Широкосмугові підсилювачі без компромісів: як MOSFET HKTD15N10 спрощує проєктування

Андрій Мартинов, НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС
E-mail: info@eurocom-c.com

Проєктування потужних широкосмугових підсилювачів часто ускладнюється через паразитні параметри, теплову нестабільність та компроміс між коефіцієнтом підсилення і смугою пропускання. У статті розглядається, як сучасний силовий MOSFET HKTD15N10 від Heketai (Hottech) з низьким опором каналу (80 мОм) та мінімальними ємностями C_{iss} (800 пФ), C_{oss} (40 пФ) і C_{rss} (35 пФ) дозволяє ефективно використовувати негативний зворотний зв'язок без суттєвих динамічних спотворень. У матеріалі також наведено практичні рекомендації щодо застосування транзистора в підсилювачах звуку, системах керування двигунами та джерелах живлення.

ВСТУП

Розробка підсилювачів потужності для широкосмугових електронних систем, наприклад, підсилювачів низької частоти звукового діапазону, систем автоматичного керування в промисловості та джерел живлення, вимагає збалансованості багатьох факторів: вони повинні не тільки охоплювати необхідний діапазон частот, а й завдану нерівномірність коефіцієнта підсилення в межах робочої смуги. Тому до внутрішнього опору, паразитних параметрів та теплової стабільності MOSFET висувають суворі вимоги. Щоб вирішити цю проблему інженери компанії Heketai (Hottech) оптимізували та розробили потужні MOSFET з відмінними характеристиками.

ПРОБЛЕМИ ТРАДИЦІЙНИХ ШИРОКОСМУГОВИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ

Згідно з теорією, добуток коефіцієнта підсилення на смугу пропускання (*gain-bandwidth product, GBW*) будь-якого підсилювача є приблизно постійною величиною. Це означає, що при великому коефіцієнті підсилення смуга пропускання неминуче зменшується; і навпаки, якщо потрібна широка смуга пропускання, доводиться пожертвувати частиною коефіцієнта підсилення. Ця залежність накладає обмеження на одночасне досягнення великого коефіцієнта підсилення та широкої смуги пропускання.

На практиці для забезпечення необхідного коефіцієнта підсилення використовують багатокаскадні схеми. Однак збільшення кількості каскадів призводить до необхідності врахування більшої кількості паразитних параметрів, що погіршує якість роботи підсилювача на високих частотах. Тому для виконання вимог у широкосмуговому діапазоні необхідно вирішити проблеми надмірних паразитних параметрів та втрат на провідність.

ВИСОКОЕФЕКТИВНИЙ СИЛОВИЙ MOSFET HKTD15N10

Основним способом при розробці підсилювачів є застосування негативного зворотного зв'язку. Ідея полягає у поверненні частини енергії вихідного сигналу підсилювача на вхід, де він віднімається від вхідного сигналу. Ця дозволяє оптимізувати характеристики підсилювача та полегшує отримання необхідних характеристик. Однак це призводить до зменшення коефіцієнта підсилення та призводить до виникнення динамічних спотворень.

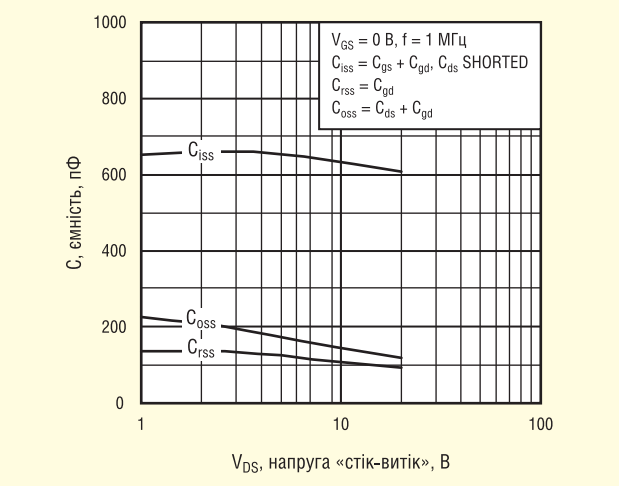

Рис. 1. Типові залежності вхідної, вихідної та зворотної ємностей MOSFET HKTD15N10 від напруги стік-витік за частоти 1 МГц

Таблиця 1. Основні електричні параметри MOSFET HKTD15N10

Параметр	Значення	Умови випробувань
Напруга «стік-витік» (V_{DS})	100 В	V_{GS} = 0 В, I_D = 250 мкА
Постійний струм стоку (I_D)	15 А	V_{GS} = 10 В, T_A = 25 °C
Опір каналу ($R_{DS(ON)}$)	80 мОм (тип.)	V_{GS} = 10 В, I_D = 10 А
Вхідна ємність (C_{iss})	800 пФ	V_{GS} = 0 В, V_{DS} = 50 В, f = 1 МГц
Вихідна ємність (C_{oss})	40 пФ	V_{GS} = 0 В, V_{DS} = 50 В, f = 1 МГц
Зворотна ємність (C_{rss})	35 пФ	V_{GS} = 0 В, V_{DS} = 50 В, f = 1 МГц
Розсіювана потужність (P_D)	34 Вт	T_A = 25 °C
Тип корпусу	TO-252 (DPAK)	—

Щоб полегшити проєктування широкосмугових підсилювачів, компанія Heketai розробила HKTD15N10 — потужний MOSFET, який відрізняється низьким опором у включеному стані та низькою паразитною ємністю: вхідна ємність (C_{iss}) 800 пФ, вихідна ємність (C_{oss}) 40 пФ та зворотна ємність (конструктивна ємність між входом і виходом модуля) (C_{rss}) 35 пФ (рис. 1, табл. 1). Експериментальні дослідження доводять, що за цих параметрів значно покращується енергоефективність підсилювача, і він чудово працює в підсилювачах звукового та середньочастотного діапазонів.

ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНІ ПОРАДИ

HKTD15N10 підходить для застосування у підсилювачах потужності, що вимагають високої ефективності та стабільності. До них відносяться підсилювачі низької частоти звукового діапазону, вихідні каскади перетворювачів постійного струму, підсилювачі потужності систем керування двигунами, силові модулі промислового обладнання та джерела живлення.

При використанні HKTD15N10 в підсилювачах потужності слід звернути увагу на наступні нюанси:

- Рекомендується напруга керування затвором 10–15 В для забезпечення повної провідності та зменшення опору у включеному стані.
- Рекомендується резистор затвора номіналом 100–1000 Ом: малий опір збільшить струм керування, тоді як занадто великий вплине на швидкість перемикання.
- Для індуктивних компонентів рекомендується віддавати перевагу дроселям з високими значеннями добротності Q, що може підвищити ККД та зменшити втрати.
- При компонуванні провідники силового контуру повинні бути якомога коротшими та ширшими, а площа мід — достатньо великою, щоб зменшити паразитну індуктивність та опір.
- Рекомендується додати прискорювальний конденсатор ємністю 10–100 нФ між затвором та джерелом вхідного сигналу для покращення характеристик перемикання.

ВИСНОВОК

Як високотехнологічне підприємство компанія Heketai зосереджується на вирішенні «практичних проблем» інженерів на кожному етапі — від проєктування мікросхем до оптимізації корпусів. HKTD15N10 — це не продукт, «створений лише для досягнення параметрів», а «практичний» силовий MOSFET, який дійсно вирішує проблему «низької енергоефективності». Компанія не тільки постачає продукцію, але й пропонує безплатну підтримку з проєктування.

Додаткову інформацію щодо продукції компанії Hottech Semiconductor (Heketai), що була представлена в цій статті, можна отримати в офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії ТОВ «НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС»,
тел./факс: (044) 33-44-575,
e-mail: info@eurocom-c.com,
www.eurocom-c.com CN

*Заснована в 1992 році, **Heketai (Hottech)** — це професійне високотехнологічне підприємство, що спеціалізується на електронних компонентах та об'єднує дослідження і розробки, проєктування, виробництво та продаж. Компанія також визнана підприємством, що «спеціалізується, вдосконалюється, виділяється та інноваційне». Компанія зосереджується на наданні економічно вигідних послуг з постачання та індивідуального виготовлення компонентів для задоволення потреб підприємств у галузі досліджень і розробок.*

SOC ДЛЯ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ

*Компанія **Geehy** представила серію G32M3101, високопродуктивних, економічно вигідних та високоінтегрованих систем на кристалі (SoC) для керування двигунами. Ця серія реалізована на основі однокристальної архітектури «MCU + LDO + Gate Driver» типу «три в одному», що дозволяє ефективно знизити вартість системи та площу друкованої плати, одночасно підвищуючи загальну ефективність і надійність.*

Серія G32M3101 забезпечує високу обчислювальну потужність і швидкість обробки даних, підтримує різноманітні аналогові та комунікаційні функції, а також оснащена широким набором периферійних інтерфейсів для підвищення ефективності керування двигунами. Вона ідеально підходить для низьковольтних стельових вентиляторів, підлогових вентиляторів, очищувачів повітря, низьковольтних водяних насосів, масажних апаратів тощо.

Серія G32M3101 базується на ядрі Arm® Cortex®-M0+, що працює на частоті до 64 МГц, і має 64 КБ флеш-пам'яті та 8 КБ SRAM, що забезпечує ефективну обробку завдань керування двигуном. Вбудований арифметичний прискорювач DIV/MULT підтримує ефективну реалізацію алгоритмів FOC як з датчиками, так і без них. Пристрій інтегрує драйвер затвора 40 В 3P+3N із вбудованим часом мертвої зони 240 нс, захистом від зниженої напруги, захистом від пробою та іншими механізмами безпеки для забезпечення стабільної роботи. Високоточний вбудований LDO 5 В/60 мА (±0.5%) живить внутрішній мікроконтролер, усуваючи необхідність у зовнішньому джерелі живлення.

Серія G32M3101 об'єднує 12-бітний високоточний АЦП (до 2 МГц, із сегментованою дискретизацією та підтримкою DMA), вбудований високоточний датчик температури (±5 °C), два операційні підсилювачі з повним діапазоном напруги та два програмовані аналогові компаратори з можливістю пробудження за допомогою зовнішнього переривання. Вона також має два інтерфейси UART з підтримкою LIN та один високошвидкісний інтерфейс SPI зі швидкістю передачі даних до 16–18 Мбіт/с, що відповідає широкому спектру вимог до керування та зв'язку.

https://global.geehy.com/