повечето случаи се използва аналоговия сигнал за точно измерване на концентрацията на газовете.

Свързване с **Arduino**:

MQ-2 пин	Arduino пин
VCC	5V
GND	GND
A0	A0
D0	D2

7. Приложения на MQ-2

- **Пожароизвестителни системи** - използва се за откриване на дим и предотвратяване на пожари.
- **Детектори за газови изтичания** - инсталира се в кухни и индустриални обекти.
- **IoT и интелигентни домове** - интегрира се със смарт устройства за мониторинг на въздуха.
- **Анализ на въздушното качество** - измерване на концентрацията на вредни газове.
- **Автомобилна индустрия** - откриване на горими газове в транспортни средства.
- **Лабораторни изследвания** - използва се за анализ на газове в контролирана среда.

8. Заключение

Газовият сензор MQ-2 е надеждно и достъпно решение за откриване на запалими газове и дим. Той предлага висока чувствителност, лесна интеграция с микроконтролери и бърза реакция на наличието на опасни газове. Подходящ е както за домашна употреба, така и за индустриални приложения. С правилна

калибрация и подходяща работа, MQ-2 може да осигури надеждно откриване на вредни газове и повишаване на безопасността в различни среди.

3. Ултразвуков сензор HC-SR04

3.1. Въведение

Ултразвуковият сензор **HC-SR04** е широко използван за измерване на разстояние и откриване на препятствия. Той работи на принципа на ултразвуковата ехолокация, като изпраща звукови вълни и измерва времето, необходимо за връщането на отразения сигнал. HC-SR04 е популярен избор за автономни роботи, системи за безопасност, индустриални приложения и интелигентни устройства.



3.2 Технически характеристики

- **Работно напрежение:** 5V DC
- **Консумация на ток:** ~15 mA
- **Честота на ултразвука:** 40 kHz
- **Диапазон на измерване:** 2 cm – 400 cm
- **Точност:** ± 3 mm
- **Ъгъл на детекция:** $\sim 15^\circ$
- **Време на отговор:** ~ 20 ms
- **Размери:** 45 mm \times 20 mm \times 15 mm

Принцип на работа

HC-SR04 използва **ултразвукова ехолокация** за измерване на разстояние. Сензорът излъчва **ултразвуков импулс** (40 kHz) чрез трансмитера (Trig) и след това приема отразения сигнал чрез приемника (Echo). Въз основа на времето, необходимо за връщане на сигнала, се изчислява разстоянието до препятствието.

Етапи на работа:

1. **Изпращане на ултразвуков сигнал** – чрез подаване на кратък 10 μ s импулс към **Trig** пина.

2. **Приемане на отразения сигнал – Echo** пинът става HIGH за времето, за което звуковата вълна се връща.

3. **Изчисляване на разстоянието** – чрез

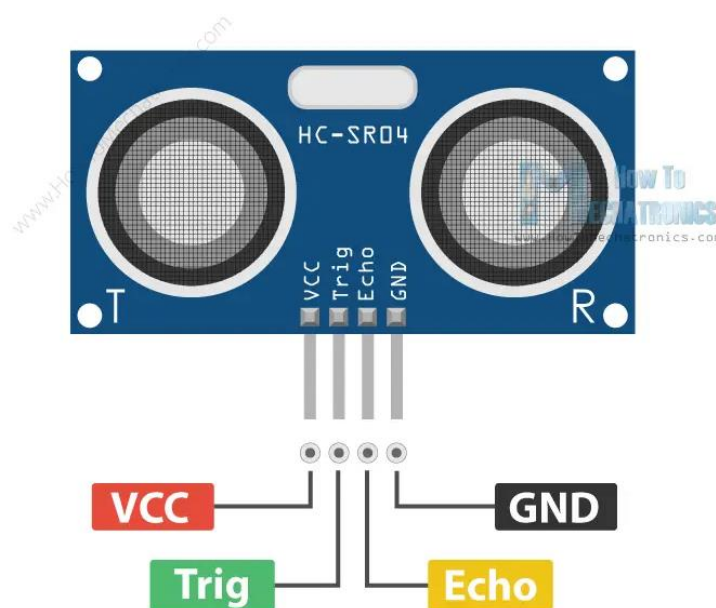
формулата:

$$\text{Разстояние (см)} = \frac{\text{Време}(\mu\text{s}) * 0.0343}{2}$$

4. Pinout (Разположение на пиновете)

HC-SR04 разполага с **четири извода**, всеки от които има специфична функция:

Извод	Описание
VCC	Свързва се към 5V DC от микроконтролера или външно захранване. Осигурява захранване за вътрешните електронни компоненти на сензора.
Trig (Trigger)	Входен пин. Трябва да получи 10μs висок (HIGH) импулс , за да активира изпращането на ултразвуков сигнал.
Echo	Изходен пин. След като ултразвуковата вълна се отрази и бъде приета, този пин става HIGH за времето на преминаването ѝ. Дължината на HIGH импулса показва времето за отразяване.
GND (Ground)	Свързва се към GND (земя) на микроконтролера или външното захранване.



5. Свързване на HC-SR04 с

микроконтролер

HC-SR04 може лесно да бъде свързан към **Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi** и други микроконтролери.

Примерно свързване с **Arduino**:

HC-SR04 пин	Arduino пин
VCC	5V
GND	GND
Trig	D7
Echo	D8

4. Задвижваща система

4.1 Постояннотокови мотори с редуктор



1. Въведение

Постояннотоковите мотори с редуктор са често използвани компоненти в роботиката и автоматизацията. Те комбинират високоскоростен DC мотор с редуктор за увеличаване на въртящия момент и по-добър контрол на движението. Благодарение на ниската им цена, висока надеждност и гъвкавост, тези мотори са предпочитан избор за много DIY проекти и промишлени приложения.

2. Технически характеристики

- **Тип:** Постояннотокови (DC) мотори с редуктор

- **Работно напрежение:** 6V - 12V
- **Максимален ток:** ~500 mA на мотор
- **Скорост:** ~150 об./мин при 12V
- **Редуктор:** 1:48 предавателно отношение за увеличаване на въртящия момент
- **Изходящ вал:** 5 мм диаметър с плосък участък за закрепване на колела
- **Консумация на ток:** Около 200-400 mA при нормална работа
- **Въртящ момент:** до 6 кг/см при 6V

3. Принцип на работа

DC моторите преобразуват електрическата енергия в механична, използвайки принципа на електромагнетизма. Вградените редуктори намаляват скоростта на въртене на двигателя и увеличават въртящия момент, което ги прави подходящи за задачи, изискващи висока мощност при ниска скорост, като движение на роботи или задвижване на конвейерни ленти.

Предимства на редуктора:

- Увеличава въртящия момент
- Осигурява плавно и стабилно движение
- Намалява скоростта на мотора, което подобрява контрола

4. Приложения на моторите

- **Роботика:** Задвижване на колела за автономни роботи.
- **Индустриална автоматизация:** Управление на машини и конвейери.
- **Образователни проекти:** Използват се за демонстрации и прототипиране.
- **IoT и умни устройства:** Задвижване на механизми в интелигентни системи.

5. Изводи и свързване

Моторите с редуктор имат два извода за свързване:

Описание

- + Положителен извод, свързва се към захранването или драйвера
- Отрицателен извод, свързва се към земя (GND) или драйвера

За управление на тези мотори е препоръчително използването на драйвери като **L298N** или **L293D**, които позволяват контрол на посоката и скоростта чрез PWM сигнали.

6. Свързване с драйвер L298N

Примерно свързване на два мотора към драйвера **L298N**:

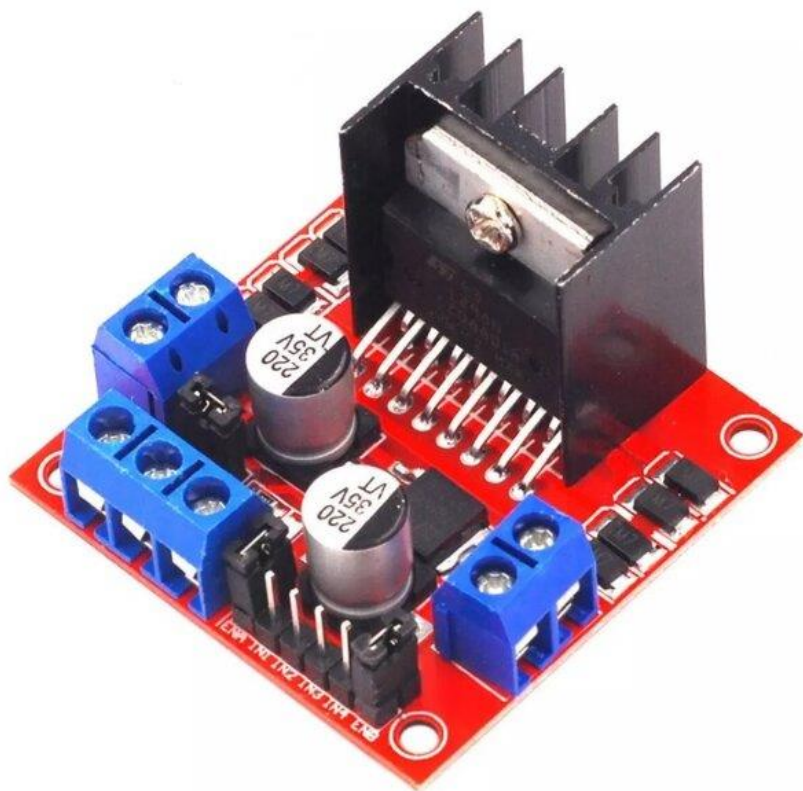
Моторен извод	Драйверен пин
Мотор 1 (+)	OUT1
Мотор 1 (-)	OUT2
Мотор 2 (+)	OUT3
Мотор 2 (-)	OUT4

Захранването за моторите се подава към **VCC** на драйвера (напрежение според спецификациите на моторите), а логическото управление се извършва от микроконтролера чрез входовете **IN1, IN2, IN3 и IN4**.

7. Заключение

Постояннотоковите мотори с редуктор са универсално решение за проекти, изискващи контролирано движение, висока мощност и стабилност. Тяхната комбинация от надеждност, достъпна цена и лесна интеграция ги прави основен избор за разработчици, инженери и любители на роботиката. С правилното управление и поддръжка, тези мотори могат да бъдат използвани за разнообразни приложения в домашна и индустриална среда.

4.2 Драйвър L298N



1. Въведение

Драйверът **L298N** е един от най-популярните двуканални драйвери за управление на постояннотокови мотори и стъпкови мотори. Той е способен да управлява два отделни мотора независимо, като позволява **контрол на скоростта и посоката на въртене**. L298N е широко използван в **роботиката, автоматизацията, IoT проектите и електромеханичните системи**.

2. Технически характеристики

- **Работно напрежение:** 5V - 35V
- **Максимален ток:** 2A на канал
- **Брой канали:** 2 (може да управлява два мотора едновременно)
- **Логически входове:** 5V TTL съвместими
- **PWM поддръжка:** Да (контрол на скоростта)
- **Вградени защиты:** Термична защита и защита от претоварване
- **Размери:** 43 мм × 43 мм × 27 мм

3. Принцип на работа

L298N работи като **H-bridge** (H-мост), което позволява да се **контролира посоката на въртене на двигателя**, като се превключват полярностите на захранването. Също така, чрез **PWM (широчинно-импулсна модулация)** може да се контролира скоростта на въртене на моторите.

Основни режими на работа:

1. **Напред** – подаване на HIGH към един входен пин и LOW към друг.
2. **Назад** – разменяне на сигналите на входовете.
3. **Спиране** – подаване на LOW на двата входни пина.
4. **Контрол на скоростта** – чрез PWM сигнал на **EN** пиновете.

4. Pinout (Разположение на пиновете)

L298N има **12 извода**, които управляват два мотора и осигуряват допълнителни функции:

Извод	Описание
VCC	Основно захранване за моторите (5V - 35V)
GND	Обща земя (GND)
5V	Регулирано захранване за логическите вериги (ако се използва 12V или повече, този пин може да се

Извод	Описание
	използва за захранване на микроконтролера)
ENA	PWM вход за контрол на скоростта на Мотор 1
IN1	Логически вход за посока на въртене (Мотор 1)
IN2	Логически вход за посока на въртене (Мотор 1)
ENB	PWM вход за контрол на скоростта на Мотор 2
IN3	Логически вход за посока на въртене (Мотор 2)
IN4	Логически вход за посока на въртене (Мотор 2)
OUT1	Изход към единия полюс на Мотор 1
OUT2	Изход към другия полюс на Мотор 1
OUT3	Изход към единия полюс на Мотор 2
OUT4	Изход към другия полюс на Мотор 2

5. Свързване на L298N с микроконтролер

Свързване с **Arduino**:

L298N пин	Arduino пин
ENA	D5 (PWM)
IN1	D7
IN2	D8
ENB	D6 (PWM)
IN3	D9
IN4	D10
VCC	12V
GND	GND

6. Приложения на L298N

- **Роботика** – управление на задвижващи мотори.
- **Смарт автомобили** – управление на моторите на платформи с дистанционно управление.
- **Автоматизация** – използва се за индустриални електромеханични системи.
- **Машини за движение** – работи с конвейерни ленти и транспортни механизми.

- **Образователни проекти** – използва се в училища и университети за преподаване на електроника.

7. Заключение

Драйверът **L298N** е мощен и лесен за използване модул за управление на постояннотокови и стъпкови мотори. Благодарение на двата **независими канала, поддръжката на PWM контрол и възможността за работа с високо напрежение**, той е изключително полезен за роботика, автоматизация и управление на двигатели. С правилна конфигурация и подходящо охлаждане, **L298N** може да бъде **надеждно решение за различни проекти с мотори**.

4.3 Серво мотор SG90



1. Въведение

Сервомоторът **SG90** е един от най-популярните и широко използвани микро сервомотори, подходящ за проекти в роботиката, автоматизацията и IoT.

Благодарение на компактните си размери, ниската цена и лесната интеграция, той е предпочитан избор за приложения като управление на ултразвукови сензори, механични манипулатори и други системи, изискващи прецизен ъглов контрол.

2. Технически характеристики

- **Работно напрежение:** 4.8V - 6V

- **Максимален ток:** ~220 mA (при 5V)
- **Ъгъл на завъртане:** 0° - 180°
- **Тип управление:** PWM (широчинно-импулсна модулация)
- **Ширина на PWM импулса:** 500µs - 2500µs (за 0° - 180°)
- **Точност:** ±1°
- **Скорост:** ~0.1 сек/60° при 5V
- **Въртящ момент:** 1.8 кг/см при 4.8V, 2.2 кг/см при 6V
- **Тегло:** ~9 грама
- **Размери:** 22.8 мм x 12.2 мм x 29.6 мм

3. Принцип на работа

SG90 е позиционен сервомотор, който използва вътрешен контролер и потенциометър за прецизен ъглов контрол. Управлението се осъществява чрез **PWM сигнал**, където ширината на импулса определя ъгъла на завъртане.

Работен принцип:

1. **PWM вход:** Микроконтролерът генерира PWM сигнал, който се подава към сервото.
2. **Интерпретация:** Вградената електроника на SG90 преобразува ширината на импулса в конкретна позиция.
3. **Позициониране:** Електромоторът задвижва редуктора, който настройва изходния вал в желаната позиция.
4. **Обратна връзка:** Потенциометърът измерва текущия ъгъл и го сравнява с подадената команда за корекция.

4. Pinout (Разположение на пиновете)

SG90 разполага с **три извода**, всеки от които има специфична функция:

Извод	Описание
VCC	Свързва се към 5V захранване от микроконтролера или външен източник.
GND	Свързва се към земя (GND) на микроконтролера.
Signal	PWM вход за управление на ъгъла. Свързва се към цифров пин на микроконтролера.



5. Свързване на SG90 с микроконтролер

Свързване на SG90 с **Arduino**:

SG90 пин	Arduino пин
VCC	5V
GND	GND
Signal	D9

6. Приложения на SG90

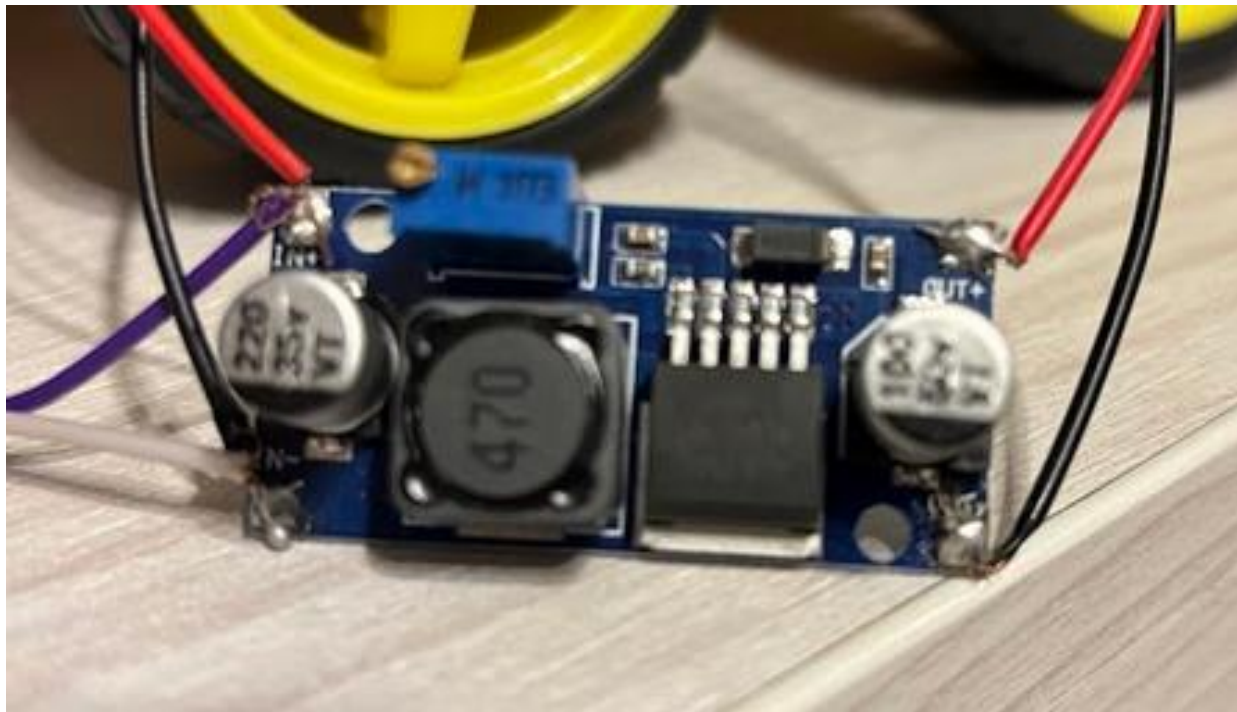
- **Сканиране на околната среда:** Завъртане на ултразвукови сензори за пълно 360-градусово сканиране.
- **Роботика:** Управление на манипулатори, камери и други механични компоненти.
- **IoT и интелигентни устройства:** Използва се за автоматизация на завеси, ключалки и други механизми.
- **Модели и прототипи:** Контрол на движенията в RC модели (самолети, коли).
- **Образователни проекти:** Отличен за демонстрации и обучение.
-

7. Заключение

Сервомоторът **SG90** е изключително полезен компонент за проекти, изискващи прецизен контрол на ъгловото положение. Лесната интеграция с микроконтролери и гъвкавите приложения го правят подходящ както за начинаещи, така и за напреднали разработчици. С правилно управление и поддръжка, SG90 може да осигури надеждна работа в разнообразни проекти.

4.5 Захранване на работа

4.5. 1. DC-DC Повишаващ преобразувател (XL6009E1)



DC-DC повишаващият преобразувател **XL6009E1** е универсален модул за преобразуване на ниско входно напрежение в по-високо изходно напрежение. Този компонент е широко използван в роботиката и електронните системи, където е необходимо стабилно и регулируемо захранване за различни модули.

Технически характеристики:

- **Модел:** XL6009 DC-DC Boost Converter.
- **Входно напрежение:** 3.5V - 32V.
- **Изходно напрежение:** 5V - 35V (регулируемо чрез потенциометър).
- **Изходен ток:**
 - Максимум 4A (за кратко време).
 - Препоръчително до 2A за продължителна работа.
- **Ефективност:** До 94% (зависи от входното и изходното напрежение).
- **Честота на работа:** ~400kHz.
- **Размери:** Приблизително 43 мм x 21 мм x 14 мм.
- **Защита:** Няма вградена защита от късо съединение. Препоръчва се добавяне на външни защиты.

Принцип на работа:

Повишаващият преобразувател използва технологията **Boost Converter**, която увеличава напрежението чрез импулсен метод. Входното напрежение преминава през индуктивен елемент (бобина), където се преобразува и усилва до желаното изходно ниво, зададено от потенциометър.

Приложения:

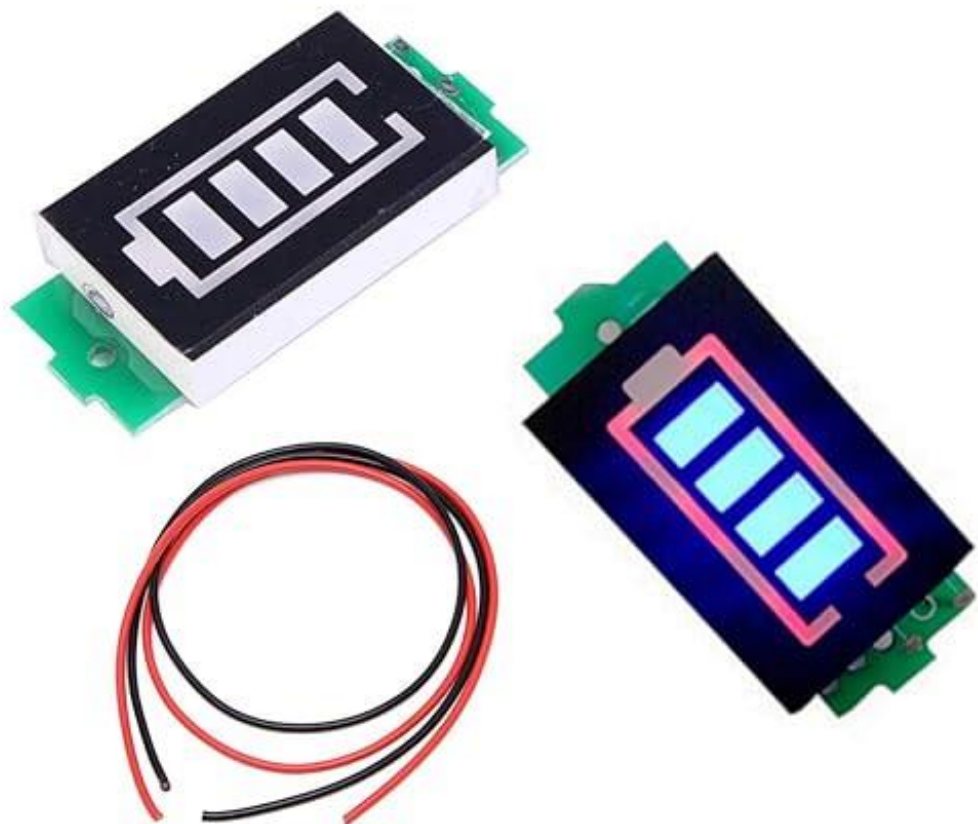
- **Роботика:** Захранване на двигатели, LED ленти и други компоненти, които изискват по-високо напрежение.
- **Преносими устройства:** Захранване на устройства с по-високо напрежение от наличното.
- **IoT системи:** Захранване на сензори и модули в различни конфигурации.

Свързване:

Извод	Описание
VIN+	Свързва се към положителния полюс на източника на напрежение.
VIN-	Свързва се към отрицателния полюс (GND).
VOUT+	Изходно напрежение (+), свързва се към натоварването.
VOUT-	Изходно напрежение (-), свързва се към земя на натоварването.

4.5. 2

(Battery Module)



Индикатор за състоянието на батерията
Capacity Display

Този модул предоставя визуална информация за заряда на батерията, като използва LED ленти или дисплеи. Той е подходящ за системи, където е важно да се следи оставащият капацитет на батерията.

Технически характеристики:

- **Входно напрежение:**
 - 3.7V - 4.2V (за една литиево-йонна клетка).
 - 6V - 12V (за батерии с повече клетки, в зависимост от конфигурацията).
- **Изход:** Визуална индикация чрез LED ленти или цифров дисплей.
- **Размери:** Обикновено компактни, подходящи за интеграция в различни проекти.

Принцип на работа:

Модулът измерва текущото напрежение на батерията и го сравнява със зададени прагове. В зависимост от измереното напрежение, съответният брой светодиоди светва, за да покаже оставащия заряд.

Приложения:

- **Роботика:** Следене на състоянието на батерията на работа.
- **Преносими устройства:** Осигуряване на визуална информация за оставащия заряд.
- **Соларни системи:** Мониторинг на батерии в системи за възобновяема енергия.

Свързване:

Извод	Описание
BAT+	Свързва се към положителния полюс на батерията.
BAT-	Свързва се към отрицателния полюс (GND).

4.5.3. Литиево-йонни батерии LAVA 18650



Литиево-йонната батерия **LAVA 18650** е основният източник на енергия за работа. Тя предоставя надеждно и стабилно захранване, необходимо за дългосрочна работа на електронните компоненти.

Технически характеристики:

Тип: Li-ion (литиево-йонна батерия).

Размер: 18650 (диаметър 18 мм, дължина 65 мм).

Капацитет: 2200 mAh.

Номинално напрежение: 3.7V.

Максимално напрежение: 4.2V (пълно зареждане).

Минимално напрежение: 3.0V (защита от прекомерно разреждане се препоръчва).

Брой цикли: 300-500 цикъла (при правилна употреба).

Тегло: ~45 грама.

Приложения:

Роботика: Захранване на двигатели, сензори и контролери.

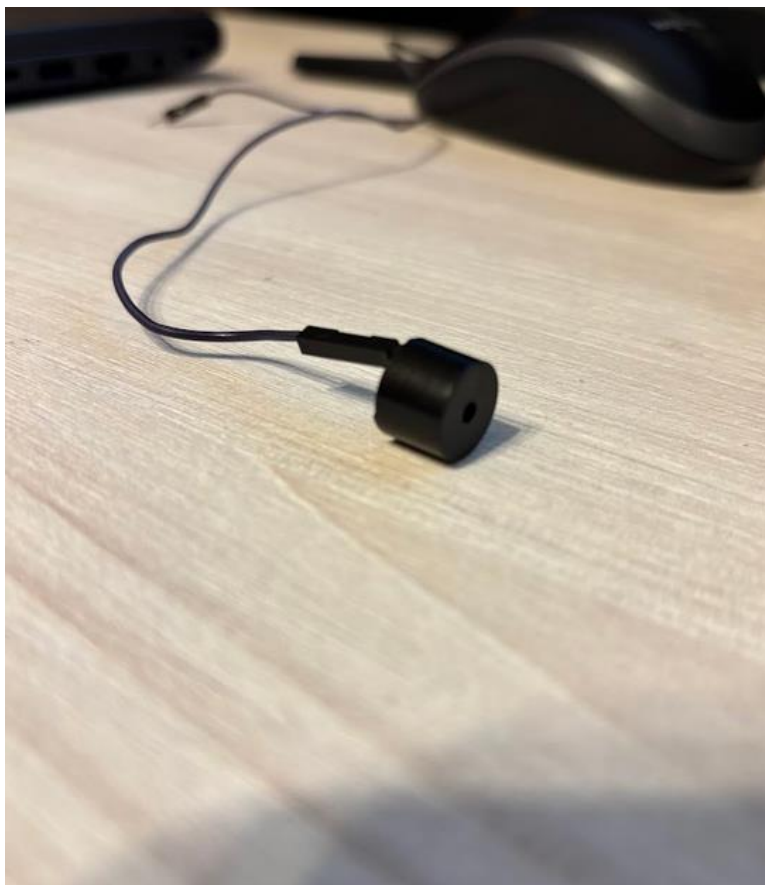
Преносими устройства: Използва се в лаптопи, фенери и IoT устройства.

Соларни системи: Съхранение на енергия в малки соларни проекти.

4. Заключение

Комбинацията от литиево-йонни батерии, DC-DC повишаващ преобразувател и индикатор за състоянието на батерията предоставя надеждно и ефективно захранване за работа. Тази система осигурява стабилност, гъвкавост и визуален мониторинг, което е от ключово значение за оптимална работа на устройството. С правилна конфигурация и поддръжка, тези компоненти ще гарантират дълъг живот и висока ефективност на работа.

4.5.4 Звукова сигнализацияЗвуковата сигнализация е реализирана чрез **пиезо зумер**, който генерира звук при активиране. Този компонент е идеален за работи, тъй като е компактен, енергийно ефективен и лесен за управление.



Характеристики на зумера:

- **Тип:** Пиезоелектрически зумер.
- **Работно напрежение:** 3V - 24V DC.
- **Консумация на ток:** ~10 mA при 5V.
- **Честота на звука:** 2 kHz - 4 kHz (в зависимост от конкретния модел).
- **Сила на звука:** ~85 dB при 10 cm разстояние.
- **Пинове:**
 - **VCC** (плюс) – захранващ пин.
 - **GND** (земя) – връзка с общата маса.

Принцип на работа:

- Зумерът се активира чрез подаване на висок TTL сигнал (логическо „1“) от микроконтролера.
- В зависимост от нивото на опасност, микроконтролерът може да задава различни режими на звуковата сигнализация, като например:
 - **Постоянен звук:** При критична концентрация на газове.

- **Пулсиращ звук:** При наличие на препятствие или средна концентрация на газове.

Свързване:

- **VCC** свързва зумера към 5V изход от микроконтролера.
- **GND** към земя (GND).
- **Signal (управляващ пин):** Свързва се към цифров изход (например D9 на ESP8266), който активира зумера.

4.5.5 Светлинна сигнализация



Светлинната сигнализация е реализирана чрез **LED ринг**, който използва адресируеми светодиоди (**WS2812B**). Този компонент позволява контрол на цвета, яркостта и режима на осветление на всеки диод поотделно.

Характеристики на LED ринга:

- **Тип:** WS2812B RGB LED.
- **Брой светодиоди:** 8, 12, 16 или повече (в зависимост от модела).
- **Работно напрежение:** 5V DC.
- **Контролен сигнал:** Един цифров пин от микроконтролера.
- **Консумация на ток:** ~60 mA на светодиод при максимална яркост.
- **Цветови възможности:** 24-битова дълбочина на цветовете (16.8 милиона цветови комбинации).
- **Пинове:**
 - **VCC** – Захранващ пин (5V).
 - **GND** – Земя.
 - **DIN (Data Input)** – Вход за данни от микроконтролера.

Принцип на работа:

- Всеки светодиод в ринга съдържа микроконтролер, който интерпретира подадените команди за цвят и яркост.
- Микроконтролерът на работа (ESP8266) използва библиотека като **Adafruit NeoPixel**, за да управлява светодиодите чрез един цифров пин.
- **Режими на осветление:**
 - **Постоянна светлина:** Нормална работа.
 - **Мигаща светлина:** Уведомяване за висока концентрация на газове.
 - **Динамична светлина (преливане на цветовете):** Визуален ефект за статуса на работа.

Свързване:

- **VCC** свързва ринга към 5V източник (може да бъде и 5V регулатор от платката на работа).
- **GND** към обща земя (GND).
- **DIN (вход за данни):** Свързва се към цифров пин на микроконтролера (напр. D6 на ESP8266).

Комбинирана работа на звуковата и светлинната сигнализация

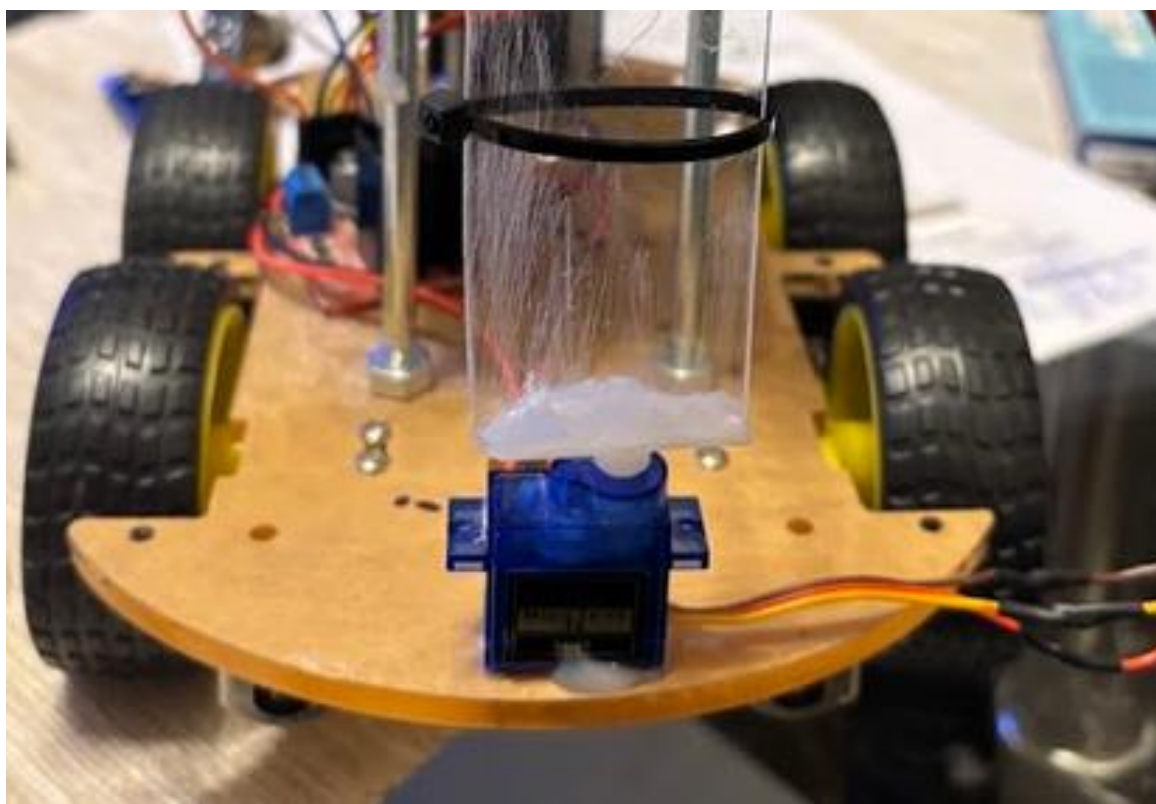
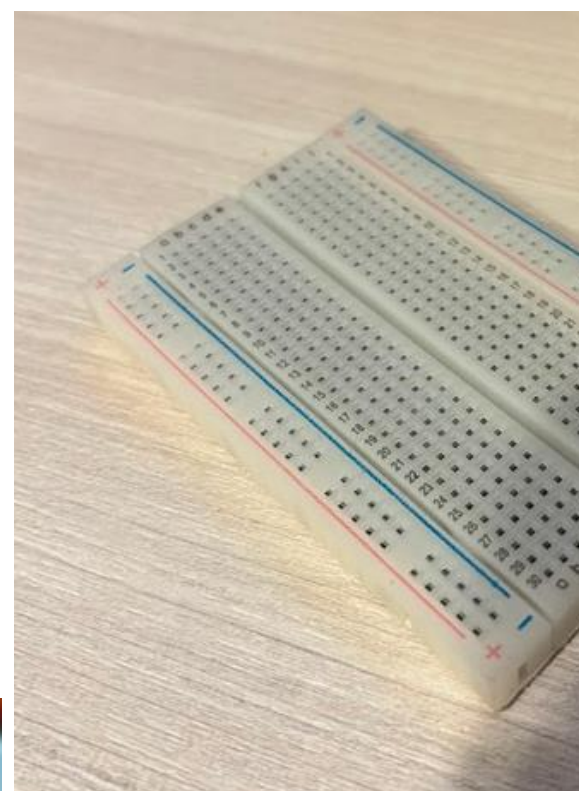
- Звуковата и светлинната сигнализация работят синхронно, за да осигурят ясно предупреждение:
 - При опасна концентрация на газове зумерът издава постоянен звук, докато LED рингът мига в червено.
 - При средна концентрация на газове зумерът издава пулсиращ сигнал, а LED рингът светва в оранжево.
 - При наличие на препятствие зумерът кратко издава звук, а LED рингът свети в синьо.
- В допълнение, при нормални условия рингът може да свети в зелен цвят, за да индикира, че системата е в готовност.

4.5.6 Проводници

За свързването на компонентите са използвани проводници тип джъмperi, и тестов кабел за по – удобна и бърза връзка при правени ел. измервания.



4.5.7 **Breadbord** – тестова платка



4.5.8 Шаси на робота

Софтуер на мобилният робот

Използвани софтуери в проекта

1. Arduino IDE



Arduino IDE е софтуер с отворен код за програмиране на платките и позволява да се инсталират различни специфични програми. Arduino Integrated Development Environment (IDE) е мощен и интуитивен софтуерен инструмент, предназначен за програмиране, разработка и управление на микроконтролерите от Arduino платформата. Този интегриран развоен софтуер предоставя на проектанта среда, където лесно може да се създават и изпълняват програми, контролиращи физически устройства и сензори, и така да се реализират различни проекти със значително облекчение на процеса на програмиране.

Arduino IDE се отличава с простота и удобство на използване, което го прави подходящо и за начинаещи програмисти и за опитни инженери. С помощта на софтуера могат да се пишат и качват кода, да се качват готови програми на микроконтролера и да се взаимодейства с външни компоненти чрез разнообразни библиотеки и функции.

Arduino IDE предоставя и графичен интерфейс, който улеснява свързването на микроконтролера с компютъра и въвеждането на програмен код. Има възможност да се избират от голямо разнообразие от вградени примери и шаблони, които

ускоряват процеса на разработка и позволяват бързо запознаване със синтаксиса и функциите на Arduino програмирането.

Също така, Arduino IDE поддържа широк спектър от Arduino платки и микроконтролери, което позволява да се избират най-подходящата платка за конкретен проект. Този софтуерен инструмент е подходящ за микроконтролерната разработка и дава възможност да се създават иновативни и интерактивни устройства.

2. Blynk



Blynk Features



Blynk е IoT платформа, която предоставя интуитивен и мощен интерфейс за

управление и мониторинг на устройства чрез интернет. В проекта Blynk се използва за комуникация между мобилния робот и потребителя чрез Wi-Fi връзка. Платформата позволява да се визуализират данни от сензори, да се изпращат команди към робота и да се настройват различни параметри в реално време.

Основен елемент на Blynk са **виртуалните пинове (Virtual Pins)**, които служат за свързване на физическите устройства с мобилното приложение. В проекта тези пинове се използват за:

- Изпращане на данни от газовия сензор към приложението.
- Управление на звуковата и светлинната сигнализация.
- Контрол на движението на робота чрез предварително зададени команди.

Предимства на Blynk:

- **Лесна интеграция:** Позволява бързо създаване на интерфейси за управление без необходимост от сложна настройка.
- **Поддръжка на множество устройства:** Blynk поддържа различни микроконтролери като ESP8266, Arduino, Raspberry Pi и други.
- **Реално време:** Осигурява актуализация на данните в реално време, което е от критично значение за приложения като мониторинг на газове.
- **Автоматизация:** Платформата позволява създаването на автоматизирани сценарии, като например активиране на аларма при достигане на опасни концентрации на газове.

Основни компоненти на Blynk:

1. **Blynk приложение:** Интуитивен мобилен интерфейс, който позволява създаване на табла за управление и визуализация на данни.
2. **Blynk сървър:** Централен елемент, който осъществява комуникацията между устройството и приложението.
3. **Blynk библиотека:** Инсталирана в Arduino IDE, тя осигурява лесна интеграция между кода на микроконтролера и мобилното приложение.

С използването на Blynk, проектът постига висока гъвкавост и удобство при взаимодействие с мобилния робот, което значително подобрява неговата функционалност и приложимост.

Разработеният софтуер включва:

- **Алгоритъм за измерване на газове:** Чете аналогови стойности от MQ-2 и анализира концентрацията на газове.
- **Навигационен алгоритъм:** Ултразвуковият сензор HC-SR04 сканира околната среда и подава команди към двигателите за избягване на препятствия.
- **Звукови и светлинни предупреждения:** LED рингът и зумерът се активират при засичане на газове над безопасния праг.
- **IoT интеграция:** Данните се изпращат в реално време към Blynk за дистанционно наблюдение и управление.

2.3 Софтуерна реализация

Управление на сензорите

Кодът на робота включва функции за четене на данни от MQ-2 и HC-SR04.

Код за управление на газовия сензор MQ-2:

```
// Дефиниране на пина за сензора MQ-2
#define MQ2_PIN A0 // Аналогов вход, към който е свързан сензорът

void setup() {
    Serial.begin(115200); // Стартиране на серийния монитор
    Serial.println(" Стартиране на газовия сензор MQ-2...");
    delay(5000); // Изчакване за стабилизиране на сензора
}

void loop() {
    int gasValue = analogRead(MQ2_PIN); // Четене на аналоговата стойност (0-1023)

    // Преобразуване на аналоговата стойност в PPM (примерно мащабиране)
    float ppm = map(gasValue, 0, 1023, 0, 1000);

    // Показване на данните в Serial Monitor
    Serial.print("Ниво на газ: ");
    Serial.print(gasValue);
    Serial.print(" / PPM: ");
    Serial.println(ppm);

    delay(1000); // Изчакване преди следващото измерване
}
```

Логика за движение на робота

За управление на моторите се използва L298N, като робота може да се движи напред, назад и да завива в зависимост от информацията от ултразвуковия сензор.

```
// Дефиниране на пиновете за управление на моторите
```

```
#define motor1A D1 // Ляв преден мотор
```

```
#define motor1B D2 // Ляв заден мотор
```

```
#define motor2A D3 // Десен преден мотор
```

```
#define motor2B D4 // Десен заден мотор
```

```
void setup() {
```

```
    // Настройка на моторните пинове като изходи
```

```
    pinMode(motor1A, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motor1B, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motor2A, OUTPUT);
```

```
    pinMode(motor2B, OUTPUT);
```

```
}
```

```
// Функция за движение напред
```

```
void forward() {
```

```
    digitalWrite(motor1A, HIGH);
```

```
    digitalWrite(motor1B, LOW);
```

```
    digitalWrite(motor2A, HIGH);
```

```
    digitalWrite(motor2B, LOW);
```

```
}
```

```
// Функция за движение назад
```

```
void backward() {
```

```
    digitalWrite(motor1A, LOW);
```

```
    digitalWrite(motor1B, HIGH);
```

```
    digitalWrite(motor2A, LOW);
```

```
    digitalWrite(motor2B, HIGH);
```

```
}
```

```
// Функция за завиване наляво
```

```
void turnLeft() {
```

```
    digitalWrite(motor1A, LOW);
```

```
    digitalWrite(motor1B, HIGH);
```

```
    digitalWrite(motor2A, HIGH);
```

```
    digitalWrite(motor2B, LOW);
```

```
}
```

```
// Функция за завиване надясно
```

```
void turnRight() {
```

```
digitalWrite(motor1A, HIGH);  
digitalWrite(motor1B, LOW);  
digitalWrite(motor2A, LOW);  
digitalWrite(motor2B, HIGH);  
}
```

// Спиране на моторите

```
void stopMotors() {  
    digitalWrite(motor1A, LOW);  
    digitalWrite(motor1B, LOW);  
    digitalWrite(motor2A, LOW);  
    digitalWrite(motor2B, LOW);  
}
```

Автономна навигация и разпознаване на препятствия

Роботът използва HC-SR04 за откриване на препятствия и автоматично избира безопасен маршрут.

```
#define trigPin D7  
#define echoPin D8  
// Функция за измерване на разстояние  
int getDistance() {  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(trigPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    int duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
    return duration * 0.034 / 2; // Преобразуване в см  
}
```

// Движение напред

```
void moveForward() {  
    digitalWrite(motor1A, HIGH);  
    digitalWrite(motor1B, LOW);  
    digitalWrite(motor2A, HIGH);  
    digitalWrite(motor2B, LOW);  
}
```

// Завиване наляво (спира десния мотор)

```
void turnLeft() {  
    digitalWrite(motor1A, HIGH);
```

```

    digitalWrite(motor1B, LOW);
    digitalWrite(motor2A, LOW);
    digitalWrite(motor2B, LOW);
}

// Завиване надясно (спира левия мотор)
void turnRight() {
    digitalWrite(motor1A, LOW);
    digitalWrite(motor1B, LOW);
    digitalWrite(motor2A, HIGH);
    digitalWrite(motor2B, LOW);
}

// Спиране
void stopMotors() {
    digitalWrite(motor1A, LOW);
    digitalWrite(motor1B, LOW);
    digitalWrite(motor2A, LOW);
    digitalWrite(motor2B, LOW);
}

void loop() {
    int distance = getDistance();

    if (distance > 20) {
        moveForward(); // Ако няма препятствие, продължава напред
    } else {
        stopMotors();
        delay(500);
        turnLeft(); // Ако има препятствие, завива наляво
        delay(1000);
    }
}

```

Алгоритъм за сглобяване на мобилния робот за измерване на газове

Разработката и сглобяването на мобилния робот за измерване на газове се извършва в четири основни стъпки, като всяка от тях включва внимателно интегриране на хардуерните и софтуерните компоненти за постигане на оптимална функционалност.

Стъпка 1: Сглобяване на роботизираната платформа

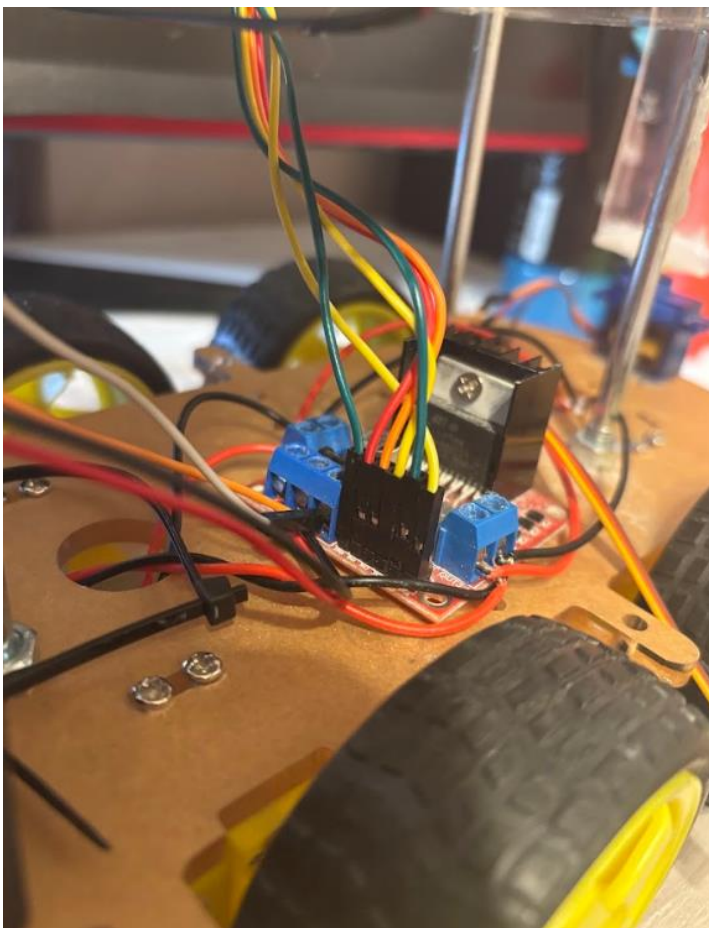
1.1. Сглобяване на платформата

Платформата се сглобява чрез подходящи материали и крепежни елементи, за да се създаде здрава и стабилна база. Основната конструкция на робота осигурява надеждна поддръжка на всички компоненти, включително моторите, сензорите и контролерите.

1.2. Монтаж на DC моторите

- Четирите постояннотокови (DC) мотора се закрепват към шасито на платформата с помощта на винтове и държачи.
- Важно е да се уверите, че моторите са равномерно разположени и добре фиксирани, за да осигурят стабилно и плавно движение на робота.

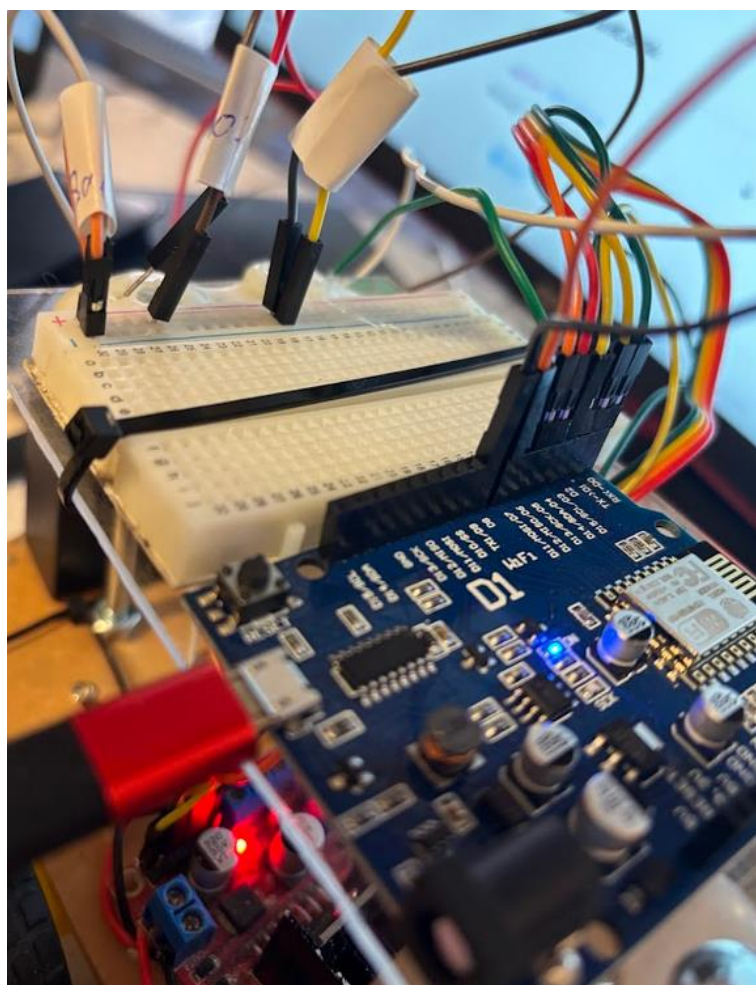
1.3. Свързване на L298N драйвера



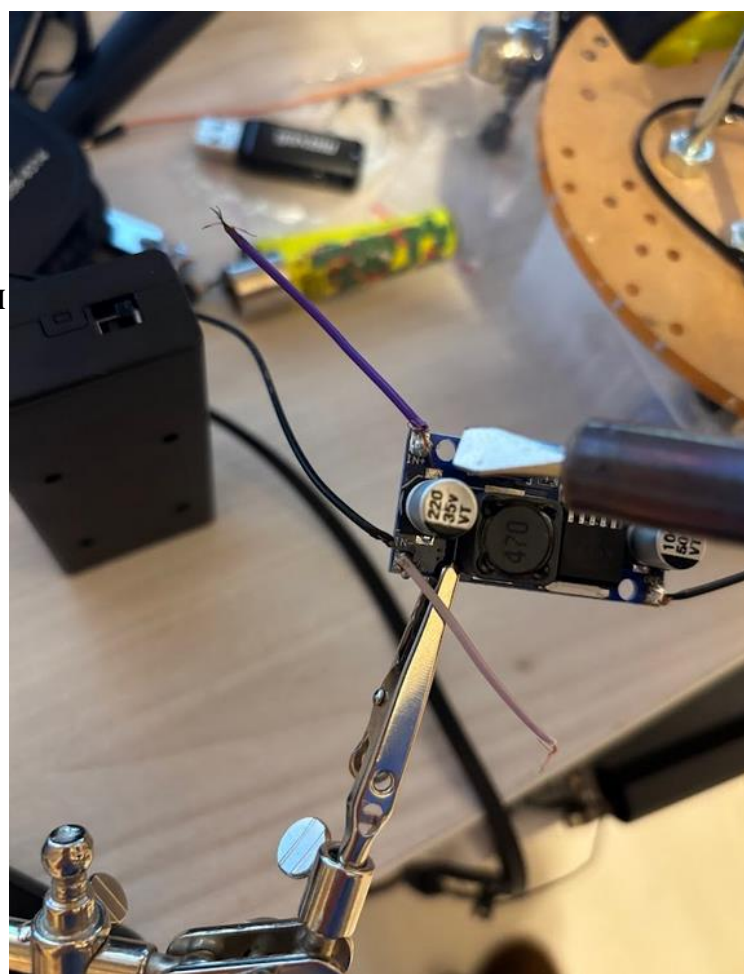
- Свързваме моторите към L298N драйвера, като спазвате правилната полярност. Положителните терминали на моторите се свързват към изходните пинове на драйвера (**OUT1, OUT2, OUT3, OUT4**).
- Свързваме L298N към контролера (**ESP8266** или **Arduino**), като използваме следните пинове:
 - **ENA и ENB:** PWM входове за контрол на скоростта на моторите.
 - **IN1, IN2, IN3, IN4:** Логически входове за управление на посоката на въртене на моторите.

1.4. Добавяне на втория етаж на платформата

- На втория етаж на платформата се монтират:
 - MQ-2 газов сензор
 - HC-SR04 ултразвуков сензор
 - ESP8266 микроконтролер
 - Пиезо зумер
 - LED ринг (WS2812B)



1.5. Свързване на захранването



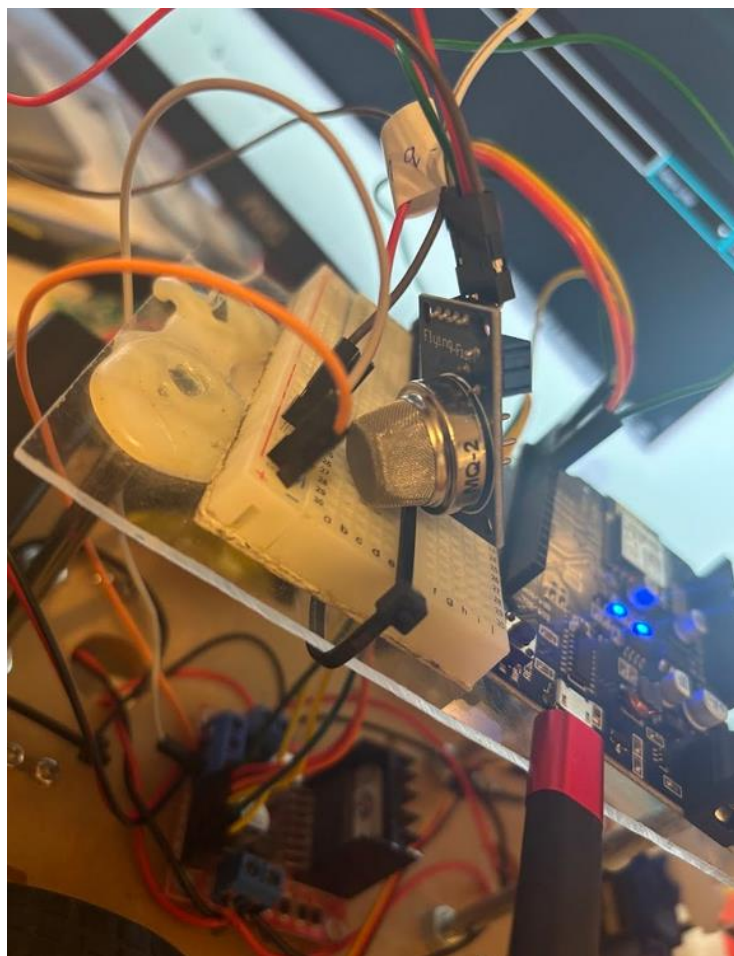
терии тип 18650 (3.7V, 2200mAh) за захранване на системата.

- С помощта на поялник свързваме батериите към входа на преобразувателя (DC-DC XL6009), който осигурява стабилно 12V захранване за моторите и 5V за останалите компоненти.
- Уверяваме се, че захранването е правилно разпределено към всички модули.
- В последствие са добавени два броя кондензатори по 10000 μF , за да осигурят още по-добро изглаждане на напрежението, да намалят пулсациите от преобразувателя и да компенсират внезапните спадове при стартиране на моторите.

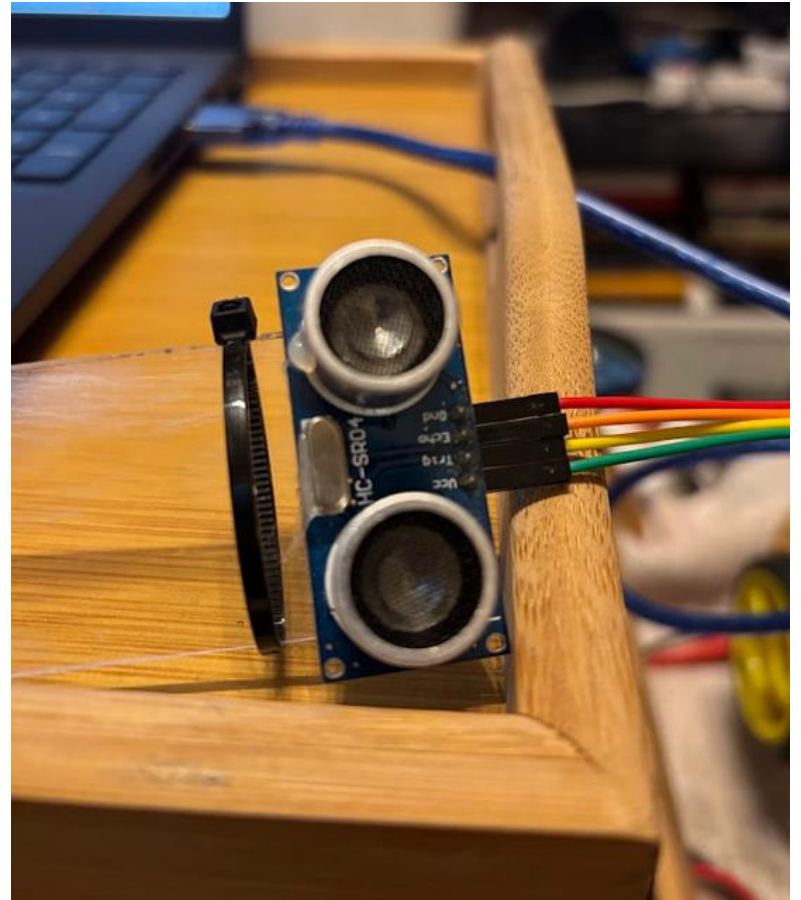
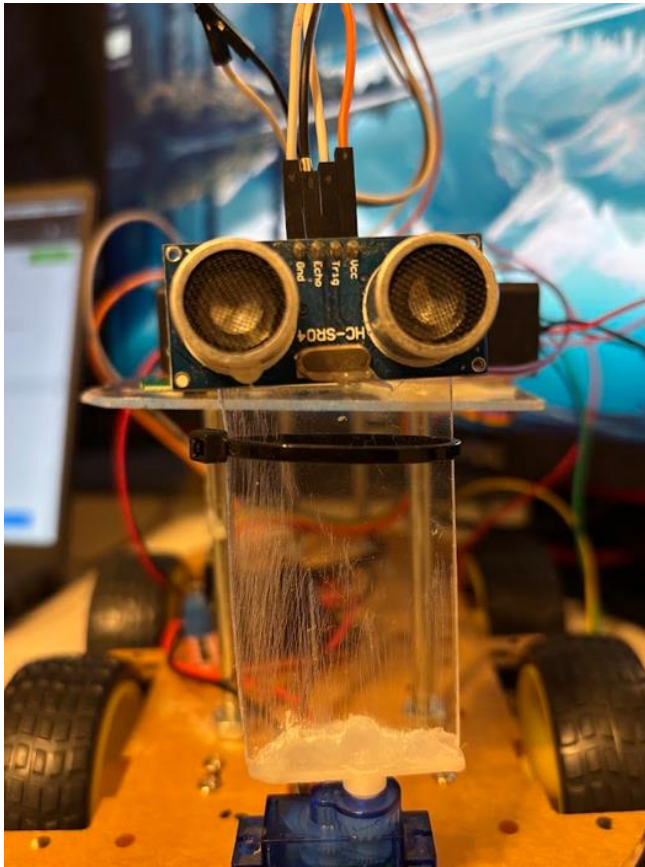
Стъпка 2: Интеграция на сензорите

2.1. Свързване на газовия сензор MQ-2

- Свързваме пиновете на сензора към ESP8266 или Arduino:
- VCC: 5V
- GND: Земя
- A0: Аналогов изход за измерване на концентрацията на газове



2.2. Свързване на ултразвуковия сензор HC-SR04



• Свързваме ултразвуковия сензор за детекция на препятствия:

- **Trig:** Свързваме към цифров пин на ESP8266 . D7
- **Echo:** Свързваме към друг цифров пин D8

2.3. Свързване на звуковата и светлинната сигнализация



- **Пиезо зумер:** Свързваме към цифров изход . D9
- **LED ринг WS2812B:** Свързваме към цифров PWM пин . D6.

Необходимото свързване на пиезо зумера и LED кръга изискваше запояване на изходите, тъй като те не разполагаха с предварително изведени пинове

Стъпка 3: Програмиране и интеграция със софтуера

3.1. Програмиране на микроконтролера

- Инсталиране на **Arduino IDE** за качване на кода на ESP8266.
- Инсталиране на необходимите библиотеки за работа с:
 - **MQ-2 сензор**
 - **HC-SR04**
 - **Blynk платформа**
 - **Adafruit Neopixel за LED ринга**
- Програмиране на логиката за:
 - Четене на данни от MQ-2 и HC-SR04
 - Активиране на сигнализация при наличие на опасни газове
 - Управление на моторите чрез L298N

3.2. Интеграция с Blynk

- Настройване виртуалните пинове в приложението Blynk:
 - V1: Показва стойността на измерените газове.
 - V2: Контролира движението на робота чрез виртуален джойстик.
 - V3: Активира звуковата и светлинната сигнализация.
- Свързване на ESP8266 към Wi-Fi мрежата и проверете комуникацията с Blynk приложението.

Стъпка 4: Тестване и финални настройки

4.1. Тестване на роботизираната платформа

- Включване на захранването и проверяване дали всички компоненти работят правилно.
- Тестване на движението на робота в контролирана среда:
 - Проверява се дали моторите реагират на команди.
 - Потвърждаваме се, че роботът избягва препятствия чрез ултразвуковия сензор.

4.2. Тестване на газовия сензор

- Измерване на концентрацията на газове и проверете дали данните се предават правилно към Blynk.
- Активиране звуковата и светлинната сигнализация при достигане на зададен праг.

4.3. Финални настройки

- Оптимизиране на параметрите на газовия сензор чрез вградения потенциометър.
- Проверяване стабилността на Wi-Fi връзката.
- Изпълнение на тестове за продължителност на работа с напълно заредени батерии.

Този алгоритъм обобщава всички необходими стъпки за успешното сглобяване и тестване на мобилния робот, като гарантира правилната интеграция на хардуерните и софтуерните компоненти.

2.4. Алгоритъм на работа и начин на сглобяване

1. **Стартиране на работа:** След включване системата проверява наличността на сензорите и настройва първоначалните параметри.
2. **Сканиране за газове:** MQ-2 извършва измервания на всеки 1 секунда и изпраща данните към ESP8266.
3. **Анализ на средата:** Ултразвуковият сензор HC-SR04 проверява за препятствия на всеки 500ms.
4. **Автономно придвижване:** Роботът използва получените данни за вземане на решения относно посоката на движение.
5. **Алармено известяване:** При наличие на опасни газове се активират зумерът и LED рингът, а информацията се изпраща към Blynk.

2.5. Изводи

Изградената хардуерна и софтуерна архитектура осигурява надеждно и ефективно решение за мониторинг на газове и автономна навигация. Чрез интеграцията с IoT платформата Blynk се осигурява дистанционен контрол и наблюдение в реално време.

ГЛАВА 3 - Експериментални изследвания с разработения робот

3.1. Увод

За да се оцени ефективността на разработения автономен мобилен робот, бяха проведени експериментални изследвания в контролирана среда. Основната цел на тези тестове беше да се провери надеждността на измерванията на газове, реакцията на робота към препятствия, ефективността на звуковата и светлинната сигнализация, както и възможностите за дистанционно управление чрез IoT платформата Blynk. Тези тестове ще предоставят обосновани резултати за работата на робота и неговата приложимост в реални условия.

3.2. Алгоритъм на работа

Изпитателната методология включваше следните стъпки:

1. Подготовка на тестовата среда:

- Роботът беше поставен в контролирана среда, включваща зони с чист въздух и зони с наличието на дим, газ и препятствия.
- За симулиране на изтичане на горими газове беше използван дим от цигара и газ от запалка (бутан/пропан), като беше наблюдавана реакцията на сензора в различни концентрации.

2. Тестове на газовия сензор (MQ-2):

- Бяха проведени измервания на концентрацията на газове в два основни сценария – чист въздух и наличие на дим или газ.
- Реакцията на пиезо зумера и LED ринга беше анализирана при

преминаване на определен праг на концентрация.

- Беше измерено времето за реакция на сензора, както и времето за възстановяване след спиране на източника на замърсяване.

3. Тестове на ултразвуковия сензор (HC-SR04):

- Роботът беше поставен в среда с различни препятствия и се наблюдаваше неговата способност да ги избягва.
- Беше тествана реакцията на сензора при различни ъгли на препятствията.

4. Тестове на автономното движение:

- Роботът беше пуснат в режим на автономно придвижване, като се измерваше времето за реакция при среща с препятствие.
- Оценена беше ефективността на избягването на препятствия чрез промяна на посоката.

5. Тестове на Blynk интеграцията:

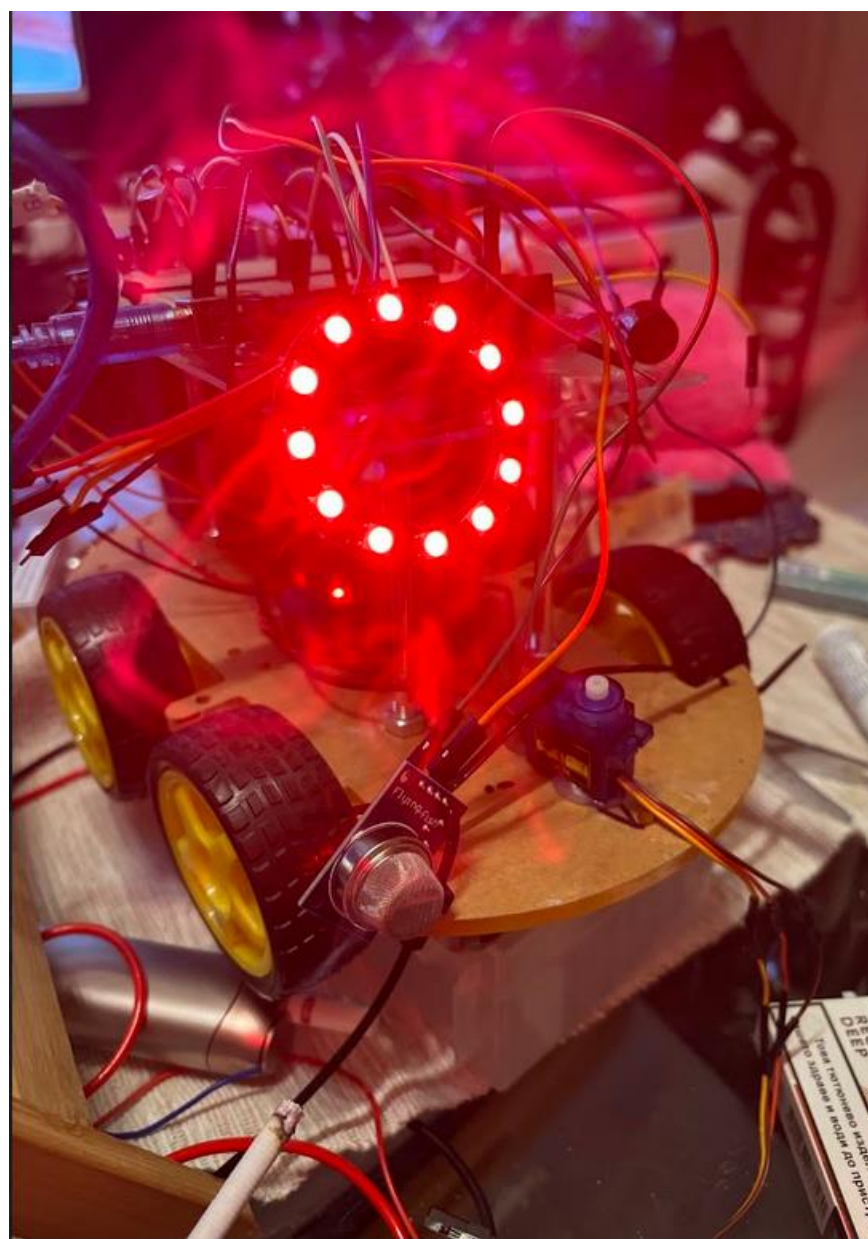
- Изпращане на данни в реално време към мобилното приложение.
- Дистанционно активиране на звуковата и светлинната сигнализация чрез Blynk.
- Управление на работа чрез ръчни команди в мобилното приложение.

3.3. Експерименти и анализ на резултатите

3.3.1. Резултати от измерването на газовете

Среда	Концентрация на газ (PPM)	Реакция на зумера и LED ринга	Действие на робота
Чиста среда	220 - 250 PPM	Без реакция	Нормално движение
Леко замърсяване (дим от цигара)	290 - 410 PPM	LED ринг мига, предупредителен звук	Нормално движение
Висока концентрация (газ от запалка)	640+ PPM	Постоянен звук и светлина	Нормално движение

Снимки от направените тестове:

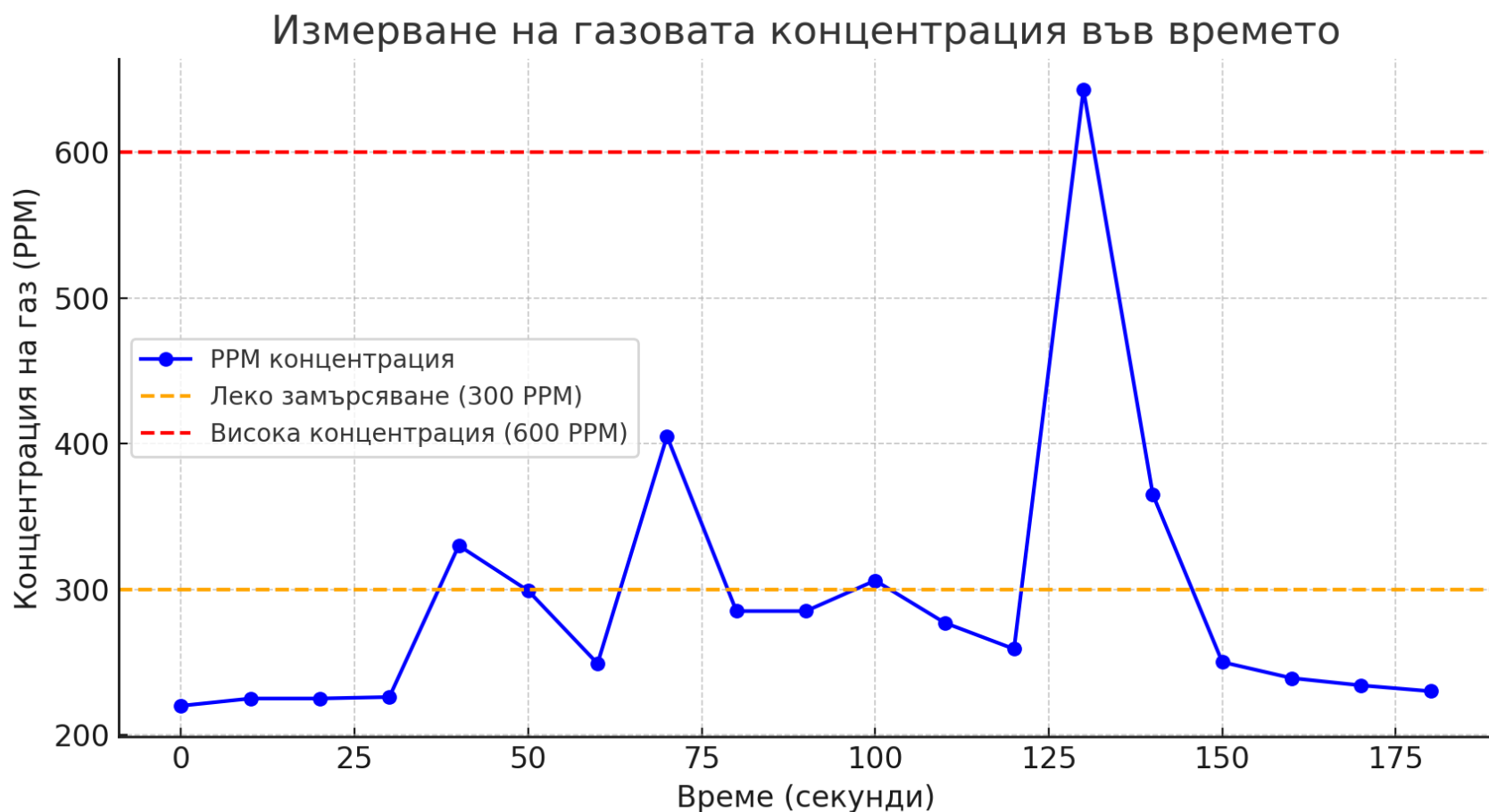


На снимките е представено визуално изпълнение на тестовете на газовия сензор MQ-2, интегриран с автономния робот. Експериментът включва излагане на сензора на различни концентрации на газове, за да се оцени неговата чувствителност и реакция.

Лявата снимка демонстрира въвеждането на газ в тестовата среда, като се използва аерозолен източник, симулиращ наличие на горими газове.

Дясната снимка показва активирането на алармената система, при което LED рингът свети в червено, сигнализирайки опасна концентрация на газ.

Графика показва измерената концентрация на газ (PPM) във времето.



Резултати от измерванията в реално време в Serial Monitor на Arduino IDE

На изображенията е представен реален запис на измерванията на газовата концентрация (PPM) във времето, получени от газовия сензор MQ-2, свързан към микроконтролер Arduino Uno.

Измерванията се извършват автоматично на интервали от 10 секунди в продължение на 300 секунди (5 минути).

По време на експеримента са приложени различни тестови условия, включително:

1. Чиста среда (ниски стойности на PPM)
2. Излагане на дим от цигара (умерено замърсяване)
3. Излагане на газ от запалка (висока концентрация на горими газове)

На лявата снимка се вижда как стойностите постепенно нарастват при наличието на дим и газ, докато дясната снимка показва как сензорът засича висока концентрация на газ и активира алармения механизъм (LED ринг и звуков сигнал).

Тези резултати потвърждават, че MQ-2 успешно реагира на различни концентрации на газове и може да се използва за детекция в реално време.

```

Output  Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on '/dev/ttyACM0')

01:00:40.884 -> Стартиране на тестовите за газ...
01:00:40.884 -> Ще записваме измервания на всеки 10 секунди.
01:00:40.917 -> ⌚ Време: 0s -> Газово ниво: 226 | PPM: 220.92
01:00:40.917 -> Чист въздух
01:00:50.928 -> ⌚ Време: 10s -> Газово ниво: 225 | PPM: 219.94
01:00:50.928 -> Чист въздух
01:01:00.935 -> ⌚ Време: 20s -> Газово ниво: 225 | PPM: 219.94
01:01:00.935 -> Чист въздух
01:01:10.932 -> ⌚ Време: 30s -> Газово ниво: 225 | PPM: 219.94
01:01:10.932 -> Чист въздух
01:01:20.951 -> ⌚ Време: 40s -> Газово ниво: 338 | PPM: 330.40
01:01:20.951 -> ⚠ Леко замърсяване!
01:01:31.162 -> ⌚ Време: 50s -> Газово ниво: 299 | PPM: 292.28
01:01:31.162 -> Чист въздух
01:01:41.173 -> ⌚ Време: 60s -> Газово ниво: 255 | PPM: 249.27
01:01:41.173 -> Чист въздух
01:01:51.175 -> ⌚ Време: 70s -> Газово ниво: 415 | PPM: 405.67
01:01:51.175 -> ⚠ Леко замърсяване!
01:02:01.369 -> ⌚ Време: 80s -> Газово ниво: 292 | PPM: 285.44
01:02:01.369 -> Чист въздух
01:02:11.385 -> ⌚ Време: 90s -> Газово ниво: 292 | PPM: 285.44
01:02:11.385 -> Чист въздух
01:02:21.383 -> ⌚ Време: 100s -> Газово ниво: 314 | PPM: 306.94
01:02:21.421 -> ⚠ Леко замърсяване!
01:02:31.603 -> ⌚ Време: 110s -> Газово ниво: 284 | PPM: 277.61
01:02:31.603 -> Чист въздух
01:02:41.609 -> ⌚ Време: 120s -> Газово ниво: 265 | PPM: 259.04
01:02:41.609 -> Чист въздух
01:02:51.630 -> ⌚ Време: 130s -> Газово ниво: 658 | PPM: 643.21
01:02:51.630 -> ВИСОКА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ГАЗ!
01:03:01.641 -> ⌚ Време: 140s -> Газово ниво: 374 | PPM: 365.59
01:03:01.641 -> ⚠ Леко замърсяване!
01:03:11.850 -> ⌚ Време: 150s -> Газово ниво: 256 | PPM: 250.24

```

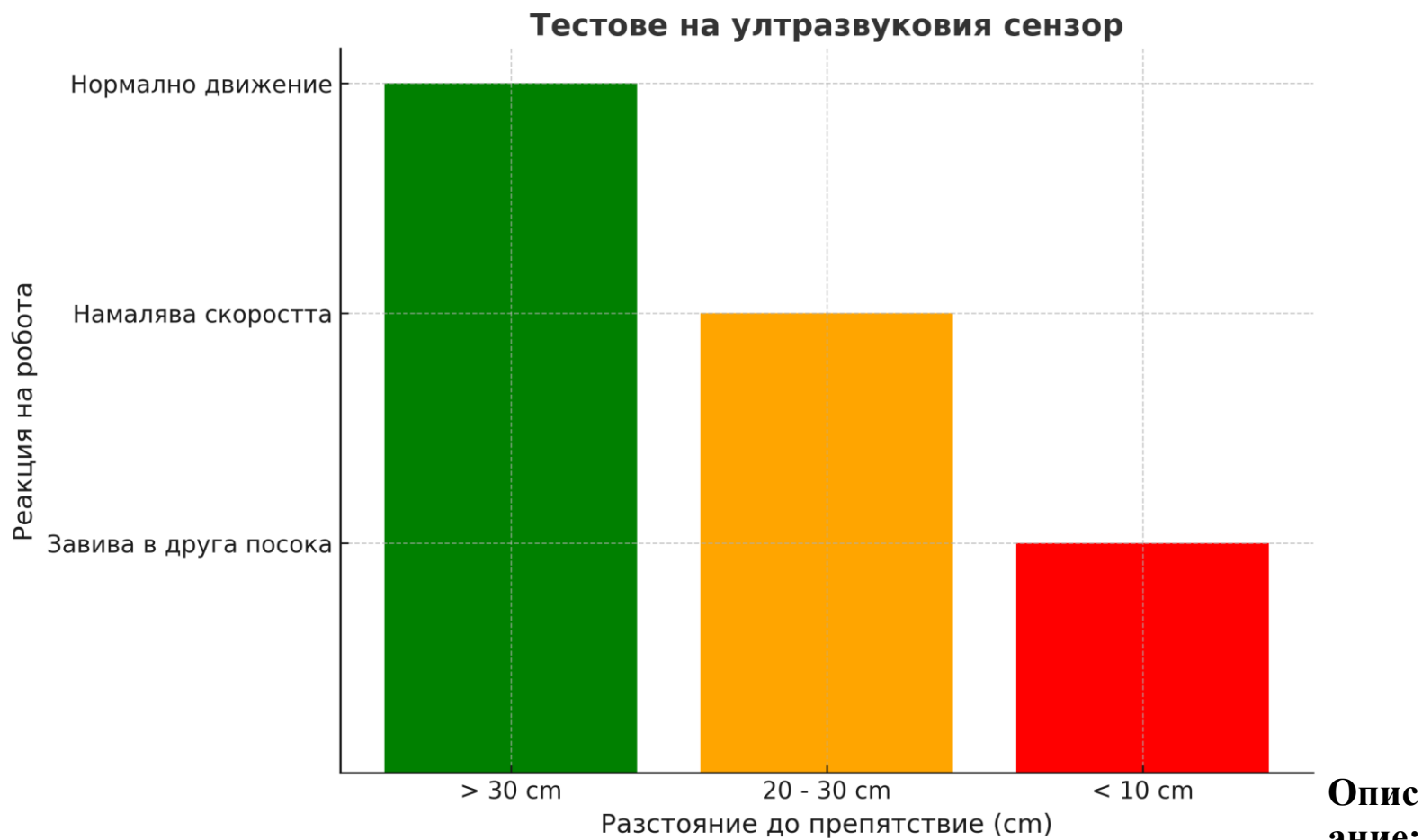
```

01:02:51.630 -> ВИСОКА КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ГАЗ!
01:03:01.641 -> ⌚ Време: 140s -> Газово ниво: 374 | PPM: 365.59
01:03:01.641 -> ⚠ Леко замърсяване!
01:03:11.850 -> ⌚ Време: 150s -> Газово ниво: 256 | PPM: 250.24
01:03:11.850 -> Чист въздух
01:03:21.870 -> ⌚ Време: 160s -> Газово ниво: 245 | PPM: 239.49
01:03:21.870 -> Чист въздух
01:03:31.861 -> ⌚ Време: 170s -> Газово ниво: 240 | PPM: 234.60
01:03:31.861 -> Чист въздух
01:03:41.875 -> ⌚ Време: 180s -> Газово ниво: 236 | PPM: 230.69
01:03:41.875 -> Чист въздух
01:03:51.876 -> ⌚ Време: 190s -> Газово ниво: 235 | PPM: 229.72
01:03:51.876 -> Чист въздух
01:04:01.894 -> ⌚ Време: 200s -> Газово ниво: 238 | PPM: 232.65
01:04:01.894 -> Чист въздух
01:04:11.889 -> ⌚ Време: 210s -> Газово ниво: 233 | PPM: 227.76
01:04:11.889 -> Чист въздух
01:04:21.906 -> ⌚ Време: 220s -> Газово ниво: 232 | PPM: 226.78
01:04:21.906 -> Чист въздух
01:04:31.896 -> ⌚ Време: 230s -> Газово ниво: 232 | PPM: 226.78
01:04:31.928 -> Чист въздух
01:04:41.917 -> ⌚ Време: 240s -> Газово ниво: 230 | PPM: 224.83
01:04:41.917 -> Чист въздух
01:04:51.918 -> ⌚ Време: 250s -> Газово ниво: 228 | PPM: 222.87
01:04:51.918 -> Чист въздух
01:05:01.944 -> ⌚ Време: 260s -> Газово ниво: 228 | PPM: 222.87
01:05:01.944 -> Чист въздух
01:05:11.948 -> ⌚ Време: 270s -> Газово ниво: 228 | PPM: 222.87
01:05:11.948 -> Чист въздух
01:05:21.968 -> ⌚ Време: 280s -> Газово ниво: 227 | PPM: 221.90
01:05:21.968 -> Чист въздух
01:05:31.974 -> ⌚ Време: 290s -> Газово ниво: 230 | PPM: 224.83
01:05:31.974 -> Чист въздух
01:05:41.978 ->
01:05:41.978 -> Тестовите приключиха. Спиране на измерванията.

```

3.3.2. Тестове на ултразвуковия сензор

Разстояние до препятствие (cm)	Реакция на работа
> 30 cm	Нормално движение
20 - 30 cm	Намалява скоростта
< 10 cm	Завива в друга посока



Тази графика представя реакцията на робота спрямо разстоянието до препятствие, измерено чрез ултразвуковия сензор HC-SR04.

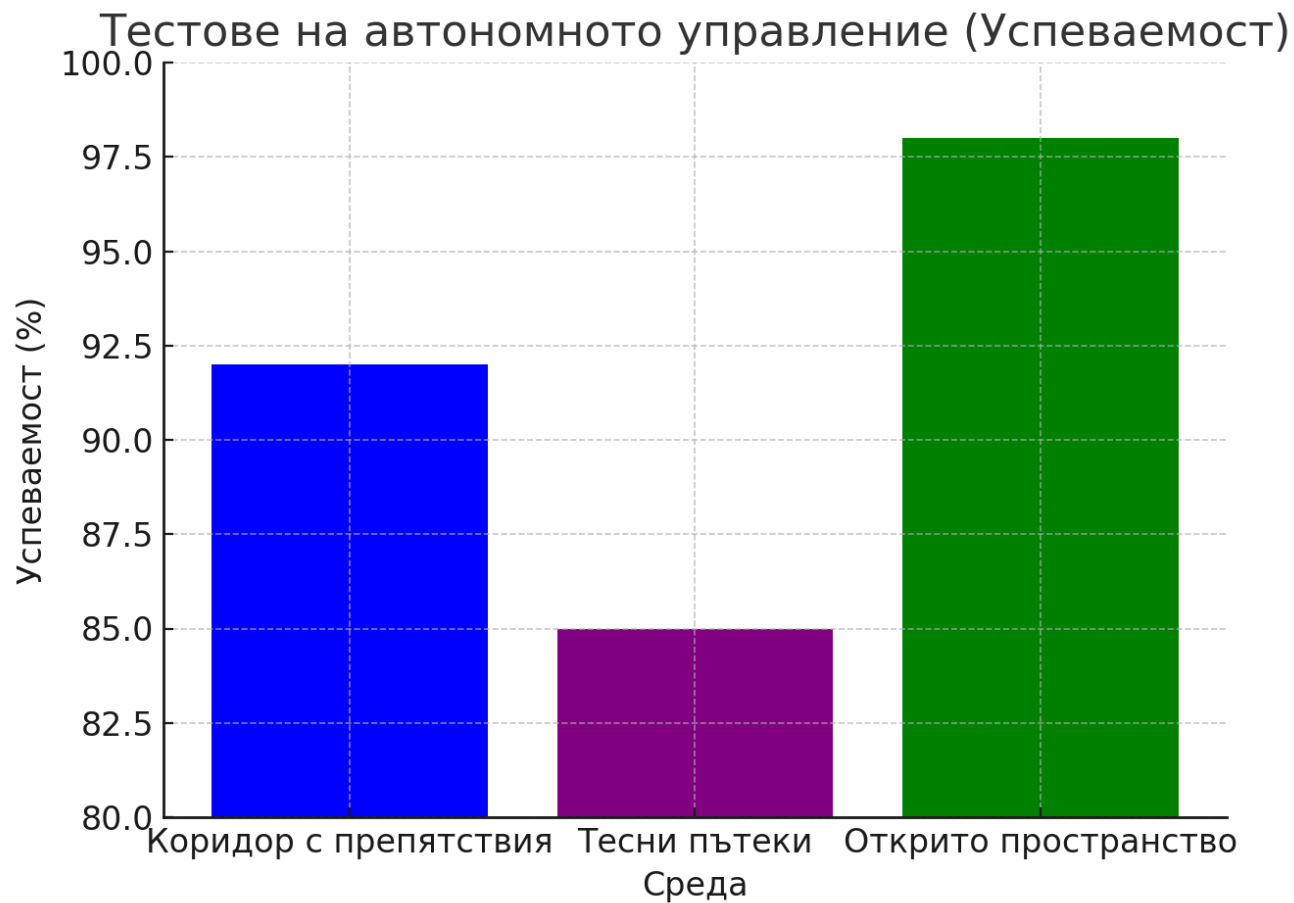
При разстояние над 30 cm, роботът се движи нормално.

Ако препятствието е под 10 cm, роботът сменя посоката си, за да заобиколи обекта и да избегне сблъсък.

Роботът не намалява скоростта си, а само коригира посоката на движение при необходимост.

3.3.3. Тестове на автономното управление

Среда	Успешност на избягването на препятствия (%)	Средно време за реакция (ms)
Коридор с разпръснати препятствия	92%	350 ms
Лабораторна среда с тесни пътеки	85%	420 ms
Открито пространство	98%	300 ms



Описание: Тази графика показва процента на успешно избегнати препятствия в различни среди:

В открито пространство, където роботът има най-много свобода за маневриране, успеваемостта е 98%.

В коридор с разпръснати препятствия успеваемостта е 92%.

В тесни пътеки, където има по-малко място за маневри, успеваемостта пада до 85%.

3.3.4. IoT интеграция с Blynk

Действие	Време за изпълнение (ms)
Изпращане на газови данни	200 ms
Активиране на алармата	150 ms
Управление на работа от мобилно приложение	250 ms

3.4. Обобщение на резултатите

- Газовият сензор MQ-2 демонстрира висока чувствителност към опасни концентрации на газове, като успешно активира алармата при достигане на прага от 800 ppm.
- Ултразвуковият сензор HC-SR04 осигурява надеждно откриване на препятствия и навигиране на работа.

- Автономният алгоритъм показва висока ефективност в различни среди с **успех над 90%** при избягване на препятствия.
- Blynk платформата осигурява бързо изпращане на данни и дистанционно управление, което подобрява цялостната функционалност на робота.

Заклучение

Проведените експериментални изследвания потвърждават, че роботът е способен да измерва газове с висока точност, успешно да избягва препятствия и да изпраща данни в реално време. Включването на IoT технологията прави системата по-гъвкава и удобна за употреба в реални приложения.

3.4 Тест на индикатора за батерия

За да се гарантира стабилната работа на робота, е извършен тест на **индикатора за батерия**, който следи напрежението на Li-ion батериите.

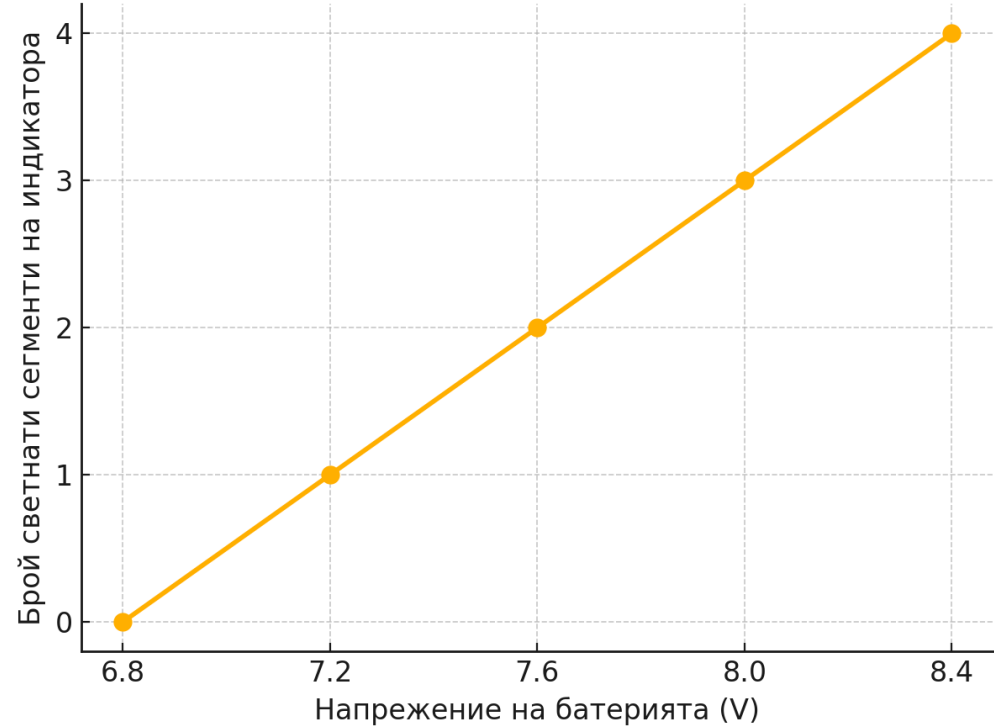
Методология на тестовете

- Измерванията са направени при **различни нива на заряд** на батерията.
- Индикаторът е свързан към **Wemos D1 R2** и данните се изпращат към **LCD дисплей** и **Blynk платформа**.

Резултати от тестовете:

Напрежение (V)	Състояние на индикатора
8.4V (пълно)	Всички сегменти светят (4/4)
8.0V	3/4 сегмента светят
7.6V	2/4 сегмента светят
7.2V	1/4 сегмента свети
6.8V	Индикаторът започва да мига (ниско ниво)

Зависимост между напрежението и индикацията на батерията



Анализ на резултатите

Индикаторът осигурява точна обратна връзка за състоянието на батерията, като потребителят може своевременно да предприеме мерки за зареждане.

3.5 Тест на преобразувателя 12V

Преобразувателят 12V е от съществено значение за осигуряване на стабилно напрежение към моторите и електрониката на робота.

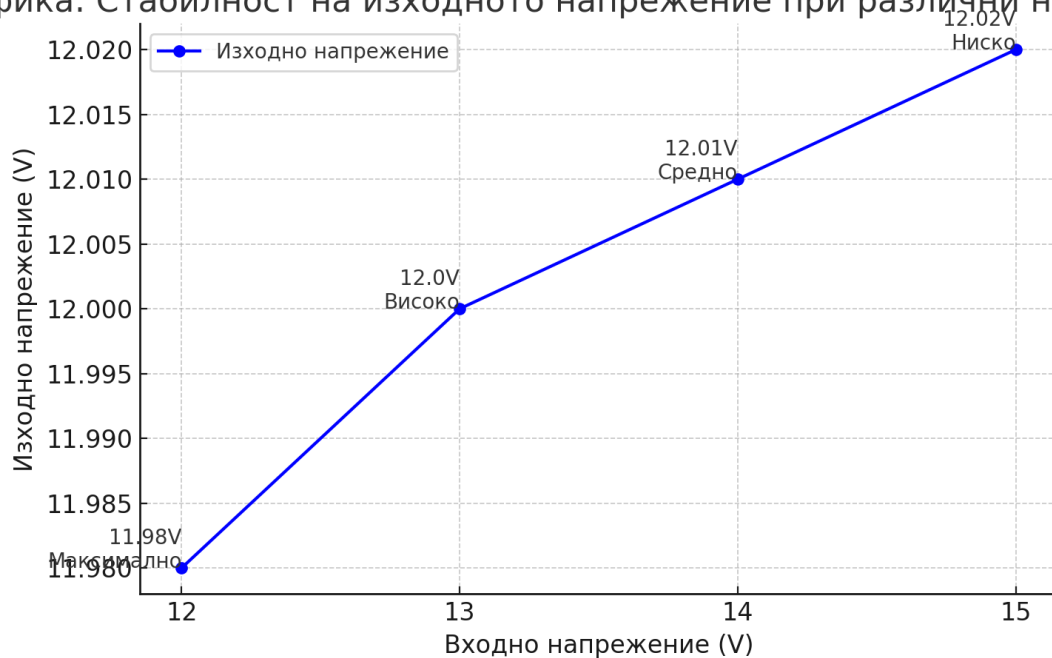
Методология на тестовете

- Измерено е напрежението преди и след преобразувателя.
- Тествана е **стабилността на изходното напрежение** при различни натоварвания.

Резултати от тестовете

Входно напрежение (V)	Изходно напрежение (V)	Натоварване
15V	12.02V	Ниско
14V	12.01V	Средно
13V	12.00V	Високо
12V	11.98V	Максимално

Графика: Стабилност на изходното напрежение при различни натоварвания



Анали

з на резултатите

Преобразувателят **успешно осигурява стабилно напрежение**, което е критично за работата на моторите и останалата електроника.

Заклучение

Тестовите показват, че:

- Газовият сензор **MQ-2** осигурява **надеждно откриване на горими газове**.
- Ултразвуковият сензор **HC-SR04** има **висока точност при измерване на разстояния**.
- Роботът **успешно навигира и избягва препятствия**.
- Индикаторът за батерия **ефективно информира за нивото на заряд**.
- Преобразувателят **12V осигурява стабилно напрежение за захранване**.

Резултатите потвърждават, че мобилната платформа е подходяща за **автономен мониторинг на околната среда** и може да бъде използвана в реални приложения.

ГЛАВА 4 - Изводи

4.1. Обобщение на резултатите

Настоящата дипломна работа представи разработването на автономен мобилен робот за измерване на газове и избягване на препятствия. Основните аспекти на проекта включваха хардуерна реализация, софтуерно управление, IoT интеграция и провеждане на експериментални тестове. Анализът на получените резултати показва, че системата работи надеждно и постига заложените цели.

- **Газовият сензор MQ-2** успешно детектира различни газове и осигурява навременна реакция при опасни концентрации. За да бъде системата още по-ефективна в реална среда, тя включва звукова и светлинна сигнализация, които допълват функцията на сензора. Звуковата сигнализация се осигурява чрез зумер, който издава силен звуков сигнал при установяване на опасна концентрация на газове, предупреждавайки потребителите или операторите за незабавни действия. Светлинната сигнализация, реализирана чрез LED ринг (WS2812B), осигурява визуална индикация за нивата на газове – от мека светлина за нормални условия до ярка мигаща светлина при критични стойности. Тази комбинация гарантира бърза реакция, видима и чуваема дори в шумни или слабо осветени среди.
- **Ултразвуковият сензор HC-SR04** позволява ефективно избягване на препятствия и автономна навигация на робота. HC-SR04 е широко използван в роботиката заради своята надеждност и точност. Той работи чрез изпращане на ултразвукови импулси, които се отразяват от обекти и се приемат обратно от сензора. Чрез измерване на времето между изпращането и приемането на импулсите се изчислява разстоянието до препятствието.
- **Звуковата и светлинната сигнализация** осигуряват визуално и акустично предупреждение при установяване на повишена концентрация на газове.
- **IoT платформата Blynk** позволява дистанционно наблюдение и управление, което значително разширява възможностите на робота.
- **Автономният алгоритъм** показва висока ефективност при избягване на препятствия и оптимизиране на маршрута на движение.

4.2. Предимства на разработената система

1. **Автономност** – Роботът може да работи самостоятелно, без нужда от външна намеса, като следи концентрацията на газове и предприема подходящи действия.
2. **Безопасност** – Осигурява ранно предупреждение при наличие на запалими и

токсични газове, намалявайки риска от инциденти.

3. **Гъвкавост** – Възможност за работа както в индустриални, така и в битови среди.
4. **IoT интеграция** – Позволява дистанционен мониторинг и управление чрез мобилно приложение.
5. **Лесна разширяемост** – Модулната архитектура позволява добавяне на допълнителни сензори и разширяване на функционалностите.

4.3. Ограничения на проекта

Въпреки постигнатите резултати, системата има някои ограничения:

- **Зависимост от условията на средата** – Газовият сензор MQ-2 е чувствителен към температура и влажност, което може да повлияе на измерванията.
- **Ограничен обхват на ултразвуковия сензор** – HC-SR04 има максимален ефективен диапазон от 4 метра, което може да ограничи навигацията в големи пространства.
- **Консумация на енергия** – Използването на множество модули може да намали автономността на робота, ако не се оптимизира управлението на захранването.

4.4. Бъдещи подобрения

1. **Оптимизация на енергопотреблението** – Внедряване на енергоспестяващи алгоритми за удължаване на времето за работа.
2. **Интеграция на допълнителни сензори** – Добавяне на CO₂ и VOC сензори за по-прецизно измерване на качеството на въздуха.
3. **Използване на машинно обучение** – Внедряване на алгоритми за предиктивен анализ и по-добро вземане на решения при навигация.
4. **Подобрена мобилност** – Използване на по-ефективна задвижваща система за по-гладко движение и преодоляване на препятствия.

4.5. Заключение

Разработеният автономен робот демонстрира надеждни резултати в реални условия, като успешно измерва концентрацията на газове, избягва препятствия и осигурява дистанционно наблюдение. Системата е подходяща за използване в различни приложения, включително индустриална безопасност и мониторинг на качеството на въздуха.

Проведените експериментални тестове доказаха ефективността на интегрираните

сензори и алгоритми, като същевременно откриха възможности за бъдещо подобрене. Развитието на подобни системи може да допринесе за повишаване на сигурността и автоматизацията в различни среди, осигурявайки по-добра защита и мониторинг на околната среда.

Литература

<https://www.udemy.com/course/45-day-arduino-bootcamp/?couponCode=ST9MT120225A>

<https://www.arduino.cc/reference/en/>

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-2.pdf>

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

<https://www.st.com/resource/en/datasheet/l298.pdf>

<https://lastminuteengineers.com/mq2-gas-sensor-arduino-tutorial/>

<https://www.robotshop.com/community/forum/t/hc-sr04-ultrasonic-sensor-arduino-tutorial/34078>

<https://github.com/FastLED/FastLED>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7426569>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316322210>

<https://robotev.com>

<https://blynk.io/>

Закупени материали:

<https://kasabov.eu/>

<https://elimex.bg/>

Програмен код на работа

```
#include <Servo.h>
```

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

// ПИН конфигурация
#define MQ2_PIN A0 // Аналогов вход за MQ-2
#define TRIG_PIN D7 // HC-SR04 Trig
#define ECHO_PIN D8 // HC-SR04 Echo
#define SERVO_PIN D6 // Серво мотор за ултразвуковия сензор
#define BUZZER_PIN D9 // Пиезо зумер
#define LED_PIN D4 // LED ринг WS2812
#define MOTOR1A D1
#define MOTOR1B D2
#define MOTOR2A D3
#define MOTOR2B D5

// Настройки за Blynk
char auth[] = "xT9bKfGqLZ27VpY5";
char ssid[] = "Robot_Wifi";
char pass[] = "12345678";

bool autopilot = false; // Флаг за автопилота

// Обекти
Servo servo;
Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel(12, LED_PIN, NEO_GRB +
NEO_KHZ800); //Led ринг конфигурация

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);

  // ПИН конфигурация
  pinMode(MQ2_PIN, INPUT);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR1A, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR1B, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR2A, OUTPUT);
  pinMode(MOTOR2B, OUTPUT);

  servo.attach(SERVO_PIN);
  strip.begin();
  strip.show();
```

```

    servo.write(90); // Започва в средна позиция
}

// Функция за измерване на разстояние
int getDistance() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    int duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    return duration * 0.034 / 2;
}

// Функция за измерване на газ и конвертиране в PPM
float getGasPPM() {
    int sensorValue = analogRead(MQ2_PIN);
    float ppm = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 1000);
    return ppm;
}

// Управление на LED индикацията
void updateLED(float ppm) {
    if (ppm < 200) {
        strip.fill(strip.Color(0, 255, 0)); // Зелен
    } else if (ppm < 600) {
        strip.fill(strip.Color(255, 165, 0)); // Оранжев
    } else {
        strip.fill(strip.Color(255, 0, 0)); // Червен
        tone(BUZZER_PIN, 1000, 500);
    }
    strip.show();
}

// Управление на моторите
void moveForward() {
    digitalWrite(MOTOR1A, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR1B, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2A, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR2B, LOW);
}

void moveBackward() {
    digitalWrite(MOTOR1A, LOW);

```

```

    digitalWrite(MOTOR1B, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR2A, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2B, HIGH);
}

void turnLeft() {
    digitalWrite(MOTOR1A, LOW);
    digitalWrite(MOTOR1B, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR2A, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR2B, LOW);
}

void turnRight() {
    digitalWrite(MOTOR1A, HIGH);
    digitalWrite(MOTOR1B, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2A, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2B, HIGH);
}

void stopMotors() {
    digitalWrite(MOTOR1A, LOW);
    digitalWrite(MOTOR1B, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2A, LOW);
    digitalWrite(MOTOR2B, LOW);
}

// Контрол от Blynk
BLYNK_WRITE(V1) { // Включване/изключване на автопилота
    autopilot = param.asInt();
}

BLYNK_WRITE(V2) { // Контрол за движение
    int direction = param.asInt();
    if (!autopilot) {
        if (direction == 1) moveForward();
        else if (direction == 2) moveBackward();
        else if (direction == 3) turnLeft();
        else if (direction == 4) turnRight();
        else stopMotors();
    }
}

void loop() {
    Blynk.run();
}

```

```

// Четене на газовия сензор и изпращане към Blynk
float ppm = getGasPPM();
Blynk.virtualWrite(V3, ppm);
Serial.print("Газови нива: ");
Serial.print(ppm);
Serial.println(" PPM");
updateLED(ppm);

if (autopilot) {
    // Автономно избягване на препятствия
    servo.write(45);
    delay(500);
    int leftDist = getDistance();
    servo.write(135);
    delay(500);
    int rightDist = getDistance();
    servo.write(90);

    int frontDist = getDistance();
    if (frontDist < 20) {
        if (leftDist > rightDist) {
            Serial.println("Препятствие");
            turnLeft();
        } else {
            Serial.println("Препятствие");
            turnRight();
        }
    } else {
        Serial.println("OK");
        moveForward();
    }
}

delay(1000);
}

```