LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 12 Issue 01
June 2024
ISSN 2958-6119

# تحسين معامل القدرة في المحطة رقم 2 لمصفاة الزاوية لتكرير النفط والغاز

على باللاغة [1] ، عبد الفتاح الغرياني [2] ، جمال العسكري [3]، عبد المعز الطرابلسي [4]، خالد السويحلي [5]
[1, 2, 3, 4] كلية التقنية الهندسية – جنزور، [5]المعهد العالي للعلوم والتقنية – مصراتة
Received 28 May 2024; revised 30 May 2024; accepted 01 June 2024

**ملخص**

يتناول هذا البحث أهمية جودة الطاقة والمشاكل المؤثرة عليها التي من ضمنها المحركات الحثية التي تسبب في زيادة القدرة الغير فعالة وما ينتج عنها من انخفاض بمعامل القدرة الكهربائية وتشوهات في شكل موجة الجهود والتيارات أي عدم استقراريه النظام.

يهدف هذا البحث إلى تحسين معامل القدرة بغرض التقليل من القدرة الغير فعالة بقدر الإمكان في جهة التوليد باستخدام مكثفات تربط على التوازي مع المحركات الحثية لتزويدها بهذه القدرة التي تحتاجها وبالتالي التقليل من انخفاض الجهود في الشبكة.

تصميم نموذج محاكاة للمحطة الفرعية رقم 2 بمصفاة الزاوية المغذية لوحدة التكرير القديمة وذلك باستخدام برنامج(MATLAB) ، ليتم رفع قيمة معامل القدرة من ( 0.9 – 0.7 ) بقدر الإمكان باستخدام طريقتين لربط المكثفات وهما الربط بالمجموعة والربط المفرد.

**كلمات المفتاحية**

**معامل القدرة، القدرة الفعالة، القدرة الغير فعالة، المحطة الفرعية، القدرة الظاهرية، المعوض الاستاتيكي التزامني للقدرة الغير فعالة، التيار متأخرا عن الجهد، هبوط في الجهد.**

## 1- مقدمة

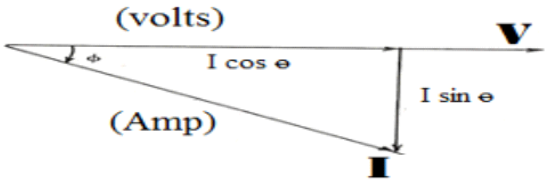
Electricity is the foundation of the urban progress of countries, and it can said that technological development in the electrical sciences, particularly in the field of generation and protection, has contributed directly to the advancement of all other areas: industry, agriculture, medicine, and other fields. The expansion of the use of electric energy has resulted in waste in many forms and causes. This research focused on one of the ways to reduce energy loss by improving the capacity factor. After several field visits to both the State Electricity Company, the Planning Department, the Western Tripoli Station, the corner refinery, and finally some private companies, such as the Arab Union Company and Challenge Feed Factory, it was found that there were design errors in many major distribution networks. We noted that the power factor not taken into account, particularly in the laboratories and workshops with three-wheel drives. This neglect causes a significant loss of energy, an overload of transmission lines, transformers, and generating plants, an increase in cost to the consumer, a decline in effort, and a decrease in the power coefficient. The method of improving the power coefficient was used to reduce energy loss initially by synergetic engines to compensate for the inefficient power generated by stimulant engines and reduce the loss in the grid, and then a method of connecting capacitors, respectively, and installing them with the grid at one or more sites along the transport line to eliminate part of the stimulant analytic reactors, followed by the use of parallel capacitors. However, one of the disadvantages of the method is that it causes a serious rise in effort, which requires care when using this method to prevent the occurrence of this


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

phenomenon. The last use of the statics for inefficient capacity (composed of the combination of a parallel-segregated cluster of capacitors by Thyristor) was developed into a synchronic static formula.

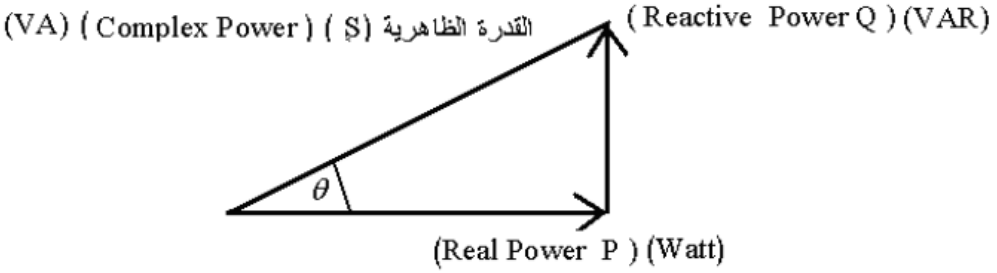
## 2- مثلث القدرة الكهربائية

عندما نتكلم عن القدرة الكهربائية نجد انها تنقسم الى ثلاث أنواع وهي )القدرة الفعالة، القدرة الغير الفعالة، والقدرة الظاهرية(، ومعامل القدرة كما العلاقة بين الجهد والتيار يكون لها ثلاث اوجه :الجهد يسبق التيار، الجهد متأخر عن التيار، ويمكن ان يكون كل منهما في نفس الحالة أي نفس زاوية الطور فلا يسبق اي منهما الاخر[2]، وعلى وجه العموم هناك زاوية تفصل بين الجهد والتيار تسمي زاوية الطور Θ كما هو مبين في الشكل التالي:




**الشكل (1) يوضح زاوية الطور بين الجهد والتيار**

ويمكن بالتالي تحليل التيار $I$ إلى مركبتين مركبة في اتجاه الجهد تساوي$I\cos\theta$ ومركبة عمودية على اتجاه الجهد تساوي$I\sin\theta$ . وتسمي مركبة التيار في اتجاه الجهد بالمركبة الفعالة للتيار اما مركبة التيار العمودية على اتجاه الجهد فتسمي المركبة غير الفعالة للتيار وبضرب كل قيمة من قيم التيار ومركباته في الجهد$V$ نحصل على المثلث المبين في الشكل التالي:




**الشكل (2) يوضح مثلث القدرة.**

وكل ضلع من اضلاع المثلث يمثل نوع من انواع القدرات الكهربائية الثلاث السابق ذكرها، وبدراسة هذا المثلث يمكن استنتاج الاتي:

Power Factor $(P.F)$ :

$$P.F = \cos\theta = \frac{P}{S} \quad \ldots\ldots (1)$$

P.F معامل القدرة. :

$\cos\theta$ جيب تمام الزاوية



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

## 3- معامل القدرة

يعرف معامل القدرة بانه النسبة بين القدرة الحقيقية ($KW$) والقدرة الظاهرية ($KVA$) المستخلصة من الحمل الكهربائي، كما يعرف ايضا بأنه زاوية إزاحة الطور بين التيار والجهد ويعتبر أنسب معامل لحساب مكونات القدرة الفعالة والغير الفعالة من التيار والجهد،

ومعامل القدرة لأي محرك مكتوب على لوحة بياناته الاسمية، (Name plate)وكما يمكن قياس معامل القدرة بواسطة أجهزة رقمية وتماثلية. يسبب انخفاض قيمة معامل القدرة زيادة في تيار الحمل الذي يسبب في فقدان للقدرة بالمنظومات الكهربائية. [2]

يمكن قياس معامل القدرة على أنه جيب تمام الزاوية بين الجهد والتيار، ويمكن تحديد معامل القدرة على النحو التالي:

$$\text{معامل القدرة} = \frac{\text{القدرة الفعالة } (KW)}{\text{القدرة الظاهرية } (KVA)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

تتراوح قيمة معامل القدرة بين الصفر (0) والواحد (1) مع وجود معامل قدرة مثالي أو نموذجي يتراوح بين 0.8 و0.95، ويمكن أن يكون معامل القدرة متقدما أو متأخرا اعتمادا على نوع الحمل (سعوي أو حثي) بطبيعته . [10]
يكون معامل القدرة منخفض بسبب تأثير الأحمال الحثية أو السعوية كما هو الحال مع الكوابل الطويلة التي لها ممانعة سعويه او المحركات الحثية التي لها ممانعة حثية، الامر الذي ينتج عنه تشوه في أشكال موجات التيار او ما تعرف بالتوافقيات الناتجة عن المعدات الالكترونية. [2]

## 4- عيوب معامل القدرة المنخفض. [4]

- زيادة حجم الموصل لنقل وتحويل نفس كمية القدرة بمعامل قدرة منخفض وعند جهد ثابت مع الحاجة إلى تيار حمل عالي للحفاظ على ثبات كثافة التيار ومعدل الزيادة للموصلات.
- تزداد نسبة المفقودات النحاسية في المعدات.
- يصبح تنظيم الجهد ضعيفا ويتسبب التيار الموجود في معامل القدرة المنخفض والمتأخر في نسبة انخفاض كبيرة في جهد مولدات التيار المتردد والمحولات وخطوط النقل مما يتسبب في إرسال قدرة منخفضة للمستهلك.

## 5- فوائد تحسين معامل القدرة

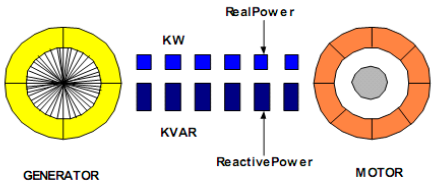
- تقليص قيمة القدرة المستهلكة. [6]
- تفادي غرامات شركة الكهرباء المتعلقة بمعامل القدرة المنخفض.
- تخفيض أو تقليل الخسائر .
- تخفيض القدرة الغير فعالة بمنظومات التوزيع والشبكة العامة.
- توفير مستويات مستقرة للجهد بتخفيض التأثير الحثي للأحمال المربوطة بالشبكة
- نظرا للتقليل من قيمة التيار فإن خسائر الحرارة الناتجة من التيارات العالية في الموصل سوف تكون في حدها الأدنى .
- خسائر القدرة سوف تكون في حدها الأدنى .
- تحسين كفاءة الشبكة العامة. [7]

## 6- أضرار انخفاض معامل القدرة.

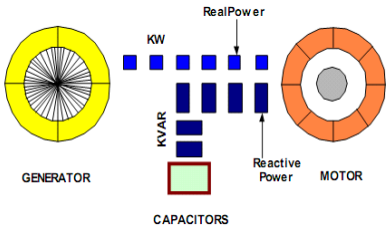
معامل القدرة المتدني له عدة متتابعات سلبية تقلل الكفاءة وتزيد تكاليف التشغيل للمحطات والاحمال وأهم الاضرار الاقتصادية هي وجود الغرامة لمعامل القدرة المتدني مع المشاكل الأخرى. [6]


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

## 7- عرض المشكلة وحله. [10]




يوضح الشكل (3) تمثيل لمحرك حثي تحت ظروف التحميل العادية بدون تحسين.




يوضح الشكل (4) تمثيل لمحرك حثي مع مكثف للتحسين.

## 8- المحطة الفرعية رقم 2 المغذية لوحدة التكرير القديمة.

تعتبر هذه المحطة واحدة من ستة مصادر التحويل للشبكة العامة للمصفاة حيث تتكون من ثلاثة محولات رئيسية وتتغذى من قضيب التوزيع الرئيسي بجهد قدره 6.6 كيلو فولت ويتم تحويل هذا الجهد الى 0.4 بواسطة المحولات الخافضة للجهد.
وكلٌ من المحولات TR2A - TR2B يقومان بعملية التحويل بينما TR2C محول احتياطي وقدرة كل محول ومعظم أحماله حثية ومحركات حثية ثلاثية الطور. [6]

## 9- أحمال المحطة.

تعمل أحمال هذه المحطة على جهد 6.6 كيلو فولت وقمنا بترتيب هذه الاحمال وخصائصها الكهربائية على النحو التالي[7] [9] :

الجدول رقم (1) يوضح احمال المحطة رقم2 .

| *Load* | *P (KW)* | *I_FL (A)* | *S ((KVA)* | *Q (KVAR)* | *$I_S$ ( A)* | *SPEED (r.p.m)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10MP3A.B | 90 | 167 | 120 | 79.37 | 1002 | 2970 |
| 10MP5A.B | 132 | 245 | 176 | 116.41 | 1470 | 2480 |
| 111MC.A.B | 145 | 270 | 193.33 | 127.87 | 1620 | 1485 |
| 20MP.A.B | 110 | 204 | 146.66 | 97.01 | 1224 | 2975 |
| 20MP5A.B | 132 | 245 | 176 | 116.41 | 1470 | 1480 |
| 21MP6A.B | 90 | 167 | 120 | 79.37 | 1002 | 2970 |
| 30MP1A.B | 143 | 265 | 190.66 | 126.11 | 1590 | 1500 |
| 30MP2A.B | 110 | 204 | 146.66 | 97.01 | 1224 | 2975 |


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

$I_{S=}6I_{FL}$.....(3)

حيث ان:

تيار الحمل الكلي - Is : تيار البدء للمحرك $I_{FL}$

## 10- التحقيق في المشكلة عن طريق التحليل النظري وحساب معامل القدرة

يتم حساب معامل القدرة لجميع الأحمال الموجودة في المحطة رقم 2 وذلك تبعا للقيم أو القراءات التي تم الحصول عليها من خلال أجهزة القياس الموجودة في غرفة التحكم على شاشة العرض وذلك وفقا للترقيم الموجود لكل محرك بالمحطة.

- المحرك رقم 10MP3AB الذي يعمل على جهد380 فولت وسرعة 2970 لفة في الدقيقة وقدرة ظاهرية 120 وقدرة حقيقية 90 يمكن حساب معامل القدرة عن طريق المعادلة رقم (1) المتمثلة في.

$$PF = \frac{P}{S} \text{ ،}$$

$$PF = \frac{90}{120} = 0.75\ lag \quad \text{..... (4)}$$

- المحرك رقم 10MP5AB الذي يعمل على جهد 380 وسرعة 2480 لفة في الدقيقة وقدرة ظاهرية 176وقدرة حقيقية 132 يتم حساب معامل القدرة.

$$PF = \frac{P}{S} \text{ ،}$$

$$PF = \frac{182}{176} = 0.7\ lag \quad \text{..... (5)}$$

- المحرك رقم 11MCAB الذي يعمل على جهد380 فولت وسرعة 1485 لفة في الدقيقة وقدرة ظاهرية 193.33 وقدرة حقيقية 145 يتم حساب معامل القدرة.

$$PF = \frac{P}{S} \text{ ،}$$

$$PF = \frac{145}{193.33} = 0.75\ lag \quad \text{..... (6)}$$

## 11- نموذج المحاكاة (Simulink) للمحطة الفرعية رقم 2.

بعد أن تم حساب قيمة القدرة الغير فعالة ومعامل القدرة لكل محرك في المحطة وذلك باستخدام طريقة الجدول ولذلك سوف يتم تبني جميع القيم والنتائج السابق ذكرها في هذا النموذج.



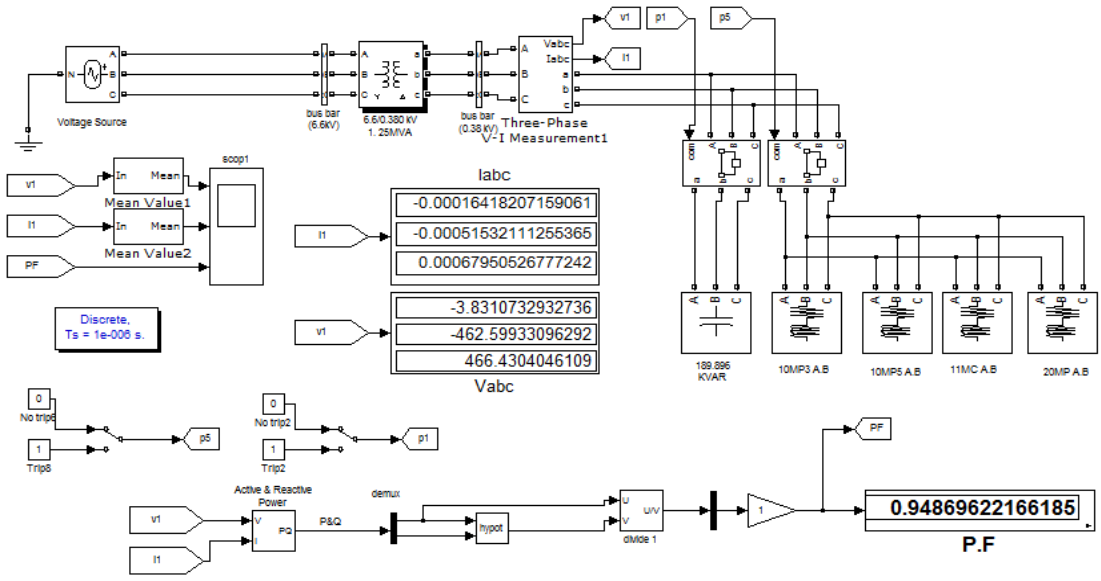
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

حيث سيتم استخدام نموذجين محاكاة في هذه المحطة وهما كالآتي:

- التعويض في مجموعة.
- التعويض المفرد.

**أولا / التعويض في مجموعة.**

في هذا النموذج سوف يتم استخدام مكثف واحد لتعويض القدرة الغير فعالة لجميع المحركات وذلك بجمع القدرة الغير الفعالة لجميع المحركات وإدخال قيمتها في المكثف، كما موضح في الشكل التالي :




**الشكل (5) يوضح التعويض في مجموعة للمكثفات ونتيجة معامل القدرة عن طريق المحاكاة باستخدام برنامج الماتلاب(Simulink) .**

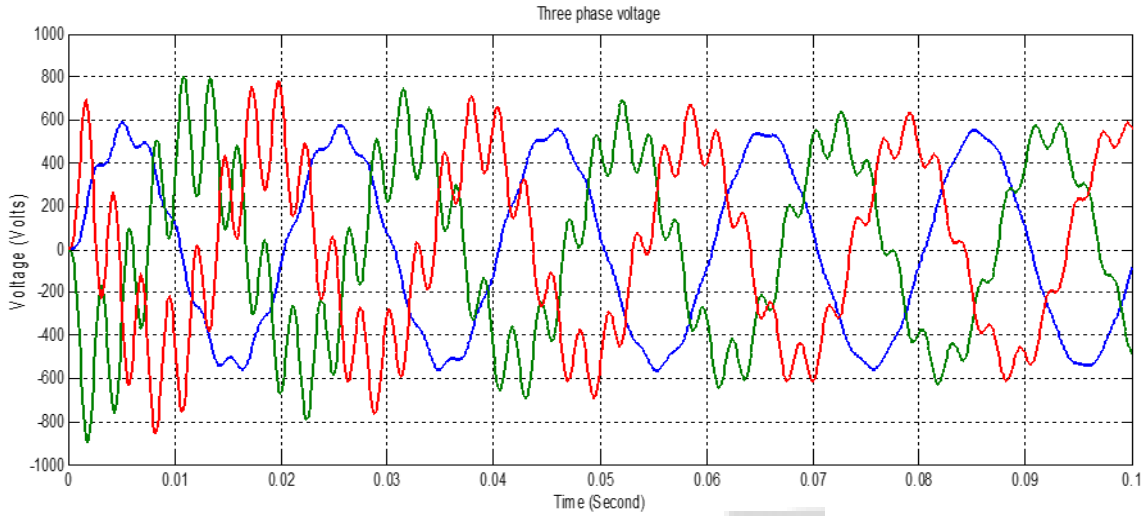
**نتائج التعويض في مجموعة للمكثفات.**

الجدول رقم 2 يوضح مقارنة لنتائج القدرات قبل وبعد استخدام طريقة التعويض في مجموعة.

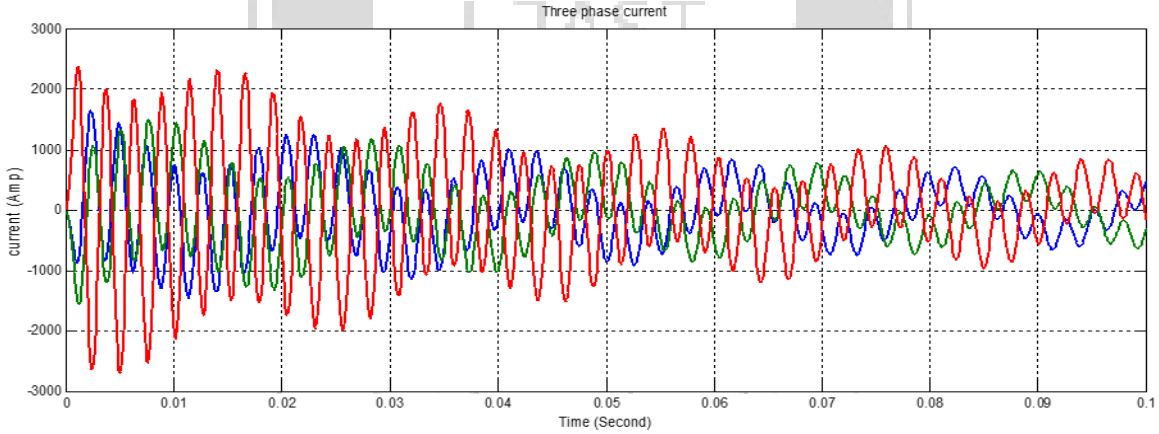
| الوصف | قبل التحسين | بعد التحسين |
|---|---|---|
| Power factor - P.F | *0.59* | *0.94* |
| Real power - P (MW) | *0.477* | *0.477* |
| Reactive Power - Q (MVAR) | *0.652* | *0.172* |
| Complex Power - S (MVA) | *0.808* | *0.507* |
| Phase Angle – (Θ) | *53.84˚* | *18.43˚* |



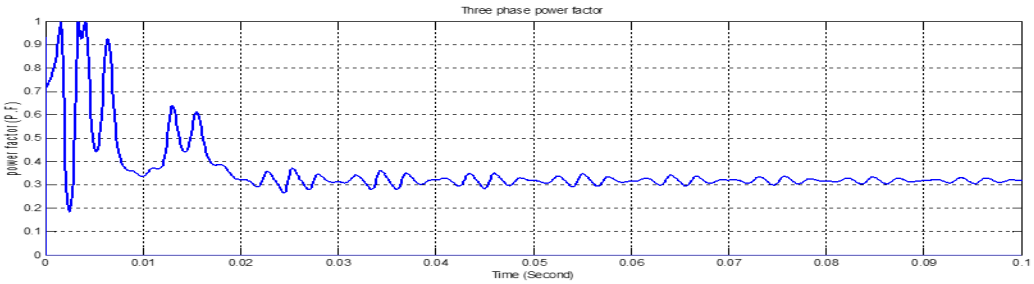
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية




الشكل (6) موجات الجهود ثلاثية الطور قبل التحسين.




الشكل (7) موجات التيارات قبل التحسين.

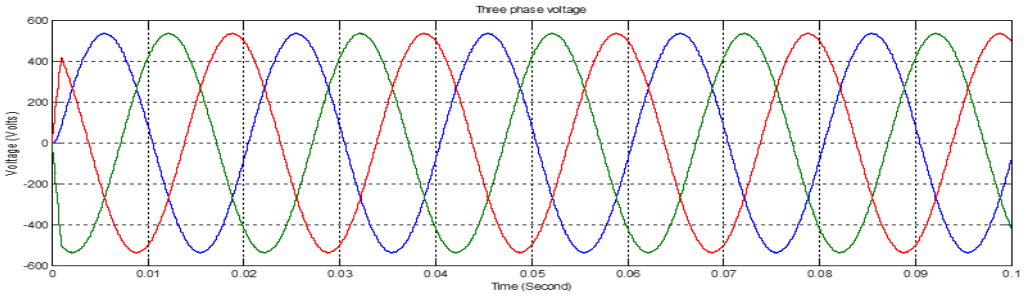



الشكل (8) يوضح موجة معامل القدرة قبل التحسين

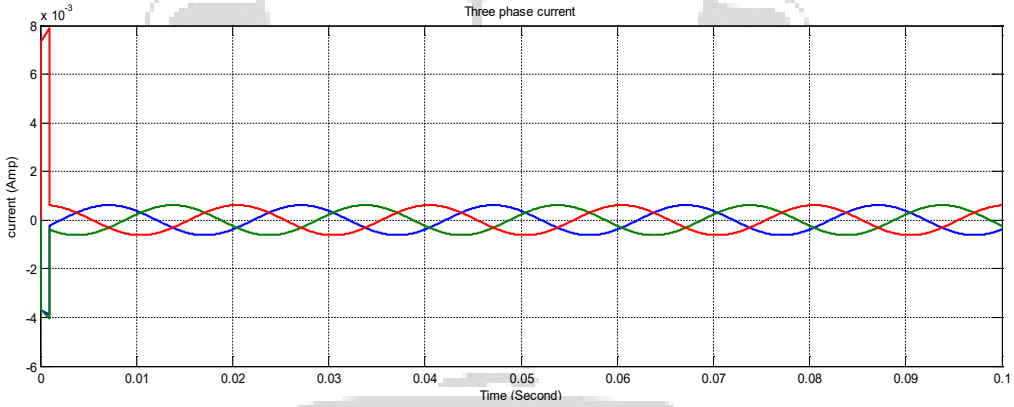


Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

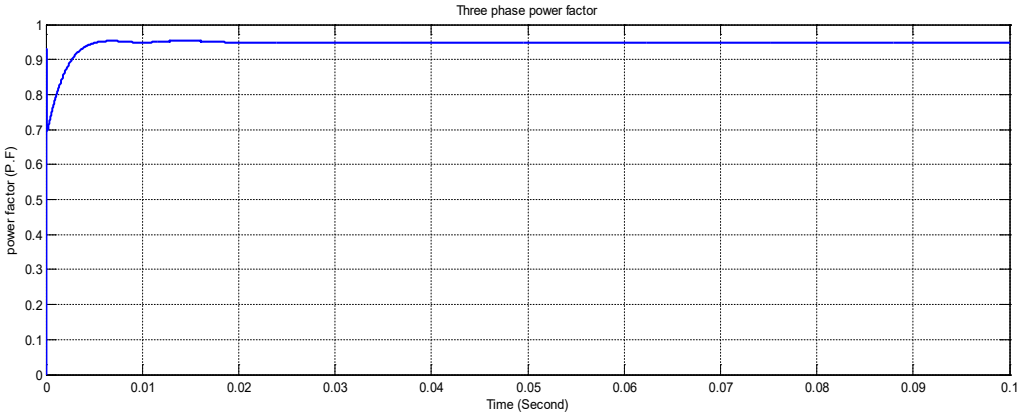
الاشكال التالية توضح الفرق في النتائج بعد التحسين عن طريق المحاكاة باستخدام برنامج الماتلاب(**Simulink**) .




**الشكل (9) يوضح موجات الجهود بعد التحسين.**




**الشكل (10) يوضح موجات التيارات بعد التحسين.**



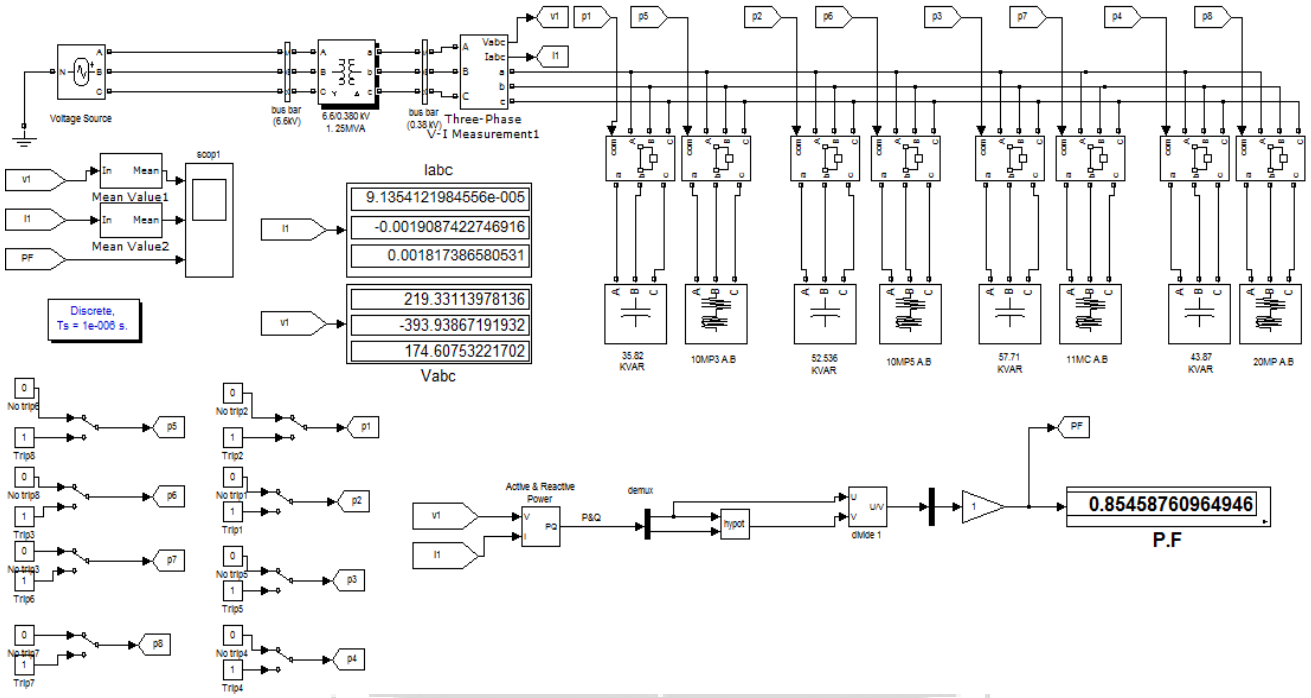

**الشكل (11) يوضح موجة معامل القدرة بعد التحسين.**



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

**ثانيا / التعويض المفرد للمكثفات.**

في هذا النموذج سوف يتم استخدام مكثف لكل محرك لتعويض القدرة الغير فعالة لها وذلك نظرا للقيم التي تم تبنيها من النتائج السابقة كما موضح بالشكل التالي الشكل رقم (12) :




**الشكل (12) يوضح التعويض المفرد للمكثفات ونتيجة معامل القدرة عن طريق المحاكاة باستخدام برنامج الماتلاب. (Simulink)**

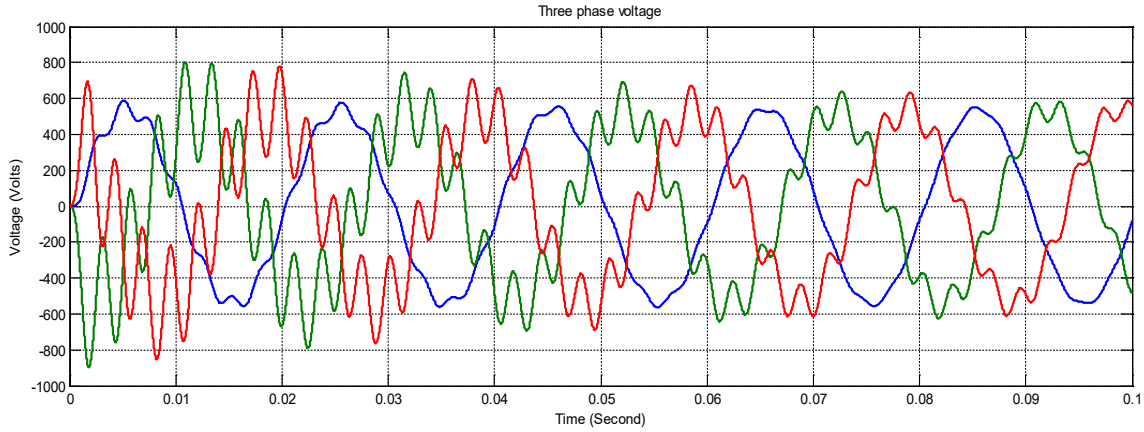
**نتائج التعويض المفرد للمكثفات.**

الجدول رقم 3 يوضح مقارنة لنتائج القدرات ومعامل القدرة وزاوية الطور قبل وبعد استخدام طريقة التعويض المفرد.

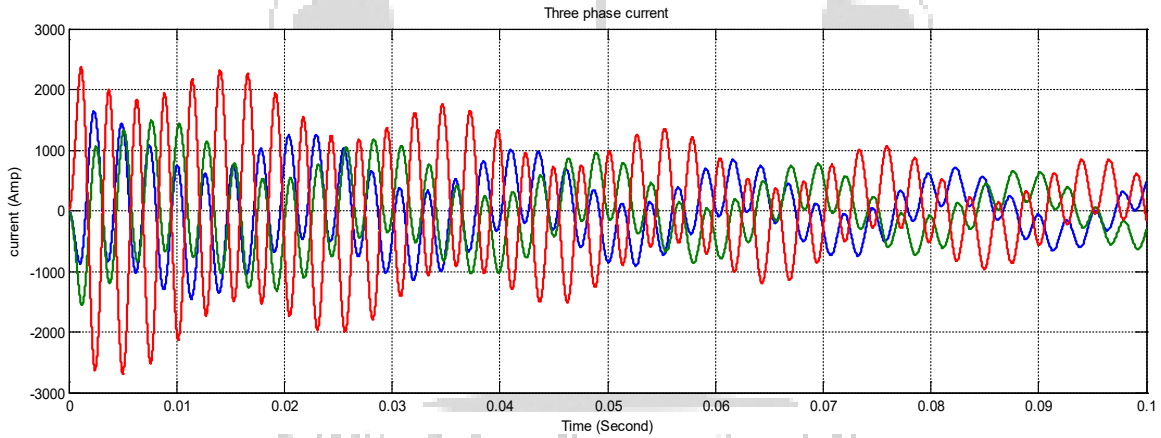
| الوصف | قبل التحسين | بعد التحسين |
|---|---|---|
| Power factor - P.F | *0.60* | *0.94* |
| Real power - P (MW) | *0.477* | *0.477* |
| Reactive Power - Q (MVAR) | *0.636* | *0.172* |
| Complex Power - S (MVA) | *0.795* | *0.507* |
| Phase Angle – (Θ) | *53.13˚* | *18.43˚* |



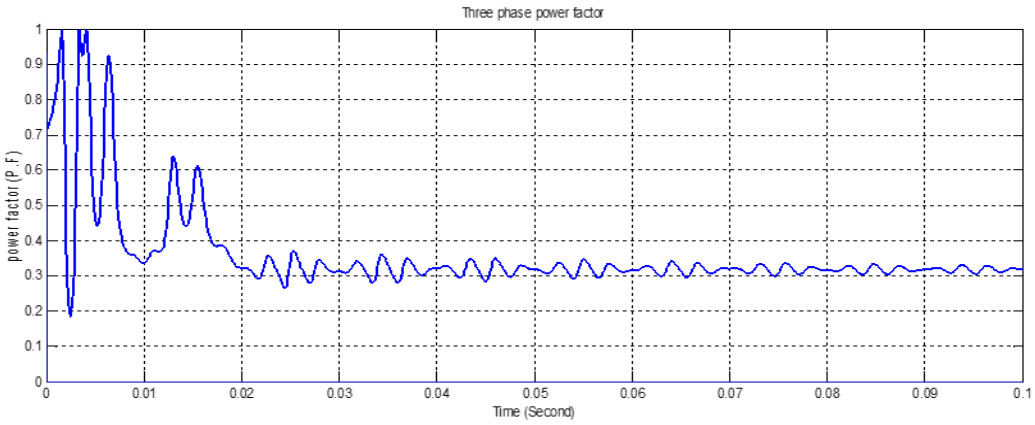
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية




الشكل (13) يوضح موجات الجهود قبل التحسين



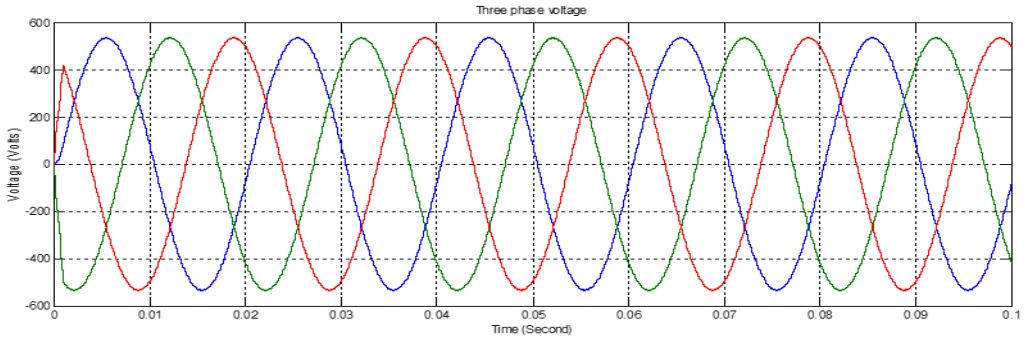

الشكل (14) يوضح موجات التيارات قبل التحسين



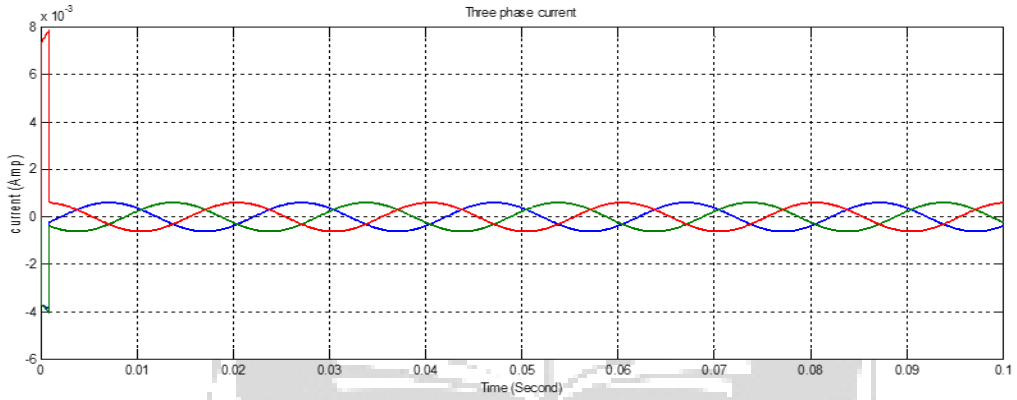

الشكل (15) وضح موجة معامل القدرة قبل التحسين



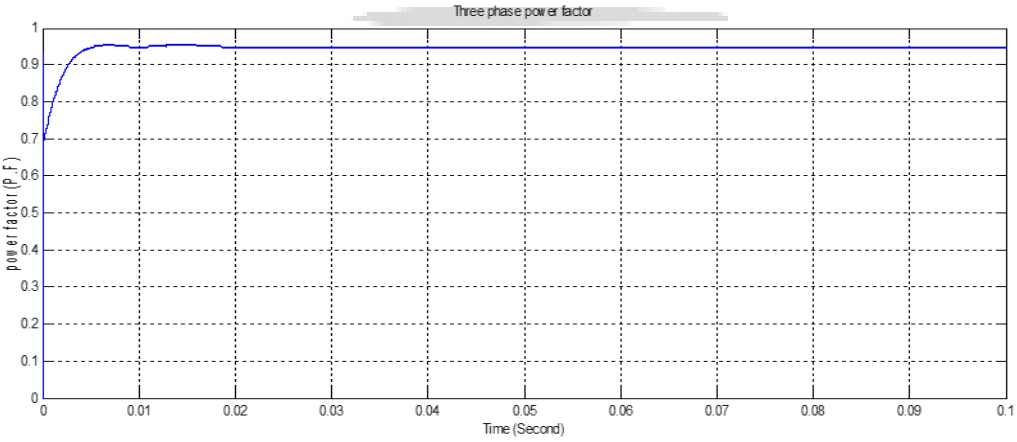
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية




الشكل (16) يوضح موجات الجهود بعد التحسين




الشكل (17) يوضح موجات التيارات بعد التحسين.




الشكل (18) توضح موجة معامل القدرة بعد التحسين.



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

## 12- الاستنتاج

تم من خلال هذه البحث التعرف على الطرق العديدة لتحسين معامل القدرة التي أصبحت موضوع مهم جدا خلال السنوات الأخيرة مع زيادة الأحمال الحثية التي تستهلك قدرة غير فعالة كبيرة جدا مما تؤدي لانخفاض معامل القدرة وهذا يؤثر على جودة الطاقة.

كما تعرفنا على أهمية برامج المحاكاة MATLAB من خلال تصميم نماذج للمحطات الفرعية التي تكون قريبة جدا من الواقع العملي مع وجود نسبة خطأ بسيطة، ولكن بوجود مثل هذه البرامج يمكننا محاكاة أي محطة أو شبكة قبل وبعد تصميمها لأخذ الاحتياطات والتدابير اللازمة لحمايتها من أي مشاكل متوقع حدوثها وحساب قيمة الأحمال والقدرات ومعامل القدرة والهبوط في الجهد.

النتائج التي توصلت اليها الورقة العلمية كالتالي:

- معرفة قيمة المفقودات الحاصلة في المحطة الفرعية رقم 2 والتقليل منها.
- رفع قيمة معامل القدرة من 0.7 إلى 0.9 بواسطة ربط مكثفات التوازي.
- تقليل هبوط الجهد الحاصل في شبكة التوزيع العامة بنسبة.(30%)
- تحديد المكان المناسب لربط المكثفات.
- اكتساب خبرة أكثر في كيفية استخدام برامج المحاكاة وحالات استخدامها.

بناء على ما توصلت اليه الورقة نقترح القيام بالدراسات التالية:

- دراسة جميع طرق تحسين معامل القدرة بشكل أوسع وأكثر.
- استخدام نموذج محاكاة لكل طريقة وإجراء مقارنات بين كل منها.
- معرفة مزايا وعيوب كل واحدة وتكلفتها الاقتصادية.
- محاولة إجراء دراسات شاملة للتوافقيات والاستقرارية وعلاقتهم بمعامل القدرة .

LJAST
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

## المراجع

1 ( المكثفات) تحسين معامل القدرة - ( د .عبدالمنعم موسي - دار الراتب الجامعية) بيروت – لبنان - الطبعة الأولى - سنة 1994.
2 (قوي كهربائية) تقنية التوزيع الكهربائي - (المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني - المملكة العربية السعودية.
3 المكثفات وتحسين معامل القدرة – د .م .كاميليا يوسف - دار الكتب المصرية.
4 الفقد في الطاقة الكهربائية - أ .د .محمود جيلاني – الطبعة الأولى سنة. 2011
5 أساسيات الدرات الكهربائية – د .محمد خليل أبوزلطة – دار الإعصار العلمي للنشر والتوزيع - الطبعة الأولى - سنة. 2010
6 الأسس العملية في التركيبات الكهربائية – م .أحمد عبد العال – دار النشر للجامعات المصرية – الطبعة الأولى1993 –



Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

7 أرشيف مصفاة الزاوية – مصفاة الزاوية.

ASEA –REACTIVE POWER COMPENSATION DEVLOPMENT-1981 8

POWER CAPACITORS BRITISH INSULATED CALLENDERIS CABLES, LIMITD NORFOLK HOUSE, NORFOLK STREET LONDON -1954 9

POWER ELECTRONICS IN ELECTRIC UTILITIES- STATIC VAR COMPENSATOR, LASZLO GYUGUI. 10



**Copyright © LJAST**

**حقوق الطبع محفوظة**
**لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية**