

УДК 621.374.3

## ПРИСКОРЕННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ОПТРОНА ШЛЯХОМ АКТИВНОГО ПРИГНІЧЕННЯ ЕФЕКТУ МІЛЛЕРА

Вдовін Б.В., магістрант  
Курашкін С.Ф., к.т.н.

[vdovinbogdan0@gmail.com](mailto:vdovinbogdan0@gmail.com)  
[serge.kuras@gmail.com](mailto:serge.kuras@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

**Актуальність та постановка проблеми.** Під час проектування схем керування потужними електроприводами із застосуванням MOSFET або IGBT транзисторів у деяких випадках необхідно передбачити гальванічну розв'язку – для зв'язку кіл керування і силової частини, між якими є значна різниця потенціалів; захисту вимірювальних перетворювачів від завад; безконтактного керування потужними тиристорами, електромеханічними реле тощо. З цією метою застосовують оптрони, в яких, як правило, вихідне коло являє собою біполярний транзистор. Паразитна ємність, утворена  $p-n$ -переходом «колектор-база» такого транзистора під час перехідних процесів негативно впливає на швидкість перемикання – це явище також відомо як ефект Міллера [1]. Найпоширенішим методом боротьби з ефектом Міллера є включення додаткового резистора, але головним недоліком такого рішення є наднизька швидкість перемикання. У пропонованому матеріалі розглянуто варіанти вирішення цієї проблеми з можливістю роботи на високих частотах.

**Основні матеріали дослідження.** Для розробки та порівняння схематичних рішень застосовувалось комп'ютерне забезпечення LTSpice.

Спочатку для порівняння розглянемо поведінку оптрону U1 в звичайному включенні, схема якого зображена на рисунку 1.

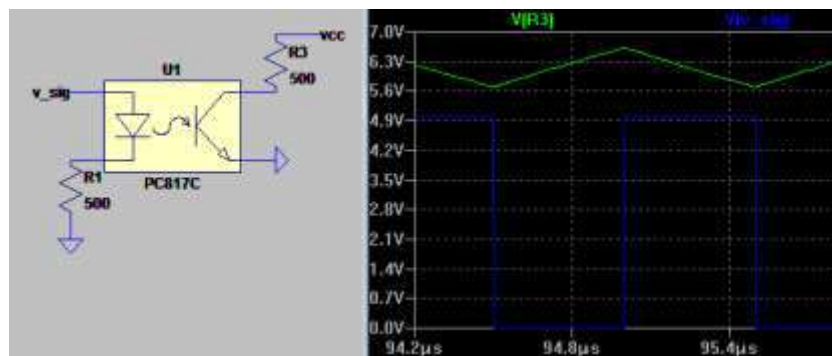


Рисунок 1. Звичайне підключення оптрону та осцилограма вхідних і вихідних імпульсів.

З осцилограми можна побачити, що при довжині вхідних прямокутних імпульсів  $V(v\_sig)$  тривалістю 100 мкс, вихідні імпульси  $V(R3)$  не мають усталених значень, тобто оптопара спрацьовує нечітко.

Пропонований варіант бюджетного рішення даної проблеми оснований на боротьбі з вихідною ємністю оптрона за допомогою струмового компаратора, який складається з двох струмових дзеркал Q4-Q5 і Q6-Q7 на базі транзисторних збірок BC856B. Додатковий конденсатор C4 на вході оптопари необхідний для прискореної зарядки ємності  $p-n$ -переходу світлодіода. Таким чином на виході

маємо прямий зростаючий фронт сигналу, та невелике відставання спадного фронту при частоті 10 МГц. Принципова схема та графік вихідного сигналу  $V_c(Q6)$  наведено на рисунку 2.

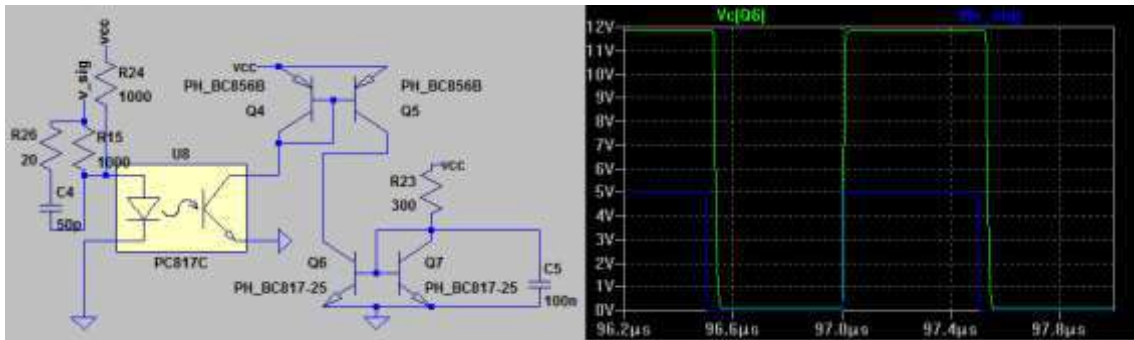


Рисунок 2. Принципова схема подолання ефекту Міллера в оптроні на базі струмових дзеркал.

Для отримання більш стабільного спадного фронту пропонується замінити компаратор на транзисторних збірках компаратором U6 промислового виконання, наприклад, типу LTC6752 [2]. Ця мікросхема має значно покращені характеристики на високих частотах, аж до 280 МГц. Принципова схема такого рішення наведена на рисунку 3. Однак такий спосіб більш затратний на відміну від попереднього.

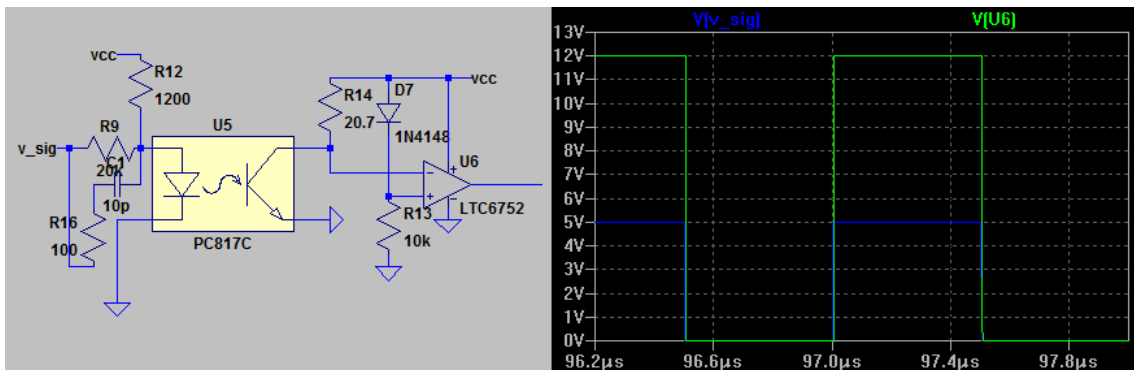


Рисунок 3. Принципова схема подолання ефекту Міллера в оптроні на базі промислового компаратора LTC6752.

**Висновки.** Приведені технічні рішення можуть мати широке застосування у системах керування де необхідно забезпечити зворотній зв'язок, або в системах керованого електроприводу верстатів з ЧПУ де необхідно гальванічне розв'язання мережі живлення від кіл керування. В той же час таке схематичне рішення у деяких випадках є більш дешевим, ніж застосування надшвидких оптронів.

#### Список використаних джерел

1. Вдовін Б.В., Курашкін С.Ф. Боротьба з ефектом Міллера в схемах керування MOSFET та IGBT транзисторами. Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С.47.
2. LTC6752. Техническое описание и информация о продукте: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.analog.com/ru/products/ltc6752.html#product-overview>