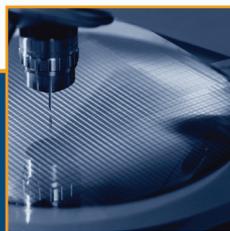
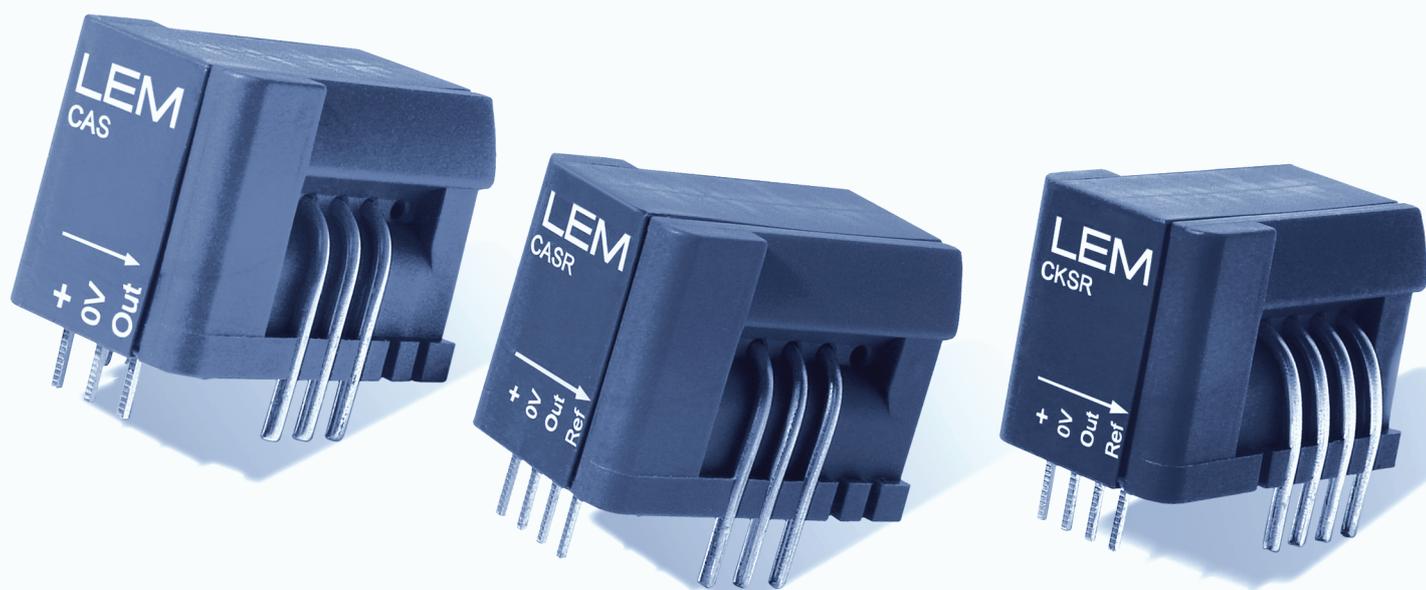


Изолированные датчики тока серий CAS / CASR / CKSR для измерений в диапазоне от 1,5 до 50 А<sub>ср.</sub> квадр. с малой погрешностью.



Точность будущего.  
Характеристики будущего.  
Доступны сейчас.



## Изолированные датчики тока серий CAS / CASR / CKSR для измерений в диапазоне от 1,5 до 50 А<sub>ср.кв.адр.</sub> с малой погрешностью

Рынок силовой электроники постоянно меняется и всегда отслеживает новые технологии и улучшения, двигающие прогресс. Чтобы сделать возможным появление изделий с улучшенными характеристиками, измерения тока необходимо производить с максимальным качеством, что также позволит конечному изделию выделиться из других подобных.

Такова человеческая природа, делающая возможным технологический прогресс.

При помощи датчиков тока серий LTS/LTSR, в которых применяется основанная на эффекте Холла технология компенсационного типа совместно со специализированной интегральной схемой (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), специально разработанной для этих изделий, мы считали, что достигли оптимального уровня характеристик, тем не менее, это было сделано без принятия во внимание бесконечности человеческой природы.

Рынок потребовал еще более высокой точности во всем диапазоне температур при сохранении низкой стоимости, и компания LEM решила достигнуть этой цели.

И LEM предложила решение — серии датчиков тока CAS / CASR / CKSR, обеспечивающие измерения номинального тока от 1,5 до 50 А<sub>ср.кв.адр.</sub>

Основанная на эффекте Холла технология уже была неспособна решить эти задачи. Даже если применялась технология компенсационного типа и специализированная ИС, как это было сделано в семействе LTS, позволившем получить значительное улучшение технических характеристик, касающихся, в особенности, точности и габаритов датчиков.

Технология Fluxgate была выбрана, так как позволяла достигнуть обе возможные цели: повышение точности и снижение цены. Все это без ухудшения преимуществ изделий серии LTS, таких как габаритные размеры,

динамические характеристики, широкий диапазон измерений и т.д.

Компания LEM уже применяла множество технологий Fluxgate в прошлом, и вопрос состоял только в том, чтобы найти ту, которая обеспечит наилучший компромисс между стоимостью, габаритными размерами и характеристиками.

Чтобы изделие можно было применять в типичных промышленных разработках, должен соблюдаться критерий изоляции, в связи с чем особенное внимание было обращено на конструирование механической части.

Несмотря на то, что мы могли уменьшить габаритные размеры, даже когда никто не мог бы и подумать, что это все еще возможно сделать, изоляционные характеристики допускают применение в стандартных промышленных разработках без особого монтажа с номинальным напряжением изоляции до 1000 В<sub>ср.кв.адр.</sub> (простая изоляция в соответствии со стандартом EN 50178 с параметрами OV 3, PD2).

Модели серий CAS / CASR / CKSR были разработаны специально, чтобы соответствовать технологическому прогрессу в приводах и инверторах в промышленных рабочих условиях, требующих повышенных характеристик в таких областях, как:

- синфазные помехи;
- температурный дрейф (смещение и усиление);
- точность (на всем температурном диапазоне);
- время отклика;
- изоляция;
- габаритные размеры.

# Технология датчиков серий CAS / CASR / CKSR: Технология Fluxgate компенсационного типа

Датчики тока компенсационного типа измеряют ток в широком диапазоне частот, включая постоянный ток. Они обеспечивают бесконтактную связь с током, который необходимо измерить, а также безопасную гальваническую развязку и высокую надежность. Их выходной сигнал точен и является отображением первичного тока с высоким разрешением и очень короткой задержкой.

В диапазоне повышенных частот эти датчики работают точно тем же образом, как (пассивные) токовые трансформаторы, где относительно малое индуцированное напряжение во вторичной обмотке способно создавать вторичный ток, протекающий по вторичной обмотке и, что более важно, через нагрузочное сопротивление. Небольшое индуцированное напряжение эквивалентно небольшому магнитному потоку в магнитном сердечнике, лежащему в основе высокой точности (малый поток также означает небольшую разницу между связью по току<sup>1</sup> в первичной и вторичной обмотке).

Для постоянного тока и низких частот индуцированное напряжение слишком низкое, чтобы быть в состоянии создавать вторичный ток, и погрешность простых токовых трансформаторов будет повышаться с понижением частоты. В этой области плотность магнитного потока в сердечнике измеряется чувствительным элементом и к вторичной цепи прилагается напряжение, которое в итоге поддерживает плотность магнитного потока в районе нуля, эффективно создавая контрольную цепь обратной связи.

Единственным основным различием между датчиками серий CAS / CASR / CKSR и обычными датчиками компенсационного типа компании LEM является то, что элемент Холла, применяемый для обратной связи заменен на Fluxgate-детектор. Движущей силой этого выбора является необходимость «лучшей» обратной связи, которая в основном означает большее напряжение связи по току — величина, называемая «восприимчивость разомкнутой цепи». В эквивалентной электрической схеме нулевой выход датчика тока (традиционно называемый «смещением» по аналогии с операционными усилителями) будет в меньшей степени зависеть от

изменений в электронной части (например, изменений смещения применяемых операционных усилителей), если восприимчивость разомкнутой цепи выше.

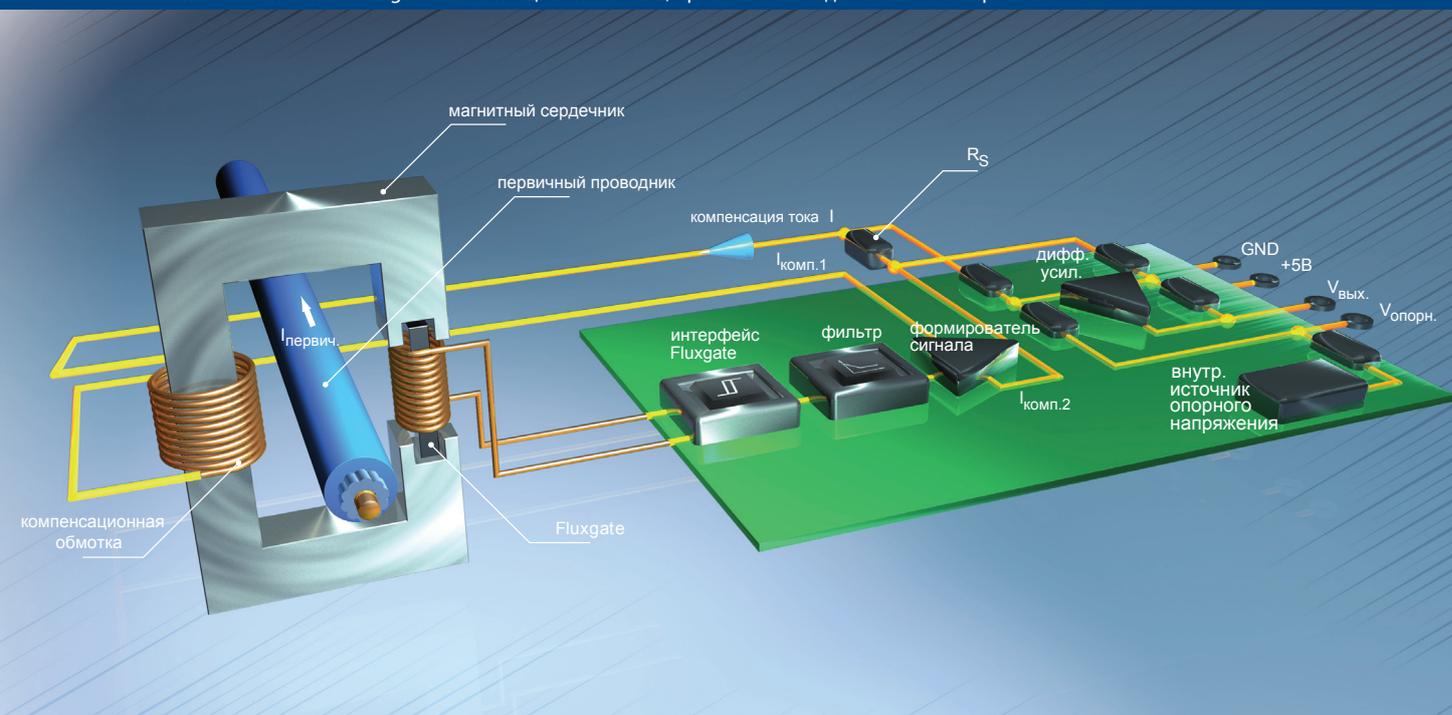
Сложность датчиков тока на основе технологии Fluxgate сравнима со сложностью датчиков на основе микросхемы с датчиком Холла. Как и в последнем случае, в этих датчиках применяется некоторая обработка и синхронное выпрямление сигнала переменного тока. В дополнение к этому необходим Fluxgate-детектор. К счастью, этот Fluxgate-детектор всего лишь очень простой маленький соленоид с крошечной магнитомягкой полоской, применяемой в качестве сердечника датчика. Из-за сложности сигнальной цепи применяется интегральная микросхема, чтобы оставаться на конкурентном ценовом уровне с датчиками тока на основе эффекта Холла. Эта интегральная схема вместе с Fluxgate-детектором образует генератор, вводя детектор в насыщение каждый полупериод на частоте в несколько сотен килогерц. Эффект, применяемый для детектирования остаточного потока в основном сердечнике датчика, заключается в том факте, что при присутствии магнитного потока в магнитопроводе при такой конфигурации будет происходить изменение скважности напряжения возбуждения.

Этапы обработки сигнала в интегральной микросхеме включают в себя демодуляцию импульсов изменяющейся скважности, компенсацию частотного отклика, интегратор и мостовой усилитель, который обеспечивает вторичный ток. Эта архитектура выхода способна обеспечить повышенное (удвоенное) напряжение во вторичной цепи по сравнению с одиночным выходным каскадом при подключении другой стороны цепи к опорному потенциалу, обычно 2,5 В.

В этой конфигурации нагрузочное (или измерительное) сопротивление оказывается плавающим. Поэтому, чтобы получить на выходе сигнал относительно некоторого фиксированного напряжения, применяется дифференциальный усилитель, который также является частью интегральной микросхемы.

<sup>1</sup> связь по току — это технический термин, обозначающий ток, умноженный на количество витков.

Рис. 1. Технология Fluxgate компенсационного типа, применяемая в датчиках тока серий CAS / CASR / CKSR.



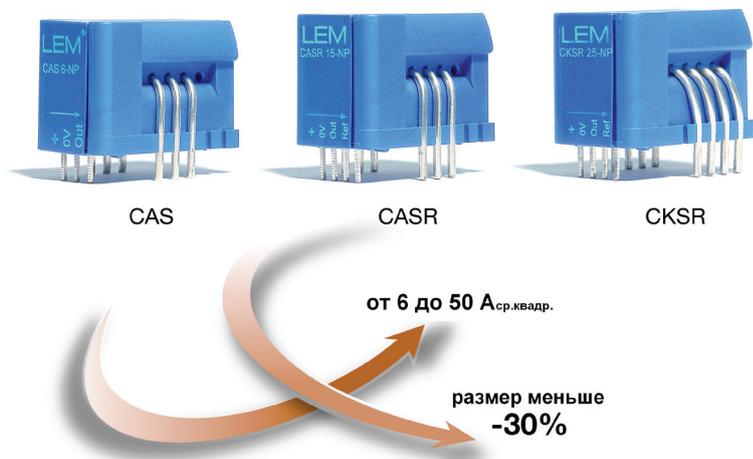
## Детали конструкции и габаритные размеры

Серии CAS / CASR / CKSR были разработаны для измерения тока от 6 до 50 А<sub>ср.кв.др.</sub> с очень компактными габаритными размерами в сравнении с существующими датчиками тока, основанными на различных технологиях, которые позволяют достичь подобных электрических характеристик.

Более того, для покрытия диапазона токов от 6 до 50 А<sub>ср.кв.др.</sub> применена одна компактная конструкция, включающая 4 стандартных модели (модели на 6 А, 15 А, 25 А и 50 А) для каждой из серий CAS, CASR, CKSR.

Конструкция датчиков серий CAS/CASR/CKSR **на 30 % меньше** по высоте, чем датчики серии LTS (основаны на эффекте Холла компенсационного типа с применением специализированной интегральной микросхемы): 16,5 мм по высоте против 24 мм. Выигрыш по высоте 7,5 мм!

Там, где датчики серий LTS и LTSR были ограничены наибольшим номинальным током в 25 А<sub>ср.кв.др.</sub> (модели LTS 25-NP и LTSR 25-NP соответственно), серии CAS / CASR / CKSR предлагаются с моделями, предназначенными для измерения номинального тока 50 А<sub>ср.кв.др.</sub>. Годы на рынке требовались 100%-монтажные на печатные платы датчики тока на 50 А<sub>ср.кв.др.</sub> с однополярным питанием +5 В подобного класса точности.



### Габаритные размеры датчиков

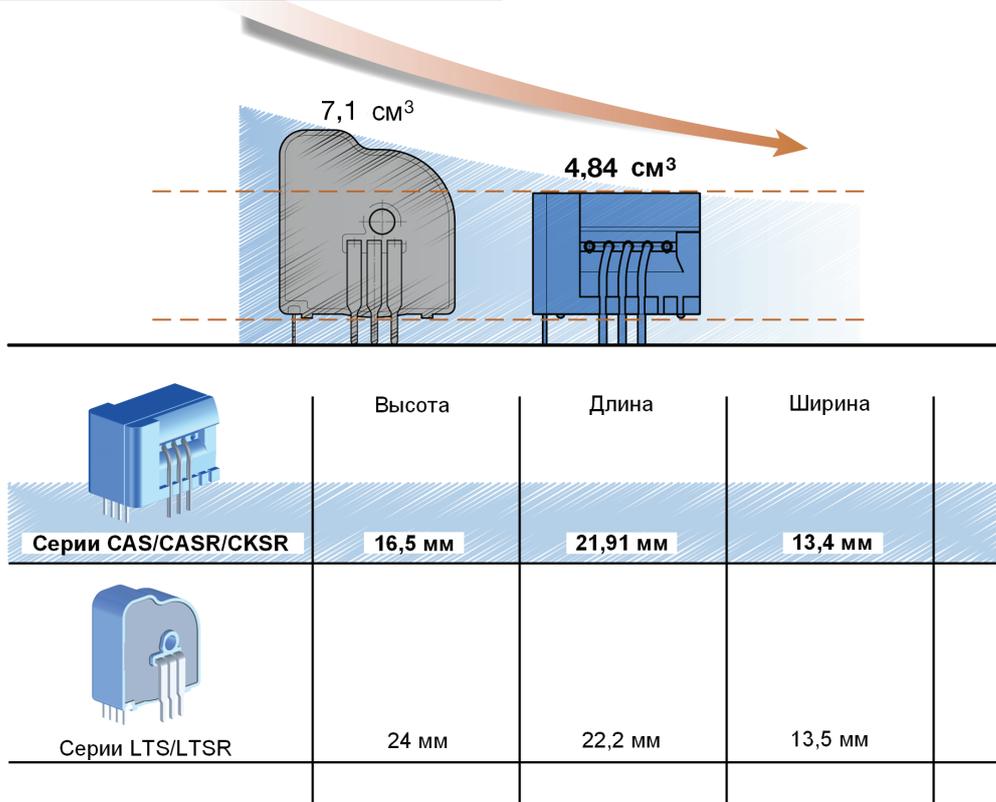


Рис. 2. Серии CAS / CASR / CKSR: на 30 % меньше по сравнению с моделями серий LTS / LTSR.

## Мультифункциональная первичная цепь

В конструкции CAS и CASR применяются три U-образных первичных вывода, встроенных в корпус, предоставляющие разработчику большую гибкость для совершенной адаптации диапазона измерений датчика тока под свое изделие.

На рисунке 4а изображены различные варианты подключения.

Количество витков в первичной обмотке	Номинальный ток первичной обмотки (ср. квадрат.) $I_{\text{первич}}$ [A]	Номинальное* выходное напряжение $V_{\text{вых}}$ [В]	Сопротивление первичной обмотки $R_{\text{первич}}$ [мОм] (типич.) при +25°С	Рекомендуемое подключение
1	$\pm 25$	$2,5 \pm 0,625$	0,24	
2	$\pm 12$	$2,5 \pm 0,600$	1,08	
3	$\pm 8$	$2,5 \pm 0,600$	2,16	

\* Выходное напряжение модели CASR 25-NP с внутренним источником опорного напряжения.

Рис. 4а. Возможны различные варианты диапазонов номинального тока в соответствии с конфигурацией цепи первичного тока (как пример: CAS или CASR 25-NP).

Вариант 1

Вариант 2

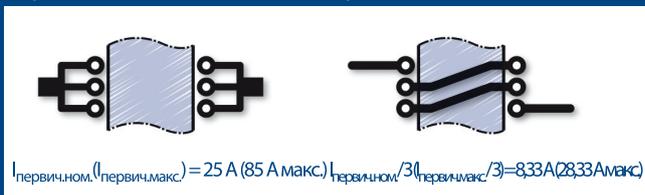


Рис. 4б. Два крайних случая подключения цепи первичного тока (как пример: CAS или CASR 25-NP)

Когда все три U-образных контакта подключаются параллельно (вариант 1 на рис. 4б), пользователь имеет возможность измерить максимальный номинальный первичный ток.

Вариант 2 (рис. 4б) относится к последовательному подключению первичных выводов и приводит к сокращению номинального диапазона измерения в 3 раза, но имеет в 3 раза большую точность для небольших токов.

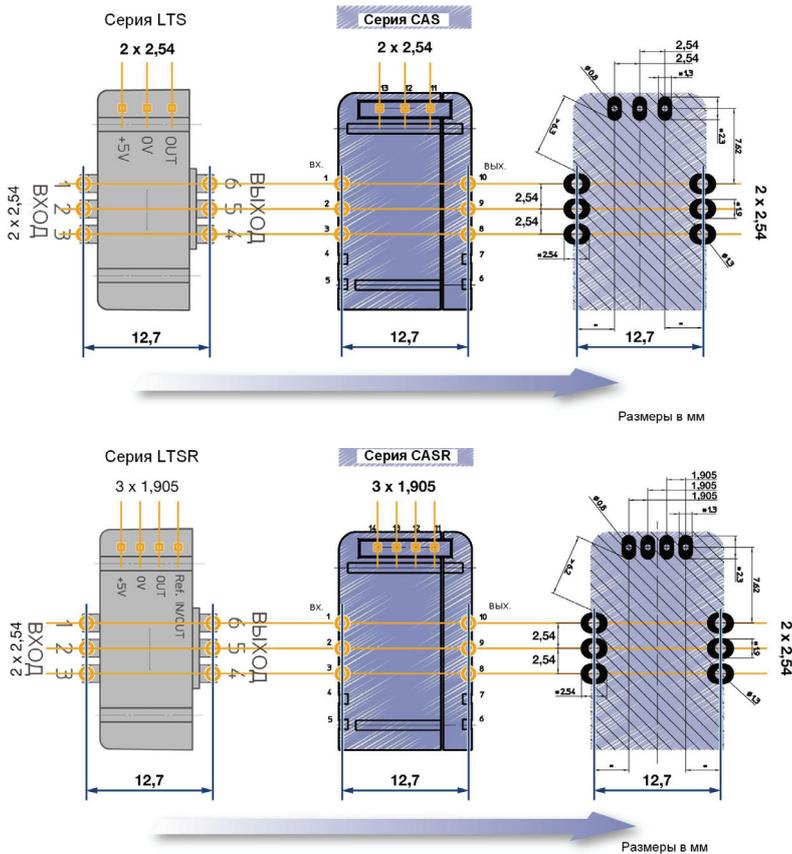


Рис. 3. Датчики серий CAS и CASR можно установить на посадочное место датчиков серий LTS и LTSR.

Модели серий CAS/CASR на 100% совместимы с моделями серий LTS и LTSR относительно монтажного посадочного места и также со всеми другими моделями, представленными на рынке, с теми же посадочными местами, что и датчики серий LTS/LTSR.

## Различия в конструкции датчиков серий CAS / CASR / CKSR

Модель	3D изображение	номинальный ток	Кол-во вторичных выводов	ВХОД/ВЫХОД опорного напряжения (см. ниже)*	Кол-во первичных пар выводов	Длина пути утечки	Изоляционное расстояние (воздушный зазор)	Чертеж посадочного места	Совместимость с посадочными местами LTS и LTSR
<b>Серия CAS</b>									
CAS 6-NP		6	3	НЕТ	3	7,7 мм	7,7 мм		LTS 6-NP
CAS 15-NP		15	3	НЕТ	3	7,7 мм	7,7 мм		LTS 15-NP
CAS 25-NP		25	3	НЕТ	3	7,7 мм	7,7 мм		LTS 25-NP
CAS 50-NP		50	3	НЕТ	3	7,7 мм	7,7 мм		LTS
<b>Серия CASR</b>									
CASR 6-NP		6	4	ДА	3	7,5 мм	7,5 мм		LTSR 6-NP
CASR 15-NP		15	4	ДА	3	7,5 мм	7,5 мм		LTSR 15-NP
CASR 25-NP		25	4	ДА	3	7,5 мм	7,5 мм		LTSR 25-NP
CASR 50-NP		50	4	ДА	3	7,5 мм	7,5 мм		LTSR
<b>Серия CKSR</b>									
CKSR 6-NP		6	4	ДА	4	8,2 мм	8,2 мм		/
CKSR 15-NP		15	4	ДА	4	8,2 мм	8,2 мм		/
CKSR 25-NP		25	4	ДА	4	8,2 мм	8,2 мм		/
CKSR 50-NP		50	4	ДА	4	8,2 мм	8,2 мм		/

\* Опорное напряжение от внутреннего источника выдается на вторичном выводе, либо на этот вывод подается опорное напряжение от внешнего источника.

Датчики серии CKSR имеют дополнительный вывод первичной обмотки (общее количество выводов первичной обмотки 4) в отличие от моделей серии CAS и CASR (имеют 3 вывода первичной обмотки), что делает их несовместимыми по посадочному месту с данными 8 моделями. Используя один из 4-х возможных вариантов подключения выводов первичной обмотки: (рис. 5) возможно измерять номинальный ток от 1,5 A<sub>rms</sub> с характеристиками, приведенными в техническом описании CKSR 6-NP.

При различных вариантах подключения выводов первичной обмотки, ток, измеряемый датчиком, остается на уровне 6 A<sub>ср. квадр.</sub> (его проектный номинальный ток), так например при последовательно подключенных выводах первичной обмотки образуются 4 петли первичного тока (вместо 1 при параллельном подключении) в отверстии датчика.

Таким образом, 4 витка, по 1,5 А, в результате дают ток в 6 ампер-витков.

Количество первичных витков	Среднеквадратичный первичный номинальный ток I <sub>ПЕРВИЧ.НОМ.</sub> [А]	Номинальное* напряжение на выходе V <sub>ВЫХ.</sub> [В]	Первичное сопротивление R <sub>ПЕРВИЧ.</sub> [МОм] (типич.) при +25°С	Рекомендуемое подключение
1	± 6	2,5 ± 0,625	0,18	
2	± 3	2,5 ± 0,625	0,72	
3	± 2	2,5 ± 0,625	1,8	
4	± 1,5	2,5 ± 0,625	2,88	

\* Напряжение на выходе CKSR 6-NP с внутренним источником опорного напряжения.

Рис. 5. Различные возможные диапазоны номинального тока в соответствии с конфигурацией цепи первичного тока — например, модель CKSR 6-NP позволяет производить измерения номинального тока от 1,5 до 6 A<sub>ср. квадр.\*</sub>

Благодаря своей конструкции модели серии CKSR обеспечивают повышенный уровень изоляции

Посадочное место первичного вывода серии CKSR отличается от посадочных мест моделей серии CAS и CASR.

Благодаря этому отличию первичного посадочного места достигается увеличение длины пути утечки и изоляционного расстояния.

Это может представлять интерес в случае, если требуется повышенный уровень изоляции для конструкций, работающих при повышенном рабочем напряжении относительно номинального уровня.

Длина пути утечки и воздушный зазор для моделей серии CKSR составляют 8,2 мм.

Рассмотрим пример, чтобы увидеть, какие преимущества это дает.

Условия применения:

- Длина пути утечки: 8,2 мм
- Воздушный зазор: 8,2 мм
- Сравнительный индекс трекинговости (CTI): 600 В (группа I)
- Категория перегрузки по напряжению (OV): III
- Степень загрязнения (PD): 2

**Базовая или одинарная изоляция:**

В соответствии со стандартами EN 50178 и МЭК 61010-1:

При воздушном зазоре в 8,2 мм, PD2 и OV III номинальное напряжение изоляции составляет 1000 В<sub>ср. квадр.</sub>

Длина пути утечки 8,2 мм, PD2 и CTI 600 В (группа I) обеспечивает возможное номинальное напряжение изоляции 1600 В<sub>ср. квадр.</sub>

В итоге, при этих условиях применения возможное номинальное напряжение изоляции составляет 1000 В<sub>ср. квадр.</sub> (минимальное значение, при данной длине пути утечки и воздушном зазоре).

**Усиленная изоляция:**

Рассмотрим усиленную изоляцию для тех же значений длины пути утечки и воздушного зазора:

При рассмотрении вопроса определения размеров для усиленной изоляции, с точки зрения воздушного зазора, при OV III и в соответствии со стандартами EN50178 и МЭК 61010-1 номинальное напряжение изоляции вне зависимости от степени загрязнения задано значением 450 В<sub>ср. квадр.</sub> (интерполяция) или 300 В<sub>ср. квадр.</sub> (без интерполяции).

С точки зрения длины пути утечки, при определении размеров для усиленной изоляции, принимаемая во внимание длина пути утечки должна быть равна реальной длине пути утечки деленной на 2, то есть  $8,2 / 2 = 4,1$  мм.

При этом значении, PD2 и CTI 600 В (группа I) возможное номинальное напряжение изоляции составляет 800 В<sub>ср. квадр.</sub>

В итоге, возможное номинальное напряжение при усиленной изоляции при данных условиях применения составляет 450 В<sub>ср. квадр.</sub> (интерполяция) или 300 В<sub>ср. квадр.</sub> (без интерполяции) (минимальное значение, при данной длине пути утечки и разделительной дистанции).

В случае промышленного применения, опираясь только на стандарт EN 50178, возможное усиленное номинальное напряжение изоляции при данных условиях применения составляет 600 В<sub>ср. квадр.</sub>

В моделях CASR без применения особенного посадочного места и длина пути утечки, и воздушный зазор составляют 7,5 мм.

При тех же условиях применения, как в предыдущем примере с CKSR, результат будет следующим:

В соответствии со стандартами EN50178 и МЭК 61010-1:

**Базовая или одинарная изоляция** → Номинальное напряжение изоляции: 600 В<sub>ср. квадр.</sub>

**Усиленная изоляция** → Номинальное напряжение изоляции: 404 В<sub>ср. квадр.</sub> (при интерполяции) или 300 В<sub>ср. квадр.</sub> (без интерполяции).

В моделях CAS без использования особенного посадочного места и длина пути утечки, и воздушный зазор составляют 7,7 мм (дистанции больше по сравнению с моделями CASR, так как в этих моделях только 3 вторичных вывода против 4 в моделях CASR).

При тех же условиях применения, как в предыдущем примере с CKSR, результат будет следующим:

В соответствии со стандартами EN50178 и МЭК 61010-1:

**Базовая или одинарная изоляция** → Номинальное напряжение изоляции: 600 В<sub>ср. квадр.</sub>

**Усиленная изоляция** → Номинальное напряжение изоляции: 417 В<sub>ср. квадр.</sub> (при интерполяции) или 300 В<sub>ср. квадр.</sub> (без интерполяции).

(Примечание: все приводимые расчеты выполнены с длиной пути утечки и воздушного зазора датчика, не установленного на печатную плату).

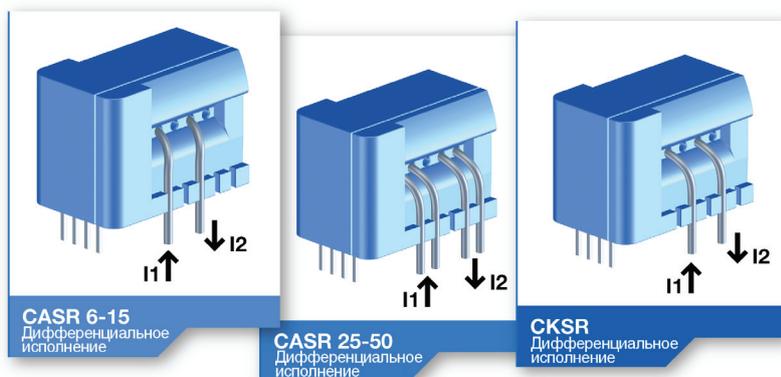


Рис. 6: Множество возможностей измерения дифференциального тока ( $I = I1 - I2$ ).

Измерение дифференциальных токов также возможно с применением специальных исполнений моделей серий CAS, CASR and CKSR (рис. 6). Данные модели предоставляются по запросу. Измеряемый ток является разницей токов  $I1 - I2$ . Из соображений изоляции (длины пути утечки и разделительной дистанции), эти модели разработаны так, чтобы обеспечить достаточное пространство между 2 первичными проводниками, несущими 2 противоположно направленных тока (из-за возможной разницы потенциалов между двумя фазами).

## Электрические характеристики

Датчики тока серий CAS / CASR / CKSR были спроектированы для работы от однополярного источника питания напряжением +5 В для диапазона номинальных токов от 6 до 50 А<sub>ср. квадр.</sub>

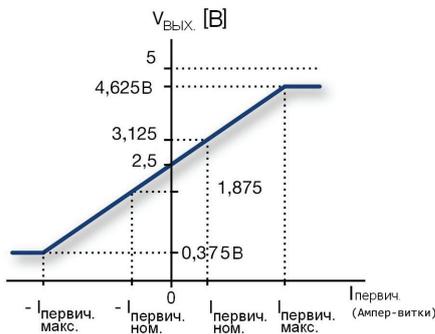
Это распространенный тип питания, применяемый в силовой электронике, для различных микропроцессоров, процессоров цифровой обработки сигналов (DSP), АЦП и т.п.

Модели обеспечивают аналоговое напряжение на выходе относительно опорного напряжения.

По умолчанию, это опорное напряжение — внутреннее опорное напряжение датчика: 2,5 В +/- определенный допуск (пожалуйста, обращайтесь за точными данными к техническому описанию соответствующей модели).

Таким образом, на выходе датчика эти 2,5 В в отсутствие первичного тока можно принять за виртуальный «0» В.

Коэффициент усиления выбран таким, чтобы получить 0,625 В при  $I_{\text{первич.ном.}}$  вне зависимости от применяемой модели (CAS, CASR или CKSR, на 6, 15, 25 или 50 А<sub>ср. квадр.</sub>).



Диапазон напряжения на выходе ограничен 0,375 В для отрицательного диапазона тока и 4,625 В для положительного с центром около 2,5 В, если не применяется внешний источник опорного напряжения.

Размах положительного и отрицательного изменения напряжения составляет 2,125 В и колеблется около уровня внутреннего источника напряжения, фиксированного на значении 2,5 В.

Для определения диапазона измерения, достаточно разделить максимально возможный размах изменения выходного напряжения (положительный и отрицательный) на коэффициент усиления, для интересующей модели.

В общем случае, диапазон измерения, обеспечиваемый каждой моделью, более чем в три раза превышает номинальный ток.

Для моделей на 50 А (CAS 50-NP, CASR 50-NP и CKSR 50-NP) диапазон измерений тока ограничен +/-150 А (тем не менее это в три раза больше номинального тока) (из-за некоторого ограничения тока внутри датчика), что означает только 1,875 В размаха положительного и отрицательного изменения напряжения, из чего вытекает минимальное напряжение на выходе 0,625 В для -150 А и максимальное напряжение на выходе 4,375 В для +150 А.

Однако, для этих моделей на 50 А ограничения для напряжений выходных линий остаются на уровне +0,375 В и +4,625 В.

В моделях серии CASR и CKSR опорное напряжение с внутреннего источника подается на отдельный добавочный вывод  $V_{\text{REF}}$  в отличие от моделей CAS.

Этот вывод является прямым доступом к опорному напряжению, заданному внутренней схемой, равному 2,5 В.

Вывод Ref (опорное напряжение) обладает двумя основными функциональными режимами:

Первый режим называется «выход опорного напряжения». В этом режиме для первичного тока 0 А напряжение на выходе равно напряжению на выводе Ref + смещение в зависимости от применяемой модели (между напряжением на выходе и выводом Ref).

Напряжение, присутствующее на выводе Ref (обычно 2,5 В), остается стабильным несмотря на измерения первичного тока.

Второй режим называется «вход опорного напряжения». В этом режиме можно подавать внешнее напряжение на вывод Ref для использования его вместо опорного напряжения внутреннего источника. Минимальное внешнее напряжение составляет 0 В, максимальное – 4 В. Тем не менее, этот режим определяет различные диапазоны измерения в соответствии с уровнем внешнего источника опорного напряжения (от 0 до 4 В), а также в соответствии с применяемой моделью (на 6, 15, 25 или 50 А).

Для получения дополнительной информации об этих двух режимах, пожалуйста, обратитесь к главе «Советы по применению».

При нулевом первичном токе максимальное потребление тока датчиком составляет 20 мА. При первичном токе больше нуля датчик потребляет 20 мА максимум + (величина первичного тока, деленная на количество используемых в датчике витков:  $I_{\text{первич.}} / N_{\text{вторич.}}$ ).

## Точность

Применение технологии Fluxgate компенсационного типа позволяет достичь точности, которая невозможна для технологии, основанной на эффекте Холла компенсационного типа (даже со специализированной интегральной микросхемой).

Некоторые применения требуют большей точности, особенно в части пониженного дрейфа смещения и коэффициента усиления в диапазоне рабочих температур.

Модели CAS / CASR / CKSR достигают точности 0,8% от  $I_{\text{первич.ном.}}$  при +25°C вне зависимости от модели и следующих значений точности при +85°C:

CAS: от 2,5 до 3% от  $I_{\text{первич. ном.}}$

CASR: от 1,2 до 1,8% от  $I_{\text{первич. ном.}}$

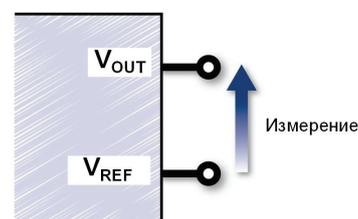
CKSR: от 1,2 до 1,8% от  $I_{\text{первич. ном.}}$

Как видно, точность моделей серии CAS ниже, чем точность моделей серии CASR и CKSR.

Это объясняется следующим: в моделях серии CAS не обеспечен вывод опорного напряжения внутреннего источника, и вследствие этого напряжение на выходе включает погрешность опорного напряжения.

Этого не происходит с моделями серий CASR и CKSR, в которых обеспечен вывод опорного напряжения внутреннего источника и возможность подачи опорного напряжения от внешнего источника. В процессе применения этих моделей (CASR и CKSR) напряжение на выходе ( $V_{\text{OUT}}$ ) обычно измеряется относительно напряжения на выводе опорного напряжения (которое применяется в качестве опорного для всей электронной схемы изделия).

Значение опорного напряжения на этом выводе хорошо известно и находится под управлением (используется и, как правило, управляется микроконтроллером или процессором цифровой обработки сигнала); микроконтроллер может легко выдать первоначальное смещение при +25°C в отсутствие первичного тока.



Также возможно нейтрализовать дрейф опорного напряжения во всем температурном диапазоне, применяя тот же самый метод.

Применение технологии Fluxgate компенсационного типа позволило достигнуть значительно более высоких значений следующих параметров:

- Первоначальное смещение при +25°C
- Дрейф смещения
- Дрейф коэффициента усиления

Это выражено в следующих таблицах (Рис. 7: Сравнение моделей серий CAS и LTS ; CASR и LTSR).

		CAS 6-NP		LTS 6-NP		CAS 15-NP		LTS 15-NP		CAS 25-NP		LTS 25-NP	
													
Номинальный ток, $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	A	6		15		25							
Диапазон измерения	A	20	19,2	51	48	85	80						
Время отклика	мкс	< 0,3	0,4	< 0,3	0,4	< 0,3	0,4						
Полоса пропускания ( $\pm 1$ дБ)	кГц	200	200	200	200	200	200						
Уровень выходного шума, 100Гц..10кГц (типич.)	мВ <sub>РАЗМАХ</sub>	2,4	10	1,0	4,2	0,6	2,5						
Выход		Напряжение		Напряжение		Напряжение							
Чувствительность	мВ/А	104,2		41,7		25,0							
Погрешность чувствительности (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6						
Дрейф смещения (25°C .. 85°C) (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	1,92	4,8	1,68	2,9	1,44	2,4						
Дрейф чувствительности (25°C .. 85°C) (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,24	0,3	0,24	0,3	0,24	0,3						
Нелинейность (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1						
Точность при +25 °C (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,70						
Точность при at +85 °C (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	3,0	5,80	2,7	3,58	2,5	3,40						
Смещение (макс.)	мВ	10,4	25	7,1	25	6,3	25						
Диапазон рабочих температур	°C	-40 .. 85		-40 .. 85		-40 .. 85							

		CASR 6-NP		LTSR 6-NP		CASR 15-NP		LTSR 15-NP		CASR 25-NP		LTSR 25-NP	
													
Номинальный ток, $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	A	6		15		25							
Диапазон измерения	A	20	19,2	51	48	85	80						
Время отклика	мкс	< 0,3	0,4	< 0,3	0,4	< 0,3	0,4						
Полоса пропускания ( $\pm 1$ дБ)	кГц	200	200	200	200	200	200						
Уровень выходного шума, 100Гц..10кГц (типич.)	мВ <sub>РАЗМАХ</sub>	1,7	10	0,7	4,2	0,4	2,5						
Выход		Напряжение		Напряжение		Напряжение							
Чувствительность	мВ/А	104,2		41,7		25,0							
Погрешность чувствительности (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6						
Дрейф смещения (25°C .. 85°C) (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,72	3,6	0,48	1,5	0,24	0,9						
Дрейф чувствительности (25°C .. 85°C) (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,24	0,3	0,24	0,3	0,24	0,3						
Нелинейность (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1						
Точность при +25 °C (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	0,8	0,70	0,8	0,70	0,8	0,70						
Точность при at +85 °C (макс.)	% от $I_{\text{ПЕРВИЧ. НОМ.}}$	1,8	4,60	1,5	2,54	1,3	1,90						
Смещение (макс.)	мВ	5,3	25	2,2	25	1,4	25						
Диапазон рабочих температур	°C	-40 .. 85		-40 .. 85		-40 .. 85							

Рис. 7. Сравнение моделей серий CAS и LTS ; CASR и LTSR – электрические характеристики.

## Динамические характеристики

Максимальное время отклика датчиков серий CAS / CASR / CKSR (время отклика определяется при уровне 90 % от  $I_{первич.ном.}$ ) при скачке тока до  $I_{первич.ном.}$  составляет максимум 0,3 мкс (Рис. 8).

Быстрому времени отклика соответствует широкая полоса пропускания до 300 кГц при +/- 3 дБ (Рис. 9).

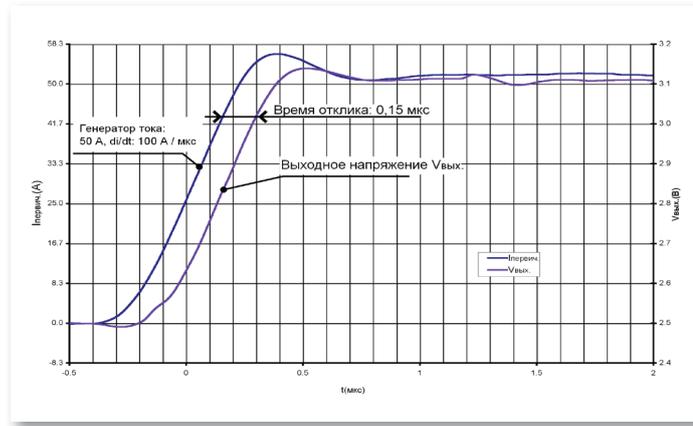


Рис. 8. Время отклика CASR 50-NP на скачок тока 50 А.

Рис. 10а. Типичная реакция на синфазную помеху (Скачок напряжения 1200 В при  $dv/dt = 20$  кВ / мкс)

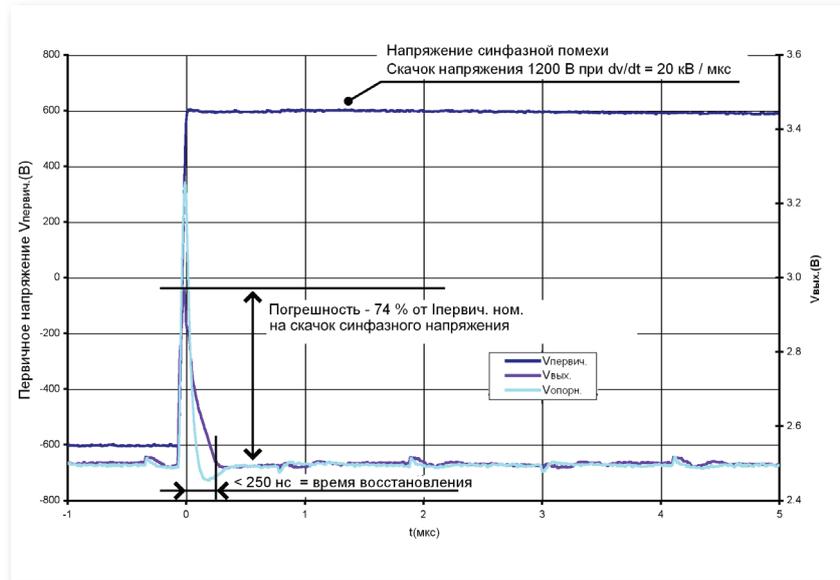
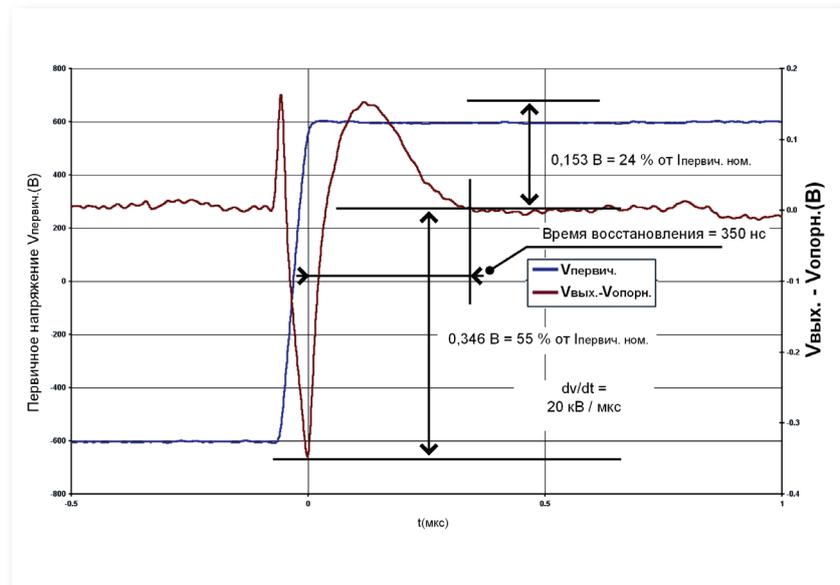


Рис. 10б. CASR 50-NP; типичная реакция на синфазную помеху ;  $V_{вых.} - V_{опорн.}$  ; (Скачок напряжения 1200 В при  $dV/dt = 20$  кВ/мкс)



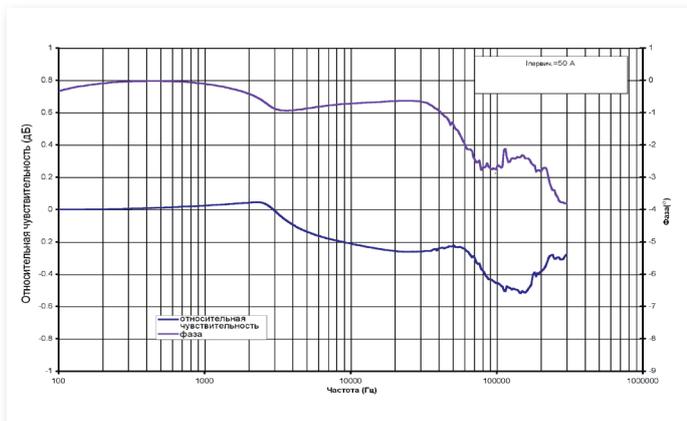


Рис. 9. CASR 50-NP - частотный отклик.

## Реакция на синфазную помеху

Синфазные помехи ( $dv/dt$ ) часто присутствуют в изделиях, в которых применены компоненты с быстрым временем переключения, например, биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT). У высокоэффективных инверторов частота переключения составляет 20 кГц и более.

Результатом воздействия синфазной помехи  $dv/dt$  между первичным проводником и электронной схемой датчика тока является емкостной ток, который воздействует на чувствительные к нему электронные компоненты.

Любой электронный компонент с гальванической развязкой между первичной и вторичной цепью обладает емкостной связью между изолированными потенциалами.

Этот емкостной ток приводит к добавочной погрешности на выходе датчика в течение короткого промежутка времени.

Погрешность, вызванная этими скачками  $dv/dt$ , должна быть сведена к минимуму, чтобы избежать любых нежелательных активаций возможной защитной цепи, которая могла бы привести к отключению устройства.

Этот добавочный шум, вызванный скачками  $dv/dt$ , можно отфильтровать, но лучшим способом является удержание его на максимально возможном низком уровне и максимально кратковременным, тем самым исключая необходимость установки какого-либо дополнительного фильтра.

Например, скачок напряжения со скоростью нарастания 10 кВ/мкс в комбинации с 10 пФ емкостной связи приводит к паразитному выходному току 100 мА. Например, для модели CAS-25NP этот ток будет семикратно превышать номинальный ток.

На рис. 10а изображена реакция на скачок напряжения со скоростью нарастания 20 кВ/мкс и суммарным размахом напряжения 1200 В (от -600 В до +600 В) модели CAS 50-NP.

Благодаря низкой паразитной емкости моделей серий CAS – CASR – CKSR влияние динамической синфазной помехи снижено. Амплитуда выходного импульса на синфазную помеху составляет около 74% от  $I_{\text{первич. ном.}}$ . Необходимо также отметить **очень короткую продолжительность выходного импульса (менее 250 нс)**, который может быть легко отфильтрован. Когда  $V_{\text{вык.}}$  измеряется относительно  $V_{\text{отпорн.}}$ , возмущение на выходе в ответ на  $dv/dt$ , наблюдаемое на выходе, равно разнице между возмущением сигнала  $V_{\text{вык.}}$  и возмущением сигнала  $V_{\text{отпорн.}}$  (рис. 10б). При этих условиях мы можем видеть в сигнале на выходе ( $V_{\text{вык.}} - V_{\text{отпорн.}}$ ) возмущение амплитудой около 55% от  $I_{\text{первич. ном.}}$  во время скачка  $dv/dt$  и 24% от  $I_{\text{первич. ном.}}$  после  $dv/dt$ . Сигнал возвращается в свое нормальное состояние всего лишь через 350 нс после окончания скачка  $dv/dt$ .

## Стандарты

Модели серий CAS / CASR / CKSR были разработаны и испытаны в соответствии с последними признанными во всем мире стандартами для промышленных изделий:

Стандарт EN 50178 «Электронное оборудование для применения в силовых установках» для промышленных приложений является нашим основным стандартом по электрическим, климатическим и механическим параметрам.

Он гарантирует сохранение всех характеристик наших изделий в промышленных рабочих условиях.

Изделия серий CAS / CASR / CKSR отмечены знаком CE, который гарантирует соответствие изделий Европейскому соглашению об электромагнитной совместимости 89/336/EEC и директиве по низковольтному оборудованию. Они также соответствуют производным местным нормам по ЭМС (ЭМС: электромагнитная совместимость).



## Изоляция и безопасность

Стандарты EN 50178 и МЭК 61010-1 («Требования по безопасности электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения») применяются в качестве ссылок для проектирования длины пути утечки и воздушного зазора в отношении необходимых уровней изоляции (номинальное напряжение изоляции) и условий применения (рассматривались ранее на стр. 7).

Номинальный уровень напряжения изоляции для датчиков в «промышленных» приложениях определен в соответствии с несколькими критериями, приведенными в обоих стандартах EN 50178 и МЭК 61010-1. Некоторые критерии зависят от самого датчика, в то время как остальные связаны с применением.

Датчики соответствуют стандарту UL 508C и имеют маркировку UR.



## Надежность и качество

Разумеется, надежность и срок службы гарантированы качеством разработки и производства. Для расчета интенсивности отказов (термоциклирование и/или испытание на влагостойкость и полное определение характеристик изделия в соответствии со стандартами) выполнялись ускоренные испытания.

Кроме того, модели серий CAS / CASR / CKSR были разработаны, чтобы **успешно выдерживать испытание на влагостойкость (85% относительной влажности при температуре +85°C в течение 1000 часов)** (при испытаниях на датчики подается питание).

Модели CAS / CASR / CKSR изготовлены в одном из производственных центров компании LEM, сертифицированных по ISO/TS 16949, ISO 14001, ISO 9001:2000 и IRIS, в которых применяются такие инструменты обеспечения качества, как DPT FMEA, Control Plan, Cpk, R&R, QOS-8D, IPQ и т.п. в дополнение к методике «шесть сигма».

## Фильтрация V<sub>вых.</sub>

Выходной сигнал V<sub>вых.</sub> обладает очень низким выходным импедансом, типовой 2 Ом; он может напрямую работать с емкостной нагрузкой 100 пФ и дает 50% выброс с емкостной нагрузкой 1 нФ. Добавление сопротивления R<sub>f</sub> позволяет подключать нагрузки с большей емкостью. Заметьте, что с сопротивлением R<sub>f</sub> 20 Ом емкость нагрузки должна быть или меньше 1нФ или более 33 нФ, чтобы избежать выброса; с сопротивлением R<sub>f</sub> 50 Ом эта исключает переходные выбросы.

Для получения оптимальных результатов может быть необходимым проведение эмпирической оценки.

Пример: фильтрация типовой частоты внутреннего генератора 450 кГц:

Для получения затухания 20 дБ при 450 кГц частота среза фильтра первого порядка выбирается F<sub>c</sub> = 45 кГц.

Для исключения переходной области сопротивление R<sub>f</sub> выбирается равным 50 Ом.

Тогда фильтрующий конденсатор соответствует рис. 11.

## Сопротивление нагрузки R<sub>L</sub>

Минимальное сопротивление нагрузки составляет 1 кОм.

## Опорное напряжение

Если выход Ref датчика не используется, он не должен подключаться.

Никакая специальная фильтрация для выхода Ref не нужна.

Выход Ref имеет два режима «вход опорного напряжения» и «выход опорного напряжения»:

- В режиме «**выход опорного напряжения**» внутренний прецизионный источник опорного напряжения 2,5 В применяется датчиком в качестве опорной точки для биполярных измерений; этот внутренний источник опорного напряжения подключен к выводу Ref датчика через резистор 680 Ом. Максимальный входной/выходной ток составляет ± 5 мА, для предотвращения выхода за эти границы и используется резистор 680 Ом.

Когда выход Ref подключен к нагрузке, из-за тока утечки и внутреннего сопротивления (680 Ом)

напряжение V<sub>опорн.вых.</sub> (внутреннего источника опорного напряжения) может меняться, и диапазон измерения может сократиться. Чтобы обеспечить диапазон измерений:

- Ток утечки выхода Ref (источник) должен быть ниже 350 мкА, когда нагрузка подключена к напряжению > 2,5 В.
- Ток утечки от вывода Ref (нагрузка) должен быть ниже 4,4 мкА, когда нагрузка подключена к напряжению < 2,5 В.
- В режиме «**вход опорного напряжения**» к выводу Ref подключен внешний источник опорного напряжения в диапазоне от 0 до 4 В и напрямую используется датчиком в качестве опорной точки для измерений.

Внешний источник опорного напряжения V<sub>опорн.</sub> должен обладать способностью:

- Либо выдавать типовой ток  $\frac{V_{ref} - 2.5}{680}$ , типичное максимальное значение при этом будет 2,2 мА, когда V<sub>опорн.</sub> = 4 В.
- Либо потреблять типовой ток  $\frac{2.5 - V_{ref}}{680}$ , типичное максимальное значение при этом будет 3,68 мА, когда V<sub>опорн.</sub> = 0 В.

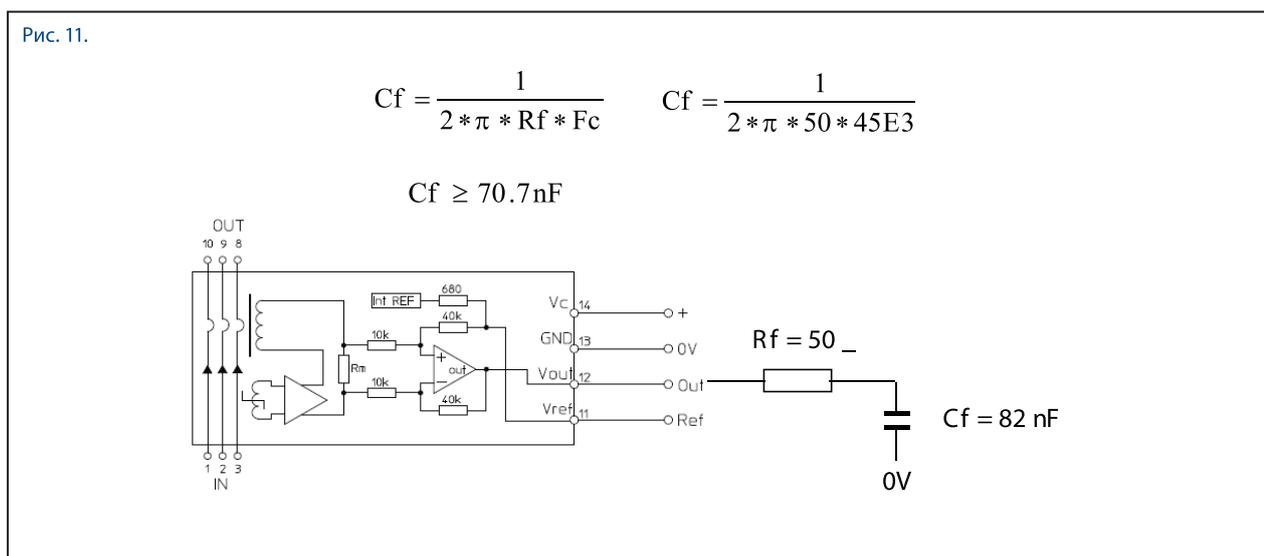
Применяя внешний источник опорного напряжения, датчик проще подключить к таким устройствам как АЦП.

В большинстве применений выход датчика подключен к АЦП, чей выходной сигнал обрабатывается процессором цифровой обработки сигнала (DSP) или микроконтроллером.

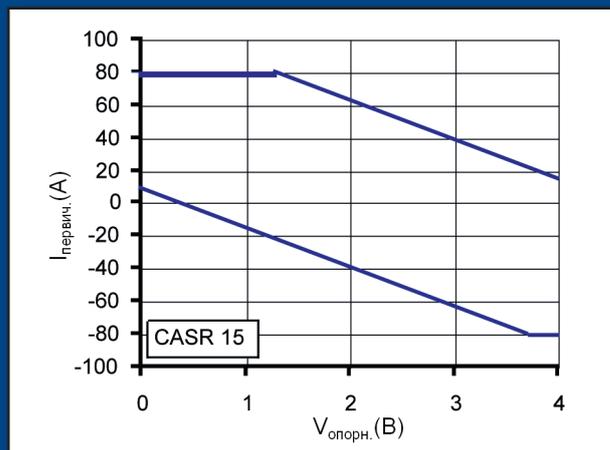
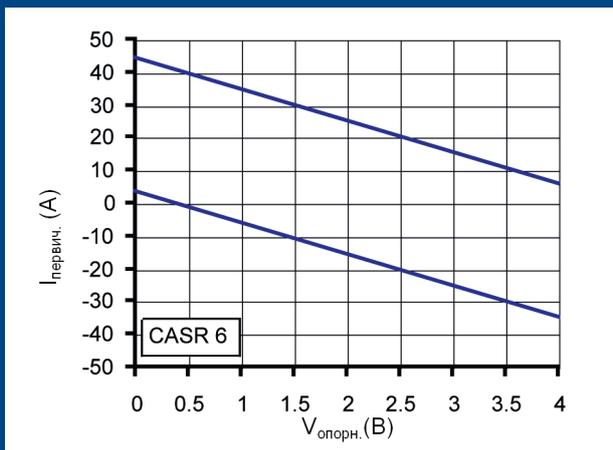
Опорное напряжение внутренних источников этих DSP или АЦП может опускаться до 1,8 В.

В этом применении, если в DSP есть выход внутреннего источника опорного напряжения, вы можете использовать его в качестве опорного для датчика.

Рис. 11.

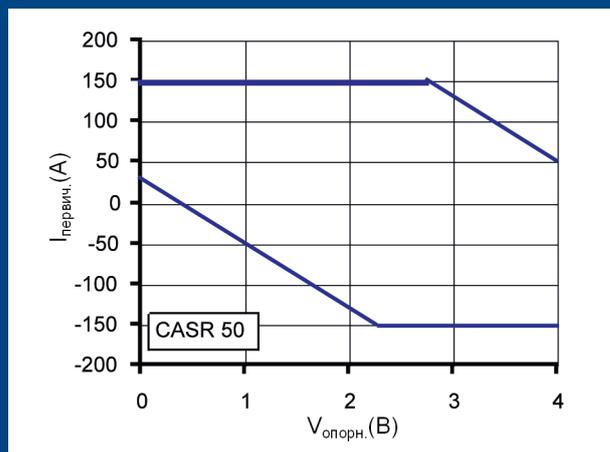
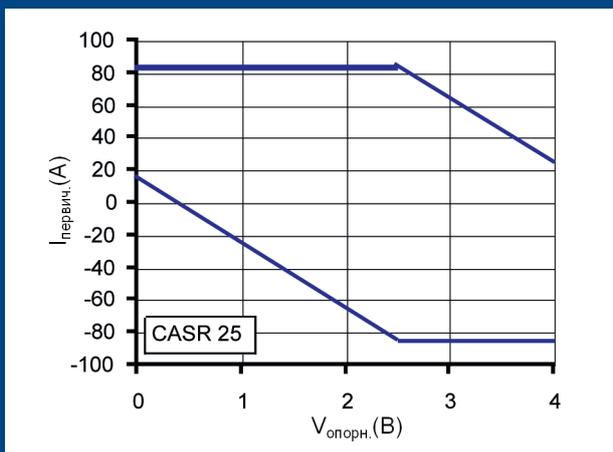


На следующих графиках изображено как диапазон измерения каждого исполнения датчика зависит от значения напряжения внешнего источника опорного питания  $V_{\text{опорн.}}$



Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = -9,6 \times V_{\text{опорн.}} + 44,4$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 4$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -9,6 \times V_{\text{опорн.}} + 3,6$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 4$ В)

Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = -24 \times V_{\text{опорн.}} + 111$ ( $V_{\text{опорн.}} = 1,29 \dots 4$ В)
Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = 80$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 1,29$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -24 \times V_{\text{опорн.}} + 9$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 3,7$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -80$ ( $V_{\text{опорн.}} = 3,7 \dots 4$ В)



Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = -40 \times V_{\text{опорн.}} + 185$ ( $V_{\text{опорн.}} = 2,5 \dots 4$ В)
Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = 85$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 2,5$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -40 \times V_{\text{опорн.}} + 15$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 2,5$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -85$ ( $V_{\text{опорн.}} = 2,5 \dots 4$ В)

Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = -80 \times V_{\text{опорн.}} + 370$ ( $V_{\text{опорн.}} = 2,75 \dots 4$ В)
Верхний предел: $I_{\text{первич.}} = 150$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 2,75$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -80 \times V_{\text{опорн.}} + 30$ ( $V_{\text{опорн.}} = 0 \dots 2,25$ В)
Нижний предел: $I_{\text{первич.}} = -150$ ( $V_{\text{опорн.}} = 2,25 \dots 4$ В)

**Пример с  $V_{\text{опорн.}} = 1,65$  В:**

- Исполнение на 6 А обладает диапазоном измерения от -12,24 А до +28,5 А
- Исполнение на 15 А обладает диапазоном измерения от -30,6 А до +71,4 А
- Исполнение на 25 А обладает диапазоном измерения от -51 А до +85 А
- Исполнение на 50 А обладает диапазоном измерения от -102 А до +150 А

**Пример с  $V_{\text{опорн.}} = 0$  В:**

- Исполнение на 6 А обладает диапазоном измерения от +3,6 А до +44,4 А
- Исполнение на 15 А обладает диапазоном измерения от +9 А до +80 А
- Исполнение на 25 А обладает диапазоном измерения от +15 А до +85 А
- Исполнение на 50 А обладает диапазоном измерения от +30 А до +150 А

## Сопротивление первичного проводника

При 25 °С один первичный проводник обладает сопротивлением 0,72 мОм (типич.)

При 85 °С один первичный проводник обладает сопротивлением 0,88 мОм (типич.)

Количество первичных проводников	Подключение	Температура	Типичное сопротивление
3	Параллельно	25° С	0,24 мОм
4	Параллельно	25° С	0,18 мОм
3	Параллельно	85° С	0,29 мОм
4	Параллельно	85° С	0,22 мОм
3	Последовательно	25° С	2,16 мОм
4	Последовательно	25° С	2,88 мОм
3	Последовательно	85° С	2,64 мОм
4	Последовательно	85° С	3,52 мОм



CAS

CASR

CKSR



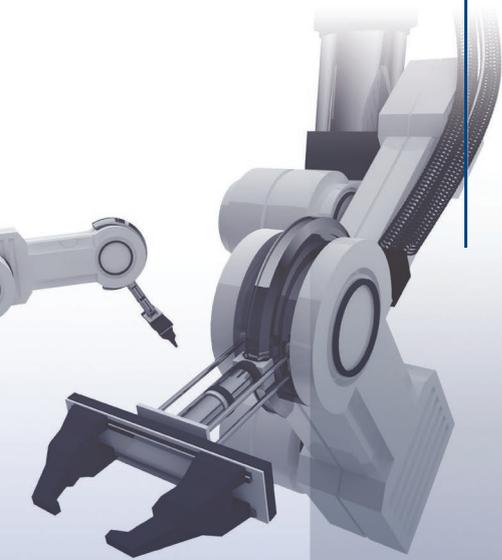
## Типичные применения и заключение

Датчики тока CAS/CASR/CKSR были спроектированы в основном для требований промышленных применений:

- **Хорошая точность**, в широком диапазоне температур (низкое первоначальное смещение, низкий температурный дрейф коэффициента усиления и смещения)
- **Уменьшенный размер**: датчики серий CAS/CASR/CKSR являются самыми компактными на рынке в своей категории (до номинального тока  $50 A_{\text{ср.кв.др.}}$ )
- **Высокая устойчивость к большим перепадам напряжения**
- **Высокая гибкость** для специфических потребительских изделий (широкий выбор диапазонов тока: 6, 15, 25 и  $50 A_{\text{ср.кв.др.}}$ , каждая модель является **многопредельной**, с уникальной компоновкой)
- **Большая длина пути утечки и воздушный промежуток** в моделях CKSR для **повышенной изоляции**
- Измеряют ток без потери точности **от  $1,5 A_{\text{ср.кв.др.}}$**  для модели CKSR 6-NP
- Устойчивы к сложным рабочим условиям применения, таким как **высокая влажность одновременно с высокой температурой**

Эти преимущества особенно важны при использовании в приводах с высокими рабочими характеристиками, инверторах для возобновляемой энергетики, поставляющих энергию в сеть, сервоприводах для производства полупроводниковых подложек или высокоточных роботах, а также для всех видов изделий с низким дрейфом.

Кроме этого, они были созданы, для достижения высоких рабочих характеристик не только сегодня — но также и в далеком будущем, которое вы только можете вообразить.



## Максимальные значения параметров

Параметр	Обозначение	Единицы измерения	Значение
Напряжение питания	$V_{пит.}$	В	7
Температура первичного проводника		°C	110
Класс ESD по модели человеческого тока (HBM)		кВ	4

Параметры, превышающие эти значения, могут вызвать необратимые повреждения. Работа в условиях максимальных значений в течение длительного периода может снизить надежность.

## Характеристики изоляции

Параметр	Обозн.	Ед. измер.	CAS значение	CASR значение	CKSR значение	Примечание
Ср. квадр. испытательное напряжение изоляции переменным током 50/60Гц/1 мин	$V_d$	кВ	4,2	4,1	4,3	
Импульсное напряжение 1,2/50 мкс	$V_w^{\wedge}$	кВ	7,6	7,5	8	
Напряжение изоляции частичного пробоя при 10 пС (ср. квадр.)	$V_e$	В	1000	1000	1000	
Воздушный зазор (первич. - вторич.)	dCl	мм	7,7	7,5	8,2	Кратчайшая дистанция по воздуху
Длина пути утечки (первич. - вторич.)	dCp	мм	7,7	7,5	8,2	Кратчайшая дистанция по корпусу (CAS-CASR) Кратчайшая дистанция внутри корпуса (CKSR)
Длина пути утечки (первич. - вторич.)	-	мм	6,3	6,2	-	При монтаже на печатную плату с рекомендованным посадочным местом (CAS-CASR)
Материал корпуса	-	-	V0 в соотв. с UL 94	V0 в соотв. с UL 94	V0 в соотв. с UL 94	
Сравнительный индекс трекинговости	CTI	В	600	600	600	
Пример применения	-	-	300 В CAT III PD2	300 В CAT III PD2	300 В CAT III PD2	Усиленная изоляция, неоднородное поле в соответствии с EN 50178, EN 61010, МЭК 60364-4-43
Пример применения	-	-	600 В CAT III PD2	600 В CAT III PD2	1000 В CAT III PD2	Простая изоляция, неоднородное поле в соответствии с EN 50178, EN 61010, МЭК 60364-4-43

## Механические характеристики и характеристики внешних условий

Параметр	Обозначение	Ед. измер.	Мин.	Типич.	Макс.	Примечание
Рабочая температура	$T_A$	°C	-40		85	
Температура хранения	$T_S$	°C	-50		105	
Масса	m	г		9		
Стандарты	EN 50178, МЭК 60950-1, МЭК 61010-1, МЭК 61326-1, UL 508C					

## Электрические параметры CAS / CASR / CKSR 6-NP

При  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_C = +5\text{ В}$ ,  $N_p = 1$  виток,  $R_L = 10\text{ кОм}$ , (внутренний источник опорного напряжения для моделей CASR & CKSR), если не указано другое.

Параметр	Обозн.	Единицы измер.	Мин.	Типич.	Max	Примечание
Ср. квадр. первичный номинальный ток	$I_{PN}$	А		6		
Первичный ток, диапазон измерения	$I_{PM}$	А	-20		20	
Количество первичных витков	$N_p$	-		1,2,3		для CAS / CASR
		-		1,2,3,4		для CKSR
Напряжение питания	$V_C$	В	4,75	5	5,25	
Потребление тока	$I_C$	мА		$15 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{мА})}{N_{\text{вторич.}}}$	$20 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{мА})}{N_{\text{вторич.}}}$	$N_{\text{вторич.}} = 1731$ витков
Опорное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{REF}$	В	2,495	2,5	2,505	внутр. источ. опорн. напр. для CASR / CKSR
Опорное напряжение внешнего источника	$V_{REF}$	В	0		4	для CASR / CKSR
Выходное напряжение	$V_{OUT}$	В	0,375		4,625	
Выходное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{OUT}$	В		2,5		для CAS
				$V_{REF}$		для CASR / CKSR
Напряжение электрического смещения	$V_{OE}$	мВ	-10,4		10,4	100% проверено $V_{OUT} - 2,5\text{ В}$ для CAS $V_{OUT} - V_{REF}$ для CASR / CKSR
			-5,3		5,3	
Ток электрического смещения по отношению к первичному	$I_{OE}$	А	-0,1		0,1	100% проверено для CAS
		мА	-51		51	100% проверено для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{REF}$	$TCV_{REF}$	ppm/K		$\pm 5$	$\pm 50$	внутр. ист. опорн. напряж. для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{OUT}$ при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$TCV_{OUT}$	ppm/K		$\pm 10$	$\pm 80$	ppm/K от 2,5 В -40°C .. 85°C for CAS
				$\pm 6$	$\pm 30$	ppm/K от 2,5 В -40°C .. 85°C для CASR / CKSR
Теоретическая чувствительность	Gth	мВ/А		104,2		625 мВ / $I_{PN}$
Погрешность чувствительности	$\epsilon_G$	%	-0,7		0,7	100% проверено
Температурный коэффициент G	TCG	ppm/K			$\pm 40$	-40°C .. 85°C
Погрешность нелинейности	$\epsilon_L$	% от $I_{PN}$	-0,1		0,1	
Ток магнитного смещения ( $10 \times I_{PN}$ ) относительно первичного	$I_{OM}$	А	-0,1		0,1	
Ср. квадр. шум выходного тока (спектральная плотность) при 100Гц..100кГц относительно первичного	$i_{no}$	мкА/Гц <sup>1/2</sup>		36		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CAS
				20		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CASR / CKSR
Размах пульсаций на выходе на частоте генератора $f = 450\text{ кГц}$ (типич.)	-	мВ		40	160	$R_L = 1\text{ кОм}$
Время реакции при 10 % от $I_{PN}$	$t_{ra}$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 18\text{ А/мкс}$
Время отклика при 90 % от $I_{PN}$	$t_r$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 18\text{ А/мкс}$
Полоса пропускания ( $\pm 1\text{ дБ}$ )	BW	кГц	200			$R_L = 1\text{ кОм}$
Полоса пропускания ( $\pm 3\text{ дБ}$ )	BW	кГц	300			$R_L = 1\text{ кОм}$
Общая точность	$X_G$	% от $I_{PN}$			2,5	для CAS
					1,7	для CASR / CKSR
Общая точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	$X_G$	% от $I_{PN}$			4,6	для CAS
					2,6	для CASR / CKSR
Точность	X	% от $I_{PN}$			0,8	
Точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	X	% от $I_{PN}$			3,0	для CAS
					1,8	для CASR / CKSR

## Электрические параметры CAS / CASR / CKSR 15-NP

При  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_C = +5\text{ В}$ ,  $N_p = 1$  виток,  $R_L = 10\text{ кОм}$ , (внутренний источник опорного напряжения для моделей CASR & CKSR), если не указано другое.

Параметр	Обозн.	Едизмер.	Мин.	Типич.	Макс.	Примечание
Ср. квадр. первичный номинальный ток	$I_{PN}$	A		15		
Первичный ток, диапазон измерения	$I_{PM}$	A	-51		51	
Количество первичных витков	$N_p$	-		1,2,3		для CAS / CASR
		-		1,2,3,4		для CKSR
Напряжение питания	$V_C$	V	4,75	5	5,25	
Потребление тока	$I_C$	мА		$15 + \frac{I_{первич.}(\text{мА})}{N_{вторич.}}$	$20 + \frac{I_{первич.}(\text{мА})}{N_{вторич.}}$	$N_{вторич.} = 1731$ витков
Опорное напряжение при $I_{первич.} = 0\text{ А}$	$V_{REF}$	B	2,495	2,5	2,505	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Опорное напряжение внешнего источника	$V_{REF}$	B	0		4	для CASR / CKSR
Выходное напряжение	$V_{OUT}$	B	0,375		4,625	
Выходное напряжение при $I_{первич.} = 0\text{ А}$	$V_{OUT}$	B		2,5		для CAS
				$V_{REF}$		для CASR / CKSR
Напряжение электрического смещения	$V_{OE}$	мВ	-7,1		7,1	100% проверено $V_{OUT} - 2,5\text{ В}$ для CAS
			-2,21		2,21	$V_{OUT} - V_{REF}$ для CASR / CKSR
Ток электрического смещения по отношению к первичному	$I_{OE}$	A	-0,17		0,17	100% проверено для CAS
		мА	-53		53	100% проверено для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{REF}$	$TCV_{REF}$	ppm/K		$\pm 5$	$\pm 50$	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{OUT}$ при $I_{первич.} = 0\text{ А}$	$TCV_{OUT}$	ppm/K		$\pm 7,5$	$\pm 70$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CAS
				$\pm 2,3$	$\pm 20$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CASR / CKSR
Теоретическая чувствительность	Gth	мВ/А		41,67		625 мВ / $I_{PN}$
Погрешность чувствительности	$\epsilon_G$	%	-0,7		0,7	100% проверено
Температурный коэффициент G	TCG	ppm/K			$\pm 40$	- 40°C .. 85°C
Погрешность нелинейности	$\epsilon_L$	% от $I_{PN}$	-0,1		0,1	
Ток магнитного смещения ( $10 \times I_{PN}$ ) относительно первичного	$I_{OM}$	A	-0,1		0,1	
Ср. квадр. шум выходного тока (спектральная плотность) при 100Гц..100кГц относительно первичного	$i_{no}$	мкА/Гц <sup>1/2</sup>		90		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CAS
				20		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CASR / CKSR
Размах пульсаций на выходе на частоте генератора $f = 450\text{ кГц}$ (типич.)	-	мВ		15	60	$R_L = 1\text{ кОм}$
Время реакции при 10 % от $I_{PN}$	$t_{ra}$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 44\text{ А/мкс}$
Время отклика при 90 % от $I_{PN}$	$t_r$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 44\text{ А/мкс}$
Полоса пропускания ( $\pm 1\text{ дБ}$ )	BW	кГц	200			$R_L = 1\text{ кОм}$
Полоса пропускания ( $\pm 3\text{ дБ}$ )	BW	кГц	300			$R_L = 1\text{ кОм}$
Общая точность	$X_G$	% от $I_{PN}$			1,9	для CAS
					1,2	для CASR / CKSR
Общая точность при $T_{окруж.} = 85^\circ\text{C}$	$X_G$	% от $I_{PN}$			3,9	для CAS
					1,9	для CASR / CKSR
Точность	X	% от $I_{PN}$			0,8	
Точность при $T_{окруж.} = 85^\circ\text{C}$	X	% от $I_{PN}$			2,7	для CAS
					1,5	для CASR / CKSR

## Электрические параметры CAS / CASR / CKSR 25-NP

При  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_C = +5\text{ В}$ ,  $N_p = 1$  виток,  $R_L = 10\text{ кОм}$ , (внутренний источник опорного напряжения для моделей CASR & CKSR), если не указано другое.

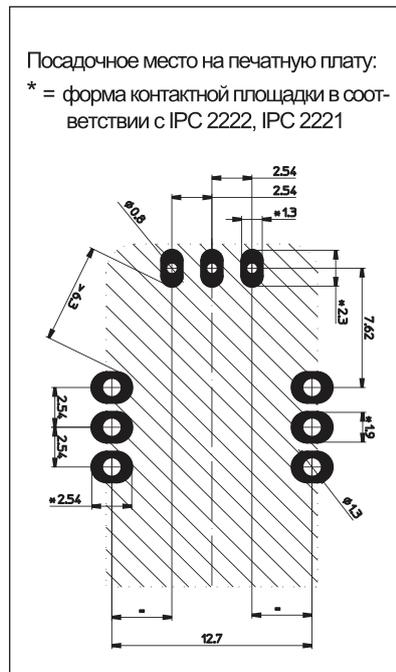
Параметр	Обозн.	Единицы измер.	Мин.	Типич.	Макс.	Примечание
Ср. квадр. первичный номинальный ток	$I_{PN}$	А		25		
Первичный ток, диапазон измерения	$I_{PM}$	А	-85		85	
Количество первичных витков	$N_p$	-		1,2,3		для CAS / CASR
		-		1,2,3,4		для CKSR
Напряжение питания	$V_C$	В	4,75	5	5,25	
Потребление тока	$I_C$	мА		$15 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{мА})}{N_{\text{вторич.}}}$	$20 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{мА})}{N_{\text{вторич.}}}$	$N_{\text{вторич.}} = 1731$ витков
Опорное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{REF}$	В	2,495	2,5	2,505	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Опорное напряжение внешнего источника	$V_{REF}$	В	0		4	для CASR / CKSR
Выходное напряжение	$V_{OUT}$	В	0,375		4,625	
Выходное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{OUT}$	В		2,5		для CAS
				$V_{REF}$		для CASR / CKSR
Напряжение электрического смещения	$V_{OE}$	мВ	-6,25		6,25	100% проверено $V_{OUT} - 2,5\text{ В}$ для CAS $V_{OUT} - V_{REF}$ для CASR / CKSR
			-1,35		1,35	
Ток электрического смещения по отношению к первичному	$I_{OE}$	А	-0,25		0,25	100% проверено для CAS
		мА	-54		54	100% проверено для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{REF}$	$TCV_{REF}$	ppm/K		$\pm 5$	$\pm 50$	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{OUT}$ при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$TCV_{OUT}$	ppm/K		$\pm 6,5$	$\pm 60$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CAS
				$\pm 1,4$	$\pm 10$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CASR / CKSR
Теоретическая чувствительность	Gth	мВ/А		25		625 мВ / $I_{PN}$
Погрешность чувствительности	$\epsilon_G$	%	-0,7		0,7	100% проверено
Температурный коэффициент G	TCG	ppm/K			$\pm 40$	- 40°C .. 85°C
Погрешность нелинейности	$\epsilon_L$	% от $I_{PN}$	-0,1		0,1	
Ток магнитного смещения ( $10 \times I_{PN}$ ) относительно первичного	$I_{OM}$	А	-0,1		0,1	
Ср. квадр. шум выходного тока (спектральная плотность) при 100Гц..100кГц относительно первичного	$i_{no}$	мкА/Гц <sup>1/2</sup>		150		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CAS
				20		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CASR / CKSR
Размах пульсаций на выходе на частоте генератора $f = 450\text{ кГц}$ (типич.)	-	мВ		10	40	$R_L = 1\text{ кОм}$
Время реакции при 10 % от $I_{PN}$	$t_{ra}$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 68\text{ А/мкс}$
Время отклика при 90 % от $I_{PN}$	$t_r$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 68\text{ А/мкс}$
Полоса пропускания ( $\pm 1\text{ дБ}$ )	BW	кГц	200			$R_L = 1\text{ кОм}$
Полоса пропускания ( $\pm 3\text{ дБ}$ )	BW	кГц	300			$R_L = 1\text{ кОм}$
Общая точность	$X_G$	% от $I_{PN}$			1,8	для CAS
					1	для CASR / CKSR
Общая точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	$X_G$	% от $I_{PN}$			3,5	для CAS
					1,5	для CASR / CKSR
Точность	X	% от $I_{PN}$			0,8	
Точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	X	% от $I_{PN}$			2,5	для CAS
					1,3	для CASR / CKSR

## Электрические параметры CAS / CASR / CKSR 50-NP

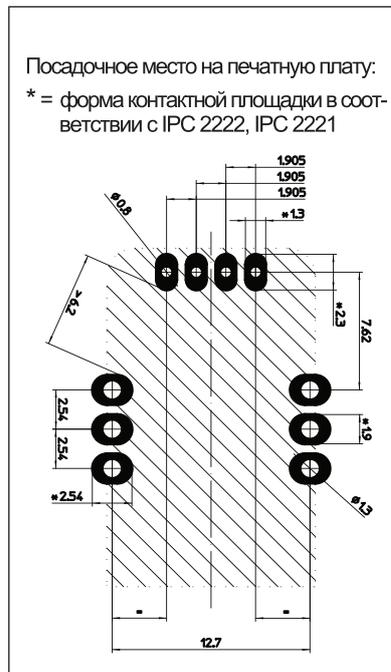
При  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_C = +5\text{ В}$ ,  $N_p = 1$  виток,  $R_L = 10\text{ кОм}$ , (внутренний источник опорного напряжения для моделей CASR & CKSR), если не указано другое.

Параметр	Обозн.	Единицы измер.	Мин.	Типич.	Макс.	Примечание
Ср. квадр. первичный номинальный ток	$I_{PN}$	A		50		
Первичный ток, диапазон измерения	$I_{PM}$	A	-150		150	
Количество первичных витков	$N_p$	-		1,2,3		для CAS / CASR
		-		1,2,3,4		для CKSR
Напряжение питания	$V_C$	B	4,75	5	5,25	
Потребление тока	$I_C$	mA		$15 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{mA})}{N_{\text{вторич.}}}$	$20 + \frac{I_{\text{первич.}} (\text{mA})}{N_{\text{вторич.}}}$	$N_{\text{вторич.}} = 966$ витков
Опорное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{REF}$	B	2,495	2,5	2,505	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Опорное напряжение внешнего источника	$V_{REF}$	B	0		4	для CASR / CKSR
Выходное напряжение	$V_{OUT}$	B	0,375		4,625	
Выходное напряжение при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$V_{OUT}$	B		2,5		для CAS
				$V_{REF}$		для CASR / CKSR
Напряжение электрического смещения	$V_{OE}$	mB	-5,8		5,8	100% проверено $V_{OUT} - 2,5\text{ В}$ для CAS $V_{OUT} - V_{REF}$ для CASR / CKSR
			-0,725		0,725	
Ток электрического смещения по отношению к первичному	$I_{OE}$	A	-0,46		0,46	100% проверено для CAS
		mA	-58		58	100% проверено для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{REF}$	$TCV_{REF}$	ppm/K		$\pm 5$	$\pm 50$	Внутр. источн. опорн. напр. для CASR / CKSR
Температурный коэффициент $V_{OUT}$ при $I_{\text{первич.}} = 0\text{ А}$	$TCV_{OUT}$	ppm/K		$\pm 6$	$\pm 60$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CAS
				$\pm 0,7$	$\pm 7$	ppm/K of 2,5 В - 40°C .. 85°C для CASR / CKSR
Теоретическая чувствительность	Gth	mB/A		12,5		625 mB / $I_{PN}$
Погрешность чувствительности	$\epsilon_G$	%	-0,7		0,7	100% проверено
Температурный коэффициент G	TCG	ppm/K			$\pm 40$	- 40°C .. 85°C
Погрешность нелинейности	$\epsilon_L$	% от $I_{PN}$	-0,1		0,1	
Ток магнитного смещения ( $10 \times I_{PN}$ ) относительно первичного	$I_{OM}$	A	-0,1		0,1	
Ср. квадр. шум выходного тока (спектральная плотность) при 100Гц..100кГц относительно первичного	$i_{no}$	мкА/Гц <sup>1/2</sup>		300		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CAS
				20		$R_L = 1\text{ кОм}$ для CASR / CKSR
Размах пульсаций на выходе на частоте генератора $f = 450\text{ кГц}$ (типич.)	-	mB		5	20	$R_L = 1\text{ кОм}$
Время реакции при 10 % от $I_{PN}$	$t_{ra}$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 100\text{ А/мкс}$
Время отклика при 90 % от $I_{PN}$	$t_r$	мкс			0,3	$R_L = 1\text{ кОм}$ $di/dt = 100\text{ А/мкс}$
Полоса пропускания ( $\pm 1\text{ дБ}$ )	BW	кГц	200			$R_L = 1\text{ кОм}$
Полоса пропускания ( $\pm 3\text{ дБ}$ )	BW	кГц	300			$R_L = 1\text{ кОм}$
Общая точность	$X_G$	% от $I_{PN}$			1,7	для CAS
					0,9	для CASR / CKSR
Общая точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	$X_G$	% от $I_{PN}$			3,4	для CAS
					1,3	для CASR / CKSR
Точность	X	% от $I_{PN}$			0,8	
Точность при $T_{\text{окруж.}} = 85^\circ\text{C}$	X	% от $I_{PN}$			2,5	для CAS
					1,2	для CASR / CKSR

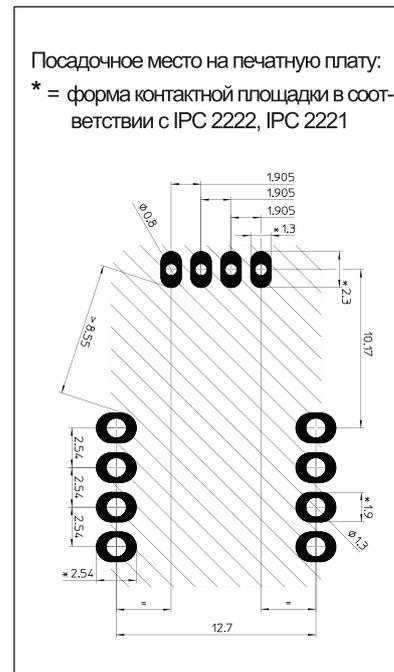
## Серия CAS



## Серия CASR



## Серия CKSR



Размеры в мм. 1 мм = 0,0394 дюйма

## Монтаж на печатную плату

Рекомендуемый диаметр 1,3 мм для первичных выводов  
отверстий в печатной плате 0,8 мм для вторичных выводов

Максимальная толщина печатной платы 2,4 мм

Профиль пайки максимум 260°C  
волной припой в течение 10 с

Только безотмывочный техпроцесс.

## Меры предосторожности

Датчики должны применяться в электрическом/электронном оборудовании в соответствии с действующими стандартами и требованиями техники безопасности инструкций по эксплуатации производителя

### Внимание, риск электрического удара

При работе с датчиком определенные части модуля могут нести опасное напряжение (например, первичная шина, источник питания).

Пренебрежение этой опасностью может вести к травмам и/или вызвать серьезные повреждения.

Этот датчик является встраиваемым устройством, чьи проводящие части должны быть недоступны после установки.

Можно применить защитный кожух или дополнительный экран.

Должна быть возможность отключения электропитания от сети.

Габаритные размеры (в мм, неуказанные допуски линейных размеров  $\pm 0,25$  мм)

### Серия CAS

	Возд. зазор	Путь утечки
A-B	7,7 мм*	7,7 мм

**Электрическая схема**

**Вид сбоку**

**Вид снизу**

**Фронтальный вид**

### Серия CASR

	Возд. зазор	Путь утечки
A-B	7,5 мм*	7,5 мм

**Электрическая схема**

**Вид сбоку**

**Вид снизу**

**Фронтальный вид**

### Серия CKSR

	Возд. зазор	Путь утечки
A-B	8,2 мм*	8,2 мм

**Электрическая схема**

**Вид сбоку**

**Вид снизу**

**Фронтальный вид**



## 5 лет гарантии на датчики тока компании LEM

Компания LEM разрабатывает и производит продукцию высокого качества и высокой надежности для своих заказчиков во всем мире.

С 1972 года мы осуществили поставку нескольких миллионов датчиков тока и напряжения, большинство из которых все еще работают в тяговых транспортных средствах, промышленных приводах, системах бесперебойного питания и во многих других устройствах, требующих высоких стандартов качества.

Гарантия на датчики компании LEM составляет 5 лет (60 месяцев) с даты поставки (не относится к линейке измерителей электроэнергии на транспорте и к автомобильным датчикам, для которых гарантийный период составляет 2 года).

В течение данного периода компания LEM произведет замену или ремонт всех дефектных частей за свой счет (относится к дефектам, возникшим из-за некачественных материалов или изготовления).

На другие претензии, также как претензии на компенсацию ущерба, который возник не непосредственно по причине поставленных компанией изделий, данная гарантия не распространяется.

Обо всех дефектах следует немедленно сообщать в компанию LEM, и некачественные изделия должны быть возвращены на завод с приложенным описанием дефекта.

Решение о гарантийном ремонте или замене принимается на усмотрение компании LEM.

Транспортные расходы несет заказчик. Продление гарантийного периода на время ремонта, выполненного по гарантии, не предоставляется.

Гарантия будет аннулирована, если покупатель модифицирует или произведет ремонт изделия самостоятельно или с привлечением третьей стороны без письменного разрешения компании LEM.

Гарантия не распространяется на любой ущерб, возникший в силу неправильных условий использования и форс-мажорных обстоятельств.

Компания LEM не несет какой-либо ответственности за исключением законных требований, касающихся ответственности за качество продукции.

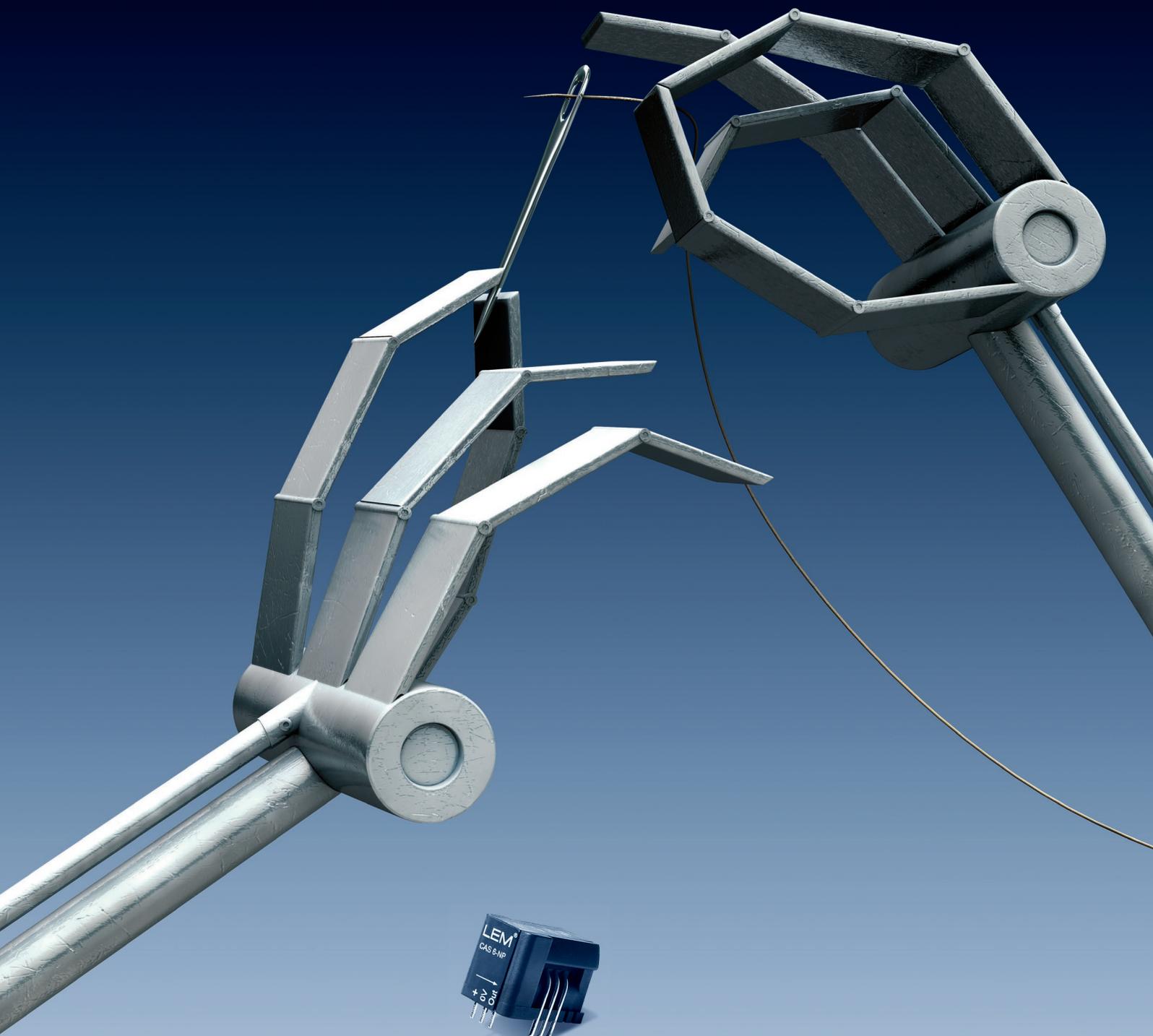
Гарантия явно исключает все претензии, выходящие за вышеуказанные условия.

Женева, 21 июня 2011



Франсуа Габелла (François Gabella)  
Президент и исполнительный директор  
компании LEM

Июнь 2011, редакция 1



Датчики будущего LEM создаёт уже сегодня! Более 3000 моделей датчиков тока и напряжения для различных условий эксплуатации.

ООО «ТВЕЛЕМ» - официальный производитель и дистрибьютер фирмы LEM S.A. в России.

170040, г. Тверь, Старицкое шоссе, 15. Тел./факс: +7 4822 65-56-72, 65-56-73.  
E-mail: [tvelem@lem.com](mailto:tvelem@lem.com); [www.lem.com](http://www.lem.com)

