# 

# Нове покоління драйверів SCALE для потужних MOSFET- і IGBT-модулів

1. Нове покоління драйверів SCALE для потужних MOSFET- і IGBT модулів

Фірма CT-Concept Technologie AG (Швейцарія) протягом десяти років займається розробкою і виробництвом інтелектуальних драйверів і платні управління для могутніх MOSFET- і IGBT-модулів. Нова серія драйверів SCALE (Рисунок 1) побудована на основі замовленого чипсета з різними варіантами вхідного логічного інтерфейсу (електричний/оптичний), різним числом вихідних каналів і компактним конструктивним виконанням (можливістю монтажу безпосередньо на IGBT-модуль).

Драйвери Concept в ході експлуатації (у електроприводах, інверторних перетворювачах, пристроях управління і захисту, вторинних джерелах живлення і системах безперебійного електроживлення) зарекомендували себе найкращим чином. Все це дозволяє на сьогоднішній день вважати драйвери фірми Concept промисловим стандартом.

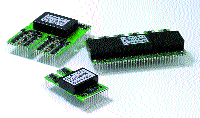


Рисунок 1. – Драйвери SCALE

Фірма Concept виготовляє драйвери SCALE для IGBT-модулів в діапазоні напруг від 600 до 6500 В і струмів про т 75 до 2400 А, характеристики яких приведені в табл. 1, де Trafo означає трансформаторну розв'язку каналів управління, а Fiber — оптичну розв'язку. Нові продукти в таблиці 1 виділені.

Таблиця 1 – Характеристики драйверів SCALE для IGBT-модулів

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип драйвера | Число каналів | VGM, B | IGM, A | Vce, B | Pout/кан. Вт | T typ, нс | Viso, B | DV/dt, кВ/мкс | Розв’язка |
| 2SD106A | 2 | ±15 | ±6 | 1200 | 1 | 325 | 2500 | >100 | Trafo |
| 2SD106AI-17 | 2 | ±15 | ±6 | 1700 | 1 | 325 | 4000 | >100 | Trafo |
| 2SD315A | 2 | ±15 | ±15 | 1700 | 3 | 325 | 5000 | >100 | Trafo |
| 2SD315AI-25 | 2 | ±15 | ±15 | 2500 | 3 | 325 | 5000 | >100 | Trafo |
| 2SD315AI-33 | 2 | ±15 | ±15 | 3300 | 3 | 325 | 6000 | >100 | Trafo |
| 6SD106E | 6 | ±15 | ±6 | 1200 | 1 | 325 | 2500 | >100 | Trafo |
| 6SD106EI-17 | 6 | ±15 | ±6 | 1700 | 1 | 325 | 4000 | >100 | Trafo |
| 1SD418FI-xxx | 1 | ±15 | ±18 | 3300 | 4 |  | 5000 |  | Fiber |

Окрім перерахованих в таблиці, всі драйвери SCALE мають наступні характеристики:

- Напруга живлення +15 У.

- Програмований рівень вхідного сигналу +5…15 В.

- Звичний режим або режим на півмоста з синхронізацією і генерацією інтервалу мертвого часу.

- Захист від перевантаження по струму і від короткого замикання.

- Моніторинг рівня напруги живлення.

- Гальванічна розв'язка каналів адресації і розпізнавання помилок (через трансформатор).

- Інтелектуальний DC/DC перетворювач.

- Висока функціональна інтеграція, велика гнучкість.

Драйвери SCALE HVI (High Voltage IGBTs) для IGBT-модулів 3300 і 6500 В — це нове покоління драйверів для високовольтних IGBT-модулів (серія 1SD418FI). Комбінації драйвера SCALE HVI- і IGBT-модуля є принципово новим рішенням — інтелектуальним модулем IPM (Intelligent Power Module). Дані драйвери є закінченим пристроєм, що містить вбудований захист, що визначає високу надійність системи в цілому. Монтаж драйвера гранично простий — слід лише зафіксувати драйвер на модулі за допомогою трьох гвинтів (Рисунок 2). Компактність рішення і скорочення втрат в силовій частині визначають хорошу перспективу для майбутніх розробок.



Рисунок 2. – Монтаж драйвера SCALE на IGBT-модулі

2 Ключові властивості драйверів SCALE

Драйвери SCALE — останнє покоління інтелектуальних драйверів для силових MOSFET- і IGBT-приладів вже завоювали широке визнання. Проект SCALE став переможцем конкурсу, організованого Technology Center Switzerland 2008. ABB Switzerland AG відзначив розробку драйверів SCALE як «Кращий проект силової електроніки 2008 року». Назва SCALE складена з перших букв їх ключових властивостей:

SCALE = Scaleable, Compact, All purpose, Low cost and Easy to use.

Scaleable — Гнучкість Однією з найважливіших властивостей чипсета драйверів SCALE є гнучкість. На відміну від існуючого раніше підходу до проектування схем управління, розроблений набір мікросхем може використовуватися для вельми широкого круга додатків з різними управляючими струмами і потужностями, підходить практично для будь-якої частоти перемикання, будь-якого виду модуляції і величини напруги ізоляції. Драйвери SCALE призначені для використовування в силових блоках потужністю від кило- до мегават.

Compact — Компактність В драйвері SCALE всі необхідні компоненти розміщені на мінімальній площі. При цьому драйвер здійснює управління, моніторинг, квотування стану, містить ізольоване імпульсне джерело живлення (перетворювач DC/DC) для внутрішньої логіки і забезпечує електричну ізоляцію всіх сигналів управляючої частини і силового блоку. При такому наборі функцій драйвери SCALE на сьогодні є найкомпактнішим рішенням.

All purpose — Багатоцільовий Драйвер SCALE забезпечує максимальну гнучкість операцій і дозволяє здійснити вибір між режимом напівмоста і звичним режимом. У режимі напівмоста може генеруватися інтервал мертвого часу. У стандартному (direct) режимі окремі канали мають загальний драйвер, але працюють автономно.

Low cost — Низька вартість Драйвери SCALE мають чудове співвідношення ціна/продуктивність. Вони містять всі необхідні компоненти: власне драйвер, моніторинг, підтвердження прийому (квотування), джерело живлення (перетворювач DC/DC) і електричну ізоляцію всіх сигналів і є найдешевшими драйверами з тих, що всіх мають подібні характеристики.

Easy to use — Легкість у використовуванні Інтерфейс до електронної частини працює при всіх стандартних логічних рівнях від 5 до 15 В. Входи мають характеристики тригерів Шмідта, що пом'якшує вимоги до вхідних сигналів. Сигнали квотування стану видаються через виходи з відкритим колектором. Шини джерела живлення повністю ізольовані від силового блоку. SCALE володіє всіма функціями інтелектуального драйвера, що сильно полегшує їх використовування із стандартними модулями IGBT.

3 Технологія драйверів SCALE

Драйвери SCALE фірми Concept побудовані на спеціально розробленому наборі мікросхем, що дозволило їх зробити компактнішими, менш дорожчими і в той же час досягти значно кращих технічних характеристик, ніж у інших продуктів, існуючих сьогодні на ринку.

Щоб задовольнити різноманітні вимоги по продуктивності, числу каналів, характеристикам ізоляції, драйвери SCALE були розроблені в різних версіях. На блок-схемі, представленій на Рисунку 3, показаний двоканальний драйвер. У трифазній версії всі компоненти представлені в потрійному об'ємі, плюс осцилятор ШІМ. У кожному каналі присутня електрична розв'язка між управляючою і силовою частиною, захист силових транзисторів по струму і від короткого замикання, схема моніторингу живлення, розпізнавання статусу, а також ізольоване імпульсне джерело живлення для управляючої логіки (перетворювач DC/DC).

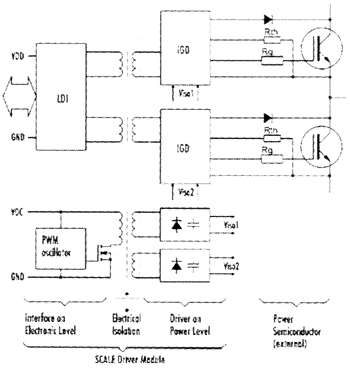


Рисунок 3. – Блок-схема2-канального драйвера SCALE

Першим будівельним блоком чипсета драйверів SCALE є інтерфейс до блоку електронного управління LDI (Logic to Driver Interface). Блок LDI управляє кожним з двох каналів через відповідний імпульсний трансформатор, на входи якого поступають сигнали ШІМ. Імпульсні трансформатори служать не лише для електричної розв'язки управляючої інформації, але і для передачі у зворотному напрямі статусної інформації по кожному з каналів на LDI. Другим блоком чипсета є інтелектуальний драйвер IGD (Intelligent Gate Driver) для кожного з каналів, який приймає імпульсно-кодовий сигнал від трансформатора і переводить його у форму ШІМ. Потім сигнал ШІМ проходить через підсилювач для досягнення вентильним струмом величини, достатньої для управління силовою частиною. Крім того, IGD виконує функції захисту, що оберігає силові ключі від небезпечних умов функціонування.

До складу драйверів SCALE входять мініатюрні імпульсні трансформатори, які забезпечують дуже хорошу ізоляцію каналів і малі паразитні ємністі. Технологія трансформаторів фірми Concept заснована на десятилітньому досвіді проектування сигнальних трансформаторів для інтелектуальних драйверів. Імпульсні трансформатори володіють наступними перевагами: мінімальні часи затримки, стабільність параметрів, необхідна напруга ізоляції і максимальний термін служби. Вірогідність відмови (MTBF) імпульсного трансформатора в 20 разів нижча, ніж у оптопари, і до 200 разів нижче, ніж у оптоволоконного стику. Виключно висока перешкодостійкість (dV/dt і 100 кВ/мкс) дозволяє використовувати драйвери SCALE для додатків з високими значеннями різниць і стрибків потенціалів між силовим блоком і управляючою частиною. Напруги ізоляції для різних версій драйверів SCALE вказані у відповідних Data Sheets.

Драйвери Concept поза конкуренцією зважаючи на безпрецедентну якість передачі сигналів управління. Час розповсюдження сигналів у драйверів SCALE складає близько 300–350 нс, що менше, ніж у конкуруючих продуктів. Затримки по позитивному і негативному фронтах повністю симетричні і постійні у всьому робочому температурному діапазоні. Практично немає відмінностей між часами затримки для різних драйверів, що вельми важливе при запаралелюванні пристроїв. Проходження сигналу відбувається практично без брязкоту, завдяки чому вирішаються всі проблеми калібрування в приводних і конверторних додатках.

Вентильне управління з біполярною напругою ±15 В забезпечує надійне функціонування IGBT модулів. Зважаючи на високу перешкодостійкість драйвера декілька силових MOSFET або IGBT модулів можуть бути підключені до нього паралельно. Драйвер спроектований таким чином, що його підключення здійснюється дуже просто і підтримується безперешкодне проходження логічного сигналу (вхідний сигнал -> схема управління -> силові транзистори).

4 Концепція захисту драйверів SCALE

У кожному каналі драйвера SCALE передбачений пристрій моніторингу Vce, який інакше називається колекторним датчиком. Резистор Rth на рисунку 4 використовується для визначення порогу виключення.

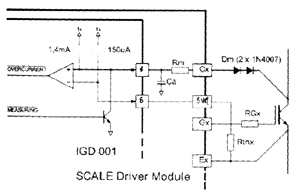


Рисунок 4. Принцип моніторингу Vce

Протягом часу відгуку між включенням транзистора і його переходом в стан насичення пристрій моніторингу Vce неактивний. При виникненні Vce або помилки рівня напруги спрацьовує блокування силового ключа, і драйвер стає несприйнятливий до управляючих сигналів. Це виконується автономно в кожному з каналів драйвера і без участі блоку IGD 001. Блокування спрацьовує негайно досягши порогу напруги на резисторі Rth. При одночасній зміні управляючого сигналу на блок LDI 001 передається інформація про помилку для запам'ятовування. Після цього драйвер ігнорує будь-який управляючий сигнал протягом інтервалу блокування. За відсутності змін сигналу управління інформація про помилку продовжує зберігатися на LDI 001 після закінчення блокування і стирається коротким негативним імпульсом на вході VL/Reset. Інформація про помилку стирається також автоматично під час вступу управляючого сигналу після інтервалу блокування. Останній випадок показаний на рисунку 5.

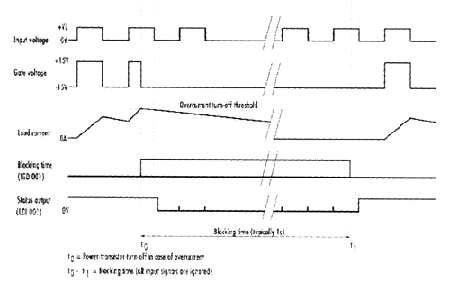


Рисунок 5. – Захист від короткого замикання і холостого ходу.

5. Режими роботи драйверів SCALE

Драйвери SCALE можуть працювати в одному з двох режимів: стандартному (direct mode) і напівмостовому (half-bridge mode).

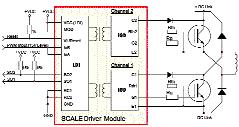


Рисунок 6. – Асиметричний міст - приклад включення в стандартному режимі

У стандартному режимі обидва канали завжди управляються одночасно, як це показано для асиметричного напівмоста на рисунку 6. З цієї причини входи InA і InB сполучені разом і запрограмовані на рівень 15 В. Вход VL/Reset підключений до шини VCC через опір. Для вибору стандартного режиму вхід режиму MOD також підключений до VCC. Висновки RC1 і RC2 в стандартному режимі обов'язково підключені до шини GND. Для генерації інтервалу мертвого часу в стандартному режимі можуть використовуватися зовнішні регулятори. Виходи статусу SO1 і SO2 працюють роздільно, так що пристрій контролю може визначити, який з каналів видає помилку. Тимчасові діаграми для даної схеми приведені на рисунку 7.

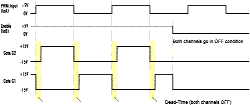


Рисунок 7. – Часові діаграми схеми на рисунку

У режимі напівмоста задіяні обидва канали драйвера SCALE, і він формує необхідний інтервал мертвого часу від 100 мс до одиниць мкс, який визначається постійною часу зовнішніх RC-ланцюгів, що підключаються. Обидва силові ключі вимикаються при подачі на вхід дозволу InB логічного нуля. Приклад схеми включення драйвера в режимі напівмоста з генерацією інтервалу мертвого часу приведений на рисунку 8.

Оскільки силова частина є типовою напівмостовою схемою інвертування напруги, те IGBT транзистори не можуть перемикатися одночасно. Для вибору режиму напівмоста вхід MOD підключений до шини GND. Вхід InA є входом ШІМ, а вхід InB — входом дозволу. За допомогою стабілітрона 4V7, підключеного до входу VL/Reset, тригери Шмідта на входах InA і InB програмуються на рівні TTL. Два виходи статусу SO1 і SO2 сполучені разом для отримання сигналу помилки по обох каналах одночасно. До входів RC1 і RC2 підключені RC-ланцюги 10 кОм/ 100 пФ, що дозволяє одержати інтервал мертвого часу близько 500 нс. Тимчасові діаграми для даної схеми приведені на рисунку 9.

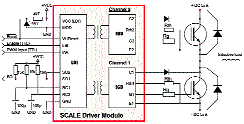


Рисунок 8. – Приклад включення в режимі напівмоста з генерацією інтервалу мертвого часу

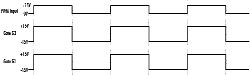


Рисунок 9. – Часові діаграми

Фірми Concept і Eupec є учасниками програми стратегічної кооперації, яка припускає взаємний продаж продуктів і сумісну розробку нових виробів. Фірма eupec є світовим лідером у виробництві силових компонентів і пропонує широку гамму силових IGBT-модулів з різною внутрішньою конфігурацією, діодні і тірісторні модулі.

Вироби eupec використовуються в могутніх приводах, джерелах живлення, на електротранспорті, в медичній техніці, в зварювальному устаткуванні, установках індукційного нагріву. З іншими продуктами фірм Concept і Eupec можна ознайомитися на сайтах www.igbt-driver.com і www.eupec.de, на наших інтернет-сторінках або ж в керівництві користувача.

6. Високовольтний імпульсний драйвер MOSFET з синхронним випрямлянням від фірми Intersil

Прилад ISL6208 є високочастотним здвоєним драйвером MOSFET, який оптимізован під управління двома n-канальними потужними MOSFET в топології імпульсного знищуючого перетворювача. Прилад орієнтований на використовування в мобільних обчислювальних застосуваннях, для яких необхідні висока економічність і відмінні теплові характеристики. Об'єднання драйвера з багатофазним Buck PWM контролером фірми Intersil забезпечує створення закінченого рішення однокаскадного перетворювача живлення для ядер сучасних мобільних мікропроцесорів. FET