

Література

1. Moslem Uddin, Huadong Mo, Daoyi Dong, Sondoss Elsayah, Jianguo Zhu, Josep M. Guerrero, Microgrids: A review, outstanding issues and future trends, Energy Strategy Reviews, Volume 49, 2023, 101127, ISSN 2211-467X, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101127>.
2. Islam, Md & Hosen, Rubayet & Rahman, Md. (2019). A Study on Micro-grid Technology: Some Key Aspects. Asian Journal of Information Technology. 1. 25-28. 10.5281/zenodo.3344466.
3. Chakir, Asmae & Tabaa, Mohamed & Moutaouakkil, Fouad & Medromi, Hicham & Alami, Karim. (2020). Smart multi-level energy management algorithm for grid-connected hybrid renewable energy systems in a micro-grid context. Journal of Renewable and Sustainable Energy. 12. 10.1063/5.0015639.
4. ATICI, TURHAN & Taskin, Sezai & Şengör, İbrahim & Tozak, Macit & Demirci, Osman. (2022). Development of a control algorithm and conditioning monitoring for peak loadbalancing in smart grids with battery energy storage system. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences. 30. 1370-1387. 10.55730/1300-0632.3854..

УДК 629.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ДАТЧИКІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ ХОЛА

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Добродецький Кирило Андрійович, бакалавр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: dobrodeckijkirill@gmail.com

Електронні системи керування сучасних автомобілів здійснюють безперервний контроль безлічі параметрів, які визначають алгоритми роботи систем, вузлів, агрегатів та окремих пристроїв автомобіля. Впровадження сучасних систем допомоги водію, включаючи систему автопілоту, реалізація складних систем керування ґрунтується на інформації, яка отримується від різноманітних датчиків фізичних величин, при цьому вимоги до точності, швидкодії та достовірності датчиків постійно зростають. Не зважаючи на сучасний рівень технологій, для кожної технічної реалізації датчика можна виділити певні умови, які обумовлюють галузі та діапазони його застосування. Дана робота присвячена аналізу недоліків та способів їх усунення датчиків частоти обертання на основі ефекту Хола.

Приймаючи до уваги, що поступовий перехід від традиційних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння до електричних транспортних засобів, стане причиною припинення використання у автомобілі таких датчиків як датчик масової витрати повітря, лямбда-датчик, тощо, слід зазначити, що датчики

частоти обертання завжди будуть наявні у автомобілі, який рухається на колесах, а також має приводний обертовий двигун, крім того такі датчики використовуються і в інших системах, робота яких супроводжується обертанням та поворотом. З цієї точки зору, роботу спрямовану на вдосконалення таких датчиків можна вважати актуальною і перспективною.

Приводні електричні двигуни сучасних електромобілів мають складні системи керування, які містять зворотні зв'язки і ґрунтуються на досить складних алгоритмах обробки інформації. Наприклад, поле-орієнтоване керування синхронним двигуном зі збудженням від постійних магнітів. Застосування бездатчикових систем керування, які виділяють корисну інформацію з параметрів напруги та струму електричного двигуна, має певні обмеження через наявність похибок, які виникають при динамічних змінах режиму роботи двигуна, що характерно саме для транспортних засобів. В такому разі застосування саме датчиків частоти є більш прийнятним рішенням, яке забезпечує задану точність та надійність при відносно низькій вартості.

Положення ротора електричного двигуна можна вимірювати шляхом вимірювання магнітних полів за допомогою лінійних датчиків Хола [1], [2]. Ці магнітні поля можуть створюватися як магнітними полями полюсів ротора, так і спеціальними додатковими магнітами розміщеними на роторі або його валу. Одним з головних недоліків такого рішення є сильна нелінійність, яка обумовлена складною формою магнітних полів, а також параметричними невизначеностями у геометрії та властивостях матеріалів.

Альтернативним рішенням для визначення частоти є використання дискретних датчиків Хола, які виробляють дискретні сигнали на виході залежно від полярності магнітного поля. По-перше, ступінчасто згенеровані сигнали можна згладжувати для отримання приблизно синусоїдної форми за допомогою фільтрів низьких частот; тоді для оцінки частоти можна використовувати традиційні системи фазового автопідстроювання частоти (PLL), а також додаткові фільтри для виділення корисного сигналу.

Однак основним недоліком дискретних датчиків Хола є те, що вони не дають достатньої точності на низьких або нульових швидкостях. В такому разі можна забезпечити задану точність використовуючи додатковий лінійний датчик Хола. Або ж застосовується дискретизація лінійного датчика Хола за допомогою налаштованих порогів спрацьовування [3]. Також для досягнення заданої роздільної здатності зворотного зв'язку можуть використовуватися інтегральні схеми оцінки кутового положення на основі аналогових періодичних сигналів за допомогою тригонометричних перетворень [4].

Висновки

Враховуючи, що використання лінійного датчика Хола в системах вимірювання частоти обертання та кутового положення, незважаючи на визначені недоліки, має певні переваги, пропонується вдосконалення системи обробки шляхом розробки та впровадження системи автопідстроювання частоти (FLL) за зразком рішень, запропонованих у [5].

Література

1. D. Reigosa, D. Fernandez, C. Gonzalez, S. B. Lee, and F. Briz, "Permanent Magnet Synchronous Machine Drive Control Using Analog Hall-Effect Sensors," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 54, no. 3, pp. 2358-2369, 2018.
2. J. Kim, S. Choi, K. Cho, and K. Nam, "Position Estimation Using Linear Hall Sensors for Permanent Magnet Linear Motor Systems," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 63, no. 12, pp. 7644-7652, 2016.
3. M. Morse, "Linear Hall Effect Sensor Angle Measurement Theory, Implementation and Calibration," Texas Instruments, Tech. Rep., 2018.
4. AS5047P-ATSM ams. Board Mount Hall Effect Magnetic Sensors 14 bit core res Up to 28krpm. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://www.xonelec.com/mpn/ams/as5047patsm>.
5. G. Escobar, M. F. Martinez-Montejano, A. A. Valdez, P. R. Martinez and M. Hernandez-Gomez, "Fixed-Reference-Frame Phase-Locked Loop for Grid Synchronization Under Unbalanced Operation," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 58, no. 5, pp. 1943-1951, May 2011, doi: 10.1109/TIE.2010.2052534.

УДК 629.3

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПОСЛІДОВНОГО ГІБРИДНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Заховаєв Денис Євгенійович, бакалавр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: den64266909@gmail.com

У гібридних електромобілях, побудованих за послідовною схемою, двигун внутрішнього згоряння використовується виключно як джерело механічної енергії для генератора, який забезпечує заряд тягової акумуляторної батареї. Як один з варіантів покращення питомих та надійніших характеристик генераторної установки було запропоновано застосування двигуна внутрішнього згоряння з вільним поршнем [1]. Один з варіантів побудови такого двигуна наведено на рисунку 1 [2]. Двигун має поршні 1 та 2, які здійснюють зворотно-поступальний рух у циліндрах 3, при чому, поршень 2 у робочому ході забезпечує такт стиснення поршня 1, і навпаки. У такому двигуні не здійснюється перетворення лінійного руху поршнів на обертальний рух, через що зникає потреба у окремих складових традиційних двигунів внутрішнього згоряння, таких як шатуни, колінчатий вал, газорозподільна система, тощо. Через це будова двигуна значно спрощується, а його надійність та ефективність підвищуються.