

Мерење реактивне снаге и фактора снаге



Електротехничка школа
„Стари град“ Београд

У овој лекцији требало би да се подсетимо и научимо:



Шта је реактивна снага и како се мери директно ?



Како можемо да меримо реактивну снагу ватметром?



Шта је полуиндиректно и индиректно мерење реактивне снаге?



Како све може да се измери фактор снаге?

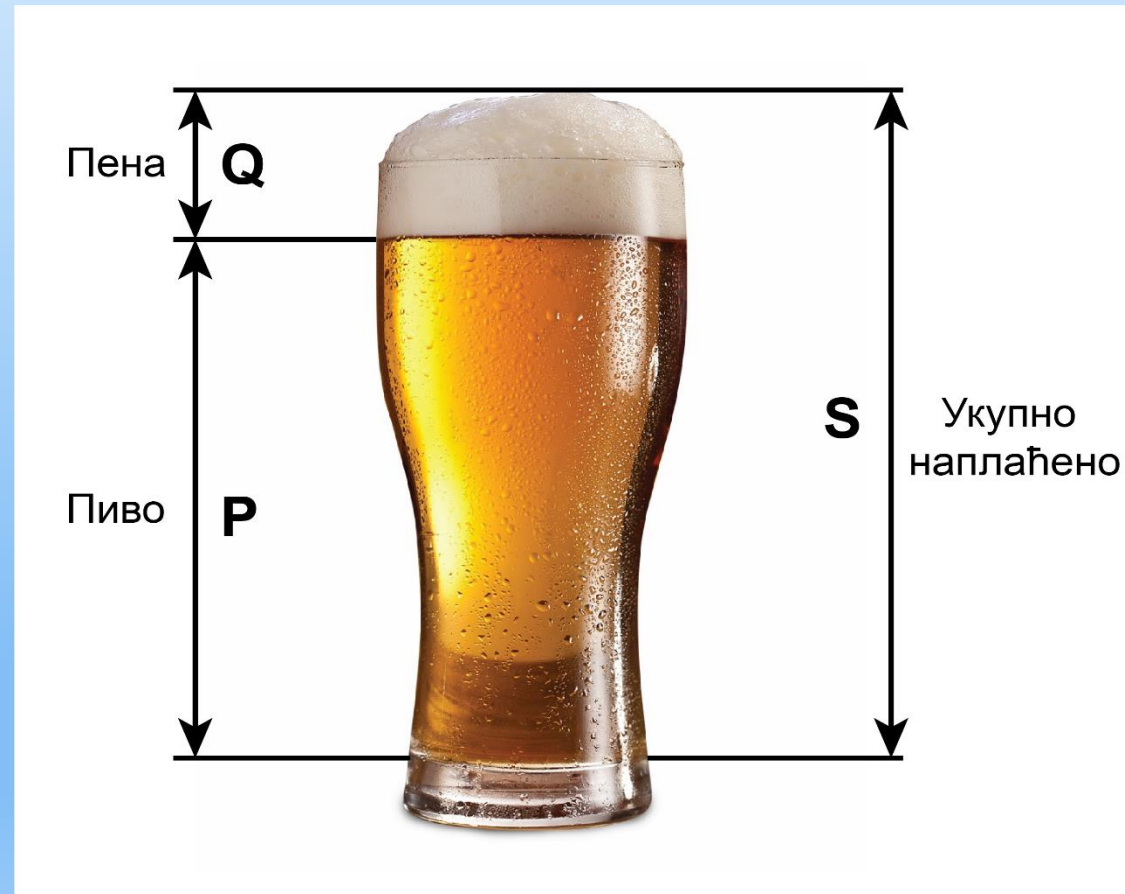




Како то електротехничари објашњавају

Реактивна (јалова) снага
 $Q = UI \sin \phi$ VAr-вар

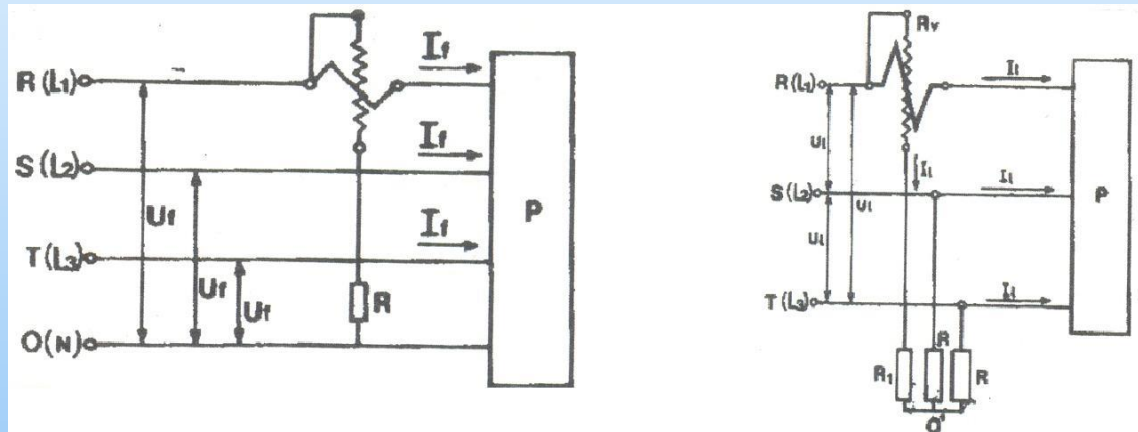
Активна (радна, корисна)
снага
 $P = UI \cos \phi$
W-ват



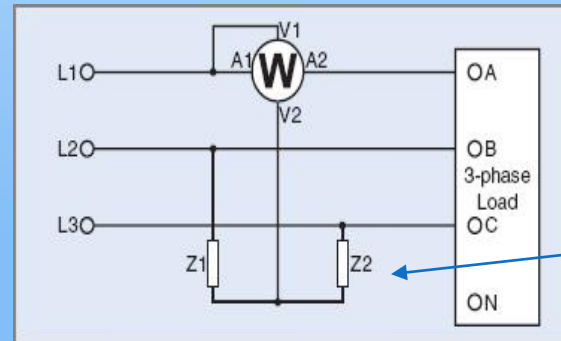
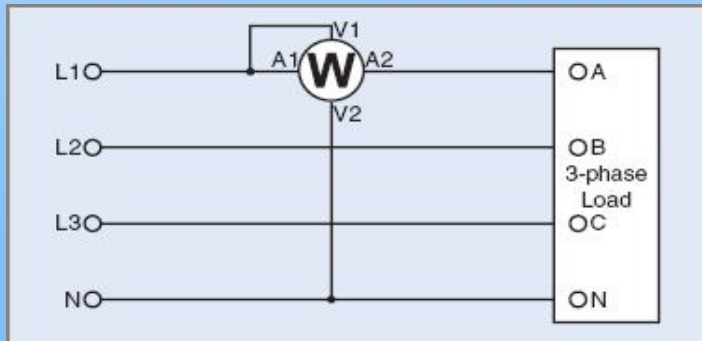
Привидна снага
 $S = UI$
VA-волтампер

Јасно је зашто се толико прича
о компензацији тј смањењу
реактивне снаге или поправци
фактора снаге

Подсећање-симетричан систем



$$P_{\text{система}} = 3P_W$$

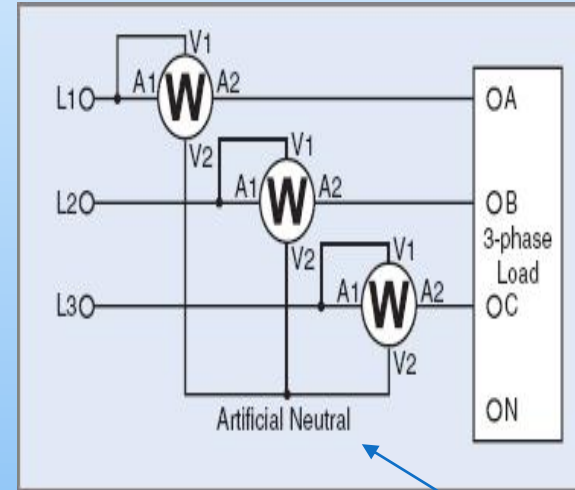
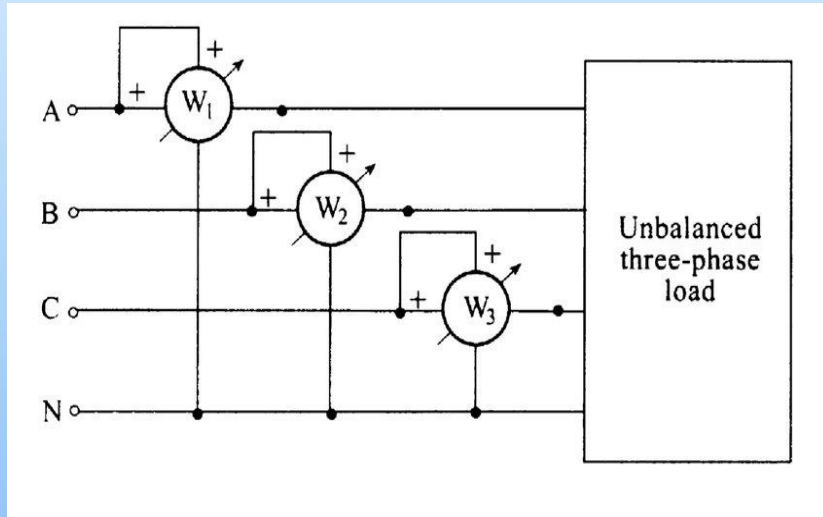


У симетричном систему мерење
се може обавити једним ватметром

За тројични систем прави се вештачка нула



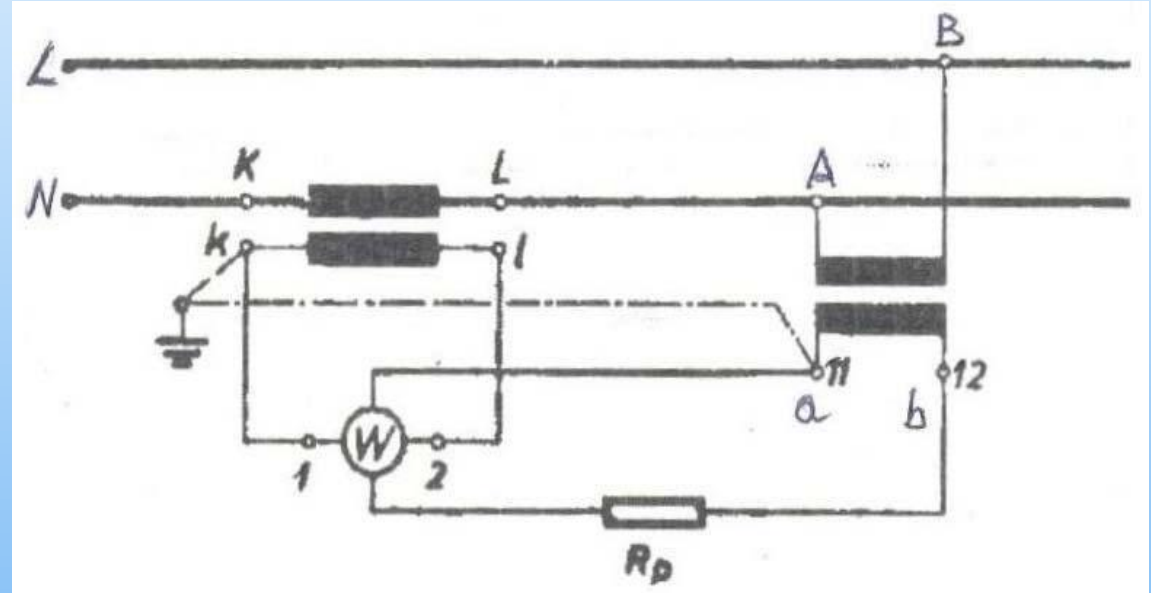
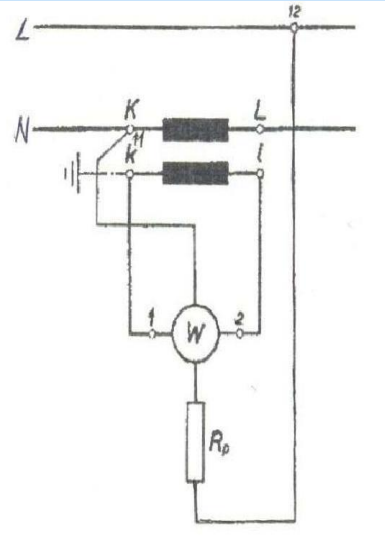
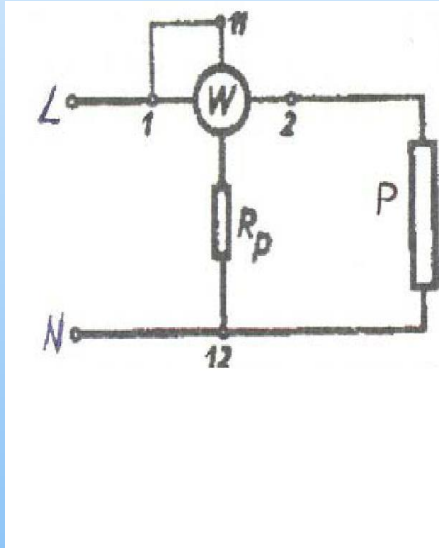
Подсећање-несиметричан систем



$$P_{\text{система}} = P_{W1} + P_{W2} + P_{W3}$$

Вештачка нула

Подсећање-полуиндиректно и индиректно мерење активне снаге



директно

полуиндиректно

индиректно



Струјни крајеви преко струјног трансформатора

Крајеви ватметра везани су преко мерних трансформатора

*Струјни крајеви преко
струјног трансформатора
Напонски преко
напонског трансформатора*



Мерење реактивне снаге једнофазно коло

У колима једнофазне наменичне струје, у опсегу нижих фреквенција мери се:

Директно, помоћу **варметра** (индукционог типа),
односно **ватметра** (електродинамичког или феродинамичког типа) у **посебном (Хјумеловом) споју**.

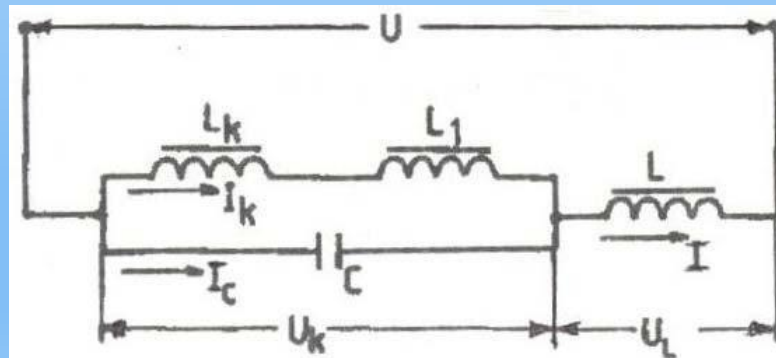
Индиректно, мерењем активне снаге (ватметром) и привидне снаге (амперметром и волтметром),

$$Q = \pm \sqrt{S^2 - P^2} = \pm \sqrt{(UI)^2 - P^2}$$

При чему се знак **+** односи на индуктивни пријемник
а знак **-** на капацитивни пријемник

Електродинамички варметар

- По конструкцији мерног система електродинамички варметри се не разликују од електродинамичких ватметара. Разлика је само у спрези напонског кола. Док се код електродинамичког ватметра захтевало да струја напонског намотаја буде у фази са напоном, дотле се код електродинамичког варметра захтева да струја напонског намотаја касни за напоном за $\pi/2$. То фазно померање струје напонског намотаја се постиже разним помоћним спрегмама, од којих је једна приказана шемом веза на слици.





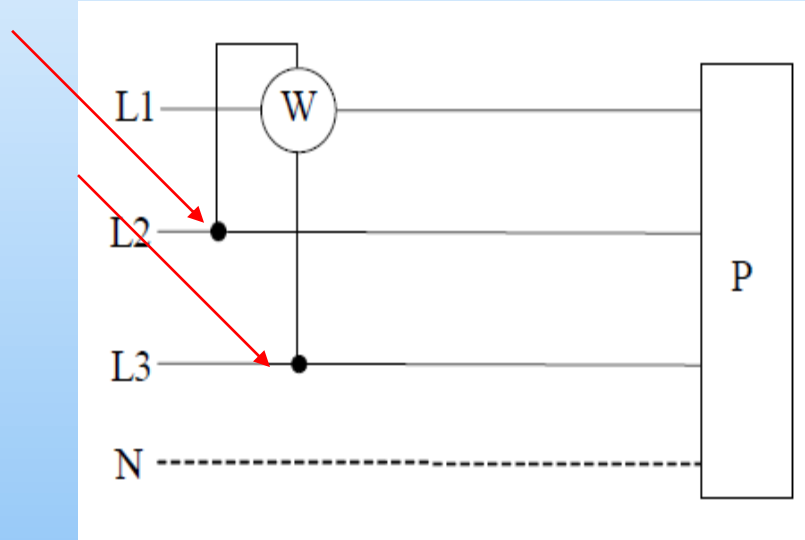
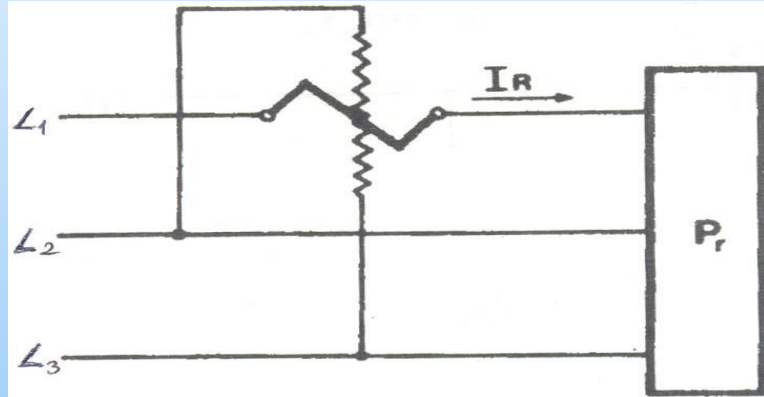
Мерење реактивне снаге варметром

Нацртати:

1. Мерење реактивне снаге варметром у једнофазном колу
2. Мерење реактивне снаге варметром у трофазном симетричном систему, четворожичном и тројичном и написати формулу
3. Мерење реактивне снаге варметром у трофазном несиметричном систему, четворожичном и тројичном и написати формулу
4. Мерење реактивне снаге варметром преко Аронове спреге (тројични систем)
5. Полуиндиректно и индиректно мерење реактивне снаге у једнофазном систему



Мерење реактивне снаге ватметром



Ако примећујете начин везе се разликује у односу на везивање ватметра када меримо активну снагу

Ако су **струјни крајеви у првој фази** онда

напонски улаз везујемо за **другу фазу**

L1, L2, L3

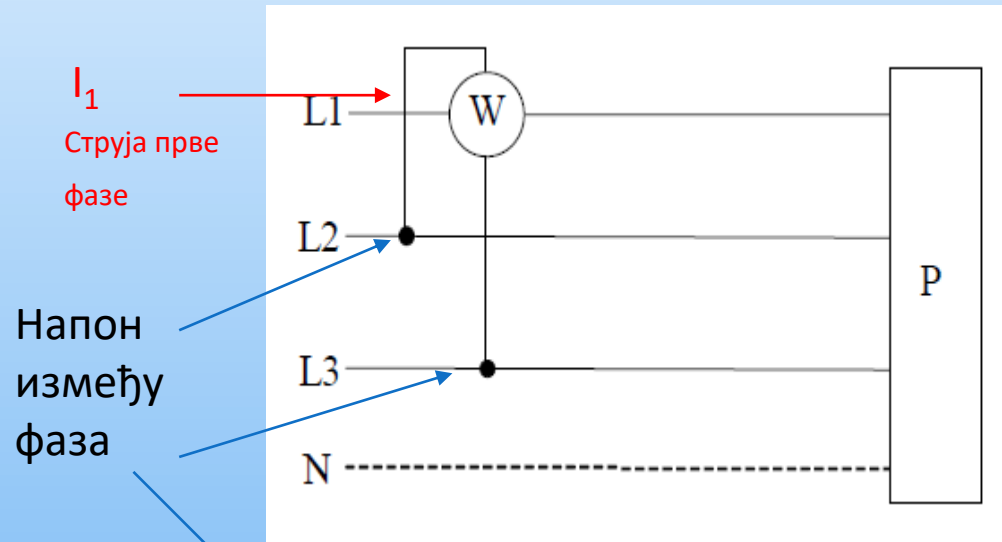
а **напонски излаз** за фазу после друге тј **за трећу фазу**

(ако би струјни крајеви били у другој фази L2, напонски улаз за L3, напонски излаз за L1)

(ако би струјни крајеви били везани у трећој фази где би били везани напонски ?)



Мерење реактивне снаге ватметром у трофазном симетричном систему



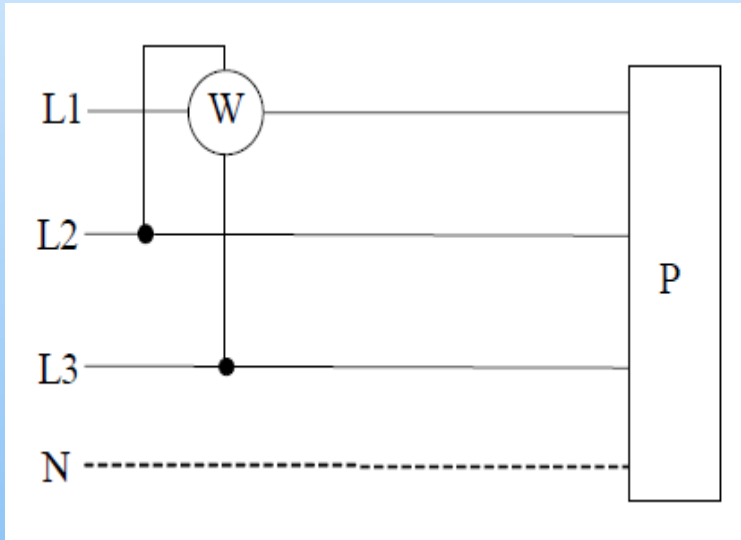
веза међуфазног
и фазног напона
 $U_{23} = \sqrt{3} U_1$

$$P = U_{23} I_1 \cos(\pi/2 - \phi_1) = \sqrt{3} U_1 I_1 \sin\phi_1 \\ = \sqrt{3} Q_1$$

Фазни померај линијског напона и фазне струје



Мерење реактивне снаге ватметром у трофазном симетричном систему $Q = \sqrt{3}P$



$$P = \sqrt{3} Q_1$$

Ако одавде изразимо Q_1
добивамо

$$Q_1 = P_1 / \sqrt{3}$$

Пошто важи као и за активну снагу у симетричном систему $Q_{\text{система}} = 3Q_1$

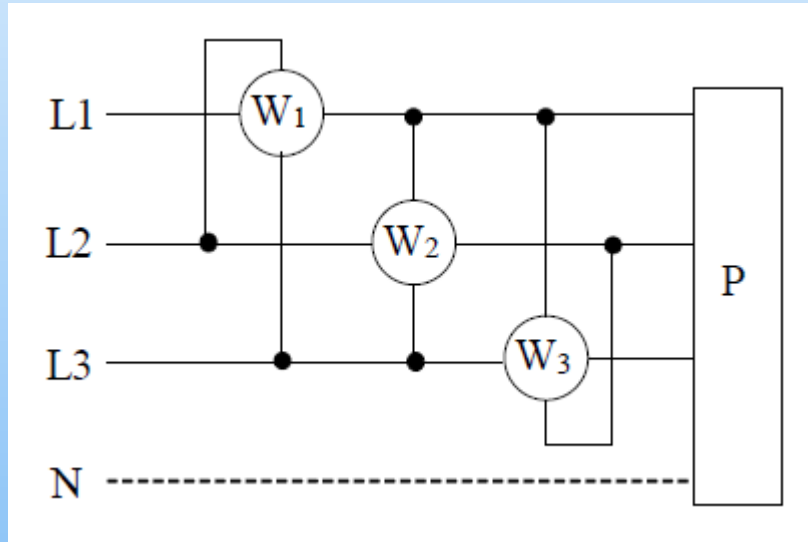
Када заменимо претходни израз $Q_{\text{система}} = 3Q_1 = 3P_1 / \sqrt{3}$ и скратимо $\sqrt{3}$ добијамо коначни израз

$$3 = \sqrt{3} \sqrt{3}$$

$$Q = \sqrt{3}P$$



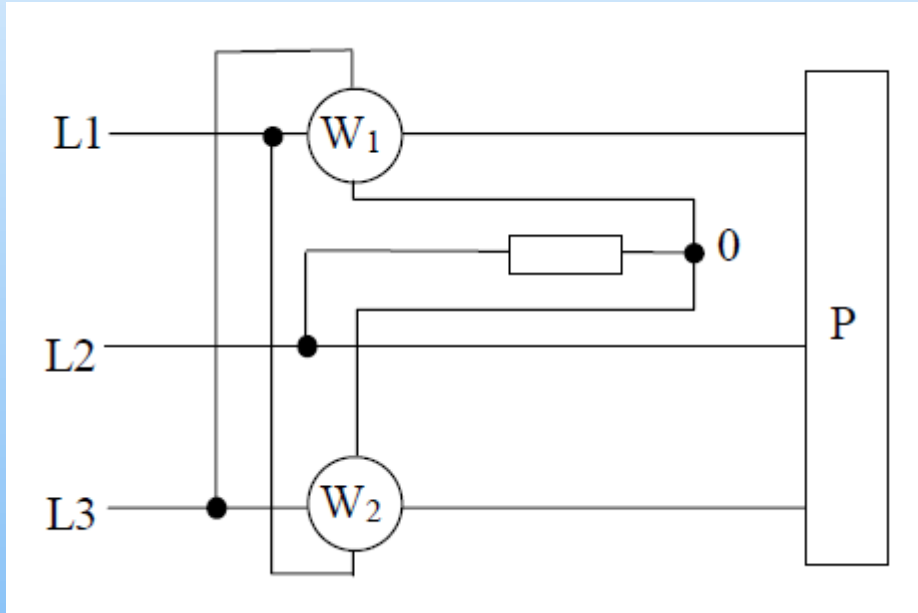
Мерење реактивне снаге ватметром у трофазном несиметричном систему



$$Q \text{ система} = (P_1 + P_2 + P_3) / \sqrt{3}$$



Аронова спрега



Мерење фактора снаге у једнофазном колу

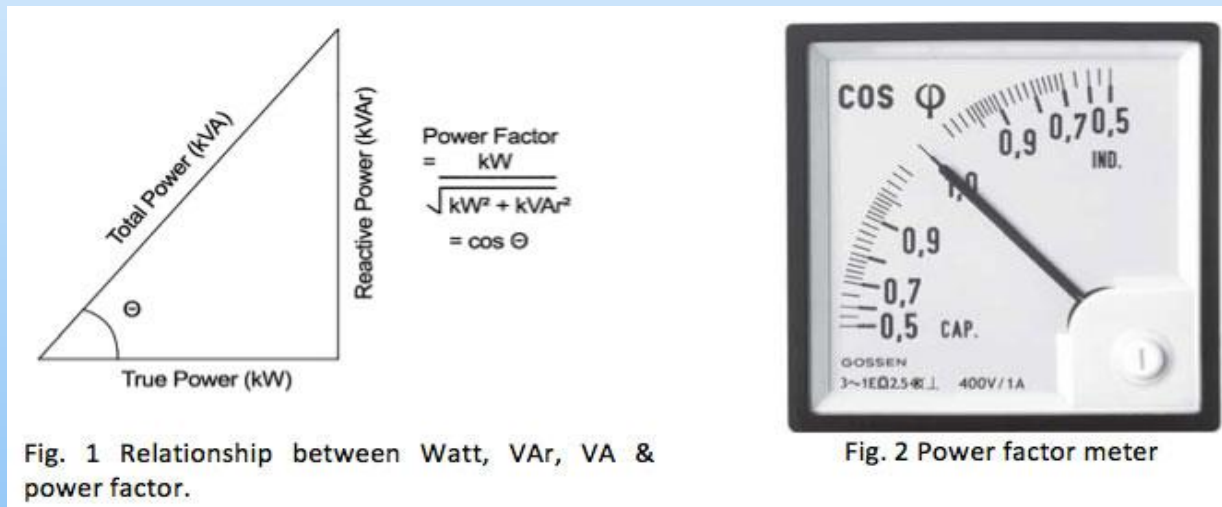


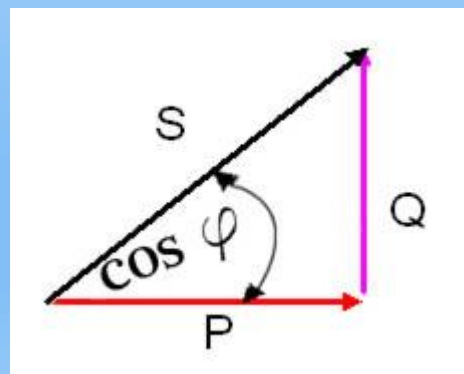
Fig. 2 Power factor meter

Директно-косинусфиметром



Инди­ректно преко мерења активне снаге и укупне тј привидне снаге па рачуном

$$P = S \cos \varphi \quad \text{одавде} \quad \cos \varphi = P/S$$



Мерење фактора снаге у трофазном систему

Директно-моћним дигиталним инструментима

Индијектно-преко 2 ватметра па рачуном

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} = \frac{V_L I_L \sin\varphi}{\sqrt{3} V_L I_L \cos\varphi} \quad \text{or}$$

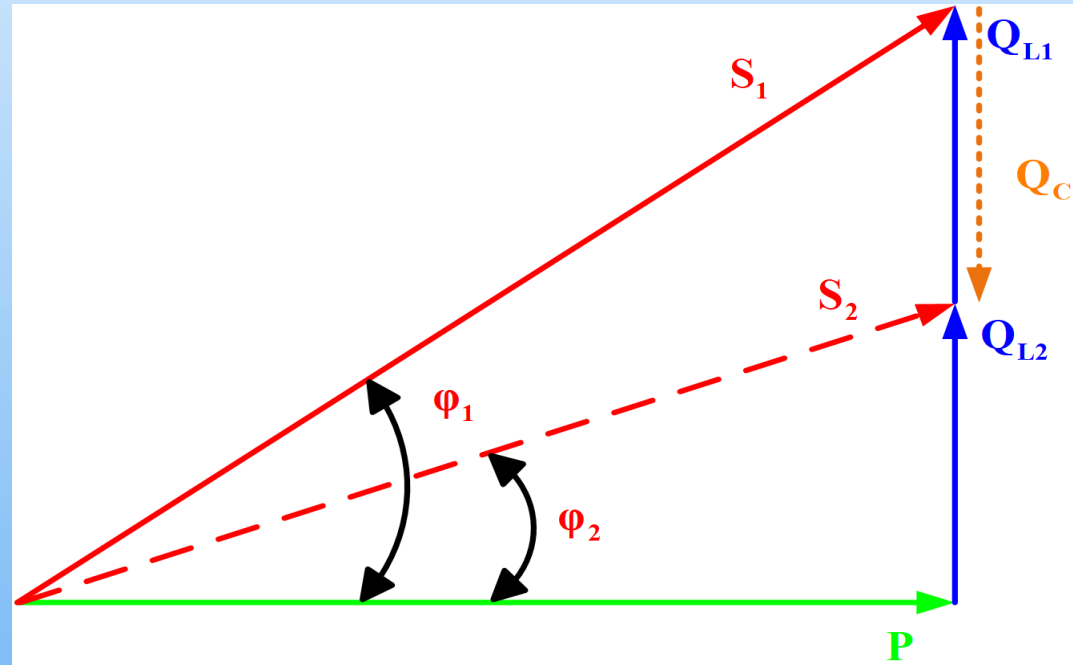
$$\tan\varphi = \sqrt{3} \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2}$$



Корекција фактора снаге



Ко је успешније кориговао фактор снаге?



Са кондензатором

Задатак



Електротехничка школа
„Стари град“ Београд

На слајду бр.8 налазе се питања из нове лекције која се односе на мерење реактивне снаге варметром.

Уз та питања додајем још:

6. Нацртати мерење реактивне снаге у симетричном систему ВАТМЕТРОМ и написати коначну формулу
7. Нацртати мерење реактивне снаге у несиметричном систему ВАТМЕТРОМ и написати коначну формулу
8. Објаснити како се мери фактор снаге директно и индиректно
9. Нацртати шему за индиректно мерење фактора снаге у једнофазном систему
10. Ко је успешније кориговао фактор снаге-лева или десна рука на слајду бр.16



За оне који нису баш све испратили -укупна питања

Нацртати:

1. Мерење реактивне снаге варметром у једнофазном колу
2. Мерење реактивне снаге варметром у трофазном симетричном систему, четворожичном и тројичном и написати формулу
3. Мерење реактивне снаге варметром у трофазном несиметричном систему, четворожичном и тројичном и написати формулу
4. Мерење реактивне снаге варметром преко Аронове спреге (тројични систем)
5. Полуиндиректно и индиректно мерење реактивне снаге у једнофазном систему
6. Нацртати мерење реактивне снаге у симетричном систему ВАТМЕТРОМ и написати коначну формулу
7. Нацртати мерење реактивне снаге у несиметричном систему ВАТМЕТРОМ и написати коначну формулу
8. Објаснити како се мери фактор снаге директно и индиректно
9. Нацртати шему за индиректно мерење фактора снаге у једнофазном систему
10. Ко је успешније кориговао фактор снаге-лева или десна рука на слајду бр.16



Инструкције за одговоре

Одговоре на питања уписати у предметну свеску и према већ датим инструкцијама послати до уторка 14.4.2020.год. на адресу atomic.eps@gmail.com

Комуникација је могућа и преко платформе Microsoft teams у нашем тиму



Уместо
ватметра само
нацртајте
варметар тј
уместо W у
кругу ставите
 VAr