

УДК 519.6

О.М. Решетило, І.І. Сушко, А.О. Решетило

Луцький національний технічний університет

E-mail: o.reshelylo@lntu.edu.ua

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОЮ ПІДВІСКОЮ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

На базі плати Arduino Uno розроблена автоматизована система керування пневматичною підвіскою легкового автомобіля, яка дозволить покращити не тільки комфорт для водія та пасажирів, але й аеродинамічні показники руху автомобіля на різних типах дорожнього покриття, зменшити витрати палива та кількість шкідливих викидів в навколишнє середовище.

Ключові слова: автомобіль, пневматика, підвіска, автоматизація, система, керування, Arduino.

О.М. Reshelylo, I.I. Sushko, A.O. Reshelylo. The automated control system of air suspension car

Based on the Arduino Uno board, an automated control system for the pneumatic suspension of the car is developed, which will improve not only the comfort for the driver and passengers, but also the aerodynamic performance of the car on different types of pavement, reduce fuel consumption and the amount of harmful emissions into the environment.

Keywords: car, pneumatics, suspension, automation, system, control, Arduino.

А.Н. Решетило, И.И. Сушко, А.А. Решетило. Автоматизированная система управления пневматической подвеской легкового автомобиля

На базе платы Arduino Uno разработана автоматизированная система управления пневматической подвеской легкового автомобиля, которая позволит улучшить не только комфорт для водителя и пассажиров, но и аэродинамические показатели движения автомобиля на различных типах дорожного покрытия, уменьшить расход топлива и количество вредных выбросов в окружающую среду.

Ключевые слова: автомобиль, пневматика, подвеска, автоматизация, система, управление, Arduino.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день існують легкові автомобіля, що оснащені традиційними ресорними та пружинними підвісками, і пневматичними та гідравлічними підвісками. [1]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз існуючих типів підвіски легкових автомобілів показав що:

- недоліком ресорної підвіски є висока жорсткість та значні коливальні амплітуди із затуханням при русі на високій швидкості;

- недоліки пружинної підвіски практично ті ж самі, що і ресорної, але вона є трішки м'якшою;

- гідравлічна підвіска є найбільш комфортною для водія та пасажирів, оскільки досить гарно гасить коливання і є м'якою. Однак, зазвичай її гідравлічна система об'єднана із системою гідропідсилювача рульового управління автомобіля. В даній системі використовується досить дороге індустріальне масло, вона складна і дорогавартісна в ремонті;

- найбільш оптимальною і комфортною є пневматична підвіска.

Сучасні автомобілі з пневматичною підвіскою дозволяють автоматично вирівнювати автомобіль під час руху і гальмування. Однак практично на всіх легкових автомобілях

(Сітроен) водій може керувати опусканням та підніманням автомобіля в зонах передньої і задньої осей. Причому висота піднімання є однаковою для лівого та правого коліс. [2, 3, 4]

Постановка завдання. Тому виникла необхідність розробити альтернативну автоматизовану систему керування пневматичною підвіскою легкового автомобіля, яку можна було б змонтувати на автомобіль з будь-яким типом підвіски.

Виклад основного матеріалу. На основі проведеного аналізу режимів роботи пневматичної підвіски легкового автомобіля при русі його на різних типах дорожніх покриттів, в системі, що розробляється, необхідно передбачити три автоматичні режими роботи підвіски (рис. 1):

- «Автострада» - режим руху автомобіля по гарному дорожньому покритті без вибоїн і ям для забезпечення гарних аеродинамічних показників руху, при якому відстань від днища автомобіля до дорожнього покриття є мінімальною;

- «Номінал» - режим руху автомобіля по дорожньому покритті з вибоїнами для забезпечення гарних аеродинамічних показників руху, при якому відстань від днища автомобіля до дорожнього покриття оптимальною;

- «Бездоріжжя» - режим руху автомобіля по дорожньому покритті з ямами або по бездоріжжю, для забезпечення гарних прохідних показників руху, при якому відстань від днища автомобіля до дорожнього покриття максимальною.

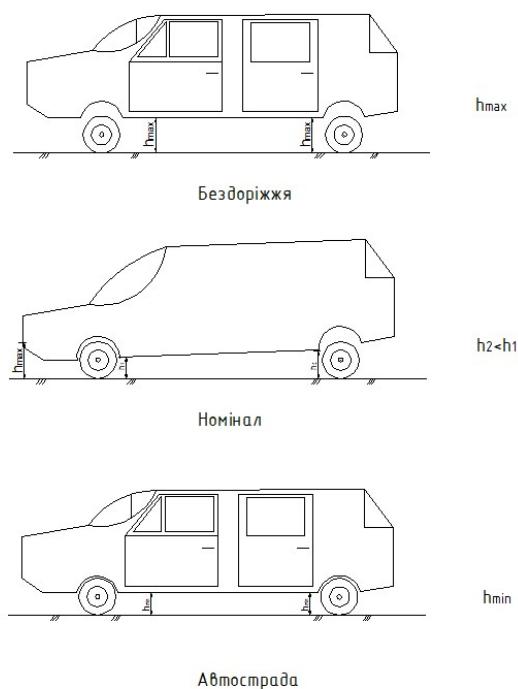


Рис. 1. Автоматичні режими роботи підвіски автомобіля

Окрім цього, система, що розробляється, повинна дозволяти керувати висотою підняття автомобіля в зоні кожного з коліс окремо та автоматично горизонтально вирівнювати автомобіль відносно горизонту при русі вздовж схилів.

Розроблена схема системи (рис. 2) складається з компресора, блока підготовки стисненого повітря, системи повітропроводів, ресивера, пневмоакумулятора, пневмоелементів камерного типу, чотирьох електроклапанів, регульованих дроселів та глушників (для усунення шуму під час виходу повітря з системи в атмосферу).

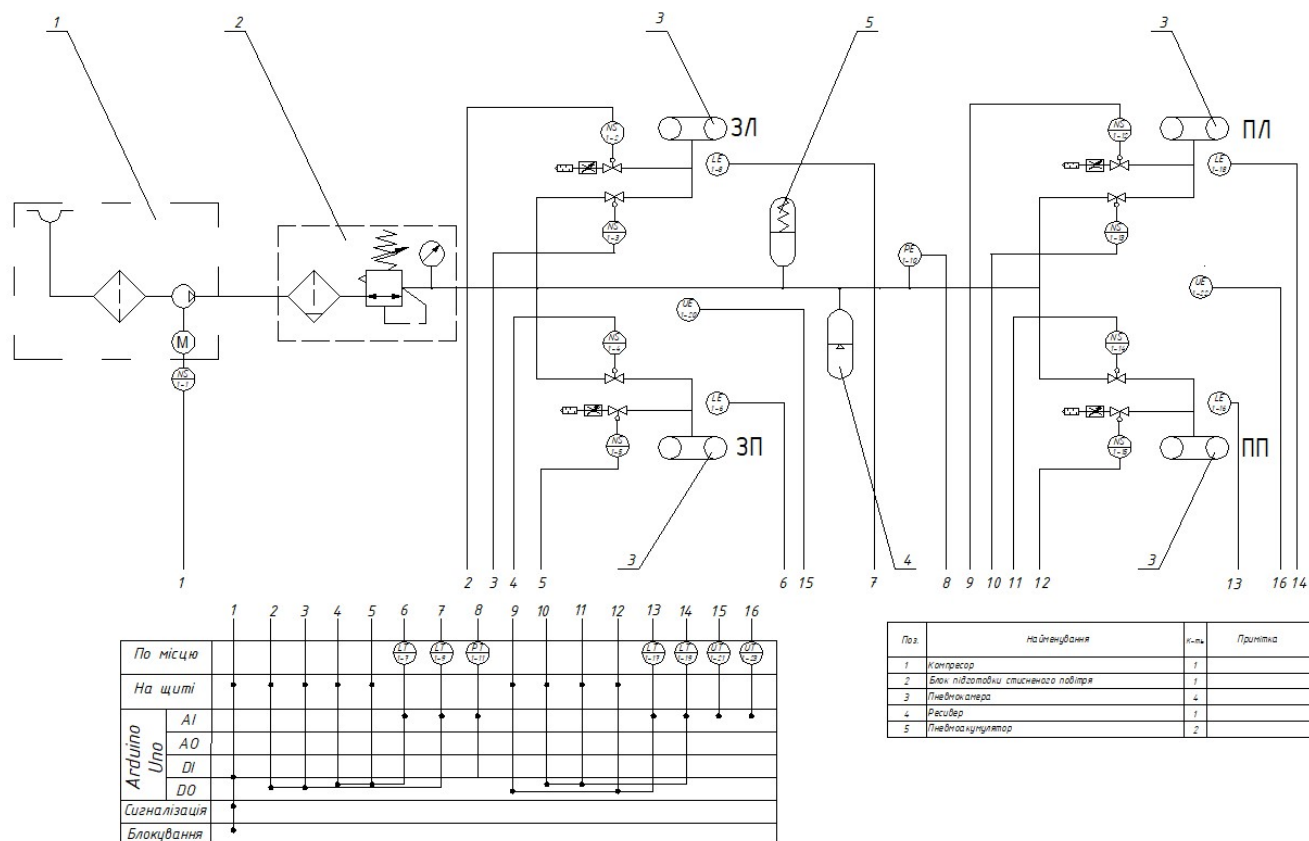


Рис. 2. Функціональна схема автоматизації

Були розроблені принципова пневматична схема системи (рис. 3), схема розміщення датчиків та виконавчих механізмів на автомобілі (рис. 4) та функціональна схема автоматизації (рис. 2).

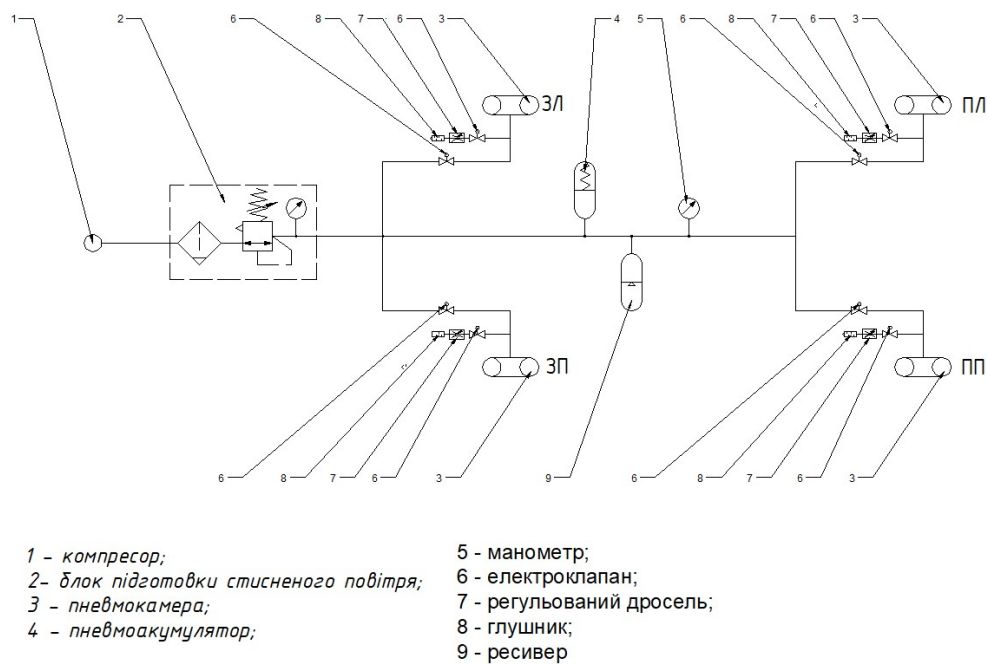


Рис. 3. Принципова пневматична схема системи

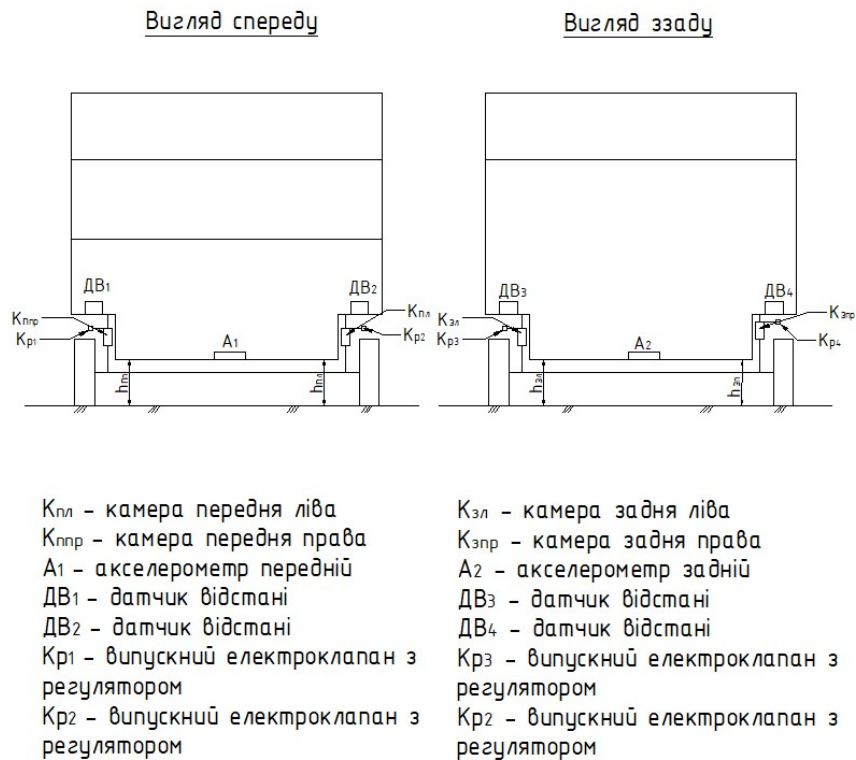


Рис. 4. Схема розміщення датчиків та виконавчих механізмів на автомобілі

При подачі сигналу з мікроконтролера на реле NS 1-1 вмикається електродвигун приводу компресора 1. Повітря з атмосфери проходить через фільтр грубої очистки, де воно очищується від пилу та крупних домішок, та поступає до блоку підготовки стисненого повітря 2, де з повітря відділяється вода, воно очищується в фільтрі тонкої очистки за рахунок відцентрових сил і насичується індустріальним маслом для змащення рухомих частин регулюючих органів та виконавчих механізмів. Після цього повітря поступає в ресивер 4, де воно накопичується.

Тиск в пневматичній системі підвіски легкового автомобіля контролюється за допомогою датчика тиску РЕ 1-10, сигнал з якого подається на аналоговий ввід мікроконтролера, що керує ввімкненням та вимкненням електродвигуна компресора 1.

Для зменшення коливань тиску в пневматичній системі підвіски легкового автомобіля передбачено встановлений пневмоакумулятор 5.

Для керування підняттям автомобіля відносно поверхні дороги використовуються електроклапани соленоїдного типу, що керують пневмокамерами кожного з коліс, зокрема для:

- лівого переднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-13;
- правого переднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-14;
- лівого заднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-3;
- правого заднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-4.

Для керування опусканням автомобіля відносно поверхні дороги також використовуються електроклапани соленоїдного типу, що керують пневмокамерами кожного з коліс, зокрема для:

- лівого переднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-12;
- правого переднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-15;
- лівого заднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-2;
- правого заднього колеса – сигнал на соленоїд подається з дискретного виходу контролера на реле NS 1-5.

Для плавного зниження рівня автомобіля відносно поверхні дороги кожна з ланок скидання повітря в атмосферу оснащена регульованим дроселем та глушником.

Відстань від поверхні дороги до днища автомобіля в зонах кожного колеса контролюється за допомогою датчиків відстані, сигнал з яких поступає на аналоговий вхід мікроконтролера, зокрема для:

- лівого переднього колеса – датчиком LE 1-18;
- правого переднього колеса – датчиком LE 1-16;
- лівого заднього колеса – датчиком LE 1-8;
- правого заднього колеса – датчиком LE NS 1-6.

Для встановлення автомобіля в горизонтальне положення в зонах кожної з осей передбачено акселерометри, зокрема для:

- передньої осі – UE -22;
- задньої осі – UE -20.

Сигнали з них по трьом координатам подаються на аналогові входи мікроконтролера.

Для вимірювання відстані від днища автомобіля до поверхні дороги в зоні кожного з коліс використовуються ультразвукові датчики моделі Parallax PING 28015. [5]

Для вимірювання положення автомобіля відносно горизонту використовуються 3-х осьові акселерометри моделі ADXL335. [6, 7]

Для вимірювання тиску в пневматичній системі підвіски автомобіля використовується датчик тиску датчик тиску BMP 180. [8]

Для керування лініями подачі та скидання повітря з пневмокамер використовуються електроклапани, що розраховані на напругу 12 В. [9]

Для виклику меню на екран та зміни значень параметрів на панелі керування системою використовуються кнопки моделі Push Button.

Для керування режимами роботи пневматичної підвіски легкового автомобіля використовується перемикач мініатюрний моделі SS-12F15. [10]

Для ввімкнення електродвигуна компресора використовується модуль реле одноканальний 5B 10A. [11]

Для керування електроклапанами використовуються чотирьохканальні модулі реле 5B 10A., елементи відображення. [12]

Для відображення значень параметрів та назв пунктів меню використовується синій символний LCD індикатор 16x2. [13]

Для відображення режиму роботи пневматичної підвіски на панелі керування розміщено три світлодіоди. [14]

Для підключення до плати Arduino світлодіодів та кнопок використовуємо резистори 0,25 Вт відповідно з опором 220 Ом та 10 кОм. [15]

Для регулювання контрастності дисплею використовується змінний резистор опором 10 кОм. [16]

Для керування системою в автоматичному режимі було вибрано мікроконтролер Arduino Mega 2560 R3 CH340. [17]

На основі програмного пакету Fritzing було розроблено схему підключення елементів системи автоматизації до плати Arduino Mega 2560 R3 CH340 (рис. 5), та електричну схему (рис. 6). [18]

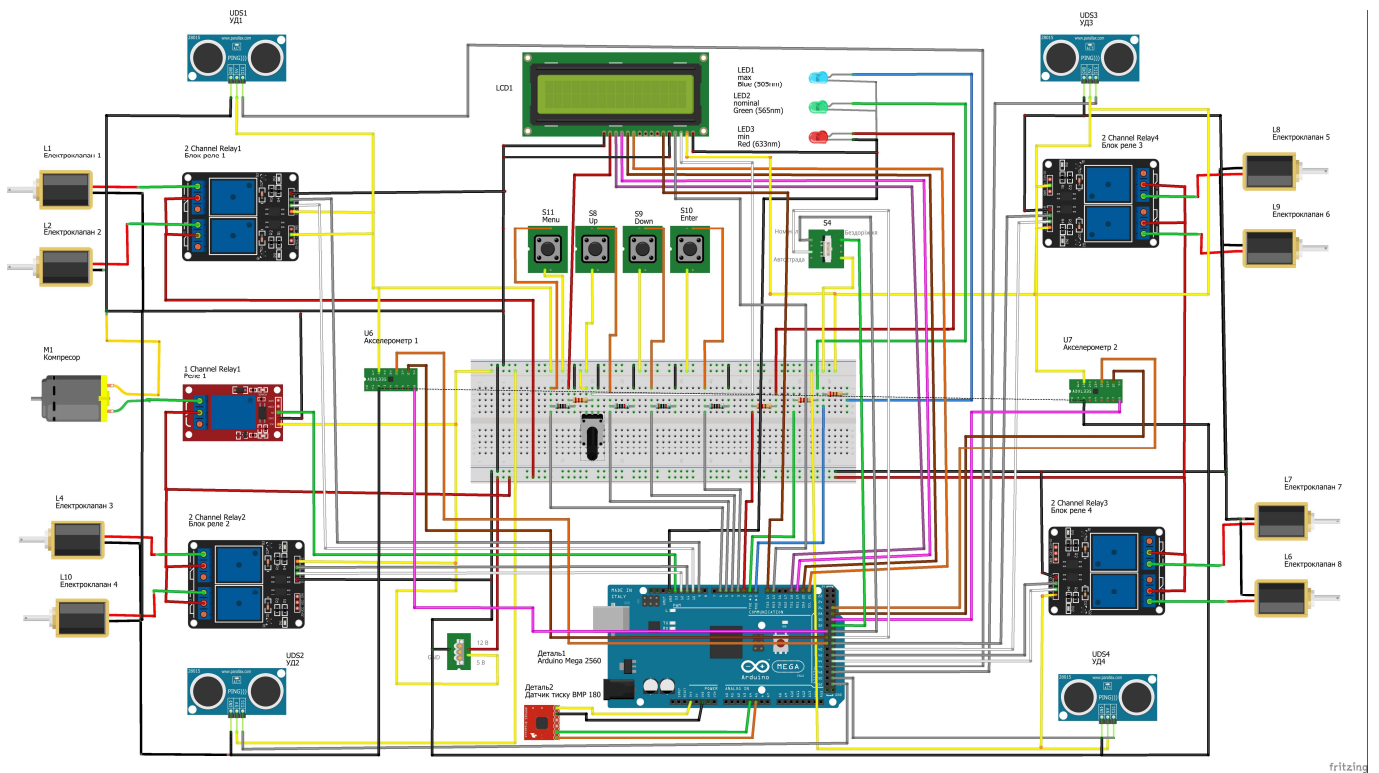


Рис. 5. Макетна схема підключення елементів системи до плати Arduino Mega

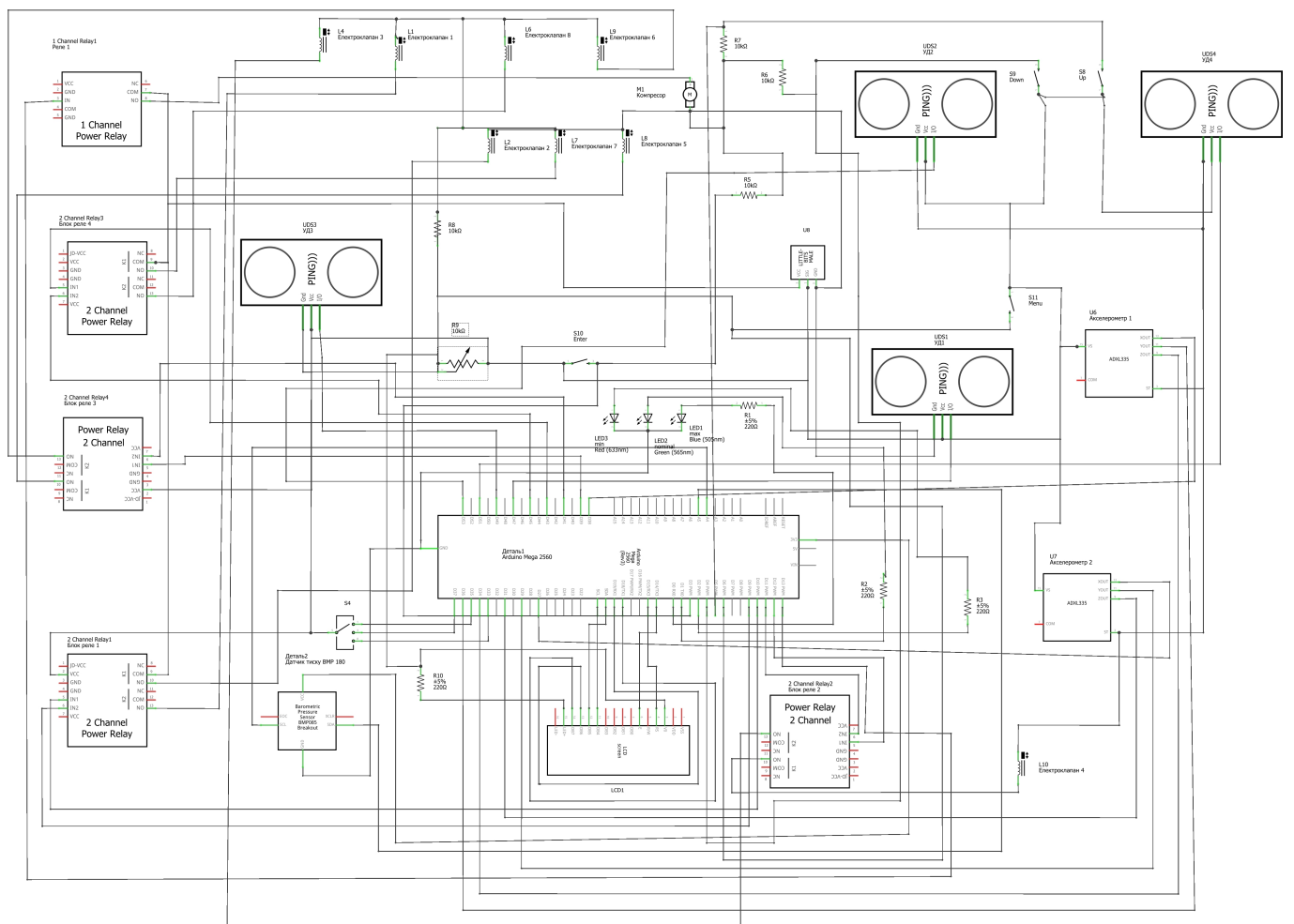


Рис. 6. Електрична схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до плати Arduino Mega

Розроблено структуру меню панелі керування пневматичною підвіскою легкового автомобіля.

В середовищі розробки Arduino IDE розроблена програма для мікроконтролера Arduino Mega 2560. [19]

Розроблено загальний вигляд панелі керування пневматичною підвіскою автомобіля для водія та друковану плату.

Висновки:

Отже, застосування розробленої автоматизованої системи керування пневматичною підвіскою легкового автомобіля дозволить покращити не тільки комфорт для водія та пасажирів, але й аеродинамічні показники руху автомобіля на різних типах дорожнього покриття, зменшити витрати палива та кількість шкідливих викидів в навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Типи підвісок автомобіля – що це таке, особливості пристрою, види та застосування. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://autopark.pp.ua/652-tipi-pdvsok-avtomobilya-scho-ce-take-osoblivost-pristroyu-vidi-ta-zastosuvannya.html>
2. Пневматична підвіска. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ukrautos.ru/remont-i-obslugovuvannja/pidviska/2797-pnevmatichna-pidviska.html>
3. Пневматична підвіска. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://jak.magey.com.ua/articles/pnevmatichna-pidviska.html>
4. Пневматична підвіска: переваги та недоліки. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://tips-ua.com/181882-pnevmatichna-pidviska-perevagi-ta-nedoliki.html>
5. Ping Ultrasonic Distance sensor. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.parallax.com/product/28015>
6. ADXL 335 Accelerometer introduction working and interfacing. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://microcontrollerslab.com/adxl-335-accelerometer-interfacing/>
7. 3 Axis Accelerometer with Regulator. – ADXL335 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.rhydolabz.com/wiki/?p=1417>
8. Ардуино: датчик давления BMP180 (BMP085). [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://robotclass.ru/tutorials/arduino-pressure-sensor-bmp180-bmp085/>
9. Электромагнитный клапан 12 В. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://greenchip.com.ua/18-0-502-0.html>
10. Переключатель миниатюрный SS-12F15. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/knopki_buttons/vikluchatel_miniaturniy
11. Модуль реле одноканальный 5В 10А. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/relay/Relay_module_1channel_5V
12. Модуль реле 4-канальный 5В 10А. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/relay/Relay_module_4_channel_5V
13. Символьный LCD индикатор 16x2 синий. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/led_monitors/LCD_indikator_1602_siniy
14. Светодиод 5мм. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://geekmatic.in.ua/al307?search=%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B4>
15. Резисторы 0,250 Вт. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/resistor_0250?search=%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80

16. Переменный резистор 10 кОм. Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/potentiometer_10k?search=%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80

17. Arduino Mega 2560 R3 CH340. Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://geekmatic.in.ua/boards/Arduino_Mega_2560_R3_CH340

18. Разрабатываем Arduino-проекты во Fritzing. Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://robotosha.ru/arduino/fritzing-intro.html>

19. ARDUINO 1.8.7. Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>