

ДАТЧИКИ ТОКА NCS КОМПАНИИ ABB

С ДИАПАЗОНОМ ИЗМЕРЕНИЙ ОТ 2 КА ДО 40 КА

Датчики с гальванической развязкой без значительного рассеяния мощности и тепла необходимы во многих областях промышленности. Такие датчики способны в течение длительного времени измерять большие значения (более 2 кА) как постоянного, так и переменного тока. Традиционные методики измерения больших токов с помощью шунтов, трансформаторов тока и датчиков Холла сложны в установке оборудования, у них велика рассеянная мощность и низка помехоустойчивость. Существуют также ограничения по токам перегрузки и времени измерения. Новые датчики серии NCS компании ABB Entrellec полностью удовлетворяют поставленным требованиям и предназначены для систем, где важны не только точность измерений и невосприимчивость к внешним электромагнитным воздействиям, но небольшие масса и габариты, а также связанная с этим простота установки и использования.

КАК РАБОТАЕТ ДАТЧИК ТОКА NCS И КАК ОПТИМИЗИРОВАТЬ ЕГО КОНСТРУКЦИЮ

Принцип действия. Работа датчика NCS основана на законе Ампера – интегрирование вектора \vec{H} магнитного поля по замкнутому контуру (C) определяет первичный ток I (рис.1). Прибор измеряет большие токи, которые способны создать достаточное магнитное поле в воздухе вокруг датчика. Соответственно, можно исключить магнитопровод – концентратор, традиционный для датчиков, измеряющих ток без разрыва токовой цепи. Тогда в воздушной среде $\vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{H}$ намагничивание пропорционально магнитному полю, отсутствуют насыщение, вихревые токи и потери на гистерезис.



А.Чекмарев

Интегрирование в датчике реализуется сенсорами на базе эффекта Холла. Их главное преимущество – чувствительность как к постоянному, так и к переменному магнитным полям.

Рассмотрим цепь преобразований первичного тока в выходной сигнал датчика NCS. Первичный проводник пропускается через отверстие датчика (рис.2). Каждый из чувствительных элементов Холла создает небольшое напряжение (2,5–5 В), пропорциональное магнитному полю. Сигналы фильтруются, чтобы исключить искажения от питающей цепи и ВЧ-оборудования. Сигналы усиливаются – напряжение возрастает до величины порядка 12 В. Затем с помощью корректирующего усилителя происходят нулевая коррекция и настройка коэффициента усиления всего датчика, определяющего его номинал. На последнем этапе напряжение преобразуется в ток для токовых выходов.

Оптимизация конструкции. Важнейший вопрос при создании датчиков NCS – выбор оптимального числа чувствительных элементов Холла с соответствующим коэффициентом усиления и подходящей геометрии датчика. Анализ конструкции проводился методом 3D-моделирования конечных элементов*. В итоге удалось рассчитать распределение магнитного поля вокруг каждого чувствительного элемента Холла и достичь нужной точности датчика тока в целом. Расчеты делались как для постоянного, так и для переменного тока с учетом формы первично-

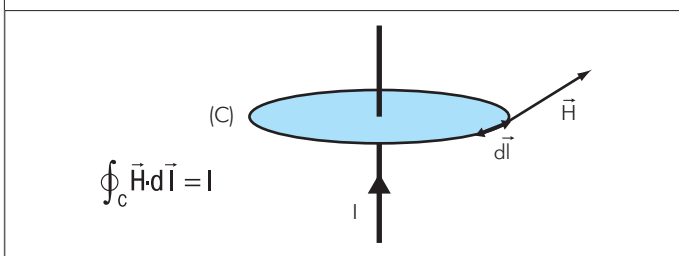


Рис.1. Принцип работы датчика, определяемый законом Ампера

* NCS presentation for PCIM. Version : A01. Electronics design department. ABB ENTRELECC, Control Division, 2004.

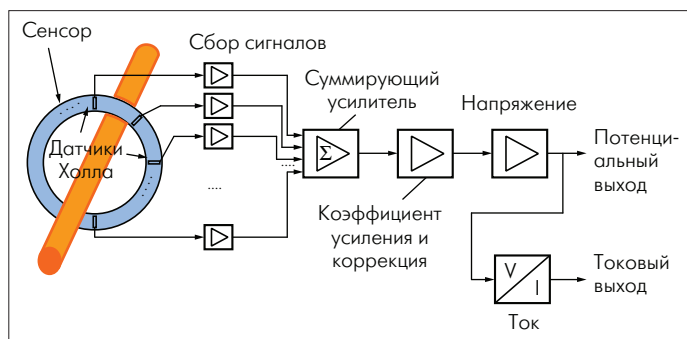


Рис.2. Преобразование сигналов в датчике тока NCS

го проводника, эффекта поверхностного вытеснения тока и высокого уровня электромагнитных возмущений вокруг датчика.

Сначала результаты моделирования и эксперимента сравнивали для определения точности моделирования. В дальнейшем моделирование использовалось на определенных этапах разработки.

Результаты моделирования. На рис.3, представлены сравнительные результаты моделирования и эксперимента по определению общей точности датчика при измерении постоянного и переменного токов, а также распределение магнитного поля вокруг первичного проводника. Точность датчика тока определялась для различных положений прибора в плоскости, перпендикулярной поперечной шине через каждые 15° вокруг первичного проводника.

На переменном токе можно увидеть участки концентрации магнитного поля в некоторых областях. Эти участки возникают в результате эффекта поверхностного вытеснения тока. Нужно принять во внимание этот факт и подобрать коэффициент усиления и положение чувствительных элементов таким образом, чтобы избежать насыщения, которое влияет на точность датчика в целом.

Во всех рассмотренных случаях результаты моделирования и эксперимента согласуются, поскольку все процессы происходят в воздухе с линейной магнитной характеристикой и отсутствием насыщения.

Анализ результатов моделирования позволил определить оптимальное число чувствительных элементов и подходящую геометрию датчика с учетом тяжелых условий эксплуатации. Рассматривалась возможность ухудшения характеристик датчика за счет локального насыщения чувствительных элементов Холла, что в свою очередь, определяется формами шины и корпуса, рабочей частотой, близостью силовых кабелей и т.д. В результате удалось сэкономить время и избежать реализаций прототипов и многочисленных измерений.

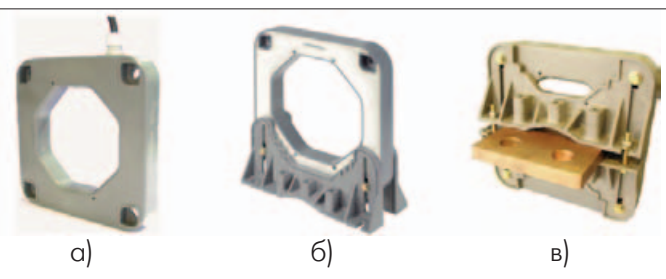


Рис. 4. Датчики NCS с различными типами установки: а) для горизонтальной установки; б) для вертикальной установки; в) для установки на шину

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ ТОКА NCS

Механические характеристики. На рис.4 изображены датчики тока NCS с различными опциями для установки. Такие типы модульной установки возможны благодаря малым толщине и весу этих датчиков без магнитопровода. Толщина датчиков обусловлена требованиями к уровню изоляции между первичной и вторичной цепями, а также токами утечки.

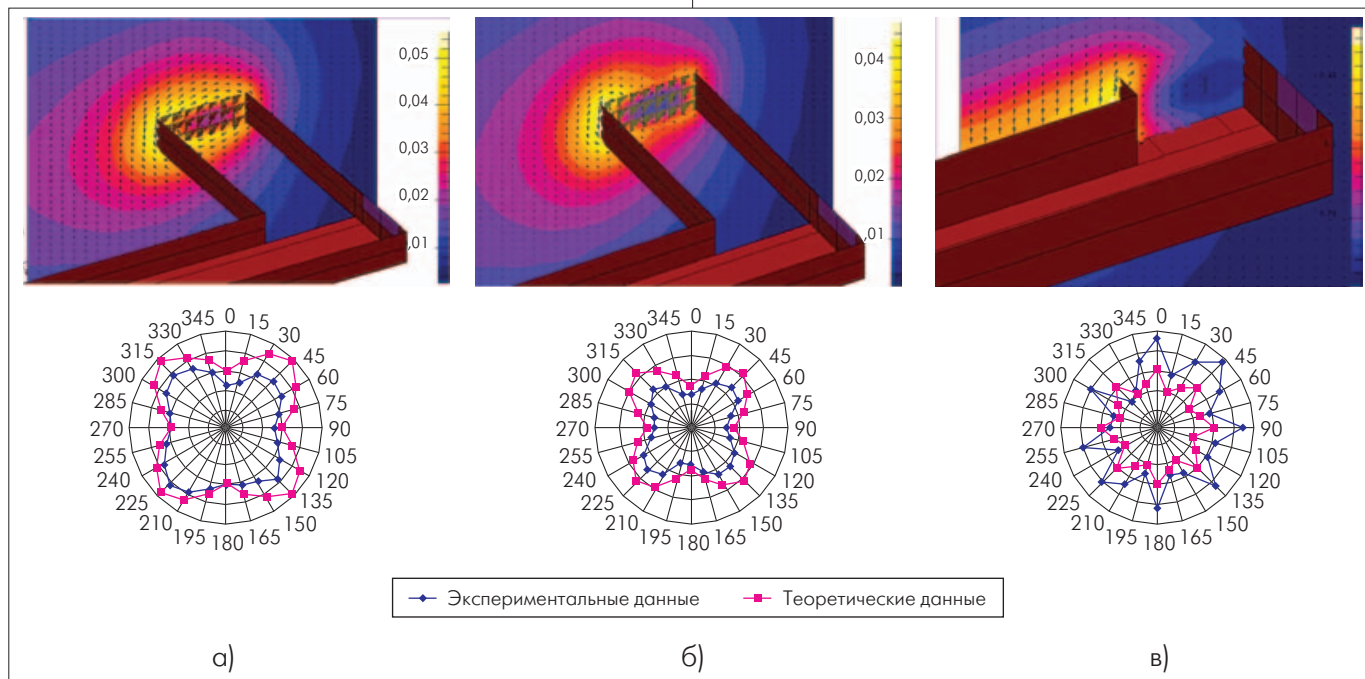


Рис.3. Распределение магнитного поля вокруг первичного проводника и сравнение результатов моделирования и эксперимента на постоянном токе (а), переменном токе (б) и при предельных значениях переменного тока (в)

Таблица. Характеристики датчиков серии NCS

Параметр	NCS125	NCS165
Номинальный первичный ток I_{pn} (продолжительно), кА ном.	2, 4, 6, 10	4, 6, 10, 20
Максимальный первичный ток I_{pmax} (продолжительно), кА пик.	10, 20, 30, 30	20, 30, 30, 40
Макс. (неизмеряемая) перегрузка, кА пик.		200
Выходной ток I_{s1} при I_{pn} , мА пик.		± 20
Выходной ток I_{s2} при I_{pmax} , мА пик.		± 20
Выходное напр. V_{s1} при I_{pn} , В пик.		± 10
Выходное напр. V_{s2} при I_{pmax} , В пик.		± 10
Точность при I_{pn} и $t = +25^\circ\text{C}$, %		± 1
Время задержки, мкс		< 5
di/dt , А/мкс		< 100
Частотный диапазон (-ЗДБ.), кГц		0–2
Диэлектрическая прочность, кВ (50 Гц; 1 мин)	5 (промышл.)	20 (электротяга)
Напряжение питания, В	$\pm 15 \dots \pm 24$	± 24
Эксплуатационная температура, $^\circ\text{C}$		-40...85
Температура хранения, $^\circ\text{C}$		-50...90

Электрические характеристики. Основное преимущество новых датчиков тока серии NCS – широкий диапазон измерений и возможность продолжительного измерения максимальных значений тока I_{pmax} , который может в пять раз превышать номинальное значение I_{pn} . Кроме того, в этих датчиках реализован новый стандарт выходных сигналов: один по номинальному току, а другой по максимальному.

Наиболее важные электрические характеристики датчиков серии NCS приведены в таблице.

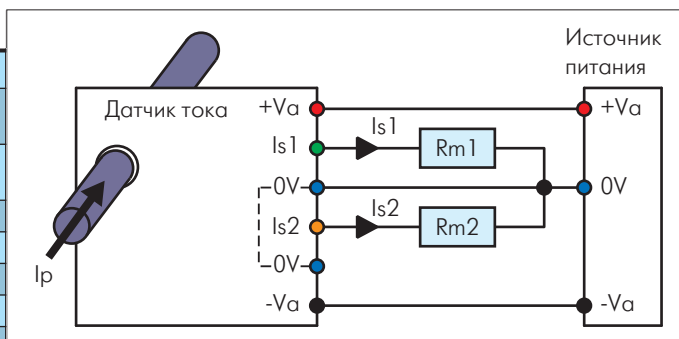


Рис.5. Схема подключения выводов датчика NCS с токовым выходом

Датчики тока NCS доступны как с токовыми, так и с потенциальными выходами. Они могут быть выполнены с выходным 8-пиновым разъемом (см. рис.4, б) и выходным шестипиновым экранированным кабелем (см. рис.4, а). Для версии датчика с разъемом можно использовать четыре выхода: два потенциальных выхода (I_{pn}/I_{pmax}) и два токовых (I_{pn}/I_{pmax}). Датчик с кабелем имеет два потенциальных или два токовых выходов. На рис. 5 представлена схема соответствующих соединений для версии датчика тока NCS с токовым выходом.

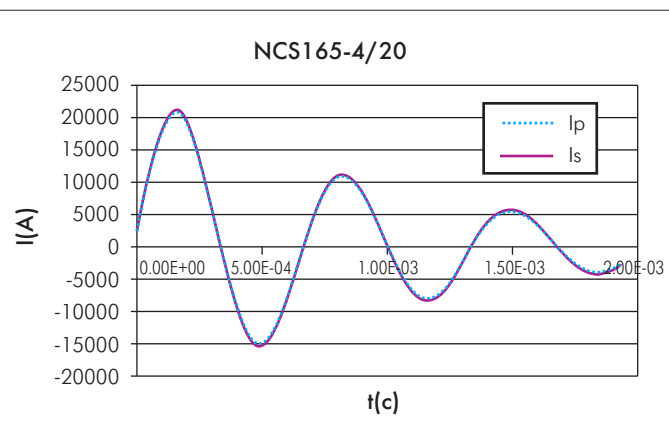


Рис.6. Сравнение первичного тока и показаний датчика NCS в динамическом режиме

ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Внутри датчика компоненты расположены оптимальным образом, что подтверждено моделированием. Это позволяет достичь высоких потребительских свойств по электромагнитной совместимости и хорошего быстродействия. На рис.6 представлено изменение выходного сигнала датчика в сравнении с динамикой первичного тока (di/dt) в условиях сильных электромагнитных возмущений на первичный проводник. Точность нового поколения датчиков NCS – не менее $\pm 1\%$ при номинальных измеряемом токе и окружающей температуре и не менее $\pm 2\%$ при любых других условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новейшая технология датчиков тока нового поколения NCS базируется на отсутствии магнитопровода, что дает значительные преимущества с точки зрения массогабаритных показателей. Кроме того, датчики этой серии могут длительно выдерживать очень большие значения как постоянного, так и



переменного тока без рассеяния энергии. В настоящее время доступны две модификации датчиков тока NCS – NCS125 и NCS165 (цифра обозначает диаметр внутреннего отверстия в миллиметрах). Величина длительно измеряемого первичного тока датчиком NCS125 – от 2 до 30 кА; датчиком NCS165 – от 4 до 40 кА. Этот новый компактный датчик может в диапазоне измерений от 2 до 40 кА заменить токовый шунт с устройством гальванической развязки в промышленности и системах электрической тяги.

Новейшая технология датчиков тока NCS запатентована как новое электронное устройство и способ механической установки.

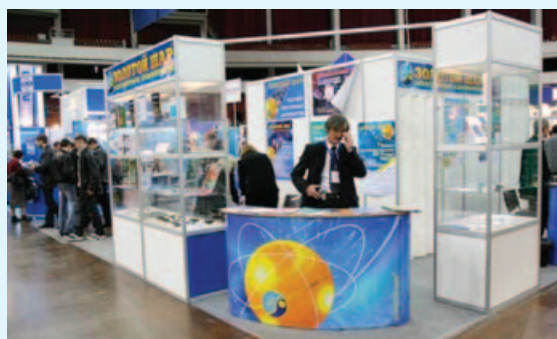
Материал подготовлен с согласия компании ABB Entelec.



i Выставка "РАДЭЛ" – мнения расходятся

Ну где еще можно продемонстрировать достижения фирмы и показать новинки продукции? Где можно в доверительной беседе убедить в своей полезности представителей других фирм и сделать их потенциальными партнерами или вашими покупателями? Конечно же, на выставках. 14–17 ноября 2006 году в Санкт-Петербурге состоялась крупнейшая на Северо-Западе шестая специализированная выставка "Радиоэлектроника и специализированное оборудование" ("РАДЭЛ").

"РАДЭЛ" – это главная выставка Северо-Западного региона в области радиоэлектроники и средств автоматизации. В короткие сроки она стала одной из лучших региональных выставок. Это подтверждают количество, состав и география ее участников. Так, если на выставке 2004 года было 150 участников, то в 2006 году – 300. Среди них "ИТС Электроникс", "Абрис СПб", АВИТОН, ООО "Универсал-прибор", компания "Элтех", НПФ "Диполь", компания "Платан", "Диал Электролюкс", дистрибьюторы всемирно известных компаний – Analog Devices, NEC, Sony-Ericsson, Honeywell и др. Примерно 80% экспонентов – постоянные участники выставки.



Тем не менее, в этом году выставка неприятно поразила. На удивительно низком уровне была ее организационная сторона. В день открытия первые посетители часа два вынуждены были пробираться по залу между груд неубранного мусора. Да и в течение всей выставки работа обеспечивающих служб была весьма далека от совершенства. Посетители будто чувствовали организационные неувязки и на выставку явно не спешили. По сравнению с прошлым годом в павильоне "Радиоэлектроника" их было крайне мало. Специалистов вообще почти не было, в основном по стендам ходили студенты и случайные посетители. А в тре-



тий-четвертый день и их практически не стало. Но в павильоне "Системы автоматизации" царил явное оживление. Там с посетителями-специалистами было явно лучше, экспоненты были довольны.

В рамках деловой программы выставки проходил форум "Комплекующие, технологии, оборудование радиоэлектроники и машиностроения" в виде семинаров фирм-экспонентов. В основном речь шла о продукции иностранных фирм. Это новые программы поставок Vishal, Maxim, Mitsubishi, IR, обзор компонентов Mimix Broadband и Integra Technologgies, профессиональные источники питания Delta Electronika. Фирма "Прософт" представила новое имя на российском рынке полупроводниковой светотехники – Xlight, сообщила о продукции компаний Anadigm и Nordic Semiconductor. Помимо этого обсуждались не менее важные вопросы бессвинцовой пайки и антистатической защиты в технологии производства современных электронных изделий. По сравнению с прошлым годом семинары организованы были гораздо лучше и привлекли внимание намного большего числа специалистов.

К сожалению, время работы выставки совпало с международной выставкой-ярмаркой в Мюнхене и руководители многих компаний поспешили в Германию. Кроме того, выставка работала только в будние дни – жителей города, как специалистов, так и любителей, лишили возможности познакомиться с последними достижениями радиоэлектроники в свободное от работы время.

Будем надеяться, что проблемы на выставке в этом году были исключением, подтверждающим правило, – специализированная радиоэлектронная выставка в Санкт-Петербурге живет, развивается и привлекает внимание все большего числа специалистов.

Е. Прокофьева