

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТА

Кононов Д.О., Остапчук Ю.А.

*Навчально-наукового інституту промислових і бізнес технологій Українського
державного університету науки і технологій (Дніпро, Україна)*

Мета роботи: розробити схему вимірювального комплексу, в умовах роботи лабораторного вібраційного грохоту з віброактивною сіючою поверхнею, розробки кафедри МАМВ УДУНТ (частота коливань 25 Гц, максимальна амплітуда 4 мм). Треба визначити лінійні прискорення і кутову швидкість повороту елементів грохота.

Вибір датчика та мікроконтролера

Датчик. Для дослідження кінематики руху потрібно вибрати відповідний датчик. Результатом аналізу елементної бази є модулі GY-521, GY-91 і GY-85.

Основні характеристики датчиків, за якими проводилося порівняння - це: діапазони гіроскопа і акселерометра, максимальна частота інтерфейсу I2C та SPI, частота дискретизації, коефіцієнт перетворення, нелінійність, шум, ціна. Нижче наведена таблиця з характеристиками модулів [1,2,3].

Таблиця 1 - Характеристики датчиків положення

Назва модуля	GY-521	GY -91	GY -85
мікросхема	MPU-6050	MPU-9250	Гіроскоп ITG 3205, акселерометр ADXL345, компас HMC5883L ..
Діапазон гіроскопа. ° / с	± 250, ± 500, ± 1000, ± 2000		
Діапазон акселерометра, g	± 2. ± 4, ± 8. ± 16		
інтерфейс зв'язку	I ² C	I ² C	I ² C, SPI
Максимальна частота інтерфейсу I2C / SPI, кГц	400/1000	400/1000	400/1000
Частота дискретизації. Гц	1000	1000	1000

Крім того модуль GY-521 на мікросхемі MPU-6050 містить запатентований компанією InvenSense процесор обробки сигналів, викликаних рухом

DigitalMotionProcessor (DMP), здатний обробляти 9-ти координатні алгоритми MotionFusion. DMP може бути використаний для складних розрахунків.

Мікроконтролер. Для управління всією роботою системи, потрібно вибрати відповідний мікроконтролер. Оскільки мікроконтролер виконує основну функцію в вимірювальній системі, він повинен відповідати всім вимогам до даної системи. Провівши аналіз сучасної елементної бази, були відібрані 6 мікроконтролерів (ATmega328P, ATmega2560, ATmega8U2, ATmega64, AT91SAM7S321, MSP430F157). Параметри, за якими проводилося порівняння: робоча напруга, оперативний пристрій (ОЗУ), тактова частота, підтримка послідовного інтерфейсу I2C, наявність такого периферійного пристрою, як АЦП і його розрядність, а так само доступність мікроконтролерів в магазинах електронних компонентів.

Проаналізувавши, було обрано мікроконтролер ATmega328P. Він є оптимальним за всіма основними параметрами, таким як: тактова частота, робоча напруга, ОЗУ, флеш-пам'ять. Так само у даного мікроконтролера є всі необхідні периферійні пристрої. Він ще й є найдоступнішим за ціною і є в наявності в більшості магазинів електронних компонентів. На мікроконтролері Atmega328P працює налагоджувальна плата Arduino Uno і Nano. Вона містить все необхідне для роботи з мікроконтролером: 14 цифрових входів / виходів (з яких 6 можна використовувати як виходи ШІМ), 8 аналогових входів, кварцовий кристал з 16 МГц, USB-з'єднання, роз'єм живлення і кнопку скидання.

Розробка функціональної і структурної схеми системи. Провідний інтерфейс має кілька переваг, але основною перевагою є відсутність необхідності в зовнішніх автономних джерелах живлення (акумулятори, батареї) в кожному з модулів, що не додає пристрою зайвої маси і не впливає на природність рухів елементів грохота. Основним недоліком є необхідність кріплення кабелів на конструкцію грохота.

Послідовний інтерфейс I2C дозволяє підключати будь-які ведучі (master) і ведені (slave) пристрої, які сумісні з цим інтерфейсом.

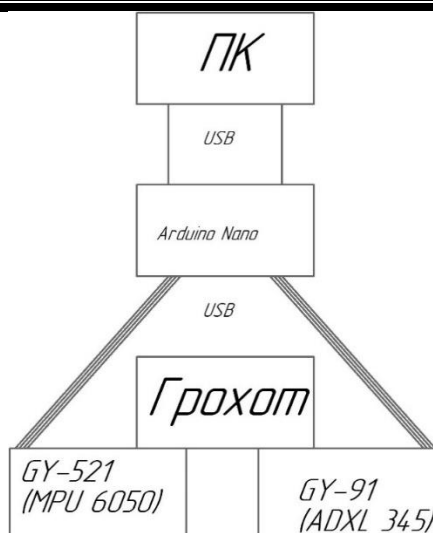


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювальної системи дротовим інтерфейсом

Установка датчика ADXL 345 та MPU 6050 на елементи еластичного карткового елемента поверхні, що просіює, приведена на рисунках 2 та 3.

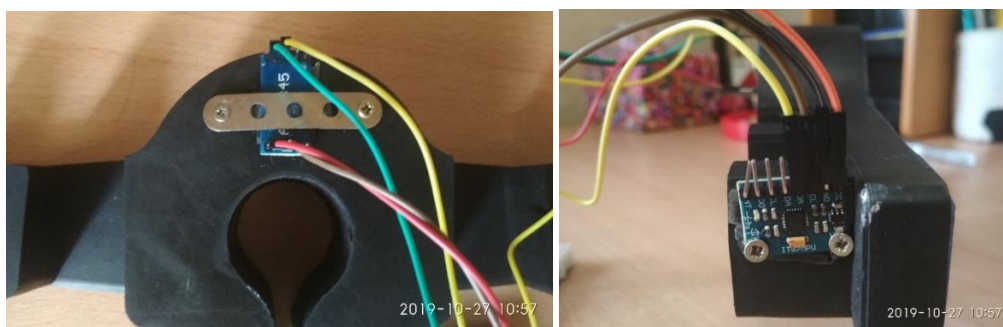


Рисунок 2 – Установка датчика ADXL 345 та MPU 6050 на елементи еластичного карткового елемента поверхні, що просіює

Розробка програмного забезпечення. У даній роботі використовується підключення 2-х датчиків MPU 6050 або по одному датчику MPU 6050 і ADXL345к однією з найбільш поширених налагоджувальних плат на базі Arduino - (Arduino Nano або Mega2560) з подальшою передачею інформації по послідовному інтерфейсу I²C і записом даних на SD пам'ять або персональний комп'ютер.

Для запропонованої вимірювальної установки було розроблено програмне забезпечення, в якій використовується настройка деяких важливих параметрів датчиків і параметрів передачі даних з них. Частота запису даних на комп'ютер лежить у межах 250-500 Гц.

Висновок. Розроблено схему вимірювального комплексу, в умовах роботи лабораторного вібраційного грохоту (частота коливань 25 Гц,

максимальна амплітуда 4 мм).

У запропонованій вимірювальній установці використовується підключення 2-х датчиків MPU 6050 або ADXL345 до мікроконтролеру Arduino Nano або Mega2560). Розроблено необхідне програмне забезпечення.



Рисунок 3 – Установка еластичного карткового елемента просіючої поверхні, на вібраційному грохоті

Література

1. Модуль GY-521 DataSheet [Электронный ресурс]. URL: <https://www.invensense.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000Datasheet1.pdf> – (дата обращения: 25.05.2021).
2. Модуль GY-85 DataSheet [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hotmcu.com/gy85-9dof-imu-sensor-module-p-298.html> – (дата обращения: 20.04.2021).
3. Модуль GY-91 DataSheet [Электронный ресурс]. URL: <http://robotparts.ru/products/gy-91> – (дата обращения: 15.02.2022).
4. Микроконтроллер ATmega328P DataSheet [Электронный ресурс]. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bitAVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf – (дата обращения: 15.02.2022).

**DEVELOPMENT OF MEASURING COMPLEX FOR DETERMINATION OF
KINEMATIC CHARACTERISTICS OF VIBRATION SCREEN**

Kononov Dmytro, Ostapchuk Yury

Abstract. A scheme of the measuring complex has been developed, in the conditions of operation of a laboratory vibrating screen with a vibroactive sowing surface developed by the department of MAMV UDUNT. The oscillation frequency of the screen elements is 25 Hz (1470 rpm) and the maximum amplitude is 4-5 mm).

A comparative analysis of sensors-accelerometers and microcontrollers has been carried out.

The proposed measuring setup uses the connection of 2 MPU 6050 or ADXL345 sensors to the Arduino Nano microcontroller. The measurement limit of these sensors lies within $\pm 16g$, which corresponds to the operating parameters of the vibrating screen. Sampling frequency 1000 Hz. Sensors are connected to the microcontroller via the I2C interface. The frequency of data recording to the computer is in the range of 250-500 Hz.

The necessary software has been developed.

Keywords: vibrating screen, elastic sieve, MPU 6050, ADXL345, Arduino.

References

1. Module GY-521 DataSheet [Electronic resource]. URL: <https://www.invensense.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000Datasheet1.pdf> - (accessed 05/25/2021).
2. Module GY-85 DataSheet [Electronic resource]. URL: <https://www.hotmcu.com/gy85-9dof-imu-sensor-module-p-298.html> - (date of access: 04/20/2021).
3. Module GY-91 DataSheet [Electronic resource]. URL: <http://roboparts.ru/products/gy-91> - (date of access: 02/15/2022).
4. Microcontroller ATmega328P DataSheet [Electronic resource]. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bitAVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf - (accessed 02/15/2022).