

# مبانی مهندسی برق

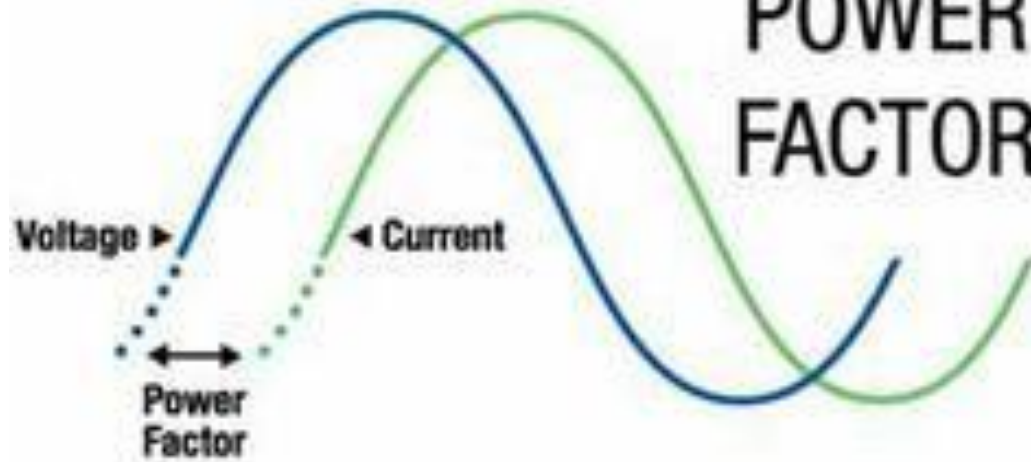
دکتر پدram پیوندی

توان در یک مدار الکتریکی میزان انرژی است که در یک نقطه معین از مدار گذشته است. در مدارهای جریان متناوب انرژی در المان‌هایی همچون القاگر و خازن ذخیره می‌شود که ممکن است منجر به واژگونی‌های دوره‌ای در جهت شارش انرژی شود. بخشی از توان که به طور متوسط در طول یک دوران کامل از شکل موج AC، در نتیجه انتقال خالص انرژی در یک جهت است، به عنوان توان حقیقی شناخته می‌شود. بخشی از توان که به دلیل انرژی ذخیره شده است و در هر سیکل به منبع برمی‌گردد، به عنوان توان راکتیو شناخته می‌شود.

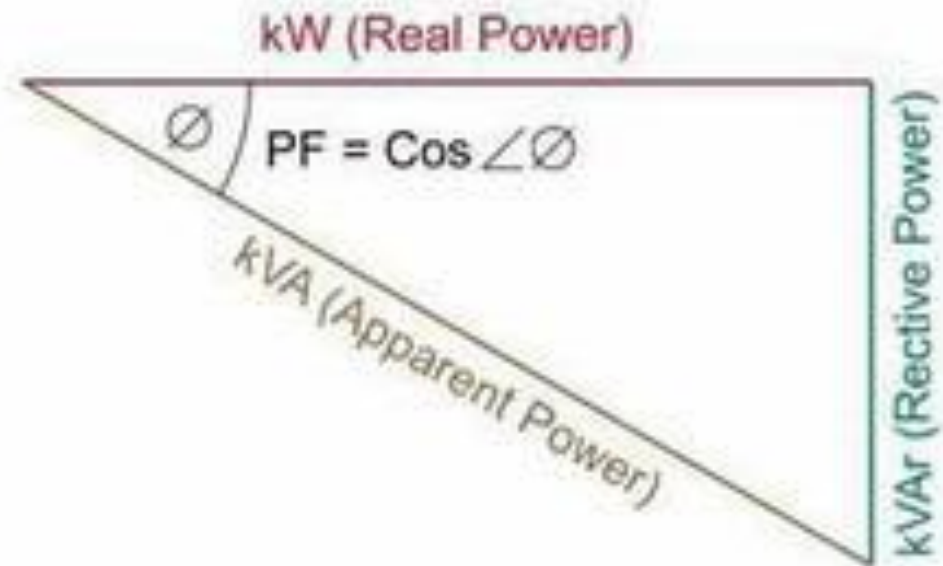
در یک مدار جریان متناوب ساده AC که متشکل از یک منبع و یک بار خطی است هر دوی ولتاژ و جریان سینوسی اند. اگر بار مقاومتی خالص باشد، دو مقدار پلاریته خود را در یک زمان معکوس می کنند. در هر لحظه حاصل ضرب ولتاژ در جریان مثبت است، که نشان می دهد که جهت انرژی عکس نمی شود. در این مورد، تنها توان حقیقی منتقل شده است.

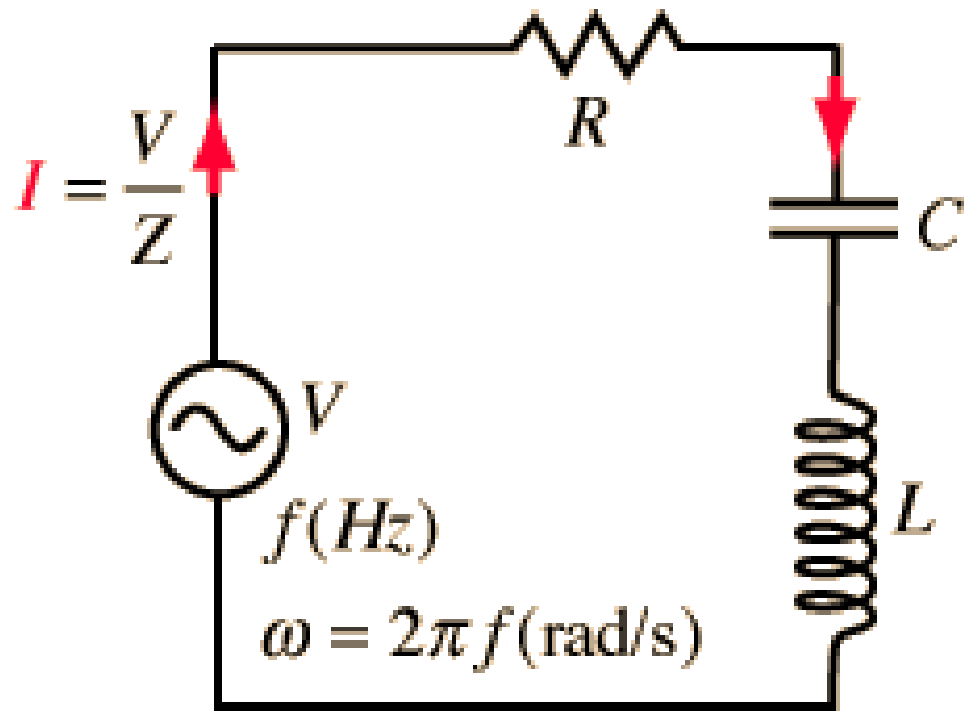
اگر بارها راکتیو خالص باشند ولتاژ و جریان ۹۰ درجه با هم اختلاف فاز دارند. برای نیمی از هر سیکل، حاصل ضرب ولتاژ در جریان مثبت است، اما در نیمه دیگر این سیکل، این حاصل منفی است که این نشان می دهد که به طور متوسط، انرژی بیشتری به سمت بار جاری است نسبت به انرژی برگشتی به بار. در نتیجه هیچ انرژی خالصی در طی یک سیکل جاری نمی شود (در این مورد تنها انرژی راکتیو جاری می شود) و هیچ انتقال خالص انرژی به بار صورت نگرفته است.

# POWER FACTOR



$$\text{Power Factor (pf)} = \frac{\text{kW (Real Power)}}{\text{kVA (Total Power)}}$$





$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad X_L = \omega L$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{فاز} = \phi = \tan^{-1} \left[ \frac{X_L - X_C}{R} \right]$$

در تشدید سری

$$Z = R$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$X_C = X_L$$

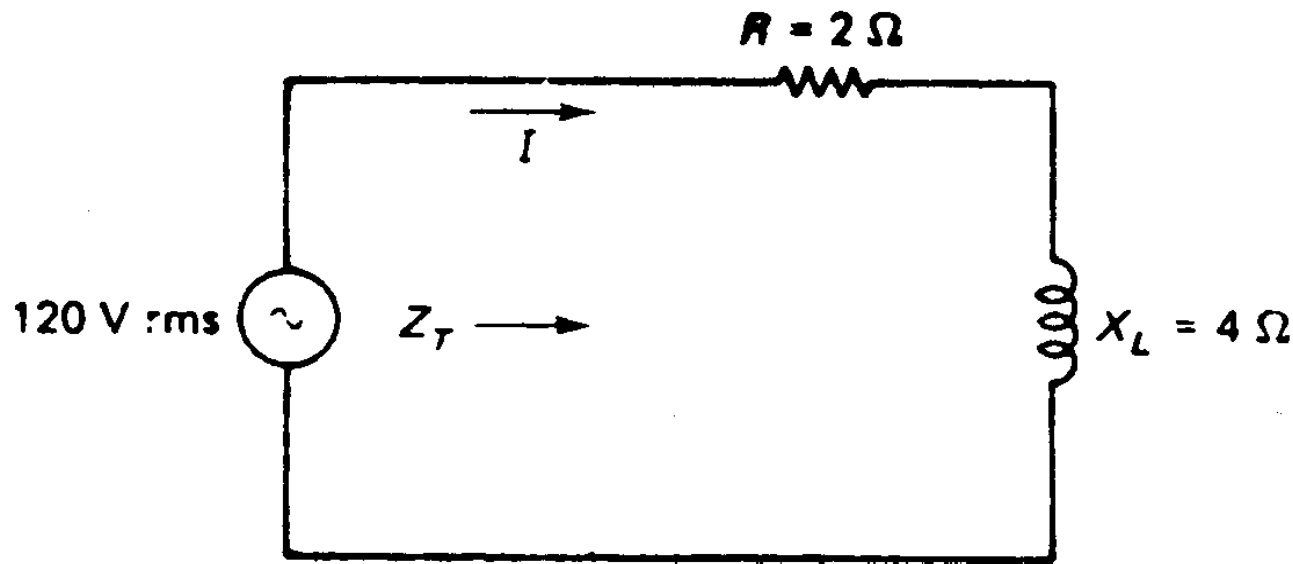
$$\text{فاز} = \phi = 0$$

$Y_i$	=	راکتانس اندوکتیو (سلفی) مدار بر حسب اهم
$X_c$	=	راکتانس کاپاستیو (خازنی) مدار بر حسب اهم
$R$	=	مقاومت مدار بر حسب اهم
$L$	=	سلف مدار بر حسب هانری
$C$	=	ظرفیت خازنی مدار بر حسب فاراد
$F$	=	فرکانس منبع بر حسب هرتز

- الف: اگر  $\theta$  مثبت باشد مدار کلا " خاصیت اندوکتیو (سلفی) دارد و جریان نسبت به ولتاژ عقب است (پس فاز)
- ب: اگر  $\theta$  منفی باشد مدار کلا " خاصیت خازنی دارد و جریان نسبت به ولتاژ جلو می باشد (پیش فاز) (۱)
- ج: اگر  $\theta$  مساوی صفر باشد مدار کلا " خاصیت مقاومتی خالص دارد و ضریب توان واحد (۲) خواهد بود، در این حالت  $\lambda_L$  و  $\lambda_C$  یا مساوی یکدیگرند یا هیچکدام در مدار وجود ندارند.

## مثال ۱ - ۷ (مدارهای RL سری)

مداری مطابق شکل (۷ - ۴) مفروض است. مطلوب است:



(الف) : کل امپدانس این مدار

(ب) : جریان در این مدار

(ج) : ضریب توان این مدار

(د) : انواع توانها در این مدار

(ه) : مثلث توان در این مدار



مثال ۲ - ۷ (مدار RC سری) :

مداری مطابق شکل (۶ - ۷) مفروض است . مطلوبست :

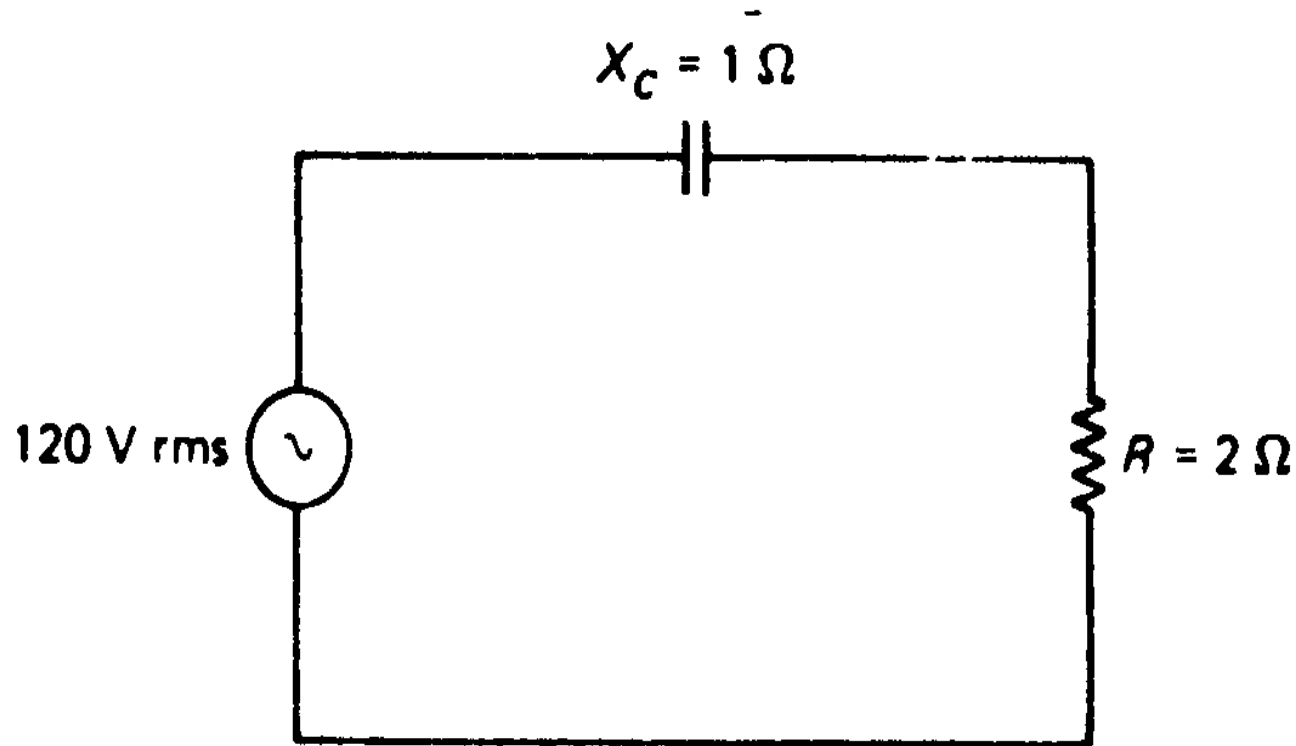
(الف) : کل امپدانس این مدار

(ب) : جریان در این مدار

(ج) . ضریب توان این مدار

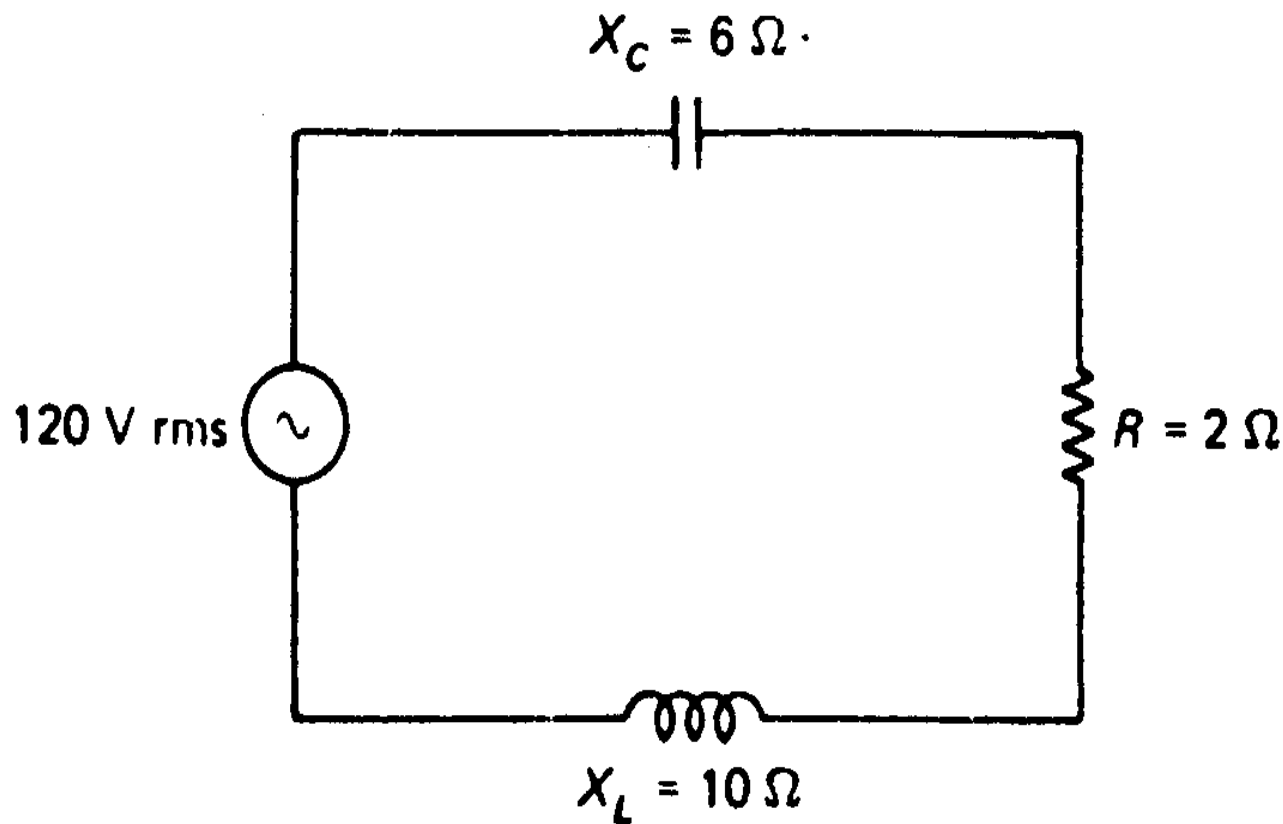
(د) : انواع توانها در این مدار

(ه) : رسم مثلث توان در این مدار



مثال ۳ - ۷ (مدار RLC سری) :

مداری مطابق شکل (۷ - ۸) مفروض است . مطلوبست :



(الف) : امپدانس کل این مدار

(ب) : جریان در این مدار

(ج) : ضریب توان این مدار

(د) : انواع توانها در این مدار

(ه) : مثلث توان در این مدار

$$|Z| = \sqrt{2^2 + (10 - j6)^2}$$

$$= \sqrt{20} = 4.47 \Omega$$

$$\theta = \arctan \frac{10 - j6}{2} = \arctan \frac{2}{3} = 63.43^\circ$$

$$I = \frac{120 \text{ V}}{4.47 \Omega} = 26.85 \text{ A}$$

$$P_o = VI = 120 \text{ V} \times 26.85 \text{ A} = 3.222 \text{ kVA}$$

$$P_r = VI \sin \theta = 120 \text{ V} \times 26.85 \text{ A} \times \sin 63.43^\circ$$

$$\text{PF} = \cos \theta = \cos 63.43^\circ = 0.45 = 2.88 \text{ kvar}$$

$$P_w = VI \cos \theta = 120 \text{ V} \times 26.85 \text{ A} \times \cos 63.43^\circ$$

$$= 1.44 \text{ kW}$$

## مثال ۴ - ۷:

یک مدار تک فاز AC مفروض است. این مدار به یک منبع ۱۲۰ ولتی متصل بوده و انتهای دیگر مدار نیز به سه بار مختلف متصل است. مشخصات بارها در جدول (۷ - ۱) آمده است.

جدول ۷ - ۱ *Table 7-1*

Load	kVA	PF
A	15	0.9 lagging
B	5	0.9 leading
C	20	0.8 lagging

مطلوبست:

(الف) : توان حقیقی برای هر یک از بارها

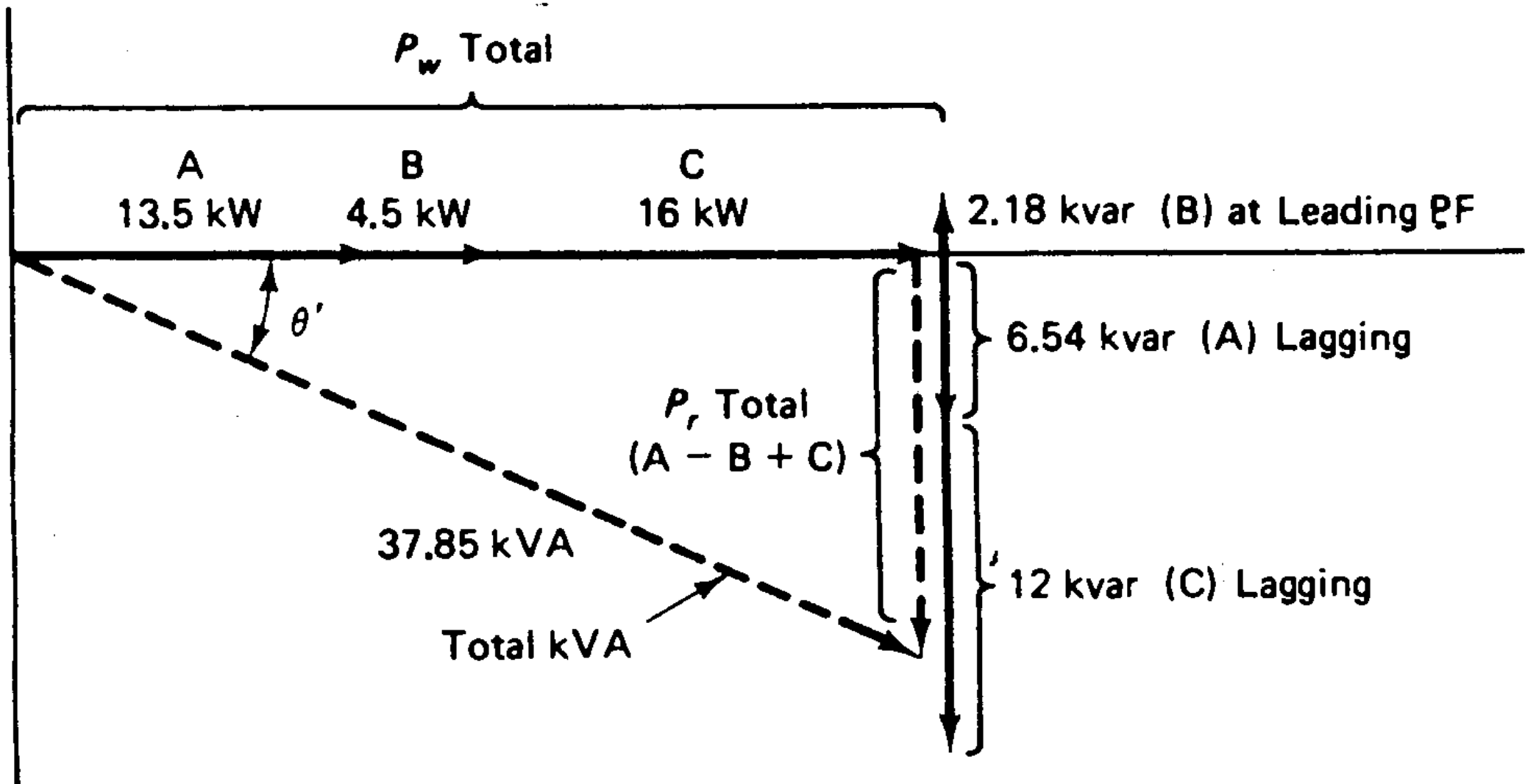
(ب) : توان راکتیو برای هر یک از بارها

(ج) : کل توان حقیقی

(د) : کل توان راکتیو

(ه) : کل توان ظاهری

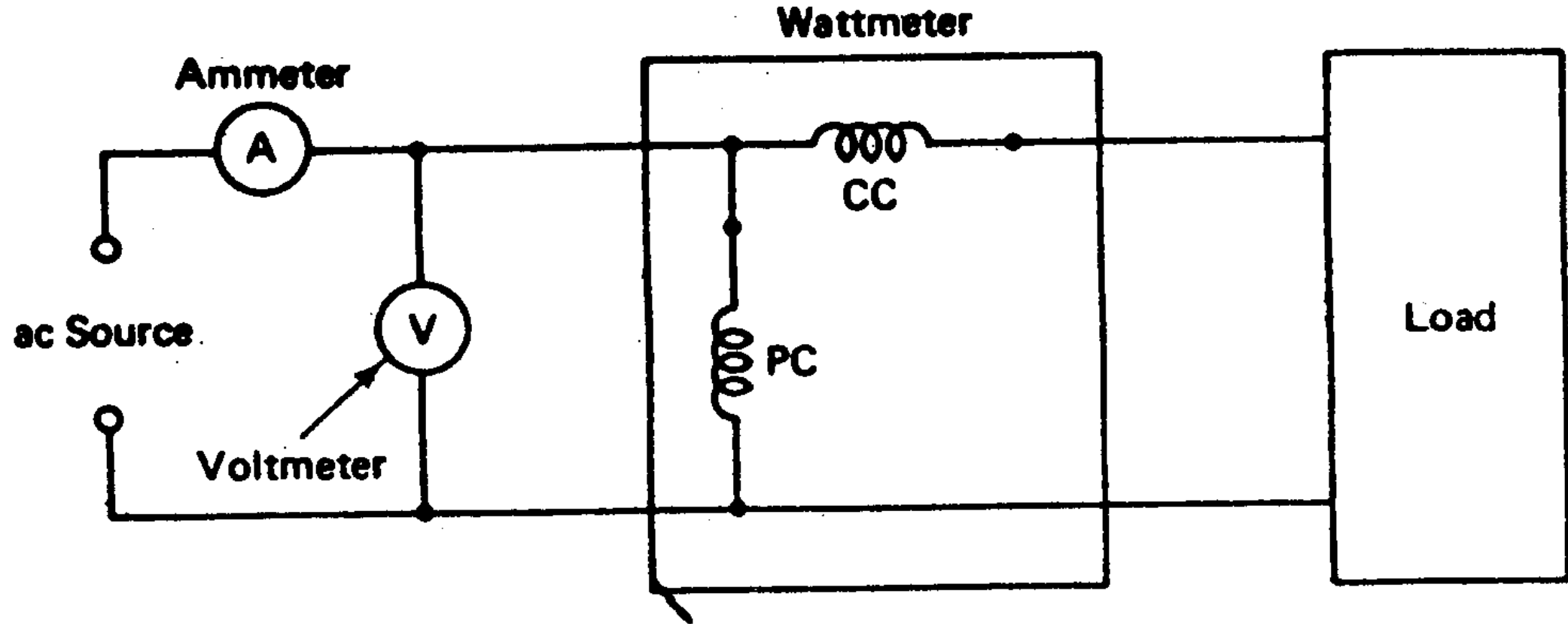
(و) : ضریب توان موثر برای کل سیستم



شکل ۱۰ - ۷ مثلث توان برای مثال ۴ - ۷

## 7-1.1 Measurement of Power

۱ - ۱ - ۷ اندازه‌گیری توان :



شکل ۱۱ - ۷ طرز اتصال واتمتر در مدار یک بار تک فاز

## مثال ۵ - ۷:

مداری مطابق شکل (۷ - ۱۱) مفروض است. ولت‌متر ۱۲۰ ولت را نشان میدهد و آمپر متر و وات‌متر بترتیب  $9/4$  آمپر و ۶۵۰ وات را نشان میدهند مطلوبست:

(الف) : توان ظاهری

(ب) : ضریب توان

(ج) : توان راکتیو

## ۱-۱-۱-۱ اضافه بار در واتمتر:

### 7-1.1.1 Wattmeter Overloads.

مثال ۶-۷:

در یک سیستم ۱۲۰ ولتی تکفاز (۱) برای اندازه‌گیری توان از واتمتر استفاده شده است. مشخصات واتمتر بقرار زیر است:

آمپر ۱۰ = جریان اسمی سیم پیچ CC

ولت ۱۵۰ = ولتاژ اسمی سیم پیچ PC

اگر ولتاژ سیستم ثابت باقی بماند (۱۲۰ ولت) مطلوب است:

(الف): مقیاس نهایی واتمتر (رنج واتمتر) (۲)

(ب): اگر واتمتر عدد نهایی خود را نشان دهد و ضریب توان واحد باشد جریان سیم پیچ CC را بدست آورید.

(ج): اگر واتمتر عدد نهایی خود را نشان دهد و ضریب توان ۰/۵ باشد، جریان سیم پیچ (CC) را بدست آورید.