Трансформатор тока ZMDCT21

https://wiki.wirenboard.com/wiki/ZMDCT21

Ревизия 106347 от 08.09.2026

Содержание

1 Общие сведения 3
2 Технические характеристики 3
2.1 Температурная деградация 5
3 Погрешности измерений и классы точности 6
4 Монтаж 7
5 Подбор трансформатора по току 8
6 Подбор трансформатора по сечению провода 9
7 Известные неисправности 11
7.1 ERRCT0001: Ошибка калибровки фазовой задержки 11

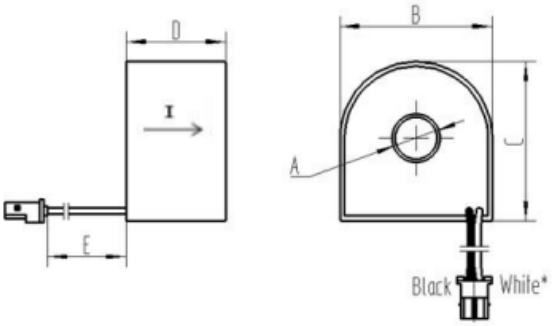
Купить в интернет-магазине

1 Общие сведения

Трансформатор тока ZMDCT21 предназначен для измерения переменного тока в составе универсальных измерителей WB-MAP.

ZMDCT21 представляет собой трансформатор с неразъемным сердечником и монтируется на силовую цепь без нарушения целостности проводника и изоляции. Для монтажа трансформатора потребуется пропустить силовой провод через сердечник.

2 Технические характеристики



size	A	B	C	D	E
mm	ϕ12	34.5	35.5	17.5	100±5

Рис. 1. Габаритный чертеж ZMDCT21

Параметр	**Значение**
Частота	50…400 Гц
Монтажное исполнение	Неразъемный, на провод
Диаметр отверстия (макс. диаметр провода)	12 мм
Коэффициент трансформации	1:2500
Фазовый сдвиг Δ° (для записи в MAP)	25
Габаритные размеры (Д x Ш x В)	34,5 x 17,5 x 35,5 мм
Длина провода	1.5 м
Масса без провода	48.6 г
Масса с проводом	77 г
Защита вторичной обмотки от холостого хода	Нет
Материал сердечника	Феррит
Для точности, соответствующей классу 0.2S	
Диапазон номинальных первичных токов	от 80 до 115 А
Номинальный первичный ток	80 А
Расширенный номинальный первичный ток при 25 °C	175% (140 А)

Параметр	Значение
Измеряемый ток	от 0.8 до 140 А

Документация от производителя (datasheet): Файл:ZMDCT21.pdf

В таблице приведены характеристики отличающиеся от заявленных производителем. Они были получены в результате исследования трансформаторов в лаборатории Wiren Board. Для их подтверждения мы регулярно проверяем устройства из каждой партии.

Номинальный первичный ток (I_n) — это значение тока в первичной цепи, по которому нормируется класс точности трансформатора. Номинальный первичный ток определяет диапазон измеряемых первичных токов, в котором погрешности измерений будут лежать в допустимых пределах для заданного класса точности. Диапазон измеряемых первичных токов для классов точности **0.2S** и **0.5S** составляет $\mathbf{0.01*I_n < I < 1.2*I_n}$, для классов точности **0.5** и **1** составляет $\mathbf{0.05*I_n < I < 1.2*I_n}$.

Диапазон номинальных первичных токов (I_{n_min}...I_{n_max}) — характеристика позволяющая более точно показать измерительные возможности трансформатора. Испытание в лаборатории показало, что трансформаторы могут измерять первичный ток без потери точности в более широком диапазоне, чем это обусловлено стандартами для классов точности. Диапазон номинальных первичных токов характеризуется минимальным (I_{n_min}) и максимальным (I_{n_max}) номинальным первичным током. В этом случае диапазон измеряемых первичных токов для классов точности **0.2S** и **0.5S** составляет $\mathbf{0.01*I_{n_min} < I < 1.2*I_{n_max}}$, для классов точности **0.5** и **1** составляет $\mathbf{0.05*I_{n_min} < I < 1.2*I_{n_max}}$.

Расширенный номинальный первичный ток — максимальное значение первичного тока за рамками номинального диапазона, при котором погрешности измерений не выходят за пределы класса точности. Выражается в процентах от номинального первичного тока (I_n). Расширенный номинальный первичный ток по сути является максимальным первичным током, который может измерить трансформатор с соответствующей данному классу точностью.

Измеряемый ток (I_{min}...I_{max}) — диапазон первичных токов, измеряемых трансформатором с погрешностью соответствующей данному классу точности. Значения I_{min} и I_{max} рассчитываются из диапазона номинальных первичных токов.

I_{min}

- для класса точности 0.2S и 0.5S составляет 1 % от минимального номинального первичного тока. $\mathbf{I_{min}=0.01*I_{n_min}}$;
- для класса точности 0.5 и 1 составляет 5 % от минимального номинального первичного тока. $\mathbf{I_{min}=0.05*I_{n_min}}$.

I_{max}

- для класса точности 0.2S, 0.5S, 0.5 и 1 составляет 120 % от максимального номинального первичного тока. $\mathbf{I_{max}=1.2*I_{n_max}}$;
- если трансформатор имеет расширенный диапазон тока, то I_{max} принимает значение расширенного номинального первичного тока.

Коэффициент трансформации — отношение значения номинального первичного тока к номинальному вторичному току. Фактические значения коэффициента трансформации и фазового сдвига индивидуальны для каждого трансформатора и указываются на корпусе трансформатора.

Ниже представлены графики зависимости погрешностей трансформаторов тока ZMDCT21 от первичного тока, полученные на измерительном стенде. Измерения проводились при температуре 25 °C.

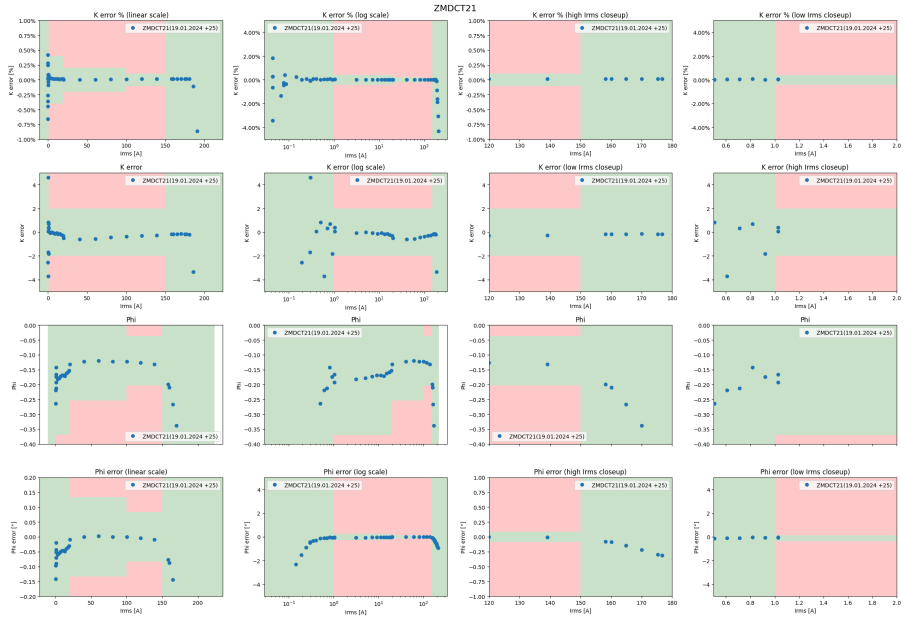


Рис. 2. Токовая и угловая погрешность трансформатора ZMDCT21 при 25 °C

2.1 Температурная деградация

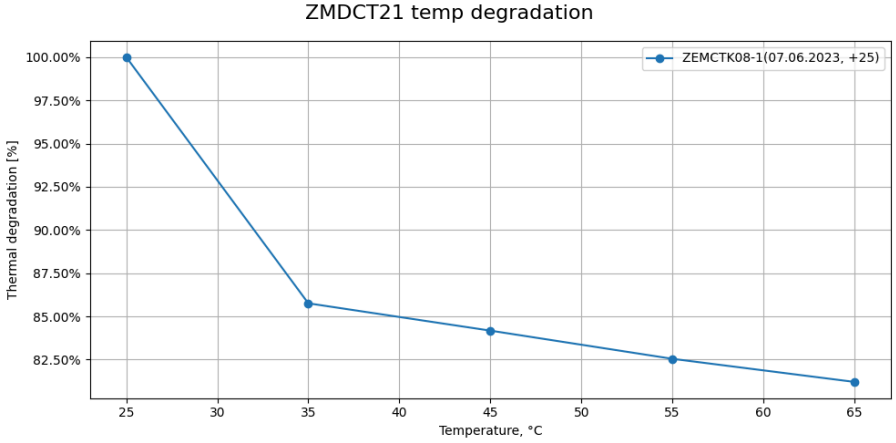


Рис. 3. Зависимость расширенного тока трансформатора ZMDCT21 от температуры

При повышении температуры трансформатора снижается верхняя граница тока, который может измерять трансформатор не выходя из класса точности. Это происходит из-за деградации свойств материала сердечника.

Таблица 1. Расширенный ток трансформатора ZMDCT21

Температура, °C	25	35	45	55	65
Расширенный ток, A	140	119	117	114	113

Рекомендуем учитывать температуру окружающей среды в месте установки и подбирать трансформатор так, чтобы измеряемые токи не достигали его максимальной границы измерения.

3 Погрешности измерений и классы точности

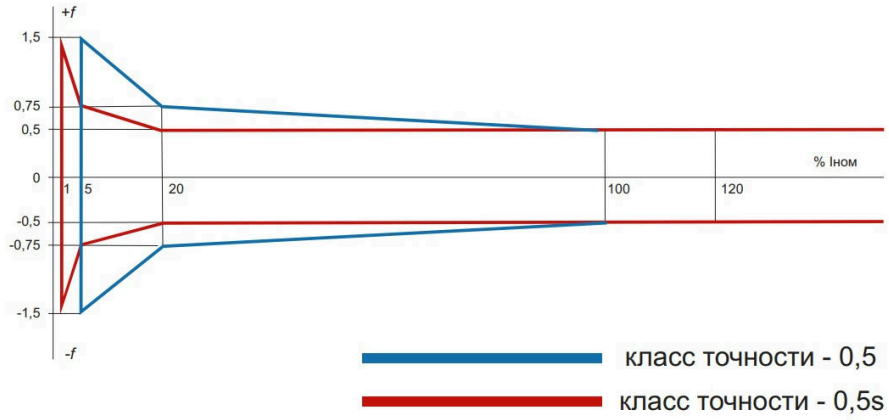


Рис. 4. Допустимая область погрешностей для классов 0,5 и 0,5S

Для измерительных трансформаторов тока нормируются две погрешности: токовая и угловая.

Токовая погрешность или **погрешность коэффициента трансформации** — это ошибка, которая возникает из-за того, что действительный коэффициент трансформации не равен номинальному. То есть из-за неидеальности трансформатора измеренное значение тока будет немного отличаться от величины тока, реально протекающего в проводнике, на котором установлен трансформатор.

Угловая погрешность — это разность фаз между векторами первичного и вторичного тока или напряжения при таком выборе направления векторов, чтобы для идеального трансформатора этот угол равнялся нулю. Угловая погрешность не влияет на измерение тока. Но даже небольшая угловая погрешность вносит заметную ошибку в измерение энергии и мощности. Поэтому класс точности устанавливает очень строгие требования к угловой погрешности.

Пределы погрешностей установлены ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 и ГОСТ IEC 60044-1-2013 и нормированы для 4 или 5 точек в зависимости от **класса точности**.

Класс точности — характеристика трансформатора, которая означает, что токовая и угловая погрешности трансформатора не выходят за установленные для этого класса допустимые области погрешностей при заданных условиях работы.

Классы точности, нормированные для 5 точек измерений обозначаются литерой **S**. Такие классы гарантируют большую точность измерения на малых нагрузках.

Токовая и угловая погрешности не должны превышать значений, приведенных в таблице ниже.

Таблица 2. Пределы токовой и угловой погрешности измерительных трансформаторов тока классов точности от 0,5S, 0,5 и 1

Класс точности	**Первичный ток, % от номинального значения**				
	1	**5**	**20**	**100**	**120**
	Пределы допускаемой погрешности, ± токовой / угловой				
0,5S	1.5 % / 1.5°	0.75 % / 0.75°	0.5 % / 0.5°	0.5 % / 0.5°	0.5 % / 0.5°
0,5	-	1.5 % / 1.5°	0.75 % / 0.75°	0.5 % / 0.5°	0.5 % / 0.5°
1	-	3 % / 3°	1.5 % / 1.5°	1 % / 1°	1 % / 1°

4 Монтаж

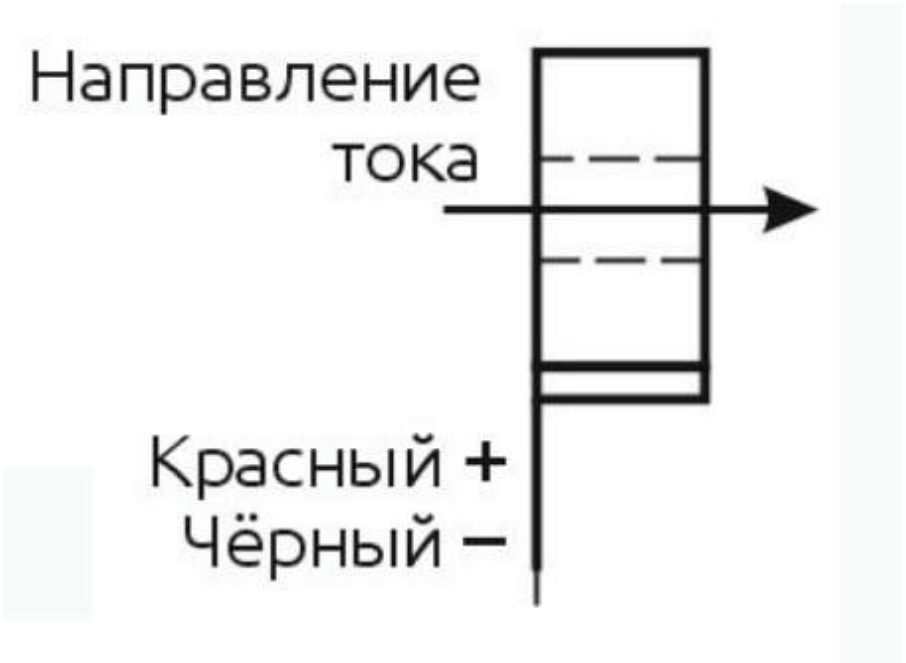


Рис. 5. Направление тока

Правила монтажа трансформатора тока описаны в Инструкции по монтажу. Надо пропустить силовой провод через сердечник. Если трансформатор установлен на проводе с включенным током, но выводы вторичной обмотки некуда подключить, просто замкните их между собой.

5 Подбор трансформатора по току

Модель трансформатора	Диапазон измеряемых токов для класса точности, А				Диаметр отверстия (макс. диаметр провода), мм	Материал сердечника	Тип сердечника
	0.2S	**0.5S**	**0.5**	**1**			
ZMCT102w	0.15…45	-	-	-	5	Феррит	Неразъемный
KCT-6	-	0.2…27	0.25…27	0.25…30	5.5	Феррит	Разъемный
ZMCT205D	-	0.06…15	-	-	6.5	Феррит	Неразъемный
ZMCT134	-	0.15…65	-	-	7.5	Феррит	Неразъемный
WB-CT309 (ZMCT123)	-	0.15…125	-	-	9.5	Феррит	Неразъемный
ZEMCTK05-14	-	0.15…90	0.25…90	-	10	Феррит	Разъемный
ZMDCT21	0.8…140	-	-	-	12	Феррит	Неразъемный
ZEMCTK04-13	-	0.25…152	-	-	16	Феррит	Разъемный
CTSA024	-	0.35…290	-	-	24	Феррит	Разъемный
CTSA035	-	5…755	-	-	35	Сталь	Разъемный
ZEMCTK09-31G	-	5…755	-	-	35	Сталь	Разъемный

Диапазон измеряемых токов — токи, которые трансформатор измеряет с погрешностью не хуже соответствующей заявленному классу точности. Диапазон рассчитывается из диапазона номинальных первичных токов, приведённого на странице каждого трансформатора: нижняя граница — 1 % от минимального номинального первичного тока для классов 0.2S и 0.5S и 5 % — для классов 0.5 и 1; верхняя граница — расширенный номинальный первичный ток.

- Допустимая погрешность внутри диапазона не одинакова — она растёт к нижней границе. Пределы погрешностей приведены на странице Счетчики WB-MAP: классы точности и погрешности.
- Верхние границы подтверждены при температуре 25 °C. При нагреве трансформатора они снижаются — см. раздел «Температурная деградация» на странице трансформатора.

6 Подбор трансформатора по сечению провода

Ниже приведена таблица для подбора токового трансформатора по сечению и марке кабеля. В таблице использованы следующие обозначения:

	можно использовать, оптимально для использования с проводом данного сечения
	можно использовать, использование экономически неэффективно
	нельзя использовать, не подходит по диаметру отверстия

Сечение жилы, мм2	Тип кабеля	Диаметр жилы с изоляцией (макс.), мм	Модели трансформаторов										
			ZMCT102w	KCT-6	ZMCT205D	ZMCT134	WB-CT309 (ZMCT123)	ZEMCTK05-14	ZMDCT21	ZEMCTK04-13	CTSA024	CTSA035	ZEMCTK09-31G
0.5	ПВС	1.4	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПуГВ	2.1	■	■	■	■	■	■	■	■			
0.75	ПВС	1.58	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПуГВ	2.4	■	■	■	■	■	■	■	■			
1.0	ПВС	1.73	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПуГВ	2.5	■	■	■	■	■	■	■	■			
1.5	ВВГнг	2.3	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПВС	2.08	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПуГВ	3	■	■	■	■	■	■	■	■			
2.5	ВВГнг	2.7	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПВС	2.58	■	■	■	■	■	■	■	■			
	ПуГВ	3.7	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	ВВГнг	3.4	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	ПВС	3.26	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	ПуГВ	4.2	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	ВВГнг	3.9	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	ПВС	3.56	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	ПуГВ	5.3		■	■	■	■	■	■	■	■		
10	ВВГнг	4.7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ПВС	4.75	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ПуГВ	6			■	■	■	■	■	■	■	■	■
16	ВВГнг	6			■	■	■	■	■	■	■	■	■
	ПуГВ	7.6					■	■	■	■	■	■	■
25	ВВГнг	7.7					■	■	■	■	■	■	■
	ПуГВ	9.6						■	■	■	■	■	■
35	ВВГнг	8.7					■	■	■	■	■	■	■
	ПуГВ	10.9							■	■	■	■	■
50	ВВГнг	10							■	■	■	■	■
	ПуГВ	12.6								■	■	■	■
70	ВВГнг	11.6								■	■	■	■
	ПуГВ	14.6								■	■	■	■
95	ВВГнг	13.6								■	■	■	■
120	ВВГнг	15.1									■	■	■

7 Известные неисправности

7.1 ERRCT0001: Ошибка калибровки фазовой задержки

Подверженные устройства

Все неразъёмные трансформаторы ZMCT205d, ZMCT102w, ZMCT134, ZMDCT21

Причины и подробное описание

Из-за сбоя обнулилась настройка стенда, отвечающая за коррекцию фазовой задержки. В документации на wiki и в памятке, прилагавшейся к трансформаторам, были указаны значения с ошибкой ~0.15 градуса (отстающая). Данная ошибка попадает в заявляемый класс точности 0.5S (подробнее о классах точности здесь)

Влияние на измерение активной мощности/энергии зависит от характера нагрузки, при близкой к активной нагрузке ошибка пренебрежимо мала, при увеличении угла между током и напряжением она может стать заметной, например, при угле 45 градусов (cos(phi)=0.7) ошибка достигает 0.18%.

Пути обхода

Исправить значения фазового сдвига трансформаторов настройках MAP на актуальные:

1. Через веб-интерфейс контроллера Wiren Board: в настройках WB-MAP исправить **Phi Lx** (фазовые сдвиги трансформаторов)
2. Через запись в Modbus-регистры: записать значения в регистры 0x**X**460, 0x**X**461 и 0x**X**462, где **X** — номер канала. Работа с Modbus-устройствами Wiren Board без контроллера.

Запланированное исправление

Исправлено с декабря 2024