

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ ІНЕРЦІЙНОГО MEMC-СЕНСОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATLAB/SIMULINK

Паненко Д. Б.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ларченко Л.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. АПОТ, тел. (057) 702-13-26)

e-mail: daria.panenko@nure.ua, (066)888-27-30

The thesis considers a Simulink model of a closed-loop MEMS accelerometer with PID control, developed using Matlab, and studies its behavioral modeling for vehicle tracking. The PID controller is used to overcome the transient error and ensure the stability of the accelerometer operation in steady-state mode.

Одним з науково-технічних напрямів, що надалі стрімко розвиваються, є мікроелектромеханічні системи (MEMS), які являють собою мікромініатюрні вбудовані інформаційно-керуючі системи. По мірі збільшення популярності і впровадження «Інтернету речей» (IoT) необхідність у MEMS-пристроях значно зростає. Згідно досліджень за період до 2029 року сукупний середньорічний темп зростання CAGR буде на рівні 5-6%, при цьому, прогнозується постійне зростання потреби у MEMS-пристроях та їх компонентах внаслідок сенсоризації пристроїв, автономному водінню у транспортних засобах, використання штучного інтелекту.

Значну частину сенсорних MEMS-компонентів складають інерційні сенсори, зокрема, акселерометри, що призначені для визначення динамічної поведінки об'єкта [1]. Обробка сигналів сенсорних компонентів передбачає різні точні та наближені методи, що покладені в основу побудови пристроїв в залежності від їх призначення та виду вихідного сигналу сенсора [2].

Впровадження в інерційні сенсори замкнутого контуру з паралельним пропорційно-інтегрально-диференціальним (ПІД) регулюванням дозволяє покращити їх характеристики, такі як збільшення стабільності, пропускну здатності та динамічного діапазону, а використання у складі акселерометрів похідного фільтру зменшує похибку керування встановленого режиму та покращує стійкість системи [3].

Метою даної роботи є розроблення та дослідження моделей MEMS-акселерометрів замкнутого контуру з ПІД-регулюванням в середовищі Matlab/Simulink та дослідження їх поведінкового моделювання. ПІД-регулювання допомагає акселерометру досягти кращої стабільності сигналу відгуку з метою відстеження системою транспортного засобу з необхідною точністю позиціонування. При моделюванні застосовується принцип «переміщення-швидкість-прискорення» для перетворення прискорення

транспортного засобу у відстань (переміщення).

На рис.1, а зображено Simulink-модель акселерометра замкнутого контуру з ПІД-регулятором, що забезпечує процес керування змінними процесу, такими як швидкість та прискорення об'єкта. На рис.1, б приведено перехідну характеристику, що демонструє реакцію системи на одиничний ступінчастий сигнал при параметрах переміщення $x=1$ м, прискорення $a=1$ g та сигналу помилки. На графіку видно, що система не створює сигнал помилки у сталому режимі (крива синього кольору), а прискорення акселерометра (крива зеленого кольору) створює лінійну залежність положення системи.

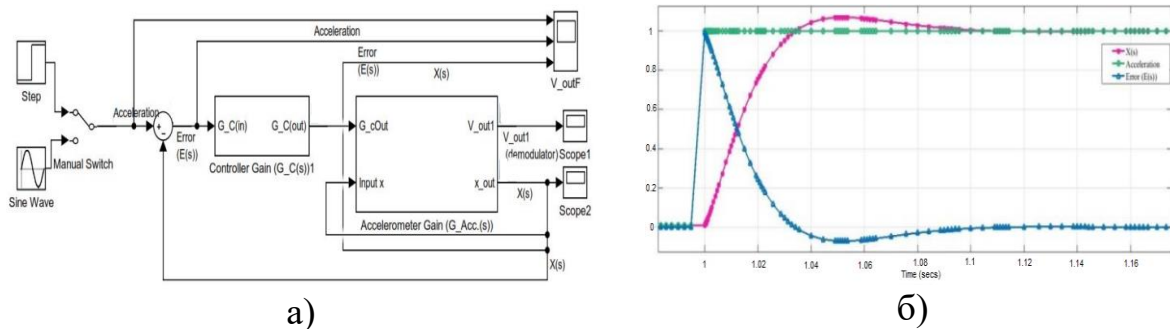


Рис.1 Simulink- модель акселерометра замкнутого контуру з ПІД-регулятором (а) та графік перехідної характеристики системи (б)

У роботі розглянуто передавальну функцію в системі акселерометра з урахуванням ПІД-регулювання по ланцюгу «прискорення – переміщення інерційної маси», процедури моделювання Simulink-моделі акселерометра.

Проведені дослідження отриманих перехідних процесів підтверджують переваги використання моделі акселерометра замкнутого контуру з ПІД-регулюванням, що забезпечує необхідну швидкість перехідного процесу та стабільність роботи системи у стаціонарному режимі. В процесі моделювання MEMС-акселерометр дає точну лінійну залежність переміщення від ступінчастої функції вхідного сигналу прискорення.

Список використаних джерел:

1. Alsalem A., Zohdy M. Sensitivity Analysis of MEMS Accelerometer for the Vibration Measurement of VTOL UAV. / A. Alsalem, M. Zohdy. // 2023 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), Nashville, TN, USA. 2023. P. 320-325.
2. Larchenko L.V., Parkhomenko A.V., Larchenko B.D., Korniienko V.R. Design Models of Bit-Stream Online-Computers for Sensor Components / L.V.Larchenko, A.V. Parkhomenko, B.D. Larchenko, V.R. Korniienko // Radio Electronics, Computer Science, Control. 2024. №1(68). P. 48-61.
3. Mamudu Hamidu, Kponyo Jerry. Closed Loop Capacitive Accelerometer Model using Simple Regression Test for Linearity/ M. Hamidu et al.// Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, ASTES. 2021. Vol. 6, No. 2. P. 1038-1045.