

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

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

* 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

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

* 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:

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

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

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

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

4(4 x 150)mm², 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 : התנגדות הכבל ב-70 °C : R = 0.150Ω/km

* הפסדי הכבלים יורדים ל-63% מערכם
* הקודם: 15.6/9.72 = 63%

4(4 x 150)mm², 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 : התנגדות הכבל ב-70 °C : R = 0.150Ω/km

* השנאי, המפסק האוטומטי והכבלים חייבים להיות מעל לגודל הנדרש

6x50 kvar $\cos \varphi = 0.95$

* אנרגיה ראקטיבית מסופקת על-ידי 6 דרגות

* של קבלים, כל אחת 50 kvar.

(ברקה בעזרת בקר מקדם הספק).

$\cos \varphi = 0.75$

* אנרגיה ראקטיבית מסופקת דרך השנאי,

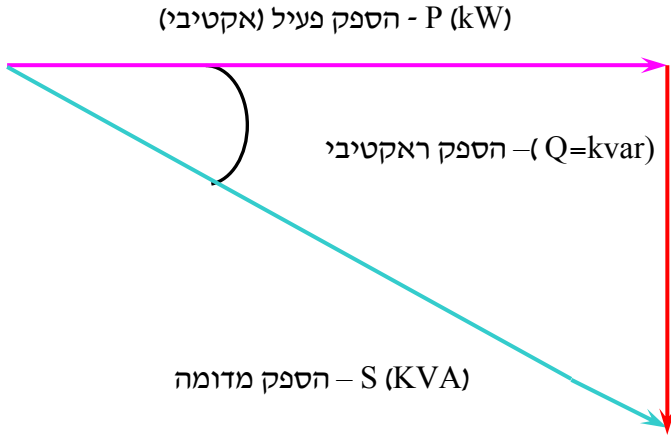
* הכבלים וכו'.

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 – [קווא"א] [kVA]
 הרכיב השקול של ההספק פעיל וההספק היגבי.



מקדם ההספק

מקדם ההספק ($\cos \varphi$) של מתקן חשמלי מוגדר כיחס בין ההספק הפעיל של המתקן (P), לבין ההספק המדומה של המתקן (S).

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

מקדם ההספק:

היחס בין ההספק הראקטיבי להספק אקטיבי:

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

יחסים שימושיים במערכת תלת-פאזית

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

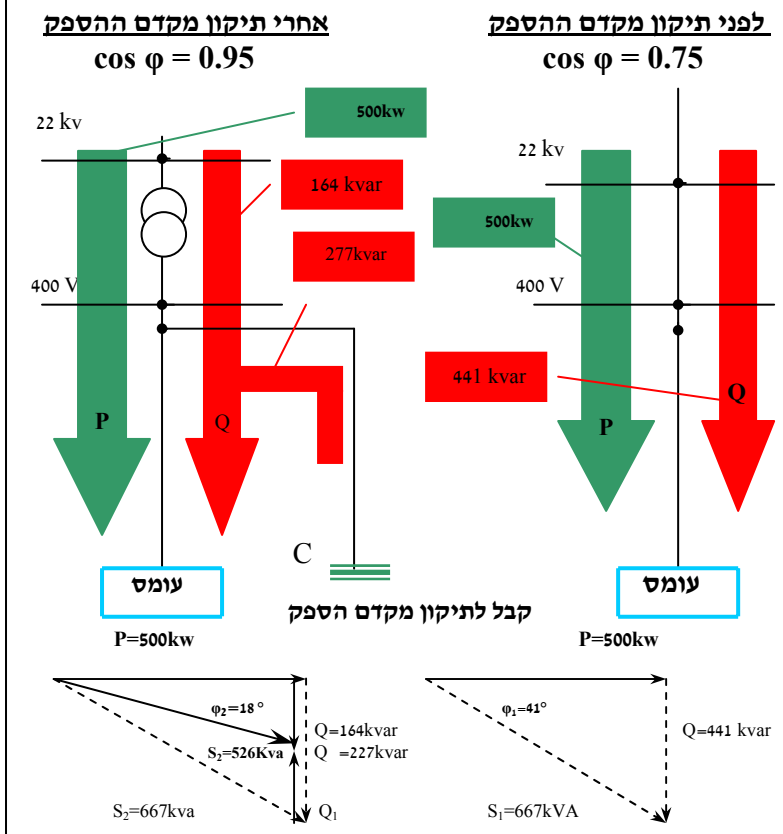
$$Q = S \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi = P \cdot \tan \varphi$$

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

ההספק הראקטיבי של קבל לתיקון מקדם ההספק $\cos \varphi_1$ למקדם הספק הרצוי $\cos \varphi_2$:
 $Q_C = Q_1 - Q_2 = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$

V : מתח שלוב (מתח בין המופעים).
 I : זרם העומס (זרם פאזי).
 φ : הזווית בין המתח לזרם.

מסלולי זרימת האנרגיה ומשולש ההספק לפני ואחרי תיקון מקדם ההספק



לפני תיקון מקדם ההספק, כל ההספק הראקטיבי מסופק ע"י השנאי אחרי התיקון, הקבל מספק את רוב ההספק הראקטיבי

