## שיפור גורם הספק.

تحسين معامل القدرة.

لطلاب فرع الكهرباء \_ المرحلة الثانوية

اسم المعلم: فواز عواد هاتف:0522412568

(Power factor)

## في الدرس السابق تعلمنا عن:

- נזקים מהספק ריאקטיבי. اضرار من القدرة الغير فعالة.
  - מקדם ההספק. معامل قدرة.
  - سابواد مرحم محامل قدرة.
- שיטות להגדלת מקדם ההספק, طرق لتحسين معامل القدرة.

## في هذا الدرس سوف نتعلم عن:

- ערך הקבלים לעויפור מקדם ההספק.قيمة المكثفات لتحسين معامل القدرة
- <u>سامال مرود ساح محامل القدرة.</u> المكثفات معامل القدرة.
  - בחירת קבלים מסחריים וختيار مكثفات تجارية
  - חיבור קבלים במערכת תלת פאזית יפصيل مكثفات بشبكة ثلاثية الطور
- תוספת תשלום בגין מקדם הספק נמוך إضافة الدفع نتيجة معامل قدرة منخفض
  - أسئلة لتلخيص هذا الدرس.

## قيمة المكثفات لتسحين معامل القدرة

• القدرة الغير فعالة للمكثفات التي يجب اضافتها في المنظومة:

$$Q_C = Q - Q' = P \cdot \tan \emptyset - P \cdot \tan \emptyset'$$

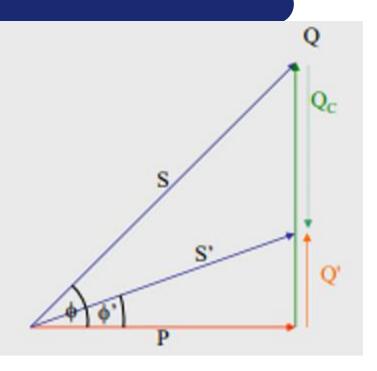
$$Q_C = P \cdot (\tan \emptyset - \tan \emptyset')$$

P-القدرة الفعالة للمنظومة (W)

Q- القدرة الغير فعالة للمنظومة (VAR)

S –القدرة الظاهرية للمنظومة (VA)

Q' -القدرة الغير فعالة للمنظومة بعد إضافة المكثفات (VAR) -Q- القدرة الغير فعالة للمكثفات (VAR)

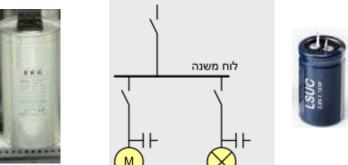




#### طرق تركيب المكثفات لتسحين معامل القدرة

#### 1. התקנה אינדיבידואלית יעצי فردي

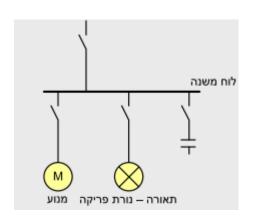
- بهذه الطريقة خسارة القدرة (הפסד ההספק) ومسقط الجهد (מפל המתח) يتخفضان بكل اقسام المنظومة (מערכת) ويشمل الكابل الرئيسي خطوط تزويد الالواح الثانوية وخطوط تزويد المستهلكات (١٥٥٥م , ١١٥٥٥م). لذك الامانات ووسائل التحكم تكون اصغر.
  - هذه الطريقة بحاجة لاستثمار مادي عالى لذلك يتطلب حساب مادي لتوفير لاستعمال كمية المكثفات (קבלים).





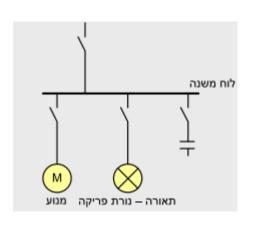
#### 2. שיפור קבוצתי تحسين مجموعة

- بهذه الطريقة المكثفات متصلة في موازاة الالواح الثانوية التي تزود مستهلكات لها معامل قدرة منخفض.
  - هذه الطريقة مستعملة:
  - أ. لضمان افضلية بين الحمايات.
  - ب. لتصغير مساحة الاسلاك في المنظومة.





- بهذه الطريقة تقليل الخسارة للقدرة ومسقط الجهد يكون فقط بخط التزويد للوح الرئيسي وخطوط تزويد الالواح الثانوية الموصلة لها المكثفات.
  - بهذه الطريقة مطلوب حسابات مالية لفحص التوفير المادي وحساب الكهرباء ولفحص الافضليات للحمايات.





## 3. שיפור מרכזי تحسين مركزي

- بهذه الطريقة المكثفات تكون موصولة للوح الرئيسي ويوجد لها جهاز تحكم خاص بها. هذه الطريقة شائعة ورخيصة ولاكن لا تغيير المنظومة.
- هذه الطريقة فقط تقلل التيار الرئيسي (٢٦٥ ٢٨٥) ونتيجة لذلك تقل مساحة المقطع (שחח ٦٦٦) للخط الرئيسي وقدرة المحول المزود لهذه المنظومة, الذي تابع لشركة الكهرباء.
  - لاستعمال هذه الطريقة مطلوب وجود الرسم البياني لمستهلكات المنظومة حتى نبرمج جهاز التحكم.





#### سلبيات هذه الطريقة:

1. صعب جدا تحسين معامل القدرة بشكل دقيق, وبشكل خاص عندما لا يعمل كل المستهلكات معا والحمل متغير مع الوقت.

بأغلب الحالات منظومة المكثفات تعمل عن طريق جهاز تحكم الذي يقطع ويوصل مكثفات حسب الحاجة.

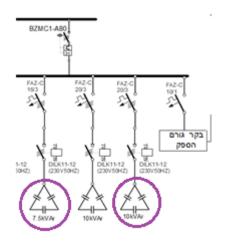
2. تحسين معامل القدرة يكون فقط على مقطع شبكة التزويد من محطة التوليد حتى اللوح الرئيسي للمنظومة.





## اختيار مكثفات تجارية

- المكثفات المستعملة لتحسين معامل القدرة ممثلة عن طريق المنتج بواسطة القدرة الغير فعالة للمكثف ( $Q_c$ ) وليس حسب قيمة سعة المكثف لذلك لا حاجة لحساب قيمة سعة المكثف.
- على المخطط اختيار مكثفات ملائمة لذلك, يجب اختيار قدرة المكثفات اكثر بقليل من القدرة المطلوبة وليس اصغر.
  - نختار عدة مكثفات التي قدرتها تساوي القدرة المطلوبة. السبب لذلك ان الحمل بالمنظومة متغير.
  - تحسين معامل القدرة لقيمة تساوي 1 يؤدي الى ارتفاع في الجهد, الى جهد اكبر من جهد المصدر.



#### معطيات المكثفات لتحسين معامل القدرة حسب المنتج

RATED VOLTAGE 440V, 50 Hz, 3-PHASE, DELTA CONNECTION can be used also for 415V							
TYPE	No.	kVAr 440 V	kVAr 415 V	CAPACITANCE µF	CURRENT A 415/440 V	DIMENSIONS Ø*H (mm)	WEIGHT
PhMKP440.3.05	33989	5	4.4	3*27.4	6.1/6.6	64*190	0.8
PMKP440.3.08,33	46231	8.33	7.4	3*45.7	10.3/10.9	64*190	0.8
PhMKP440.3.10	36130	10	8.9	3*54.8	12.4/13.1	64*265	1.1
PhMKP440.3.11,2	33307	11.2	10	3*61.4	13.9/14.7	64*265	1.1
PhMKP440.3.12,5	45747	12.5	11.1	3*68.5	15.4/16.4	64*265	1.1
PhMKP440.3.14,0	45748	14.05	12.5	3*76.7	17.4/18.4	64*265	1.1
PhMKP440.3.12,5	35597	12.5	11.1	3*68.5	15.4/16.4	84.4*190	1.4
PhMKP440.3.14,0	35465	14.05	12.5	3*76.7	17.4/18.4	84.4*190	1.4
PhMKP440.3.15	46219	15	13.3	3*82.2	18.5/19.7	84.4*190	1.4
PhMKP440.3.16,9	45749	16.9	15	3*92.6	20.9/22.2	84.4*190	1.5
PhMKP440.3.18,8	35467	18.8	16.67	3*103.0	23.2/24.7	84.4*265	1.9
<ul> <li>PhMKP440.3.20</li> </ul>	35599	20	17.8	3*109.6	24.8/26.2	84.4*265	1.9
<ul> <li>PhMKP440.3.22,5</li> </ul>	45750	22.5	20	3*123.3	27.8/29.5	84.4*265	1.9
<ul> <li>PhMKP440.3.25</li> </ul>	45751	25	22.2	3*137.0	30.9/32.8	84.4*265	1.9
<ul> <li>PhMKP440.3.28,1</li> </ul>	45752	28.1	25	3*154	34.7/36.9	84.4*265	1.9
PhMKP440.3.30	35470	30	26.7	3*164.4	37.1/39.4	84.4*340	2.3

## توصيل مكثفات بمنظومة ثلاثية الطور

חבור קבלים במערכת תלת מופעית , תלת פזית

- المكثفات بمنظومة ثلاثية الطور متصلة بشكل عام بتوصيل مثلث (חבור משולש). بتوصيل مثلث الجهد (מתח) على المكثف يساوي جهد الشبكة.
- ممكن توصيل المكثفات بطريقة نجمة (חבור כוכב) بهذه الحالة الجهد على المكثف يساوي جهد الطور للشبكة.

قدرة المكثفات لتحسين معامل القدرة بمثلث او نجمة.  $Q_C = P \cdot (\tan \phi - \tan \phi')$ 

. القدرة  $Q_{c1}$  قدرة كل مكثف بتوصيل مثلث او نجمة و نجمة ,  $Q_{c}=3\cdot Q_{c1}$  .

$$Q_{C1\Delta} = \frac{U_L^2}{X_{C1\Delta}}$$
 : قدرة كل مكثف بتوصيل مثلث

$$Q_{C1Y} = \frac{U_{ph}^2}{X_{C1Y}}$$
 : قدرة كل مكثف بتوصيل نجمة

$$, U_{L} = \sqrt{3} \cdot U_{ph} , X_{C1} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_{1}}$$

حتى نحصل على قدرة مكثفات مطلوبة, يتطلب قيمة كل مكثف بتوصيل نجمة 3 اضعاف من توصيل مثلث.

## قوانين بأسس الكهرباء

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad \bullet$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \bullet$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

## قوانين الكهرباء والمكثفات

• بقوانين الكهرباء مطلوب استعمال جهاز تحكم لتحسين (בקר לשיפור מיקדם מיקדם החספק) معامل القدرة بطريقة تحسين مركزي. جهاز التحكم يقيس معامل القدرة, يوصل ويقطع مكثفات حسب الحاجة.

• تقسيم المكثفات لمجموعات عن طريق جهاز التحكم حتى نمنع من وجود حمل سعوي الذي يؤدي الى ارتفاع في جهد الشبكة.



- حماية من تيار قصر (١٦٥ קצ٦): موصلات بدائرة تزويد مكثفات تكون محمية من تيار قصر عن طريق امان له تيار اسمي (١٦٥ د١٥ د١٥ د١٥ مساوي لتيار الاسمي للمكثف ضرب 1.43 لتيار اسمي اعلى.
  - $I_n$ حماية = 1.43  $\cdot I_{nc}$
- لا يوجد مانع ان تكون مساحة مقطع الاسلاك في الدائرة لتزويد مكثف ملائمة لتيار الاسمي للمكثف وليس لتيار الأمان بالدائرة.
  - لكل مكث يجب ان يكون له وسائل لتفريغ شحنته.



# إضافة مالية تدفع بسبب معامل قدرة منخفض

- معامل قدرة قانوني الذي قرر عن طريق شركة الكهرباء دون دفع مخالفة يساوي 0.92.
  - في الجدول مبين سعر الإضافة للمستعمل بحالة معامل قدرة منخفض.

اضافة لحساب الكهرباء لكل 0.001 حتى 0.92	تزويد بجهد منخفض
0.100%	$0.80 \leq$ מקדם ההספק $< 0.92$
0.125%	$0.70 \leq$ מקדם ההספק $\leq 0.80$
0.150%	0.70 > מקדם ההספק
اضافة لحساب الكهرباء لكل 0.001 حتى 0.90	تزيد بجهد عالي
0.100%	$0.78 \leq$ מקדם ההספק $\leq 0.90$
0.125%	$0.68 \leq$ מקדם ההספק $\leq 0.78$
0.150%	0.68 > מקדם ההספק
اضافة لحساب الكهرباء لكل 0.001 حتى 0.87	تزوید بجهد عالی جدا
0.100%	$0.75 \leq$ מקדם ההספק $\leq 0.87$
0.125%	$0.65 \leq$ מקדם ההספק $\leq 0.75$
0.150%	< 0.65 מקדם ההספק

# أسئلة تلخيص

القانون لحساب قدرة المكثف(הספק היגבי של הקבל) لتحسين معامل القدرة(גורם, מיקדם הספק) هو:

$$Q_C = P \cdot \tan \emptyset$$
 .

$$Q_C = P / \tan \emptyset$$
 .  $\varphi$ 

$$Q_C = P \cdot (\tan \emptyset - \tan \emptyset')$$

#### 2. احدى الطرق لتوصيل مكثفات (קבלים )لتحسين معامل القدرة (לשיפור גורם ההספק) هي:

أ. توصيل مكثف بالتوالي (בצורה מורית )لكل مستهلك(צרכן ).

ب توصيل مكثف لكل مستهلك بالتوازي (במקביל).

ج. توصيل ملفات (סرادات) بالتوازي للمستهلك.

د. كل الإجابات غير صحيحة.

#### 3. بطريقة توصيل مكثفات مجموعة نوصل المكثفات:

أ. لكل مستهلك مكثف فردي.

ب. قرب محول (גנירטור) شركة الكهرباء.

ج. بموازي للوح ثانوي (לוח חשמל משני).

د. باللوح الرئيسي (לוח חשמל ראשי).

#### 4. بطريقة توصيل مكثفات مركزية نوصل المكثفات:

أ. لكل مستهلك بانفراد.

ب. قرب محول شركة الكهرباء.

ج. بالتوازي للوح ثانوي.

د) باللوح الرئيسي.

#### 5. المنتج يعطي قيمة المكثف (קבל) حسب:

أ. سعة (קיבול ) كل مكثف.

ب. حسب الكبر الفيزيائي للمكثف.

ج. حسب القدرة الغير فعالة (הספק היגבי )للمكثف.

د. كل الإجابات غير صحيحة.

#### 6. بمنظومة ثلاثية الطور مسموح توصيل المكثفات:

أ. بمثلث (משולש)فقط.

ب. بنجمة (دادد)فقط

ج بنجمة او مثلث.

د. كل الإجابات غير صحيحة.

#### 7. العلاقة بين المكثفات بتوصيل نجمة ومثلث هي:

أ. قيمة المكثف في نجمة اكبر ب $\sqrt{3}$  اضعاف من توصيل مثلث.

ب. قيمة المكثف بتوصيل مثلث اكبر ب 3 اضعاف من توصيل بطريقة نجمة.

ج قيمة المكثف في نجمة اكبر ب 3 اضعاف من توصيل مثلث.

د. قيمة المكثف بتوصيل مثلث اكبر ب $\sqrt{3}$  اضعاف من توصيل بطريقة نجمة.

#### 8. بقوانين الكهرباء مطلوب امان لحماية من القصر (קצר):

أ. التيار الاسمي(17 ورورون) للامان مساوي و اضعاف التيار الاسمي للمكثف(مدر).

ب التيار الاسمي للامان مساوي  $\sqrt{3}$  اضعاف التيار الاسمي للمكثف.

ج. التيار الاسمي للأمان مساوي للتيار الاسمي للمكثف.

د. التيار الاسمي للأمان مساوي 1.43 اضعاف التيار الاسمي للمكثف.

#### و. مكثفات لتحسين معامل القدرة تزود ب:

أ. بوسائل لتخزين الطاقة (אגירת אנירגיה ).

(ب) بوسائل لتفريغ شحنة المكثفات (מטען הקבלים).

ج. بوسائل للحفاظ على الجهد (מתח) بالشبكة.

د. كل الإجابات غير صحيحة.

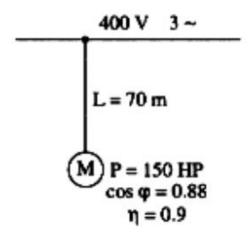
### سوال 10

في الرسم المعطى تم توصيل مكثفات بجانب المحرك.

أ. احسب قدرة المكثفات (הספק הקבלים) المطلوبة لتحسين معامل القدرة للقيمة المطلوبة من شبكة الكهرباء.

ب. احسب التيار (١٦٨٦) بالخط الواصل للمحرك قبل وبعد التحسين (١٥١٥).

ج. هل بملفات (٥٥/٥١٥) المحرك يكون التيار مختلف نتيجة وجود مكثفات (جدره).



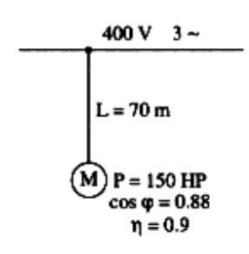
## حل سؤال 10

$$Q_C = P \cdot (\tan \phi - \tan \phi')$$

$$\phi = \cos^{-1} 0.88 = 28.35^{0} , \phi' = \cos^{-1} 0.92 = 23.07^{0}$$

$$Q_C = P \cdot (\tan \phi - \tan \phi') = \frac{150 \cdot 736}{0.9} \cdot (\tan 28.35 - \tan 23.07) = 13941.5 VAR$$

$$1HP = 736W$$

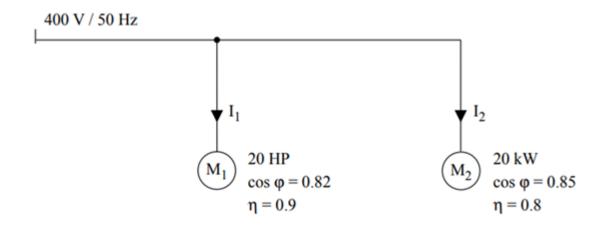


$$I_{\text{''et}} = \frac{150 \cdot 736}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.88 \cdot 0.9} = 201.2A$$
 $I_{\text{''et}} = \frac{150 \cdot 736}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.92 \cdot 0.9} = 192.45A$ 
 $I = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \csc \theta}$ 

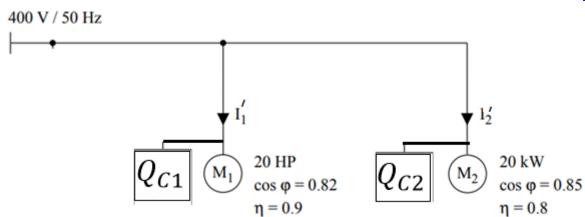
ج. التيار بملفات المحرك يبقى ثابت لا يتغير.

## سوال 11

بالشكل المعطى موجود محركات حثية (מנועים השראותיים) ثلاثية الطور (תלת פזיים). أ. احسب قدرة المكثفات (הספק הקבלים) بتوصيل فردي אינדיבידואלי. ب. احسب قدرة المكثفات المطلوبة بتوصيل مجموعة קבוצתי. ج. احسب قيمة التيارات (זרמים) للمحركات (מנועים) حسب قسم أ وقسم ب. د. احسب قيمة التيار الاسمى (הזרם הנומינלי) للحمايات (להגנות) ببند أبب.



## حل سؤال 11



$$Q_{i,in} = P_{i,in} \tan(P_i) = 16355.56 \times \tan(34.9^\circ) = 11409.8 \text{ [VAR]}$$

$$Q_{ci} = P_{i,in} \left[ \tan(P_i) - \tan(P_i) \right] =$$

$$= 16355.56 \times \left[ \tan(34.9^\circ) - \tan(23.07^\circ) \right]$$

$$= 4443.6 \text{ [VAR]}$$

$$= 5 \text{ K [VAR]} \longrightarrow \text{ Supply in the property of the pro$$

أ. حساب قدرة المكثفات بتوصيل فردي.

#### • قرك رصم !:

$$P_{1,0ut} = 20 \text{ HP} = 20 \times 736 = 14720 \text{ [W]}$$

$$P_{1,in} = \frac{P_{1,out}}{2} = \frac{14720}{0.9} = 16355.56 \text{ [W]}$$

$$\cos(f_1) = 0.82 \longrightarrow f_1 = 34.9^{\circ}$$

$$\cos(f') = 0.92 \longrightarrow f' = 23.07^{\circ}$$

$$P_{2,in} = \frac{P_{2,out}}{2} = \frac{20000}{0.8} = 25000 \text{ [w]}$$

$$cos(f_2) = 0.85 \longrightarrow f_2 = 31.79^{\circ}$$

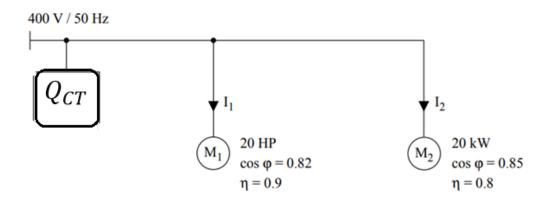
$$Q_{2,in} = P_{2,in} tan(f_2) = 25000 \cdot tan(31.79^{\circ}) = 15493.6 \text{ [wAR]}$$

$$Q_{C2} = P_{2,in} \left[tan(f_2) - tan(f_1)\right]$$

$$= 25000 \times \left[tan(31.79^{\circ}) - tan(23.07^{\circ})\right]$$

$$= 4846.68 \text{ [wAR]}$$

$$5 \times \text{[wAR]} \longrightarrow \text{[wAR]}$$



$$ST = P_{1,ih} + P_{2,ih} + j(Q_{1,ih} + Q_{2,ih})$$

$$= 16355.56 + 25000 + j(11409 + 15493.6)$$

$$= 41355.56 + j26903.4$$

$$= 49336.35 < 33^{\circ}$$

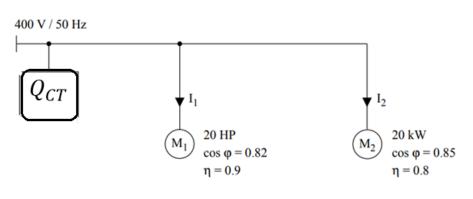
$$Q_{CT} = P_{T}(tan(P_{T}) - tan(P'))$$

$$= 41355.56(tan(33) - tan(23.07))$$

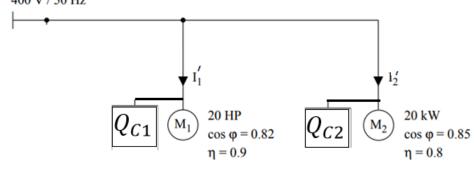
$$= 9242.56[VAR]$$

$$= 10K(VAR) \longrightarrow (5)$$

ب. قدرة المكثفات باتصال مجموعة.







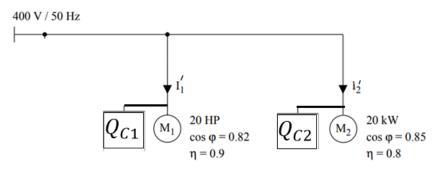
$$I_1 = \frac{P_{1,in}}{\sqrt{3} U \cos(4)} = \frac{16355.56}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.82} = 28.8 \text{ (A)}$$

$$T_i' = \frac{P_{i,in}}{\sqrt{3} U \cos(t')} = \frac{16355.56}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.92} = 25.7 [A]$$

$$I_2 = \frac{P_{2,in}}{\sqrt{3} U \cos(k)} = \frac{25000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.82} = 42.45 [A]$$

$$I_{2}^{1} = \frac{P_{2,in}}{\sqrt{3} U \cos(t')} = \frac{25000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.92} = 39.22 [A]$$

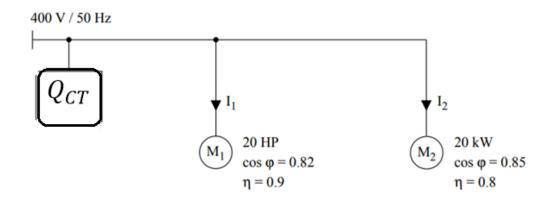
#### د. حساب التيار الاسمي(١٦٥ در٥١درد) للحمايات(١٦٨دررر) بحالة أ+ب.



$$I_{n,e} = 1.43I_{c_1} = 1.43 \times 7a = 10.32 G$$

$$I_{c_2} = \frac{Q_{c_2}}{\sqrt{3} \, \text{U}_L} = \frac{5000}{\sqrt{3} \, \text{400}} = 7.2 \, \text{(A)}$$

$$I_{h,t} = 1.43I_{c_2} = 1.43 \times 72 = 10.32 \text{ CA}$$



$$I_{c_7} = \frac{Q_{c_7}}{\sqrt{3} \text{ UL}} = \frac{10,000}{\sqrt{3} \text{ 400}} = 14.43 \text{ (A)}$$

الاقان لمكنفات المصرك بتعسين عجوعة تكون [4] 16

# "تخطيط صحيح =توفير مالي"