

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ЦИФРОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА

Гречухин В.Н.

ИГЭУ, E-mail: [grech@eef.ispu.ru](mailto:grech@eef.ispu.ru)

Цифровой трансформатор тока (ЦТТ) выполнен на базе микропроцессорного магнитотранзисторного преобразователя тока со встроенным электромагнитным трансформатором тока и передачей информации с высокого потенциала на потенциал земли по оптоволокну.

ЦТТ предоставляет информацию о первичном токе в цифровом виде 128 замеров на период частоты 50 Гц. (с выбором от 16 до 1024 замеров) по двум измерительным каналам в диапазоне до 1.2 In (от встроенного ТТ и МТПТ), по релейному каналу с кратностью до 150 (по результатам испытаний), причем релейный канал правильно трансформирует весь спектр тока короткого замыкания, включая апериодическую составляющую тока КЗ. Кроме того, ЦТТ имеет каналы встроенного тестового контроля (напряжения питания, технологических параметров и т.д.).

Испытания проводились номинальными токами с целью определения погрешностей преобразователя по измерительным каналам, а также большими токами с целью проверки кратности преобразования ЦТТ и определения погрешностей преобразователя для релейного канала.

Обработка результатов токовых испытаний проводилась нелинейным функционалом, учитывающим не только синусоидальный характер тока, но и наличие высших гармоник в нем. При этом находились действующие значения и фазы всех гармоник, а также частота сети во время опытов. Обработка велась по выборке с избыточностью информации порядка 200, при этом получены статистически достоверно не только искомые величины, но и частные производные по ним. Расчет погрешностей ЦТТ выполненный по методике ГОСТа на ТТ по первой гармонике показывает, что по токовой и угловой погрешности ЦТТ соответствует классу 0.5.

Обработка результатов испытаний большими токами проводилась нелинейным функционалом, учитывающим как синусоидальный характер тока короткого замыкания, так и наличие постоянной составляющей, затухающей по экспоненте. При этом коэффициент избыточности информации был порядка 85 и функционал вычислялся с учетом статистических параметров, т.е. моментов первого и второго порядка, а также с учетом непрерывности и гладкости производных по каждому из указанных в табл. 1 параметров. Результаты обработки приведены в табл. 1.

1	2	3	4	5	6
0.03548	$5.40152 \cdot 10^3$	-18.71052	0.02749	49.98605	$9.0375 \cdot 10^3$
0.03868	$1.38542 \cdot 10^4$	47.80686	0.02827	49.96135	$2.03625 \cdot 10^4$
0.03787	$2.07027 \cdot 10^4$	-0.03606	0.02063	50.29132	$3.44125 \cdot 10^4$
0.03717	$7.99557 \cdot 10^3$	180.00234	0.0297	49.95329	$-1.39125 \cdot 10^4$
0.03802	$7.13443 \cdot 10^3$	-53.29557	0.02825	49.98621	$1.03594 \cdot 10^4$
0.0374	$7.22847 \cdot 10^3$	$-4.84511 \cdot 10^{-3}$	0.0292	49.96714	$1.25938 \cdot 10^4$
0.03837	$1.33595 \cdot 10^4$	15.09909	0.02804	49.97266	$2.26094 \cdot 10^4$
0.03861	$2.0115 \cdot 10^4$	152.49044	0.02841	49.95198	$-3.30313 \cdot 10^4$

Табл. 1. Результаты обработки осциллограмм токов короткого замыкания по всем 8 опытам:

- 1- момент включения выключателя, отсчитанный от начала осциллограммы в секундах;
- 2- амплитуда установившегося значения тока КЗ в амперах;
- 3- фаза включения в градусах;
- 4 - постоянная времени затухания переходного процесса в секундах;
- 5 - частота во время опыта в Гц;
- 6 - амплитуда ударного тока КЗ в амперах.

В целом ЦТТ обеспечивает трансформацию всего спектра тока короткого замыкания, включая апериодическую составляющую тока КЗ с точностью 3%.

В докладе приведены графики и осциллограммы, полученные в разных сериях этих двух видов испытаний, а также и для встроенного тестового контроля.



**ANALYSIS OF TEST RESULTS OF A DIGITAL CURRENT TRANSFORMER**

Grechuhin V.

ISPU, E-mail: [grech@eef.ispu.ru](mailto:grech@eef.ispu.ru)

A digital current transformer (DCT) is built on the basis of microprocessor magnetotransistor current converter with a built-in electromagnetic current transformer transmitting data from a high potential to the earth potential by an optical fiber.

The DCT gives a digital data output about 128 measurements of the primary current for the frequency period of 50Hz. (with an option from 16 to 1024 measurements) by 2 measuring channels in the range up to 1.2 In. (from a built in current transformer and a magnetotransistor current converter) by the relay channel with a multiplicity up to 150 (according to the test results). The relay channel transforms the whole spectrum of the short circuit current properly, an aperiodic component of the current K3 being included. In addition to that the DCT has channels of integrated test monitoring of voltage, technological parameters etc.

The tests were carried out using rated currents with the purpose of converter the error definition by the measuring channels, as well as using high currents with the purpose of checking multiplicity of the DCT conversion and the converter error definition for the relay channel.

The processing of the current test results was carried out by the nonlinear functional, allowing for both a sinusoidal nature of the current and the presence of higher harmonics in it. At that the operating value, the phases of all harmonics as well as the frequency of the line were searched during the tests. The processing was made on the sampling with the information redundancy of about 200. As a result statistically valid required magnitudes and their partial derivatives were received. The DCT error calculations made using GOST (State All-Union Standard) methods on a current transformer by the first harmonic shows that DCT corresponds to class 0,5 on current and angle error.

The processing of the test results using high current was carried out by the nonlinear functional allowing for both a sinusoidal nature of a short circuit current and the presence of the constant component subsiding exponentially. The coefficient of information redundancy was about 85 and the functional was calculated taking into account both statistical parameters, (i.e. first and second order moments) and the continuity and smoothness of the derivatives on the parameters shown in table 1. The results of processing are given in table 1.

1	2	3	4	5	6
0.03548	5.40152 $\cdot 10^3$	-18.71052	0.02749	49.98605	9.0375 $\cdot 10^3$
0.03868	1.38542 $\cdot 10^4$	47.80686	0.02827	49.96135	2.03625 $\cdot 10^4$
0.03787	2.07027 $\cdot 10^4$	-0.03606	0.02063	50.29132	3.44125 $\cdot 10^4$
0.03717	7.99557 $\cdot 10^3$	180.00234	0.0297	49.95329	-1.39125 $\cdot 10^4$
0.03802	7.13443 $\cdot 10^3$	-53.29557	0.02825	49.98621	1.03594 $\cdot 10^4$
0.0374	7.22847 $\cdot 10^3$	-4.84511 $\cdot 10^{-3}$	0.0292	49.96714	1.25938 $\cdot 10^4$
0.03837	1.33595 $\cdot 10^4$	15.09909	0.02804	49.97266	2.26094 $\cdot 10^4$
0.03861	2.0115 $\cdot 10^4$	152.49044	0.02841	49.95198	-3.30313 $\cdot 10^4$

Table 1. Results of the short circuit current oscillograms processing for all 8 tests.

- 1- Time of turning a switch on, counted from the beginning of oscillogram (in seconds).
- 2- Amplitude of the steady meaning of current K3 (in amperes).
- 3- Phase of turning a switch on (in degrees).
- 4- Constant of damping time for transient process (in seconds).
- 5- Frequency during the tests (in Hz).
- 6- Amplitude of impact current K3 (in amperes).

As a whole, the DCT provides transformation of the whole range of the short circuit current including the aperiodic component of current K3 with an accuracy of 3%.

Graphs and oscillograms obtained as a result of different sets of these two kinds of tests as well as the same graphs and oscillograms for 4 channels of the built in integrated test monitoring are given in the report.