

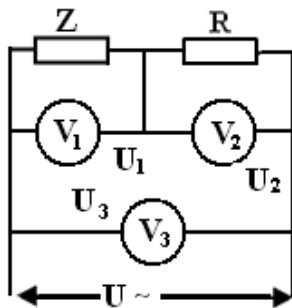
## Вежба број: 15

### Назив вежбе : Мерење снаге и фактора снаге

#### Задатак 1: Метода 3 волтметра

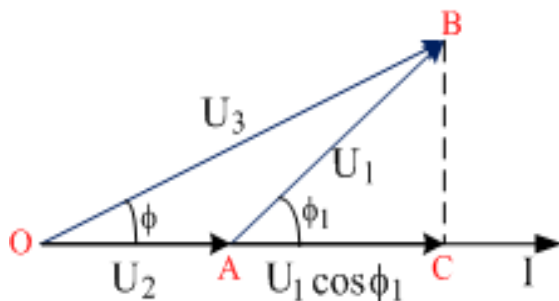
Метода 3 волтметра погодна је за мерење снаге потрошача малог отпора. Методом 3 волтметра измерити падове напона  $U_1$ ,  $U_2$  и струју у колу  $I$ .

Шема:



#### Мерни поступак :

Покренути програм. Подесити напон напајања на вредност  $U = 120 V, f = 50 Hz$ . Потрошач (индуктивног карактера) чију активну снагу меримо је дефинисан параметрима  $R_L = 1 \Omega$  и  $L = 5 mH$  а везан је на ред са отпором  $R = 36 \Omega$ .



Где је :

$Z$  - импеданса потрошача (индуктивног карактера) чију активну снагу меримо,

$R_L$  – активни отпор импедансе,

$L$  - индуктивност калема,

$R$  - еталонски отпорник познате отпорности,

$U_3 = U$  - напон напајања,

$\phi_1$  - фазни померај између напона  $U_1$  на потрошачу  $Z$  и струје кроз њега.

$V_1$  – мери напон (пад напона)  $U_1$  на потрошачу (пријемнику) привидне отпорности (импедансе)  $Z$ ,

$V_2$  - мери напон (пад напона)  $U_2$  на познатом еталонском отпорнику отпорности  $R$ ,

$V_3$  - мери укупан напон (напон напајања)  $U_3 = U$ .

За нацртани фазорски дијаграм можемо применити косинусну теорему на троугао напона  $OAB$ , чије су странице ефективне вредности напона измерених волтметрима :

$$U_3^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2 \cos(\pi - \phi_1) = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2 \cos \phi_1$$

Из косинусне теореме се могу извести изрази за израчунавање тражених вредности:

$$\cos \phi_1 = \frac{(U_3^2 - U_1^2 - U_2^2)}{2U_1U_2}, \quad P = U_1 I \cos \phi_1 = U_1 \frac{U_2}{R} \cos \phi_1 = \frac{(U_3^2 - U_1^2 - U_2^2)}{2R}.$$

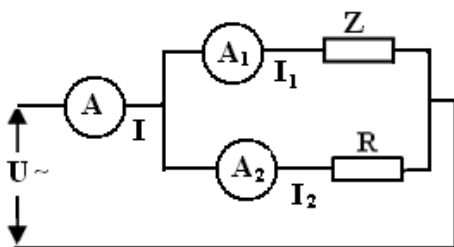
Резултати мерења:

$U_3(V)$	$U_2(V)$	$U_1(V)$	$I(A)$	$\cos \phi_1$	$\phi_1(^{\circ})$	$P(W)$
120						

## Задатак 2 : Метода 3 амперметра

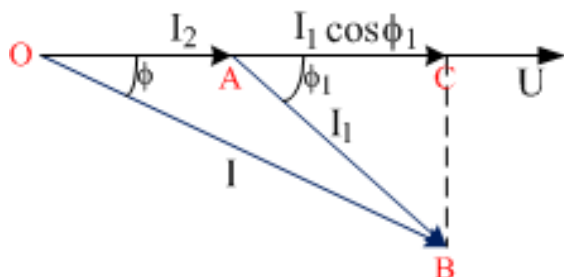
Метода 3 амперметра погодна је за мерење снаге потрошача великог отпора. Методом 3 амперметра измерити све струје у колу  $I_1, I_2, I$ .

Шема:



### Мерни поступак :

Покренути програм. Подесити напон напајања на вредност  $U = 120 V, f = 50 Hz$ . Потрошач (индуктивног карактера) чију активну снагу меримо је дефинисан параметрима  $R_L = 1 \Omega$  и  $L = 5 mH$  а везан је паралелно са отпором  $R = 36 \Omega$ .



Где је :

$Z$  - импеданса потрошача (индуктивног карактера) чију активну снагу меримо

$R$  - еталонски отпорник познате отпорности

$R_L$  – активни отпор импедансе,

$L$  - индуктивност калема,

$U$  - напон напајања,

$\varphi_1$  - фазни померај између напон напајања  $U$  и струје  $I_1$  кроз потрошач импедансе  $Z$ .

$A_1$  –мери струју  $I_1$  кроз потрошач (пријемник) привидне отпорности (импедансе)  $Z$ ,

$A_2$  - мери струју  $I_2$  кроз познатом еталонском отпорнику отпорности  $R$ ,

$A$  - мери укупану струју  $I$ ,

За нацртани фазорски дијаграм можемо применити косинусну теорему на троугао струја  $OAB$ , чије су странице ефективне вредности струја измерених амперметрима :

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2 \cos(\pi - \varphi_1) = I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2 \cos \varphi_1$$

Из косинусне теореме се могу извести изрази за израчунавање тражених вредности :

$$\cos \varphi_1 = \frac{(I^2 - I_1^2 - I_2^2)}{2I_1I_2}, \quad P = UI_1 \cos \varphi_1 = RI_2I_1 \cos \varphi_1 = R \frac{(I^2 - I_1^2 - I_2^2)}{2}.$$

Резултати мерења:

$I(A)$	$I_2(A)$	$I_1(A)$	$U(V)$	$\cos \varphi_1$	$\varphi_1(^{\circ})$	$P(W)$
			<b>120</b>			

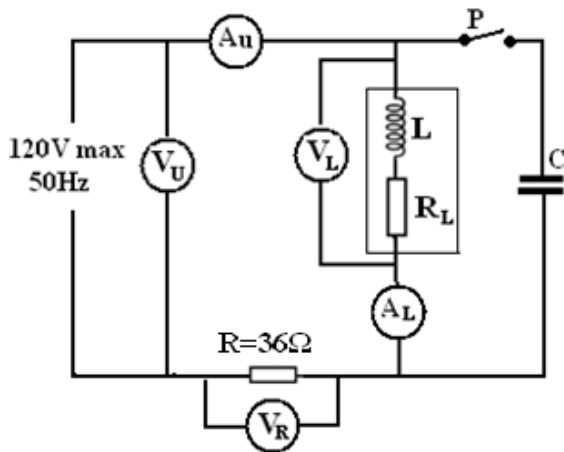
### Задатак 3 : Поправка фактора снаге

Однос између активне и привидне снаге назива се фактором снаге. Добија се из троугла

$$\text{снага и његова вредност је : } \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Фактор снаге се креће од нуле (савршено индуктивно оптерећење) па све до јединице (савршено активно оптерећење). Од електричних машина се тражи што већи фактор снаге, јер се у том случају за исту снагу из мреже узима мања вредност струје, чиме су мањи губици како у водовима тако и у генератору.

У пракси компензација (поправка фактора снаге) се изводи на више начина, а најчешће помоћу синхроних компензатора или кондензаторских батерија, које се вежу паралелно са мрежом, односно потрошачем. Примена кондензатора је економичнија, па се овај начин користи у већини



случајева.

Електромоторе (како трофазне тако и монофазне) представљамо као редну везу њиховог омског и индуктивног отпора. Ако паралелно мотору који је прикључен на мрежу додамо кондензатор, онда ћемо имати комбинацију редне RL-везе са којом је паралелно повезан кондензатор.

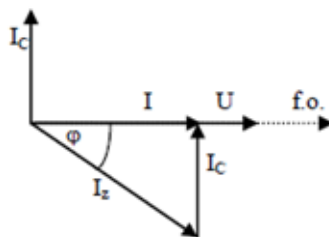
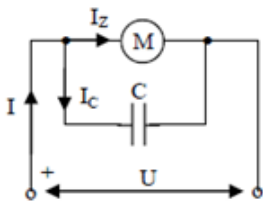
Електромотор чији намотаји индуктивности L имају задатак да формирају магнетну енергију, за шта узима активну енергију из мреже.

За стварање магнетног поља потребна је реактивна струја, односно реактивна енергија коју обезбеђује извор преко преносних водова и трансформатора. Ако мотору паралелно вежемо кондензатор, као на слици, струја кроз мотор остаје иста, јер се прикључени напон и параметри мотора нису променили.

Ако познајемо активну снагу мотора (она је дата на натписној плочици мотора) P, тада је струја компензације  $I = P / (U \cos \varphi_2)$ , а са дијаграма струја видимо да су активне компоненте струја једнаке у оба случаја, тј.  $I \cos \varphi_2 = I_z \cos \varphi_1$ , што значи да се активна снага мотора неће променити после компензације.

### Потпуни поправак фактора снаге :

Шема:



### Мерни поступак :

Покренути програм. Подесити напон напајања на вредност  $U = 120 V$ ,  $f = 50 Hz$ . Потрошач (индуктивног карактера) коме поправљамо фактор снаге је дефинисан параметрима

$R = 1 \Omega$  и  $L = 5 mH$ , везан је паралелно са кондензатором променљиве капацитивности.

Прво мерење извести без кондензатора ( $C = 0 \mu F$ ). Следећа мерења урадити са капацитивностима кондензатора задатих вредности.

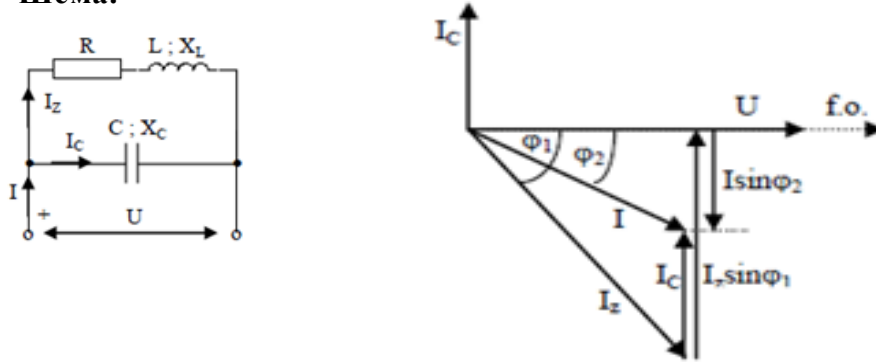
Ако фактор снаге треба повећати на један (напон U и струја I су у фази) тада је:

$$I_C = I_z \sin \varphi \Rightarrow \omega C U = \frac{U}{Z} \cdot \frac{\omega L}{Z} \Rightarrow C = \frac{L}{Z^2} \Rightarrow$$

$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

## Делимични поправак фактора снаге :

Шема:



Из фазорског дијаграма струја кондензатора је :

$$I_c = I_z \sin \varphi_1 - I \sin \varphi_2 \Rightarrow \omega C U = I_z \sin \varphi_1 - I \sin \varphi_2 \Rightarrow$$

$$C = \frac{I_z \sin \varphi_1 - I \sin \varphi_2}{\omega U}$$

Израз за одређивање **капацитивне снаге** кондензатора:

$$Q_C = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

где је :

$I_z$ -струја пријемника ( мотора )

$I$  -струја мреже (укупна струја)

$\varphi_1$ -fazни померај између  $U$  и  $I$  на почетку ( $U$  и  $I_z$ )

$\varphi_2$ -fazни померај између  $U$  и  $I$  (струје мреже ) после поправке фактора снаге

$C$ - капацитивност кондензатора који остварује фактор снаге  $\cos \varphi_2$ .

Ова анализа је изведена како се ради у пракси ,тј. извршена је делимична компензација ( $\cos \varphi$  у границама од 0,8 до 0,9 сматра се задовољавајућим ) .У пракси се избегава потпуна компензација јер настаје паралелна или струјна резонанса, што доводи до нестабилности система и капацитивног оптерећења мреже.

**Резултати мерења:**

$C(\mu F)$	$I(A)$	$I_z(A)$	$I_c(A)$	$U(V)$	$\cos \varphi_1$	$\sin \varphi_1$	$\cos \varphi_2$	$\sin \varphi_2$	$P(W)$
0				120					
100				120					
400				120					
800				120					
1200				120					
1443				120					
1600				120					

**Домаћи задатак:** Коментарисати вредности потребне капацитивности при потпуном и делимичном поправку фактора снаге.