

УДК 621.383.51

М.М. Тарасюк, студент гр. ПН-71мп, К.М. Божко, к.т.н., ст. викл.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## ВИМІРЮВАННЯ ІМПУЛЬСНОГО СТРУМУ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ ДАТЧИКОМ ХОЛЛА

**Анотація.** В роботі описано дослідження на основі вимірювань імпульсного струму сонячних батарей датчиком Холла. Досліджено динамічні параметри датчика Холла у серійному мікроелектронному варіанті конструкції. Результати досліджень можуть бути застосовані при створенні незалежного каналу вимірювання струму при отриманні вольт-амперних характеристик.

**Ключові слова :** вольт-амперна характеристика, фотоелектрична сонячна батарея, датчик Холла, імпульсний струм.

### ВСТУП

Сутність ефекту Холла полягає в наступному. Нехай через прямокутну пластину в слабкому магнітному полі  $B$  тече електричний струм  $I$  під дією напруженості електричного поля  $E$  (рис.1). Сила Лоренца  $F_L$  відхиляє носії заряду (електрони) від їхнього руху вздовж або проти електричного поля до однієї з граней пластини. Це призводить до накопичення негативного заряду біля однієї із граней пластини і позитивного - біля протилежної. Накопичення заряду буде тривати до тих пір, поки електричне поле зарядів, яке створює напругу Холла  $V_H$ , не скомпенсує магнітну складову сили Лоренца [1].

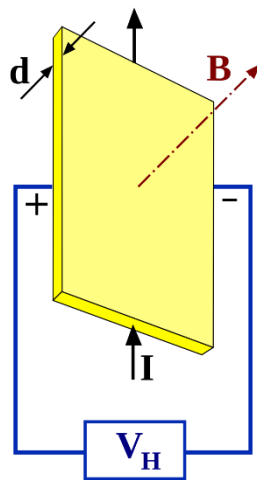


Рисунок 1. Виникнення напруги Холла в прямокутній пластині товщиною  $d$

Оскільки сучасні напівпровідникові датчики магнітного поля, які працюють за ефектом (принципом) Холла, мають здатність вимірювати постійний та змінний струм, було поставлено мету застосувати мікроелектронні датчики Холла (серій 494 та 495) для динамічного вимірювання струму фотоелектричної сонячної батареї (ФЕСБ). На відміну від шунтового методу вимірювання, даний метод, що розроблений на основі датчика Холла, забезпечує незалежний інший канал вимірювання при отриманні вольт-амперної характеристики (ВАХ) ФЕСБ. Вирішення поставленої задачі дозволить створити дієву систему моніторингу стану ФЕСБ під час всього терміну експлуатації і підвищити коефіцієнт корисної дії сонячної енергетичної системи в цілому за рахунок оптимального узгодження ФЕСБ із навантаженням.

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТУ ХОЛЛА

На кафедрі НАЕПС проводяться дослідження із вдосконалення імпульсного (динамічного) методу отримання ВАХ сонячних батарей [2]. Продовжити ці дослідження можна, зокрема, і створенням вимірювального каналу струму на датчику Холла. Більш широкі знання у царині фізики і техніки використання ефекту Холла дозволить поширити надбані результати на інші галузі науки, виробництва, медицини тощо.

Огляд найбільш вагомих результатів сучасних досліджень в Україні і в світі, присвячених магнітним явищам і, зокрема, ефекту Холла, можна знайти у монографіях і оглядах, наприклад [3, 4].

Ефект гігантського магнітоопору (Нобелівська премія з фізики за 2007 рік) одразу став основою нового напрямку – спітроніки, яка має логічний виток із ефекту Холла і набула останнім часом бурхливого розвитку [5]. Цей розвиток має привести до більш вдосконалих сенсорів, які будуть виконувати функції датчика Холла.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При отриманні ВАХ сонячних батарей необхідно здійснювати вимірювання напруги і струму по окремим каналам. При імпульсному (динамічному) вимірюванні напруги було запропоновано використання цифрового осцилографу, який також може бути застосований для побудови вимірювального каналу струму з використанням датчика Холла типу SS494B. Цей датчик має лінійний вихід на основі схеми із відкритим колектором і забезпечує вимірювання індукції магнітного поля від 0 до 350 Гаус (від 0 до 35 мТесла).

Також було досліджено чутливість датчика при вимірюванні імпульсного струму від імітатора сонячної батареї, роль якої виконувало джерело на основі блоку живлення типу IBM AT, 400W. Для збільшення чутливості конструкцію датчика доповнили феритовим магнітопроводом. В колі навантаження був включений резистор номіналом 0,33 Ом. Резистор вмикали через ключ MOSFET IRF1010N прямокутними імпульсами тривалістю 430мкс та паузою між ними 3,9 мс.

Амплітуда імпульсу струму (CH1) дорівнювала 13,2 А. При цьому напруга на виході датчика Холла змінювалась на 390 мВ (рис. 2). На осцилограмі каналу вимірювання струму (CH2) помітна високочастотна імпульсна перешкода, яку слід відфільтрувати при наступній обробці сигналу. Вихідна напруга датчика Холла при відсутності магнітного поля дорівнює половині напруги живлення датчика або +4,5 В.

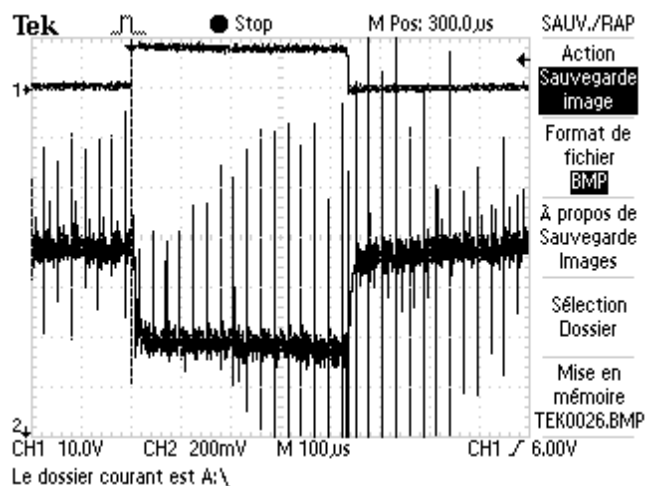


Рисунок 2. Імпульс управління (CH1) та вихідний сигнал датчика Холла (CH2)

При динамічному вимірюванні ВАХ ФЕСБ важливим параметром є час наростання і спаду вихідного сигналу датчика Холла. Встановлено, що при тривалості імпульсу більшій за 400 мкс датчик Холла серії 494 або 495 придатний для створення каналу вимірювання струму з похибкою 2,5%.

## ВИСНОВКИ

Чутливість датчика Холла, який розташовано у феромагнітному осерді, дозволяє вимірювати струм сонячної батареї в межах від 0,1 до 10 А і більше в імпульсному режимі. Для підвищення чутливості схеми, на нашу думку, необхідно виконувати вимірювання диференційного сигналу який утворюють виходи двох датчиків Холла: вимірювального та контрольного, який розташовують в осередку із відсутнім або екранованим магнітним полем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анималу А. Квантовая теория кристаллических твердых тел [Текст] /А. Анималу – М. :Мир. – 1981. – 576 с.
2. Bozhko K. The role of the solar power industry in sustainable development of society. [Текст] /К. Bozhko. //Sustainable Development: Social and Economic Changes. Monograph. – Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. – 2016. – Р. 36 – 42.
3. Погорілий А.М. Спінтроніка. Основні явища. Тенденції розвитку [Текст] /А.М. Погорілий, С.М. Рябченко, О.І. Товстолиткін //Український фізичний журнал, Т.6, №1, ISSN 2071-0194. – 2010. – С. 37-97.
4. Остафійчук Д.І. Магнітне поле. Магнітобіологія. Магнітобіологія [Текст] /Д.І. Остафійчук, В.В. Волощук, Ю.А. Білобрицький //буковинський медичний вісник. Том 20, №3 (79). – 2016. – С. 215-218.
5. Лобода В.Б. Ефекти гігантського і анізотропного магнітоопору: демонстрація і вивчення в курсі фізики закладів вищої школи /В.Б. Лобода, Ю.О. Шкурдода, М.Я. Довжик, В.О. Кравченко, С.М. Хурсенко // Журнал нано- та електронної фізики, Том 10, №3, 03016. – 2018. – 8с.

*Наук. керівник – к.т.н., ст. викл. Божко К.М.*