مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (1) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (1) 2007

# تأمين الطلب على الطاقة الكهربائية من خلال الإدارة المثلى للحمولات الكهربائية

**الدكتور جورج اسبر•**
**الدكتور عمر حمندوش••**
**أحمد الجربوع•••**

**(تاريخ الإيداع 18 / 12 / 2006. قبل للنشر في 2007/4/12)**

## □ الملخّص □

تم تطبيق منهجية علمية دقيقة لدراسة الطلب على الطاقة في أنظمة عمل الشبكات الكهربائية بهدف تقليل الهدر الحاصل في الاستهلاك الكهربائي غير المنظم. حيث قمنا بدراسة الشركة العربية لصناعة أسمنت بحلب كمثال نموذجي دراسة كهربائية واقعية و ميدانية من خلال التعرف على التجهيزات الكهربائية /المحركات/ في أقسام المعمل واستطاعتها الاسمية، ثم قمنا برصد الحمولات الكهربائية لكل قسم من أقسام الشركة ورسمنا بالاعتماد على برنامج /EXEL/ منحنيات الأحمال اليومية خلال أيام معينة من السنة (2006-2005) قبل وبعد إزاحة الحمولات، وتمكنا من خلال استنباط بعض الطرق العلمية من تقليص الفارق في حمل الذروة وتقليل الهدر في الطاقة وتحسين عامل الاستطاعة للمعمل ككل.

وقد بينت النتائج والحسابات الأولية بأن تطبيق هذا الإجراء العلمي الجديد يؤدي إلى خفض حمل الذروة بحدود **(28 % )** على الجهد0.4kv و تحسين قيم **(cosφ )** للمنشأة لتصبح ضمن الحدود المطلوبة.

**الكلمات المفتاحية:** إزاحة قمة الحمل – ترشيد الطاقة – الإدارة المثلى للحمولات.

• أستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
•• أستاذ في قسم نظم القدرة الكهربائية، كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية، جامعة حلب، سورية.
••• طالب ماجستير، قسم هندسة الطاقة الكهربائية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (29) العدد (1) 2007
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (29) No. (1) 2007

# Securing the Demand for Electrical Energy Through the Optimal Management of the Electrical Loads

**Dr. George Isber** •
**Dr. Omar Hamandosh** ••
**Ahmad Ali Jarbouh**•••

**(Received 18 / 12 / 2006. Accepted 12/4/2007)**

## □ ABSTRACT □

The research introduces a scientific accurate method to study the demand for the electrical energy in electrical function networks. The aim of the study is, on one hand, to reduce spending in the unregulated electrical consumption in both its types / home-industry / and on other hand, to lighten the load on the main electrical network, as well as to postpone building of huge generating power stations that need enormous amounts of money. This method depends on shifting some electrical loads form the peak load time to other time of day.

This study was applied in the Arabian Company for Cement Industry in Aleppo city.

We have already studied the company in an electrical aspect by taking some measurements of the electrical equipments / motors / in the factory's departments, for example, the nominal power of motors, etc. Then we have achieved an observation the electrical loads of each department and drawn some graphs of daily loads using a software program /Exel/ during certain days of years /2005-2006/ before and after load shifting. So we reduced the difference in the peak load through finding out some scientific methods. As result, we could lighten the energy consumption and improve the power factor of the entire factory.

The primary calculations and results show that by applying this new method, the peak load could be reduced about 28% at the 0.4kv and the power factor /cosφ/ of the factory could be improved to become within the required limits.

**Key Words**: Shifting of loads top, Energy guidance, ptimal management of loads.

• **Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia , Syria.**
•• **Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Electrical and Electronic engineering, Aleppo University – Aleppo - Syria.**
••• **Postgraduate Student, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Electrical and Electronic Engineering, University of Aleppo, Aleppo, Syria.**

## المقدمة:

تم في هذا البحث تقديم منهجية علمية دقيقة لدراسة الطلب على الطاقة في أنظمة عمل الشبكات الكهربائية من خلال الإزاحة الكهربائية للحمولات الكهربائية في المنشأة المدروسة ( الشركة العربية لأسمنت حلب ). وذلك بهدف تقليل الهدر الحاصل في الاستهلاك الكهربائي غير المنظم بنوعيه /المنزلي– الصناعي/ من جهة وتخفيف الحمل على الشبكة الكهربائية الرئيسة من جهة ثانية، بالإضافة لتأجيل بناء محطات توليد كبيرة تحتاج مبالغ مالية طائلة، حيث تعتمد هذه المنهجية على إزاحة بعض الحمولات الكهربائية من أوقات حمل الذروة إلى خارج تلك الأوقات[3].

إن التوليد للطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها على المستهلكين المختلفين يؤدي بكل تأكيد إلى حدوث مفاقيد للطاقة الكهربائية في التجهيزات المختلفة للنظام الكهربائي تتراوح قيمته في الدول المتقدّمة صناعياً بين 5–10% من الطاقة المستهلكة، بينما في الدول النامية تتراوح قيمة هذه المفاقيد إلى أكثر من 20% من الطاقة المستهلكة، لذلك تعتبر مسألة إدارة الطلب على الطاقة الكهربائية من المسائل الهامة في مجال الاستثمار الأمثل للطاقة بهدف ترشيد استهلاكها، وذلك باستخدام تكنولوجيا وبرامج علمية هادفة من خلال:

- تغيير شكل منحني الحمل اليومي و السنوي.
- تحسين كفاءة الطاقة الكهربائية.
- الاهتمام ببرامج تشجيع المستهلكين على ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية.

## أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى تقديم منهجية علمية يمكن استخدامها لتحقيق الإدارة المثلى للحمولات الكهربائية بغية تخفيض الطلب على الطاقة الكهربائية أثناء حمولات الذروة المسائية والعمل على تسوية منحنى الحمل اليومي وجعل الفارق بين الحمولات الأعظمية والحمولات الاصغرية أقل ما يمكن.

تعتبر دراسة الحمولات الكهربائية وإدارتها من المسائل المهمة في مجالي استثمار أنظمة التغذية الكهربائية الحديثة وتطويرها، حيث يتمثل الهدف الأساسي من إدارة الحمولات الكهربائية لمنشأة ما ( سكنية – صناعية ) بتغيير شكل منحني الحمل اليومي لهذه المنشأة بما يخدم متطلبات تقليل الطلب على الطاقة الكهربائية في أوقات الذروة الأعظمية حيث تتم إزاحة بعض الحمولات لتعمل خارج تلك الأوقات، وهذا ينعكس بشكل إيجابي على الاستثمار الأمثل لمصادر الطاقة الكهربائية، ويؤخر بناء محطات توليد الطاقة الكهربائية، ويوفر مبالغ مالية هائلة على الاقتصاد الوطني.

لذلك من هنا تتجلى أهمية هذا البحث الموجه لجعل الفارق بين ذروة الحمل اليومية الأعظمية والاصغرية أقل ما يمكن، من خلال الإدارة المثلى للحمولات الكهربائية، مما ينعكس بشكل إيجابي على الاستثمار الأمثل للطاقة الكهربائية والحد من صرف أموال هائلة، لبناء محطات توليد جديدة تغطي الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية.

## طريقة البحث:

قمنا في هذا البحث بدراسة الشركة العربية لصناعة أسمنت حلب كمنشأة صناعية، حيث درسنا سير العملية التكنولوجية في أقسام المعمل من خلال التعرّف على المحركات الموجودة في كل قسم، ثم قمنا برصد الحمولات الكهربائية لهذه المنشأة وحللناها ورسمنا منحنيات الأحمال اليومية الموافقة خلال أوقات حمل الذروة وخارجها على مدار السنة باستخدام جهاز محلّل الطاقة عبر القياس المباشر، ثم قارنا المنحنيات الناتجة قبل و بعد الإزاحة، فتمكنّا من

التوصل إلى فوارق حقيقية في الزيادات الحاصلة في الطاقة الكهربائية، وهذا مهّد الطريق للتوصل إلى نتائج واقعية في تخفيض الطلب على الطاقة الكهربائية، وترشيد استهلاكها من خلال أدارة هذه الحمولات ونمذجتها باستخدام برنامج حاسوبي بلغة /EXEL/.

## سير العملية التكنولوجية في أقسام المعمل:

الموقع الجغرافي للمعمل ومراحل الإنتاج:

يقع المعمل في منطقة الشيخ سعيد على بعد حوالى 20km إلى الجنوب الشرقي من مدينة حلب، وقد تأسس المعمل عام 1980م، وهو يقوم بإنتاج الإسمنت البورتلاندي وفق المواصفات القياسية السورية المعتمدة رقم / 1877 /، وهو يعمل بنظام الورديات (ثلاث ورديات في اليوم)، حجم الإنتاج التصميمي حوالى (3500 طن أسمنت / يوم).

تمر عملية إنتاج الاسمنت بالمراحل الآتية:

1- مرحلة المقلع
2- مرحلة الكسّارات
3- مرحلة مستودع التخزين
4- مرحلة القبّانات
5- مرحلة طحن المواد الأولية
6- مرحلة الفرن
7- مرحلة طحن الكلينكر ( الإسمنت )
8- مرحلة التعبئة

ويتلقى المعمل التغذية الكهربائية من محطة التحويل الرئيسة 6/66 ك.ف وهذه المحطة تتغذى بخطين توتر 66 ك.ف وتحوي المحطة على ثلاث محولات استطاعة كل منهما 16 ميغافولط أمبير، محولتين في الخدمة بشكل مستمر والثالثة احتياطية. وكل محولة تغذي أربع محطات فرعية مباشرة بتوتر 6 ك.ف.

نظام الإنارة في المحطة الرئيسة يتم عبر ثلاث محولات 0.4/6 ك.ف واحدة في المعمل واثنتان احتياط استطاعة كل محولة 250 ك.ف.أ إنارة المعمل والشوارع فتتم عبر محولتين للإنارة وتتغذّى إحداهما الأفران استطاعتها 630 ك.ف.أ والثانية من الإسمنت 250 ك.ف.أ.

## الحمولات الكهربائية في أقسام الشركة:

**الجدول (1) يبين الحمولات الكهربائية للشركة على الجهدين 0.4kv – 6kv**

| القسم | الجهد KV | الاستطاعة KW |
|---|---|---|
| الكسّارات | 6 | 4200 |
| الكسّارات | 0.4 | 1978.9 |
| مستودع التخزين | 0.4 | 988.8 |
| القبّانات | 0.4 | 141.3 |
| طحن المواد الأولية | 6 | 12840 |
| طحن المواد الأولية | 0.4 | 1386 |
| الأفران | 6 | 5190 |
| الأفران | 0.4 | 1426.8 |
| التعبئة | 0.4 | 1224.44 |
| طحن الأسمنت | 6 | 7360 |
| طحن الأسمنت | 0.4 | 1599.36 |
| المراجل | 0.4 | 267.4 |
| المياه | 0.4 | 776 |
| الحلّايات | 0.4 | 534 |
| الفيول | 0.4 | 564.8 |
| الآبار | 0.4 | 178 |
| الإنارة | 0.4 | 138.345 |
| الحمل الكلّي | 6 – 0.4 | 40794.181KW=40.794181MW |

## الدراسة التحليلية لمنحنيات الأحمال ( الجهد 0.4kv ):

**1- قسم الكسّارات:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- الناقل المعدني قبل الكسّارة p=26kw

2- الناقل المطّاطي تحت الكسّارة p=11.5kw

3- فلتر غرفة واحدة عدد ثلاثة p=1.1 × 3=3.3kw

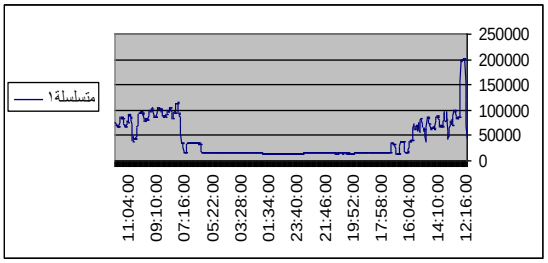
Pt= 40.8kw ←

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

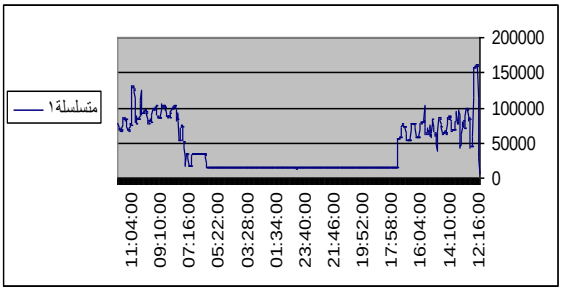
- الخط الواحد p =989.45kw - الخطين p =1978.9kw

**الجدول (2) و الشكل (1) يظهران معطيات و نتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/6/6 م**

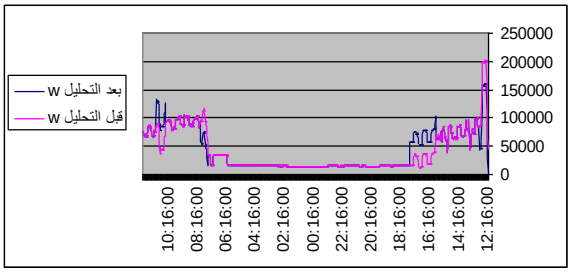
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة (w) | الاستطاعة بعد الإزاحة (w) |
|---|---|---|
| 12:16 | 46264.92 | 5464.92 |
| 12:18 | 71633.66 | 30833.66 |
| 12:20 | 121434.5 | 80634.5 |
| 12:22 | 153734.7 | 112934.7 |
| 12:24 | 199496.3 | 158696.3 |
| 12:26 | 201469.9 | 160669.9 |
| 12:28 | 200685.9 | 159885.8 |
| 12:30 | 201215.1 | 160415.1 |
| 12:32 | 200688.8 | 159888.8 |
| 12:34 | 199925 | 159125 |
| 12:36 | 198440.6 | 157640.6 |
| 12:38 | 197000.6 | 156200.6 |
| 12:40 | 198771.5 | 157971.5 |
| 12:42 | 154220.3 | 113420.3 |
| 12:44 | 98165.49 | 57365.49 |
| 12:46 | 86950.18 | 46150.18 |
| 12:48 | 86918.17 | 46118.17 |
| 12:50 | 86677.91 | 45877.91 |
| 12:52 | 84370.71 | 43570.71 |
| المجموع | 2788064.77 | 2012864.24 |




**الشكل (1- أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (1- ب)بعد الإزاحة**




**الشكل (1- ج ) قبل و بعد الإزاحة**

**2- قسم مستودع التخزين:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- الناقل البازلت p=45kw

2- القاشط ( حركة سريعة – حركة بطيئة) p=8+2.2=10.2kw

3- السلسلة الصغيرة لرفع المواد p=18.5kw

4- عربة البازلت p=11kw

5- ناقل واحد أسفل سيلوات الرمل p=5.5kw

Pt=90.2kw

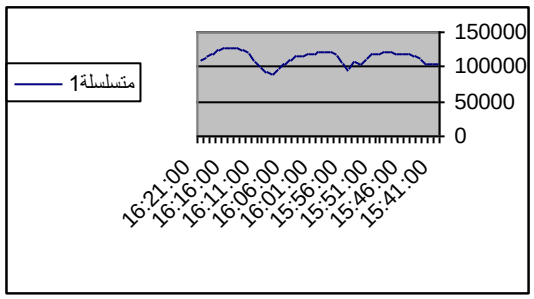
- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=494.4kw

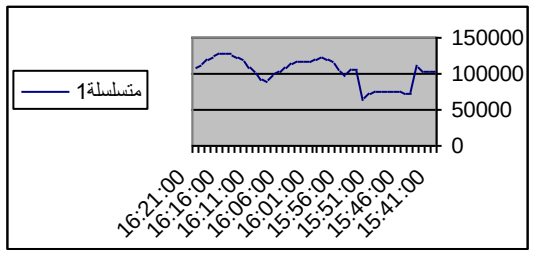
- الخطين p=988.8kw

**الجدول (3) و الشكل (2) يظهران معطيات و نتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/6/10 م**

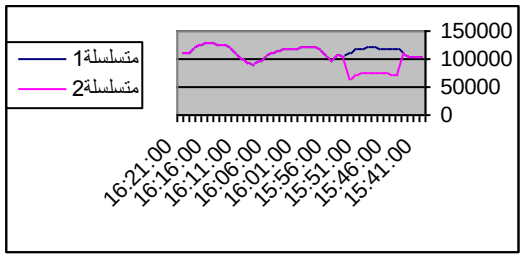
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة (w) | الاستطاعة بعد الإزاحة ( w) |
|---|---|---|
| 15:45 | 116595.8 | 71595.8 |
| 15:46 | 118016.4 | 73016.4 |
| 15:47 | 118624.7 | 73624.7 |
| 15:48 | 119071.5 | 74071.5 |
| 15:49 | 119876.3 | 74876.3 |
| 15:50 | 120248.4 | 75248.4 |
| 15:51 | 118919.6 | 73919.6 |
| 15:52 | 117653.5 | 72653.5 |
| 15:53 | 110105.5 | 65105.5 |
| المجموع | 1059111.7 | 654111.7 |




**الشكل (2-أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (2-أ ) بعد الإزاحة**




**الشكل (2-أ ) قبل وبعد الإزاحة**

**3- قسم القبّانات:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-الناقل المعدني لقبّان الحجر الكلسي p=11kw

2-الناقل المطّاطي لقبّان الحجر الكلسي p=2.2kw

3- الناقل المعدني لقبّان البازلت p=7.5kw

Pt=20.7kw

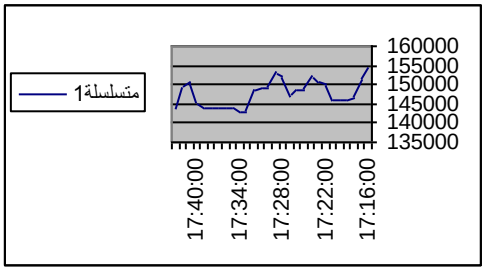
- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=70.65kw

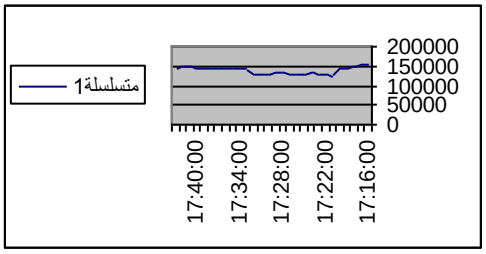
- الخطين p=141.3k

**الجدول (4) و الشكل (3) يظهران معطيات و نتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/7/5م**

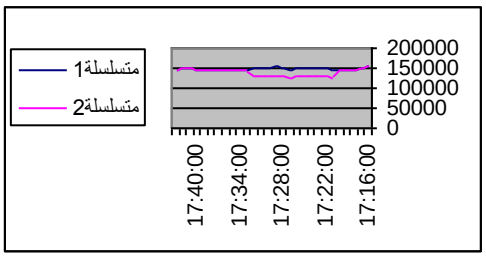
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة (w) | الاستطاعة بعد الإزاحة (w) |
|---|---|---|
| 17:21 | 145758.3 | 125058.3 |
| 17:22 | 149974.3 | 129274.3 |
| 17:23 | 150538.8 | 129838.8 |
| 17:24 | 152354.5 | 131654.5 |
| 17:25 | 148489.6 | 127789.6 |
| 17:26 | 148364.6 | 127664.6 |
| 17:27 | 147185 | 126485 |
| 17:28 | 152190.8 | 131490.8 |
| 17:29 | 153026.1 | 132326.1 |
| 17:30 | 149259.6 | 128559.6 |
| 17:31 | 148913.5 | 128213.5 |
| 17:32 | 148291.8 | 127591.8 |
| المجموع | 1794346.9 | 1545946.9 |




**الشكل (3-أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (3- ب ) بعد الإزاحة**




**الشكل (3- ج) قبل و بعد الإزاحة**

**4- قسم مطاحن المواد الأولية:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- مضخة الضغط العالي دخول p=7.5kw

2- مضخة الضغط العالي خروج p=7.5kw

3- مضخة حلزونية للفلتر p=100kw

4- ضاغط خلخلة p=90kw  5 - حلزون الفلتر p=7.5kw

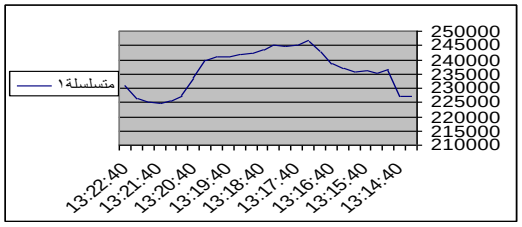
Pt=212.5kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

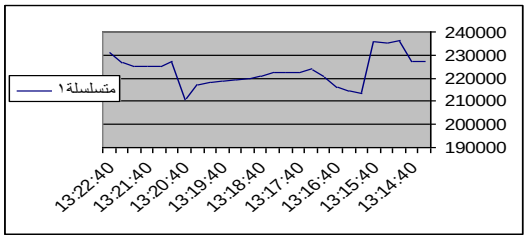
- الخط الواحد: p=693kw  -  الخطين: p=1386kw

**الجدول (5) و الشكل (4) يظهران معطيات و نتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/7/10م**

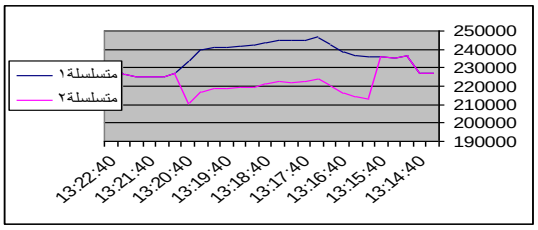
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة ( w) | الاستطاعة بعد الإزاحة ( w ) |
|---|---|---|
| 13:16:20 | 235774.98 | 213274.98 |
| 13:16:40 | 236884.87 | 214384.87 |
| 13:17:00 | 238492.11 | 215992.11 |
| 13:17:20 | 243191.7 | 220691.7 |
| 13:17:40 | 246575.85 | 224075.85 |
| 13:18:00 | 244987.67 | 222487.67 |
| 13:18:20 | 244698.82 | 222198.82 |
| 13:18:40 | 245095.08 | 222595.08 |
| 13:19:00 | 243607.73 | 221107.73 |
| 13:19:20 | 242141.97 | 219641.9 |
| 13:19:40 | 241910.14 | 219410.14 |
| 13:20:00 | 241100.14 | 218600.14 |
| 13:20:20 | 240906.35 | 218406.35 |
| 13:20:40 | 239625.32 | 217125.32 |
| 13:21:00 | 233213.58 | 210713.58 |
| المجموع | 3618206.31 | 3280706.24 |




**الشكل (4-أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (4- ب) بعد الإزاحة**




**الشكل (4- ج ) قبل و بعد الإزاحة**

**5- قسم مطاحن الأسمنت:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- الناقل الكلينكر الطويل تحت السيلوات p=37k

2- قبّان الكلينكر أو البوزلان p=0.89kw

3- قبّان الجبصين p=0.373kw

pt=38.263

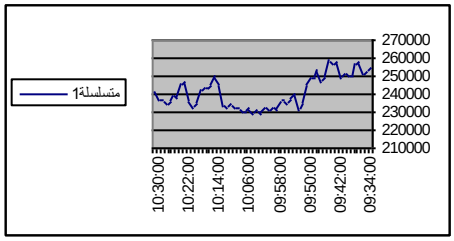
- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=799.68 kw

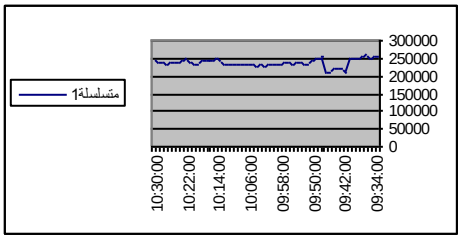
- الخطين p=1599.36 kw

**الجدول (6) والشكل (5) يظهران معطيات ونتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/7/21م**

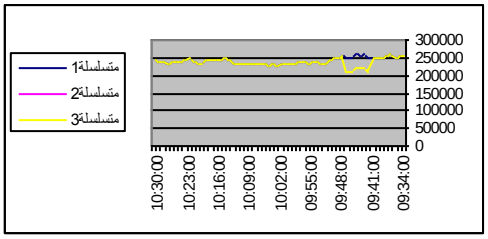
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة ( w ) | الاستطاعة بعد الإزاحة ( w ) |
|---|---|---|
| 9:42 | 248898.2 | 210635.2 |
| 9:43 | 258102.4 | 219839.4 |
| 9:44 | 256577.2 | 218314.2 |
| 9:45 | 258458.9 | 220194.9 |
| 9:46 | 249107.8 | 210844.8 |
| 9:47 | 247209.4 | 208946.4 |
| المجموع | 1518353.9 | 1288774.9 |




**الشكل (5-أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (5- ب)بعد الإزاحة**




**الشكل (5 – ج ) قبل و بعد الإزاحة**

**6- قسم التعبئة:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-الناقل المطاطي الطولاني للسيارات p=11kw

2-الناقل المطّاطي الطولاني للقطارات p=5.5kw

3- الناقل المطّاطي العرضاني للقطارات p=1.5kw

4-ناقل تحميل السيارات الأسطواني p=2.2 ×2 =4.4kw

5- مجموعة عربة تحميل القطار p=6.55kw

6- مجموعة تحميل أسمنت ( دكما) p=3.32× 2 =6.64kw

7- حلزون الفلتر p=1.1×3 =3.3kw

Pt=38.89kw

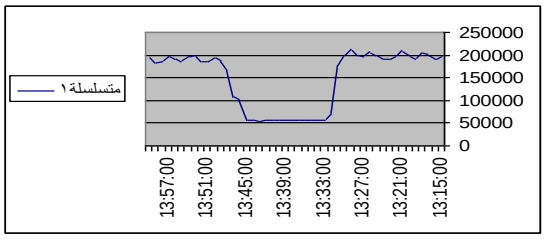
- الحمل الكلّي للقسم على ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=622.22kw

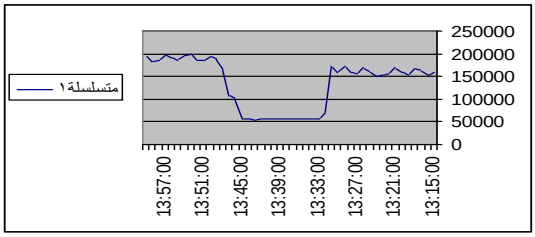
- الخطين p=1224.44kw

**الجدول (7) والشكل (6) يظهران معطيات ونتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/8/11م**

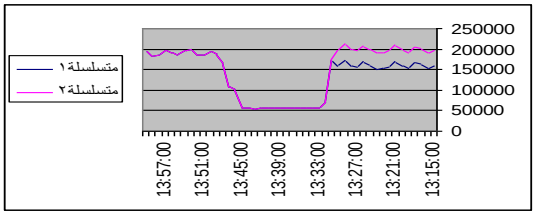
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة ( w ) | الاستطاعة بعد الإزاحة ( w ) |
|---|---|---|
| 13:15 | 196962.8 | 158072.8 |
| 13:16 | 191656.58 | 152766.58 |
| 13:17 | 202459.92 | 163569.92 |
| 13:18 | 204603.6 | 165713.6 |
| 13:19 | 192017.21 | 153127.21 |
| 13:20 | 198676.23 | 159786.23 |
| 13:21 | 208817.89 | 169927.89 |
| 13:22 | 195245.42 | 156355.42 |
| 13:23 | 191706.52 | 152816.52 |
| 13:24 | 190574.46 | 151684.46 |
| 13:25 | 200173.17 | 161283.17 |
| 13:26 | 207420.47 | 168530.47 |
| 13:27 | 194945.82 | 156055.82 |
| 13:28 | 198648.47 | 159758.47 |
| 13:29 | 212275.49 | 173385.49 |
| 13:30 | 196153.19 | 157263.19 |
| المجموع | 3006616.24 | 2560097.24 |




الشكل (6-أ ) قبل الإزاحة




الشكل (6- ب) بعد الإزاحة




الشكل (1- ج) قبل و بعد الإزاحة

**7- قسم المراجل:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-مضخة الفيول p=0.75kw

2-مضخة الماء المالح p=3kw

3- مضخة ماء المراجل p=11 ×2=22kw

Pt=25.75kw

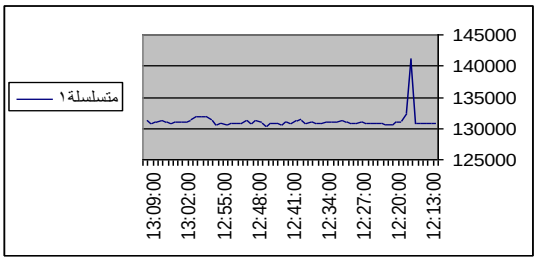
- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=133.7kw

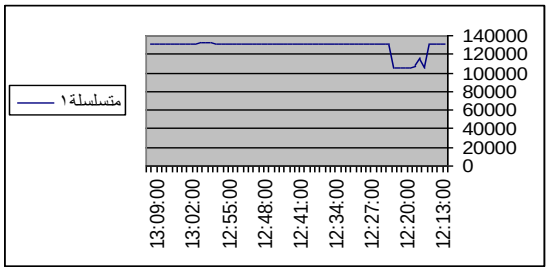
- الخطين p=267.4kw

**الجدول (8) والشكل (7) يظهران معطيات ونتائج تحليل منحني الحمل ليوم 2006/9/1م:**

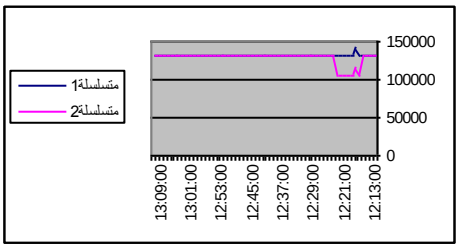
| الزمن | الاستطاعة قبل الإزاحة (w) | الاستطاعة بعد الإزاحة (w) |
|---|---|---|
| 12:17 | 130780.2 | 105030.2 |
| 12:18 | 141181.4 | 115431.4 |
| 12:19 | 132242.5 | 106492.5 |
| 12:20 | 130933.1 | 105183.1 |
| 12:21 | 131053 | 105303 |
| 12:21 | 130527.5 | 104777.5 |
| 12:23 | 130686.5 | 104936.5 |
| المجموع | 927404.2 | 747154.2 |




**الشكل (7-أ ) قبل الإزاحة**




**الشكل (7- ب ) بعد الإزاحة**




**الشكل (7- ج ) قبل وبعد الإزاحة**

**8- قسم المياه:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-مضخة دفع p=55kw

2-مضخة إطفاء p=30kw

3- مضخة تبريد البرج p=40kw

Pt=125kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):

- الخط الواحد p=388kw

- الخطين p=776kw

**9- قسم الحلايات :**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-مضخة ماء التبريد p=22× 2=44kw

2-مضخة حوض الملح p= 1.5× 2=3kw

3- مضخة الفلتر p=7.5kw

4- كمبرسور الهواء p=3.5kw

Pt=58kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):
- الخط الواحد p=267kw
- الخطين p=534kw

**10- قسم الفيول:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-مضخة فيول رئيسة p=45kw
2-مضخة إطفاء خزّانات الفيول p= 45× 2=90kw
3- مضخة التكاثف p=1.1× 2=2.2kw
} Pt=137.2kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):
- الخط الواحد p=282.4kw
- الخطين p=564.8kw

**11- قسم الآبار:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1-البير الرابع p=7kw
2- البير الخامس p= 22kw
} Pt=29kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 0.4kv ):
- الخط الواحد p=89kw
- الخطين P=178kw
- الدراسة التحليلية لمنحنيات الأحمال (الجهد 6kv ):

**1- قسم الكسّارات:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- قاطع الكسّارة الأولى (حجر كلسي).
2- قاطع الكسّارة الأولى (حجر بازلت) ← Pt=400×2=800kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 6kv ):
- الخط الواحد p=2100kw
- الخطين p=4200kw

**2- قسم طحن المواد الأولية:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- الكسّارة المجففة: P=315kw
2- أحد ضواغط المزج ضمن السيلو: P=160kw
} Pt=475kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 6kv ):
- الخط الواحد p=6420kw
- الخطين p=12840kw

**3- قسم طحن الأسمنت:**

- المحركات التي يمكن إزاحتها:

1- مطحنة الأسمنت Pt=1600kw

- الحمل الكلّي للقسم على الجهد ( 6kv ):
- الخط الواحد p=3680kw
- الخطين p=7360kw

## النتائج والمناقشة:

سنقوم بحساب نسبة الوفر في الاستطاعة من أجمالي الحمل الكلّي للمعمل على الجهود/ 0.4kv -6kv / من أجل نوعي الحمولات ( النظرية – المقاسة ) وإمكانية تطبيقها مستقبلاً بحيث لا تؤثر على سير العملية التكنولوجية للمنشأة المدروسة .

**الجدول (9) يبين الحمل الكلّي لكل قسم قبل وبعد الإزاحة الكهربائية لبعض الحمولات في أقسام الشركة**

| **الجهد 0.4kv** | | |
|---|---|---|
| **القسم** | **الحمل الكلي الأسمي kw** | **الحمل المزاح الأسمي kw** |
| الكسّارات | 1978.9 | 40.8 |
| مستودع التخزين | 988.8 | 90.2 |
| القبّانات | 141.3 | 20.7 |
| طحن المواد الأولية | 1386 | 212.5 |
| الأفران | 1426.8 | - |
| طحن الأسمنت | 1599.36 | 38.263 |
| التعبئة | 1224.44 | 38.89 |
| المراجل | 267.4 | 25.75 |
| المياه | 776 | 125 |
| الحلّايات | 534 | 58 |
| الفيول | 564.8 | 137.2 |
| الآبار | 178 | 29 |
| الإنارة | 138.345 | 46.115 |
| المجموع | 11204.145 | 862.418 |
| **الجهد 6kv** | | |
| **القسم** | **الحمل الكليkw** | **الحمل المزاح kw** |
| الكسّارات | 4200 | 800 |

| | | |
|---|---|---|
| مستودع التخزين | – | – |
| القبّانات | – | – |
| طحن المواد الأولية | 12840 | 475 |
| الأفران | 5190 | – |
| طحن الأسمنت | 7360 | 1600 |
| التعبئة | – | – |
| المراجل | – | – |
| المياه | – | – |
| الحلايات | – | – |
| الفيول | – | – |
| الآبار | – | – |
| الإنارة | – | – |
| المجموع | 24400 | 2875 |

## تحليل النتائج:

**1- الكسّارات:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=201469.9w Pmin=46264.92w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=160669.9w Pmin=5464.92w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=160669.9 / 201469.9=0.797
- عامل الحمل الأصغري Kmin=5464.92 / 46264.92=0.118
- نسبة الوفر (المقاس) μ= (2788064.77-2012864.24) / ( 2788064.77)×2 = 0.139
- نسبة الوفر (النظري أو الاسمي) μ= 40.8 / 1978.9 = 0.02
- نسبة الوفر (النظري أو الاسمي) μ= 800 / 4200 = 0.190

**2- مستودع التخزين:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=120248.4w Pmin=110105.5w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=75248.4w Pmin=65105.5w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=75248.4 / 120248.4= 0.625
- عامل الحمل الأصغري Kmin=65105.5 / 110105.5= 0.591
- نسبة الوفر (المقاس) μ= (1059111.7- 654111.7) / (1059111.7 )×2 = 0.191
- نسبة الوفر (االنظري) μ=90.2 / 988.8 = 0.091

**3- القبّانات:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=153026.1w Pmin=145758.3w

- ( بعد الإزاحة ) Pmax=132326.1w Pmin=125058.3w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=132326.1 / 153026.1= 0.864
- عامل الحمل الأصغري Kmin=125058.3 / 145758.3= 0.857
- نسبة الوفر (المقاس) µ= (179436.9-1545946.9) / ( )1794346.9×2 = 0.0692
- نسبة الوفر (االنظري) µ=20.7/ 141.3= 0.146

**4- مطاحن المواد الأولية:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=246575.85w Pmin=233213.58w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=224075.85w Pmin=210713.58w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=224075.85 / 246575.85= 0.908
- عامل الحمل الأصغري Kmin=210713.58 / 233213.58= 0.903
- نسبة الوفر (المقاس) µ= (3618206.31-3280706.24) / (3618206.31 )×2 = 0.0466
- نسبة الوفر (االنظري) µ=212.5 / 1386= 0.153
- نسبة الوفر (النظري أو الاسمي) µ= 475 / 12840 = 0.0369

**5- مطاحن الأسمنت:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=258458.9w Pmin=247209.4w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=220194.9w Pmin=208946.4w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=220194.9 / 258458.9= 0.8519
- عامل الحمل الأصغري Kmin=208946.4 / 247209.4= 0.8452
- نسبة الوفر (المقاس) µ= (1518353.9 -1288774.9) / ( 1518353.9) ×2 = 56 0.07
- نسبة الوفر (االنظري) µ=38.263 / 1599.36 = 0.0239
- نسبة الوفر (النظري أو الاسمي) µ=1600 / 7360 = 0.217

**6-التعبئة:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=212275.49w Pmin=191656.58w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=173385.49w Pmin=152766.58w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=173385.49 / 212275.49= 0.816
- عامل الحمل الأصغري Kmin=152766.58 / 191656.58= 0.797
- نسبة الوفر (المقاس) µ= (3006616.24 -2560097.24) / ( 3006616.24 ) ×2 = 0.074
- نسبة الوفر (االنظري) µ=38.89 / 1224.44= 0.0317

**7- المراجل:**

- (قبل الإزاحة ) Pmax=141181.4w Pmin=130527.5w
- ( بعد الإزاحة ) Pmax=115431.4w Pmin=104777.5w
- عامل الحمل الأعظمي Kmax=115431.4 / 141181.4 = 0.817
- عامل الحمل الأصغري Kmin=104777.5 / 130527.5 = 0.8027

- نسبة الوفر (المقاس) $\mu = (927404.2 - 747154.2) / (927404.2 \times 2) = 0.0971$
- نسبة الوفر (االنظري) $\mu = 25.75 / 267.4 = 0.0962$

**8-المياه:**

- نسبة الوفر (االنظري) $\mu = 125 / 776 = 0.161$

**9-الحلّايات:**

- نسبة الوفر (االنظري) $\mu = 58 / 534 = 0.108$

**10-الفيول:**

- نسبة الوفر (االنظري) $\mu = 137.2 / 564.8 = 0.242$

**11-الآبار:**

- نسبة الوفر (االنظري) $\mu = 29 / 178 = 0.162$

**. تحليل الحمل السنوي:**

**يبين الجدول (10) الحمل الكلّي لكل قسم في الشركة خلال كل شهر من عام 2006م**

| القسم / الشهر | الكسارات ( kwh ) | المواد الأولية ( kwh ) | طحن الأسمنت ( kwh ) | الأفران ( kwh ) |
|---|---|---|---|---|
| 1/1/2006 | 1373000 | 91825000 | 60104000 | 48026000 |
| 2/1/2006 | 1624000 | 97178000 | 63137000 | 50632000 |
| 3/1/2006 | 1889000 | 102273000 | 66329000 | 53130000 |
| 4/1/2006 | 2129000 | 107209000 | 69583000 | 55639000 |
| 5/1/2006 | 2331000 | 111661000 | 72264000 | 58032000 |
| 6/6/2006 | 2545000 | 116482000 | 75353000 | 60742000 |
| 7/6/2006 | 2740000 | 120675000 | 78458000 | 62958000 |
| 8/6/2006 | 4908000 | 126007000 | 81458000 | 65647000 |
| 9/6/2006 | 2287000 | 131348000 | 84139000 | 68334000 |
| 10/6/2006 | 2434000 | 134717000 | 87291000 | 69993000 |
| 11/6/2006 | 2640000 | 139011000 | 89219000 | 72365000 |
| 12/6/2006 | 2842000 | 143575000 | 93126000 | 74758000 |

**الجدول (11) يبين الحمل الكلي لكل قسم في الشركة خلال كل شهر من عام 2006م**

| القسم / الشهر | التعبئة ( kwh ) | المراجل ( kwh ) | المشغل الميكانيكي ( kwh ) | الإنارة ( kwh ) | محولة الإنارة ( kwh ) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1/1/2006 | 2439000 | 1943000 | 442000 | 700000 | 1442000 |
| 2/1/2006 | 2549000 | 2039000 | 495000 | 743000 | 1532000 |
| 3/1/2006 | 2668000 | 2130000 | 545000 | 786000 | 1620000 |
| 4/1/2006 | 2789000 | 2229400 | 586000 | 828000 | 1710000 |
| 5/1/2006 | 2891000 | 2325000 | 615000 | 865000 | 1790000 |
| 6/6/2006 | 3007000 | 2429000 | 639000 | 902000 | 1876000 |
| 7/6/2006 | 3116000 | 2551000 | 657000 | 938000 | 1956000 |
| 8/6/2006 | 3224000 | 2633000 | 671000 | 974000 | 2038000 |
| 9/6/2006 | 3327000 | 2749000 | 687000 | 1009000 | 2123000 |
| 10/6/2006 | 3435000 | 2855000 | 708000 | 1044000 | 2200000 |
| 11/6/2006 | 3549000 | 2954000 | 735000 | 1081000 | 2278000 |
| 12/6/2006 | 3662000 | 3064000 | 778000 | 1124000 | 2364000 |

## مناقشة النتائج والكلفة المادية:

**الجدول (12) يبين تكلفة الطاقة الكهربائية اعتباراً من تاريخ 2006/6/1م لكل 1kwh [5]:**

| الفترة | السعر القديم (ق.س) | السعر الجديد (ق.س) |
|---|---|---|
| النهار | 80 | 180 |
| ذروة الحمل | 100 | 225 |
| المساء | 70 | 160 |
| الوسطي | 80 | 180 |

**الجدول (13) يبين الحمل الكلّي السنوي لعام 2006م لكل قسم مع أخذ μ المقاس بالاعتبار**

| القسم | P ( kwh ) | خلال الذروة P×2.25 | خارج الذروة P×1.8× μ(المقاس) |
|---|---|---|---|
| الكسّارات | 1469000 | 3305250 | 367543.8 |
| المواد الأولية | 51750000 | 116437500 | 4340790 |
| طحن الأسمنت | 33022000 | 74299500 | 4493633.76 |
| التعبئة | 1223000 | 27517550 | 162903.6 |
| الأفران | 26732000 | 60147000 | 48117600 |
| المراجل | 1121000 | 2522250 | 196090.3871 |
| المشغل الميكانيكي | 336000 | 756000 | 604800 |
| الإنارة | 424000 | 954000 | 254400 |
| محولة الإنارة | 922000 | 2074500 | 553200 |
| المجموع | 116999000 | 263247750 ل.س | 59090961.55ل.س |

**الجدول (14) يبين الحمل الكلّي السنوي لعام 2006م لكل قسم مع أخذ μ الأسمية النظرية بالاعتبار**

| القسم | P ( kwh ) | خلال الذروة P×2.25 | خارج الذروة P×1.8× μ( النظري) |
|---|---|---|---|
| الكسّارات | 1469000 | 3305250 | 52884 |
| المواد الأولية | 51750000 | 116437500 | 14251950 |
| طحن الأسمنت | 33022000 | 74299500 | 1420606.44 |
| التعبئة | 1223000 | 27517550 | 69784.38 |
| الأفران | 26732000 | 60147000 | 48117600 |
| المراجل | 1121000 | 2522250 | 194112.36 |
| المشغل الميكانيكي | 336000 | 756000 | 604800 |
| الإنارة | 424000 | 954000 | 254400 |
| محولة الإنارة | 922000 | 2074500 | 553200 |
| المجموع | 116999000 | 263247750 ل.س | 65519337.18 ل.س |

- بملاحظة الجدول (13) نستنتج أنه إذا كانت الطاقة المستهلكة خلال عام 2006م هي: P =116999 Mwh فإنّ الفاتورة السنوية للشركة العربية للأسمنت تكون: **F=263247750** ل.س

لكن عندما نطبق منهجية الإزاحة للحمل المقاس إلى خارج أوقات الذروة فإنّ الفاتورة تنخفض إلى **F=59090961.55** ل.س. بنسبة انزياح قدرها: λ= 59090961.55 / 1.8×116999000=0.28=28%

أي ما يعادل **F=59,09096155** مليون ل.س وهي تعتبر نتيجة جيدة لشركة حملهاالكلّي **40.79 Mw**.

- كذلك بملاحظة الجدول (14) نستنتج أنه: عندما نطبق منهجية الإزاحة للحمل النظري إلى خارج أوقات الذروة فأن الفاتورة تنخفض إلى **F=65519337.18** ل.س.بنسبة انزياح قدرها: λ= 0.311=31.1%

أي ما يعادل **F=65,51933718** مليون ل.س وهي تعتبر نتيجة جيدة لشركة حملهاالكلّي **40.79 Mw**.

**ملاحظة:**

- نشير هنا أننا لم نتمكن من رصد الحمولات ورسمها على الجهد 6kv لأسباب قانونية تخص ظروف العمل في الشركة بالإضافة لبعض الصعوبات الكهربائية في إجراء القياس باستخدام جهاز محلّل الطاقة حيث يحتاج إلى عملية التجسير ( قصر محولّات الشدة ) في كل قسم من أقسام المعمل و هذا يحتاج إلى مخططات غير متوفّرة في الشركة، وهذا يشكل خطر على الحياة البشرية وعلى التجهيزات الكهربائية في الشركة، كما أن القياسات التي أجريت على الشركة تمت بحيث لا تؤثر على سير العملية التكنولوجية. .

## المقترحات والتوصيات:

1. تطبيق منهجية الإزاحة المدروسة للحمولات الكهربائية بشكل عام على المنشآت الصناعية والسكنية كافة، مما يخفف الحمل على الشبكة الرئيسة المغذية، ويوفر كميات من الطاقة يمكن الاستفادة منها في مجالات وتطبيقات كهربائية أخرى، وتوفير مبالغ مالية هائلة لبناء محطات توليد جديدة واحتياطية.
2. استبدال المحرَكات التقليدية التي تعمل حالياً في الشركة بمحرّكات عالية الكفاءة، وذلك عند تلف المحرّكات أو انخفاض مستوى أدائها في العمل، حيث استخدام هذه المحرّكات يفّر حوالى ( 2-10% ) من استهلاك الطاقة الكهربائية.
3. تطبيق نظام التحكم الآلي في مطاحن الكلينكر، وهذا يضمن إتمام عملية الطحن بصورة مثالية وزيادة حجم النتاج وتقليل الاستهلاك النوعي للطاقة، حيث يحوي النظام على مكونات كهربائية والكترونية وميكانيكية للتحكم والإشراف وضبط عملية الإنتاج بشكل جيد ويمكن تنفيذ هذا النظام بشكل مستقل عن نظام التحكم الكهربائي الموجود حالياً في الشركة.
4. تحديث وتطوير نظام الفلترة في الشركة يمكن الاستفادة من الأسمنت المتطاير في الهواء الذي يعتبر من أفضل أنواع الاسمنت من حيث الجودة والنعومة، ويقلل بث الغازات والمواد الكيميائية في الهواء التي تؤثر على صحة الإنسان.

## المراجع:

[1]–حمندوش، عمر أحمد، *تحليل الشبكات الكهربائية باستخدام الحاسوب*، منشورات جامعة حلب، 1993، 284ص.

[2]–البطل، شوقي، *تحليل الشبكات الكهربائية*، منشورات جامعة دمشق 1984، 328ص.

[3]–حمندوش، عمر أحمد، *اقتصاديات نظم القدرة الكهربائية*، منشورات جامعة حلب،1984، 590ص.

[4]–جورج اسبر، *تحليل الشبكات الكهربائية*، منشورات جامعة تشرين، 2006، 630ص.

[5]–الشركة العربية للاسمنت و مواد البناء حلب،2002، مشروع تخطيط و حفظ الطاقة، وزارة الكهرباء، 79ص.

[6]-1- BURKE, J. *Power distribution Engineering Fundamentals And Applications*, 1994, 224P.