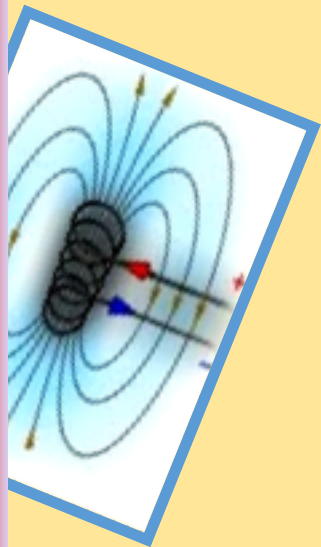


# ТЕХНИКИЙН ХӨГЖИЛ БА ЦАХИЛГААНЫ РЕАКТИВ ЧАДЛЫН ТУХАЙ **ХУУЧИН**, **ШИНЭ** ОЙЛГОЛТУУД

## Хэлэлцүүлэг

Илтгэгч: Зөвлөх инженер Т.Минжүүр

Улаанбаатар хот  
2016 он



# ***Хэлэлцүүлгийн агуулга***

**Реактив чадал, Компенсацлах төхөөрөмж**

**Реактив чадал → Бодит чадалд “хувирах”**

**Реактив энергийн тоолуураар  
“Бодит” энергийг бүртгэж байгаа жишээнүүд**

**Бодит, Хуурмаг - Чадал, Энерги - хэмжүүрүүд**

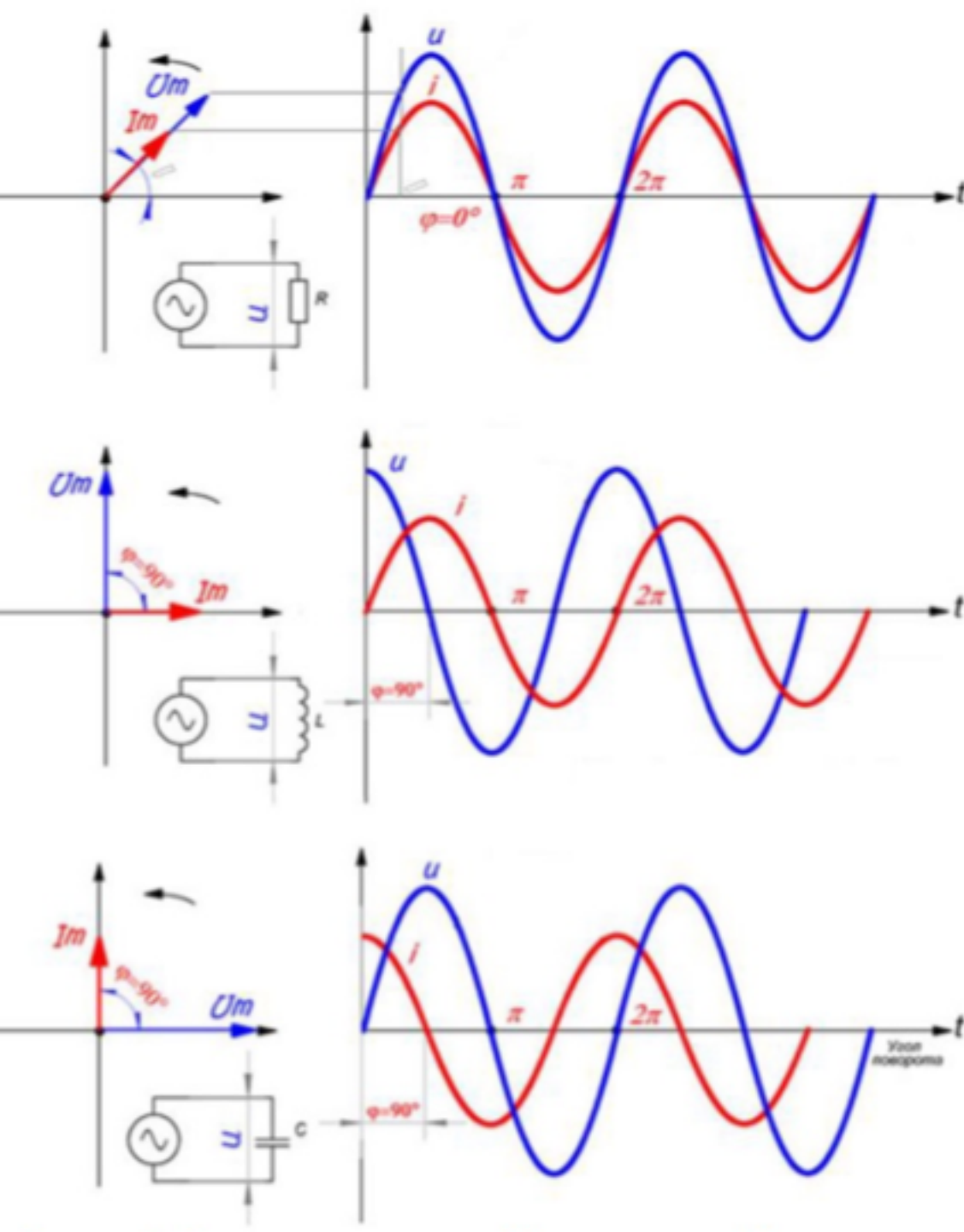
**Реактив энергийн тоолуур “Бодит” энергийг бүртгэж  
байгааг нотлох туршилын хэмжилт**

## Цахилгаан эрчим хүчний зарим онцлог шинжүүд

Хувьсах хүчдэлийн цахилгаан хэлхээнд холбогдсон резистороор гүйх цахилгаан гүйдэл нь фазаар хүчдэлтэйгээ давхацдаг.

Хувьсах хүчдэлийн цахилгаан хэлхээнд холбогдсон ороомог нь соронзон оронг үүсгэж, цахилгаан гүйдэл нь хүчдэлээсээ 90 градусаар хоцордог.

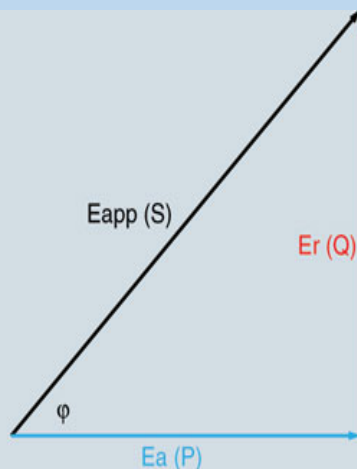
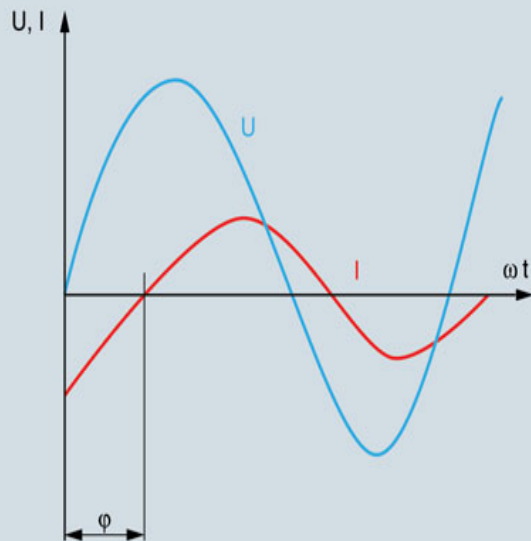
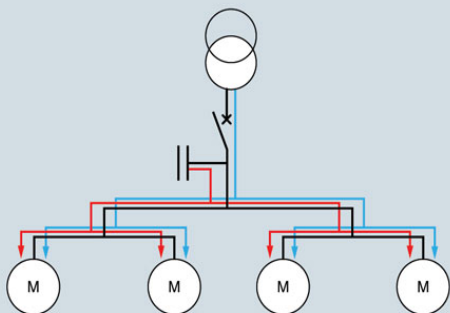
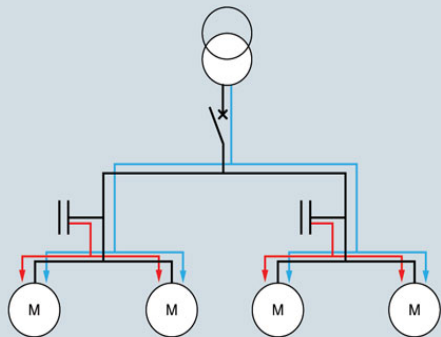
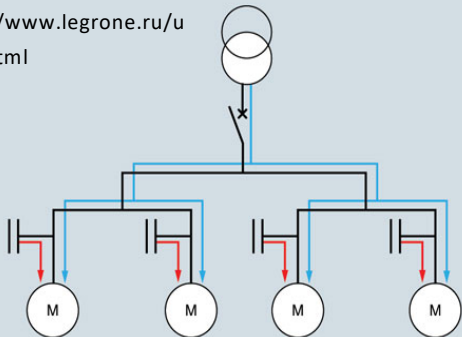
Хувьсах хүчдэлийн цахилгаан хэлхээнд холбогдсон конденсатор нь цахилгаан оронг үүсгэж, цахилгаан гүйдэл нь хүчдэлээсээ 90 градусаар түрүүлдэг.



**Реактив чадал,  
Компенсаци  
төхөөрөмж**

# Индукцийн реактив чадлыг компенсцлах конденсатор, байрлалууд

<http://www.legrone.ru/ukrm.html>



**Реактив энерги бол**  
**Соронзон орон,**  
**Цахилгаан орон хооронд**  
**ээлжлэн шилжихдээ**  
**нэмэлт нөхөлт шаардахгүй**  
**хэсэг.**

## Расчет мощности

$$\vec{S} = \vec{P} + \vec{Q}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Для трехфазных систем электропитания:

$$S = \sqrt{3} UI$$

$$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$$

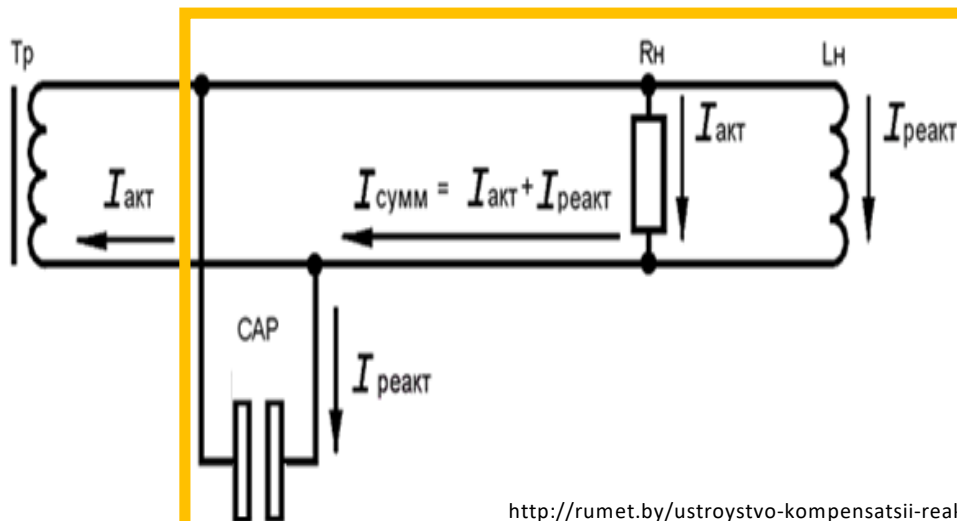
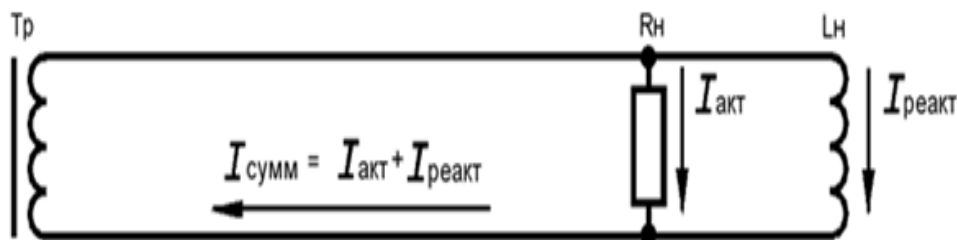
$$Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi$$

Для однофазных систем электропитания множитель  $\sqrt{3}$  исчезает.

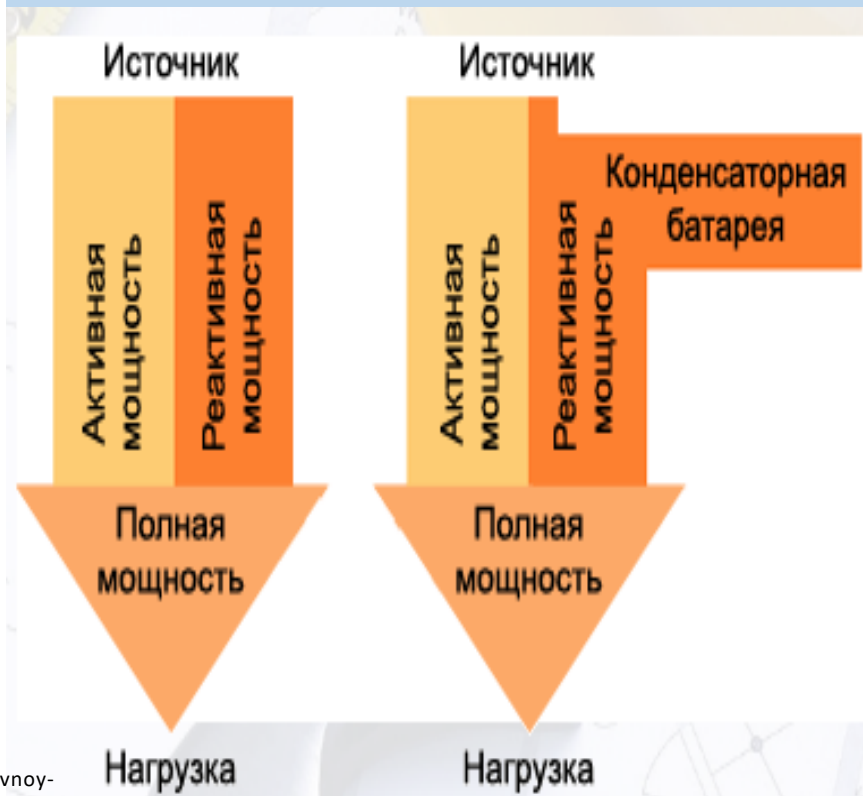
$$\cos \varphi = \frac{P \text{ (kW)}}{S \text{ (kVA)}}$$



# Индукцийн реактив чадлыг компенсацлах конденсатор, нөлөө



<http://rumet.by/ustroystvo-kompensatsii-reaktivnoy-moshnosti>



# Багтаамжийн реактив чадлыг компенсцлах дроссель

[http://www.ru.elhand.pl/pub/File/Aktualnosci/Z-prasy/RU/Kompensacja\\_mocy\\_biernej\\_pojemnosciowej\\_z\\_zastosowaniem\\_dlawikow\\_indukcyjnych\\_RU.pdf](http://www.ru.elhand.pl/pub/File/Aktualnosci/Z-prasy/RU/Kompensacja_mocy_biernej_pojemnosciowej_z_zastosowaniem_dlawikow_indukcyjnych_RU.pdf)

Распределитель 400В

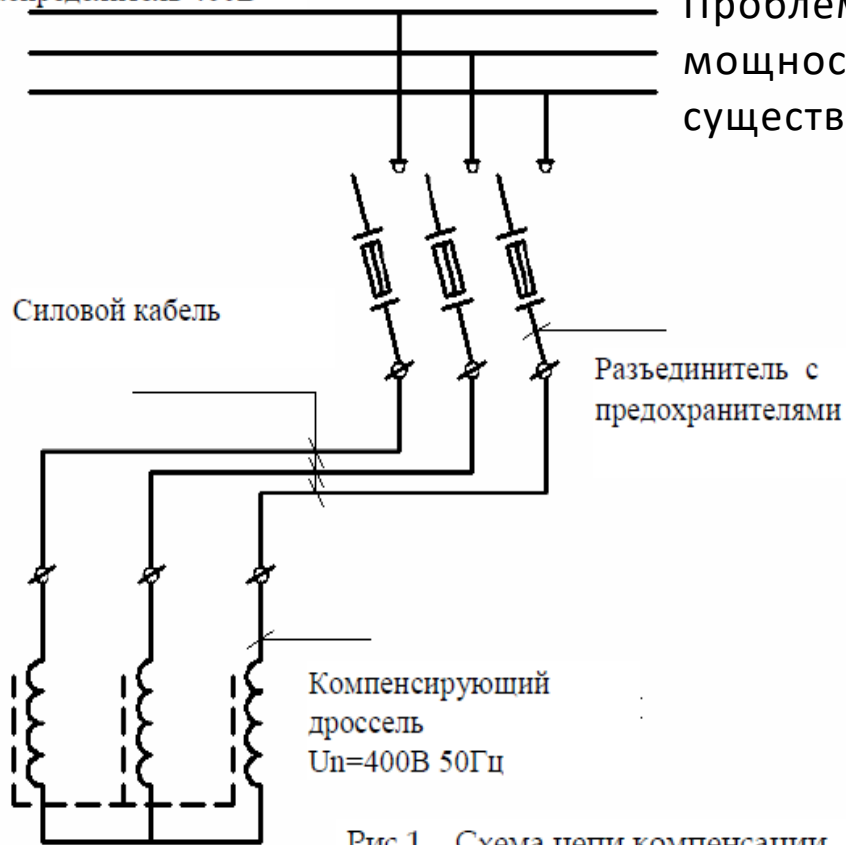


Рис.1 Схема цепи компенсации реактивной емкостной мощности

Проблема компенсации реактивной емкостной мощности чаще всего возникает на предприятиях, где существуют разветвленные кабельные сети.

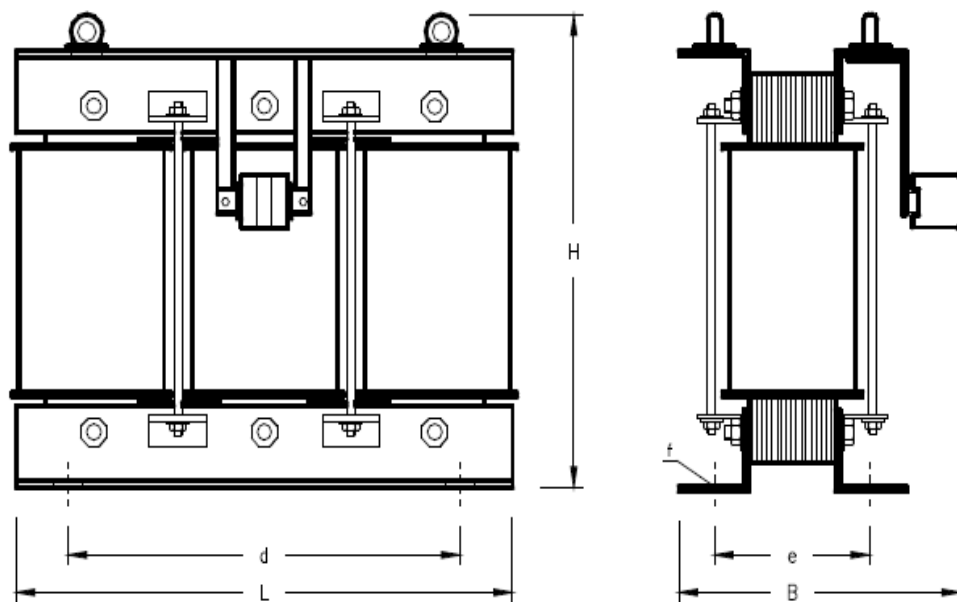
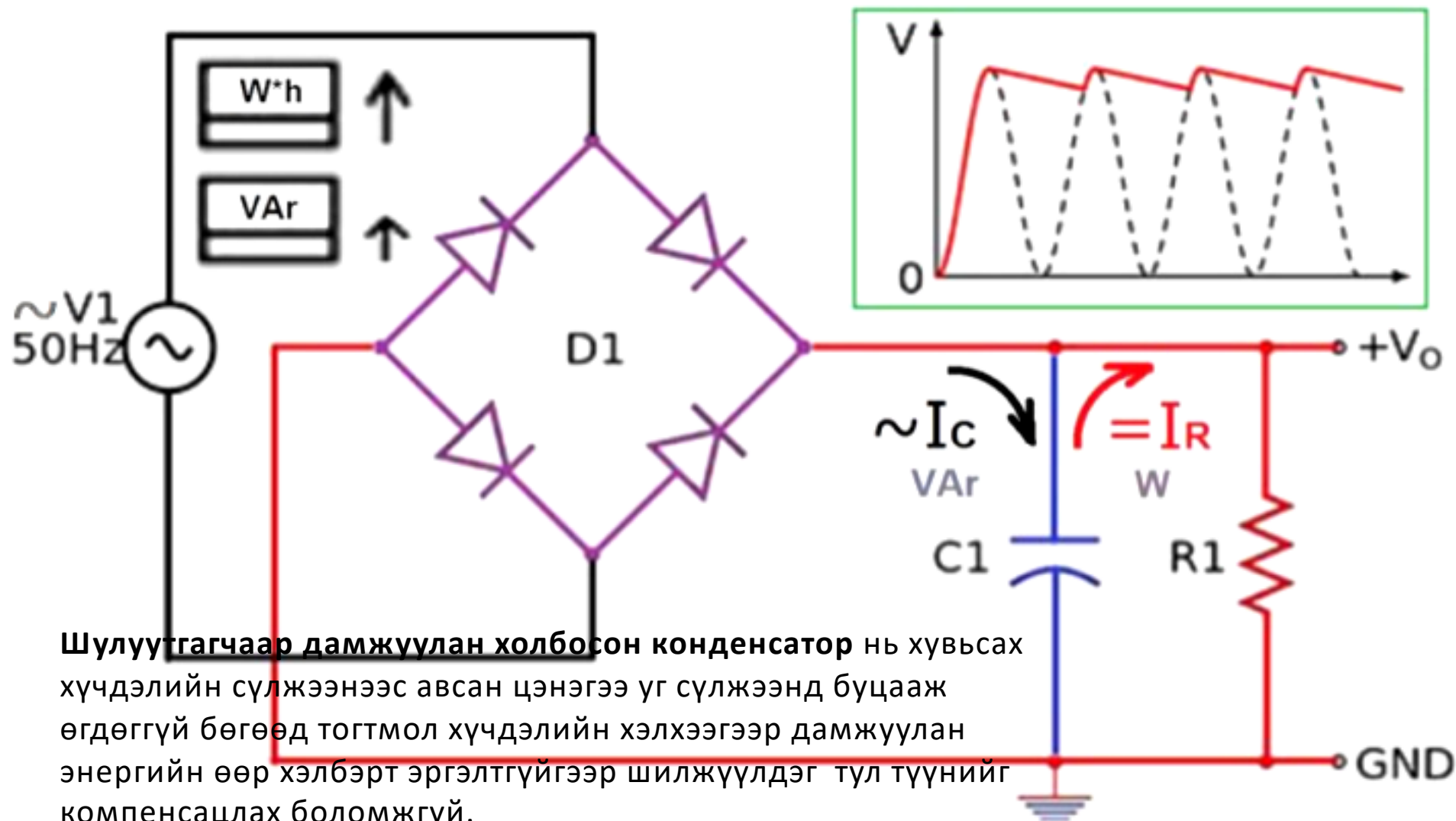


Рис.2 Эскиз компенсационного дросселя типа ED3K

# Шулуутгагч ба Конденсатор бүхий цахилгаан хэлхээ дэх гүйдэл, хүчдэл





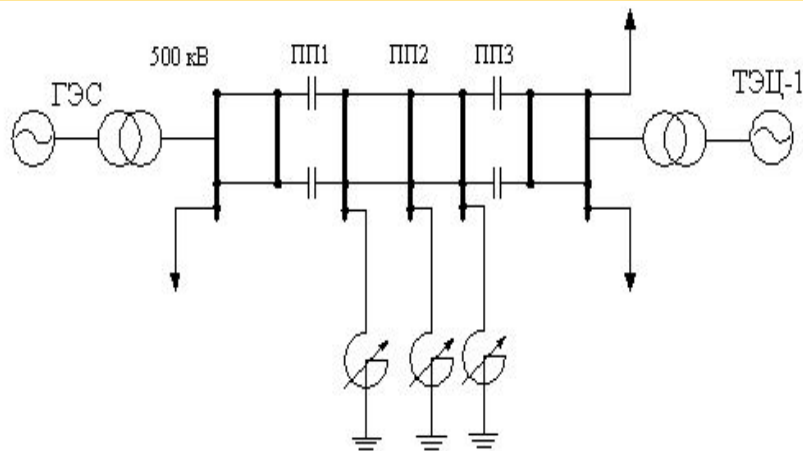
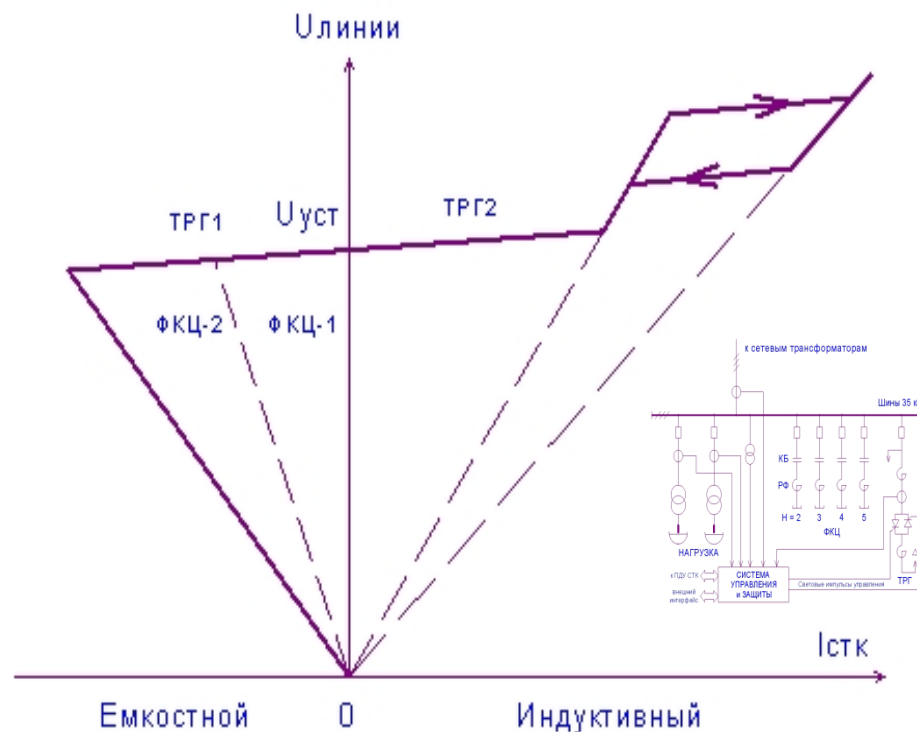
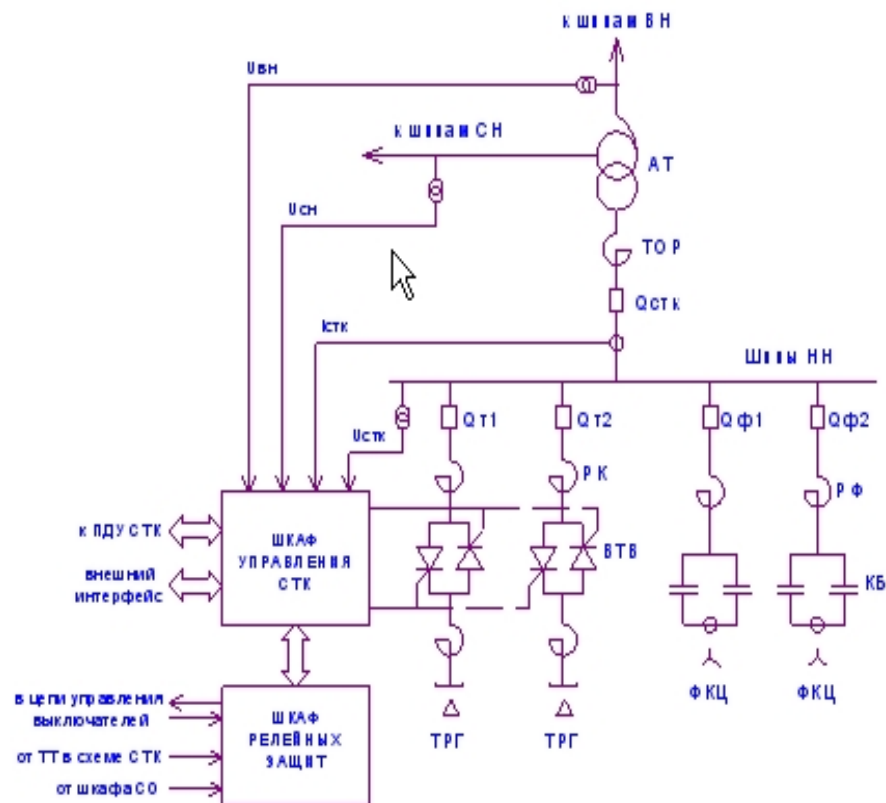


Рисунок №4 Принципиальная схема компенсированной электропередачи

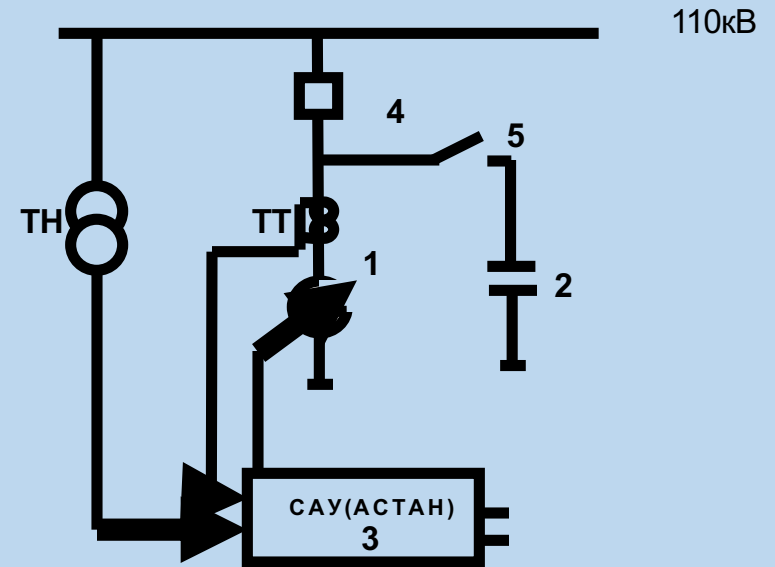
# Өндөр хүчдэлийн шугамын Багтаамжийн реактив чадлыг компенсацлах Реакторууд

<http://nidec-asi-vei.ru/produksiya/staticheskie-tiristornie-kompensatori-reaktivnoy-moschnosti/>

## СТК - Статический Тиристорный Компенсатор реактивной мощности



# Автоматизированный ИРМ-110/25/25 на ПС «Звездная» (ПС «Сугмутская-2»), РФ 2007г.



- 1 – УШР 25/110;
- 2 - БСК 25/110;
- 3 - САУ (АСТАН);
- 4 - Выключатель 110 кВ.
- 5 – Разъединитель 110 кВ

## Основные технические данные:

- |                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| 1. Номинальное напряжение      | 121 кВ        |
| 2. Номинальная мощность        | 25 Мвар       |
| 3. Диапазон изменения мощности | $\pm 25$ Мвар |

## УШР 25/110

### Трехфазный управляемый реактор 25 Мвар, 110 кВ на п/ст «Кудымкар», РФ 1999 год.

#### Назначение:

Стабилизация напряжения в точке подключения и оптимизация перетоков реактивной мощности в прилегающей сети (подключен в параллель с ШКБ 42 Мвар).

#### Основные технические данные:

- |                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 1. Номинальное напряжение      | 121 кВ       |
| 2. Номинальная мощность        | 25 Мвар      |
| 3. Диапазон изменения мощности | 0,25÷30 МВАр |
| 4. Время изменения мощности    | 2,0 с        |
| 5. Потери:                     |              |
| - холостого хода               | 25 кВт       |
| - номинальные                  | 175 кВт      |
| 6. Мощность управления         | 160 КВА      |
| 7. Высшие гармоники в токе     | < 4%         |
| 8. Полная масса                | 69 т         |



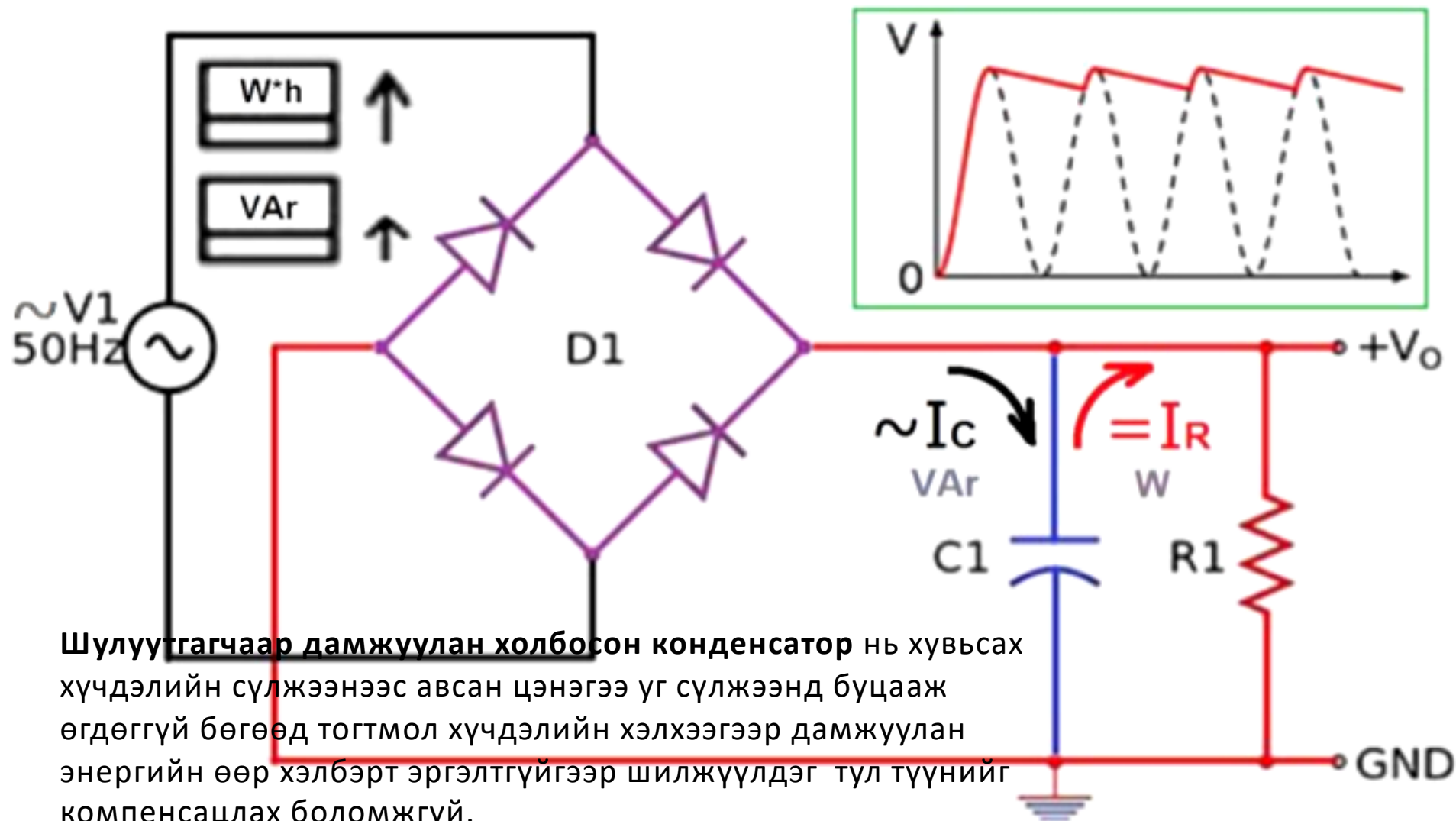
#### Заключение Заказчика (решение выездного семинара РАО «ЕЭС России» на месте установки):

1. Колебания напряжения ограничены до  $\pm 1,5\%$ .
2. В часы максимума нагрузки потери энергии в прилегающей сети снижены на 2,5 МВт.
3. За счет повышения пропускной способности транзита, строительство дополнительной линии 220 кВ отнесено на 10-15 лет.

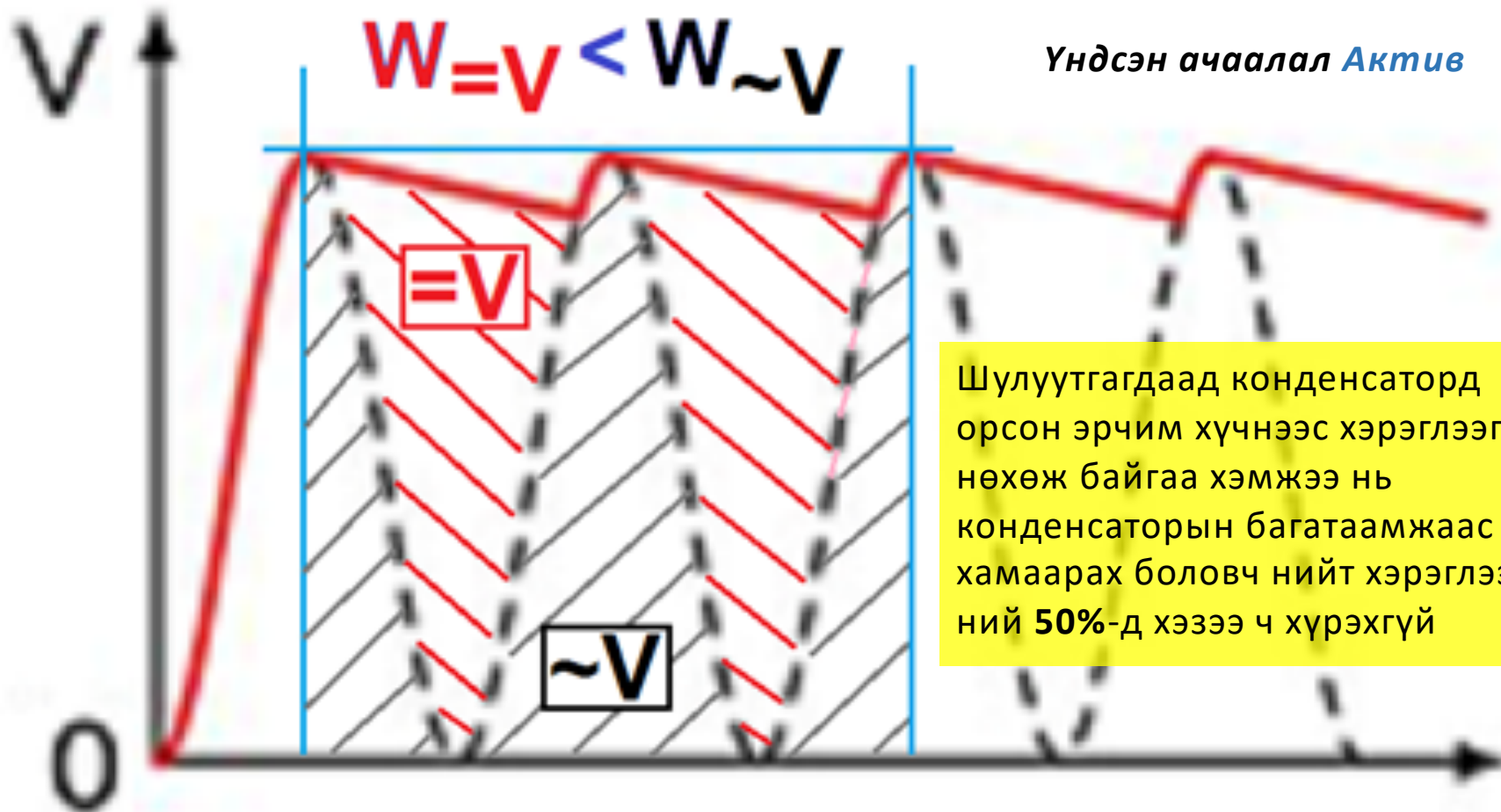
**Реактив чадал →  
Бодит чадал**

**WL, WC -ийг  
тусдаа бүртгэх**

# Шулуутгагч ба Конденсатор бүхий цахилгаан хэлхээ дэх гүйдэл, хүчдэл



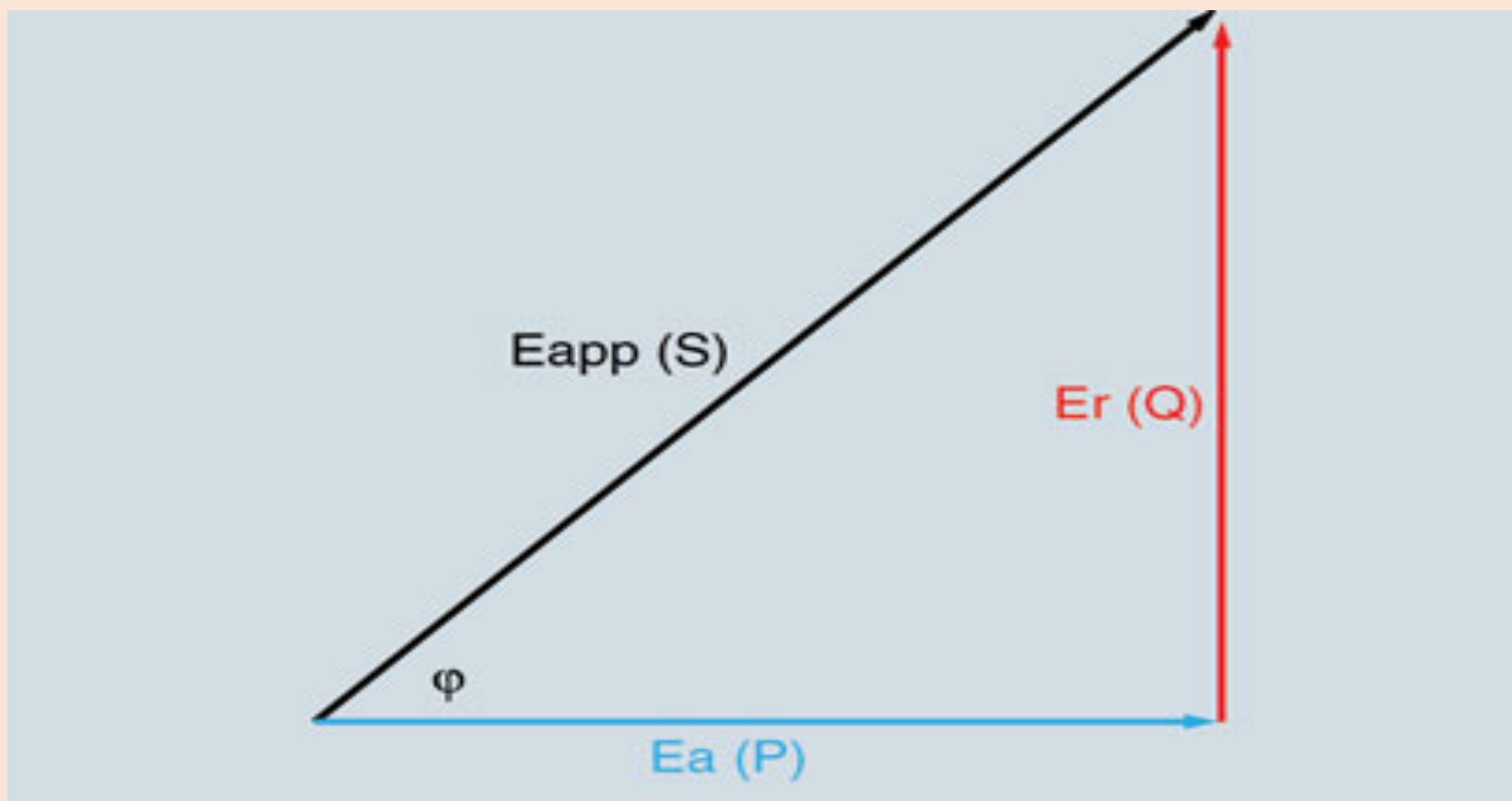
# Хувьсах ба Шулуутгагдсан энергийн харьцаа



Хэрэв үндсэн ачаалал **Реактив** бол ???



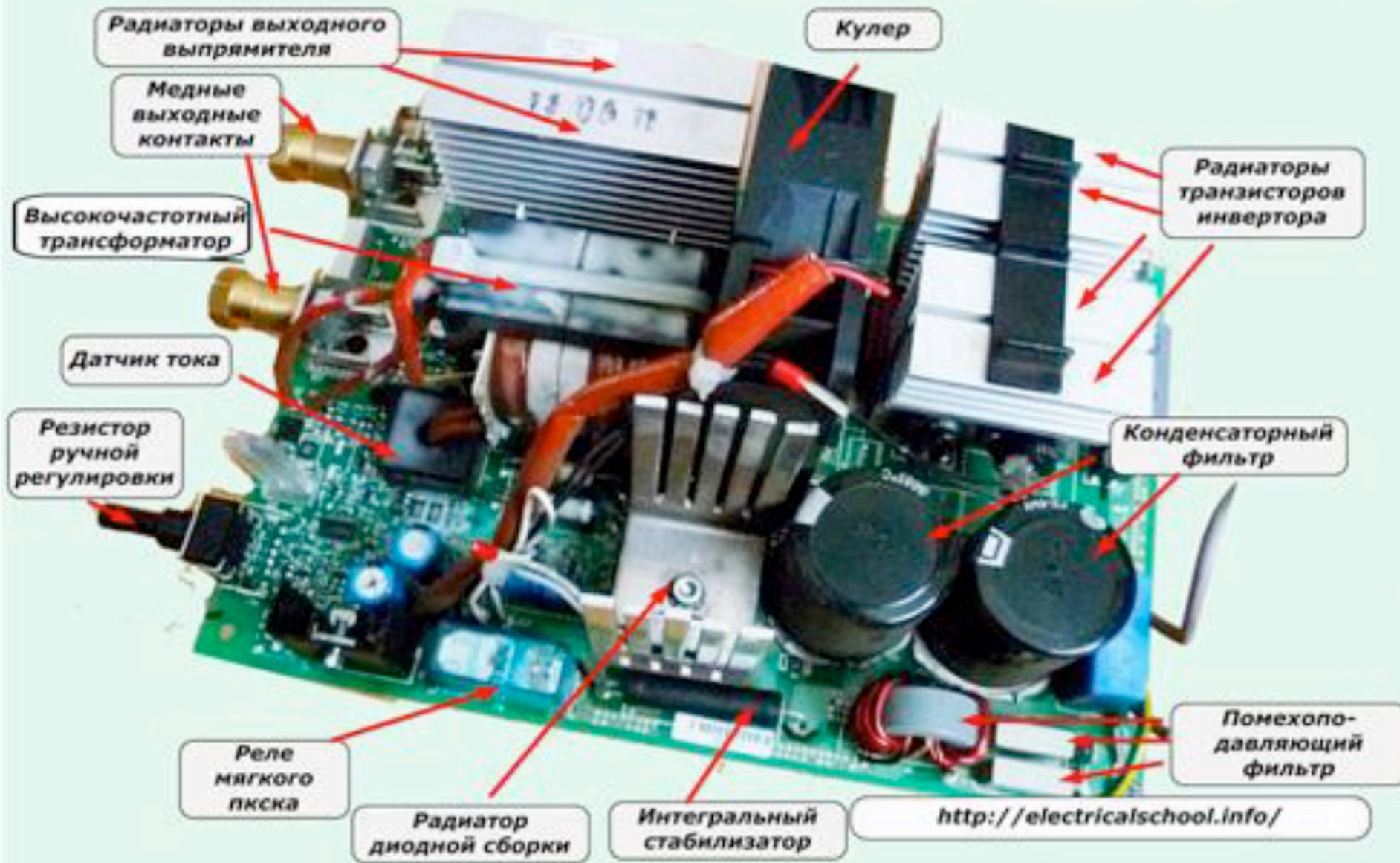
Багтаамжийн шинжтэй “бодит” энерги  
оршиж байхын эерэг нөлөө



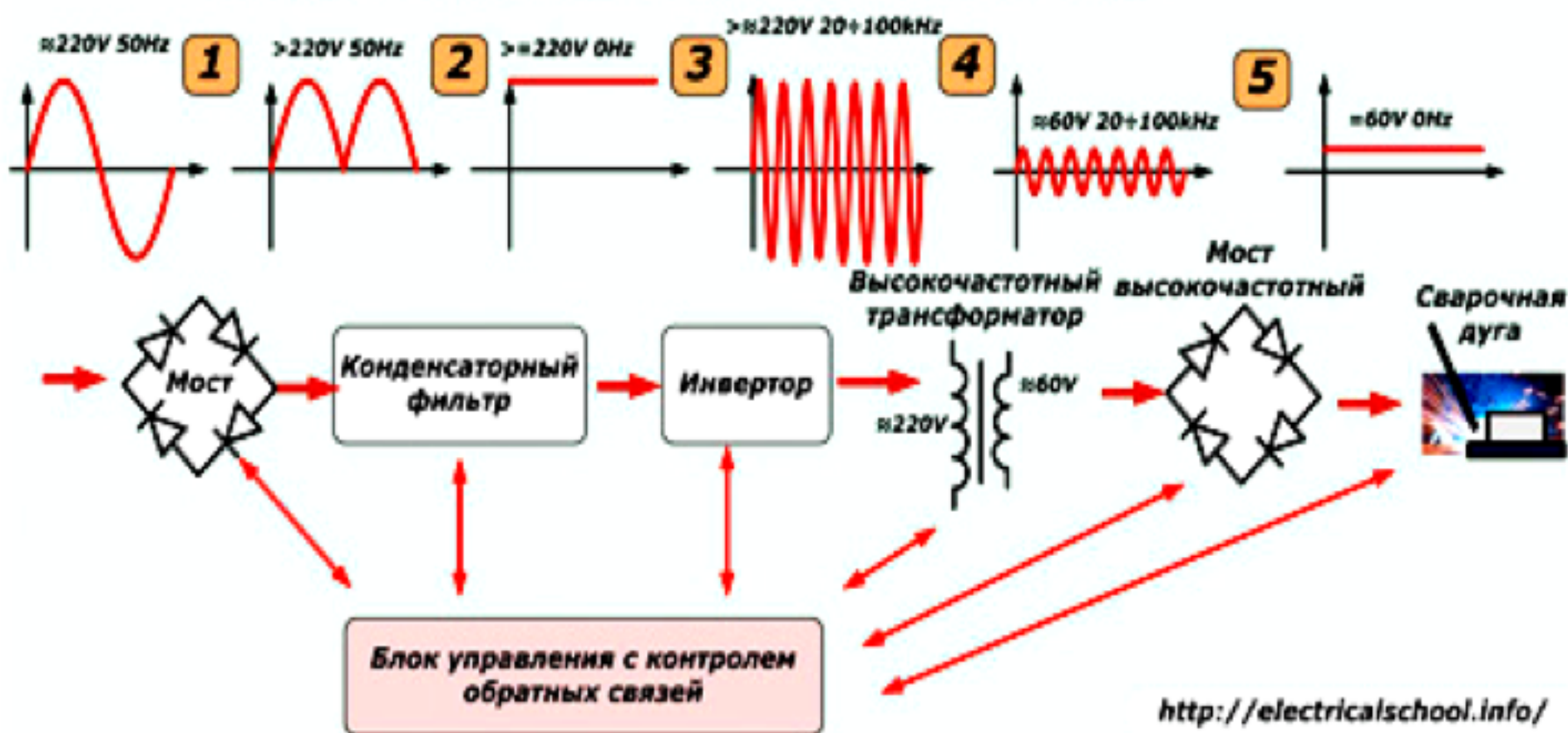
**Реактив энергийн  
тоолуураар  
“Бодит” энергийг  
бүртгэж байгаа  
жишээнүүд**



## Зураг 11. Гагнуурын инверторын эд ангиуд



## Алгоритм работы сварочного инвертора

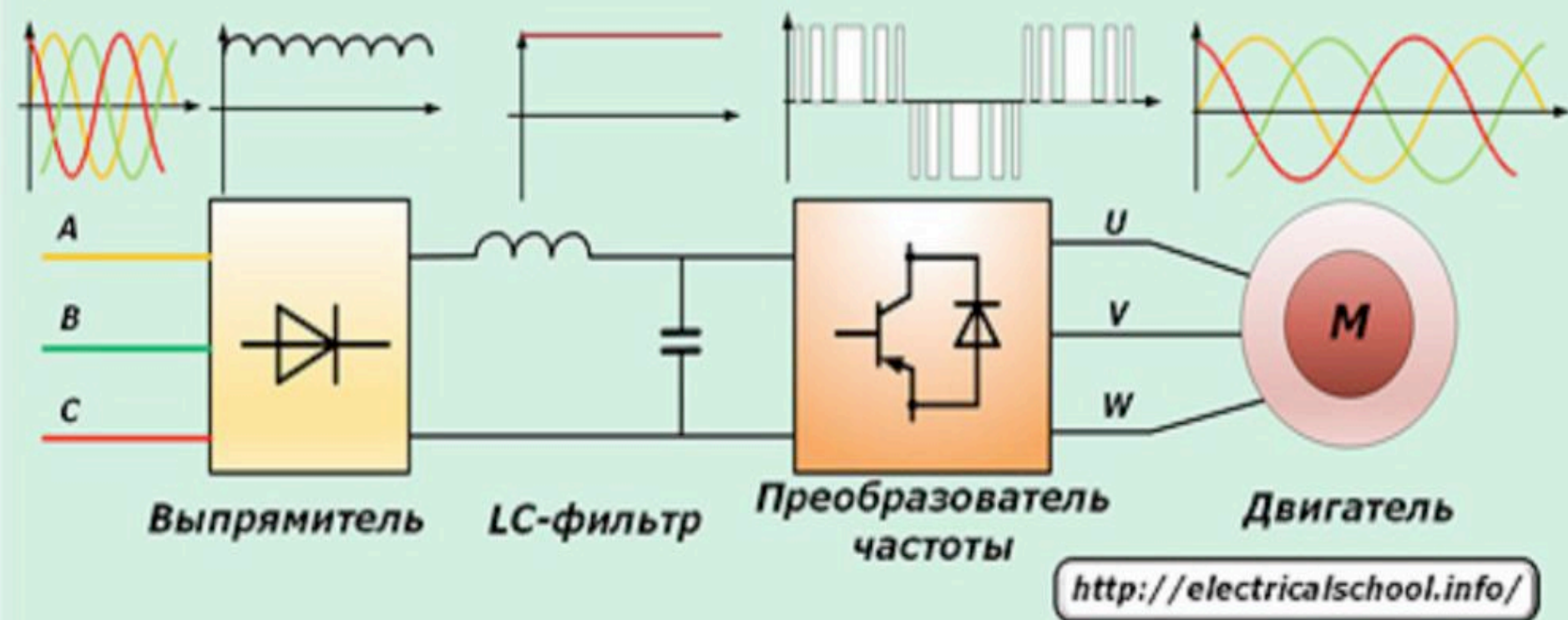




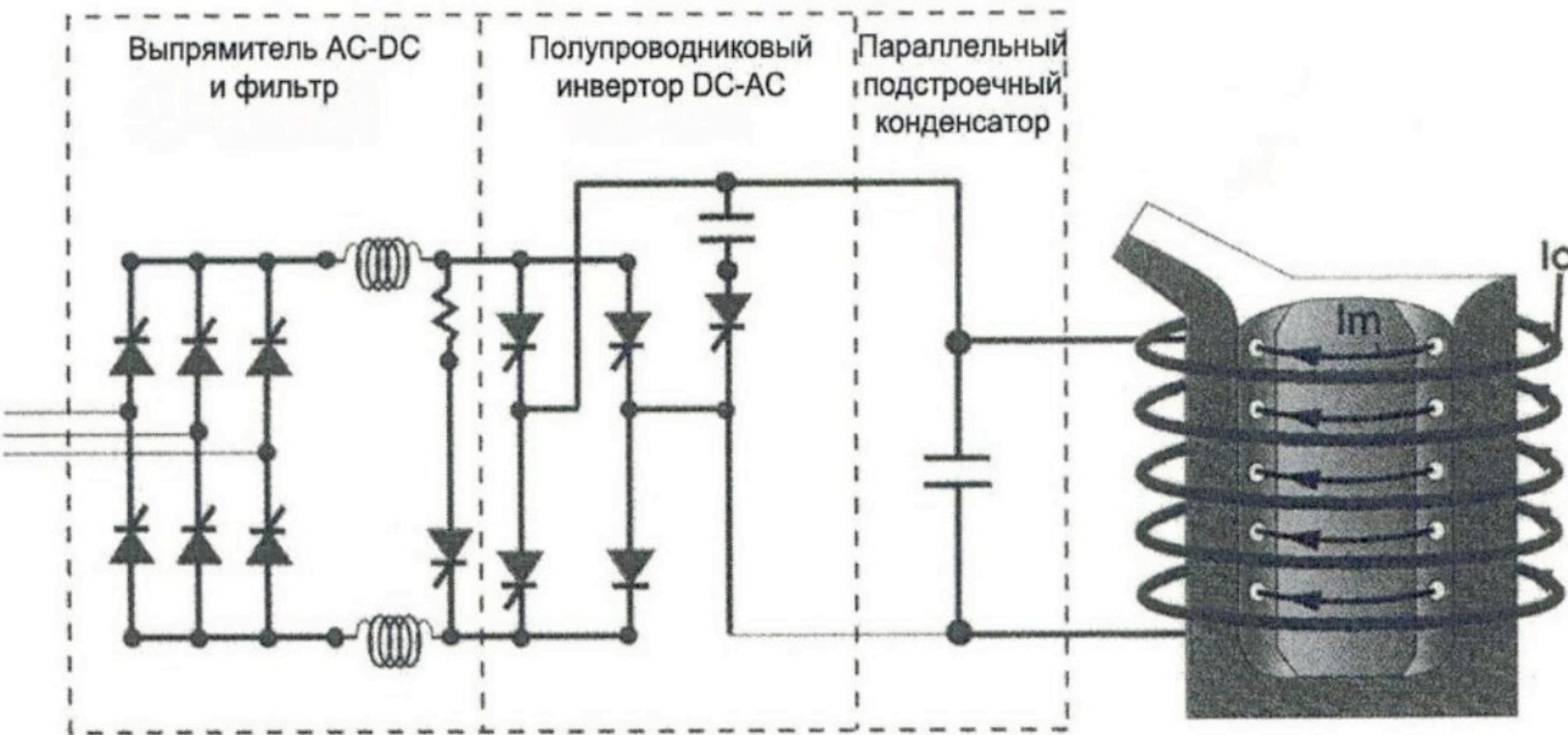


Зураг 13. Хөдөлгүүрийн тэжээлийн Инвертор бүхий щит

Зураг 12. Давтамжаар тохируулах зарчим

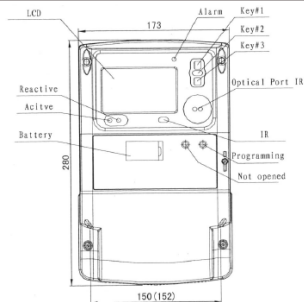






Зураг 14. Металл хайлуулах зуухны тристорын удирдлагатай тэжээлийн схем

**Бодит, Хуурмаг  
Чадал, Энергийн  
хэмжүүрүүд**



3-Phase 4-Wire Multi-Function Electronic Energy Meter



3-Phase 4-Wire Multi-Function Electronic Energy Meter

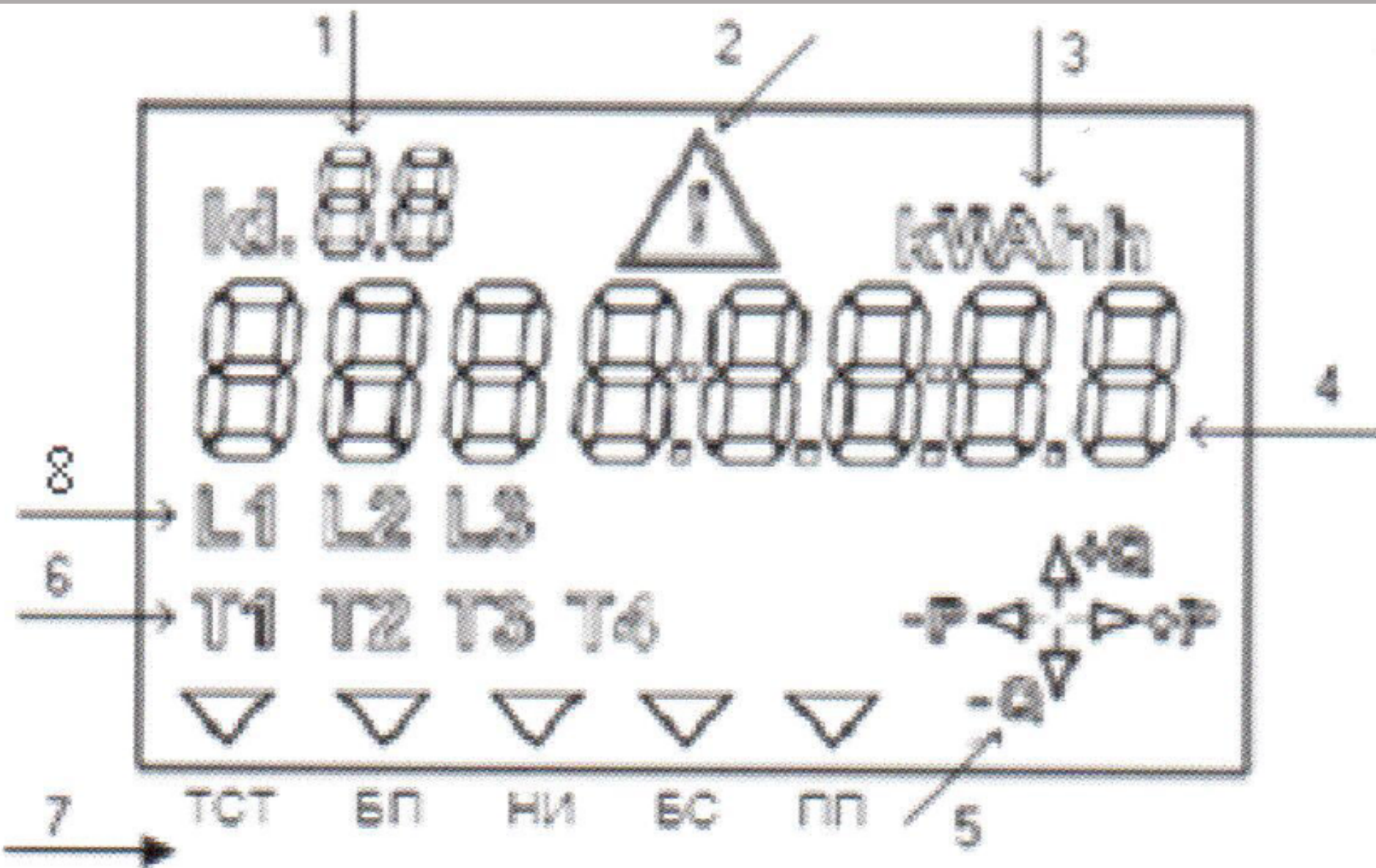
| Type of display | Display code | Display content                                                                 | Instruction             |
|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Active          | 0V00T        | Import active accumulative energy of tariff T in this and last V month          | kWh, 2 digits decimal   |
|                 | 0VP0T        | Accumulative phase P import active energy of tariff T in this and last V month  | kWh, 2 digits decimal   |
|                 | 0V01T        | Accumulative export active energy of tariff T in this and last V month          | kWh, 2 digits decimal   |
|                 | 0VP1T        | Accumulative phase P export active energy of tariff T in this and last V month  | kWh, 2 digits decimal   |
| Reactive        | 1V00T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 1 in this and last V month   | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V01T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 2 in this and last V month   | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V02T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 3 in this and last V month   | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V03T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 4 in this and last V month   | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V04T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 1+2 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V05T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 1+3 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
|                 | 1V06T        | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 1+4 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |

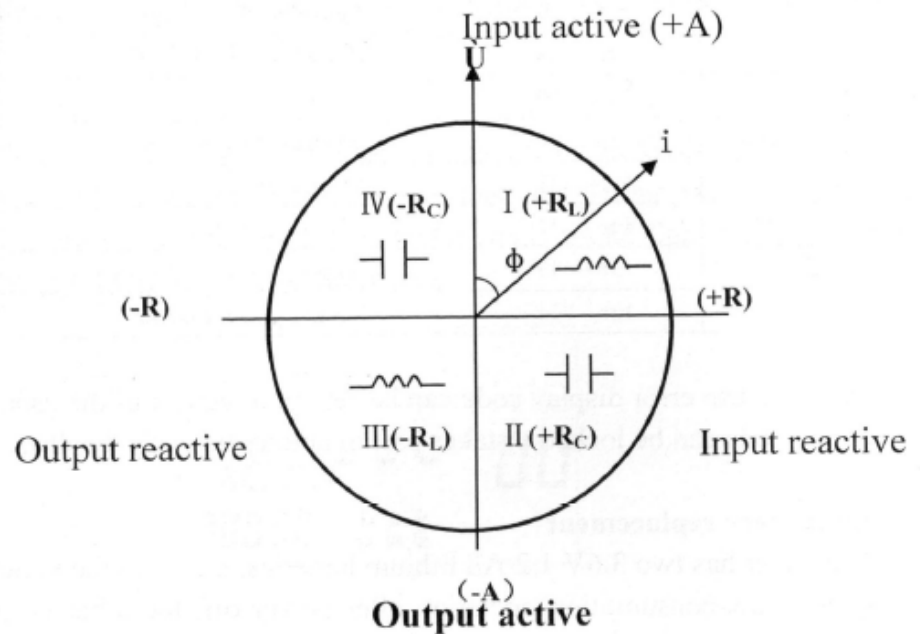
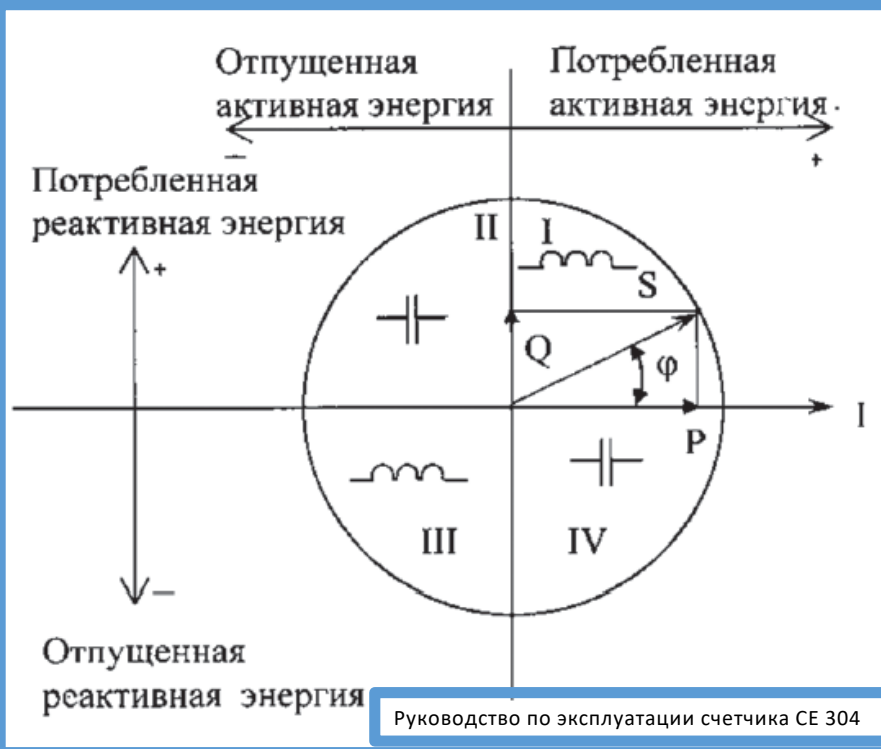
|             |       |                                                                                 |                         |
|-------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|             | 1V06T | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 1+4 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
|             | 1V07T | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 2+3 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
|             | 1V08T | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 2+4 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
|             | 1V09T | Accumulative reactive energy of tariff T, Quadrant 3+4 in this and last V month | kvarh, 2 digits decimal |
| Demand      | 2V00T | Import active MD of Tariff T this month and last V month                        | kW, 4 digits decimal    |
|             | 2V01T | Export active MD of Tariff T this month and last V month                        | kW, 4 digits decimal    |
|             | 2V02T | Import reactive MD of Tariff T this month and last V month                      | kvar, 4 digits decimal  |
|             | 2V03T | Export reactive MD of Tariff T this month and last V month                      | kvar, 4 digits decimal  |
| Demand time | 3V00T | Time occurred of import active MD at tariff T this month and last V month       | Mm,dd,hh,mm             |
|             | 3V01T | Time occurred of export active MD at tariff T this month and last V month       | Mm,dd,hh,mm             |
|             | 3V02T | Time occurred of import reactive MD at tariff T this month and last V month     | Mm,dd,hh,mm             |
|             | 3V03T | Time occurred of export reactive MD at tariff T this month and last V month     | Mm,dd,hh,mm             |
|             | 4000  | Total active real-time power                                                    | kW, 4 digits decimal    |

# 3.1 Display in full screen









A: Active energy  
 R: Reactive energy  
 $R_L$ : Inductive reactive energy  
 $R_C$ : Capacitive reactive energy

## 5. The definition of energy measurement 4 quadrant

The vertical axis in measurement surface stands for voltage phase quantity  $\dot{U}$  (be fixed in the vertical axis), instantaneous current phase quantity is for current energy transition which have  $\phi$  phase angle compared with the voltage phase quantity.  $\Phi$  phase angle is positive in clockwise.

**Реактив энергийн тоолуур  
“Бодит” энергийг бүртгэж  
байгааг нотлох туршилын  
ХЭМЖИЛТ**

| №  | Очсон    | Өмнөх | Сүүлч | Зөрүү kWh | Төлбөр ₮  |
|----|----------|-------|-------|-----------|-----------|
| 1  | 15.04.30 | 29348 | 31690 | 2342      | 360 760   |
| 2  | 15.05.29 | 31690 | 32258 | 568       | 81 520    |
| 3  | 15.06.30 | 32258 | 32882 | 624       | 89 362    |
| 4  | 15.07.30 | 32882 | 33575 | 693       | 103 876   |
| 5  | 15.08.28 | 33575 | 34207 | 632       | 114 820   |
| 6  | 15.09.28 | 34207 | 35133 | 926       | 165 575   |
| 7  | 15.10.27 | 35133 | 36052 | 919       | 166 071   |
| 8  | 15.11.30 | 36052 | 40671 | 4619      | 806 909   |
| 9  | 15.12.26 | 40671 | 44403 | 3732      | 680 901   |
| 10 | 16.01.26 | 44403 | 51598 | 7195      | 1 273 135 |
| 11 | 16.02.29 | 51598 | 57340 | 5742      | 1 002 606 |
| 12 | 16.03.31 | 57340 | 60888 | 3548      | 628 812   |
|    |          |       |       |           | 5 474 347 |

## Аль нь хэмнэлттэй вэ ?

“Эрчим хүчийг 8 дахин үржүүлдэг” гэх халаалтын системийн Цахилгааны төлбөр нь ердийн халаалтаас маш бага гэсэн боловч **БОДИТ төлбөр** нь нийтийн халаалтынхаас 2-4 дахин их байна.

Дулааны цахилгаан станцууд зарцуулсан түлшнийхээ үнийг бүрэн олж авч чадахгүй, **1 кВт\*ц** цахилгаан эрчим хүчинд зарцуулагдах **зардал нь өссөн** мэт болж хохирсоор байх болно.

### хэрэглэгчийн тоолуурын мэдээлэл

хэрэглэгчийн код : 4191970 Нэр : НОМЫН ЦАГААН ӨРГӨӨ ХУДАЛДААНЫ ТӨВ

Тоолуурын үндсэн мэдээлэл

Дугаар : 401407103574 № : 401407103574 Төрөл : Электрон Марк : DTSD-111

Ампер : 100 A Хүчдэл : 380В Үйлдвэрлэсэн улс : Хятад Огноо : 2004 / 09 / 07

Баталгаажилт

Баталгаажуулсан газар : УБЦТС-ний лаб-2 Зөвшөөрлийн дугаар : 81268 Баталгаажсан огноо : 2014 / 09 / 22 Дуусах огноо : 2022 / 09 / 22

Байршил : Хэрэглэгчийн шитгэнд/Дото

Заалт

Тооцоолох трифын тоо : 1 Тарифаар

Хэлхээнд тавьсан : 2015 / 04 / 20

Сүүлд очсон : 2016 / 03 / 31

Бодит энерги

Заалт : 60888

Хуурмаг энерги

Заалт : 25449

Зураг 8. “Номын цагаан өргөө” дэх тооцооны тоолуурын бүртгэл



**“ЭХҮ”-ийн ажиллагааг шалгах, дүгнэлт өгөхөд  
ШАТАХУУНЫ ЗАРЦУУЛАЛТ чухал үзүүлэлт болно.**

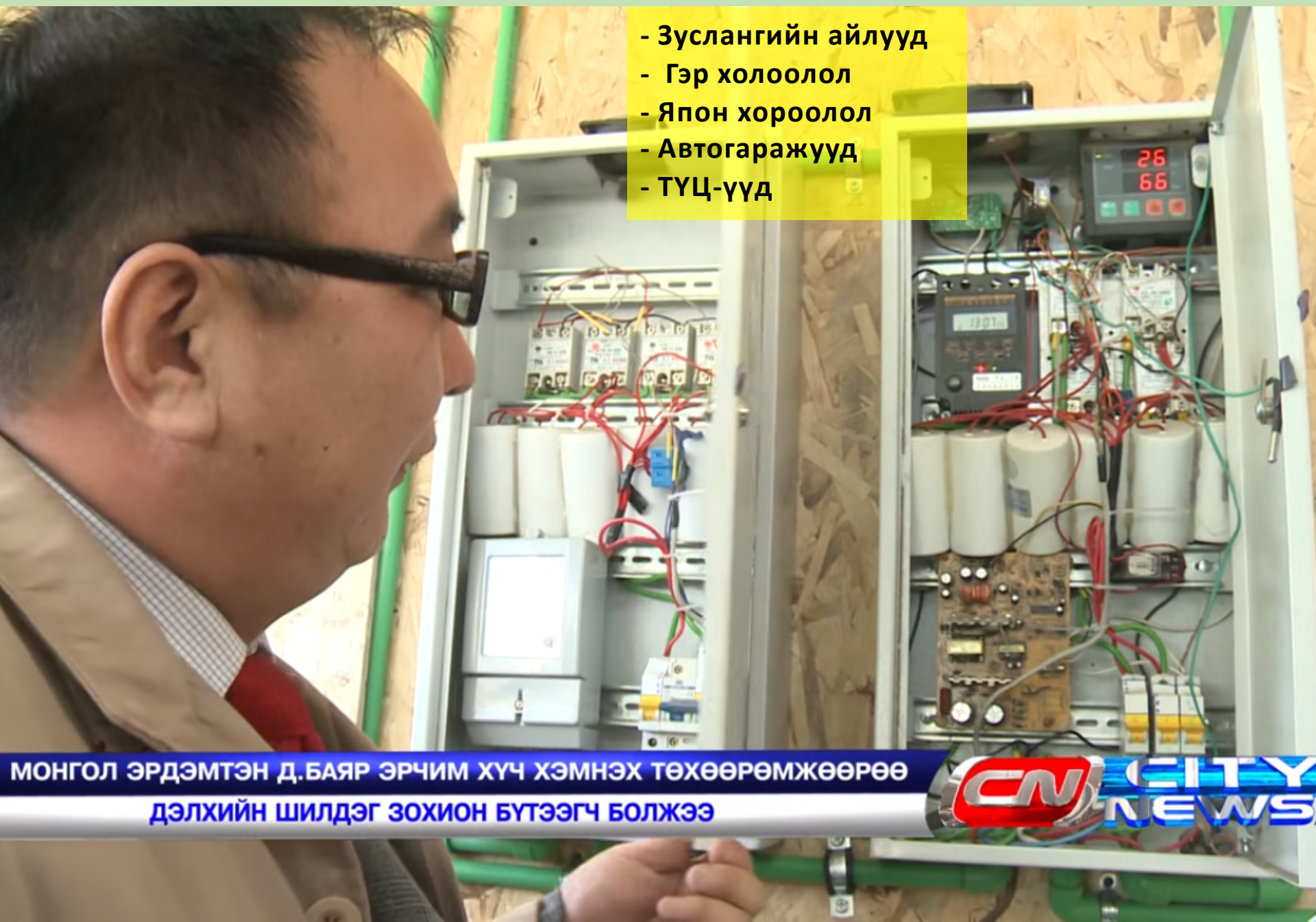


**Зураг 7. “Эрчим хүч үржүүлэгчийг  
шалгах хэрэгсэл**



ААН, айл өрхүүд цахилгаан халаалтыг өргөн хэрэглэдэг болжээ.

- Зуслангийн айлууд
- Гэр холоолол
- Япон хороолол
- Автогаражууд
- ТҮЦ-үүд



МОНГОЛ ЭРДЭМТЭН Д.БАЯР ЭРЧИМ ХҮЧ ХЭМНЭХ ТӨХӨӨРӨМЖӨӨРӨӨ  
ДЭЛХИЙН ШИЛДЭГ ЗОХИОН БҮТЭЭГЧ БОЛЖЭЭ



# Хэлэлцүүлгээс гаргах зөвлөмж

1. Эрчим хүчний зохицуулах хорооноос 2010 онд баталсан “Улаанбаатарын цахилгаан түгээх сүлжээ” төхк-ийн “хэрэглэгчдийн чадлын итгэлцүүр сооф -ээс хамааруулж, төлбөр тооцох журам”-ийг шинэчлэн боловсруулж, өнөөгийн нөхцөл байдалд нийцсэн, нийт түгээх, хангах сүлжээнд мөрдөгдөх байдлаар өөрчлөх.
2. Олон улсад хуурмаг чадал, энергид тариф тогтоож хэрэглэгчдэд мөрдүүлдэг нийтлэг жишээнүүдийг судлах. Мөн Дотоодын Реактив хэрэглээ их байгаа объектуудын хэрэглээний шинж нь Багтаамж, Индуктив аль нь байгааг судлаж тодруулах.
3. Багтаамжийн шинж чанартай Реактив энергид Бодит энергийн адил төлбөр оноох зарчмыг зүйтэй гэж үзэж, тариф тогтоох судалгааны ажлыг эхлүүлэх, тарифыг батлах тал дээр ажиллах.
4. Хэлэлцүүлгийн явцад санал болгосон туршилтын аргаар хуурмаг энергийг тоолох шаардлагтай талаар нотлох хэмжилтийг гүйцэтгэх, объектоор СБХҮТ-ийн “Номын цагаан өргөө” –г сонгож хэмжилт, туршилтын ажлыг УБЦТС ТӨХК зохион байгуулах.
5. Энэхүү зөвлөмжийн болон туршилтын хэмжилтийн үр дүнг ЭХЯ, ЭХЗХ—д танилцуулах.

**Анхаарал хандуулсанд баярлалаа.**