

Przedmiot:

SIECI I INSTALACJE OŚWIETLENIOWE

## wykład 7.8

# KOMPENSACJA MOCY BIERNEJ W SIECIACH OŚWIETLENIOWYCH

## Wprowadzenie

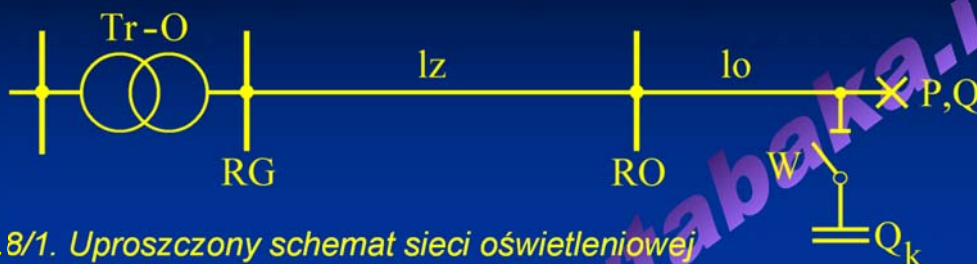
Kompensacja mocy biernej w sieciach oświetleniowych dotyczy różnego rodzaju lamp wyładowczych, które wykazują zapotrzebowanie prądu biernego indukcyjnego ze względu na obecność w ich obwodach **stateczników indukcyjnych**

Współczynnik mocy obwodów lamp wyładowczych **bez kompensacji** mocy biernej jest bardzo niski, rzędu  $0,4 \div 0,5$ , podczas gdy ze względów gospodarczych w sieciach niskiego napięcia **powinien on być** utrzymywany na poziomie znacznie wyższym – rzędu  $0,9 \div 0,93$

# CELE KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ

1. Zmniejszenie strat mocy czynnej w sieci zasilającej
2. Możliwość zmniejszenia przekroju przewodów sieci, które dobierane są m.in. ze względu na nagrzewanie prądem obciążenia
3. Możliwość zmniejszenia mocy transformatora, którego koszt w układzie zasilania oświetlenia jest dominujący
4. Zmniejszenie spadku napięcia w sieci zasilającej

## Ad. 1. Zmniejszenie strat mocy czynnej w sieci zasilającej



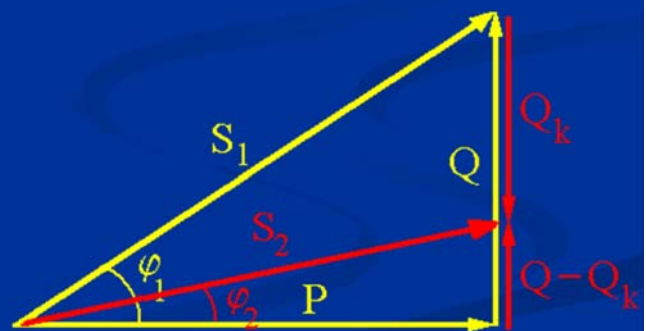
Rys. 7.8/1. Uproszczony schemat sieci oświetleniowej

Oznaczenia:

Tr-O – transformator oświetleniowy, RG – rozdzielnia główna niskiego napięcia, RO – rozdzielnia oświetleniowa, lz – linia zasilająca, lo – obwód odbiorczy, W – wyłącznik, Q<sub>k</sub> – bateria kondensatorów

### Straty mocy czynnej

W - otwarty	W - zamknięty
$\Delta P_q = \frac{Q^2}{U^2} \cdot R$	$\Delta P_q = \frac{(Q - Q_k)^2}{U^2} \cdot R$



Rys. 7.8/2. Zmiana trójkąta mocy

## Ad. 2. Zmniejszenie przekroju przewodów sieci

Prąd obciążenia

W - otwarty	W - zamknięty
$I = \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{\sqrt{3} \cdot U}$	$I = \frac{\sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}}{\sqrt{3} \cdot U}$

Przy zastosowaniu kompensacji mocy biernej wartość skuteczna prądu  $I$  jest **mniejsza**

## Ad. 3. Zmniejszenie mocy transformatora

Moc pozorna pobierana przez odbiorniki

W - otwarty	W - zamknięty
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	$S = \sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}$

Transformator dobierany jest ze względu na moc pozorną pobieraną przez odbiorniki, która jest **mniejsza** przy stosowaniu kompensacji

## Ad. 4. Zmniejszenie spadku napięcia w sieci zasilającej

Spadek napięcia w sieci zasilającej (w której schemacie zastępczym występują reaktancja i rezystancja podłużna) można wyrazić wzorem:

$$\delta U = I \cdot R \cdot \cos \varphi + I \cdot X \cdot \sin \varphi$$

w którym:  $R, X$  – rezystancja, reaktancja sieci;  $I$  – prąd płynący w sieci

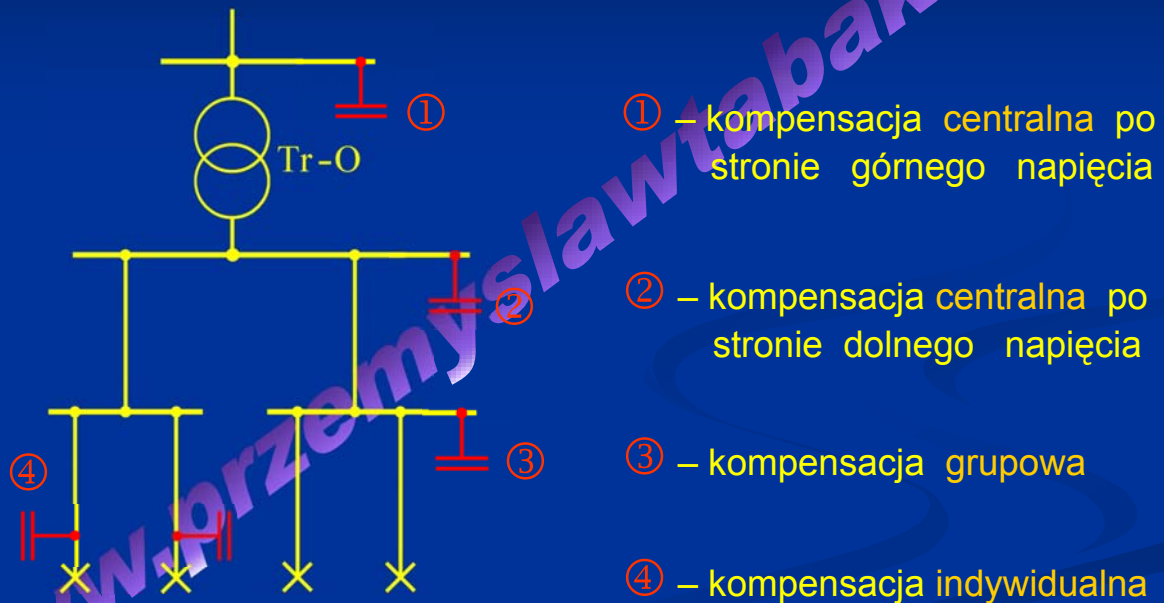
Korzystając z zależności:  $I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$  można powyższy wzór przekształcić do postaci:

$$\delta U = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

Moc baterii kondensatorów potrzebnej do kompensacji mocy biernej indukcyjnej od współczynnika mocy  $\cos \varphi_1$  do  $\cos \varphi_2$  można obliczyć z wzoru:

$$Q_k = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

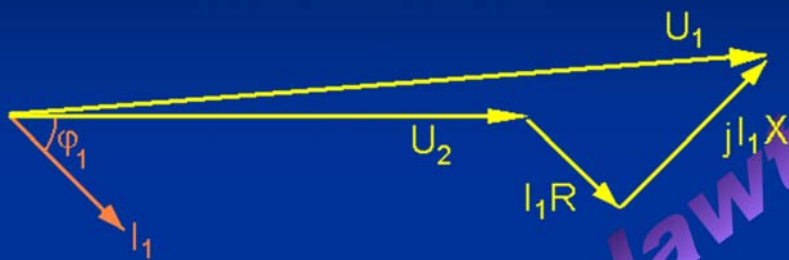
# SPOSOBY INSTALOWANIA KONDENSATORÓW W SIECIACH OŚWIETLENIOWYCH



Rys. 7.8/3. Rodzaje kompensacji mocy biernej w sieci oświetleniowej

## Wykresy napięć i prądów w linii zasilającej oświetlenie

a) Stan przed kompensacją mocy biernej

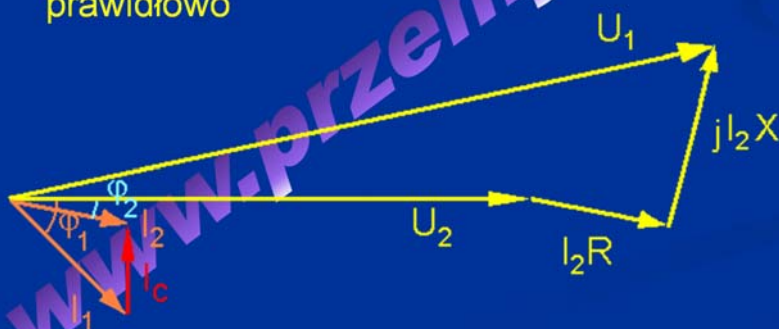


$U_1, U_2$  – napięcia odpowiednio na początku i na końcu linii

$I_1, I_2$  – prądy w linii przed i po kompensacji

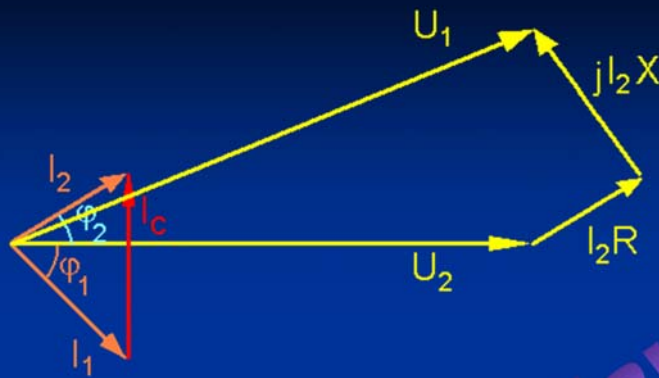
$\varphi_1, \varphi_2$  – kąty przesunięcia prądu względem napięcia przed i po kompensacji

b) Kompensacja mocy biernej przeprowadzona prawidłowo



$R, X$  – rezystancja i reaktancja linii

### c) Stan przekompensowania sieci



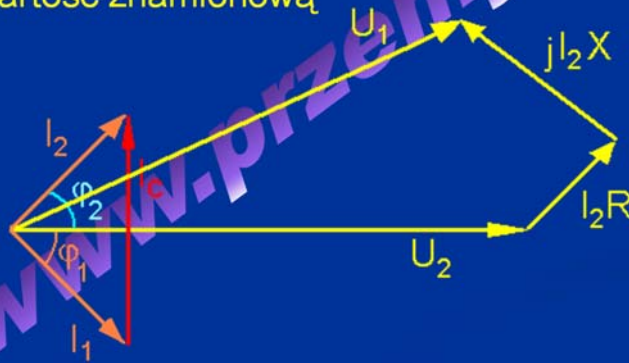
$U_1, U_2$  – napięcia odpowiednio na początku i na końcu linii

$I_1, I_2$  – prądy w linii przed i po kompensacji

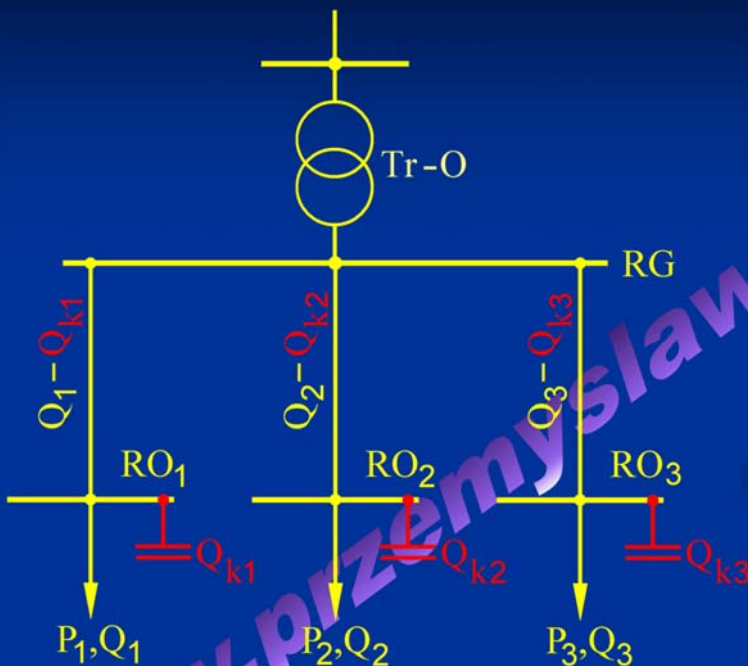
$\varphi_1, \varphi_2$  – kąty przesunięcia prądu względem napięcia przed i po kompensacji

$R, X$  – rezystancja i reaktancja linii

Stan przekompensowania może wywołać w sieci oświetleniowej **wzrost napięcia** ponad wartość znamionową



### Kompensacja grupowa



Kompensacja grupowa polega na podzieleniu całej baterii kondensatorów na części i przyłączeniu ich do poszczególnych rozdzielni oddziałowych

Rys. 7.8/5.

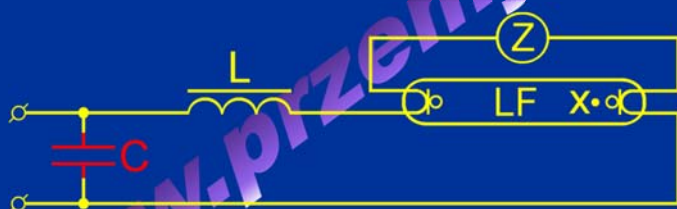
Schemat sieci oświetleniowej promieniowej z grupową kompensacją mocy biernej



## Kompensacja indywidualna

Kompensacja indywidualna polega na przyłączeniu kondensatora bezpośrednio do zacisków odbiornika

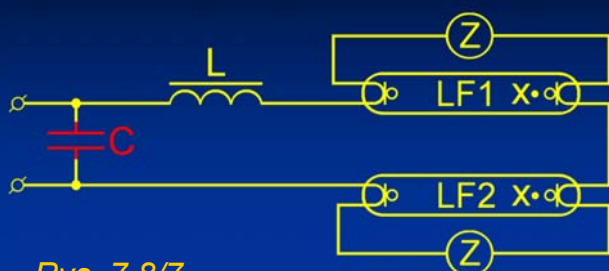
W przeważającej liczbie opraw oświetleniowych, zawierających wyładowcze źródła światła, stosuje się kondensatory przyłączone równoległe do zacisków sieci zasilającej



Rys. 7.8/6.

Układ pracy świetlówki z kompensacją mocy biernej

## Kompensacja indywidualna

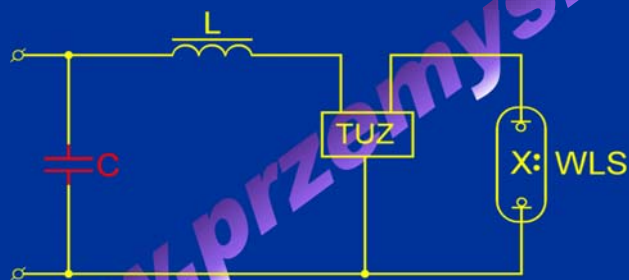


Rys. 7.8/7.

Układ pracy dwóch świetlówek z kompensacją mocy biernej



Oprawa dwuświatłówkowa



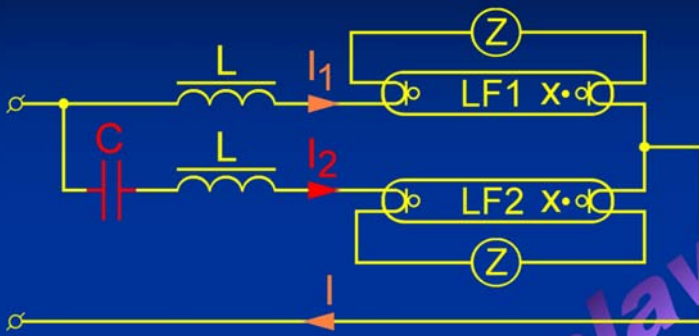
Rys. 7.8 /8.

Układ pracy wysokoprężnej lampy sodowej z kompensacją mocy biernej



Oprawa uliczna

## Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatora szeregowego

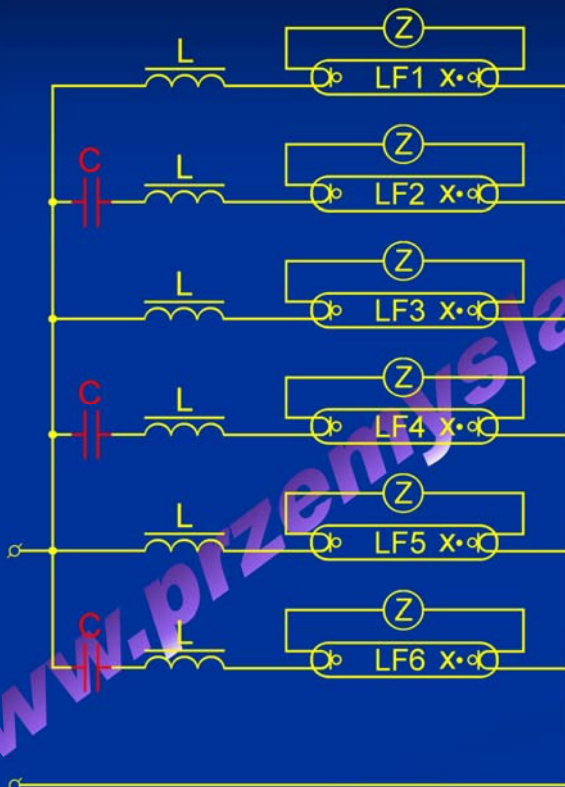


Rys. 7.8/9.  
Układ antystroboskopowy dwóch świetlówek



Rys. 7.8/10.  
Wykres wskazowy dla układu antystroboskopowego, w którym kompensacja mocy biernej jest realizowana za pomocą kondensatora szeregowego C

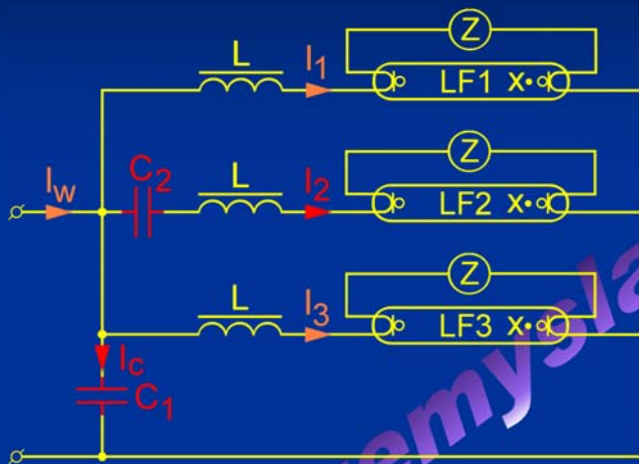
## Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatorów szeregowych



Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatorów szeregowych jest stosowana także w obwodach z większą ilością lamp

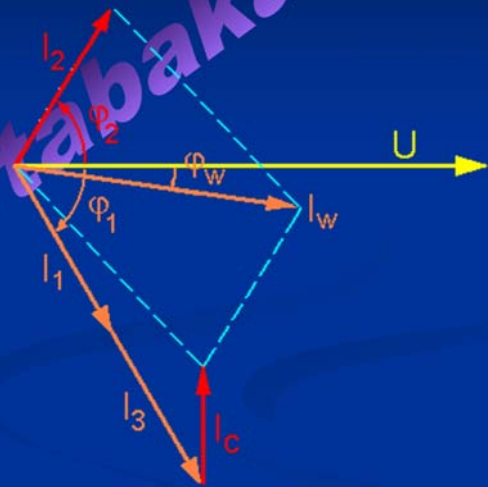
Rys. 7.8/11.  
Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatorów szeregowych w układzie antystroboskopowym sześćoświetłówkowym

## Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatora szeregowego i równoległego



Rys. 7.8/12.

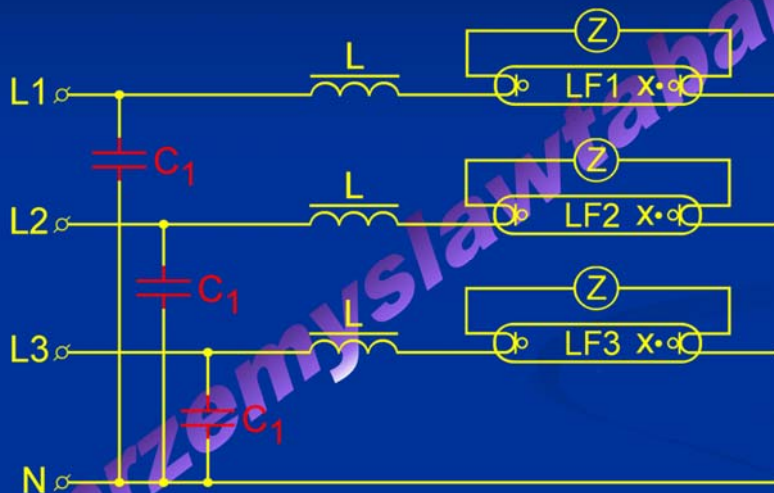
Kompensacja mocy biernej w układzie trójfazowym za pomocą kondensatora szeregowego i równoległego



Rys. 7.8 /13.

Wykres wektorowy do rys. 7.8/12.

## Kompensacja mocy biernej za pomocą kondensatorów równoległych



Rys. 7.8/14.

Kompensacja mocy biernej oprawy oświetleniowej przeznaczonej do zastosowania w sieci trójfazowej



**KONIEC WYKŁADU**