

Огляд

Аналіз тенденцій та інновацій у технологіях двигунів дозволяє легко побачити еволюційне зростання - зокрема постійне оновлення та розвиток стратегій контролю двигунів, використання нових компонентів та досягнення у загальному підвищенні ефективності сучасних двигунів.

Все це слід розглядати у світі найбільш важливого чинника: необхідності у скороченні шкідливих та забруднюючих викидів від двигунів внутрішнього згорання. Також стає очевидною важливість зменшення споживання палива, оскільки саме цим безпосередньо визначається кількість викидів CO₂.

Одним з найпопулярніших шляхів досягнення цієї мети є розвиток систем прямого вприскування. Тому ми проаналізуємо системи запалювання, які використовуються виробниками двигунів з прямим вприскуванням.

Наші випробування

АВТОМОБІЛЬ: Ford Focus III

ДВИГУН: 1.0 EcoBoost (три циліндри, бензин, пряме вприскування, турбонаддув)

КОД ДВИГУНА: M1DA

РІК: 2013

Двигун EcoBoost обладнаний трьома одиночними котушками, по одній на циліндр, які розташовані, як показано на рисунку.

З метою ідентифікації нумерація циліндрів починається з боку ремня ГРМ.

Процедура заміни котушок: Регламентний документ NGK U5323



Зображення 1: Моторний відсік Ford Focus 1.0 EcoBoost. Розташування котушок запалювання

Ці котушки видаються нестандартними, оскільки мають зігнуту форму. Це пов'язано з необхідністю заміни свічок, які встановлюються під кутом; при такому розташуванні забезпечується максимальна ефективність з урахуванням потоку від інжектора. У бензинових двигунах прямого вприскування положення та кут між свічкою та потоком дуже важлива для якості згоряння паливної суміші.

Процедура зняття та встановлення котушок є легкою, для цього достатньо викрутити два гвинти та з'єднувач. У наведеному прикладі з двигуном Ford зняття котушок не потребує спеціальних інструментів чи процедур. Примітка: на деяких інших двигунах або у деяких інших виробників зняти котушки без пошкоджень можна лише за допомогою спеціальних інструментів.

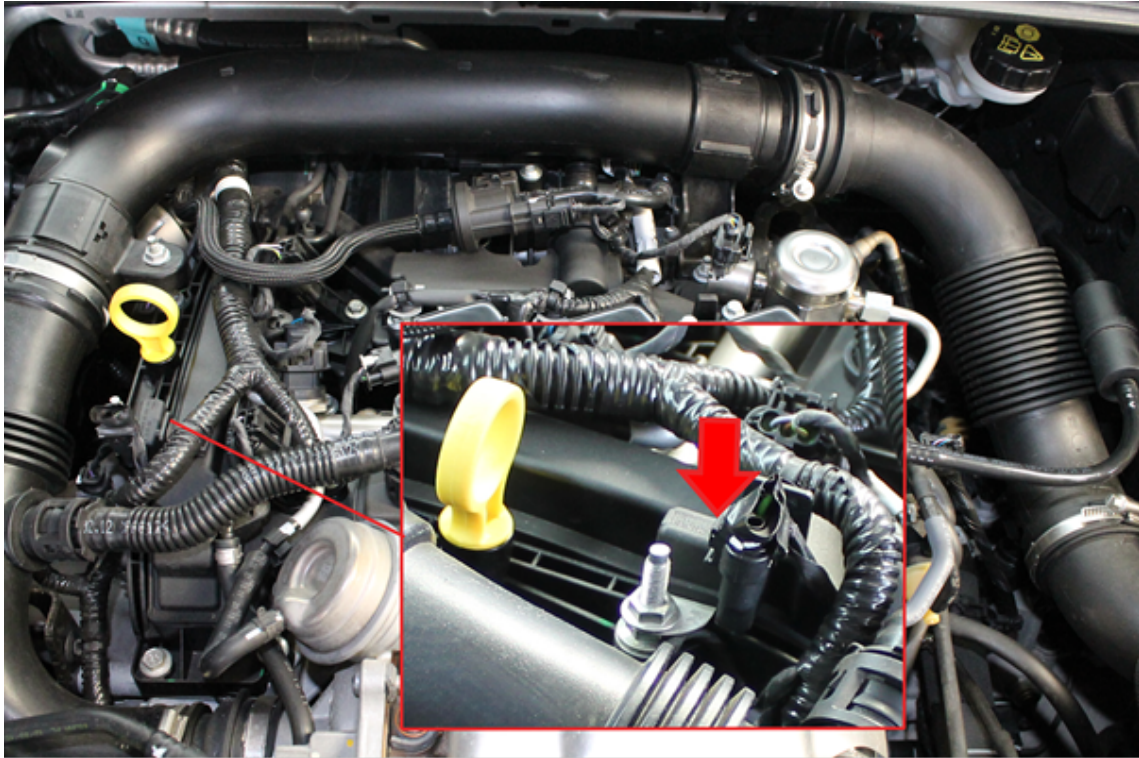
Перевірка електросистеми

Блок керування двигуном (ECU) надсилає командний імпульс на кожну котушку, після чого внутрішня електроніка кожної котушки видає розряд, внаслідок якого виникає іскра.

І нарешті, для правильної роботи котушок запалювання необхідний конденсатор, який розташовано біля масляного щупа; конденсатор фільтрує електричні перешкоди.



Зображення 2: Опис котушок запалювання



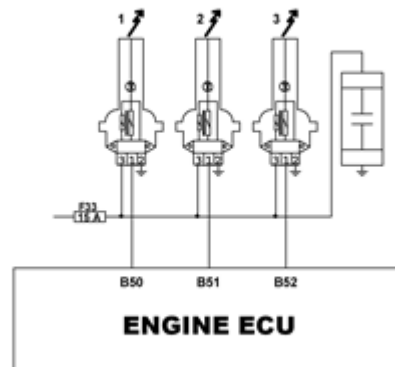
Зображення 3: Конденсатор для котушок

Первинні електричні підключення окремих котушок такі:

контакт 1 → Команда від блоку керування двигуном

контакт 2 → Заземлення

контакт 3 → Живлення через реле R14 та запобіжник F33 (моторний відсік)



Зображення 4: Схема електронної котушки запалювання. Зображено три котушки, конденсатор та відповідний запобіжник.

Головні заміри для перевірки роботи котушки запалювання:

- Перевірка напруги живлення
- Перевірка терміналу заземлення
- Перевірка командного сигналу від блоку керування

Виміри проводяться за допомогою мультиметра та осцилографа.

Перевірка напруги живлення

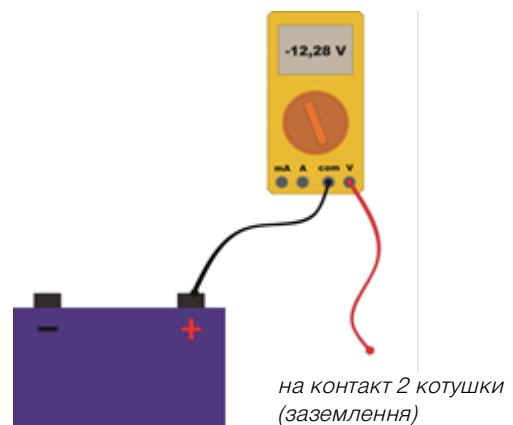
Аналіз живлення за допомогою мультиметра на контакті 3, який дає значення, рівне або вище, ніж наведеному малюнку (Напруга акумулятора).



Зображення 5: Котушка запалювання 12.24 V Живлення

Перевірка терміналу заземлення

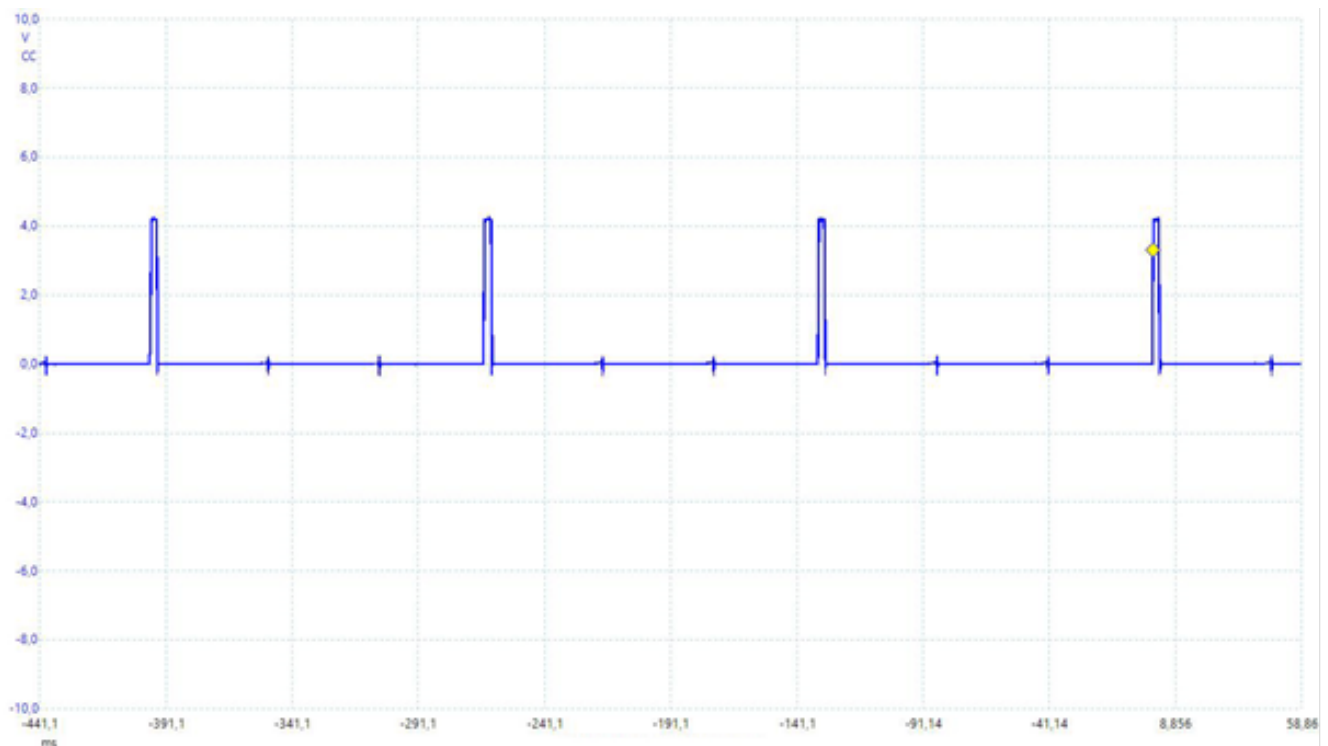
Заміри на об'єднаному терміналі заземлення відносно спільного виводу. (див. діаграму) Крім того, у цьому випадку має бути (негативна) напруга на акумуляторі.



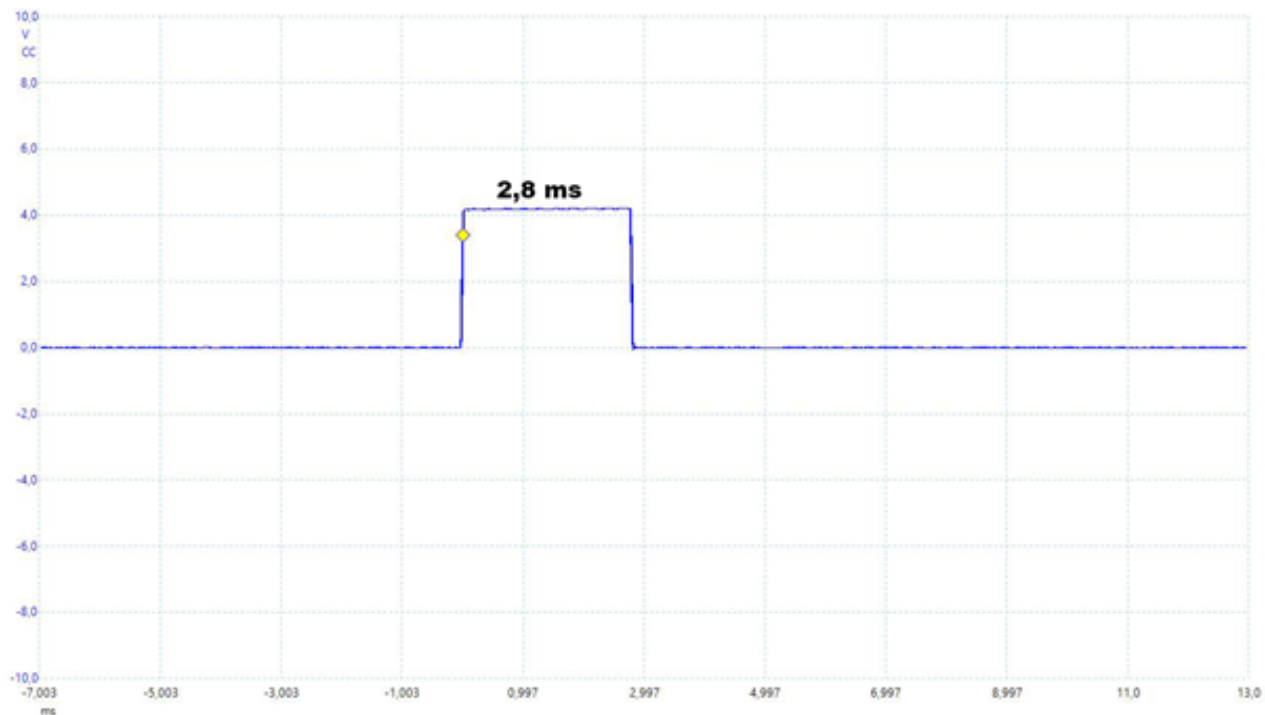
Зображення 6: Котушка запалювання -12.28V спільний вивід

Перевірка командного сигналу від блоку керування

А тепер розглянемо команди, які блок керування надсилає на кожну котушку. Як зазначалося, котушка отримує не класичну команду на основі заземлення, а сигнальний імпульс прямокутної форми. При такому входному сигналі внутрішня електронна схема генерує стрибок напруги первинної обмотки, внаслідок чого завдяки електромагнітній індукції утворюється вторинна напруга.



Зображення 7: Контакт 1, командний сигнал від блоку керування на котушку запалювання. Холостий хід двигуна. $X = 50$ ms/div; $Y = 2$ V/div



Зображення 8: Контакт 1, командний імпульс котушки від блоку керування двигуном. Холостий хід двигуна. Детальне креслення. $X = 2 \text{ ms/div}$; $Y = 2 \text{ V/div}$

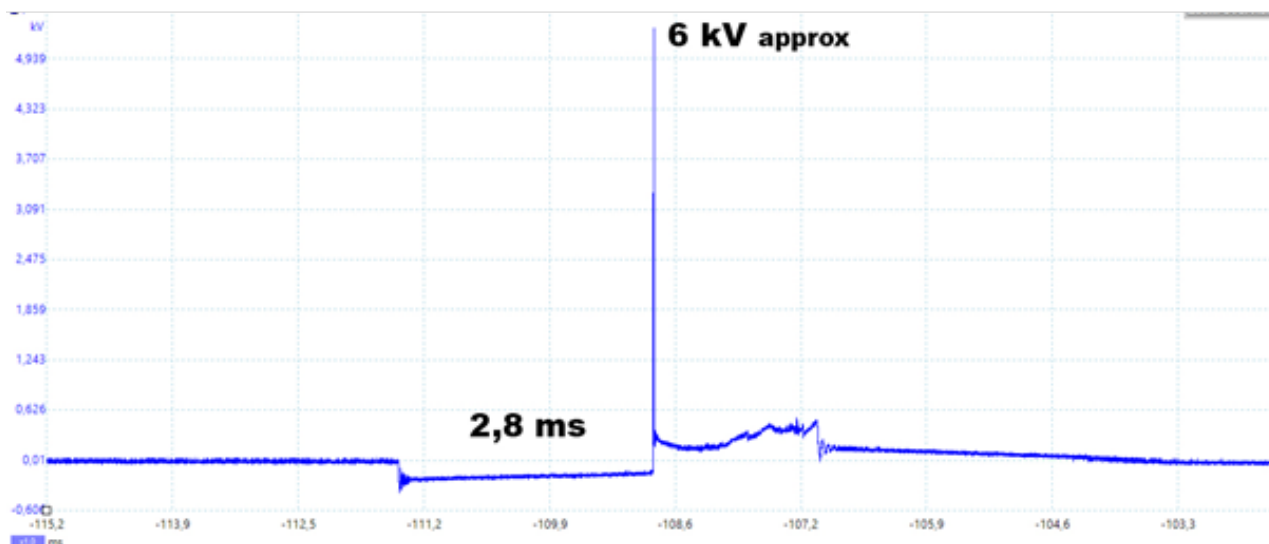
На цьому малюнку зображено один імпульс, збільшений, аби виміряти його тривалість.

Якщо уважно подивитися на вхідну команду, видно, що напруга не може повернутися до пікового значення, досягнутого у первинній обмотці, оскільки - як згадувалося - дискретна хвиля являє собою лише імпульс.

Втім, можна зблизька спостерігати тривалість імпульсу. У нашому прикладі він триває 2,8 мсек при холостому ході. Зауважте, що у більшості двигунів час вмикання котушки не є постійним; він визначається блоком керування (ECU) у залежності від багатьох умов (таких, як навантаження на двигун та швидкість, тиск нагнітання).

Наявність командного вхідного сигналу свідчить тільки про те, що блок керування передає імпульс на кожну котушку; але реальне перетворення напруги всередині електронних схем котушок, первинною та вторинною обмотками та подальше виникнення іскри не гарантуються.

Для перевірки наявності напруги на вторинній обмотці (тобто для перевірки правильної роботи котушки) визначається також і висока напруга, для чого застосовується спеціальне тестове обладнання для вимірювання високовольтної напруги.



Зображення 10: Утворення напруги у вторинній обмотці. Зверніть увагу на час заряджання, який дорівнює тривалості імпульсу на первинній обмотці, а також на пік приблизно у 6 кВ

Діагностика

Наприкінці наводимо список найбільш поширених кодів помилок, пов'язаних із електричними несправностями кожної котушки.

R0351 = ПЕРВИННА/ВТОРИННА КОТУШКА ЗАПАЛЮВАННЯ КОНТУР А

R0352 = ПЕРВИННА/ВТОРИННА КОТУШКА ЗАПАЛЮВАННЯ КОНТУР В

R0353 = ПЕРВИННА/ВТОРИННА КОТУШКА ЗАПАЛЮВАННЯ КОНТУР С

Ці коди означають помилки в електричній схемі, наприклад, обрив обмотки або коротке замикання.

Крім того, ми наводимо коди такої помилки, як пропуск запалювання, який може виникати через несправність котушки (а також з багатьох інших причин!).

R0301 = ЦИЛІНДР 1 ВИЯВЛЕНО ПРОПУСК ЗАПАЛЮВАННЯ

R0302 = ЦИЛІНДР 2 ВИЯВЛЕНО ПРОПУСК ЗАПАЛЮВАННЯ

R0303 = ЦИЛІНДР 3 ВИЯВЛЕНО ПРОПУСК ЗАПАЛЮВАННЯ

Найпростіший спосіб визначення котушки, яка є джерелом проблем, полягає у тому, щоб замінити "підозрілу" котушку іншою від іншого циліндра.

Якщо пропуск запалювання "мігрує" разом із котушкою на новий циліндр, саме через цю котушку і виникає несправність. Якщо ж пропуск запалювання "залишається" на тому ж циліндрі, що й раніше, то котушка не є причиною несправності.

<http://www.tekniwiki.com>