

Poly phase static watthourmeters

Pattern evaluation report

Project number : 606280
Test report number : CVN-606280-12

Applicant : Landis+Gyr AG
Feldstrasse 1
6300 Zug
Schweiz



Manufacturer : Landis+Gyr

Type : ZMG400

Test specifications : - IEC 62052-11 EN 50470-1
"Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment"
- IEC 62053-22
"Electricity metering equipment (AC) - Particular requirements - Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2S and 0,5S)"
- EN 50470-1
"Electricity metering equipment (a.c.) - General requirements, tests and test conditions - Part 1: Metering equipment (class indexes A, B and C)"
- EN 50470-3
"Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 3: Static meters for active energy (class indexes A, B and C)"

Testing period : October 2006 up to and including January 2007

Issued by : NMI Certin B.V.
Hugo de Grootplein 1
3314 EG DORDRECHT
The Netherlands

Signature :  

Ing. H.S. Schouten
Senior Approvals Expert

Ir. M.P. Cloo
Approvals Expert

Date : 6 February 2007



- Tests** : The meters as specified in annex 2 were tested for compliance with the standards as specified on page 1 of this test report. The performed tests are stated in annex 1. If applicable specific test conditions are stated at each test.
- Results** See annex 1 of this test report. The meter fulfils the general requirements of the IEC 62052-11, and the requirements for class 0,5S of the IEC 62053-22 for all performed tests.
- The meter fulfils the general requirements of the EN 50470-1 [2006], and the requirements for class C of the EN 50470-3 [2006] for all performed tests.
- Based on the compliance with the EN 50470 documents NMI presumes conformity with the Measuring Instrument Directive (MID). The investigation has resulted in a class C EC-type examination certificate nr. T10034 revision 0.
- Traceability** : The measurements have been executed using standards for which the traceability to primary standards, (inter)national standards and/or properties of pure substances has been demonstrated.
- Uncertainty** : The reported uncertainty of measurement is based on the standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%.
- The total uncertainty of the measurements of the error of indication is 0,08% for power factor=1, and 0,13% for power factor=0,5 inductive or power factor=0,8 capacitive.
- The total uncertainty in the measurements of power is 0,02 W.
- Annexes** : The complete test report consists of the following annexes:
- annex 1 : performed tests
 - annex 2 : characteristics of the tested meters
 - annex 3 : checklist of general requirements
 - annex 4 : test data
- Remark** : For the tests which are not performed, as indicated in annex 1, a reference can be made to previous investigations with the ZMG400.
- The test data as presented in the annex 4 of this test report is performed under RvA accreditation with reference number L029, in which conformity to ISO/IEC 17025 has been demonstrated.
- The data as presented in the annexes 1, 2 and 3 gives extra information.



Annex 1: Performed tests

In the following tables the performed tests are indicated with the accompanying results, as well as the page number of the appertaining annex where the results are presented.

Particular requirements of the IEC 62053-22 / EN 50470-3:

article IEC 62053-21 / EN 50470-3	tests:	passed	not applicable	not performed	annex 4 page
8.1 / 8.1	error due to variation of current (at reference conditions)			√*	-
8.1 / 8.1	error due to variation of current (single phase load)			√*	-
8.3 / 8.7.9	starting- and no-load condition			√*	-
8.4 / 8.7.10	meter constant			√*	-
8.2 / 8	variation of the error due to variation of the voltage			√*	-
8.2 / 8	variation of the error due to variation of the frequency			√*	-
8.2 / 8.5	reversed phase sequence			√*	-
8.2 / 8.5	voltage unbalance			√*	-
8.2 / 8.5	operation of accessories			√*	-
8.2 / -	variation of the error due to variation of the temperature			√*	-
8.2 / 8.5	variation of the error due to harmonics			√*	-
8.2 / 8.5	continuous magnetic induction of external origin			√*	-
8.2 / 8.5	magnetic induction of external origin (0,5 mT)			√*	-
7.1 / 7.1	power consumption			√*	-
7.2 / 8.6	variation of the error due to short-time overcurrents			√*	-
7.3 / 8.5	variation of the error due to self-heating			√*	-
7.3.3 / 7.2	AC voltage test			√*	-

General requirements of the IEC 62052-11 / EN 50470-1:

article IEC 62052-11 / EN 50470-1	tests:	passed	not applicable	not performed	annex 4 page
7.3.2 / 7.3	impulse voltage test			√*	-
7.4 / -	earth fault		√		-
7.5.2 / 7.4.5	immunity to electrostatic discharges			√*	-
7.5.3 / 7.4.6	immunity to electromagnetic RF-fields			√*	-
7.5.4 / 7.4.7	fast transient bursts			√*	-
7.5.5 / 7.4.8	immunity to conducted disturbances			√*	-
7.5.6 / 7.4.9	surge immunity			√*	-
7.5.7 / 7.4.10	damped oscillatory waves immunity		√		-
7.5.8 / 7.4.13	radio interference suppression			√*	-
7.1.2 / 7.4.4	influence of supply voltage			√*	-
7.2 / 7.2	influence of heating			√*	-
6.3.1, 6.3.2, 6.3.3	dry heat test, cold test and damp heat, cyclic test			√*	-
6.3.4	solar radiation		√		-
5.2.2.2, 5.2.2.3	shock and vibration tests			√*	-
5.2.2.1	spring hammer test			√*	-
5.9	protection against dust and water			√*	-
5.8	test of resistance to heat and fire			√*	-



Extra requirements for the EN 50470-3:

article EN 50470-3	tests:	passed	not applicable	not performed	annex 4 page
8.1	accuracy tests at reference conditions	√			1
8.2	repeatability	√			2
8.3	variation of the error due to variation of the voltage	√			4
8.3	variation of the error due to variation of the frequency	√			6
8.3	variation of the error due to variation of the temperature	√			8
8.4	maximum permissible error	√			10
8.5	earth fault		√		-

Remark: The measurements are performed at a reference temperature of 23 °C, unless an other temperature is stated.

*) For the tests which are not performed, as indicated in annex 1, a reference can be made to previous investigations with the ZMG400.



Annex 2: Characteristics of the tested watt-hour meters

Sample number	Model*	Serial number	Year of fabrication	I_n [A]	I_{max} [A]	U_{ref} [V]	Frequency [Hz]	Meter constant [imp./kWh]
12.1	ZMG410AR	87547803	2006	1	6	3x230/400	50	10.000
12.2	ZMG410AR	87547804	2006	1	6	3x230/400	50	10.000

Software version: P03
Hardware version: 4 431 7015 0 f

Remarks: The results as mentioned in this test report relate only to the meters which are tested.

*) Full model number is ZMG410AR.260b.42

The above mentioned characteristics were stated on the watt-hour meters under test and are required by the IEC documents.

However, according to the Annex MI-003 of the MID and the EN 50470 documents, other parameters are used to define the meter characteristics. Therefore in addition the following characteristics are used during the investigation:

- I_{tr} : $0,05 * I_n$
- I_{min} : $0,2 * I_{tr}$ ($= 0,01 * I_n$)
- I_{st} : $0,04 * I_{tr}$ ($= 0,002 * I_n$)

Several tests are performed to show compliance with both the IEC documents and EN 50470 documents, as indicated in Annex 1. For those tests mainly the terminology as indicated in the IEC documents is used. The above mentioned values for I_{tr} , I_{min} and I_{st} can be used for a cross reference between the two different kind of terminologies.



Annex 3: Checklist of general requirements

General requirements standard IEC 62052-11:

article	requirement	passed (yes/no)	not applicable
4.1 - 4.3	the meter must have a 'standard' value for voltage, current and frequency.	yes	
5.1	the meters shall be designed in such a way to avoid any danger, for electric shocks, excessive temperatures, fire and penetration of dust and water.	yes	
5.2.1	internal parts may only be accessible after breaking a seal.	yes	
	the cover may only be removed by use of a tool.	yes	
	non-permanent deformation may not influence the meter.	yes	
	meters with a reference voltage > 250V shall be provided with a protected earth terminal.		na
5.3	the registers must be observed clearly.	yes	
5.4	requirements for terminals	yes	
	the material of the terminal block has passed the tests given in ISO 75 for a temperature of 135°C and a pressure of 1,8 MPa (Method A).	yes	
5.5	the terminal cover shall be sealed independently.	yes	
5.6	see requirements for clearance / creepage distances	yes	
5.7	meters of protective class II shall be sufficient isolated (see requirements).	yes	
5.10	presentation of measured energy must be clearly by a mechanical/electrical register, containing sufficient elements for 1500 hours running at I_{max} , while the indication is in kWh	yes	
	the active tariff shall be indicated, the identification of each tariff applied shall be possible and, for automatic sequencing displays, each display shall be retained for a minimum of 5 s.	yes	
	at interruption of the tension the indication must be recovered within a period of at least 4 months,	yes	
5.11	the meter shall have a test output.	yes	
5.11.1	the maximum pulse frequency shall not exceed 2,5 kHz, the pulse transition time shall not exceed 20 μ s.	yes	
5.11.2	the wavelength is between 550 nm and 1000 nm.	yes	
5.12.1	all necessary markings shall be put onto the meter.	yes	
5.12.2	the meter is marked with a connection diagram	yes	



General requirements standard EN 50470-1:

article	requirement	passed (yes/no)	not applicable
4.1 - 4.3	the meter must have a 'standard' value for voltage, current and frequency.	yes	
5.1	the meters shall be designed in such a way to avoid any danger, for electric shocks, excessive temperatures, fire and penetration of dust and water.	yes	
5.2.1	internal parts may only be accessible after breaking a seal.	yes	
	the cover may only be removed by use of a tool.	yes	
	non-permanent deformation may not influence the meter.	yes	
5.3	the registers must be observed clearly.	yes	
5.4	requirements for terminals	yes	
	the material of the terminal block has passed the tests given in ISO 75 for a temperature of 135°C and a pressure of 1,8 MPa (Method A).	yes	
5.5	the terminal cover shall be sealed independently.	yes	
5.6	see requirements for clearance / creepage distances	yes	
5.7	meters of protective class II shall be sufficient isolated (see requirements).	yes	
5.10	presentation of measured energy must be clearly by a mechanical/electrical register, containing sufficient elements for 4000 hours running at I_{max} , while the indication is in kWh	yes	
	the active tariff shall be indicated, the identification of each tariff applied shall be possible and, for automatic sequencing displays, each display shall be retained for a minimum of 5 s.	yes	
	for testing purposes it shall be possible to increase the resolution to 0,01 times the principal unit	yes	
	at interruption of the tension the indication must be recovered within a period of at least 4 months,	yes	
5.11	the meter shall have a test output.	yes	
5.11.1	the maximum pulse frequency shall not exceed 2,5 kHz, the pulse transition time shall not exceed 20 μ s.	yes	
5.11.2	the wavelength is between 550 nm and 1000 nm.	yes	
5.12.1	all necessary markings shall be put onto the meter.	yes	
5.12.2	the meter is marked with a connection diagram	yes	
5.13	for each meter type, an instruction manual shall be made available including the stated information	yes	



General requirements standard EN 50470-3:

article	requirement	passed (yes/no)	not applicable
9	durability the meter shall be designed to maintain an adequate stability of its metrological characteristics over a period estimated by the manufacturer.	yes	
10	reliability the meter shall be designed to operate reliable.	yes	
11	the functions implemented in software shall be unambiguously identified and their operation adequately documented by the manufacturer	yes	
	software identification shall be easily provided.	yes	
	corruption of metrologically relevant software shall be easily detected.	yes	
	metrologically relevant parameters shall be identified and protected against accidental or intentional changes after placing the legal seals.	yes	
	evidence of any intervention shall be available for a reasonable time.	yes	
	if there are parameters, which are allowed to be set in the field, this shall be possible only under adequate protection, using the specified method; any admissible changes of such parameters shall be properly traceable.	yes	
	the security system of the meter shall be adequately documented.	yes	
	non-relevant functions in the software shall not influence the correct operation of the metrologically relevant software.	yes	



Annex 4: Test data

Test: Accuracy tests at reference conditions

The error of the meters is measured under reference conditions at different values of the current and power factor, while using the test points as indicated in table 13 of the EN 50470-3 document.

Results:

Current	Power factor	Error [%]	
		Sample nr. 12.1	Sample nr. 12.2
I _{min}	1	0,3	0,2
I _{tr}	1	0,0	0,1
	0,5 ind.	0,1	0,1
	0,8 cap.	0,0	0,1
I _{tr} phase R	1	0,1	0,1
	0,5 ind.	0,1	0,2
I _{tr} phase S	1	0,1	0,0
	0,5 ind.	0,1	0,1
I _{tr} phase T	1	-0,1	0,0
	0,5 ind.	-0,1	0,1
20 I _{tr}	1	0,0	0,1
	0,5 ind.	0,0	0,1
	0,8 cap.	0,0	0,1
20 I _{tr} phase R	1	0,1	0,1
	0,5 ind.	0,1	0,1
20 I _{tr} phase S	1	0,1	0,1
	0,5 ind.	0,1	0,1
20 I _{tr} phase T	1	0,0	0,0
	0,5 ind.	-0,1	0,0
I _{max}	1	0,0	0,0
	0,5 ind.	0,1	0,2
	0,8 cap.	0,0	0,0
I _{max} phase R	1	0,1	0,1
	0,5 ind.	0,2	0,2
I _{max} phase S	1	0,0	0,1
	0,5 ind.	0,2	0,2
I _{max} phase T	1	0,0	0,1
	0,5 ind.	0,1	0,2

Remark: Before the measurements were started, the voltage was connected for at least one hour and a current of I_r was running through the meters.



Test: Repeatability

The accuracy measurements at reference conditions are performed 3 times in order to determine the repeatability, while using the test points as indicated in table 13 of the EN 50470-3 document.

Results:

Current	Power factor	Measure time [s]	Sample nr. 12.1				
			Error 1 [%]	Error 2 [%]	Error 3 [%]	Average error [%]	Repeatability [%]
I _{min}	1	240	+ 0,29	+ 0,33	+ 0,33	+ 0,32	+ 0,04
I _{tr}	1 0,5 ind. 0,8 cap.	180	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00
			+ 0,07	+ 0,05	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,02
			+ 0,03	+ 0,01	+ 0,03	+ 0,02	+ 0,02
I _{tr} phase R	1 0,5 ind.	180	+ 0,05	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,02
			+ 0,12	+ 0,16	+ 0,09	+ 0,12	+ 0,07
I _{tr} phase S	1 0,5 ind.		+ 0,06	+ 0,05	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,02
			+ 0,11	+ 0,12	+ 0,17	+ 0,13	+ 0,06
I _{tr} phase T	1 0,5 ind.		- 0,09	- 0,11	- 0,11	- 0,10	+ 0,02
			- 0,08	- 0,04	- 0,08	- 0,07	+ 0,04
20 I _{tr}	1 0,5 ind. 0,8 cap.	60	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,00
			+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,01	+ 0,01
			+ 0,03	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,00
20 I _{tr} phase R	1 0,5 ind.	60	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,01
			+ 0,07	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,01
20 I _{tr} phase S	1 0,5 ind.		+ 0,05	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,05	+ 0,00
			+ 0,08	+ 0,08	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,01
20 I _{tr} phase T	1 0,5 ind.		- 0,02	- 0,01	- 0,01	- 0,01	+ 0,01
			- 0,07	- 0,07	- 0,06	- 0,07	+ 0,01
I _{max}	1 0,5 ind. 0,8 cap.	30	+ 0,00	+ 0,00	- 0,01	- 0,00	+ 0,01
			+ 0,12	+ 0,11	+ 0,08	+ 0,10	+ 0,04
			+ 0,03	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02	+ 0,02
I _{max} phase R	1 0,5 ind.	30	+ 0,13	+ 0,13	+ 0,13	+ 0,13	+ 0,00
			+ 0,21	+ 0,22	+ 0,21	+ 0,21	+ 0,01
I _{max} phase S	1 0,5 ind.		+ 0,05	+ 0,05	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,01
			+ 0,18	+ 0,18	+ 0,18	+ 0,18	+ 0,00
I _{max} phase T	1 0,5 ind.		+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00	+ 0,00
			+ 0,05	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,05	+ 0,01



Current	Power factor	Measure time [s]	Sample nr. 12.2				
			Error 1 [%]	Error 2 [%]	Error 3 [%]	Average error [%]	Repeatability [%]
I _{min}	1	240	+ 0,20	+ 0,29	+ 0,24	+ 0,24	+ 0,09
I _{tr}	1	180	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,02
	0,5 ind.		+ 0,13	+ 0,09	+ 0,13	+ 0,12	+ 0,04
	0,8 cap.		+ 0,07	+ 0,10	+ 0,06	+ 0,08	+ 0,04
I _{tr} phase R	1	180	+ 0,10	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,01
	0,5 ind.		+ 0,19	+ 0,17	+ 0,17	+ 0,18	+ 0,02
I _{tr} phase S	1		+ 0,03	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,01
	0,5 ind.		+ 0,08	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,01
I _{tr} phase T	1		+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,01
	0,5 ind.		+ 0,14	+ 0,08	+ 0,13	+ 0,12	+ 0,06
20 I _{tr}	1	60	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,00
	0,5 ind.		+ 0,07	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,00
	0,8 cap.		+ 0,06	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,01
20 I _{tr} phase R	1	60	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,09	+ 0,00
	0,5 ind.		+ 0,12	+ 0,12	+ 0,11	+ 0,12	+ 0,01
20 I _{tr} phase S	1		+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,06	+ 0,00
	0,5 ind.		+ 0,06	+ 0,06	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,01
20 I _{tr} phase T	1		+ 0,04	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,01
	0,5 ind.		+ 0,04	+ 0,03	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,01
I _{max}	1	30	+ 0,04	+ 0,02	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03
	0,5 ind.		+ 0,15	+ 0,15	+ 0,16	+ 0,15	+ 0,01
	0,8 cap.		+ 0,04	+ 0,05	+ 0,04	+ 0,04	+ 0,01
I _{max} phase R	1	30	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,07	+ 0,01
	0,5 ind.		+ 0,21	+ 0,20	+ 0,20	+ 0,20	+ 0,01
I _{max} phase S	1		+ 0,09	+ 0,08	+ 0,07	+ 0,08	+ 0,02
	0,5 ind.		+ 0,18	+ 0,17	+ 0,18	+ 0,18	+ 0,01
I _{max} phase T	1		+ 0,08	+ 0,06	+ 0,05	+ 0,06	+ 0,03
	0,5 ind.		+ 0,19	+ 0,19	+ 0,20	+ 0,19	+ 0,01

Test: Variation of the error due to variation of the voltage

The variation of the error is measured due to variation of the voltage at different currents and at different values of the power factor, while using the test points as indicated in table 13 of the EN 50470-3 document.

Results:

Current	Power factor	Sample nr. 12.1	
		Shift 1,1 U_{ref} [%]	Shift 0,9 U_{ref} [%]
I _{min}	1	- 0,0	+ 0,0
I _{tr}	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind. 0,8 cap.	+ 0,0 - 0,0	+ 0,1 + 0,0
I _{tr} phase R	1	+ 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,1
I _{tr} phase S	1	+ 0,0	+ 0,1
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,1
I _{tr} phase T	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	+ 0,0
10 I _{tr}	1	+ 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,0
	0,8 cap.	- 0,0	+ 0,0
10 I _{tr} phase R	1	- 0,0	- 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,0
10 I _{tr} phase S	1	+ 0,1	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,1
10 I _{tr} phase T	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,0
I _{max}	1	+ 0,0	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	+ 0,1
	0,8 cap.	+ 0,0	+ 0,0
I _{max} phase R	1	- 0,0	- 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	- 0,0
I _{max} phase S	1	+ 0,1	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,1
I _{max} phase T	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	- 0,0



Current	Power factor	Sample nr. 12.2	
		Shift 1,1 U _{ref} [%]	Shift 0,9 U _{ref} [%]
I _{min}	1	- 0,1	+ 0,1
I _{tr}	1	- 0,1	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	+ 0,0
	0,8 cap.	- 0,1	+ 0,0
I _{tr} phase R	1	+ 0,0	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	+ 0,1
I _{tr} phase S	1	- 0,1	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	+ 0,0
I _{tr} phase T	1	- 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	+ 0,0
10 I _{tr}	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	+ 0,0
	0,8 cap.	- 0,0	+ 0,0
10 I _{tr} phase R	1	+ 0,0	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	+ 0,1
10 I _{tr} phase S	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	- 0,0
10 I _{tr} phase T	1	- 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	- 0,0
I _{max}	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	+ 0,0
	0,8 cap.	- 0,0	+ 0,0
I _{max} phase R	1	+ 0,1	+ 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,1
I _{max} phase S	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,0	- 0,0
I _{max} phase T	1	- 0,0	+ 0,0
	0,5 ind.	- 0,1	- 0,0



Test: Variation of the error due to variation of the frequency

The variation of the error is measured at the stated changes of the frequency at different values of the current and the power factor, while using the test points as indicated in table 13 of the EN 50470-3 document.

Results:

Current	Power factor	Sample nr. 12.1	
		Shift 51 Hz [%]	Shift 49 Hz [%]
I _{min}	1	- 0,1	- 0,2
I _{tr}	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind. 0,8 cap.	+ 0,1 - 0,0	+ 0,0 - 0,1
I _{tr} phase R	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,0
I _{tr} phase S	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
I _{tr} phase T	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
20 I _{tr}	1	+ 0,0	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
	0,8 cap.	+ 0,0	- 0,0
20 I _{tr} phase R	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
20 I _{tr} phase S	1	+ 0,0	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
20 I _{tr} phase T	1	+ 0,1	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
I _{max}	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
	0,8 cap.	+ 0,0	- 0,0
I _{max} phase R	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,1
I _{max} phase S	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
I _{max} phase T	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0



Current	Power factor	Sample nr. 12.2	
		Shift 51 Hz [%]	Shift 49 Hz [%]
I _{min}	1	- 0,1	- 0,1
I _{tr}	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
	0,8 cap.	- 0,1	- 0,1
I _{tr} phase R	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,0
I _{tr} phase S	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
I _{tr} phase T	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
20 I _{tr}	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
	0,8 cap.	+ 0,1	- 0,0
20 I _{tr} phase R	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
20 I _{tr} phase S	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
20 I _{tr} phase T	1	+ 0,0	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
I _{max}	1	+ 0,1	+ 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	+ 0,0
	0,8 cap.	+ 0,1	- 0,0
I _{max} phase R	1	+ 0,0	- 0,1
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,0
I _{max} phase S	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,0	- 0,1
I _{max} phase T	1	+ 0,1	- 0,0
	0,5 ind.	+ 0,1	- 0,1



Test: Variation of the error due to variation of the temperature

The variation of the error is measured due to variation of the temperature at different currents and at different values of the power factor, as indicated in table 13 of the EN 50470-3 document.

At each temperature the shift is calculated in comparison with the measurement at 23°C.

Results:

Current	Power factor	Sample nr. 12.1						
		Shift -40°C [%]	Shift -25°C [%]	Shift -10°C [%]	Shift +5°C [%]	Shift +40°C [%]	Shift +55°C [%]	Shift +70°C [%]
I _{min}	1	-0,3	-0,5	-0,4	-0,5	-0,3	-0,3	-0,8
I _{tr}	1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,7
	0,5 ind. 0,8 cap.	-0,3 -0,1	-0,4 -0,3	-0,4 -0,2	-0,5 -0,4	-0,3 -0,4	-0,3 -0,4	-0,6 -0,7
I _{tr} phase R	1	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3	-0,6
	0,5 ind.	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,5
I _{tr} phase S	1	-0,1	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3	-0,3	-0,6
	0,5 ind.	-0,2	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,1	-0,5
I _{tr} phase T	1	-0,2	-0,3	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,8
	0,5 ind.	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	12,0	-0,5	-0,7
20 I _{tr}	1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5
	0,5 ind.	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2	-0,4
	0,8 cap.	0,0	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5
20 I _{tr} phase R	1	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3
	0,5 ind.	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3
20 I _{tr} phase S	1	0,0	-0,3	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	-0,3
	0,5 ind.	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,3	-0,1	-0,3
20 I _{tr} phase T	1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7
	0,5 ind.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,6
I _{max}	1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5
	0,5 ind.	-0,1	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4
	0,8 cap.	-0,1	-0,2	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
I _{max} phase R	1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4
	0,5 ind.	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3
I _{max} phase S	1	0,0	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,2	-0,4
	0,5 ind.	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,4	-0,1	-0,3
I _{max} phase T	1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7
	0,5 ind.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7



Current	Power factor	Sample nr. 12.2						
		Shift -40°C [%]	Shift -25°C [%]	Shift -10°C [%]	Shift +5°C [%]	Shift +40°C [%]	Shift +55°C [%]	Shift +70°C [%]
I _{min}	1	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,7
I _{tr}	1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,6
	0,5 ind.	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3	-0,5
	0,8 cap.	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,4	-0,7
I _{tr} phase R	1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7
	0,5 ind.	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,7
I _{tr} phase S	1	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,1	-0,2	-0,6
	0,5 ind.	-0,6	-0,7	-0,5	-0,3	0,0	-0,2	-0,5
I _{tr} phase T	1	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3	-0,6
	0,5 ind.	-0,6	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1	-0,2	-0,5
20 I _{tr}	1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4
	0,5 ind.	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3
	0,8 cap.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4
20 I _{tr} phase R	1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,3	-0,4	-0,5
	0,5 ind.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4
20 I _{tr} phase S	1	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-0,3
	0,5 ind.	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3
20 I _{tr} phase T	1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-0,3
	0,5 ind.	-0,4	-0,5	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3
I _{max}	1	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4
	0,5 ind.	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4
	0,8 cap.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,3	-0,4
I _{max} phase R	1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5
	0,5 ind.	-0,2	-0,3	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
I _{max} phase S	1	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4
	0,5 ind.	-0,4	-0,5	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3
I _{max} phase T	1	-0,3	-0,4	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4
	0,5 ind.	-0,4	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3

Test: Maximum permissible error

For each measuring point the composite error is calculated by using the following formula:

$$e_c = \sqrt{e^2(I, \cos \varphi) + \delta e^2(T, I, \cos \varphi) + \delta e^2(U, I, \cos \varphi) + \delta e^2(f, I, \cos \varphi)}$$

with:

- $e(I, \cos \varphi)$ = the intrinsic error of the meter at a certain load;
- $\delta e(T, I, \cos \varphi)$ = the additional percentage error due to the variation of the temperature at the same load;
- $\delta e(U, I, \cos \varphi)$ = the additional percentage error due to the variation of the voltage at the same load;
- $\delta e(f, I, \cos \varphi)$ = the additional percentage error due to the variation of the frequency at the same load.

Results:

Current	Power factor	Sample nr. 12.1							
		Error -40°C [%]	Error -25°C [%]	Error -10°C [%]	Error +5°C [%]	Error +23°C [%]	Error +40°C [%]	Error +55°C [%]	Error +70°C [%]
Imin	1	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,8
Itr	1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,4	0,7
	0,5 ind. 0,8 cap.	0,3 0,2	0,5 0,3	0,4 0,3	0,5 0,4	0,1 0,1	0,3 0,4	0,3 0,4	0,6 0,8
Itr phase R	1	0,3	0,4	0,3	0,5	0,1	0,3	0,3	0,6
	0,5 ind.	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5
Itr phase S	1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,1	0,4	0,3	0,6
	0,5 ind.	0,2	0,5	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2	0,6
Itr phase T	1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,6	0,8
	0,5 ind.	0,4	0,5	0,3	0,4	0,1	12,0	0,5	0,7
20 Itr	1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,3	0,5
	0,5 ind.	0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	0,4
	0,8 cap.	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3	0,5
20 Itr phase R	1	0,1	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
	0,5 ind.	0,2	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
20 Itr phase S	1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,1	0,3	0,2	0,4
	0,5 ind.	0,2	0,4	0,5	0,6	0,1	0,4	0,2	0,3
20 Itr phase T	1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,5	0,7
	0,5 ind.	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,5	0,6
I _{max}	1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,3	0,5
	0,5 ind.	0,2	0,4	0,3	0,5	0,1	0,4	0,3	0,5
	0,8 cap.	0,1	0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4	0,5
I _{max} phase R	1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,3	0,4
	0,5 ind.	0,3	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4
I _{max} phase S	1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,1	0,4	0,2	0,4
	0,5 ind.	0,2	0,4	0,5	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4
I _{max} phase T	1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5	0,6	0,7
	0,5 ind.	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,7



Current	Power factor	Sample nr. 12.2							
		Error -40°C [%]	Error -25°C [%]	Error -10°C [%]	Error +5°C [%]	Error +23°C [%]	Error +40°C [%]	Error +55°C [%]	Error +70°C [%]
I _{min}	1	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7
I _{tr}	1	0,4	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,7
	0,5 ind.	0,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5
	0,8 cap.	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,7
I _{tr} phase R	1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	0,7
	0,5 ind.	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,7
I _{tr} phase S	1	0,4	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,6
	0,5 ind.	0,6	0,7	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,5
I _{tr} phase T	1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,6
	0,5 ind.	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5
20 I _{tr}	1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
	0,5 ind.	0,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3
	0,8 cap.	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
20 I _{tr} phase R	1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,4	0,5
	0,5 ind.	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,4
20 I _{tr} phase S	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
	0,5 ind.	0,4	0,6	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3
20 I _{tr} phase T	1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
	0,5 ind.	0,4	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
I _{max}	1	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
	0,5 ind.	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4
	0,8 cap.	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,3	0,4
I _{max} phase R	1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,5	0,5
	0,5 ind.	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,5	0,5
I _{max} phase S	1	0,3	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
	0,5 ind.	0,5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4
I _{max} phase T	1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4
	0,5 ind.	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4