

## לפני ואחרי – מקדם ההספק

לפני התיקון:  $\cos \varphi = 0.75$

$\cos \varphi = 0.75$  תשלום גבוה בעד מקדם הספק נמוך

(צריכה אנרגיה ראקטיבית).

ההספק המדומה (kVA) גבוה מאוד

בהשוואה להספק פעיל (kW).

הפסדי אנרגיה גבוהים.

יש צורך בציוד מעל לגודל הנדרש.

אחרי התיקון:  $\cos \varphi = 0.95$

צריכת אנרגיה ראקטיבית יורדת למינימום

הוצאות החשמל קטנות עקב:

ביטול תשלום נוסף עבור מקדם הספק ירוד

ירידת הפסדי אנרגיה בציוד החשמל

הקטנת הוצאות הכרוכות בתשתית מערכת החשמל

וגודל החיבור

630kVA  
22/0.4kV

P=500kW

$$S = P / \cos \varphi = 500 / 0.95 = 526 \text{ kva}$$

ההספק המדומה (kva) מתקרב מאוד

להספק פעיל (kW).

העמסת השנאי יורדת מתחת ליכולתו הנקובה:

$$(526 > 630)$$

מתאפשרת העמסת השנאי בעוד 16.5%.

630Kva  
22/0.4kV

P=500kW

$$S = P / \cos \varphi = 500 / 0.75 = 667 \text{ kva}$$

ההספק המדומה (kva) גבוה מאוד

בהשוואה להספק פעיל (kW).

השנאי מועמס יתר על המידה:

$$(667 > 630)$$

הזרם דרך הציוד (מפסק, כבלים וכו') בצד המתח הנמוך:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95}$$

$$I = 760 \text{ A}$$

הזרם דרך הציוד יורד ל-79% מערכו

$$960/760 \times 100 = 79\% \text{ הקודם:}$$

הזרם דרך הציוד (מפסק, כבלים וכו') בצד המתח הנמוך:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{500 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.75}$$

$$I = 960 \text{ A}$$

4(4 x 150)mm<sup>2</sup>, 150 m

הפסדי הכבלים (12 מוליכי הפאזות):

$$\Delta P = 12 \cdot (I/4)^2 \cdot R = 12 \cdot (760/4)^2 \cdot (0.15 \cdot \frac{150}{1000})$$

$$\Delta P \approx 9.72 \text{ kW}$$

R = 0.150Ω/km 70 ° C : התנגדות הכבל ב-

הפסדי הכבלים יורדים ל-63% מערכם

$$15.6/9.72 = 63\% \text{ הקודם:}$$

6x50 kvar  $\cos \varphi = 0.95$

אנרגיה ראקטיבית מסופקת על-ידי 6 דרגות

של קבלים, כל אחת 50 kvar.

(ברקה בעזרת בקר מקדם הספק).

4(4 x 150)mm<sup>2</sup>, 150 m

הפסדי הכבלים (12 מוליכי הפאזות):

$$\Delta P = 12 \cdot (I/4)^2 \cdot R = 12 \cdot (960/4)^2 \cdot (0.15 \cdot \frac{150}{1000})$$

$$\Delta P \approx 15.6 \text{ kW}$$

R = 0.150Ω/km : 70 ° C : התנגדות הכבל ב-

השנאי, המפסק האוטומטי והכבלים חייבים להיות

מעל לגודש הנדרש

$\cos \varphi = 0.75$

אנרגיה ראקטיבית מסופקת דרך השנאי,

הכבלים וכו'.

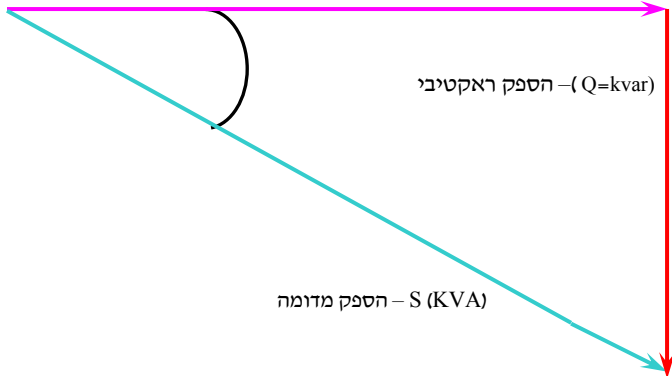
עומס מאוזן  
 $\cos \varphi = 0.75$

עומס מאוזן  
 $\cos \varphi = 0.75$

## משולש ההספקים

P – הספק פעיל (אקטיבי) – [קו"ט] [kW]  
Q – הספק ראקטיבי (היגבי) – [קווא"ר] [kvar]  
S – הספק מדומה – [קו"א] [kVA]  
הרכיב השקול של ההספק פעיל וההספק היגבי.

(P (kW) – הספק פעיל (אקטיבי)



## מקדם ההספק

מקדם ההספק ( $\cos \phi$ )

של מתקן חשמלי מוגדר כיחס בין ההספק הפעיל של המתקן (P), לבין ההספק המדומה של המתקן (S).

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{1}{\sqrt{(P/Q)^2 + 1}}$$

היחס בין הספק הראקטיבי להספק אקטיבי :

$$\tan \phi = \frac{Q}{P} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\cos^2 \phi} - 1}}$$

## יחסים שימושיים במערכת תלת-פאזית

$$P = S \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$Q = S \cdot \sin \phi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \phi = P \cdot \tan \phi$$

$$S = P / \cos \phi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

ההספק הראקטיבי של קבל לתיקון מקדם ההספק  $\cos \phi_1$

למקדם הספק הרצוי  $\cos \phi_2$  :

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = P \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

V : מתח שלוב (מתח בין המופעים).

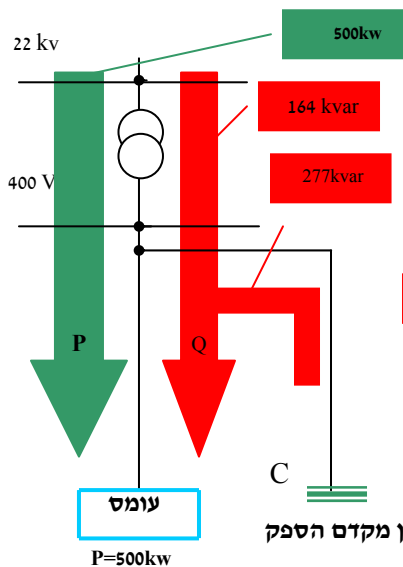
I : זרם העומס (זרם פאזי).

$\phi$  : הזווית בין המתח לזרם.

## מסלולי זרימת האנרגיה ומשולש ההספקים לפני ואחרי תיקון מקדם ההספק

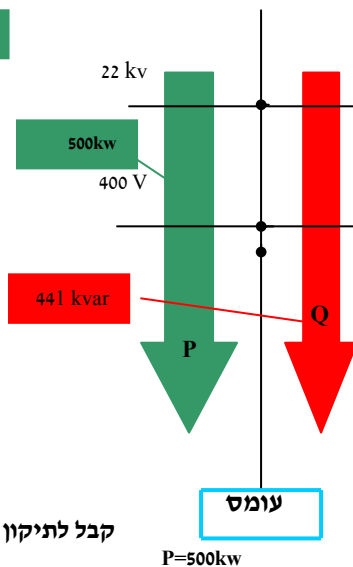
### אחרי תיקון מקדם ההספק

$\cos \phi = 0.95$



### לפני תיקון מקדם ההספק

$\cos \phi = 0.75$



קבל לתיקון מקדם ההספק

## לפני תיקון מקדם ההספק, כל ההספק הראקטיבי מסופק ע"י השנאי

אחרי התיקון, הקבל מספק את רוב ההספק הראקטיבי

