

Дипломная работа  
на тему:  
Проектирование узла измерения тока  
саморазряда электрохимического  
источника питания

Руководитель проекта от предприятия ООО «Фирма «Алекто-Электроникс»:  
Инженер-калибровщик 3 категории  
Комаров А.Г.  
Руководитель проекта от кафедры ТЭА, ОмГТУ:  
к.т.н, доцент  
Лобов Д.Г.  
Разработал студент группы ЭН-121:  
Суркова В.А.

# **Активатор электрохимических источников питания АЕАС-12V**

Активатор – это многофункциональное устройство для диагностики, обслуживания и испытания электрохимических источников питания.

Активатор предназначен для разряда, заряда, тренировки (для восстановления ЭХИП) и измерения параметров ЭХИП.



# Пример двух типов АКБ:

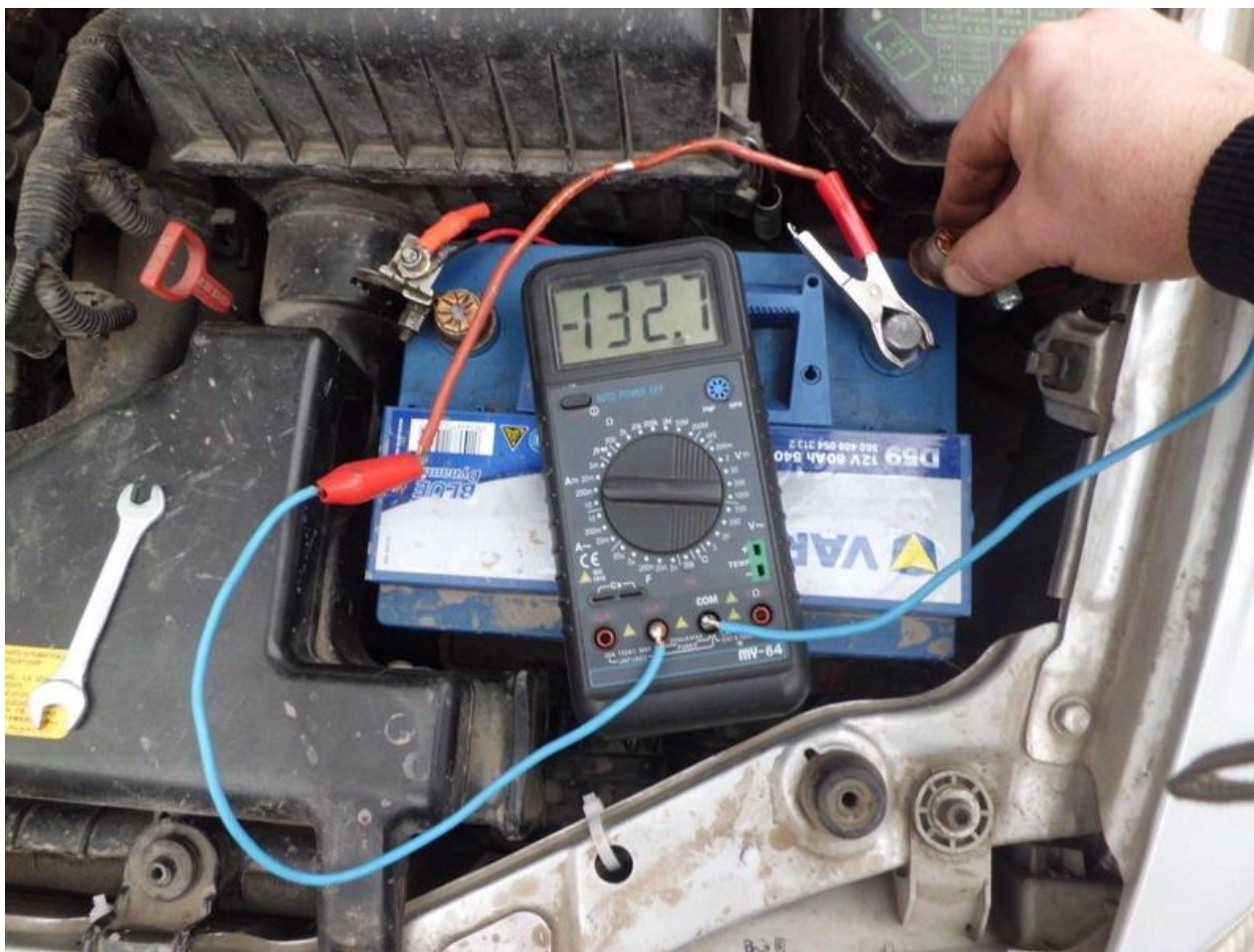
Автомобильная АКБ (60 А\*ч)



Мотоциклетная АКБ (18 А\*ч)



# Ток утечки борта



# ГОСТ 28133-89

## Определение емкости батареи

- Батареи, должны быть разряжены током  $0,25 C_5A$  до конечного напряжения разряда 1,70 В на аккумулятор.
- Заряд проводят током  $0,20 C_5A$  до напряжения 2,4 В на аккумулятор. При достижении этого напряжения батарею оставляют на 1 ч, после чего заряд продолжают током  $0,05 C_5A$  до достижения состояния полной заряженности. Температура электролита во время заряда должна быть не более 40 °С.
- После заряда проверяют плотность и уровень электролита, который в случае необходимости корректируют. После корректировки проводят подзаряд током  $0,05 C_5A$  в течение не менее 30 мин с целью перемешивания электролита.
- Корректировку повторяют до достижения необходимой плотности электролита.
- Затем устанавливают уровень электролита согласно ГОСТ.

# ГОСТ 28133-89

## Определение саморазряда

- Испытание батарей на снижение емкости после хранения в заряженном состоянии (саморазряд)
- Испытанию подвергают батарею, прошедшую испытания, описанные выше.
- Перед испытанием батарею полностью заряжают, корректируют плотность и уровень электролита.
- Затем проводят определение емкости  $C$  согласно показанному ранее слайду.
- После определения емкости батарею полностью заряжают. Корректируют плотность и уровень электролита, протирают досуха вентиляционные пробки.
- Батарею отключают от внешней цепи и оставляют на хранение в течение 28 сут. Во время хранения температуру электролита необходимо поддерживать  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- По истечении 28 суток, не проводя заряда, определяют емкость батареи  $C_1$  согласно показанному ранее слайду.
- Снижение емкости (саморазряд) ( $S$ ) в процентах вычисляют по формуле:

- Мерой потери емкости за время хранения  $\tau$  служит величина саморазряда, выраженная в процентах:

$$S = \frac{100 * (C_0 - C_\tau)}{C_0}$$

где

$C_0$  - емкость, отдаваемая свежезаряженным источником тока;

$C_\tau$  - емкость, отдаваемая после хранения в течение времени  $\tau$

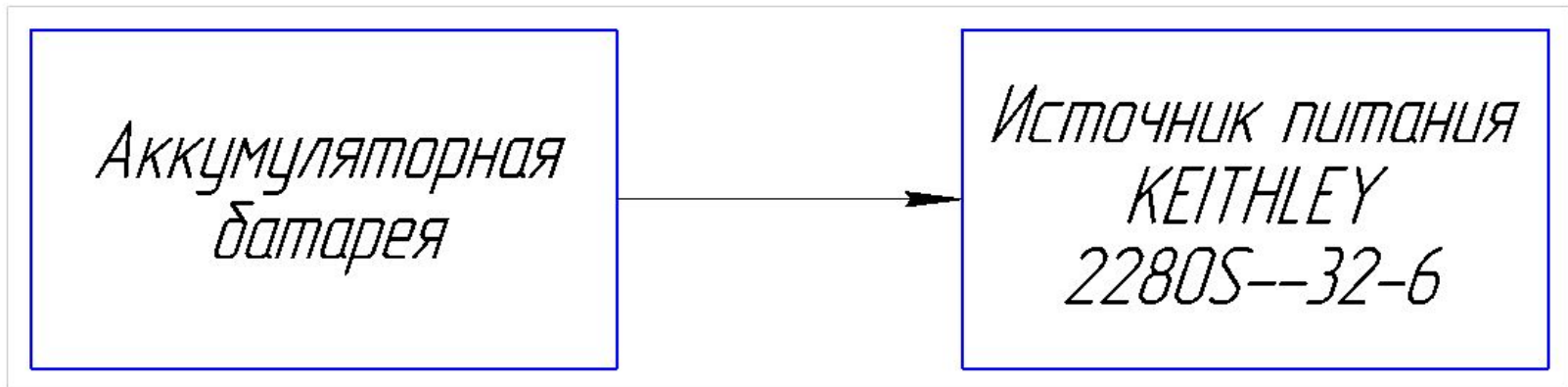
- Для сортировки аккумуляторов по этому параметру необходима оценка, которая может быть получена за значительно меньший период времени, даже при потере ее точности.
- Измерение не требует большой точности, поскольку оценки с точностью 20 – 50% достаточно. Поврежденные (дефектные) АКБ имеют ток саморазряда в разы превышающий ток саморазряда исправной АКБ.
- Главное значение имеет разрешающая способность измерителя тока саморазряда. Поскольку для исправных АКБ емкостью 60 Ампер часов нормальное значение тока саморазряда 1 – 3 миллиампера, то нам нужна разрешающая способность около 50 микроампер. Ее может быть достаточно и для работы с АКБ емкостью 7 – 10 Ампер часов.



Измерение тока саморазряда компенсационным методом и измерение тока утечки борта близки по техническому исполнению. Поэтому было принято решение реализовать обе функции, что обеспечит активатору большие конкурентные преимущества.



# Экспериментальная установка

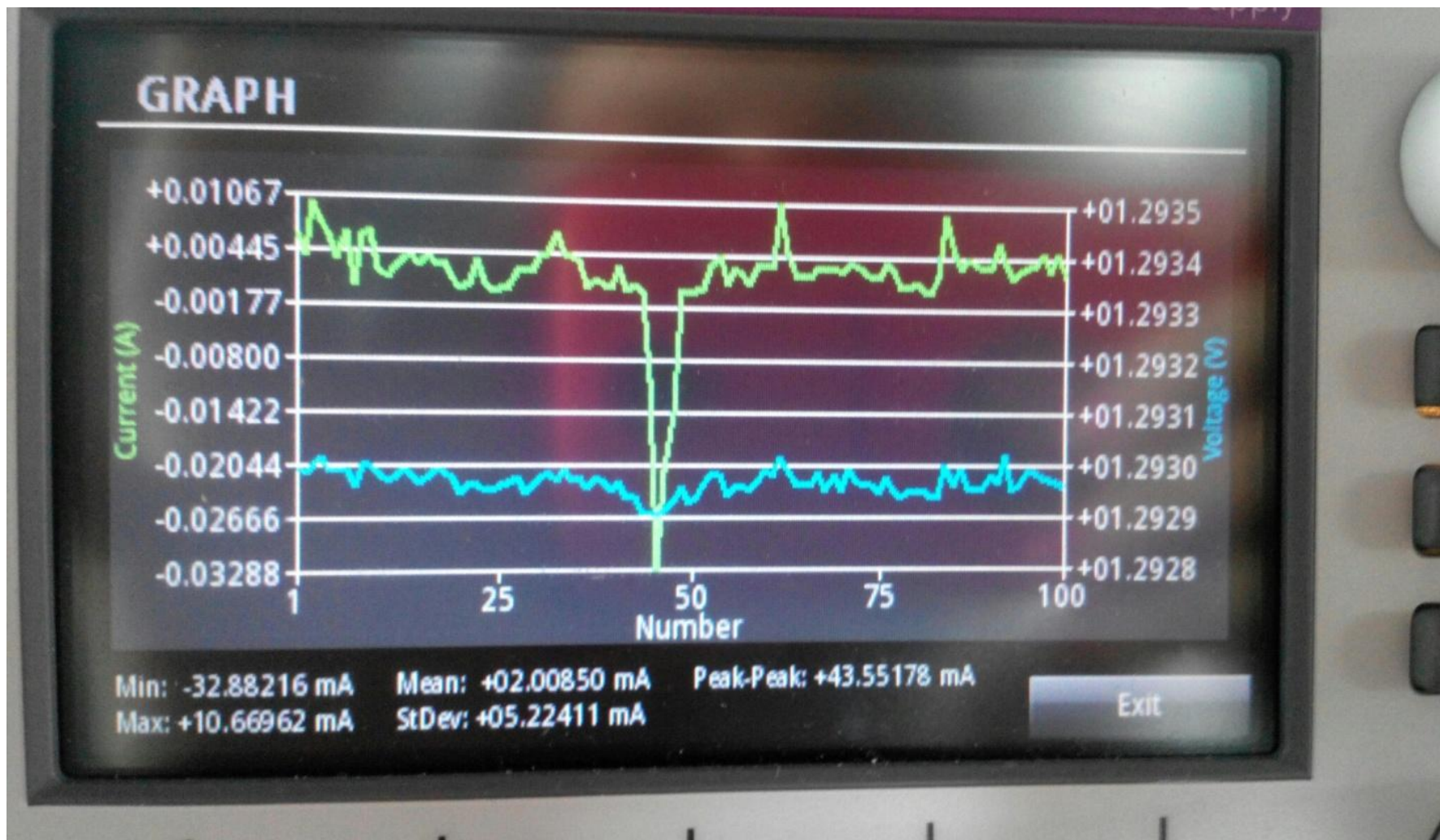


# Прибор, используемый для проведения экспериментов



- KEITHLEY источник питания постоянного тока для высокоточных измерений серии 2280.
- Точность измерения тока до 10 нА.

# Ток саморазряда





# Никель-кадмиевые аккумуляторы



# 20 авиационных никель-кадмиевых аккумуляторов

## НКБН-25

| №  | Voltage, V | F     | Z, mΩ | R, mΩ | X, mΩ  | A, deg | I, mA      |
|----|------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|
| 1  | 1,30004    | 20.00 | 0.611 | 0.538 | -0.291 | -28.40 | 1,69..7,43 |
|    |            | 100.0 | 0.515 | 0.515 | 0.014  | 1.557  |            |
|    |            | 500.0 | 1.288 | 0.548 | 1.166  | 64.82  |            |
|    |            | 1000. | 2.410 | 0.647 | 2.322  | 74.43  |            |
| 2  | 1,29812    | 20.00 | 0.606 | 0.557 | -0.241 | -23.39 | 1,53..8,47 |
|    |            | 100.0 | 0.513 | 0.513 | -0.015 | -1.674 |            |
|    |            | 500.0 | 1.059 | 0.564 | 0.897  | 57.83  |            |
|    |            | 1000. | 2.007 | 0.635 | 1.904  | 71.55  |            |
| 3  | 1,27144    | 20.00 | 0.667 | 0.592 | -0.309 | -27.56 | 1,68..9,56 |
|    |            | 100.0 | 0.545 | 0.545 | 0.008  | 0.840  |            |
|    |            | 500.0 | 1.491 | 0.653 | 1.341  | 64.03  |            |
|    |            | 1000. | 2.353 | 0.676 | 2.254  | 73.30  |            |
| 4  | 1,30395    | 20.00 | 0.605 | 0.550 | -0.254 | -24.78 | 0,63..6,11 |
|    |            | 100.0 | 0.504 | 0.502 | -0.054 | -6.139 |            |
|    |            | 500.0 | 0.939 | 0.555 | 0.758  | 53.78  |            |
|    |            | 1000. | 1.711 | 0.613 | 1.598  | 69.01  |            |
| 5  | 1,29952    | 20.00 | 0.600 | 0.536 | -0.271 | -26.82 | 2,15..6,94 |
|    |            | 100.0 | 0.524 | 0.523 | -0.040 | -4.373 |            |
|    |            | 500.0 | 1.185 | 0.627 | 1.006  | 58.06  |            |
|    |            | 1000. | 1.758 | 0.625 | 1.644  | 69.18  |            |
| 6  | 1,30471    | 20.00 | 0.610 | 0.551 | -0.264 | -25.60 | 3..7,57    |
|    |            | 100.0 | 0.521 | 0.521 | -0.007 | -0.769 |            |
|    |            | 500.0 | 1.062 | 0.540 | 0.915  | 59.45  |            |
|    |            | 1000. | 2.218 | 0.636 | 2.125  | 73.33  |            |
| 7  | 1,30652    | 20.00 | 0.594 | 0.546 | -0.236 | -23.37 | 3,1..9     |
|    |            | 100.0 | 0.528 | 0.526 | 0.049  | 5.322  |            |
|    |            | 500.0 | 1.334 | 0.547 | 1.217  | 65.79  |            |
|    |            | 1000. | 2.837 | 0.644 | 2.763  | 76.87  |            |
| 8  | 1,17194    | 20.00 | 0.845 | 0.775 | -0.337 | -23.50 | 0,02..3,53 |
|    |            | 100.0 | 0.684 | 0.682 | -0.059 | -4.944 |            |
|    |            | 500.0 | 1.106 | 0.635 | 0.906  | 54.97  |            |
|    |            | 1000. | 2.163 | 0.740 | 2.033  | 69.99  |            |
| 9  | 1,30682    | 20.00 | 0.603 | 0.556 | -0.234 | -22.82 | 0,2..4,78  |
|    |            | 100.0 | 0.537 | 0.537 | -0.013 | -1.386 |            |
|    |            | 500.0 | 1.207 | 0.607 | 1.044  | 59.82  |            |
|    |            | 1000. | 1.857 | 0.642 | 1.743  | 69.77  |            |
| 10 | 1,30671    | 20.00 | 0.601 | 0.546 | -0.252 | -24.77 | 1,58..7,34 |
|    |            | 100.0 | 0.525 | 0.525 | -0.002 | -0.218 |            |
|    |            | 500.0 | 1.092 | 0.535 | 0.952  | 60.66  |            |
|    |            | 1000. | 2.349 | 0.629 | 2.264  | 74.47  |            |

| №  | Voltage, V | F     | Z, mΩ | R, mΩ | X, mΩ  | A, deg | I, mA      |
|----|------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|
| 11 | 1,30632    | 20.00 | 0.618 | 0.552 | -0.278 | -26.73 | 2,7..9,30  |
|    |            | 100.0 | 0.532 | 0.522 | -0.106 | -11.47 |            |
|    |            | 500.0 | 0.706 | 0.534 | 0.462  | 40.86  |            |
|    |            | 1000. | 1.349 | 0.626 | 1.195  | 62.35  |            |
| 12 | 1,30273    | 20.00 | 0.617 | 0.546 | -0.289 | -27.89 | 3,69..9,47 |
|    |            | 100.0 | 0.525 | 0.514 | -0.107 | -11.75 |            |
|    |            | 500.0 | 0.662 | 0.548 | 0.373  | 34.24  |            |
|    |            | 1000. | 1.140 | 0.652 | 0.936  | 55.13  |            |
| 13 | 1,30131    | 20.00 | 0.635 | 0.562 | -0.297 | -27.85 | 2,02..7,08 |
|    |            | 100.0 | 0.541 | 0.527 | -0.126 | -13.44 |            |
|    |            | 500.0 | 0.701 | 0.570 | 0.409  | 35.66  |            |
|    |            | 1000. | 1.123 | 0.630 | 0.930  | 55.88  |            |
| 14 | 1,29269    | 20.00 | 0.601 | 0.547 | -0.251 | -24.64 | 7,06..1,41 |
|    |            | 100.0 | 0.536 | 0.529 | -0.087 | -9.339 |            |
|    |            | 500.0 | 0.793 | 0.526 | 0.594  | 48.47  |            |
|    |            | 1000. | 1.573 | 0.622 | 1.445  | 66.71  |            |
| 15 | Поврежден  |       |       |       |        |        |            |
| 16 | 1,29951    | 20.00 | 0.622 | 0.559 | -0.274 | -26.11 | 2,2..8,04  |
|    |            | 100.0 | 0.542 | 0.536 | -0.081 | -8.593 |            |
|    |            | 500.0 | 0.896 | 0.580 | 0.683  | 49.66  |            |
|    |            | 1000. | 1.501 | 0.640 | 1.358  | 64.76  |            |
| 17 | 1,3017     | 20.00 | 0.617 | 0.551 | -0.278 | -26.77 | 0,2..7,42  |
|    |            | 100.0 | 0.518 | 0.517 | -0.044 | -4.864 |            |
|    |            | 500.0 | 0.896 | 0.554 | 0.705  | 51.83  |            |
|    |            | 1000. | 1.749 | 0.638 | 1.629  | 68.61  |            |
| 18 | 1,30372    | 20.00 | 0.629 | 0.548 | -0.309 | -29.41 | 1,5..6,5   |
|    |            | 100.0 | 0.522 | 0.521 | -0.044 | -4.827 |            |
|    |            | 500.0 | 1.059 | 0.564 | 0.897  | 57.83  |            |
|    |            | 1000. | 1.875 | 0.646 | 1.761  | 69.85  |            |
| 19 | 1,30345    | 20.00 | 0.609 | 0.546 | -0.271 | -26.39 | 1..6,05    |
|    |            | 100.0 | 0.507 | 0.507 | -0.029 | -3.273 |            |
|    |            | 500.0 | 0.955 | 0.543 | 0.786  | 55.36  |            |
|    |            | 1000. | 1.933 | 0.641 | 1.824  | 70.63  |            |
| 20 | 1,30292    | 20.00 | 0.584 | 0.565 | -0.149 | -14.77 | 0,84..9,55 |
|    |            | 100.0 | 0.527 | 0.527 | 0.005  | 0.543  |            |
|    |            | 500.0 | 1.003 | 0.546 | 0.842  | 57.03  |            |
|    |            | 1000. | 2.050 | 0.665 | 1.940  | 71.07  |            |

# Четыре никель-кадмиевых аккумулятора

| №  | Voltage, V | F     | Z, mΩ | R, mΩ | X, mΩ  | A, deg | I, mA      |
|----|------------|-------|-------|-------|--------|--------|------------|
| 11 | 1,30632    | 20.00 | 0.618 | 0.552 | -0.278 | -26.73 | 2,7..9,30  |
|    |            | 100.0 | 0.532 | 0.522 | -0.106 | -11.47 |            |
|    |            | 500.0 | 0.706 | 0.534 | 0.462  | 40.86  |            |
|    |            | 1000. | 1.349 | 0.626 | 1.195  | 62.35  |            |
| 12 | 1,30273    | 20.00 | 0.617 | 0.546 | -0.289 | -27.89 | 3,69..9,47 |
|    |            | 100.0 | 0.525 | 0.514 | -0.107 | -11.75 |            |
|    |            | 500.0 | 0.662 | 0.548 | 0.373  | 34.24  |            |
|    |            | 1000. | 1.140 | 0.652 | 0.936  | 55.13  |            |
| 18 | 1,30372    | 20.00 | 0.629 | 0.548 | -0.309 | -29.41 | 1,5..6,5   |
|    |            | 100.0 | 0.522 | 0.521 | -0.044 | -4.827 |            |
|    |            | 500.0 | 1.059 | 0.564 | 0.897  | 57.83  |            |
|    |            | 1000. | 1.875 | 0.646 | 1.761  | 69.85  |            |
| 19 | 1,30345    | 20.00 | 0.609 | 0.546 | -0.271 | -26.39 | 1..6,05    |
|    |            | 100.0 | 0.507 | 0.507 | -0.029 | -3.273 |            |
|    |            | 500.0 | 0.955 | 0.543 | 0.786  | 55.36  |            |
|    |            | 1000. | 1.933 | 0.641 | 1.824  | 70.63  |            |

# Структурная схема узла

Состоит из:

- 1) Измеритель тока. (Сравнивается реальный ток с установленным током.  
Управляет регулирующим элементом.)
- 2) Измеритель напряжения. (Такой же канал, работающий с напряжением.  
Также управляет регулирующим элементом. )
- 3) Измеритель действительного напряжения акб

Вместо текста будет структурная схема!

Добавь 11,12,18,19



# Библиографический список

- Багоцкий В.С. Химические источники тока. - М.: Энергоиздат, 1981. — 360 с.
- Таганова А.А. Герметичные химические источники тока: Элементы и аккумуляторы. Оборудование для испытаний и эксплуатации. - СПб.: Химиздат, 2005. - 264 с.
- ГОСТ 28133-89 Батареи аккумуляторные свинцовые тяговые. Технические требования и методы испытаний