

Розуміння функціональної безпеки драйверів затвору та систем тягового інвертора

У цій статті представлено загальне введення у функціональну безпеку, а також наведені приклади, що стосуються драйверів затворів **Texas Instruments** та систем тягового інвертора електромобілів.

Оскільки попит на інтелектуальне, автоматизоване та екологічно безпечне кінцеве обладнання продовжує зростати, промислові та автомобільні технології стають дедалі електрифікованими (екологічними). З цією тенденцією також зростає увага до забезпечення відповідності електронних систем не лише стандартам продуктивності електромобілів, але й стандартам безпеки. Зокрема, в автомобільній сфері використання ізольованих драйверів затворів із широкими можливостями налаштування у системах тягових інверторів зростає як засіб підвищення продуктивності електромобілів та спрощення сертифікації функціональної безпеки. Оскільки виробники транспортних засобів орієнтуються на електронні системи, такі як тягові інвертори, вони повинні відповідати стандартам безпеки.

У той час як традиційна «безпека продукту» стосується усунення ризиків ураження електричним струмом, пожежі та механічних небезпек, «функціональна безпека» безпосередньо стосується ризиків, пов'язаних з електричними та електронними системами. Оскільки технології швидко розвиваються, багатьом проектувальникам доводиться швидко освоювати широкий світ функціональної безпеки.

РОЗ'ЯСНЕННЯ ТЕРМІНІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Для того, щоб звести до мінімуму відмову обладнання та травмування людей, проекти систем та їх процеси повинні бути спрямовані на усунення несправностей обладнання відповідно до міжнародних стандартів. До за-

гальноприйнятих стандартів належать Міжнародний стандарт ISO 26262 (для автомобільного обладнання) та Міжнародний стандарт електротехнічної комісії IEC 61508 (для промислового обладнання).

Існує два типи апаратних відмов:

- Систематичні відмови, що виникають через помилки в процесі розробки або виробництва. Інженери можуть зменшити кількість систематичних відмов шляхом постійного вдосконалення процесу.
- Випадкові відмови, що виникають через дефекти, притаманні процесу або умовам використання. Інженери не можуть повністю усунути випадкові відмови.

Однією з цілей стандарту ISO 26262 є зменшення ймовірності випадкових відмов. Рівні якості автомобільної безпеки (ASIL) відображають рівень ризику із встановленими пороговими значеннями ймовірності. Ці рівні варіюються від ASIL A (найменш суворий) до ASIL D (найсуворіший). Цей стандарт також класифікує випадкові відмови на однократні та приховані. Однократні відмови порушують вимоги безпеки без наявності захисного механізму. Наприклад, механізм блокування від перенапруги намагається виявити перенапругу на виході пристрою. Множинна відмова — це результат декількох незалежних відмов, які безпосередньо порушують вимоги безпеки. Прихована відмова — це множинна несправність, наявність якої не виявляється механізмом безпеки та не сприймається водієм. Наприклад, відмова, що виникає в механізмі блокування від перенапруги, не дозволяє йому виявити факт перенапруги. Це прихована відмова, якщо

В портфелі Компанії CEA представлена широка номенклатура товарів виробництва Texas Instruments. Ознайомитись із переліком товарів Texas Instruments можна за посиланням на сайті Компанії CEA.

вона не виявляється іншим механізмом безпеки (наприклад, діагностичним тестом при запуску) або не сприймається водієм; таким чином, суворі вимоги ASIL вимагають наявності схем моніторингу та діагностики.

Щоб допомогти клієнтам у розробці своїх систем функціональної безпеки, продукти функціональної безпеки TI розробляються відповідно до внутрішнього процесу розробки продуктів TI (відповідно до стандарту ISO 26262). Наприклад, TI розробила свій перший ізольований драйвер затвора, який відповідає вимогам функціональної безпеки TI, UCC5870-Q1, що спеціально призначений для таких застосувань, як тягові інвертори. TI надає документацію, що допомагає проектувати системи за стандартом ISO 26262 аж до ASIL D.

ВИКОРИСТАННЯ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Асортимент ізольованих драйверів затворів TI включає пристрої в кожній з категорій функціональної безпеки, від найменш складних драйверів затворів, що відповідають вимогам функціональної безпеки TI, до найскладніших драйверів затворів, що відповідають вимогам функціональної безпеки TI. Кожна категорія надає різноманітні ресурси, які допомагають розробникам оптимізувати процес сертифікації. В таблиці 1 надано короткий опис відповідної документації та процесів для кожної категорії функціональної безпеки TI.

Таблиця 1. Короткий опис відповідної документації та процесів для кожної категорії функціональної безпеки TI				
		Функціональна безпека	Управління якістю функціональної безпеки	Функціональна безпека-сумісність
Процес розробки	Процес управління якістю TI	X	X	X
	Процес функціональної безпеки TI			X
Звіт про аналіз	Розрахунок показника FIT функціональної безпеки	X	X	X
	Розподіл режиму відмови (FMD) та/або контактний FMA	X	Входить до FMEDA	Входить до FMEDA
	FMEDA		X	X
	Аналіз дерева відмов (FTA)			X
Опис діагностики	Інструкція з функціональної безпеки		X	X
Сертифікація	Сертифікат функціональної безпеки пристрою			X

- Аналітичні ресурси можуть включати:
- Коефіцієнт напрацювання на відмову (*failure-in-time, FIT*) — оцінка кількості відмов, які можуть статися за мільярд мотогодин роботи пристрою.
 - Вплив режимів відмов і аналіз діагностики (*failure mode effects and diagnostic analysis, FMEDA*), ймовірність виникнення режимів відмов і кількісна ефективність діагностики.
 - Аналіз дерева відмов (*fault-tree analysis, FTA*), якісний аналіз випадкових відмов під час експлуатації.

Показники FIT — це показники випадкових відмов обладнання. Прикладом цього є імовірнісний показник для випадкових апаратних відмов (*probabilistic metric for random hardware faults, PMHF*). Існують також показники як одиночних відмов (*single-point faults metrics, SPFM*), так і прихованих відмов (*latent faults metrics, LFM*). ISO26262 визначає прийнятні значення показника FIT для кожного ASIL. Наприклад, ASIL D вимагає SPMF $\geq 99\%$, LFM $\geq 90\%$ і PMHF ≤ 10 FIT. ISO 26262 визначає два типи аналізу безпеки — дедуктивний та

індуктивний. Дедуктивний аналіз, як і FTA, є підходом «зверху вниз». Індуктивний аналіз, як FMEDA, — це підхід «знизу вгору». Виробники транспортних засобів визначають свої вимоги до безпеки та вирішують їх на рівні транспортного засобу. Документація TI з функціональної безпеки підтримує апаратний аналіз на рівні пристрою.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РЕЖИМІВ ВІДМОВИ ТЯГОВОГО ІНВЕРТОРА ТА ПІДГОТОВКА ДО НИХ

Режими відмови тягового інвертора можуть мати як механічні, так і електронні причини. Функціональна безпека зосереджена на виявленні причин відмов в електронних пристроях та ввімкненні відповідних механізмів безпеки. Наприклад, недостатній обертальний момент у системі тягового інвертора може бути викликаний механічною або електронною причиною (наприклад, коротке замикання силового транзистора або пошкодження драйвера затвора). Щоб запобігти

впливу цього типу ризику, стандарти функціональної безпеки визначають способи оцінки рівня ризику. З огляду на ці рекомендації, проекти систем функціональної безпеки можуть включати схеми захисту силових транзисторів і діагностику драйверів затворів.

Стандарти ISO 26262 дозволяють проектувати системи функціональної безпеки з використанням пристроїв, що належать до кожної категорії функціональної безпеки TI. Схеми захисту та діагностики можуть бути зовнішніми або інтегрованими в драйвер затвора. Драйвери затвора з TI Functional Safety Quality-Managed (категорія функціональної безпеки середнього рівня), такі як UCC21736-Q1, мають базовий набір інтегрованих захисних функцій. Ви, як і раніше, можете розглядати ці пристрої для проектування систем функціональної безпеки, але вам може знадобитися доповнити проєкт зовнішніми схемами. UCC5870-Q1 і UCC5880-Q1 — це ізольовані драйвери затворів, що відповідають вимогам функціональної безпеки TI та поєднують захист, діагностику та звіти про несправності для оптимізації

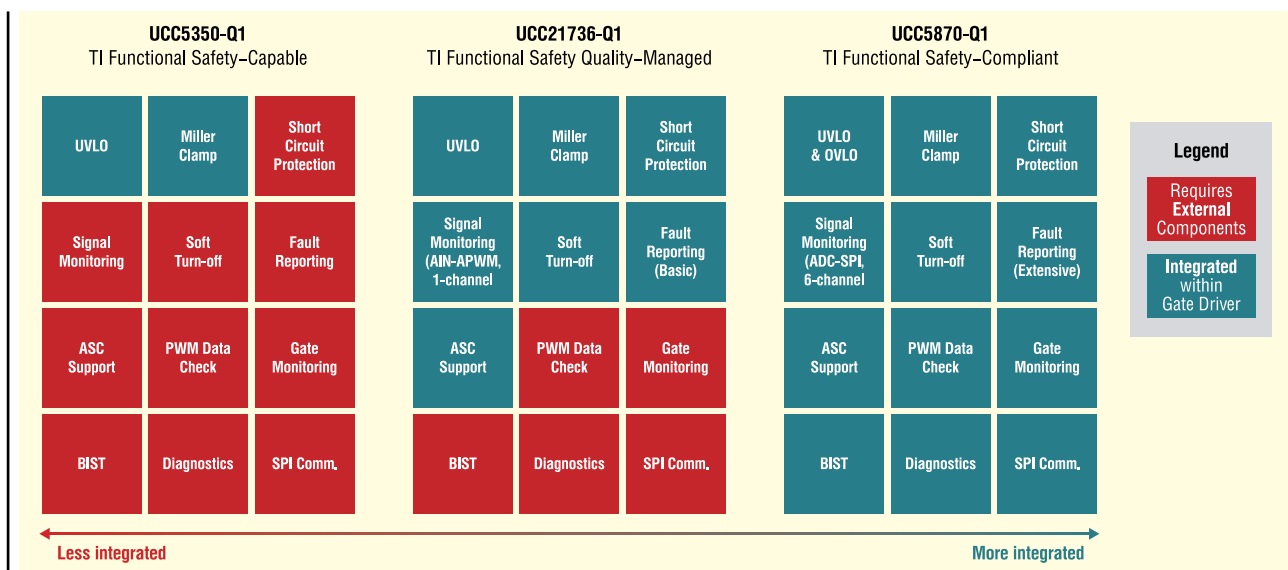


Рис. 1. Порівняння ізольованих драйверів затворів за категорією функціональної безпеки TI та рівнем інтеграції функцій

проекування систем функціональної безпеки. На рисунку 1 показано порівняння трьох ізольованих драйверів затворів з різними категоріями функціональної безпеки та різним рівнем інтеграції функцій.

Для підтримки цієї складної системи UCC5870-Q1 і UCC5880-Q1 мають вбудовану функцію самотестування (*built-in self-test, BIST*) для запобігання прихованим збоєм, які не можуть бути виявлені захисними функціями. Подібно до пристроїв, що відповідають вимогам функціональної безпеки TI, режими відмов тягових інверторів також можуть бути досить складними. Режим відмови, наприклад, ненавмисне вимкнення двигуна, може бути викликаний мікросхемою керування живленням, мікроконтролером, двигуном або драйвером затвора, і пов'язаний з багатьма необхідними функціями захисту. Наприклад, кожна з цих функцій, інтегрована в UCC5870-Q1, допомагає запобігти впливу збоїв обертового моменту:

- Блокування за зниженою та підвищеною напругою.
- Виявлення знеструмлення та захист від перевантаження за струмом.

- Дворівневе вимкнення та плавне вимкнення.
- Контроль і фіксація напруги колектор-емітер (*collector-emitter voltage, VCE*).
- Аналого-цифровий перетворювач (для контролю напруги на вторинному (високовольтному) боці драйвера затвора, наприклад, температура перемикача живлення або драйвера затвора).

У міру того, як системи стають більш складними та електрифікованими (екологічними), змінюються і режими відмов, і керування випадковими відмовами. Щоб задовольнити потреби сучасних систем, UCC5870-Q1 і UCC5880-Q1 інтегрують функції захисту, діагностики та звітування про відмови відповідно до стандарту ISO 26262 і вимог тягових інверторів електромобілів (гібридних).

За матеріалами Texas Instruments

Для того щоб купити електронні компоненти або отримати кваліфіковану консультацію, зверніться до офісу Компанії SEA: +38 (044) 330-00-88, e-mail: info@sea.com.ua

CN

ФЛЮС ДЛЯ ПАЙКИ БЕЗ ЗМИВАННЯ ЗІ СКЛАДУ У КИЄВІ

Компанія SEA — офіційний дистриб'ютор компанії **Interflux** (Бельгія) в Україні — пропонує високоякісний флюс для паяння — *PaclFic 2009M*. Відповідність всім вимогам *Bellcore* і стандарту *IPC*, а також відмінна пайка на платах з покриттям *HAL, OSP, NiAu*, робить флюс *IF 2009M* ідеальним для *high-tech* електроніки. Флюс має гарну змочувальність і підходить для пайки олов'яно-свинцевих та безсвинцевих сплавів.

Interflux PaclFic 2009M — рідкий, що не вимагає змивання (*No clean*), флюс на водній основі з низьким вмістом твердих речовин (3.7%) і не містить галогени. *OR L0* згідно стандартам *EN* і *IPC*. Складові флюсу повністю випаровуються під час пайки. Не потребує контролю щільності і, відповідно, розведення за допомогою розчинника.

За додатковою інформацією та з питань придбання флюсу для паяння звертайтеся до відділу паяльного обладнання Компанії SEA.

MEAN WELL

SLD-150

Нові тонкі лінійні драйвери потужністю 150 Вт

- Діапазон вхідної напруги 120-305 В AC
- Вбудований активний коректор коефіцієнту потужності
- Режим «постійна напруга + постійний струм» (моделі 12/24 В)
- Режим «постійної потужності» в діапазоні 24-56 В (модель 56 В)
- Регулювання вихідного струму вбудованим потенціометром (модель 56 В)
- ККД до 93%
- Відповідність стандартам безпеки EN61347 та EN60335-1
- Гарантія 5 років

Компанія SEA — офіційний дистриб'ютор MEAN WELL на території України

SEA | ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Укр. НАДІЙНОГО ПАРТНЕРСТВА 30 РОКІВ

Україна, 02094, м. Київ, вул. Краківська, 13-Б
тел./факс: +38 044 330-00-88
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua