Транспортный каталог

Датчики тока и напряжения для железнодорожного применения



LEM

Датчики тока и напряжения для железнодорожного применения

Решения ЛЕМ в области преобразования электрических параметров для железнодорожного транспорта

Каталог содержит сведения о наиболее часто применяемой продукции ЛЕМ для гальванически изолированных электрических преобразований в железнодорожном транспорте. Нашей задачей является обеспечение Вас как стандартной продукцией, так и выполненной по индивидуальным требованиям заказчика с целью оптимизации Ваших задач.

При возникновении вопросов, свяжитесь с ООО “ТВЕЛЕМ” по телефонам: +74822 655672, +74822 655673(факс) или по электронной почте: tvelem@lem.com.

В настоящее время, высокоскоростные поезда, городская транспортная система (метро, трамваи и троллейбусы) и грузовые поезда являются решением проблем загрязнения и транспортных заторов, а также обеспечивают значительную экономию энергии. Силовая электроника имеет большое значение в управлении и учете энергии в этих транспортных системах.
ЛЕМ является лидером в области разработки и решений в транспортной силовой электронике на протяжении последних 35 лет и, опираясь на этот обшир-ный опыт, предлагает решения для изолированных преобразований тока и напряжения.

Датчики ЛЕМ обеспечивают контроль и защиту сигнала к силовым преобразователям и инверторам, которые регулируют мощность электродвигателя (для движения), и к вспомогательным устройствам (для кондиционирования, отопления, освещения, электрических дверей, вентиляции и т.д.) Они осуществляют ранний мониторинг сети (изменений при пересечении границ стран), для правильной работы силовой электроники.Хотя это справедливо для бортового применения, ЛЕМ обеспечил такой же контроль и защиту сигнала для придорожных подстанций.

Железнодорожная отрасль постоянно изменяется и эволюционирует. Новые требования, которые обеспечиваются ЛЕМ: к бортовому контролю потребляемой мощности (EM4T II Energy Meter), техническим решениям для железнодорожной инфраструктуры, обслуживанию и мониторингу стрелочного оборудования и систем сигнализации.
ЛЕМ всегда готов помочь в адаптации к развивающимся техническим средствам.

Тридцатилетний железнодорожный опыт способствовал становлению ЛЕМ, как лидера, присутствующего на мировом рынке, чтобы служить Вам и обеспечивать эффективную, безопасную и надёжную эксплуатацию на железной дороге.

Имея в своём портфеле более 2500 датчиков тока и напряжения, ЛЕМ предлагает полную гамму точных и надёжных гальванически изолированных устройств для преобразования токов от 0.1 А до 20 000 А и напряжений от 10 В до 6400 В различного принципа действия: прямого усиления, компенсационного типа, с изолированным усилителем и др.

Датчики ЛЕМ для железнодорожного транспорта разработаны в соответствии с наиболее жесткими международными стандартами (EN50155, EN50124-1, NFF 16101, 16102, и др.), и содержат маркировку CE. Большинство моделей соответствуют стандартам UL и UR.
Мы имеем подтверждение на соответствие международным стандартам ISO 9000, ISO TS 16949:2002 и ISO 9001 и предлагаем 5-летнюю гарантию на всю нашу продукцию.
ЛЕМ постоянно совершенствуется и прилагает усилия для улучшения характеристик, снижения цены и габаритов своей продукции.

ЛЕМ – это компания мирового масштаба с представительствами по всему миру и производственными мощностями в Европе (включая Россию), Азии и Америке.

Мы надеемся, что Вы найдете в этом каталоге полезные рекомендации по выбору нашей продукции. Посетите наш сайт www.lem.com и свяжитесь с нами для дальнейшей поддержки. Подробная техническая документация и рекомендации по применению также доступны Вашему вниманию.

Содержание Страницы

Технологии датчиков	4 - 5
Применение на подвижном составе	6 - 15
Подстанции	16 - 19
Измерения энергии в бортовом применении: EM4T II	20 - 23
Специфические железнодорожные применения	24 - 25
Применение в карьерных самосвалах	26 - 27
Применение в железнодорожной инфраструктуре	28 - 31
Качество и стандарты ЛЕМ	32 - 33
Решения для измерения напряжения	34 - 35
От применения к продукции	36 - 37
Опции вторичного подключения	38
Форма спецификации для заказчиков	39 - 40
Кодировка продукции	41
Габаритные чертежи	42 - 46
Гарантия ЛЕМ	47
Официальные представители ЛЕМ	48

О продукции:

LTC серия датчиков тока	7, 9
LF серия датчиков тока	11, 14
LAC серия датчиков тока	11
LT 4000 серия датчиков тока	14
AV 100 серия датчиков напряжения	15
LV 100 серия датчиков напряжения	15
DV серия датчиков напряжения	15

Датчики тока прямого усиления (O/L)

Достоинства

- Небольшой размер
- Расширенный диапазон преобразования
- Уменьшенный вес
- Низкое энергопотребление
- Не вносит потерь в первичную цепь

Принцип действия (O/L-Open Loop)



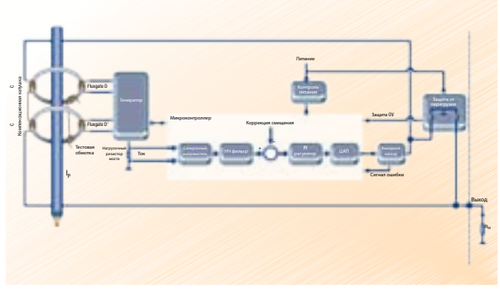
Магнитное поле, создаваемое первичным током Ip, концентрируется в магнитной цепи и преобразуется в воздушном зазоре с помощью элемента Холла. Сигнал с элемента Холла усиливается для получения на выходе пропорциональной копии первичного тока.

Компенсационные датчики тока технологии Fluxgate (ITC)

Достоинства

- Отличная линейность
- Точность лучше чем класс 0.5R в соответствии с EN50463
- Выдающаяся долгосрочная стабильность
- Низкий остаточный шум
- Очень низкая чувствительность к сильным внешним переменным и постоянным электромагнитным полям
- Высокая температурная стабильность

Принцип действия



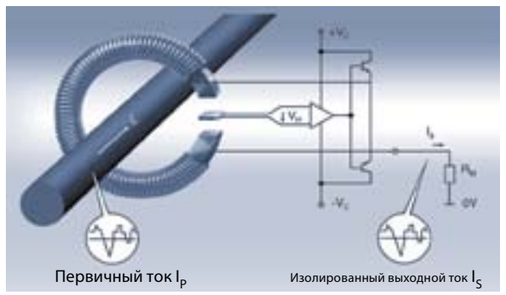
Датчики ITC являются высокоточными датчиками, использующими Fluxgate технологию. Высокочувствительный детектор нулевого потока использует второй сердечник D' для снижения уровня шума. Разница между первичными и вторичными ампер-витками создает асимметрию в индукционном токе. Эта разница обнаруживается микроконтроллером, который управляет вторичным током, компенсирующим первичные ампер-витки (IP x NP). В результате получаем очень хорошую точность и очень низкий температурный дрейф. Вторичный компенсирующий ток является точной пропорциональной копией первичного тока.

Компенсационные датчики тока (C/L)

Достоинства

- Широкий частотный диапазон
- Хорошая полная точность
- Малое время задержки
- Низкий температурный дрейф
- Отличная линейность
- Не вносит потерь в первичный сигнал

Принцип действия (C/L- Closed Loop)



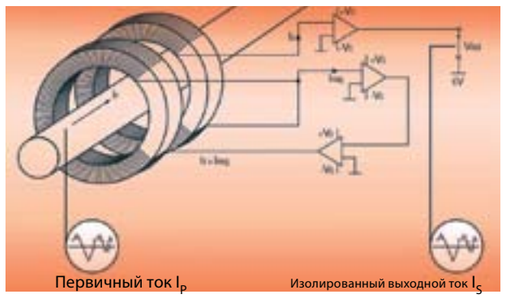
Магнитное поле, создаваемое первичным током Ip, компенсируется таким же полем, создаваемым током во вторичной обмотке. Вторичный (компенсирующий) ток генерируется с помощью элемента Холла и электроники датчика. Этот ток является пропорциональной копией первичного тока.

Компенсационные датчики тока, тип C

Достоинства

- Высокая точность
- Очень широкий частотный диапазон
- Сниженный температурный дрейф
- Отличная линейность
- Измерение дифференциальных токов (CD)
- Высокие уровни изоляции (CV)
- Пониженное влияние на первичный сигнал (CV)

Принцип действия



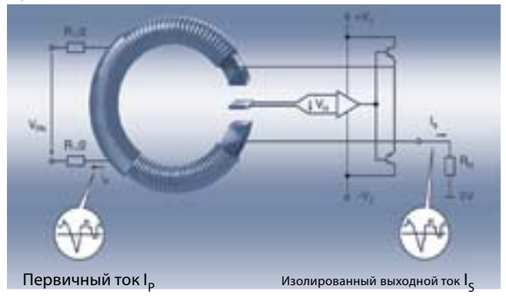
Используются два тороидальных магнитопровода и две вторичные обмотки. Датчик работает на принципе компенсации ампер-витков. В датчиках напряжения из первичной цепи берется небольшой ток (несколько мА) и пропускается через резистор и первичную обмотку.

Компенсационные датчики напряжения (C/L)

Достоинства

- Преобразование высоких напряжений
- Высокий уровень изоляции
- Хорошая полная точность
- Низкий температурный дрейф
- Отличная линейность

Принцип действия



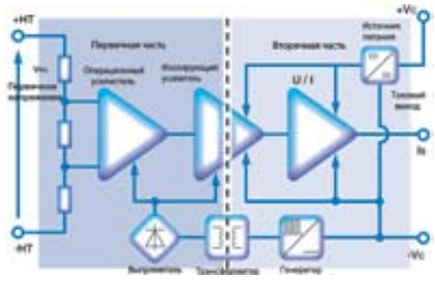
Очень небольшой ток, ограниченный последовательно включенным резистором, берётся из измеряемой цепи и пропускается через первичную обмотку. Магнитное поле, создаваемое первичным током Ip компенсируется таким же полем, создаваемым током во вторичной обмотке. Вторичный (компенсирующий) ток генерируется с помощью элемента Холла и электроники датчика. Этот ток является копией первичного напряжения. Первичный резистор (R1) может быть встроенным в датчик либо внешним.

Датчики напряжения, серия AV 100

Достоинства

- Преобразование любого типа сигналов: постоянный, переменный, пульсирующий и др.
- Гальваническая изоляция
- Малое время отклика в широком частотном диапазоне
- Малое время задержки
- Компактный размер

Принцип действия



Измеряемое напряжение Vp подаётся непосредственно на первичный каскад через цепь резисторов и другие компоненты для подачи сигнала на изолированный усилитель.

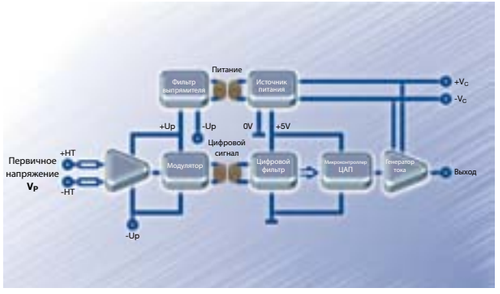
Изолированный сигнал восстанавливается и подготавливается для подачи на выход тока, пропорционального первичному напряжению.

Датчики напряжения, тип DV

Достоинства

- Изолирование с помощью цифровых технологий
- Измерение любого типа сигналов: постоянный, переменный, пульсирующий и сложной формы
- Компактный размер, уменьшенный объем
- Высокий уровень гальванической изоляции
- Низкое потребление и потери
- Очень высокая точность, класс 0.5R в соответствии с EN 50463
- Низкий температурный дрейф

Принцип действия



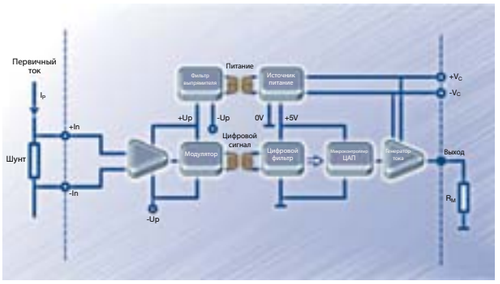
Измеряемое напряжение Vp подаётся непосредственно на первичный каскад через цепь резисторов для обработки сигнала в сигма-дельта модуляторе, что позволяет передать данные через один изолированный канал. Затем сигнал передается на вторичные цепи через изоляционный трансформатор, обеспечивающий изоляцию между высоковольтными (первичными) и низковольтными (вторичными) цепями. Сигнал измененной формы приходит во вторичную цепь, фильтруется на цифровом фильтре и декодируется с помощью цифро-аналогового преобразователя на микроконтроллере. Затем сигнал проходит через преобразователь напряжение/ток. Восстановленный выходной сигнал полностью изолирован от основного и является точной копией первичного напряжения.

Датчики тока, тип DI (шунт изолятор)

Достоинства

- Изолирование с помощью цифровых технологий
- Измерение любого типа сигналов: постоянный, переменный, пульсирующий и сложной формы
- Компактный размер, уменьшенный объем
- Высокий уровень гальванической изоляции
- Низкое потребление и потери
- Очень высокая точность, класс 0.5R в соответствии с EN 50463
- Низкий температурный дрейф

Принцип действия



Датчики тока DI (шунт изолятор) используются в сочетании с внешним шунтом. Датчики тока DI работают как датчики напряжения DV за исключением того, что цепь входного резистора, используемого внутри DV, заменяется внешним шунтом, обеспечивающим входное напряжение для сигма-дельта модулятора, что позволяет передавать данные с помощью одного изолированного канала.

*Для получения большей информации обратитесь к брошюре «Характеристики – Применение -Расчёты» или на www.lem.com

Применение на подвижном составе

Электроэнергия для поездов поставляется через контактную сеть. Так, в зависимости от страны и применения (метро, троллейбусы, высокоскоростные поезда, грузовые поезда…) локомотивы могут работать на разных уровнях напряжения и в различных системах.

1. Тяжёлый подвижной тяговый состав

Тяжёлая тяга означает движение с высокой скоростью, либо на большие расстояния, либо с сильной загрузкой (грузовые поезда). Для новых сетей, не являющихся частью существующих, частым выбором является переменное напряжение в контактной сети. Силовая установка локомотива для тяжёлого подвижного тягового

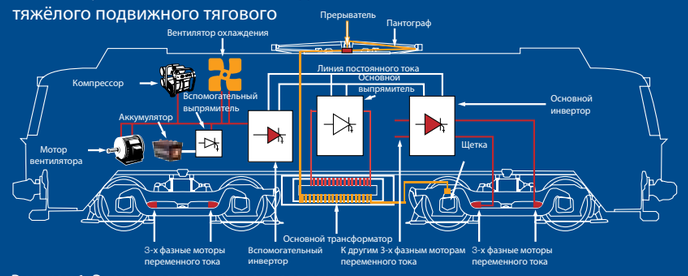


Рисунок 1: Электропоезд переменного тока

состава состоит из следующих частей (рисунок 1)

- Основной трансформатор,
- Основной выпрямитель,
- Линия связи постоянного тока, для соединения главного и вспомогательного инвертора,
- Основной инвертор,
- Вспомогательный инвертор.

Основной трансформатор

Питание от контактной сети поступает через прерыватель основной цепи на основной трансформатор. Первое место где может быть выгодно применение датчиков тока: контроль входного тока (№1a на рисунке 2). Модели LT 2005 и LT 4000 имеют необходимые преимущества для этой работы: большое отверстие для сквозного кабеля первичной шины, а также высокое напряжение изоляции.

Хотя это сложная задача для разработчиков, поезда способны работать в различных странах с разными контактными напряжениями, что стало возможно, благодаря современной силовой электронике. Например, поезд Eurostar, который способен работать от четырех разных напряжений: 25 кВ, переменный ток, 50 Гц; 3 кВ, постоянный ток; 1,5 кВ, постоянный ток и 750 В, постоянный ток.

Серия LV – 100 датчиков напряжения используется для обнаружения типа напряжения сети, информируя о стране, где едет локомотив (№1c на рисунке 2).

Для обеспечения защиты всей системы, осуществляется мониторинг токов утечки, с помощью специальной серии датчиков тока CD, предназначенной для этой функции (№1b на рисунке 2). Они отвечают за измерение дифференциального тока между двумя или тремя проводниками, и выявляют возможные утечки между этими проводниками.

Также возможно для выявления утечки использовать два типовых датчика тока для ж/д применения, таких как HAR 1000 или серия LT 2005.

Безконтактное и гальванически изолированное измерение дифференциального тока с большой апертурой для нескольких первичных

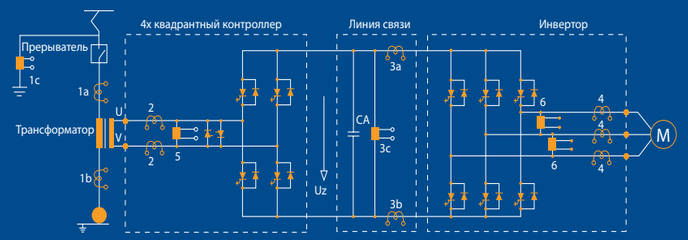


Рисунок 2: Места установки датчиков тока и напряжения в системе тягового привода

проводников приводит к безопасному и точному измерению.

Трансформаторы с несколькими первичными обмотками преобразуют напряжение в контактной сети в подходящее напряжение для силовых преобразователей.Для получения лучшей эффективности использования электроэнергии, поставляемой сетью, требуются точные и надежные измерения. LEM предлагает применить систему учёта электроэнергии “EM4T II”, адаптированную к различным Европейским сетям (см. раздел, посвященный EM4T II).

Одна из вторичных обмоток трансформатора используется для четырех-квадрантного контроллера.

Основной выпрямитель.

Он, как правило, выполнен в виде четырех-квадрантного контроллера, который подключен к цепи постоянного тока.

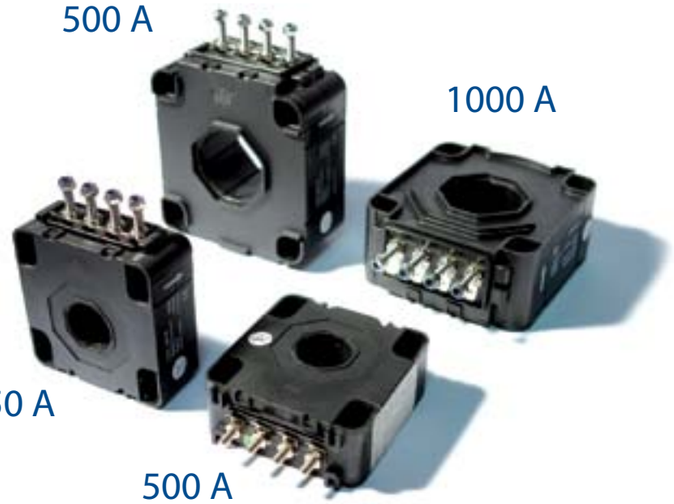
Четырех-квадрантный конроллер может регулировать поток энергии от цепи переменного тока к цепи постоянного тока, и от цепи постоянного тока обратно к цепи переменного тока. Это позволяет принимать мощность от контактной сети, близкую к максимальному теоретическому значению для заданного тока в большом диапазоне скорости и тягового усилия. Говоря простым языком, это активный выпрямитель.

Этот этап необходим для сетей переменного тока 15 kV/AC/16Hz 2/3 и 25 kV/AC/50Hz, с целью снижения напряжения до нужного уровня, и для преобразования переменного напряжения в постоянное. Требуемый уровень постоянного напряжения определяется исходя из лучшего компромисса для современных силовых полупроводников. 2000 В - это типичное значение на этой стадии преобразования напряжения. Контроль входного напряжения (выход основного трансформатора) обеспечивается датчиками напряжения серии LV – 100 или серией DV (№5 на рисунке 2).





SMA Technologie AG





Серия LTC

Вертикальный или горизонтальный монтаж.

Множество вариантов модульной конструкции.

Различные варианты вторичного подсоединения.

Различные шины.

Различные ножки.





Один датчик тока может быть использован для измерения входного тока, для контроля и защиты четырех - квадрантного контроллера (№2 на рисунке 2), модели серий LTC 1000 или LT 1005.

Цепи постоянного тока

Эти цепи связывают выход основного выпрямителя с входом тягового инвертора и вспомогательного инвертора.
Целью является сгладить сигнал на выходе постоянного тока, ограничить выбросы напряжения (перегрузки), и/или отфильтровать помехи от источника (контактная сеть/ трансформатор) на инвертор и наоборот.
Датчики напряжения семейства LV100, могут быть использованы для контроля напряжения (есть много моделей, подходящих для измерения напряжения 2000 В, что является типовым значением для данного уровня) (№3c на рисунке 2). Датчики серии AV100 могут быть применены при более высоких требованиях к частоте сигнала. Полярность в цепи постоянного тока также контролируется.

Токовые перегрузки и их полярность также контролируются датчиками тока, для предотвращения повреждений силовой полупроводниковой электроники (№3a на рисунке 2): используются LT 1005, 2005, LTC 1000 и LF 2005.

В случае питания постоянным напряжением напрямую от контактной сети (без трансформатора и выпрямителя) (для метро или троллейбусов например, используется сеть постоянного тока напряжением от 600 до 900 В), цепи постоянного тока могут быть сделаны из обычных катушек индуктивности и нескольких конденсаторов (серия датчиков напряжения LV100 также как и LV 25 охватывает этот диапазон напряжений) (№3c на рисунке 2).

Что касается измерения дифференциальных токов утечки на этом уровне, то подойдут датчики серии CD (№3b на рисунке 2).

Основной инвертор

В прошлом для тяги использовали двигатели постоянного тока. Изначально, корректировка скорости и крутящего момента двигателя контролировалась переключением последовательно включенных резисторов (рисунок 3).
Затем появились прерыватели на

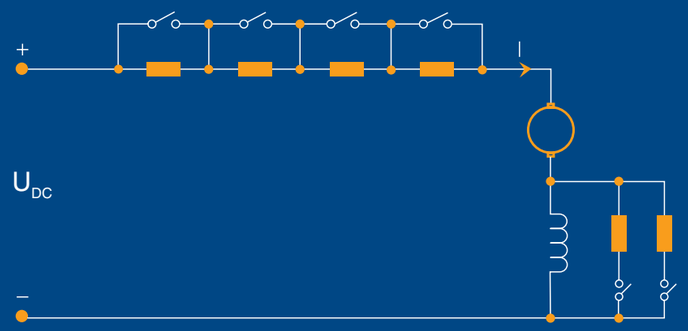


Рисунок3. Двигатель постоянного тока, контролируемый переключением резисторов.

полупроводниках (тиристоры, затем GTO тиристоры или IGBT транзисторы). Силовые установки с применением полупроводниковых приборов по-прежнему часто используются для железнодорожной тяги (рисунок 4).

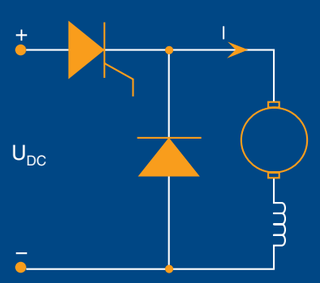


Рисунок 4. Двигатель постоянного тока, контролируемый прерывателем.

Однако, сегодня наиболее популярным тяговым решением является асинхронный двигатель, управляемый инвертором.

Действительно, асинхронный двигатель имеет ряд преимуществ, таких как компактность, надёжность, меньшая стоимость обслуживания и повышенная производительность. (Синхронные двигатели также часто используются для тяговых целей, например во французских скоростных поездах TGV).

Инвертор преобразует постоянное напряжение, подаваемое по цепи постоянного тока, в трехфазное напряжение переменного тока. Частота и амплитуда основного сигнала могут меняться.
Наиболее часто используемые инверторы сегодня – это ШИМ (с широтно-импульсной модуляцией) инверторы. Они состоят из шести электронных ключей (сначала это были GTO тиристоры, а затем IGBT транзисторы), как изображено на рисунке 5.

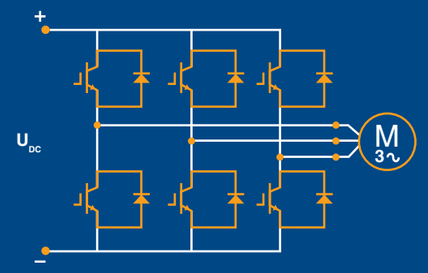


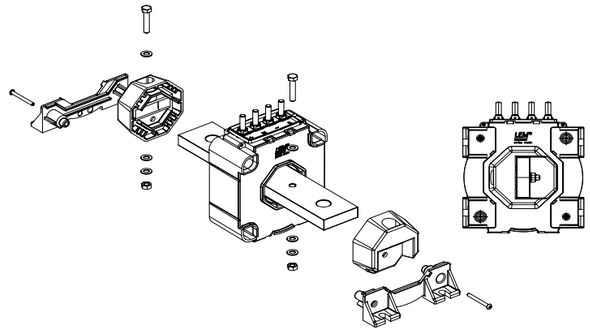
Рисунок 5. Двигатель переменного тока, контролируемый ШИМ инвертором.

Частота переключения, обычно, задается настолько высокой, насколько это возможно.
Напряжение на двигателе имеет синусоидальную форму, основная частота тока и напряжения зависят от требуемой частоты вращения двигателя. В зависимости от требуемого крутящего момента, амплитуда напряжения и тока изменяются с определённой частотой. Для управления токовыми параметрами двигателя, датчики тока LTC ставятся в каждой фазе асинхронного двигателя, выполняя

Серия LTC : модульные датчики тока

- Измерение постоянного, переменного, импульсного тока с гальванической развязкой
- Возможность монтажа в 4 позициях: 0º, 90º, 180º, 270º
- Различные аксессуары: монтажные ножки, зажимы, шины. Подробнее на странице 4 технической документации на каждый датчик.

Ток 350…1000 Ампер$_{RMS}$
Компенсационного типа
На эффекте Холла



Датчики LTC 600 и 1000 / Механические аксессуары для адаптации (те же возможности для LTC 350 и 500)

Технические данные в краткой форме. Для получения большей информации смотрите техническую документацию.

				Без аксессуаров	**LTC 350-S**	**LTC 500-S**	**LTC 600-S**	**LTC 1000-S**
				С зажимами	1)	1)	1)	1)
				С ножками	**LTC 350-SF**	**LTC 500-SF**	**LTC 600-SF**	**LTC 1000-SF**
				С зажимами и ножками	1)	1)	**LTC 600-SFC**	**LTC 1000-SFC**
				С шиной	**LTC 350-T**	**LTC 500-T**	**LTC 600-T**	**LTC 1000-T**
				С шиной и ножками	**LTC 350-TF**	**LTC 500-TF**	**LTC 600-TF**	**LTC 1000-TF**
				Другие виды: обратитесь в отдел продаж	<	<	<	<
				Спец. характеристики: обратитесь в отдел продаж	<	<	<	<
				Доступны различные шины	да	да	да	да
Параметр	**Описание**	**Условие**	**Единица измерения**					
I_{PN}	**Первичный номинальный ток**		A_{RMS}		**350**	**500**	**500**	**1000**
I_P	Первичный ток, диапазон преобразования	@ ±24V	**A peak**		±1200 ²	±1200 ²	±1500 ²	±2400 ²
$\hat{I}_P$	**Макс. не измеряемый ток перегрузки**		**kA / ms**		10 / 10	10 / 10	10 / 10	10 / 10
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±24V	**Ω**		60	110	150	50
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±15V	**Ω**		30	50	70	15
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±24V	**Ω**		10	0	0	0
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±15V	**Ω**		0	0	0	0
K_N	**Коэфф. преобразования**				1 : 2000	1 : 4000	1 : 5000	1 : 5000
I_{SN}	**Вторичный номинальный ток**		**mA**		175	125	100	200
V_C	**Напряжение питания**	±5%	**V**		±15…24	±15…24	±15…24	±15…24
I_C	**Потребляемый ток**	@ ±24V	**mA**		< 35 + I_S	< 35 + I_S	< 30 + I_S	< 30 + I_S
Vd	Электрическая прочность изоляции	50Hz 1min.	**kV$_{RMS}$**		12	12	13.4	13.4
X_G	**Полная точность преобразования**	@ I_{PN}, T_A = 25ºC	**%**		< ± 0.5	< ± 0.6	< ± 0.7	< ± 0.4
		@ I_{PN}, T_A = -40…+85ºC	**%**				< ± 1.6	< ± 1
ε_L	**Нелинейность**		**%**		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
I_O	**Ток начального смещения**	@ I_P=0, T_A=25ºC	**mA**		≤ ±0.5	≤ ±0.5	≤ ±0.5	≤ ±0.5
I_{OT}	**Температурный дрейф I_O**	-40…+85ºC	**mA**		≤ ±0.8	≤ ±0.8	≤ ±1	≤ ±1
t_r	**Время отклика**	@90% of I_{PN}	**µs**		< 1	< 1	< 1	< 1
di/dt	Скорость нарастания входного тока		**A/µs**		> 100	> 100	> 100	> 100
BW	**Частотный диапазон**	-1dB	**kHz**		DC…100	DC…100	DC…100	DC…100
T_A	**Рабочая температура**		**ºC**		-40…+85	-40…+85	-40…+85	-40…+85
T_S	**Температура хранения**		**ºC**		-45…+90	-45…+90	-45…+90	-45…+90
R_S	Сопротивление вторичной обмотки	@ T_A = +85ºC	**Ω**		15	47	44	44
m	**Вес**	-S model	**g**		400	400	750	750
	Стандарт	EN50155			да	да	да	да
	Подключение вторичной цепи				M5, Faston	M5, Faston	M5, Faston	M5, Faston
	Экран между первичной и вторичной обмотками				да	да	да	да

1) Заказывается отдельно
2) Для получения большей информации смотрите техническую документацию

все железнодорожные требования по измерению номинального тока от 350 А до 1000 А (№4 на рисунке 2): датчики LTC являются модульными, компактными, разработанными для ж/д применения, с множеством возможностей подсоединения вторичных цепей, и полностью одобрены для тяговых двигателей. Серия LT 505, 1005 и 2005, также уже несколько лет используются для данного применения.
Чем выше частота прерывания, тем ближе к синусоидальной форма тока. Выбор датчика компенсационного типа на эффекте Холла оправдан, когда необходимо:

- получить малое время отклика (в защитной цепи),
- уверенно работать с высокочастотными токами (пульсации, наложенные на основную частоту от высокой частоты переключения инвертора),
- точность контроля скорости.

К выходу инвертора может быть подключено несколько тяговых двигателей параллельно.
В зависимости от производителя оборудования, некоторые технические решения могут улучшить форму напряжения, подаваемого на двигатель, или уменьшить гармоники тока двигателя.
Выходное напряжение на фазах ШИМ инвертора можно контролировать с помощью двух датчиков напряжения серий LV100, AV100 или DV и CV-серий (№6 на рисунке 2).

Вспомогательный инвертор

Вспомогательные инверторы служат для питания других бортовых нагрузок. Они необходимы для питания вспомогательных нагрузок, нужных для тяговых цепей и комфорта пассажиров.
В зависимости от напряжения контактной сети, величины нагрузки на выходе, конструктивных ограничений (место установки: на крыше или в полу) или условий (окружающей среды), схематика вспомогательных инверторов может различаться, и, в любом случае, используются все последние инновации в силовой электронике.

Эти инновации должны приносить преимущества при применении:

- Компактность,
- Малый вес,
- Высокую доходность, низкую стоимость устройства и технического обслуживания,
- Отличные характеристики.

Для постоянного тока, вспомогательные инверторы могут подключаться непосредственно к контактной сети, а для переменного тока - непосредственно к вторичной обмотке основного трансформатора, или к основным или промежуточным выходам выпрямителя.
Преобразуя напряжение и ток при различных формах сигнала (постоянный и переменный ток, постоянной или изменяемой частоты), они ответственны за снабжение таких систем , как:

- Батареи: постоянное напряжение обеспечивает заряд аккумулятора, имеющего различное значение напряжения, в зависимости от страны и типа локомотива (24, 48, 72 и 110 В - наиболее широко используемые напряжения).
Батареи используются для обеспечения пускового тока, экстренного освещения, когда нет питания, или для питания других вспомогательных цепей.
Зарядка и разрядка батареи контролируется датчиком напряжения. Доступны различные модели, в зависимости от необходимой точности контроля.
Модель CV 3 предназначена для высокоточного измерения во всем диапазоне измерений, также применяются датчики серии AV 100, DV и LV 100.
- Сопротивления и обмотки,
- Двигатели: двигатели постоянного и даже переменного тока, трехфазные 380-400 В/50-60 Гц, для вентиляции, охлаждения тягового двигателя и салона, насосов, компрессоров и др. Запуск и выключение таких двигателей контролируется автоматически другими бортовыми системами, но все равно нужны вспомогательные инверторы.
- Различная электроника: однофазные источники переменного тока, освещение и др. Напряжения должны быть отфильтрованы и стабилизированы, так как напряжение контактной сети может колебаться. Вспомогательные инверторы должны выдерживать любые переходные перенапряжения, которые могут возникнуть
- Трансформаторы...

Кроме того, эти системы поддерживают работу различных систем отопления, систем открывания дверей, работая при различных напряжениях сети для европейских машин.

Для комфорта пассажиров предоставляется всё больше и больше систем, и, следовательно, увеличивается потребление энергии. Вспомогательные инверторы должны, используя новейшие технологии в силовой электронике, использовать все возможности для экономии энергии.

По упомянутым выше причинам (защита и контроль), необходим мониторинг постоянных и переменных токов и напряжений на входе и выходе инвертора. Мониторинг также имеет большое значение для правильной работы контуров управления. Опять же, в зависимости от требуемой точности регулирования, имеются различные датчики тока и напряжения. Кроме того, в условиях ограничения по стоимости вспомогательных инверторов, окончательные предпочтения отдаются наименее дорогим решениям. В данном контексте, лучшим компромиссом по соотношению цена/ характеристики, для измерения напряжения является серия датчиков LV 25 (от 200 В до 1200 В), и для тока модели серий LTC и LAC. Все они используют компенсационную технологию на эффекте Холла, обеспечивая широкий частотный диапазон, общую точность при + 25 °C в диапазоне от 0,4 до 0,8% при номинальном токе (или напряжении) и быстрое время отклика для датчиков тока (менее 1 мкс при 90 % IPN).

Применение на подвижном составе

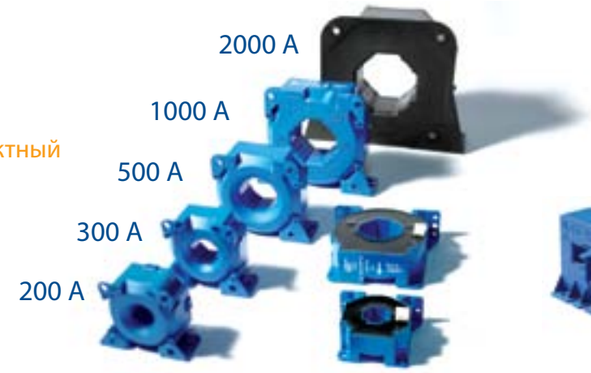
LF серия : Компактный датчик тока

- Измерение постоянного, переменного, пульсирующего тока с гальванической развязкой
- Выбор между различными электрическими параметрами
- Выбор между различными выходными соединениями, зажимами, кабелями.

100…2000 A_{RMS}
Компенсационного типа
С элементом Холла

Серия LF

Очень компактный корпус



LAC 300-S

Универсальный монтаж
Несколько вариантов горизонтального и вертикального крепления

Технические данные в краткой форме, для получения большей информации смотрите технические данные.

Параметр		Описание	Условие	Единица измерения	LF 205-S/SP5	LF 205-S/SP1	LF 305-S/SP10	LAC 300-S
		Различные шины			нет	нет	нет	нет
I_{PN}		**Первичный номинальный ток**		A_{RMS}	**100**	**200**	**300**	**400**
I_P		Первичный ток, диапазон преобразования	@ ±12…15V	A peak	±200 [1]	±420 [1]	±500 [1]	±650 [1]
$\hat{I}_P$		**Макс. не измеряемый ток перегрузки**		kA / ms				
R_{Mmax}		Макс. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω	123	100	58	15
R_{Mmax}		Макс. номинал измерит. резистора	@ ±12V	Ω	95	71	39	
R_{Mmin}		Мин. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω	16	0	0	0
R_{Mmin}		Мин. номинал измерит. резистора	@ ±12V	Ω	0	0	0	
K_N		**Коэффициент преобразования**			1 : 1000	1 : 2000	1 : 2000	1 : 4000
I_{SN}		**Вторичный номинальный ток**		mA	100	100	150	100
V_C		**Напряжение питания**	±5%	V	±12…15	±12…15	±12…20	±15
I_C		**Потребляемый ток**	@ ±15V	mA	17 + I_S	17 + I_S	16 + I_S	25 + I_S
Vd		Электрическая прочность изоляции	50Hz 1min.	kV_{RMS}	3.5	3.5	3	5.5
X_G		Полная точность преобразования	@ I_{PN}, T_A = 25°C	%	< ± 0.6	< ± 0.5	< ± 0.5	< ± 1
			@ I_{PN}, T_A = -40…+85°C	%				
ε_L		**Нелинейность**		%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
I_O		**Ток начального смещения**	@ I_P=0, T_A=25°C	mA	≤ ±0.2	≤ ±0.2	≤ ±0.2	≤ ±0.15
I_{OM}		**Остаточный ток** после трехкратной перегрузки		mA	≤ ±0.2	≤ ±0.1	≤ ±0.2	≤ ±0.15
I_{OT}		Температурный дрейф тока смещения	-40…+85°C	mA	typ. ±0.25	typ. ±0.12	typ. ±0.2	typ. ±0.2
tra		**Время реакции**	@10% of I_{PN}	ns	< 500	< 500	< 500	
tr		**Время отклика**	@90% of I_{PN}	µs	< 1	< 1	< 1	< 1
di/dt		**Скорость нарастания входного тока**		A/µs	> 100	> 100	> 100	> 50
BW		**Частотный диапазон**	-1dB	kHz				
			-3dB	kHz	DC…100	DC…100	DC…100	DC…50
T_A		**Рабочая температура**		°C	-40…+85	-40…+85	-40…+85	-40…+85
T_S		**Температура хранения**		°C	-40…+90	-40…+90	-40…+85	-45…+90
R_S		Сопротивление вторичной обмотки	@ T_A = +70°C	Ω	10	33	30	
		"	@ T_A = +85°C	Ω	11	35	32	67
m		**Вес**		g	78	78	95	137
		Стандарт	EN50155		yes	yes [2]	yes	yes
		Подключение вторичной цепи			Molex Minif.5566	Molex Minif.5566	Molex Minif.5566	Molex 70543-0003
		Экран между первичной и вторичной обмотками			no	no	no	no

1) Для получения большей информации смотрите техническую документацию
2) За исключением § 10.2.6.2

Если существуют ограничения по размерам, то для таких же функций могут быть использованы датчики серий LA 205 /305 или LT и LF 505 / 1005/2005-S, например.
Однако, если главным фактором является цена и требования по точности составляют 1% от IPN при +25 0C, возможно, при большем времени отклика (от 3 и 10 мкс при 90% от IPN) и меньшей полосе частот (от 10 до 50 кГц), применение датчиков тока прямого усиления на элементе Холла, таких как серии HTA, HAR или HTC.

2. Легкий подвижной состав (троллейбусы, трамваи).

В принципе, нет большой схемотехнической разницы между тяжёлыми и лёгкими подвижными системами.
Обе приводятся в движение с помощью асинхронного двигателя. Аналогично тяжёлой тяге, используется инверторная технология для питания двигателей постоянного тока.
Они работают в основном при питании постоянным током от контактной сети, с типовыми значениями: 600 В, 750 В, 900 В, 1200 В или 1500 В максимум. Основной трансформатор и выпрямитель тогда не нужны.

Вспомогательные инверторы здесь также используются для создания как переменного трёхфазного напряжения 380 В, так и постоянного напряжения (24, 48 В или больше) для зарядных устройств. Эти напряжения могут быть изолированы от вспомогательного инвертора с помощью промежуточного трансформатора.
Для уменьшения уровня загрязнения воздуха в городах стали чаще применять троллейбусы и трамваи. Однако троллейбусы применяются чаще, чем трамваи, так как они требуют меньше инфраструктуры, а также они удобны при крутых подъёмах (где движение трамваев невозможно).
При использовании двухрежимных машин с дизельными двигателями, городская сеть может быть расширена за пределы города при использовании дизельного режима. Таким же образом, троллейбусы и трамваи, заряжающие свои батареи от вспомогательного инвертора или с помощью инерции колес, обеспечивают движение от электрических двигателей, на участках, где невозможна прокладка электрических сетей, например, по архитектурным соображениям.

3. Подземный подвижной состав (метро).

В своё время двигательные системы метро были основаны на резисторном управлении тягового двигателя постоянного тока. Затем, в 70-х годах для сокращения потери мощности, в сочетании с рекуперативным торможением для предотвращения перегрева в тоннелях и экономии энергии, было введёно инверторное управление.
Большинство поездов метро в настоящее время построено на инверторном управлении асинхронным двигателем.

Поезда метро работают в основном от постоянного напряжения, подаваемого на рельсы (3 рельс или 2 боковых) или от контактной сети (для пригородных линий) с типовыми значениями напряжений: 600 В, 750 В и до 1500 В максимум.
Системы метро также используют вспомогательные инверторы для различных функций, таких как вентиляция, кондиционирование воздуха, открывания дверей и другие, также как и для тяжелой тяги, трамваев и троллейбусов.

4. Тяжёлый дизель – электрический подвижной состав.

В прошлом, в локомотивах, работающих там, где не было электрических сетей, была лишь пара вариантов управления дизельным двигателем:

1. Генератор постоянного тока,
2. Генератор переменного трехфазного тока.

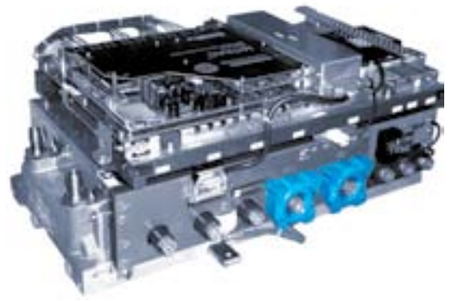
В обоих случаях, необходимо снабжать энергией двигатели постоянного тока для приведения в движение.



С генератором трехфазного переменного тока должен использоваться выпрямитель на выходе, чтобы преобразовывать ток в постоянный.

Регулировка тока с генератора осуществляется реостатом или группой замыкателей
Тяговое усилие контролируется регулировкой скорости вращения дизельного двигателя.
Генерируемое постоянное напряжение может быть в пределах от 400 до 1500 В при постоянном токе от 500 А до 2500 А.

Но и как на других подвижных составах в дизельных локомотивах существует тенденция использования асинхронных двигателей. На сегодня мы видим, что 80% за двигателями переменного тока и 20% за двигателями постоянного тока.
Эта тенденция также может быть оправдана требованиями по сокращению потребляемого топлива. Действительно, асинхронные двигатели обеспечивают большую полезную мощность, чем при использовании двигателя постоянного тока.
Вся электрическая система аналогична той, которую используют для тяжёлого тягового состава, за исключением того, что начальный переменный ток генерируется генератором переменного тока.
Потребности в измерении тока и напряжения – такие же, как и в ранее рассмотренных подвижных составах.



Вспомогательный инвертор
Bombardier



ALSTOM



ALSTOM

Большой диапазон тока до 4000 А

Серия LT

Большой выбор вторичного подключения

Шина или отверстие

Серия LA 205 / 305



200 А

300 А



4000 А

2000 А

500 А

1000 А

Применение на подвижном составе

Серия LF: компактный датчик тока

- Измерение постоянного, переменного, пульсирующего тока с гальванической развязкой
- Выбор между различными электрическими параметрами
- Выбор между различными выходными соединениями, зажимами, кабелями.

100…2000 A_{RMS}
Компенсационного типа
С элементом Холла

Серия LF

Очень компактный корпус



Технические данные в краткой форме, для получения большей информации смотрите технические данные.

Параметр	Описание	Условие	Единица измерения	LF 505-S/SP23	LF 1005-S/SP14	LF 2005-S/SP1	LT 4000-S/SP34
	Доступны различные шины			нет	нет	да	< < да
I_{PN}	**Первичный номинальный ток**		A_{RMS}	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
I_P	Первичный ток, диапазон преобразования	@ ±24V	**A peak**	±1000 [1]	±1500 [1]	±3500 [1]	±6000 [1]
$\hat{I}_P$	**Макс. не измеряемый ток перегрузки**		**kA / ms**			20	
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±24V	Ω	114	50	6	10
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω			8	
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±24V	Ω	0	3	3	2
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω			0	
K_N	**Коэффициент преобразования**			1 : 5000	1 : 5000	1 : 5000	1 : 5000
I_{SN}	**Вторичный номинальный ток**		**mA**	100	200	400	800
V_C	**Напряжение питания**	±5%	**V**	±24	±24	±15…24	±24
I_C	**Потребляемый ток**	@ ±24V	**mA**	34 + I_S	28 + I_S	33 + I_S	35 + I_S
Vd	Электрическая прочность изоляции	50Hz 1min.	kV_{RMS}	6	6	10	12
X_G	**Полная точность преобразования**	@ I_{PN}, T_A = 25°C	%	< ± 0.6	< ± 0.5	< ± 0.3	< ± 0.5
		@ I_{PN}, T_A = -40…+85°C	%				
ε_L	**Нелинейность**		%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
I_O	**Ток начального смещения**	@ I_P=0, T_A=25°C	mA	≤ ±0.4	≤ ±0.4	≤ ±0.5	≤ ±0.8
I_{OM}	**Остаточный ток** при I_P=0 после перегрузки 3*I_{PN}		mA			≤ ±0.2	
I_{OT}	**Температурный дрейф тока смещения**		mA	typ. ±0.3	typ. ±0.3	typ. ±0.2	typ. ±0.6
tra	**Время реакции**	@10% of I_{PN}	ns				
tr	**Время отклика**	@90% of I_{PN}	µs	< 1	< 1	< 1	< 1
di/dt	**Скорость нарастания входного тока**		A/µs	> 100	> 100	> 100	> 50
BW	**Частотный диапазон**	-1dB	kHz	DC…100	DC…150	DC…150	DC…100
		-3dB	kHz				
T_A	**Рабочая температура**		°C	-40…+85	-40…+85	-40…+85	-25…+70
T_S	**Температура хранения**		°C	-45…+90	-45…+100	-50…+85	-40…+85
R_S	Сопротивление вторичной обмотки	@ T_A = +70°C	Ω				15
		@ T_A = +85°C	Ω	96	55	26	
m	**Вес**		**g**	230	500	1500	6000
	Стандарт	EN50155		да	да	да	да
	Подключение вторичной цепи			screen cable 2m	M4 studs	Lemo EEJ…CYC	M5 studs
	Экран между первичной и вторичной обмотками			да	да	да	нет

1) Для получения большей информации смотрите техническую документацию

Применение на подвижном составе

Серия AV и DV: Датчики напряжения

- Измерение постоянного, переменного, пульсирующего напряжения с гальванической развязкой
- Выбор между различными электрическими параметрами
- Выбор между различными выходными соединениями, зажимами, кабелями.

50 V…4200 V_{RMS}
Развязывающий усилитель
Изоляционная цифровая технология





Технические данные в краткой форме, для получения большей информации смотрите технические данные.

Параметр	Описание	Условие	Единица измерения	AV 100-1000	LV 100-2000/SP15	DV 1200/SP2	DV 4200/SP4
V_{PN}	**Первичное номинальное напряжение**		V_{RMS}	**1000**	**2000**	**1200**	**4200**
V_{PM}	Первичное напряжение, диапазон преобразования	@ ±24V	**V**	±1500 [1]	±3000 [1]	±1800 [1]	±6000 [1]
V_P	**Макс. не измеряемое напряжение перегрузки**		**1s/h**	3000			
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±24V	Ω	184	330	28	140
R_{Mmax}	Макс. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω	47	180	7	
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±24V	Ω	0	60	0	60
R_{Mmin}	Мин. номинал измерит. резистора	@ ±15V	Ω	0	0	0	0
I_{SN}	**Вторичный номинальный ток**		**mA**	50	50	50	50
V_C	**Напряжение питания**	±5%	**V**	±12…24	±15…24	±15…24	±15…24
I_C	**Потребляемый ток**	@ ±24V	**mA**	33 + I_S	25 + I_S	20 + I_S	20 + I_S
V_e	**Напряжение частичного пробоя, эффф. зн. (RMS)@ 10pC**		**kV**	2.2		5	5
Vd	**Электрическая прочность изоляции**	50Hz 1min.	kV_{RMS}	5.5	9	18.5	18.5
X_G	**Полная точность преобразования**	@ V_{PN}, T_A = 25°C	%	< ± 0.7	< ± 1	< ± 0.3	< ± 0.3
		@ V_{PN}, T_A = -40…+85°C	%	< ± 1.7	< ± 1.7	< ± 1,2	< ± 1
ε_L	**Нелинейность**		%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
I_O	**Ток начального смещения**	@ V_P=0, T_A=25°C	mA	≤ ±0.5	≤ ±0.3	≤ ±0.5	≤ ±0.5
I_{OT}	Температурный дрейф тока смещения	-40…+75°C [2], +85°C [3]	mA		typ. ±0.4	max ±0.3	max ±0.1
tr	**Время отклика**	@90% of V_{PN}	µs	< 30	< 70	<48	< 48
BW	**Частотный диапазон**	-3dB	kHz	DC…11	DC…3	DC…12	DC…12
T_A	**Рабочая температура**		°C	-40…+85	-40…+75	-40…+85	-40…+85
T_S	**Температура хранения**		°C	-50…+90	-40…+85	-50…+90	-50…+90
R_S	Сопротивление вторичной обмотки	@ T_A = +75°C	Ω		62		
		@ T_A = +85°C	Ω				
m	**Вес**		**g**	380	850	620	620
	Стандарт	EN50155		да	да	да	да
	Подключение вторичной цепи			M5, Faston	M5	M5	M5
	Защита между первичной и вторичной обмотками			нет	да	нет	нет

1) Для получения большей информации смотрите техническую документацию
2) Для LV 100-2000/SP15
3) Для моделей серии DV

Подстанции

Большинство поездов питаются от электрических сетей. Необходимая электроэнергия, питающая электрический двигатель для движения локомотива, генерируется на железнодорожной подстанции.

Подстанции преобразуют высоковольтное напряжение от компаний, поставляющих электроэнергию, в низковольтное (переменное или постоянное), необходимое для работы железнодорожного транспорта.

Электроэнергия с подстанции распределяется на локомотивы и подвижные составы с помощью контактного провода или рельсов (метро). Напряжение, генерируемое подстанциями различно, так как различно напряжение существующих сетей, в зависимости от страны, где подвижной состав эксплуатируется. Ниже приведены все существующие напряжения сети в Европе:

- Постоянного тока 1.5 кВ: на юге Франции, Нидерланды…
- Постоянного тока 3 кВ: в Испании, Италии, Латвии, Словении, Эстонии, Польше, Бельгии, Хорватии, Молдавии, что составляет около 30% железнодорожных линии электропередач во всем мире,
- Переменного тока 15 кВ/ 16.7 Гц в Германии, Швейцарии, Австрии, Норвегии, Швеции...
- Переменного тока 25 кВ/ 50 Гц в Португалии, на севере Франции, на севере Великобритании, в Боснии и Герцеговине, Македонии, Греции, Румынии, Болгарии, Венгрии,Литве, Дании…
- Постоянного тока 3 кВ и переменного тока 25 кВ/ 50 Гц в Чехии, Словакии, Украине, России…
- Постоянного тока 750 В в Великобритании…

Сегодняшняя тенденция - питание тяжелых подвижных составов от линий переменного напряжения. Для метро, троллейбусов, трамваев напряжение в линии, как правило, постоянного тока, от 600 до 900 В(600, 750, 900 В).
Подстанции снабжают этими напряжениями подвижной состав. Тип напряжения питания (постоянное или переменное) и его уровень обусловливают различия в конструкции самих зданий подстанций.
Подстанции расположены как можно ближе к железнодорожным путям для поддержания необходимого уровня мощности. Количество подстанций по всей длине пути зависит от требований к электропитанию (метро или высокоскоростные поезда, например), а также от интенсивности движения.

Как правило, подстанции состоят из (рисунок 6):

- Коммутационных устройств переменного тока,
- Силовых трансформаторов,
- Силовых выпрямителей,
- Коммутационных устройств постоянного тока.

Первоначально на подстанцию поступает входное переменное напряжение от 10.5 кВ/50 (60)Гц до 66 кВ/50 (60)Гц, и на подстанции его можно изменить в любой уровень переменного и постоянного напряжения, в зависимости от требований сети питания.

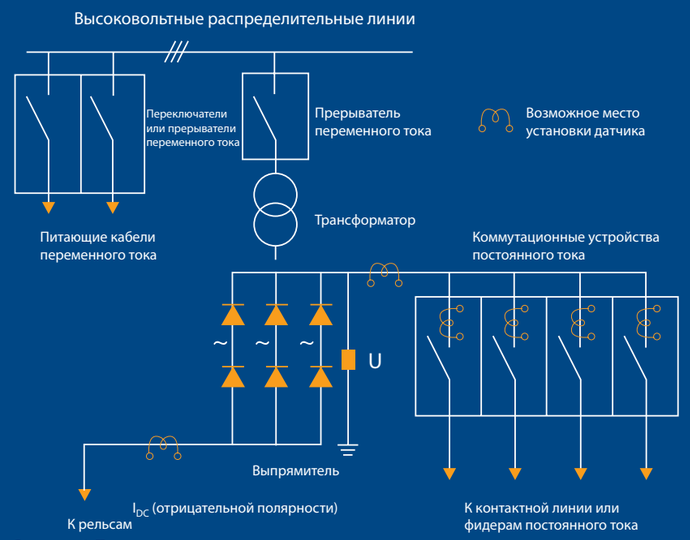


Рисунок 6. Типовая компоновка подстанции

Коммутационные устройства переменного тока и силовые трансформаторы.

Коммутационные устройства переменного тока аналогичны устройствам в распределительных станциях переменного тока. В общем виде, трансформаторы переменного тока могут иметь дополнительные обмотки с целью защиты и измерения. Имеются также реле для защиты трансформатора, также способствующие защите выпрямителя.

Выпрямители.

Большинство выпрямителей построены по 3-х фазным мостовым схемам.
Эти выпрямители должны выдерживать полное короткое замыкание пока не откроются прерыватели тока; что довольно часто случается в тяговой сети.
Как правило, используют датчик тока для измерения тока утечки от выпрямителя в контактный рельс (как показано на рисунке 6).

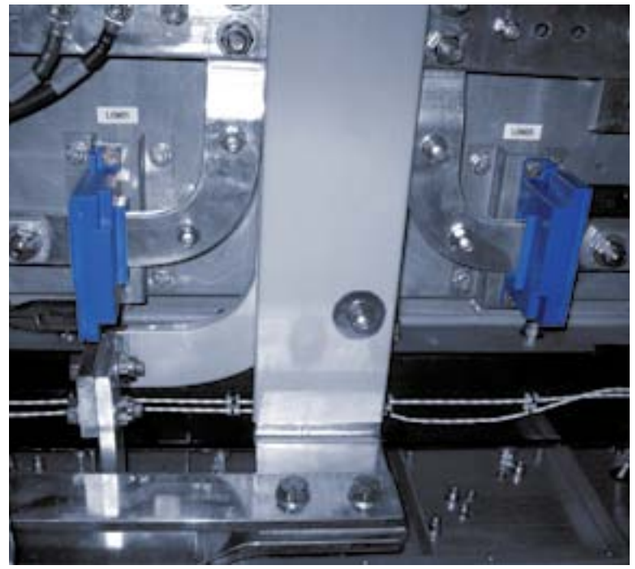
Коммутационные устройства постоянного тока.

Коммутационные устройства постоянного тока используются для соединения шины выпрямителя постоянного тока и контактной сети (линии постоянного тока).

Целью является разрыв цепи:

- Во время короткого замыкания низким импедансом, коммутационное устройство постоянного тока должно разорвать цепь в течение миллисекунд для предотвращения





ALSTOM

HAR 1000-S



Малый размер для измерения тока 1000 А



LV 100

Измерение напряжения от 50 до 4200 В

перегрузки по току, превышающей перегрузочную способность системы. С помощью установленных датчиков тока производится точное измерение и контроль токов короткого замыкания, чтобы питающее реле с определенным пороговым уровнем переключения разомкнуло коммутационное устройство без задержки (как показано на рисунке 6).

- Во время коротких замыканий со средним и высоким импедансом, коммутационное устройство постоянного тока должно разорвать цепь в течение нескольких сотен миллисекунд. Опять же, сочетание датчика тока и реле используется для размыкания коммутационного устройства, а электронный анализ выходного сигнала датчика позволяет в дальнейшем рассмотреть ситуацию и принять решение (как представлено на рисунке 6).

Типичные значения номинальных токов в коммутационных устройствах постоянного тока находятся в диапазоне от 1000 до 10000 А (постоянный ток) и напряжения от 600 до 3000 В (постоянный ток).

Датчики тока DI (шунт), LT 4000-S/SP32 LT, SP34, LT 4000 -T/SP42, или HAZ 4000 ... 20000 могут измерять и обнаруживать требуемые уровни по току, и особенно полезны за счёт большого отверстия, позволяющего использовать широкий диапазон первичных проводников, что часто требуется в этом применении.

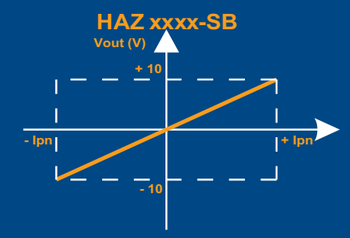
Датчики тока DI объединенные с шунтом, позволяют также измерять эти токи, обеспечивая высокий уровень изоляции.

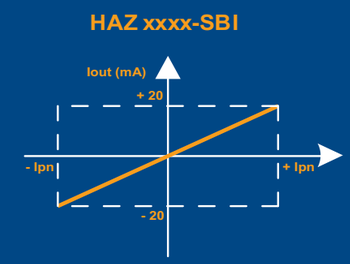
Защита также может быть обеспечена путём измерения тока на выходе выпрямителя с помощью тех же датчиков тока, представленных на рисунке 6.

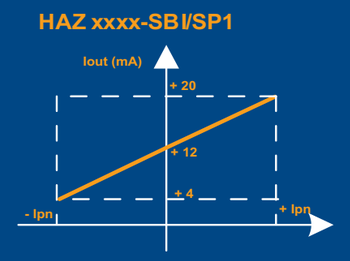
Напряжение на коммутационном устройстве постоянного тока или шине постоянного тока (выход выпрямителя) часто также контролируется, чтобы гарантировать правильное напряжение питания от контактной сети (возможно применение датчиков напряжения LV 100-4000/SP2 и DV, как представлено на рисунке 6).

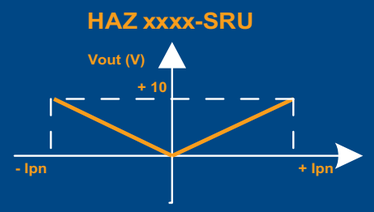
Часто, когда прерыватель цепи постоянного тока обрывает цепь, генерируется обратное напряжение, величиной примерно в 2 раза выше номинала. Это обратное напряжение генерируется из-за процесса расщепления дугового разряда. Дуга расщепляется на последовательность маленьких дуг в дугогасительной камере, и каждая дуга генерирует обратное напряжение (от 20 до 25 В). Эти маленькие дуговые разряды происходят между дугорасщепительными пластинами. Все эти маленькие напряжения складываются в общее обратное напряжение.
После прерывания (от 80 до 150 кА в пике) ток затем убывает с постоянной времени L/R, в то время как обратное напряжение прерывателя превышает напряжение шины постоянного тока. Дуговые разряды прекращаются, когда ток падает до уровня близкого к нулю.
Установленные датчики тока должны выдерживать эти высокие токовые перегрузки (иногда превышающие в 20 раз номинальный ток) и перенапряжения.
Когда для питания подстанций используются неизолированные или полуизолированные шины, необходима изоляция для датчиков (12 кВ RMS/50 Гц / 1 мин испытательное напряжение изоляции).
С другой стороны, если первичный проводник изолирован, это обычно приводит к увеличению толщины проводника, что требует датчика тока с большим отверстием. Модели LT 4000-S и HAZ обеспечивают широкое отверстие для изолированных первичных проводников.
Модели HAZ предназначены для различных номинальных токов, измеряемых в пределах от 4000 до 20000 А и поддерживают различные типы выходных сигналов, таких как:

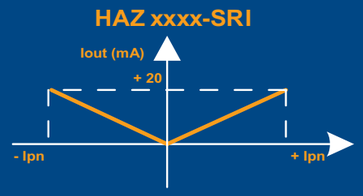
- + / - 10 Вольт мгновенный выход: HAZ xxxxx-SB модели,
- + / - 20 мА мгновенный выход: HAZ xxxxx-SBI модели,
- + 4 до + 20 мА мгновенный выход: HAZxxxxx-SBI/SP1 модели,
- 20 мА постоянного тока (истинное среднеквадратичное значение): HAZ xxxxx SRI-модели,
- 4 до + 20 мА постоянного тока (истинное среднеквадратичное значение): HAZ xxxxx-SRI/SP1 модели,
- 10 вольт постоянного тока (истинное среднеквадратичное значение): HAZ xxxxx-SRU модели.

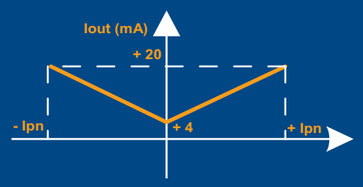












Серия HAZ 4000 ... 20000

Обработка сигнала или Мгновенный выход



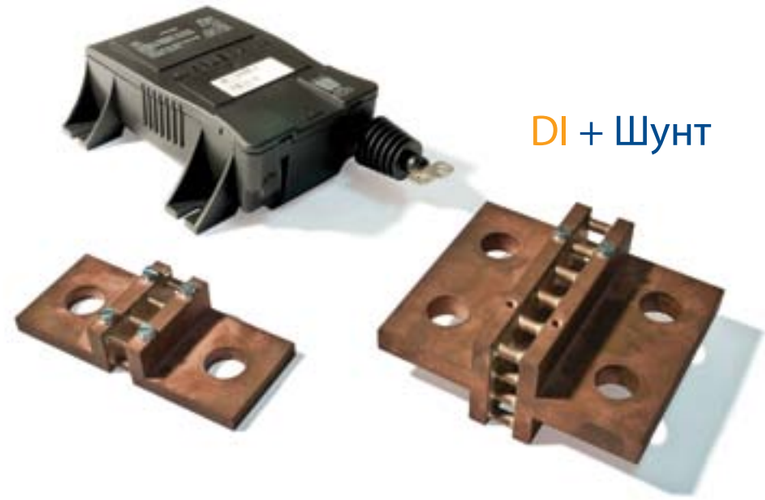
Среднеквадратичный выход 0/4 - 20 mA
0 - 10 V

Выход \ Модель	Мгновенный	Среднеквадратичный (DC True RMS)
Напряжение 0 - 10 Volt	- SB	- SRU
Ток 0 - 20 mA	- SBI	- SRI
Ток 4 - 20 mA	- SBI / SP1	- SRI / SP1



Измерение от 4000 до 20000 A_{RMS}

в компактном корпусе



DI + Шунт

Измерение электроэнергии в бортовом применении: EM4T II

С либерализацией и приватизацией основных железнодорожных сетей возникла необходимость использования как существующих, так и планируемых для строительства железнодорожных сетей, для ж/д сообщения через национальные границы.
Это поставило сложную для конструкторов задачу разработки мультисистемных локомотивов, которые будут использоваться в различных сетях. Эти локомотивы должны работать от сетей с различными стандартами питания в разных странах, расположенных по маршруту, без необходимости замены оборудования из-за разных систем питания.
В настоящее время, благодаря таким мультисистемным локомотивам, существует техническая возможность перевозки людей и товаров по Европе, от Норвегии до Сицилии например, без замены локомотива. (Рисунок 1).

Изменения в энергетическом рынке в виде отмены регулирования и усиления конкуренции, принесло потенциальную выгоду тем, кто ведет переговоры по требованиям к питанию в электрической тяге. Эти переговоры, однако, требуют больших знаний, понимания диаграмм нагрузки, в таком сложном вопросе как электропитание ж/д транспорта.
Также, до сегодняшнего дня, какие-либо финансовые преимущества для компании, эксплуатирующей поезда с системой рекуперативного торможения – где подаваемая энергия возвращается в питающие сети, когда поезд генерирует энергию в состоянии торможения – могли быть оценены только на основе неподтвержденного измерениями опыта.
С использованием счетчиков электроэнергии LEM, данные для точного расчета поставляемой и регенерируемой энергии, для выставления счёта, могут быть получены непосредственно в поезде, независимо от поставщика электроэнергии.

Второе поколение универсальных счётчиков электроэнергии для тяги, специально разработанных для бортового применения

Счетчики EM4T II представляют собой второе поколение универсальных счетчиков электроэнергии для электрической тяги, с автоматической авторизацией выписки счетов. Благодаря возросшим техническим возможностям (например, подключение входных каналов к любым возможным датчикам тока и напряжения, или трансформаторам) EM4T II используется как в новых мультисистемных локомотивах, так и для модернизации электрических железнодорожных транспортных средств, находящихся в эксплуатации. В последнее время используется новый стандарт EN 50463, который определяет характеристики измеряемых энергетических функций (EMF), также как и используемые датчики тока и напряжения, постоянного или переменного. Эта эволюция привела к обновлению фирмой LEM счетчика EM4T до последней модели EM4T II.

EM4T II – формирование диаграмм нагрузок

EM4T II является однофазным счетчиком электроэнергии, соответствующим всем стандартам учёта электроэнергии, для бортового применения (EN 50463 и EN 50155). Значения энергии собираются и хранятся в виде диаграмм нагрузки, которые могут составляться и сохраняться с интервалом 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30 и 60 минут. Записи содержат следующие данные:

- Дата и время
- События
- Идентификационный номер поезда
- Абсолютные значения энергии потребления и рекуперативной энергии, активной и реактивной
- Частота сети (16.7Hz, 50 Гц, 60 Гц)
- Дополнительные пользовательские диаграммы нагрузок, такие как напряжение с меньшим интервалом
- Позиция поезда во время сохранения диаграмм нагрузок и/или при возникновении события
- дополнительные функции, такие как определение напряжения питания.

Передача данных показаний прибора возможна с помощью изолированного последовательного интерфейса RS 232, RS 422 или RS 485. EM4T II также имеет сервисный интерфейс в сети Ethernet (может быть использован для управления индикаторами).

Ко второму интерфейсу RS 232 можно подключить GPS приемник для передачи данных позиционирования в соответствии с NMEA 183. Вместе с данными позиционирования, внутренние часы реального времени будут синхронизированы.
Встроенная в устройство память позволяет записывать данные в течение периода более 300 дней (при диаграммах нагрузки в 15 минут).

Точность счётчика EM4T II

EM4T II имеет стандартный класс точности 0.5R, и удовлетворяет требованиям стандарта EN 50463 (возможно понижение до класса 1R).

Технические подробности

Входные величины – ток и напряжение – соединены с измерительными цепями EM4T II с помощью дифференциальных входов (Рисунок 2 и 3), предназначенных для подключения всех типов датчиков тока и напряжения/трансформаторов, представленных на рынке.
Четыре входных канала предназначены для измерения постоянных или переменных сигналов любых существующих сетей (от 600 В до 3 кВ постоянное, 15 кВ переменное 16,7 Гц, 25 кВ переменное 50/60 Гц)(см. диаграмму 1).
Требования к измерению тока на этом уровне могут быть разнообразны.
Большое отверстие датчика необходимо, когда основной проводник - с высоковольтной изоляцией (от 15 кВ до 25 кВ переменного тока) – в этом случае можно использовать датчики LEM серии ITC.
Также могут быть использованы шунты для моделей DI, обеспечивающие необходимую изоляцию и класс точности 1R (при использовании шунта с классом 0.2 R).



Рисунок 1 :
Европейская железнодорожная сеть

- не электрифицировано
- электрофицированные пути (DC)
- 1.5 кВ постоянные
- 3 кВ постоянные
- 15 кВ 16.7 Гц
- 25 кВ 50 Гц
- 3 кВ постоянные / 25 кВ 50Гц



Поезд Siemens

EM4T II

Счётчик электроэнергии для железнодорожного транспорта



Рисунок 2: EM4T II

Диаграмма 1: EM4T II возможное подключение входов

Тип	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
AC	AC-voltage	AC-current		
ACDC	AC-voltage	AC-current	DC-voltage	DC-current
DC	DC-voltage	DC-current		
DCDC	DC-voltage	DC-current	DC-current	
DCDCDC	DC-voltage	DC-current	DC-current	DC-current

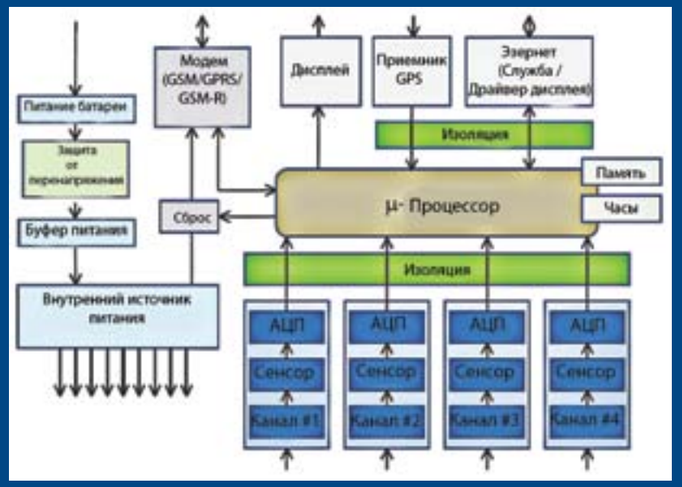
В сетях постоянного тока изоляционные свойства датчиков отвечают всем требованиям.
Аналого – цифровые сигма – дельта преобразовательные процессоры подавляют высокочастотные помехи во всех каналах, улучшая способность системы обрабатывать часто возникающие в тяговых сетях быстрые переходные процессы.
Микропроцессор считывает выборочные значения, и вычисляет реальную энергию в регулируемом интервале (стандартное значение=15 минут). Результат сохраняется в флэш – памяти (специальный вариант EEPROM).
Напряжение питания поступает через DC/DC преобразователь, в стандартном исполнении для номинального напряжения батареи 110 В постоянного тока (от 77 до 143 В), и 24 В (от 19,2 до 31,2 В).
В качестве опции, возможно исполнение для других напряжений батарей - 48 В (от 33,6 до 62,4 В), 72 В (от 50,4 до 93,6 В) и 96 В (от 67,2 до 124,8 В).

Стандарты и положения

EM4T II был разработан, чтобы соответствовать следующим стандартам:

- EN 50463: железнодорожное применение. Измерение электроэнергии бортовых систем поезда:
  постоянных 2 класс измерения,
  переменных 1.5 класс измерения
- EN 62052-11: электроизмерительное оборудование, общие условия
- EN 62053-21: электроизмерительное оборудование, 1 и 2 класс
- EN 50155: электронное оборудование, используемое на подвижном составе
- EN 50121-3-2: электромагнитная совместимость части 3-2: подвижная аппаратура
- E N 50124-1/2: железнодорожное применение, требования по изоляции
- EN 50125-1: экологические условия для бортовой аппаратуры подвижного состава часть 1: бортовая аппаратура подвижного состава
- CLC/TS45545 – 5: противопожарная безопасность на железнодорожном транспорте
- EN 61000-4-2/3/4/5/6/8: электромагнитная совместимость
- EN 50163: железнодорожное применение, напряжение питания в тяговых системах
- EN 61373: железнодорожное применение, испытание подвижного оборудование на ударо и вибро стойкость
- EN 61010-1: требования по безопасности к электрическому оборудованию для измерения, управления и лабораторного использования
- IP 65: использование в помещениях.

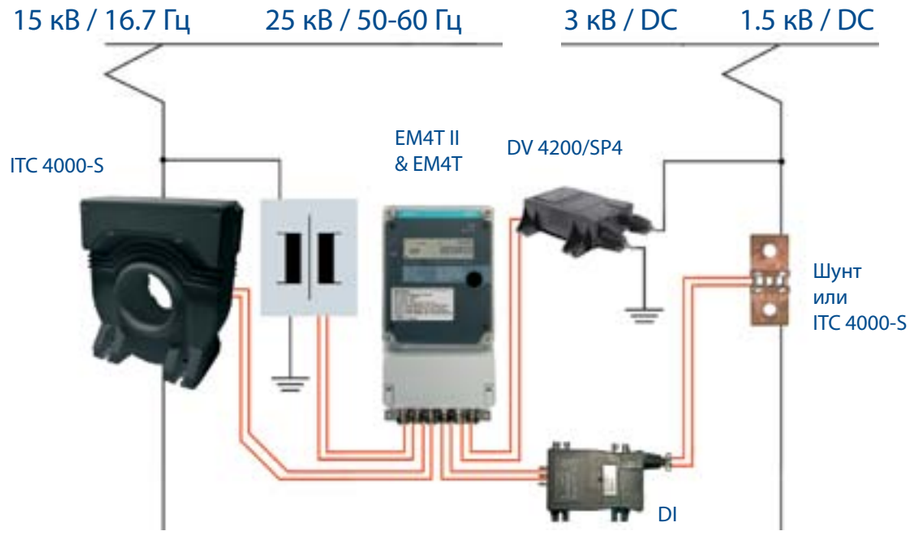
Рисунок 3. Блок схема счетчика электроэнергии LEM.





Датчики напряжения – серия DV

Измерение от 1200В to 4200 B_{RMS}
Уникальный компактный корпус
Низкий температурный дрейф



Часть высоковольтной схемы мультисистемного локомотива, с местами установки датчиков тока и напряжения

Семейство ITC 1000...4000-S

Класс точности Class 0.5R
Высокая температурная стабильность



DI 30...200 мВ
(Шунт изолятор)

Класс точности 1R
Высокая гальваническая изоляция

Специфические железнодорожные применения

1.Детектирование частот интерференции

Большинство троллейбусов, трамваев, метро и пригородных поездов работает на постоянном напряжении (от 600 до 3000 В).
Эти сети разделяются на различные изолированные секции, которые питаются от разных подстанций, как было ранее рассмотрено.
В дополнение к обычному постоянному напряжению подстанцией генерируется также малый переменный сигнал (частотой 42 и 50 Гц или 60 или 100 Гц).
Когда поезд входит в определенную секцию железнодорожной системы, колеса закорачивают переменный сигнал (через ось) и транспортная сигнализационная система закрывает данную область красным сигналом светофора для других поездов.

С помощью ШИМ (с широтно – импульсной модуляцей) преобразователей, система управления поездом также генерирует низкочастотные сигналы, которые подаются обратно в сеть.
Из-за сгенерированных таким образом интерференционных токов, частотный спектр необходимо контролировать и ограничивать уровнем 10 А с помощью внутренних фильтров, потому что когда сигнал с частотой 42 Гц или 50-60-100 Гц подается в сеть, транспортная сигнализационная система измеряет сигнал и открывает секцию для проезда других поездов.
Например, в некоторых случаях сгенерированный и отосланный обратно в цепь ток частотой 25 Гц, может быть в 50 раз больше, чем максимальный допустимый предел на 42 или 50 Гц (0,5 А).

Датчики тока LEM серии RA предназначены для обнаружения переменного тока до 20 APEAK, в выделенной полосе частот, наложенного на постоянный ток от 1000 до 4000 А, с заданной точностью.
Система управления в этом случае используется для обнаружения выходного сигнала датчиков LEM. Если частоты 42 Гц и/или 50 - 60 - 100 Гц обнаруживаются системой, то автоматическое оборудование останавливает поезд.

Как правило, ШИМ преобразователи сконструированы таким образом, что управление тягой не может генерировать данные частоты, но они могут появиться из-за дефектов внутренних фильтров, неисправной работы импульсной модуляционной системы управления и др.
Серия датчиков RA является в данном случае важным фактором, служащим для обеспечения безопасности.
Поэтому может быть использовано дублирование датчиков RA (2 датчика на одно измерение). Часто в такого рода применении добавляются некоторые дополнительные функции, такие как встроенная тестовая обмотка как часть системы моделирования, чтобы проверить цепь безопасности перед началом движения поезда.

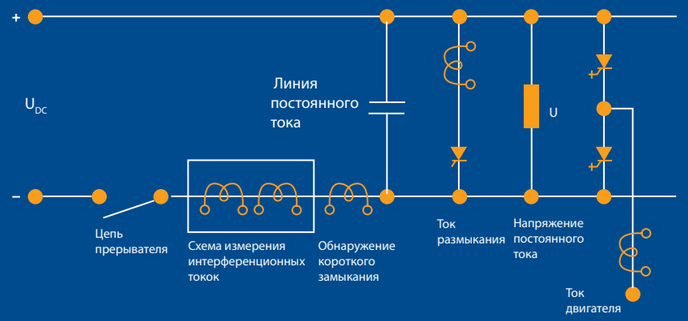


Рисунок 7. Измерение интерференционных токов в цепи постоянного тока.

2.Основной трансформатор. Контроль насыщения

Измерение малых постоянных составляющих больших переменных токов может потребоваться для контроля тока питания, поступающего с основного трансформатора, включенного в цепь перед управляющим преобразователем.
Постоянная составляющая может приводить к насыщению трансформатора, и поэтому она должна ограничиваться, или должен отключаться преобразователь.
Для измерения переменного тока и постоянной составляющей требуется датчик на ток 2000 ARMS. Для этого применения, точности в 1 А для измерения постоянной составляющей достаточно, и эта точность достигается применением датчика компенсационного типа на эффекте Холла. Однако для достижения требуемого уровня точности и противостояния большим паразитным магнитным полям, может потребоваться специальная конструкция датчика (датчики тока LEM LB 2000-S/SP4, например).
Напомним, что стандартные датчики на 2000 А имеют ток начального смещения по крайней мере 2.5 - 3 А (Рисунок 8).
Если контроль постоянной составляющей выполнен на первичной обмотке трансформатора, где напряжение питания может быть 25 $кВ_{RMS}$ переменного тока, уровень тока будет значительно ниже, также как и уровень постоянной составляющей, что требует более точной технологии измерения. Как правило, при этом может использоваться технология Fluxgate, но это означает также, что датчик должен быть с большим отверстием для первичного проводника, так как первичный проводник должен быть хорошо изолирован от сетевого напряжения 25 кВ, или надо выбирать датчик, подходящий для такого уровня напряжения.

3.Обнаружение неисправности

В сетях постоянного тока питания подвижного состава метро, использующих положительный и отрицательный контактные рельсы, дифференциальные токовые детекторы (CD дифференциальные датчики тока) необходимы для обнаружения неисправности от каждого из полюсов питания до земли (рисунок 9).
Такие неисправности будут приводить к токам помех сигнализационной системы.

В этих случаях первичные токи достигают 1500 А, и контролируется их дисбаланс на уровне 1 А с точностью 0.1 А
В самом подвижном составе метро схемы отопления также должны контролироваться с помощью дифференциальных датчиков тока. При токах около 100 А контролируется дисбаланс вплоть до 100 мА при максимальной погрешности тока смещения 15 мА.

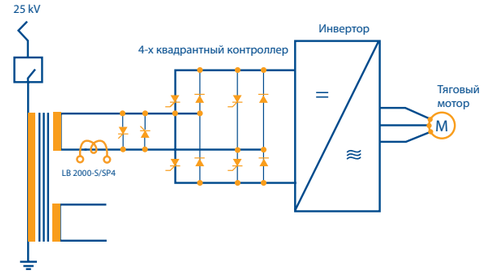


Рисунок 8. Измерение переменного и постоянного тока на выходе трансформатора управляющего преобразователя.

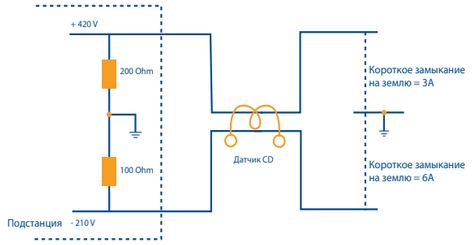


Рисунок 9. Детектор баланса токов для подземного транспорта.

Серия CD





Серия LB 2000



ALSTOM

Серия RA

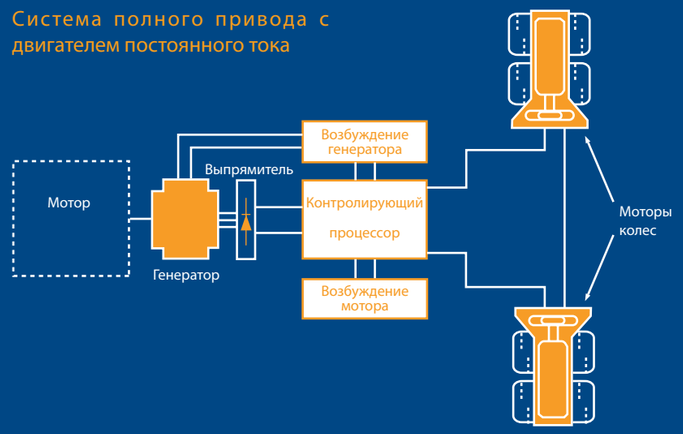


Применение в карьерных самосвалах

Тяговые карьерные самосвалы

Тяговые карьерные самосвалы, работающие на месторождениях, используют мощные дизельные двигатели в сочетании с электрическими системами привода, для эффективной работы на электродвигателях в неблагоприятных условиях среды, таких как большие открытые горные работы.
В соответствии с используемым двигателем могут применяться системы управления с переменным или постоянным током. В общем, система для приведения в движение самосвалов очень похожа на системы, использующиеся на дизель-электрических железнодорожных локомотивах.
LEM, опираясь на свой опыт в транспортном применении, предлагает датчики тока и напряжения для контроля инвертора - одной из главных подсистем в системах управления самосвалом.
В открытых горных работах (поверхностная добыча полезных ископаемых), экстремальные условия эксплуатации накладывают серьезные ограничения.
Колеса самосвала имеют тягу от электрических двигателей, постоянного или переменного тока, управляемых конкретным приводом (или инвертором), таким же, как и в транспортном применении для обеспечения движения локомотивов.
Электронные системы управления по сравнению с механическими, обеспечивают более низкие эксплуатационные расходы и высокую тяговую производительность.
Отказ от гидротрансформаторов, карданных валов, коробки передач и дифференциалов (все они обладают высоким коэффициентом износа), уменьшает стоимость обслуживания и общую стоимость, увеличивает срок службы и надежность самосвалов.
Крутящий момент и скорость двигателя, вращающего колеса, контролируется с помощью постоянного или переменного привода, путем тщательного контроля питающего напряжения и тока, без необходимости использования коробки передач. Это обеспечивает плавную подачу мощности на колеса (что уменьшает износ шин и обеспечивает безопасную эксплуатацию).

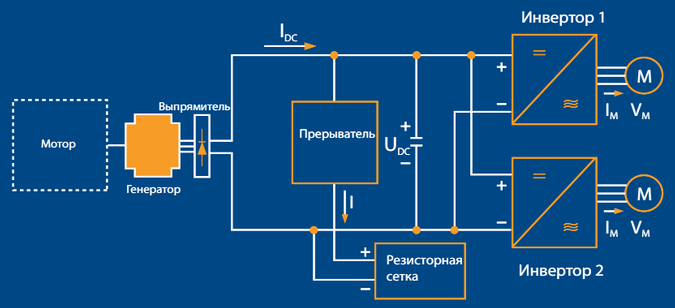
Система полного привода с двигателем постоянного тока



Упрощенно, система состоит из:
- генератора переменного тока,
- выпрямителя,
- микропроцессорного блока управления,
- и связки мотор-колесо (двигатель постоянного тока).

Микропроцессорный блок управления контролирует генератор, выпрямитель, и колеса с мотором для достижения оптимальных характеристик.
Использование микропроцессорного блока управления позволяет быстро диагностировать возникающие неполадки.

Система полного привода с двигателями переменного тока.



Также как в случае тяговых двигателей в железнодорожной отрасли, сегодня существует тенденция использования систем привода переменного тока на приборах IGBT (GTO также до сих пор используются) для управления электродвигателем переменного тока (как правило, асинхронные двигатели) для обеспечения высоких характеристик. Двигатели переменного тока менее ограничены (они меньше, более надежны, и лучше подходят для суровых условий открытых горных работ) и позволяют повысить общую производительность за счет сокращения технического обслуживания (отсутствие щеток, уменьшение количества контакторов…).

Использование силовой электроники делает системы более простыми и надёжными, повышая их эффективность. А повышенная эффективность приводит к уменьшению расхода топлива.
В упрощенном виде система переменного тока состоит из:
- Генератора переменного тока,
- выпрямителя,
- цепи постоянного тока,
- одного или нескольких управляющих инверторов переменного/постоянного тока,
- микропроцессорного блока управления,
- и связки мотор-колесо (асинхронный двигатель).

Управляющие инверторы контролируются микропроцессорным блоком управления, для преобразования постоянного в переменное напряжение, для подачи на колесные моторы требуемой мощности (ШИМ инверторы напряжения с регулируемой частотой, переменного тока). Эта та же концепция, что используется для управления инверторами локомотивов в железнодорожной отрасли. Все выходные параметры инвертора (ток, напряжение, частота) контролируются микропроцессорным блоком управления, и изменение в случае необходимости определенных параметров инвертора ведет к приложению необходимой мощности для управления крутящим моментом и скоростью колес.
Датчики тока и напряжения имеют большое значение для контроля этих параметров. Тем не менее, применяемые модели должны быть хорошо адаптированы к суровым условиям окружающей среды. Самосвалы подвергаются воздействию большого количества неблагоприятных условий по температуре и влажности, таким образом, датчик должен быть предназначен для оптимального выполнения своих функций в таких условиях.
Могут быть использованы модели серии HTC (ток от 500 до 3000 А), серия LT 505 - 1005 – 2005 для измерения тока и серия LV100 для измерения напряжения. Все датчики герметизированы, что гарантирует исключительную защиту от влаги и пыли. Также большую роль в таком применении имеет защита от вибрации. Это объясняет выбор датчиков транспортного исполнения, так как они как раз предназначены для работы в условиях высоких уровней вибрации (имеющих место на железной дороге). Они все удовлетворяют стандарту EN 50155 климатических испытаний.





ALSTOM

Серия HTA

250 A
1000 A



Серия HTC

500 A
1000 A
2000 A
3000 A



Один корпус

для различных диапазонов тока

Применение в железнодорожной инфраструктуре

Железнодорожная отрасль работает в физически уникальных условиях. Если происходит отказ ж/д стрелки, сигнализации или неисправность с рельсами, то нельзя просто объехать неисправное место. Все больше и больше людей и товаров должны быть транспортированы. Существующая инфраструктура должна использоваться более эффективно.

Увеличивающееся разделение ответственности железнодорожных предприятий за инфраструктуру и ж/д транспорт в рамках железнодорожной системы, особенно в Европе, подчеркивает важность путевого и бортового мониторинга. Он служит для оптимизации капитальных затрат и расходов на техническое обслуживание путевой техники и подвижного состава при одновременном обеспечении удовлетворительной безопасности и эксплуатационных характеристик.
Исследования в области надёжности и ремонтопригодности железнодорожной инфраструктуры выявили следующие потребности:

- Введение методов контроля технического состояния,
- Оптимизация плана техни-ческого обслуживания,
- гарантия высокого уровня безопасности.

Системы мониторинга возникли исходя из этих потребностей, выраженных различными обслуживающими подрядными организациями. Одной из задач было снижение технических остановок из-за неисправностей, с целью улучшения пунктуальности ж/д транспорта и уменьшения потенциально больших санкций за простой.
Кроме того, готовность железнодорожной сети имеет все большее значение.
. Существующая инфраструктура должна использоваться более эффективно, поэтому мониторинг критически важных объектов пути (стрелки, шлагбаумы, сигнализация…) является незаменимым инструментом в этом контексте. Онлайн мониторинг позволяет принимать превентивные меры, такие как, например, замена дефектного элемента до того, как дефект приведет к сбою.
Основные функции контроля технического состояния:

- профилактические работы или замена, чтобы предотвратить сбои,
- улучшение процесса обслуживания.

Около 25% сбоев, вызывающих задержку поездов, связаны со стрелочным приводом.

1. Стрелочный привод (рисунок 4) и мониторинг состояния.

Для измерения перемещения и положения стрелочного привода, можно использовать:

- Датчик положения,
- Датчик мощности,
- Датчик давления,
- Датчики тока и напряжения.

На рисунке показана кривая тока двигателя в момент переключения. Эта кривая сравнивается с идеальной (базовой) кривой тока двигателя.
Значительное отличие от базовой кривой приведет к срабатыванию сигнала тревоги. Обслуживающие инженеры могут регулировать уровень срабатывания сигнала тревоги (рисунок 10) а также можно измерять напряжения для изменения настройки триггера, если уровень напряжения меняется.

С течением времени, изменение в положении привода стрелки может быть свидетельством механического износа, отсутствия смазки, смещения центровки стрелки, вызванного балластом, заедания внутри механизма стрелки, а также неполадок электромотора и обмоток. Все это приводит к увеличению потребляемого тока.
Любые отклонения от нормального тока также указывают на вероятность других развивающихся проблем - износа, ржавчины, попадания мусора, вандализма и т.д. Ранее предупреждение проблем привода стрелки, с использованием мониторинга токового профиля, до того как возникнет проблема или сбой, возможно благодаря профилактическому обслуживанию на основе данных анализа тока.
При необходимости, замена оборудования (например, мотора стрелки) осуществляется при условии подтверждающих данных, то есть записей токового профиля.
Информация собирается и анализируется, для прогнозирования превентивного обслуживания оборудования.
Это оптимизирует эффективность работы железнодорожного обслуживающего персонала, минимизирует нарушения в движении поездов и сохраняет затраты на приемлемом уровне.
LEM разработал специальную серию разъемных датчиков тока PCM (мониторинг состояния стрелок), измеряющих постоянный и переменный ток с номинальным значением 5, 10, 20 и 30 А. Предназначенный для монтажа непосредственно на стрелочном переключателе, без нарушения существующих кабелей и соединений, датчик тока PCM подключается к первичному проводнику без разрыва контакта. Это одно из основных требований при модернизации существующего оборудования.
Его механическая конструкция тоже адаптирована к суровым условиям окружающей среды, а также доступна водонепроницаемая версия.
Большинство двигателей, используемых для стрелочных приводов, были двигатели постоянного тока, но сегодня существует тенденция использования двигателей переменного тока, поскольку они более надежны, компактны и менее дороги в техническом обслуживании.
Версия датчиков PCM-PR предназначена для контроля переключателей на двигателях переменного тока в скоростных поездах. Они измеряют переменный ток низкой частоты (от 0.040 до 1 кГц) в точности для тех же целей, что и для двигателей постоянного тока до этого, и обеспечивают выходной сигнал 4-20 мА постоянного тока, пропорциональный истинному среднеквадратичному значению измеряемого сигнала. Этот вид выходного сигнала совместим с контроллерами, которые анализируют данные.

Датчики серии PCM предназначены для использования железнодорожными подрядными организациями, в качестве инструмента модернизации существующей инфраструктуры. Как правило, подрядные организации измеряют ток без нарушения работы стрелочного механизма.

Важно не нарушать целостность токоведущих проводников стрелочного привода, так как это может привести к нарушению механизма предохранительной цепи. Поэтому датчики PCM разработаны для применения без разъединения первичного проводника и измерения с помощью разъемной конструкции. Это требование собственников ж/д инфраструктуры.
Конечно, мониторинг состояния с использованием датчиков может быть интегрирован в первоначальный проект системы стрелочного привода. В этом случае нет необходимости в бесконтактном измерении, и, следовательно, доступны экономически более эффективные способы измерения тока. Являясь частью оригинального электронного блока, могут применяться датчики тока для монтажа на печатную плату. LEM может предложить LTS 6-15-25-NP, или LA 25-NP, или CAS/CASR/CKSR 6-15-25-50-NP серии датчиков для данного применения.

2. Рельсовые цепи (рисунок 5) и контроль состояния.

Около 5 % нарушений, вызывающих задержку поезда, происходит из-за ошибок в рельсовых цепях. Рельсовые цепи служат для определения наличия поезда на данном участке пути.
Сигнальные цепи управляются реле, а участки контура согласованы с сигнальными блоками.



Рисунок 4. Стрелочные приводы вдоль железнодорожных путей.

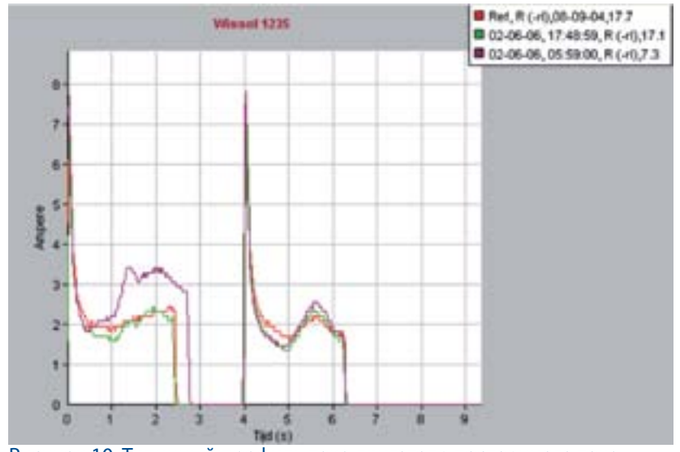
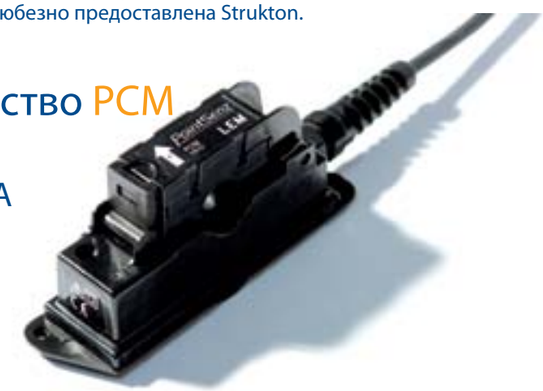


Рисунок 10: Типичный профиль тока двигателя постоянного тока. Фотография любезно предоставлена Strukton.

Семейство PCM

5 to 30 A



Дизайн датчика с разъемным магнитопроводом.
Идеальный вариант для случая модернизации.



Семейство CASR

6 - 15 - 25 - 50 A



Семейство LTS

6 - 15 - 25 A

Семейство LA 25-NP

0.25 to 25 A



Датчики тока, монтируемые на печатную плату.

Источник тока ставится в один конец изолированной секции. Управляющий ток течет по рельсу в другой конец секции, активирует реле, возвращается по другому рельсу ко второму полюсу источника тока, замыкая контур. Активированное реле отключает сигнальные огни, показывая, что железнодорожная секция свободна для проезда (Рисунок 11).
Однако, если поезд на линии, токовая цепь замыкается через колеса и ось, в



Рисунок 11. Рельсовая цепь, в ситуации, когда нет поезда на линии.

обход реле, и возвращается в источник питания. Реле обесточивается, и сигнализационные огни включаются, указывая на наличие поезда на линии (Рисунок 12).
Для надежной работы системы, рельсовые стыки должны быть электрически соединены проводником. На каждом конце секции цепь должна быть изолирована. Посторонние предметы

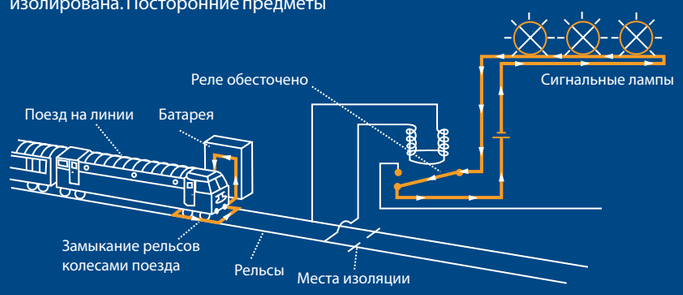


Рисунок 12. Рельсовая цепь, в ситуации, когда поезд на линии.

(лёд, листья и др.) на линии могут привести сбою цепи, создав или наоборот препятствуя созданию короткого замыкания.

Такая рельсовая цепь типична для старых и существующих установок, однако сегодня, с современными непрерывными сварными рельсами, становится все сложнее и менее желательно делать изолированные стыки.
Сегодня устанавливаются кодированные импульсные рельсовые цепи.

Мониторинг фактически протекающего тока в рельсовой цепи, вместо реле, позволяет использовать данные об уровнях тока в качестве индикатора потенциальных проблем, а также для определения, проходит или нет в данный момент поезд. Типичный контролируемый уровень тока находится в диапазоне от 20 до 90 мА в зависимости от сопротивления короткого замыкания. Токовый пороговый детектор может сообщить об отказе реле, когда ток в цепи меняется, но реле не срабатывает.
Измеряя ток ламп, система может не только определить, не повреждена ли нить лампы или установлена неправильно, но может и записывать показания (цвет) лампы, когда поезд проходит участок пути. Следовательно, может быть подан сигнал тревоги, если машинист проехал на красный сигнал.
Мониторинг напряжения питания для рельсовой цепи и сигнальных ламп также помогает выявлять неисправности.
Датчики LEM могут работать с переменным или постоянным током в рельсовых цепях, и широко используются в железнодорожной отрасли.

Требуется измерять токи в огромном количестве реле, используемых в ж/д сети. Для бесконтактного измерения (требование не вмешиваться в работу реле) используется серия CT с номинальным током 100, 200 и 400 $мА_{RMS}$ и большим отверстием диаметром 11 мм.

Другие датчики тока также могут выполнять данные функции, такие как CKSR 6-NP, или LTS 6-NP, или LV 25-P(1.5 $А_{RMS}$, 6 $А_{RMS}$, 10 $мА_{RMS}$, соответственно), они способны измерять переменные и постоянные сигналы, и имеют встроенный первичный проводник.

3. Шлагбаумы (рисунок 6) и мониторинг состояния

Около 15 % случаев задержек поездов связано с неисправностью шлагбаумов. В США, в основном используются ж/д переезды со шлагбаумом.

Каждый переезд со шлагбаумом использует датчик тока для двигателя, сигнальной лампы и звукового сигнала.
Измеряемый ток может быть переменным или постоянным.

Хотя будущее за светодиодной технологией ламп, где токи меньше, все равно измерение тока необходимо для мониторинга состояния.
Легко понять, что система мониторинга должна контролировать правильность работы двигателя шлагбаума и сигнальных знаков, когда приближается поезд. Это вопрос безопасности, измерение тока обеспечивает данные для мониторинга.
Форма тока мотора может быть проанализирована и сравнена с типичным профилем тока при активации шлагбаума.

Превышение тока потребления мотором может означать потенциальный отказ или проблему, такую как выход из строя мотора или препятствие перед шлагбаумом.

Метод контроля сигнала позволяет также определить нормальную работу сигнальных ламп. Высокоточный датчик обеспечивает контроль тока потребления светодиодными лампами. Уменьшение уровня тока означает, что один или несколько светодиодов не работают.
Существует определенный лимит по максимальному количеству дефектных светодиодов, превышение которого может быть обнаружено по уровню тока, чтобы затем заменить их для обеспечения безопасности. Датчики тока могут предоставлять такую информацию.
Ранее выявление дефектов полезно при планировании обслуживания, уменьшая расходы на незапланированный ремонт.

Типичное потребление тока для ламп с несколькими светодиодами - 500 мА, и 10 А для мотора шлагбаума при подъеме и опускании.

Недорогим решением для мониторинга тока мотора являются датчики серии LTS с номинальными токами от 6 до 25 $А_{RMS}$. Для мониторинга сигнальных цепей серия CT–P соответствует всем требованиям точного измерения, имеются 3 модели с токами от 100 $мА_{RMS}$ до 400 $мА_{RMS}$.
Эти датчики обеспечивают бесконтактное измерение. В этом применении важно не добавлять новых элементов в сигнальную цепь, то есть не вводить новых потенциальных разрывов в цепь. Поэтому бесконтактное измерение является требованием безопасности.



Рисунок 5. Путевые сети



Рисунок 6. Сигнальные лампы и шлагбаум

Семейство CT xx-P

Монтаж на печатную плату



0.1 / 0.2 / 0.4 A

Безконтактное измерение слабых токов

Семейство LV 25-P



Измерение токов в 10 mA_{RMS}

Качество и стандарты LEM

ЛЕМ - убежденный сторонник поставки продукции, отвечающей высшим стандартам качества.
В соответствии с требованиями применения уровни качества могут быть различными, так же как и необходимость соответствия стандартам.
Эти уровни должны достигаться, обеспечиваться и постоянно улучшаться, как для нашей продукции, так и для нашего сервиса. Центры разработки и производства ЛЕМ по всему миру сертифицированы по стандартам ISO/TS 16949, ISO 9001 и ISO 14001.
Наши основные центы производства тяговых датчиков сертифицированы по стандарту IRIS, обязательному для компаний, поставляющих на железнодорожный рынок.

Компанией ЛЕМ были внедрены несколько инструментов для исследования и анализа своей эффективности. ЛЕМ обрабатывает эту информацию, чтобы принять необходимые действия и оставаться отзывчивой компанией на рынке.
Наиболее используемые инструменты:

DPT FMEA (Design, Process & Tool Failure Mode Effect Analysis) инструмент, используемый превентивно для:

- определения возникновения рисков и влияния дефектов на продукцию, производство и оборудование,
- выработки корректирующих мер,

План контроля: описание действий по проверке и контролю, выполняемых в производственном процессе.,

Cpk – R&R (Capability for Processes & Measurement Systems):

- Cpk: статистический инструмент, используемый для вычисления возможности производственного процесса обеспечивать точность в заданных границах.,
- R&R: повторяемость и воспроизводимость: инструмент для отслеживания точности измерительных устройств в заданных границах,

QOS – 8D (Quality Operating System – Eight Disciplines):

- 8D: процесс разрешения проблем, используемый для определения и предотвращения повторения проблем качества,
- QOS: система разрешения проблем,

IPQ (Interactive Purchase Questionnaire): инструмент, вовлекающий поставщика в отслеживание качества поставляемых продуктов и запчастей.

В дополнение к этим программам качества с 2002 года ЛЕМ принял концепцию Шесть Сигма, как инструмент отслеживания превосходства в бизнесе. Главная цель – создание обстановки, в которой все, что ниже качества концепции Шесть Сигма - неприемлемо.

Стандарты LEM

Датчики ЛЕМ для транспорта разрабатываются и тестируются в соответствии с принятыми в мире стандартами.

Стандарт EN 50155 – «Электронное оборудование для использования на подвижном составе» применение в железнодорожном транспорте – это наша отправная точка к электрическим, механическим параметрам и параметрам среды обитания.
Это гарантирует полное соответствие характеристик нашей продукции железнодорожным условиям.
Все транспортные продукты ЛЕМ разработаны в соответствии со стандартом EN 50155.

Маркировка CE – это гарантия того, что продукт соответствует Европейской директиве электромагнитной совместимости 2004/108/EEC и директиве низковольтных устройств. Продукция соответствует стандартам EN 50121-3-2 (ж/д EMC стандарт).

UL используется как ссылка для указания на воспламеняемость материалов (UL94V0), а также NFF 16101 и 16102 стандарты материалов для огня и дыма.
Основная продукция ЛЕМ сертифицирована UL.

Вы можете обратиться на сайт (www.UL.com), за обновленным списком моделей, сертифицированных UL.
Техническая документация указывает на применимые стандарты для каждого вида продукции.
Стандарт EN 50124-1 регламентирует проектирование изолирующих зазоров датчиков в соответствии с необходимыми уровнями изоляции (расчетные уровни напряжений) и условиями использования.

Расчетные напряжения изоляции для датчиков в железнодорожном применениях определены в соответствии с несколькими критериями, указанных в стандарту EN 501241-1. Некоторые критерии определяются самим датчиком, некоторые определяются условиями его применения.
Критерии следующие:

- воздушный изоляционный зазор (Clearance distance) – наикратчайшее расстояние по воздуху между двумя проводниками,
- расстояние пути тока утечки по поверхности изоляции (Creepage distance) – наикратчайшее расстояние по поверхности изолирующего материала между двумя проводниками,
- степень загрязнения (определяется условиями применения – классификация условий микроклимата, влияющих на изоляцию),
- категория по перенапряжению (Overvoltage category) – определяется условиями применения и характеризует риск повреждения оборудования от повышенного напряжения,
- сравнительный индекс пробоя изоляции (Comparative Tracking Index (CTI)) – связан с материалом, используемым для изоляции, и ссылается на классификацию групп различных изоляционных материалов,
- необходимость в простой (базовой) или усиленной изоляции.

ЛЕМ руководствуется этими соображениями при проектировании всех датчиков:
Пример: LTC 600-S, датчик тока в двигательном инверторе

Условия применения:

Путь утечки по поверхности (корпус): 66,70 мм,
Воздушный изоляционный зазор: 45,90 мм,
Сравнительный индекс пробоя изоляции (CTI): 600 В (группа I),
Категория перенапряжения: II,
Степень загрязнения: 3.

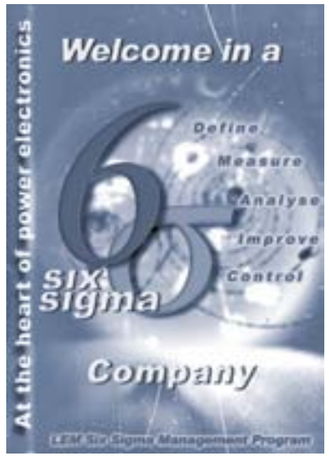
Базовая или простая изоляция:

В соответствии со стандартом EN 50124-1: при параметрах: воздушный зазор изоляции – 45,90 мм, степень загрязнения – 3, U_{NI} (номинальное импульсное напряжение) = 30 кВ.
С U_{NI}=30 кВ и категорией перенапряжения II, расчетное напряжение изоляции (переменное или постоянно) U_{Nm} может быть в пределах от 6.5 до 8.3 кВ.
При параметрах: путь утечки по поверхности изоляции – 66,70 мм, степень загрязнения 3, индекс пробоя изоляции – 600 В (группа I), это 12,5 мм/кВ, возможное расчетное напряжение изоляции UNm =5.336 кВ.
В итоге в этих условиях применения возможное расчетное напряжение изоляции UNm =5.336 кВ (наименьшее из двух результатов для воздушного зазора и пути утечки по поверхности изоляции).

Усиленная изоляция:

Рассмотрим усиленную изоляцию для тех же изоляционных зазоров, которые определены выше:

Рассматривая геометрические размеры усиленной изоляции, для воздушного зазора номинальное импульсное напряжение должно быть 160% от возможного расчетного напряжения изоляции для базовой изоляции.
С воздушным изоляционным зазором 45,90 мм уже рассчитали, теперь посмотрим для усиленной изоляции для такого же зазора.
Для усиленной изоляции номинальное импульсное напряжение U_{NI}=30 кВ для зазора 45,90 мм.
Для базовой изоляции номинальное импульсное напряжение U_{NI}= U_{NI} (усиленной)/1.6= 18.75 кВ. Для усиленной изоляции U_{Nm} от 3.7 до 4.8 кВ для данного зазора.
При определении размеров для усиленной изоляции расчетное напряжение изоляции U_{Nm} должно быть в 2 раза больше, чем расчетное напряжение базовой изоляции.
При пути утечки по поверхности 66,70 мм, при степени загрязнения – 3, и сравнительном индексе пробоя изоляции – 600 В(группа I), получаем 25 мм/кВ (2 х 12,5) против 12,5 мм/кВ ранее (для базовой изоляции), это ведет к возможному увеличению расчетного напряжения изоляции U_{Nm} до 2.668 кВ.
В итоге можем получить расчетное напряжение изоляции UNm, в этих условиях использования, 2.668 кВ (наименьшее из двух результатов для воздушного зазора и пути утечки по поверхности изоляции).



Ключевая статистика шесть Сигма

Статус компании	Уровень Сигма	Отсутствие дефектов	Дефектов на миллион
Не конкурентоспособный	2	65%	308,537
	3	93%	66,807
Средний индустриальный	4	99.4%	6,210
	5	99.976%	233
Мировой уровень	6	99.9997%	3.4

Источник: Six Sigma Academy, Cambridge Management Consulting

IRIS Certification

RoHS COMPLIANT 2002/95/EC

Решения для измерения напряжения



Семейство LV 25-P



LV 25-Voltage



AV 100-Voltage



CV 3-Voltage



Семейство LV 100



LV 100-Voltage



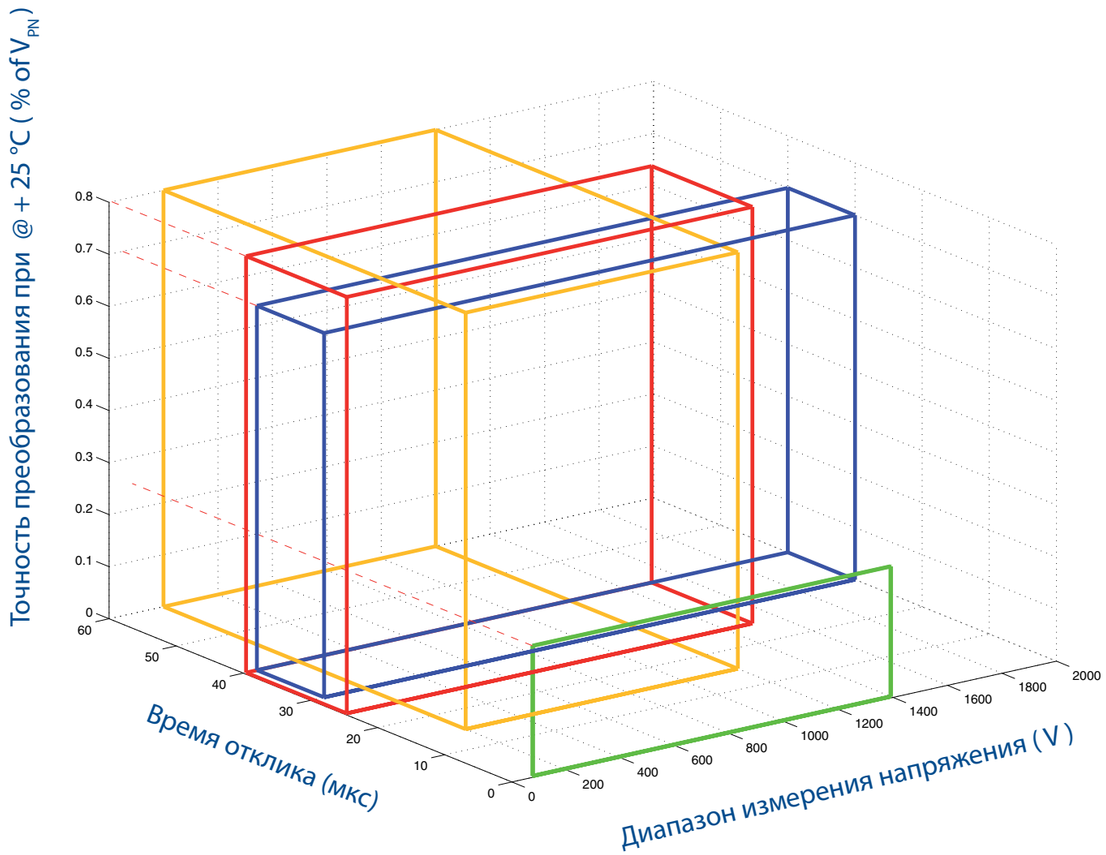
CV 4-Voltage

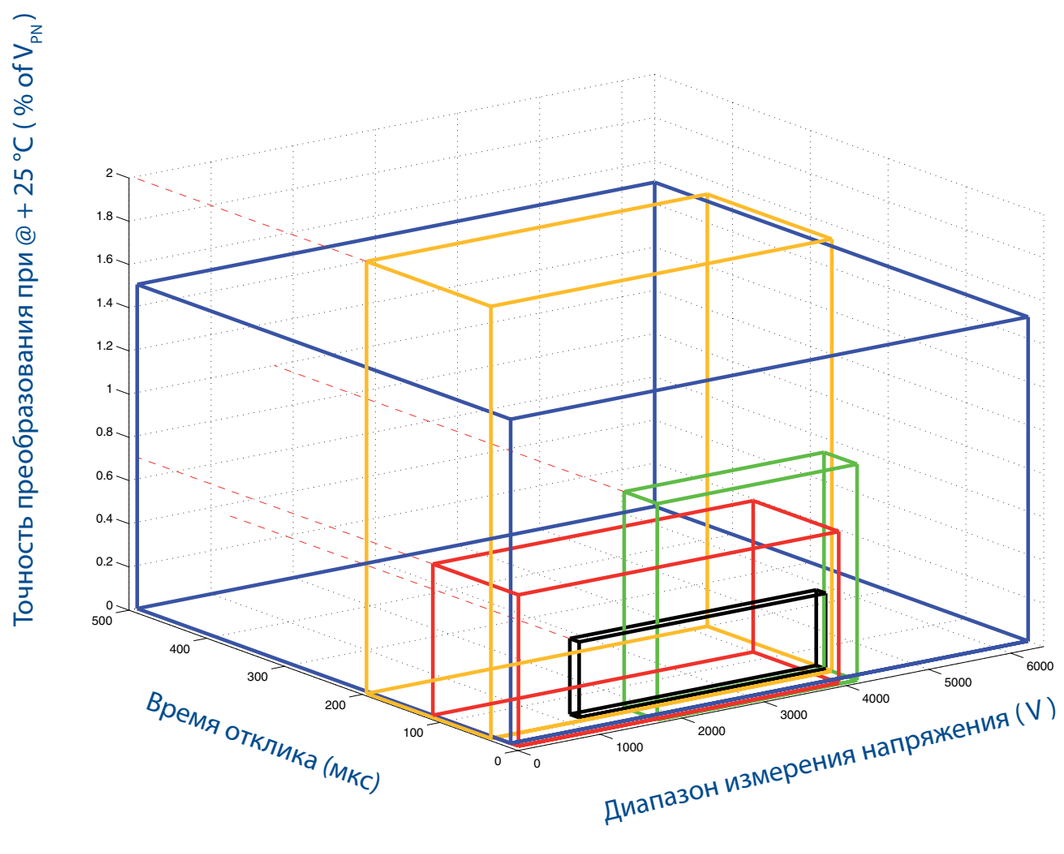


LV 200-AW/2/Voltage



DV Voltage





От применения к датчику

	Бортовые												Транспортная инфраструктура			Подстанции			
	Прерыватель основной цепи	Основной выпрямитель	Линия постоянного тока	Вспомогательный инвертор	Тяговый инвертор	Измерение энергии	Вторичные системы: Сигнализация	Вторичные системы: Нагревание Вентиляция Кондиционирование	Вторичные системы: Контроль дверей	Вторичные системы: Зарядка Батарей	Вторичные системы	Измерение интерференционных сигналов	Стрелки	Реле	Сигнализация	Стрелочный привод	Представлены на странице n°	Датчик	Номинальный диапазон
ИЗМЕРЕНИЕ ТОКА				●	●	●											13	LT 505-S family	250-720 A
			●	●	●	●											13	LT 1005-S family	1000 A
	●		●		●	●											13	LT 2005-S family	1100-2000 A
	●					●										●	13 & 14	LT 4000-S family	4000-4400 A
				●	●		●	●									7 & 9	LTC family	350-1000 A
				●			●	●									11	LAC 300-S	300 A
				●			●	●		●							13	LA 205/305-S family	200-500 A
				●			●	●		●							11	LF 205-S family	100-200 A
				●			●	●		●							11	LF 305-S family	250-300 A
				●			●	●									14	LF 505-S family	500 A
				●			●	●									14	LF 1005-S family	1000 A
				●	●	●	●	●									14	LF 2005-S family	2000 A
				●			●	●		●							27	HTA family	250-1000 A
			●	●			●	●									17	HAR family	1000 A
				●			●	●									27	HTC family	500-3000 A
						●										●	23	ITC family	1000-4000 A
																●	19	HAZ family	4000-20000 A
		●															25	LB family	2000 A
	●	●	●	●													25	CD family	2 x 1000 A, 1200 A, 1500 A, 2 to 10 A differential
												●					25	RA family	10-20 A AC Peak superposed on 1000 to 4000 A DC
														●	●		31	CT -P family	0.1-0.4 A
									●				●		●		29	LA 25-NP family	0.25-25 A
													●				29	PCM family	5-10-20-30 A
									●				●		●		29	LTS and CAS/CASR/CKSR families	1.5-50 A
															●		31	LV 25-P family	0.01 A
НАПРЯЖЕНИЕ				●			●	●					●		●		34	LV 25-P family	10-1500 V
				●			●	●					●				34	LV 25-Voltage family	200-1200 V
	●	●	●	●	●	●		●		●						●	35	LV 100 family	100-4000 V
	●	●	●	●	●	●		●		●						●	17 & 35	LV 100-Voltage family	50-4200 V
		●															35	LV 200-AW/2/Voltage family	100-6400 V
				●	●	●				●							34	CV 3-Voltage family	85-1400 V
		●			●	●											35	CV 4-Voltage family	1767-4200 V
			●	●	●					●							34	AV 100-Voltage family	50-2000 V
	●	●	●		●	●										●	22 & 35	DV-Voltage family	1200-4200 V
ЭНЕРГИЯ						●											21	EM4T II	
	●					●										●	19 & 23	DI (Shunt Isolator)	30-200 mV

Опции вторичного подключения

Различные варианты подключения выхода



Серия разъёмов
Molex 5045/A



Серия разъемов
JST VH



Серия разъемов
Molex Mini-Fit, Jr 5566



Серия разъемов
Molex 70543



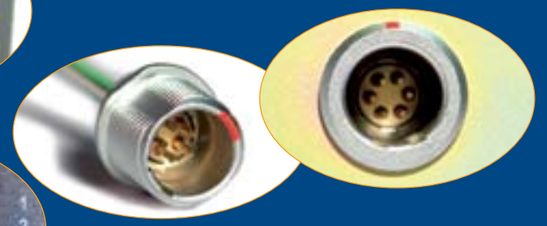
Винтовые соединения, M4, M5, UNC...



...или клеммы 6.30 x 0.80 мм или гайки...
...или оба типа одновременно



Внутренняя резьба M4, M5



Разъёмы LEMO



Разъёмы AMP



Разъёмы Burndy



Разъёмы Sub-D



Кабели, экранированные кабели...

А также разъёмы Wago, Phoenix, Souriau...

Кодировка продукции

Кодировка продукции / промышленные и транспортные датчики

LTC 600-SF/...

Семейство
- A : датчик с изолирующим усилителем
- C : датчик по технологии Fluxgate
- D : цифровой датчик
- F : датчик с детектором поля
- H : датчик на эффекте Холла без магнитной компенсации
- I : компенсационный датчик тока с высокой точностью
- L : датчик на эффекте Холла с магнитной компенсацией
- R : датчик на эффекте Холла по принципу Роговского
- T : датчик по принципу трансформатора

Группа:
- A or AK or AL or AS 1) or AT or AX or AZ : с магнитопроводом из прямоугольных пластин
- AR or AW or AC or X or XN : с магнитопроводом из прямоугольных пластин
- AF : с магнитопроводом из прямоугольных пластин и плоским дизайном корпуса
- AH : вертикальный монтаж
- AIS, XS, ASS, AFS : с прямоугольным многослойным магнитопроводом + однополярное питание + доступ к опорному напряжению
- ASR, KSR : с прямоугольным многослойным магнитопроводом + двуполярное питание + доступ к опорному напряжению
- AY : прямоугольная магнитопровод + гибрид
- B : двойной тороидальный магнитопровод
- C : бескорпусный
- D : дифференциальное измерение
- HS : эффект Холла без магнитной компенсации; магнитный концентратор + однополярное питание + доступ к опорному напряжению. Когда используется с F (FHS): Minisens, корпус SO8
- F : плоский дизайн
- I : шунт изолятор
- MS : устройство поверхностного монтажа + однополярное питание + доступ к опорному напряжению
- OP : разъемный витой сердечник
- TC : датчики для тягового применения
- TD : двойное измерение
- TKS, TFS : сердечник, плоский корпус + однополярное питание + доступ к опорному напряжению
- TP, TO, TN, TZ, TL, T, TA, TB, TY : тороидальный магнитопровод
- TR : разъемный сердечник
- TS : сердечник + однополярное питание
- TSR, TSP : сердечник + однополярное питание + доступ к опорному напряжению
- TT : тройное измерение
- V : измерение напряжения
- Y : датчик тока компактный гибридный для монтажа на печатную плату

Номинальный ток
- Датчик тока: A_{RMS}
- Датчик напряжения: ампер/витки RMS
  - 0000: номинальное напряжение (1000 соотв. 1000В, со встроенным первичным резистором R1)
  - AW/2: некоторые типы датчиков напряжения
  - AW/2/200: номинальное напряжение для AW/2 (200 значит 200 В, со встроенным первичным резистором R1)

Исполнение
- N : многодиапазонный
- P : для монтажа на печатную плату
- S(I) : с отверстием для первичного проводника
- T(I) : со встроенной первичной шинной

Особенности (1 или 2 дополнительных символа или цифры)
- B : двуполярное выходное напряжение
- BI : двуполярный выходной ток
- C : комплект крепления без шины
- F : с ножками для монтажа
- FC : с ножками для монтажа + комплект крепления
- P : для монтажа на печатную плату
- PR : программируемый
- R : RMS выход
- RI : RMS токовый выход
- RU : RMS выход напряжения

Сноска 1:
При использовании с L (LAS): датчик тока с вторичной обмоткой с однополярным питанием по технологии Eta
При использовании C (CAS): датчик тока с прямоугольным магнитопроводом + однополярное питание

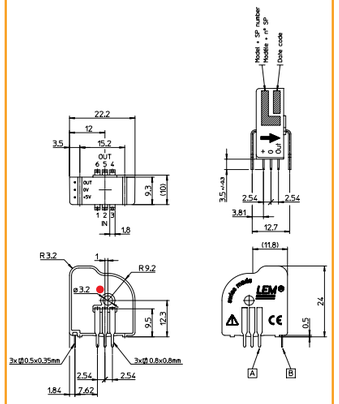
Варианты
Отличия от стандартного датчика …/SPXX

Габаритные чертежи

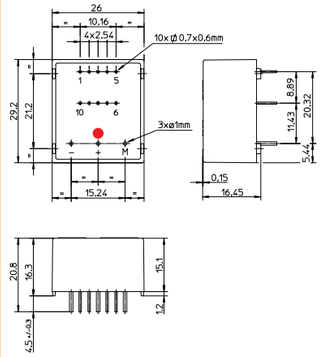
Все размеры в мм

● Положение датчика Холла

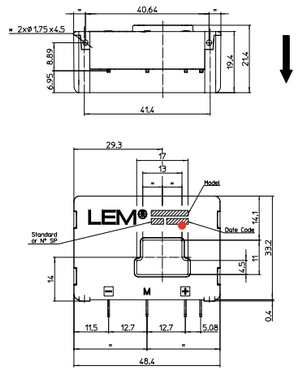
LTS 6-NP, LTS 15-NP, LTS 25-NP



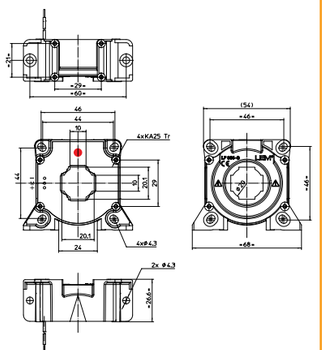
LA 25-NP/SP25



LA 200-P/SP4



LA 205-S/SP21

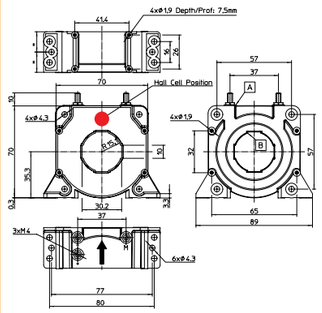


LA 205-T/SP16

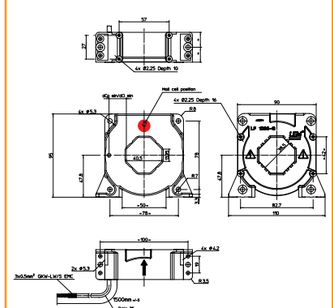
LF 205-S/SP5

LF 305-S/SP7

LF 505-S/SP22



LF 1005-S/SP12

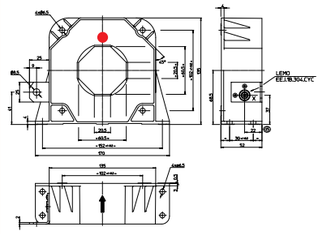


Габаритные чертежи

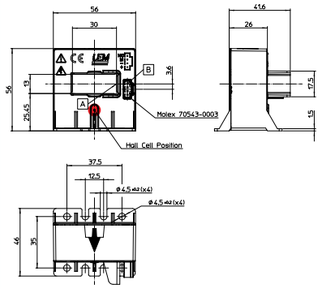
Все размеры в мм

● Положение датчика Холла

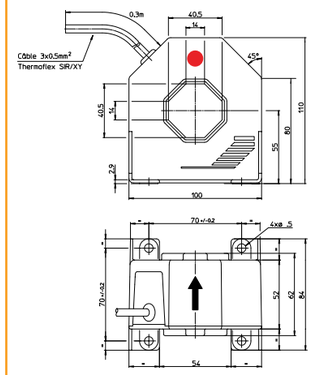
LF 2005-S/SP1



LAC 300-S



LT 505-S/SP5

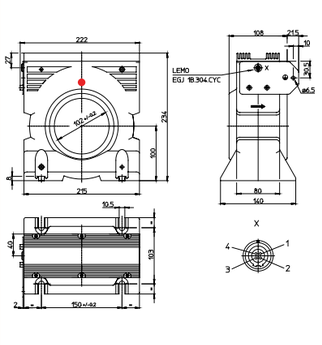


LT 505-T/SP12

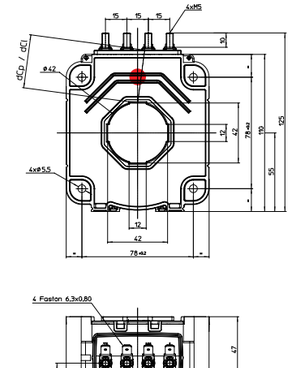
LT 1005-S/SP26

LT 2005-S/SP15

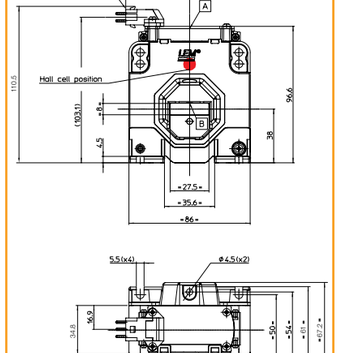
LT 4000-S/SP24



LTC 1000-S/SP1



LTC 500-SFC/SP2

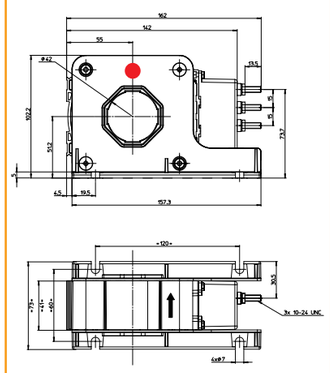


Габаритные чертежи

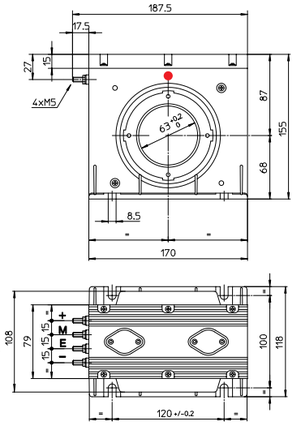
Все размеры в мм

● Положение датчика Холла

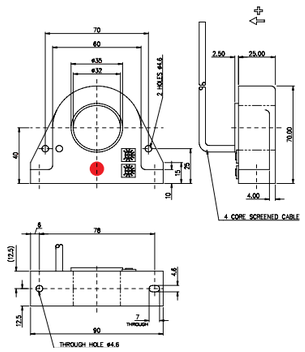
LTC 1000-SF/SP4



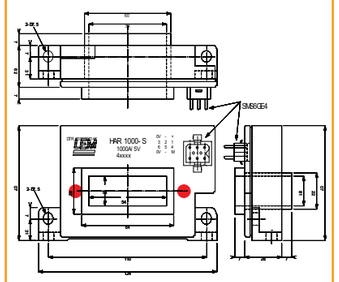
LB 2000-S/SP4



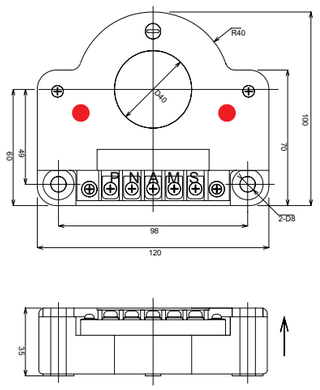
HTA 1000-S/SP9



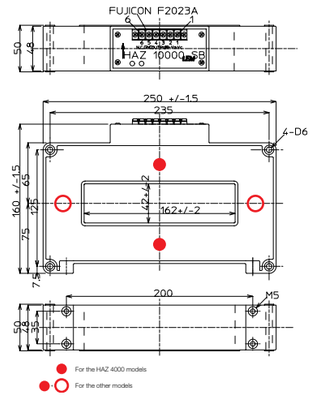
HAR 1000-S



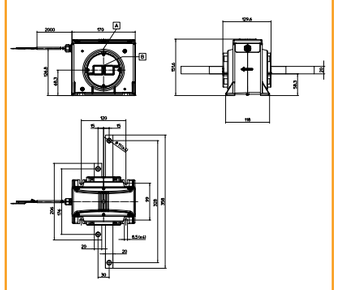
HTC 1000 ... 3000-S



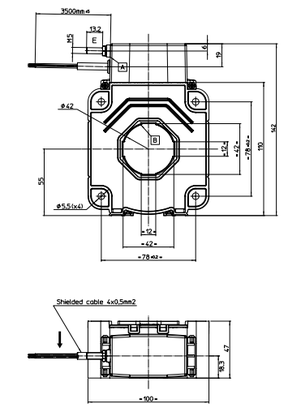
HAZ 4000 ... 20000-SB



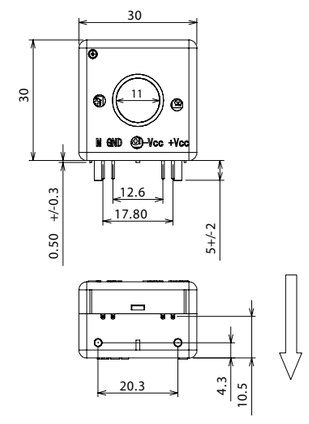
CD 1000-T/SP7



RA 1005-S, Rogowski Principle



CT 0.1/0.2/0.4-P Fluxgate Principle

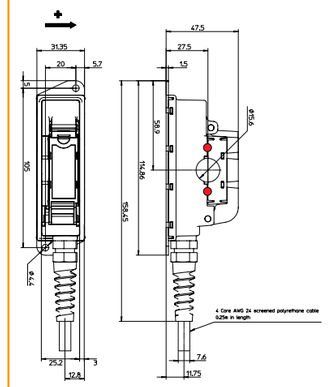


Габаритные чертежи

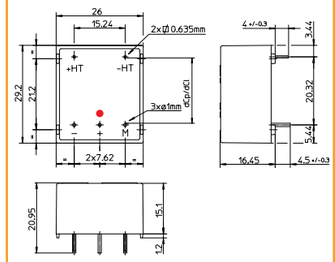
Все размеры в мм

● Положение датчика Холла

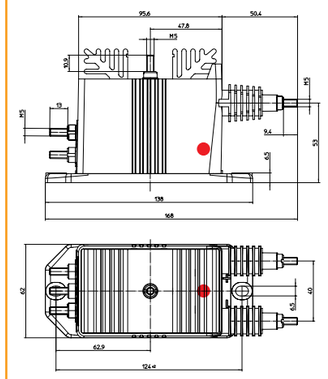
PCM 10-P



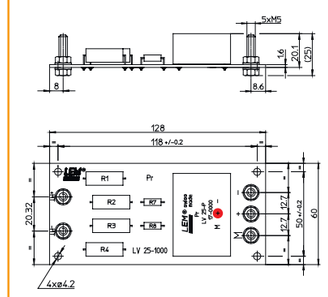
LV 25-P/SP5



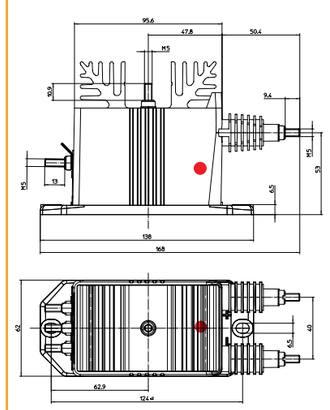
LV 100-2000/SP15



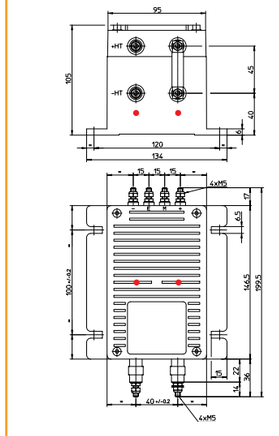
LV 25-1000/SP3



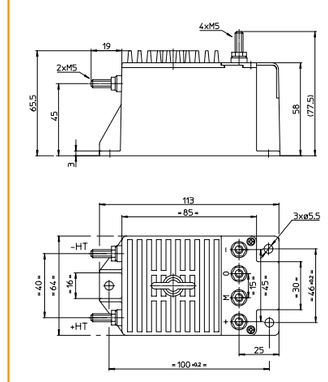
LV 100-1000/SP13



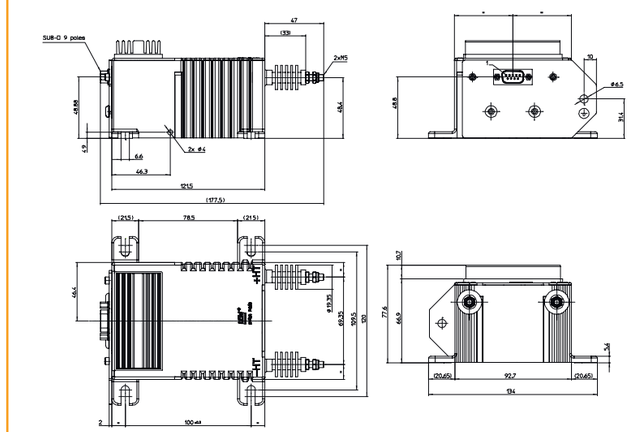
LV 200-AW/2/6400



CV 3-100/SP3



CV 4-4000/SP1

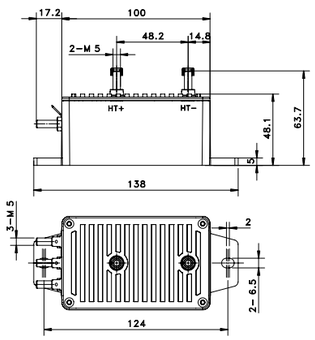


Габаритные чертежи

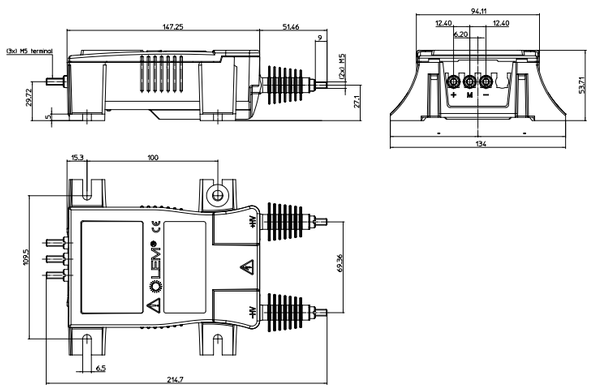
Все размеры в мм

Положение датчика Холла

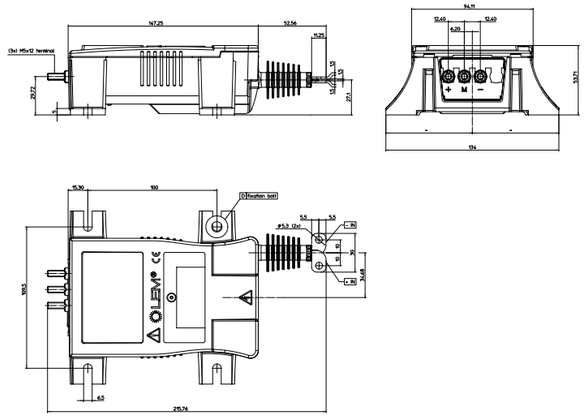
AV 100-1500



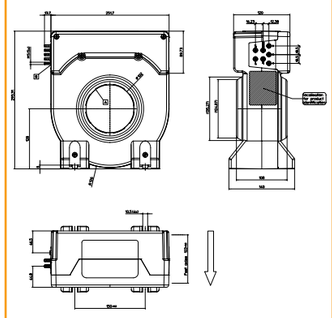
DV 4200/SP4



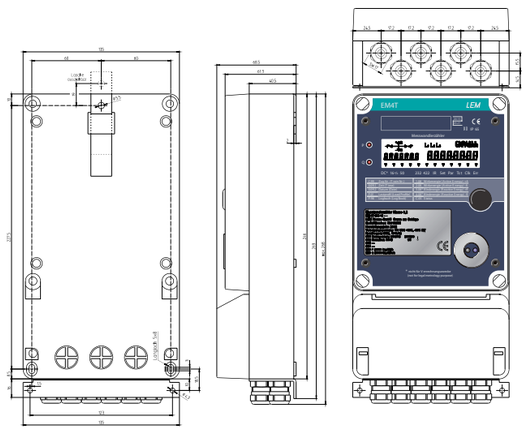
DI 30/SP1



ITC 4000-S



EM4T



Гарантия ЛЕМ

Гарантия 5 лет на все датчики ЛЕМ.

ЛЕМ разрабатывает и производит высококачественную и очень надежную продукцию для клиентов по всему миру.

Начиная с 1972 года, ЛЕМ поставляет миллионы датчиков тока и напряжения, большинство из которых до сих пор функционируют в транспортных средствах, промышленных электроприводах, источниках бесперебойного питания и других видах оборудования, требующих соответствия высшим стандартам качества.

Наша пятилетняя гарантия распространяется на все датчики фирмы ЛЕМ, отгруженные после 1 января 1996 и действует в дополнение к обычной гарантии.

Гарантия на наши датчики составляет 5 лет (60 месяцев) начиная со времени их получения (не относится к продуктам категорий EM4T & EM4TII & TEMA4T & LEMABOX & LZQJ и автомобильным датчикам, гарантия для которых составляет 2 года).

В течении этого периода ЛЕМ заменит или восстановит любые неисправности за свой счёт (если дефект вызван некачественными комплектующими или сборкой).

Другие претензии, кроме претензий по самой продукции, по повреждениям, случившимся не по вине персонала или поставщиков фирмы ЛЕМ, данной гарантией не покрываются.

Клиенты должны сразу же сообщать нам обо всех дефектах и возвращать бракованную продукцию вместе с описанием неисправности.

Гарантия покрывает замену и (или) ремонт всех бракованных изделий, а расходы на перевозку берет на себя клиент.

Гарантия, после проведения ремонтных работ, не продлевается.

Гарантия будет признана недействительной в случае, если покупатель сам модифицировал или отремонтировал продукцию, или ремонт был проведен третьим лицом без письменного согласия фирмы ЛЕМ.

Не покрывается гарантией также повреждения продукции, нанесенные в результате использования не по назначению или действия форс-мажорных обстоятельств.

Фирма ЛЕМ несет ответственность на основании законных требований касающихся ответственности за качество продукции.

Гарантия исключает другие требования, превышающие упомянутые условия.

LEM, April 1. 2008

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Официальные представители ЛЕМ

Европа • Средний Восток

Австрия и Цент. и Вост. Европа
LEM
Concorde Business Park 2/F/6
A-2320 Schwechat
Tel. +43 1 706 56 14-10
Fax +43 1 706 56 14-30
e-mail: tbu@lem.com

Страны Балтии
DACPOL Sp. z. o. o
Ul. Pulawska 34
PL-05-500 Piaseczno
Tel. +48 22 7035100
Fax +48 22 7035101
e-mail: dacpol@dacpol.com.pl

Страны Бенелюкса
LEM Belgium sprl-bvba
Route de Petit-Roeulx, 95
B-7090 Braine-le-Comte
Tel. : +32 67 55 01 14
Fax : +32 67 55 01 15
e-mail : lbe@lem.com

Босния, Хорватия, Герцеговина, Сербия и Словения
Proteus Electric S.r.l.
Via di Noghere 94/1
I-34147 Muggia-Aquilinia
Tel. +39 040 23 21 88
Fax +39 040 23 24 40
e-mail: dino.fabiani@proteuselectric.it

Чехия, Словакия
PE & ED Spol. S.R.O
Dipl.-Ing. Petr Chlebis
Koblovska 101/23
CZ-71100 Ostrava
Tel. +420 59 6239256
Fax +420 59 6239531
e-mail: peedova@peed.cz

Финляндия
ETRA Electronics Oy
Lampputie 2
FI-00740 Helsinki
Tel. +358 207 65 160
Fax +358 207 65 23 11
e-mail: markku.soittila@etra.fi

Инженер по эксплуатации
Mr. Pasi Leveälahti
Kausantie 668, 17150 Urajärvi
Tel. +358 50 5754435
Fax +358 37667 141
e-mail: pli@lem.com

Франция
LEM France Sarl
15, avenue Galois
F. 92340 Bourg-La-Reine
Tel. +33 1 45 36 46 20
Fax +33 1 45 36 06 16
e-mail: lfr@lem.com

Германия
Central Office:
LEM Deutschland GmbH
Frankfurter Strasse 74
D-64521 Gross-Gerau
Tel. +49 6152 9301 0
Fax +49 6152 8 46 61
e-mail: postoffice.lde@lem.com

Венгрия
Orszaczky Trading LTD.
Korányi Sandor U, 28
H-1089 Budapest
Tel. +36 1 314 4225
Fax +36 1 324 8757
e-mail: info@orszaczky.hu

Израиль
Ofer Levin Technological Application
PO Box 18247
IL- Tel Aviv 611 81
Tel.+972 3 5586279
Fax +972 3 5586282
e-mail: ol_teap@netvision.net.il

Италия
LEM Italia Srl
via V. Bellini, 7
I-35030 Selvazzano Dentro, PD
Tel. +39 049 805 60 60
Fax +39 049 805 60 59
e-mail: lit@lem.com

Польша
DACPOL Sp. z o.o.
Ul. Pulawska 34
PL-05-500 Piaseczno
Tel. +48 22 7035100
Fax +48 22 7035101
e-mail: dacpol@dacpol.com.pl

Португалия
QEnergia, Lda
Praceta Cesário Verde - 10 S/Cave
P-2745-740 Massamá
Tel. +351 214 309320
Fax +351 214 309299
e-mail: qenergia@qenergia.pt

Румыния
SYSCOM -18 Srl.
Calea Plevnei 139B Sector 6
RO-060011 Bucharest
Tel. +40 21 310 26 78
Fax +40 21 316 91 76
e-mail:
george.barbalata@syscom18.com

Россия
ООО "ТВЕЛЕМ"
Старицкое шоссе,15
170040 Тверь / Россия
Тел. +7 4822 65 56 72
Факс +7 4822 65 56 73
e-mail: tvelem@lem.com

Скандинавия
LEM
Hassellunden 16
2765 Smørum
Tel. +45 88 24 5555
e-mail: kck@lem.com

Испания
LEM France Sarl
15, avenue Galois
F-92340 Bourg-la-Reine
Tel. +34 93 886 02 28
Fax +34 93 886 60 87
e-mail: slu@lem.com

Швейцария
SIMPEX Electronic AG
Binzackerstrasse 33
CH-8622 Wetzikon
Tel. +41 44 931 10 30
Fax +41 44 931 10 31
e-mail: contact@simpex.ch

LEM SA
8, Chemin des Aulx
CH-1228 Plan-les-Ouates
Tel. +41 22 706 11 11
Fax +41 22 794 94 78
e-mail: lsa@lem.com

Турция
Özdisan Electronik Pazarlama
DES Sanayi Sitesi,
104.Sok.A07 Blok N°:02
TR-34776 Y.Dudullu
Umraniye / Istanbul
Tel. +90 216 420 1882
Fax +90 216 466 3686
e-mail: sbalta@ozdisan.com

Великобритания и Ирландия
LEM UK Ltd
West Lancs
Investment Centre
Whitemoss Business Park
Skelmersdale, Lancs WN8 9TG
Tel. +44 1 695 71 25 60
Fax +44 1 695 71 25 61
e-mail: luk@lem.com

Азия • Тихий океан

Австралия и Новая Зеландия
Fastron Technologies Pty Ltd.
25 Kingsley Close
Rowville - Melbourne -
Victoria 3178
Tel. +61 3 9763 5155
Fax +61 3 9763 5166
e-mail: sales@fastron.com.au

Китай
Beijing LEM Electronics Co. Ltd.
No. 28, Linhe Str. LInhe
Industrial Development Zone
Shunyi District, Beijing, China
Post code : 101300
Tel. +86 10 89 45 52 88
Fax +86 10 80 48 43 03
+86 10 80 48 31 20
e-mail: bjl@lem.com

Beijing LEM Electronics Co. Ltd.
Shanghai Office
Room 510
Hualian Development Mansion,
Xinhua Road
Changning District
Shanghai, 200052 P .R. China
Tel. +86 21 3226 0881
Fax +86 21 5258 2262
e-mail: bjl@lem.com

Beijing LEM Electronics Co. Ltd
Shenzhen Office
R1205, Liantai Mansion, Zhuzilin
Shennan Avenue, Futian District,
Shenzhen 518040 P .R. China
Tel. +86 755 3334 0779
+86 755 3336 9609
Fax. +86 755 3334 0780
e-mail: bjl@lem.com
Beijing LEM Electronics Co. Ltd
Xi'an Office
R2909, HIBC, Technology Road 33,
High-tech District, Xi'an
710075 P.R. China
Tel. +86 29 8833 7168
Fax +86 29 8833 7158
e-mail: bjl@lem.com

Индия
LEM Management Services Sarl-
India Branch Office
Mr. Sudhir Khandekar
Level 2, Connaught Place,
Bund Garden Road,
Pune-411001
Tel. +91 20 4 014 75 75
Mobile +91 98 3 313 52 23
e-mail: skh@lem.com

Globetek
122/49, 27th Cross
7th Block, Jayanagar
IN-Bangalore-560082
Tel. +91 80 2 663 57 76
Fax +91 80 2 653 40 20
e-mail: globetek@vsnl.com

Япония
LEM Japan K.K.
2-1-2 Nakamachi
J-194-0021 Machida-Tokyo
Tel. +81 42 725 81 51
Fax +81 42 728 81 19
e-mail: ljp@lem.com

LEM Japan K.K.
1-14-24-701 Marunouchi,
Naka-ku, Nagoya
460-0002 Japan
Tel. +81 52 203 8065
Fax +81 52 203 8091
e-mail: ljp@lem.com

Корея
S&H Trading
#Ra-3701, Jungang Yootong Danji
1258, Kurobon-Dong, Kuro-Ku
K-Seoul, 152-721
Tel. +82 2 2686 83 46
+82 2 2613 83 45
Fax. +82 2 2686 83 47
e-mail: snhlim@yahoo.co.kr

Young Woo Ind. Co
C.P.O. Box 10265
K-Seoul
Tel. +82 312 66 88 58
Fax +82 312 66 88 57
e-mail: c.k.park@ygwoo.co.kr

Тайвань
POWERTRONICS CO. LTD
The Tapei SUN-TECH
Technology Park
10th Floor, No. 205-2, Section 3,
Beixin Road, Xindian City,
Taipei County
23143, Taiwan, R. O. C.
Tel. +886 2 7741 7000
Fax +886 2 7741 7001
e-mail: sales@powertronics.com.tw

Tope Co., Ltd.
3F-4, 716 Chung Cheng road
Chung Ho City, Taipei Hsien,
Taiwan 235, R.O.C.
Tel. +886 2 8228 0658
Fax +886 2 8228 0659
e-mail: tope@ms1.hinet.net

Африка • Америка

Бразилия
AMDS4 Imp. Exp. e Com. de
Equip. Electr. Ltda.
Rua Doutor Ulhôa Cintra, 489,
Centro 13800-061 -
Moji Mirim - Sao Paulo - Brazil
Tel. +55 19 3806 1950 / 8509
Fax +55 19 3806 8422
e-mail: jeduardo@amds4.com.br

Южная Африка
Denver Technical Products Ltd.
P.O. Box 75810
SA-2047 Garden View
Tel. +27 11 626 20 23
Fax +27 11 626 20 09
e-mail: denvertech@pixie.co.za

США, Канада, Мексика
Central Office
LEM U.S.A., Inc.
11665 West Bradley Road
USA Milwaukee, Wi 53224
Tel. +1 414 353 07 11
Toll free: 800 236 53 66
Fax +1 414 353 07 33
e-mail: djk@lem.com

LEM

ООО „ТВЕЛЕМ"
170040, г. Тверь, Старицкое шоссе, д.15
Тел. +7 4822 65 56 72, Факс +7 4822 65 56 73
e-mail: tvelem@lem.com; www.lem.com