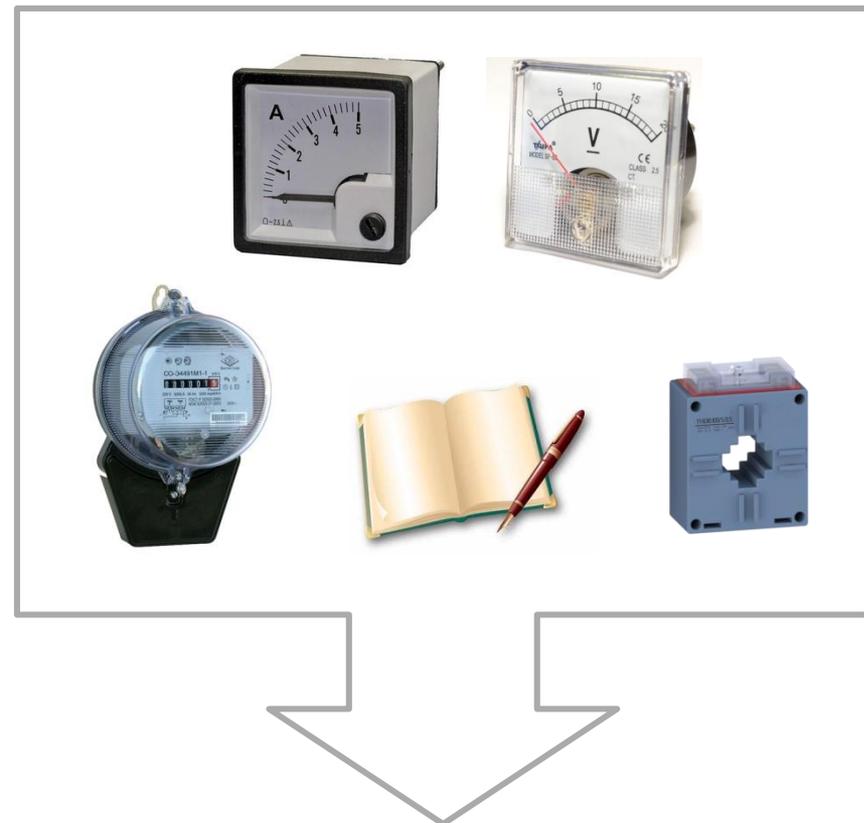


Преимущества использования современных высокоточных сенсоров тока вместо классических ТТ»

проф. Мендель Кричевский - SATEC Chief Scientist

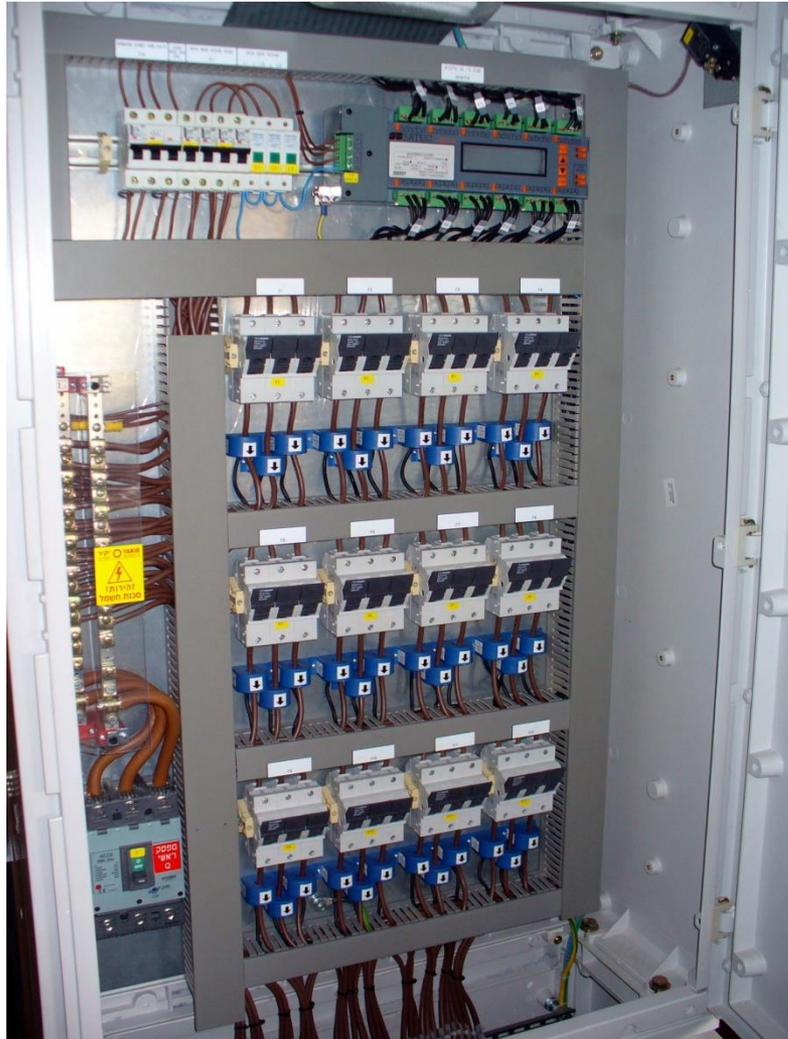
mendelk@satec-global.com



Новый подход к мониторингу – многоканальный счетчик-контроллер BFM II + HACS



Пример использования HACS





Существующая ситуация

- Для измерения применяются классические трансформаторы тока с вторичным током 1А и 5А
- Мощность классических ТТ = 1,2,5,10 ВА
- Внутри электронного счетчика или измерительного прибора происходит двойное преобразование из 1А/5А в ХХмА

Недостатки классических ТТ

- **Точность:** двойное преобразование и не согласование нагрузки
- **Безопасность:** перенапряжения и нагрев при разомкнутых вторичных цепях ТТ
- **Удобство монтажа:** монтаж только на отключенную линию

- Линейность в узком диапазоне
- Возможность резонансов между ТТ и прибором в переходном процессе

Пример

- $I_{\text{макс}} = 200\text{A}$ (Полная шкала)
- $I_{\text{ном}} = 100\text{A}$

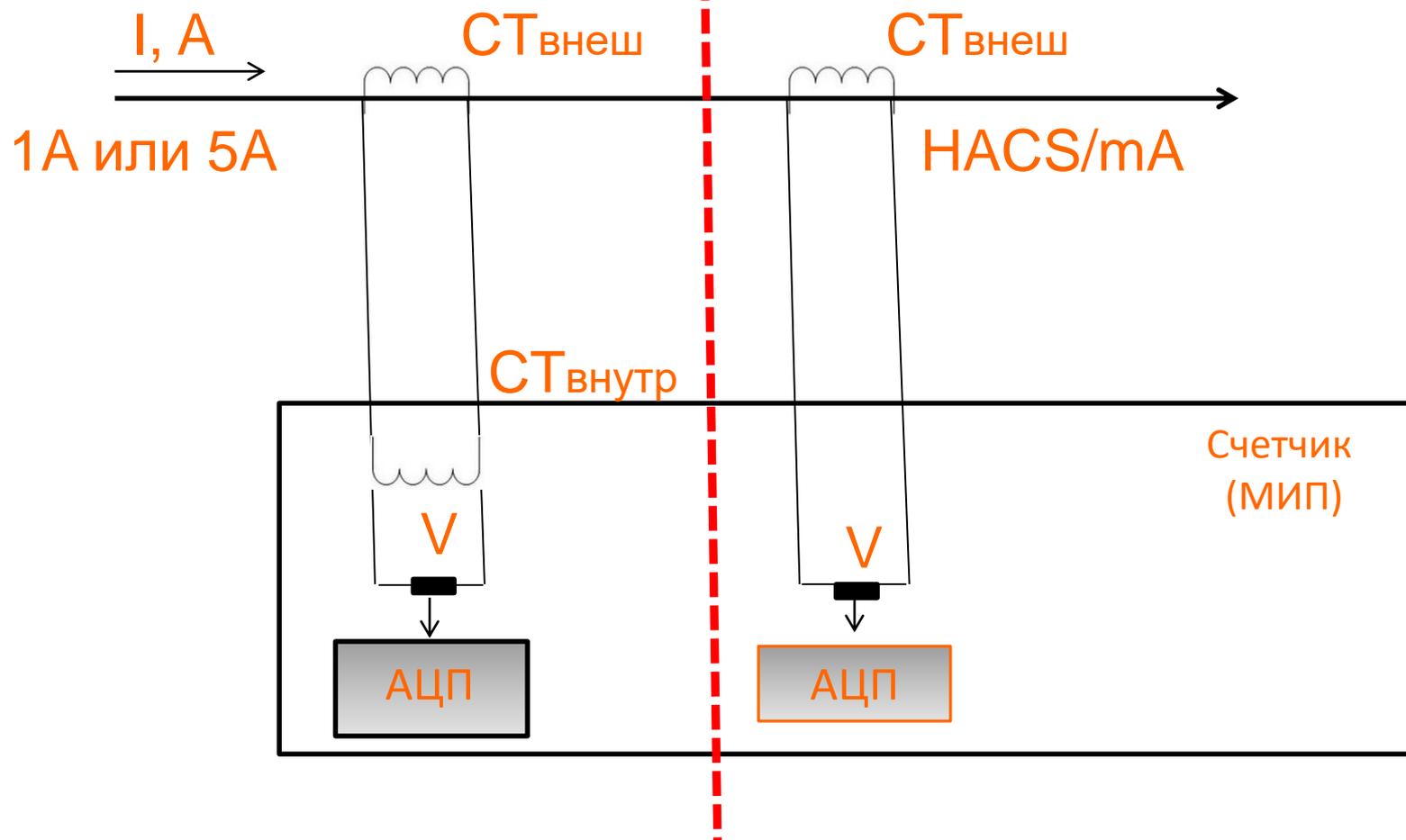
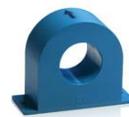
- Протекающий ток = 5 А (5% от $I_{\text{ном}}$)
- Измеряемый ток = 5.2 А
- Абсолютная погрешность = $5,2\text{A} - 5\text{A} = 0,2\text{A}$
- Full scale error = $(0,2/200)*100\% = 0,1\%$
- Reading error = $(0,2/5)*100\% = 4\%$

Full scale error

0.1%

Reading error

4%



Сравнение между классическим ТТ и HACS



СТ



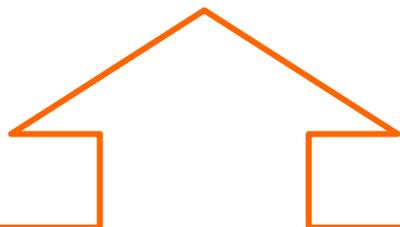
HACS



| | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Точность | 0.5/0.5S | 0.5S | 0.2S/0.1 |
| Вторич.ток | = 1/5A | 0,02A | 0,04A |
| Дистанция | 5-10 метров (5 Ампер) | 200 м | 200 м |
| Кабель | 2.5/4/6 mm ² | 6 x 0,5 мм ² | 6 x 0,5 мм ² |
| Диапазон | 5-120% | 0,5-200% (1-2000%) | 0,5-200% (1-2000%) |

Длина подводящих проводов

НАС



Длина до 200 м

Витая пара (8 проводов в гибком кабеле)

Сечение 0,5 мм²



Классический ТТ

3 ВА

Сечение 2,5 мм²

Также 4,6 мм²



Отчет по точности HACS 100A

| CS1 100A/40mA | | |
|---------------|----------------|--------------|
| Ток, А | Ошибка | |
| | Амплитудная, % | Угловая, мин |
| 6 | 0,05% | 0 |
| 12 | 0,01% | 0,6 |
| 18 | 0,01% | 0 |
| 24 | 0,01% | 0 |
| 30 | 0,01% | 0,6 |
| 36 | 0,00% | 0 |
| 42 | 0,00% | 0 |
| 48 | 0,00% | 0 |
| 54 | 0,00% | 0 |
| 60 | -0,01% | 0 |
| 66 | -0,01% | 0 |
| 72 | -0,01% | 0 |
| 78 | -0,01% | 0 |
| 84 | -0,01% | 0 |
| 90 | -0,01% | -0,6 |
| 96 | -0,02% | 0 |
| 102 | -0,02% | 0 |
| 108 | -0,02% | -0,6 |
| 114 | -0,02% | 0 |
| 120 | -0,02% | 0 |



Отчет по точности классический ТТ 200/5А

СТ 200/5

| | | | | | |
|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Измеряемые ток, А | 0,99 | 0,494 | 0,246 | 0,122 | 0,048 |
| % от номинального | 20% | 10% | 5% | 2,5% | 1% |
| Ток калибратора, А | 1 | 0,5 | 0,25 | 0,125 | 0,05 |
| Ошибка% | 1 | 1,2 | 1,6 | 2,4 | 4 |



SATEC HACS 400A

Разъемный HACS

| Current(A) | | 8 | 40 | 80 | 160 | 800 | DCR (KΩ) |
|------------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| SPEC | f(%) | ±1 | ±0.5 | | | | 1.7± 10% |
| | δ(') | ≅30' | | | | | |
| 1# | f(%) | -0.436 | 0.075 | 0.111 | 0.128 | 0.156 | 1.69 |
| | δ(') | 13.56 | 5.97 | 4.94 | 4.36 | 3.27 | |
| 2# | f(%) | -0.432 | 0.008 | 0.040 | 0.058 | 0.089 | 1.72 |
| | δ(') | 12.58 | 6.36 | 5.35 | 4.77 | 3.48 | |
| 3# | f(%) | -0.403 | 0.051 | 0.085 | 0.102 | 0.126 | 1.69 |
| | δ(') | 13.06 | 6.14 | 5.08 | 4.52 | 3.52 | |
| \bar{X} | f(%) | -0.424 | 0.045 | 0.079 | 0.096 | 0.124 | 1.70 |
| | δ(') | 13.07 | 6.16 | 5.12 | 4.55 | 3.42 | |
| MAX | f(%) | -0.436 | 0.075 | 0.111 | 0.128 | 0.156 | 1.72 |
| | δ(') | 13.56 | 6.36 | 5.35 | 4.77 | 3.52 | |

Преимущество:
Удобство монтажа

Недостаток
Хуже точность чем у
неразъемных моделей
(0.5% вместо 0.1%)

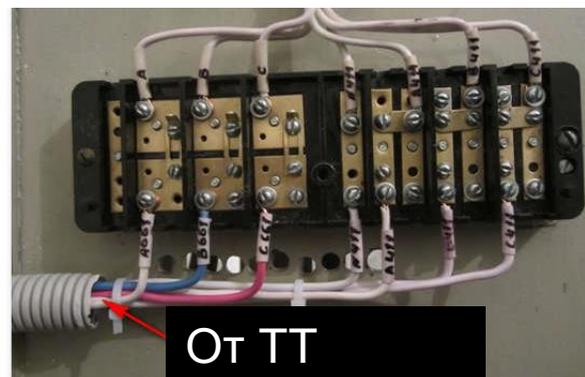
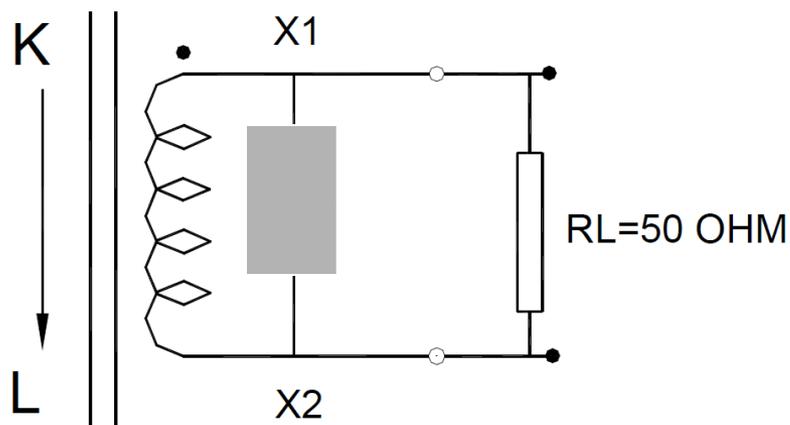


Технические характеристики HACCS

| | |
|--|---------------|
| Номинальная частота, Гц | 50; 60 |
| Длина подводящего кабеля, м | 2.5 |
| Максимальная длина подводящих кабелей, м | 200 |
| Рабочая температура, оС | От -40 до +70 |
| Температура хранения, оС | От -40 до +85 |
| Наибольшее рабочее напряжение, В | 600 |
| Изоляционная прочность, кВ/мин | 4 |
| Средняя наработка на отказ, час | 300 000 |
| Номинальная нагрузка, Ом | 50 |
| Срок службы, лет | 40 |
| Номинальная частота, Гц | 50; 60 |
| Длина подводящего кабеля, м | 2.5 |
| Максимальная длина подводящих кабелей, м | 200 |

Безопасность

- В случае разрыва вторичных цепей ТТ, предусмотрена автоматическая электронная закоротка в самом НАС



Для ТТ 1А, $P_{din_1}/P_{din_{0.02}} = 2500$

Для ТТ 5А, $P_{din_5}/P_{din_{0.02}} = 62\ 500$

Модели HACCS

| ORDER STRING (Catalog no.) | CS05S / RS5 (HX0140) | CS1 (EL0072) | CS1L (EL0115) | CS1S (HX0118) |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| MAX CURRENT | 10A | 100A | 100A | 100A |
| WINDOW | Ø 16mm 0.62" | Ø 12mm 0.47" | Ø 23mm 0.9" | Ø 16mm 0.63" |
| CORE | Split | Solid | Solid | Split |
| ACCURACY [%] | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.5 |
| WEIGHT | 98.2g 0.22 lbs | 156.4g 0.34 lbs | 206.3g 0.45 lbs | 103.4g 0.23 lbs |

Модели HACCS

| ORDER STRING (Catalog no.) | CS1H (HX0161) | CS2 (EL0142) | CS2S (HX0145) | CS2SL (HX0156) |
|-------------------------------|---|--|---|---|
| |  |  |  |  |
| MAX CURRENT | 100A | 200A | 200A | 200A |
| WINDOW | ∅ 13mm 0.05" | ∅ 23mm ∅ 0.9" | 24.5x23.1mm 0.96x0.9" | 43x33mm 1.69x1.3" |
| CORE | Split | Solid | Split | Split |
| ACCURACY [%] | 0.1/0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 |
| WEIGHT | 280g 0.6lbs | 206.3g 0.45 lbs | 160g 0.34lbs | 450g 1lbs |

Модели HACS

| ORDER STRING (Catalog no.) | CS4 (EL0117) | CS4S (HX0157) | CS8 (EL0125) | CS8S (HX0158) |
|-------------------------------|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| MAX CURRENT | 400A | 400A | 800A | 800A |
| WINDOW | ∅ 26mm 1.02" | 43x33mm 1.69x1.3" | 100x32/62mm 4x1.28/2.44" | 80x50mm 3.1x1.9" |
| CORE | Solid | Split | Solid | Split |
| ACCURACY [%] | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 0.5 |
| WEIGHT | 214g 0.47lbs | 450g 1lbs | 525g 1.16lbs | 900g 1.9lbs |

| ORDER STRING (Catalog no.) | CS12S (HX0153) | CS20S (HX0154) | CS30S (HX0155) |
|-------------------------------|--|---|--|
| |  |  |  |
| MAX CURRENT | 1200A | 2000A | 3000A |
| WINDOW | 120x80mm | 160x80mm | 160x80mm |

BFM II + HACS 100A суммарная погрешность измерений менее 0,2%

| Средний ток | | | | | | |
|-------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| I, A | PhaseA,% | Worst | PhaseB,% | Worst | PhaseC,% | Worst |
| 0.5 | -0.120 | -0.120 | -0.140 | -0.140 | -0.119 | -0.120 |
| 1 | -0.032 | -0.090 | -0.092 | -0.130 | -0.095 | -0.130 |
| 2.5 | 0.068 | 0.068 | 0.056 | 0.056 | 0.060 | 0.060 |
| 5 | 0.068 | 0.068 | 0.054 | 0.056 | 0.034 | 0.056 |
| 15 | 0.034 | 0.037 | 0.024 | 0.024 | -0.001 | -0.001 |
| 25 | 0.020 | 0.030 | 0.016 | 0.018 | -0.012 | -0.013 |
| 50 | 0.005 | 0.012 | -0.001 | -0.009 | -0.019 | -0.025 |
| 100 | -0.012 | -0.020 | -0.015 | -0.023 | -0.027 | -0.033 |

Average (typical) values of errors for Current. Worst values of error in individual measurements (These values were found based on more than 20 individual measurements, in each testing point.)

Согласование нагрузки ТТ и потребления ТОКОВЫХ ВХОДОВ прибора

- ❑ Современные цифровые приборы, как правило имеют потребление на уровне 0,01-0,05 ВА
- ❑ Для получения нормированной точности требуется согласование нагрузки ТТ и прибора
- ❑ Выходная мощность НАСС = 0,02-0,1 ВА

Аттестованная лаборатория по МЭК 17025

  **רשות הלאומית להסמכת מעבדות**
Israel Laboratory Accreditation Authority

ISO/IEC 17025: 2005 **Calibration Laboratory**

Accreditation Certificate No. 357

SATEC Calibration Lab.

Main site (Main Laboratory): Zeev Lev 25, Jerusalem, 9145001, Israel

Valid from: 20.11.2016 **Until: 19.11.2018**

The organization was assessed by the Israel Laboratory Accreditation Authority (ISRAC) and found to be worthy of accreditation to the detailed schedule attached. The schedule is an integral part of this certificate and is numbered with the above certificate number.

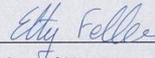
Accreditation demonstrates technical competence and operation of an internationally recognized quality management system. The organization accredited by ISRAC complies with the standards/requirements mentioned above, meets the technical competence requirements and management system requirements that are necessary for it to consistently deliver technically competent results.

This accreditation is granted in accordance with the requirements of ISO/IEC 17011:2004, and entails periodic surveillance and reassessment by ISRAC to ensure that the organization continues to comply with the accreditation requirements.

The accreditation is valid provided that the organization continues to meet the criteria as laid down by ISRAC.

This certificate does not constitute an approval in accordance with article 12 of the standard law.

Date of first accreditation: 20.11.2016

 
General Manager
Israel Laboratory Accreditation Authority

 
Version 1

Выводы:

- **Точность:** согласование нагрузки + отсутствие двойного преобразования тока перед АЦП
- **Безопасность:** встроенная электронная защита
- **Удобство монтажа:** возможность монтажа на удалении 200 м, а также монтаж на работающем объекте.

СПАСИБО И ПРИВЕТ ИЗ ЗАСНЕЖЕННОГО ИЕРУСАЛИМА

