

Keysight Technologies

Методы определения характеристик и настройки пускового режима устройств постоянного тока

Краткое описание применения



Введение

Пусковой ток или входной сверхток - большое значение сверхтока, который возникает в течение короткого времени при первоначальном подключении электроэнергии к устройству. Пусковой ток часто возникает в устройствах с большой величиной ёмкости, которая подключена параллельно ко входу (таких как преобразователи постоянного тока) или в устройствах с очень низким значением импеданса в неустановившемся состоянии (таких как электродвигатели). Пусковой ток может в несколько раз превышать величину силы тока устройства в установившемся состоянии. Например, электродвигатели могут иметь уровни пускового тока, которые более чем в 25 раз превышают уровни силы тока в установившемся состоянии.

Для определения характеристик пускового тока Вам нужно либо захватывать оцифрованный профиль пускового тока с высоким разрешением, либо фиксировать достоверное максимальное значение силы тока. Традиционный метод определения характеристик пускового тока предполагает совместное использование источника питания, дигитайзера или осциллографа и токового шунта или токового пробника. В данном документе мы рассмотрим использование современного источника питания с усовершенствованными свойствами для определения характеристик пускового тока и сравним его с традиционным методом.

Пример применения

Автомобильная компания проводит модернизацию своей измерительной системы, предназначенной для тестирования электронного блока управления (ECU). Группа инженеров компании тщательно изучает план проведения испытаний, чтобы найти способы повышения объёма выпуска продукции и снизить сложность измерительной системы без ухудшения полноты испытаний. В качестве возможного варианта для модернизации инженеры определяют измерение пускового тока.

В настоящее время система использует источник питания, токовый шунт и дигитайзер, а также коммутаторы для автоматизации измерения пускового тока. Группа инженеров решает заменить эту установку динамическим источником питания постоянного тока N7951A компании Keysight. N7951A - это быстродействующий источник питания со встроенным дигитайзером, который имеет высокое разрешение. N7951A представляет собой техническое решение, состоящее из одного измерительного прибора, которое ускоряет процесс тестирования, снижает сложность измерительной системы и обеспечивает более высокую точность по сравнению со старым методом измерения пускового тока.



Методы определения характеристик пускового тока

Основные причины необходимости определения характеристик пускового тока во многих тестовых приложениях приведены ниже.

- 1. Защита устройства** – Пользователю необходимо обеспечить, чтобы пусковой ток не достиг уровней, которые, возможно, могли бы повредить устройство или повлиять на надёжность его работы. Определение характеристик позволяет решить, требуется ли уменьшить величину пускового тока, используя такие методы, как настройка аппаратных средств схемы или уменьшение скорости линейного нарастания напряжения при включении питания.
- 2. Потребление тока и выбор батареи** – Слишком высокая величина пускового тока может повлиять на ухудшение характеристик батареи, зависящих от химического состава и внутреннего импеданса батареи.
- 3. Выбор предохранителя или схемы защиты** – Пусковой ток значительно превышает величину силы тока в установившемся состоянии, поэтому любые средства защиты от перегрузки по току должны выдерживать высокий кратковременный пусковой ток.

Если рассмотреть первую причину из приведённого выше списка, которая касается защиты и надёжности работы устройств, очевидно, что определение характеристик пускового тока важно там, где надёжность имеет первостепенное значение (тестирование автомобильной, авиационной и спутниковой электроники).

Как упоминалось ранее, традиционный метод основан на совместном использовании источника питания, дигитайзера или осциллографа и токового шунта или токового пробника. На рисунке 1 показана реализация традиционного метода для определения характеристик пускового тока. На этом рисунке для измерения силы тока используется токовый шунт, а не токовый пробник.

Традиционный метод определения характеристик пускового тока, представленный на рисунке 1, кажется довольно простым для реализации, но он создаёт ряд проблем.

- Необходимо использовать высококачественный источник питания, поскольку для определения максимального пускового тока (для наихудшего случая) требуется высокая скорость линейного нарастания напряжения. Для достижения высокой скорости нарастания при использовании источника питания с невысокими характеристиками потребуется

добавить переключатель последовательно с выходом источника питания. При использовании этой установки пользователь мог бы включить источник питания при разомкнутом переключателе, чтобы позволить напряжению на выходе источника линейно нарасти до установленного уровня. После достижения этого уровня замыкание переключателя позволило бы подать напряжение на тестируемое устройство (ТУ). Но даже при использовании переключателя проблемы всё ещё могут появляться. Если переходная характеристика источника питания является неудовлетворительной, его уровень напряжения будет падать, пока пусковой ток резко нарастает. Если уровень напряжения упадёт слишком низко, может сработать схема сброса ТУ.

- Одним из способов захвата динамического профиля пускового тока является использование токового пробника и осциллографа. Преимущество использования токового пробника по сравнению с токовым шунтом (см. ниже) заключается в том, что он не требует разрывов схемы для проведения измерения и, что более важно, электрически не изменяет схему. Недостаток заключается в том, что измерения с помощью токового пробника имеют низкую точность из-за дрейфа и смещения постоянной составляющей. Поэтому для их проведения требуется ручная установка нуля, что усложняет автоматизацию таких измерений.
- Токовые шунты являются недорогими устройствами и, в отличие от токовых пробников, не испытывают проблем, связанных с дрейфом. Проблема, связанная с шунтами, заключается в том, что они должны быть вставлены в схему, и поэтому электрически изменяют схему. А поскольку они изменяют схему, полученный в результате профиль пускового тока незначительно изменяется, поэтому его истинное представление получить не удастся. Наконец, разогрев, вызванный резким ростом силы тока, приводит к повышению температуры шунта и изменению его сопротивления, а это усложняет точное определение погрешности измерения в любой момент времени.
- Поскольку это техническое решение требует использования нескольких аппаратных измерительных устройств, оно в большей степени усложняет любую систему тестирования по сравнению с одноблочным интегрированным решением.

Современные источники питания с высокими характеристиками упрощают решение сложных задач тестирования и измерений, связанных с питанием, таких как определение характеристик пускового тока, благодаря следующим свойствам: измерительные дигитайзеры, быстрые/настраиваемые скорости линейного нарастания напряжения, быстрая переходная характеристика и развитые средства запуска. Наличие всех этих возможностей для определения характеристик пускового тока в одном приборе исключает недостатки, связанные с традиционными методами, за счёт повышения точности измерений и уменьшения сложности испытательной установки.

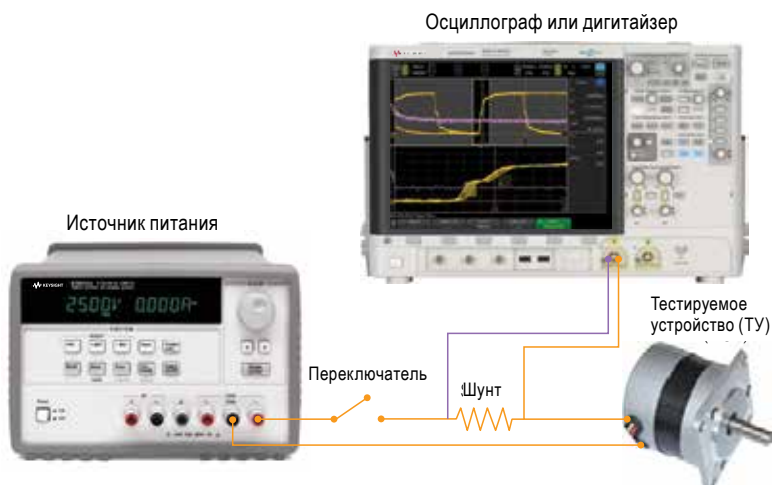


Рисунок 1. Испытательная установка для определения характеристик пускового тока

Определение характеристик пускового тока с помощью источника питания

В качестве примера рассмотрим пример измерения пускового тока электродвигателя постоянного тока. В этом примере для определения характеристик пускового тока будет использоваться динамический источник питания постоянного тока N7951A семейства APS (Advanced Power System - производственная система питания) компании Keysight. Источник питания N7951A представляет собой отличное техническое решение для определения характеристик пускового тока, поскольку он обладает следующими функциональными свойствами.

- Дигитайзер тока с настраиваемой частотой дискретизации
- Разрешение: 18 бит (значительно превышающее разрешение осциллографа)
- Запуск по уровню для надлежащей синхронизации измерения
- Способность измерять уровни силы тока, которые в 2,25 раза превышают номинальные выходные значения

Двигатель будет работать при напряжении питания 15В и имеет значение силы тока в установившемся состоянии 1,3 А. Период сбора данных дигитайзера тока источника питания N7951A установлен равным 5 мкс (200 Квыб/с), а число выборок - 20 К. Запуск измерения устанавливается по положительному перепаду сигнала тока и уровню 1 А. На рисунке 2 показан результирующий профиль пускового тока электродвигателя постоянного тока, а на рисунке 3 - увеличенное изображение области максимального (пикового) тока.

Встроенный дигитайзер тока с высоким разрешением источника питания N7951A позволяет обнаружить пиковое значение пускового тока (54,55 А), длительность пускового тока (~100 мс) и синусоидальный характер изменения тока из-за скорости вращения двигателя. Используя источник питания N7951A, пользователь получает более высокую точность и разрешение при захвате данных пускового тока, чем в случае технического решения с шунтом или токовым пробником. Кроме того, всё техническое решение реализовано в виде одного прибора.

СОВЕТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ #1

При выборе источника питания с высокими характеристиками для захвата пускового тока обратите внимание на источник, чей диапазон измерения силы тока значительно превышает диапазон выходного тока. Например, если выходной ток источника питания нормирован для значений, не превышающих 50 А, его диапазон измерения силы тока должен распространяться как минимум до 75 А. Этот дополнительный запас при проведении измерений гарантирует, что будут захвачены любые пиковые значения пускового тока, которые выходят за пределы номинального диапазона выходного тока источника питания. Например, причиной того, что пиковые значения пускового тока могут превысить номинальные выходные значения, является то, что источники питания имеют на выходе большую величину параллельной ёмкости с накопленной энергией. Эта энергия может приводить к коротким выбросам, превышающим номинальные выходные значения силы тока источника питания.

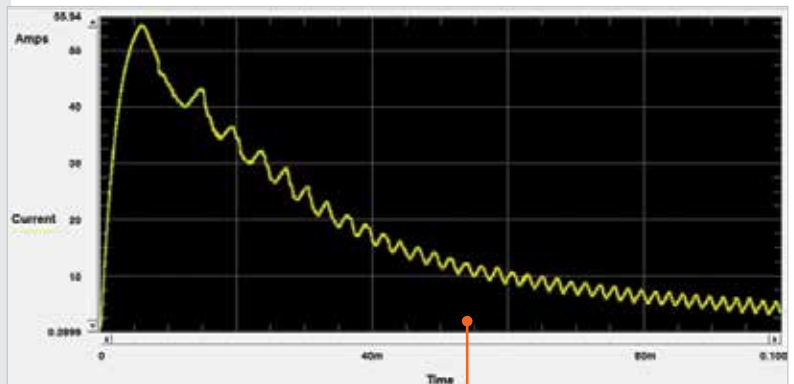


Рисунок 2. Захват пускового тока электродвигателя постоянного тока с помощью динамического источника питания постоянного тока N7951A

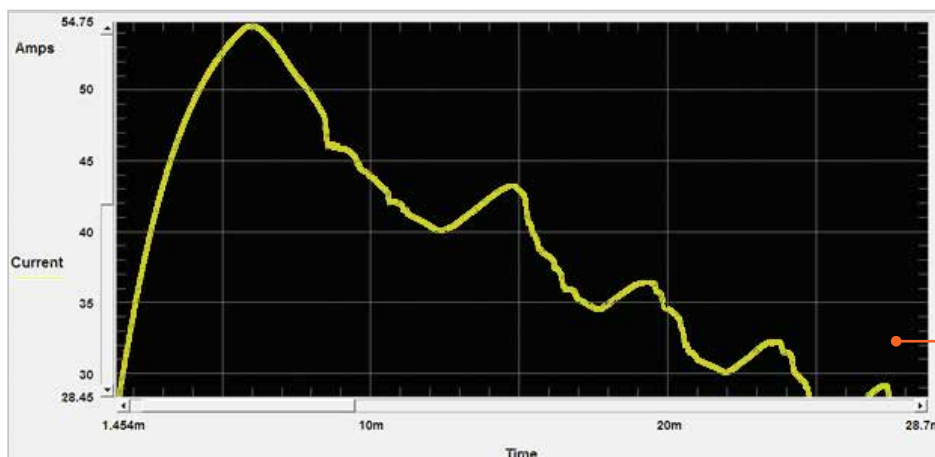


Рисунок 3. Увеличенное изображение захваченного профиля пускового тока в области максимального (пикового) значения

Настройка пускового тока с помощью источника питания

Предположим, что рассмотренный электродвигатель постоянного тока будет использоваться в новой разработке, где пиковое значение пускового тока не может превышать 40 А. Кроме того, требуется иметь запас прочности, оцениваемый как 5А относительно среднего значения. Мы можем настроить пиковое значение пускового тока посредством изменения скорости линейного нарастания напряжения при включении источника питания N7951A. Замедляя скорость линейного нарастания, мы можем понизить пиковое значение пускового тока за счёт того, что требуется больше времени для стабилизации силы тока электродвигателя до величины, которая соответствует его установившемуся состоянию. Для достижения целевого среднего пикового значения тока, равного 35 А, скорость линейного нарастания напряжения N7951A была настроена так, чтобы нарастание напряжения от 0 до 15 В заняло 40 мс. Процесс линейного нарастания выходного напряжения и полученный в результате пусковой ток N7951A были захвачены и отображены в виде графиков. Скорость линейного нарастания напряжения показана на рисунке 4, а пусковой ток - на рисунке 5.

Заметим, что мы достигли нашей цели, и теперь пиковое значение пускового тока приблизительно равно 35 А. Для поддержания пиковых значений пускового тока на уровне 35 А необходимо обеспечить, чтобы время линейного нарастания до 15 В при включении источника питания разрабатываемого устройства было 40 мс или больше.

СОВЕТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ # 2

Если при тестировании для имитации реальных условий необходимо воспроизвести процесс нарастания выходного напряжения нелинейного источника питания, это можно сделать, используя функцию генерации сигналов произвольной формы, которая имеется в современных источниках питания с высокими характеристиками. Например, динамический источник питания постоянного тока серии N7900 семейства APS, использованный в примере, имеет функцию генерации сигналов произвольной формы, которая позволяет создавать сигналы напряжения, содержащие до 65535 точек, соответствующие требованиям пользователя. Это позволяет создавать пользовательские сигналы, которые можно запускать при включении питания с целью замены процесса нарастания выходного напряжения источника питания для имитации условий, возникающих при включении нелинейного источника питания.

Рисунок 4. Замедление скорости линейного нарастания напряжения при включении источника питания для уменьшения пикового значения пускового тока

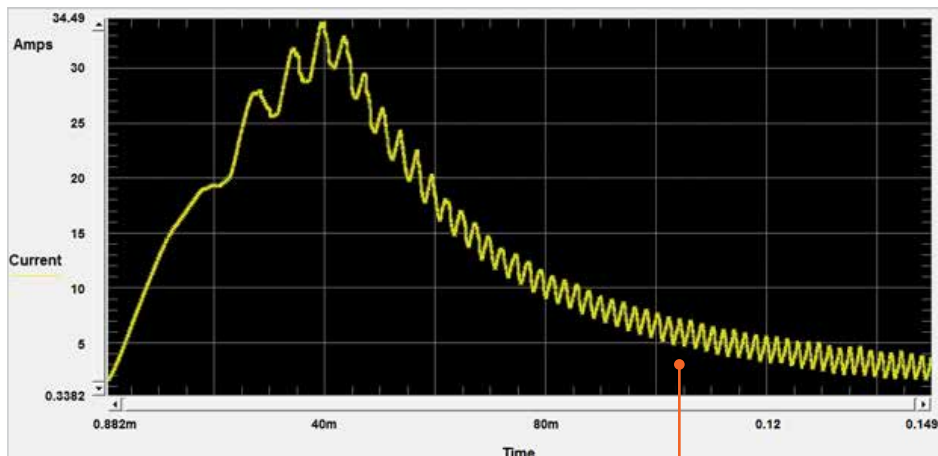
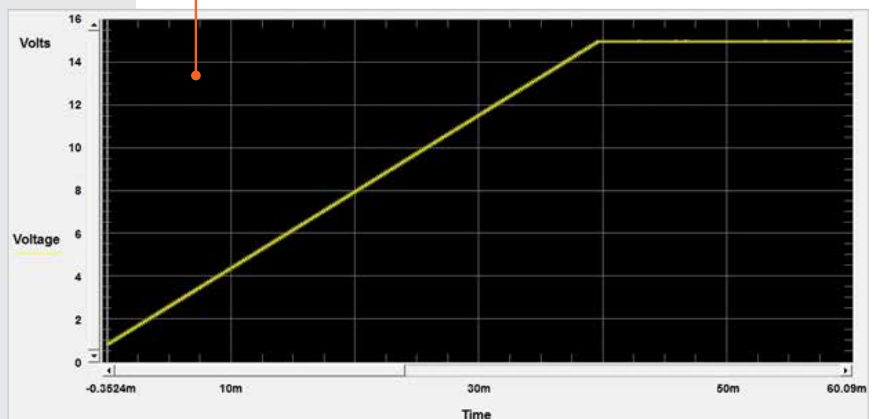


Рисунок 5. Захват графика пускового тока с уменьшенным пиковым значением

Краткие выводы

В этом кратком описании применения измерительных приборов мы увидели, как современные источники питания с высокими характеристиками и свойствами, такими как измерительные дигитайзеры, быстрые настраиваемые скорости линейного нарастания напряжения при включении питания, развитые средства запуска и быстрая переходная характеристика, становятся идеальными средствами для определения характеристик пускового тока. Представляя собой одноблочное интегрированное решение, эти источники питания обеспечивают такие преимущества, как повышение точности и разрешения при измерениях, а также уменьшение сложности испытательной установки. Это выгодно отличает их от традиционных методов определения характеристик пускового тока, в которых используется несколько аппаратных устройств. Пример определения характеристик пускового тока с высоким разрешением был выполнен с помощью динамического источника питания постоянного тока N7951A компании Agilent. Затем мы смогли детерминированно понизить пиковое значение пускового тока посредством настройки скорости нарастания выходного напряжения источника питания.

Российское отделение
Keysight Technologies
115054, Москва, Космодамианская наб., 52,
стр. 3
Тел.: +7 (495) 7973954
8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)
Факс: +7 (495) 7973902
e-mail: tmo_russia@keysight.com
www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России
115054, Москва, Космодамианская наб., 52,
стр. 3
Тел.: +7 (495) 7973930
Факс: +7 (495) 7973901
e-mail: tmo_russia@keysight.com

(BP-11-09-14)

myKeysight

[myKeysight](http://myKeysight.com)
www.keysight.com/find/mykeysight
Персонализированное отображение интересующей вас информации



www.lxistandard.org
LXI является преемником шины GPIB. Построенная на базе стандарта локальной сети (LAN), LXI обеспечивает более высокое быстродействие и более эффективные возможности подключения. Компания Keysight является членом учредителем консорциума LXI.



Три Года Стандартной Заводской Гарантии
www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty
Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно- измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.

Keysight Планы Технической Поддержки



www.keysight.com/find/AssurancePlans
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/go/quality
Keysight Electronic Measurement Group
KEMA Certified ISO 9001:2008
Quality Management System

Торговые партнёры Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners
По этому адресу пользователь может получить лучшее из двух миров: глубокие профессиональные знания в области измерительной техники и широкая номенклатура выпускаемой продукции компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнёрами.