إعداد خطة للصيانة الانتاجية الشاملة في ضوء الهندسة المتزامنة بحث تطبيقي في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الأسكندرية، ومحطة توليد الطاقة الكهربائية / المسيب

م.د. نغم يوسف عبد الرضا / جامعة بغداد / كلية الادارة والاقتصاد
الباحث / أمير جواد كاظم

المستخلص

يعد نظام الصيانة الانتاجية الشاملة أحد الأنظمة التي تسعى إلى زيادة الفعالية العامة للمعداتِ من خلالِ تبنّيها العديد من الأنشطةِ والفعّاليات الفنية والأدارية، وأحد أهم الفعّاليات المشاركة المبكرة في عملياتِ تصميم وتصنيع المعدات الإنتاجية والعمل في بيئةِ هندسةٍ متزامنةٍ تعملُ على تزامنِ أو توازي الأنشطة بالافادةِ من المعلوماتِ المبكرة التي يتمُ الحصولُ عليها من قبلِ مهندسي الصيانة والتصميم والتصنيع والتشغيل والتي تساعدُ على تجنبِ أو تقليل الإعطال وتسهيل مهام الصيانة مستقبلاً، ومن ثم الافادة من العمر الخدمي للمعدات وبأقل عيوب ممكنة .

وقد تبنّى البحث في أطارِهِ النظري مفهوم الصيانة الانتاجية الشاملة والبيئة الهندسية المتزامنة التي تنفذُ خلالها الأنشطة بالتزامنِ مع بعضها بعضا بجهودِ فرق العمل متعددة الوظائف، ومن خلالِ الإطلاع على واقعِ الأعطال في الشركة المبحوثة(المستهلكة), أصبح لدى الباحث تصور كاف لأقتراحِ تصميم جديد لغطاءِ المولد الكهربائي يسهمُ في الأسراعِ بالوصولِ للأجزاءِ الداخلية وتحديد نوع العطل وطريقة إصلاحه، كما أن التصميم المقترح يمكن تصنيعهُ في معامل الشركة المبحوثة (المصنّعة)، والتي تتبنّى تصنيع أجزاء الغطاء على وفق آليات تعاون مسبقة بين الشركتين، أبتداءً من عملياتِ سباكة الأجزاء مروراً بعمليات التشغيل الميكانيكي وانتهاءً بعمليات تجميعها، وقد حقق البحث نتائج أيجابية تتمثّل بتخفيضِ الوقت والتكاليف بنسبةٍ تفوق (14 %) عن عملياتِ تصنيع الغطاء على وفق التصميم القديم . كما سهّل من عمليات التفكيك والتركيب عند تنفيذ فعّاليات الصيانة والاصلاح للمولد الكهربائي (قيد البحث) .

المصطلحات الرئيسية للبحث/ الصيانة الانتاجية الشاملة- الهندسة المتزامنة- التصميم المتزامن - قابلية الصيانة .

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
المجلد 21 العدد 84
الصفحات 186- 221

*البحث مستل من رسالة ماجستير

المقدمة Introduction:

يعد موضوع الصيانة الانتاجية الشاملة من المداخل الحديثة في مجال صيانة المكائن والمعدات وتسهيلات الإنتاج ، وأحد العوامل المهمة وراء نجاح وتعزيز القدرات التنافسية للشركات الصناعية على الصعيدين المحلي والعالمي، فهيَ طريقة حديثة للصيانة ، يتولى فيها مشغِّل المعدَّة الكثير من مهامِ الصيانة الروتينية ، وهدف ذلك إحداث عملية تقارب بين المشغل والمعدَّة، وخلق شعور لديهِ بتملكِ المعدَّة، والفخر بصيانتِها والمحافظة عليها. لذلك كانَ هدفُ الصيانة الانتاجية الشاملة تعظيم الفاعلية الكلية للآلاتِ والمعدَّات لتحقيق التكلفة المثلى لدورةِ حياة المعدَّات الإنتاجية، ومن التقنيات الأخرى التي ترتبط بعلاقةٍ مباشرةٍ أو غير مباشرة بنجاحِ نظم الإنتاج هي الهندسة المتزامنة والتي تمثل مدخلاً جديداً في التطويرِ الكامل، أذ تتكامل مع أنواع مختلفة من الأنشطة مثل التصميم للكلفةِ، التصميم المتزامن، التصميم للجودةِ والتصميم للصيانةِ حيث يراعى عند التصميم إمكانية إجراء الصيانة اللآزمة عند الإستعمال . والميزة الرئيسة للعملِ في هذا الأسلوب هو توفير الوقت آخذاً بالعناية أن أدوات الإنتاج قد تم التخطيط لها بالفعل، جانب آخر مهم هو المعرفة المبكرة لمشاكلِ الإنتاج والمقصود كلما أمكن أجراء التغيرات في وقتٍ مبكر، كانت تكلفة الإنتاج أقل .

وفي ضوء ذلك جاء البحث ليغطي منهجية البحث، والمحور الاول الذي تضمن الجانب النظري، اما المحور الثاني فقد تضمن الجانب التطبيقي، والمحور الثالث تضمن اهم الاستنتاجات والتوصيات .

أولاً: منهجية البحث.

أ. مشكلة البحث Research proplem:

تسعى المنظمات الصناعية الى تخفيضِ تكاليف الإنتاج لمواجهة حالات المنافسة العالية في الأسواق، من خلالِ التقليل أو القضاء على الاعطال والتوقفات, ومن ثم تجنب التأثير السلبي في أداء معداتها . فضلاً عن مراجعة المعلوماتِ والتجاربِ السابقة في رسمِ خرائط تصميمٍ جديدة او معدلةٍ للمكائن والمعدات تأخذُ بنظرِ الأعتبار مراحل الإنتاج جميعها، وتقديم الخدمة باقل وقت وادنى تكاليف ممكنة، ويتحقق ذلك بالافادة من المعلومات المبكرة التي يقدمها فريق الهندسة المتزامنة (فريق متعدد التخصصات).

وهذا ما يرغبُ الباحث دراستهُ في هذا البحث، وعليهِ يمكنُ تحديد مشكلة البحث من خلالِ اثارةِ التساؤلات الآتية :

1. هل هناك رؤية واضحة لدى الشركة المبحوثة عن مفاهيمِ الهندسة المتزامنة وعناصرها؟ وهل تمتلكُ الإمكانيات اللوجستية لتطبيقِها على منتجاتِها ؟
2. هل يتم تطبيق برنامج صيانة متكامل لأدارة المعدات الإنتاجية من قبلِ جميعِ العاملين بالشركةِ أبتداءً من الإدارةِ العليا الى عمّالِ التشغيل ؟
3. ماهو البرنامج الإنتاجي الذي تتبعهُ الشركة المصنعة في تسلسلِ العمليات التصنيعية؟ وهل من الممكنِ تزامنُ أو إختصار بعض الخطوات لتقليلِ الوقت والتكاليف دون التأثير في جودةِ المنتوج ؟

4. كيفَ يمكنُ للشركةِ المصنعة أنتاج منتجات لها قابلية صيانة تساعدُ على إطالةِ العمر الخدمي لمنتجاتِها؟ وتكــونُ سهلةَ الصيانةِ والإستبدال، والعمل على توحيدِ المقاييس والوحدات المستبدلة .

ب. أهمية البحث Research Importance:

يستمد البحث أهميته من خلال :

1. محاولة إبراز أهمية الصيانة ضمن منظورٍ جديدٍ، وهو تقديم معلومات مبكرة ومتزامنة مع عمليات تصميم وتصنيع قطع الغيار والمكائن والمعدات الصناعية .
2. تعزيز منهج الهندسة المتزامنة لدى الشركة المبحوثة كونهُ إحدى الأدوات العلمية الحديثة التي يمكنُ الإفادةِ منها في تحسينِ الأداء العملياتي لمكائنِ ومعدات الشركة .
3. توضيح دورَ الصيانة الانتاجية الشاملة في عملياتِ التصميم المبكرةِ في بيئةِ الهندسةِ المتزامنة .

ج. هدف البحث Aim of Research:

1. محاولة جادة للتعرف على إمكانيةِ تطبيق نظام صيانة شامل في بيئةِ الهندسة المتزامنة .
2. بيان دور معلومات الصيانة الإنتاجية الشاملة في تصميمِ وتطوير المكائن والمعدات .
3. إجراء تعديل في تصميمِ المعدةِ الحالية بما يخدمُ الإسراعِ في إنجازِ أعمال الصيانة والتصليح وتقليل تكاليفَهما .
4. محاولة لدمجِ معلومات الصيانة مع المعلومات المتوفرة لعملياتِ التصميم والتصنيع بمساعدةِ الحاسب لتوفيرِ قاعدة بيانات تساعدُ على تحسينِ مواصفات المعدات المصنّعة .
5. اجراء بعض التغيرات التصميمية على أجزاءِ المولد الكهربائي في الشركةِ المبحوثة، والذي يسهم بشكلٍ فاعل في تسهيلِ وإلإسراع بالوصولِ الى الأجزاءِ الداخلية للمولدِ وتنفيذ أجراءات الفحصِ والصيانة .

د. حدود البحث Research Limits:

1. الحدود المكانية : تم إختيار الشركة العامة للصناعاتِ الميكانيكية/ الأسكندرية (الشركة المصنعة)، ومحطة
كهرباء المسيب الحراريةِ (الشركة المستهلكة).
2. الحدود الزمانية : إمتدت مدة البحث للمدةِ من 2013/3/1 لغاية 2013/6/30، رافقتها معايشة ميدانية في الشركتين المبحوثتين .

هـ. طرائق جمع البيانات Data Collection Methods:

أعتمد الباحث في تغطيةِ الجانب النظري على العديدِ من المصادرِ العربية والأجنبيةِ التي تمثلت بالكتبِ والدوريات والدراسات والرسائل الجامعية، أما فيما يخصُ الجانب التطبيقي فقد أعتمدَ الباحثُ على المعايشةِ الميدانيةِ والاطلاع بشكلٍ مباشرٍ على مراحل عمليات الانتاج في الشركةِ المصنعة جميعها، وأعمال الصيانة والاصلاح في الشركةِ المستهلكة، فضلا عن الاطلاعِ على البياناتِ المتوفرة في سجلاتِ الشركتين . كذلك الاستعانة بـ :

1. أستعمال نظام التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) لإعداد رسومات ومخططات تصميمية ثنائية وثلاثية الابعاد لأجزاء غطاء المولد الكهربائي المقترح .

2. أستخدام نظام التصنيع بمساعدة الحاسوب (CAM) لتصنيع الأجزاء على ماكينة التحكم الرقمية (CNC) بالافادة من أوامر (G-code)* في كتابة البرنامج الخاص بعمليات التفريز والتثقيب للأجزاء المقترحة .

3. إعتماد المعيار التكنلوجي (FT42) ** في عمليات سباكة الالمنيوم لتصنيع أجزاء غطاء المولد الكهربائي في معمل السباكة في الشركة المصنعة .

ثانياً: الجانب النظري .

1. **مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة** Total Productivety Maintenance (TPM) :

مفهوم جديد طبق في الثمانينيات في بعضِ الشركات اليابانية يعكسُ فكرةَ التوحيد بين ممارسات الصيانة الوقائية وأنظمة ومفاهيم التصنيع الحديثة مثل نظام (JIT) و(TQM) وهذا المفهوم يتبنّى مباديء تلكَ الأنظمة من مشاركةِ العاملين في القرارِ والإعتماد على البياناتِ والعيوب الصفرية والتركيز على الزبون، (Russell& Taylor،1998:731)، ومن خلالِ هذا المفهوم سعت الكثير من الشركاتِ لدمجِ مفاهيم إدارة الجودة الشاملة وتطبيقها مع الصيانة الوقائية وتكوين مدخل TPM الذي يتضمنُ مفهوم تخفيض الأعطال من خلال إشراك الموظف وإستخدام سجلات الصيانة الممتازة علاوة على أنها تتضمن :(Heizer& Render, 2006 :664)

أ- تصميم المكائن الموثوق بها على ان تكون بسيطة التشغيل وسهلة الصيانة .

ب- التأكيد على الكلفةِ الكليةِ الأولية عند شراء المكائن, لضمانِ الخدمة والصيانة ضمن الكلفة .

ت- تطوير خطط الصيانة الوقائية التي تستفيد من أفضل الممارسات للمشغلين وأقسام الصيانة.

ث- تدريب العاملين على تشغيلِ المكائن وصيانتها .

وقد أشار العديد من الباحثين إلى مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة بأنها أسلوب يعمل على تحقيق فاعلية للنظام الانتاجي في المنظمة وذلك من خلال أشراك جميع العاملين والاخذ بآرائهم ومقترحاتهم في وضع سياسات الصيانة المستقبلية (عبيدات، 2008 :263)، كما عرّفت بأنها مجموعة من الانشطة الموجهة لتعظيم فعالية الاجهزة والمعدات وأشراك كل عامل في أنشطة ورش العمل والتي تؤدي الى تقليل وقت توقف الآلة عن العمل والتقليل من الاصابات والعيوب (Peter،2009:1)، وهي الصيانة التي يقوم بها جميع العاملين من خلال أنشطة المجموعة الصغيرة حيث تركز على تحسين الاعتمادية والكفاءة في تصميم المصنع (Slack N،590 : 2010).

---

* (Krar & Gill , 1999:20-22).

** المعيار التكنلوجي (FT42): هي تعليمات التكنلوجيا العمومية (موظف ــ ساعة) لأنتاج طن مصبوبات في شعب السباكة وحسب نوع المعدن ودرجة تعقيد المصبوبات، متضمنة مراحل الانتاج وصنع اللباب والصهر والانتاج النهائي، والمعتمدة وفق المواصفة الروسية (الشركة المجهزة لمسابك معمل السباكة) .

كما عرّفت بأنها عملية البحث عن أسباب عدم تمكن مصنع ما من الانتاج وفق الحجم والجودة المطلوبين ومحاولة علاجها (مزريق، 2011 :13)، وأشير اليها بأنها شراكة بين الصيانة والانتاج تعمل على تحسين جودة المنتج وتقليل الفواقد والحد من تكاليف التصنيع وزيادة فاعلية المعدات (Badlishah،2012:1) .

2.**أهداف الصيانة الانتاجية الشاملة** :

حدد المعهد الياباني خمسة أهداف لتطويرِ (TPM) هي(Wireman،2004 : 1-2)، (McCarthy & Rich،2004 : 31), (Slack & et. : 590، 2010) :

أ- تحسين فاعليّة الألآت والمعدات : التحقق من اسهام التسهيلات المادية في فاعلية العملية الإنتاجية ويتم بدراسةِ جميع الخسائر الناجمة عن تلك العملية، ويسبب فقدان الفاعلية خسائر في السرعة وعيوب في المنتج.

ب-تحقيق الصيانة الذاتية : تتحقق من خلالِ إسناد جزء من المسؤوليةِ للأشخاصِ الذين يعملون على الآلات والمعدات إذ يقوموا بمسؤلياتِهم ولو بالحدِ الأدنى من مهامِ الصيانة .

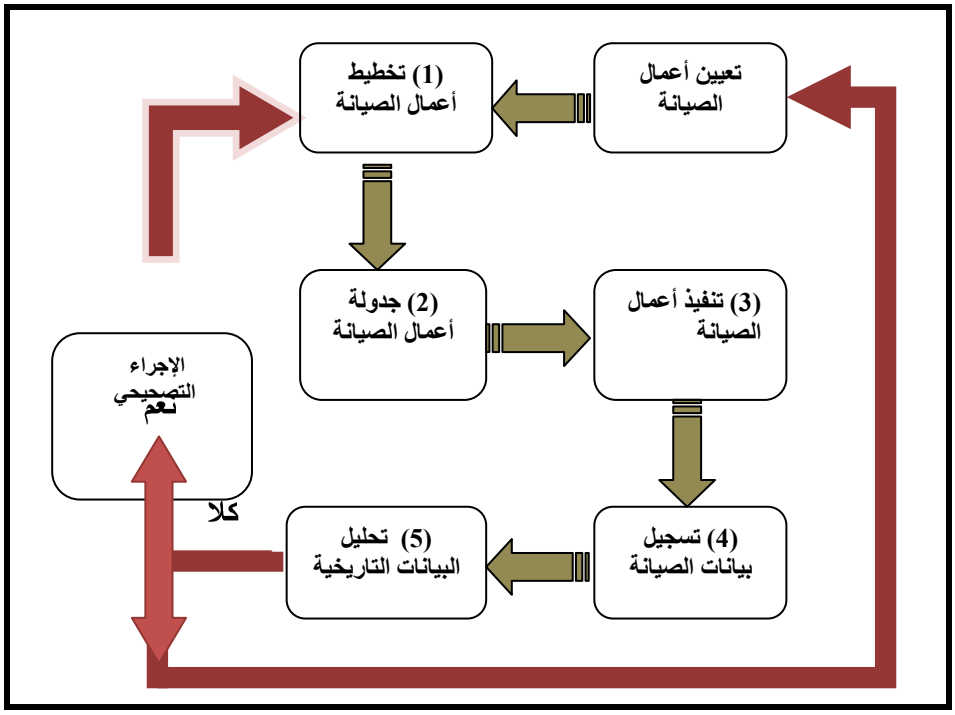
ت-تدريب ملاك الصيانة على وفق تخصصاتهم : الحاجة لإمتلاك ملاك صيانة متخصص لإداء أدوارهم، وأن (TPM) تركّز على التدريبِ الجيد والمستمر .

ث-تحقيق إدارة مبكرة للآلات والمعدات : ويتحققُ ذلك من خلالِ العمل على تجنبِ الصيانة وما يرافقُها من إخفاق أو عطلٍ، والمحافظة على الآلةِ أو المعدة أثناء مرحلةِ التصميم والتصنيع والنصب والتشغيل .

ج-خطة الصيانة : بعدَ تحديدِ فعّاليات الصيانة المطلوبة يتم تحديد مستوى الصيانة الوقائية لكلِ جزء من الآلةِ ومن ثم تحديد معايير الصيانة التي تعتمدُ على حالةِ الآلة ومن ثم المسؤولية لملاكِ الصيانة وملاك التشغيل .

3. **العلاقة بين الصيانة الانتاجية الشاملة وإدارة الجودة الشاملة** :

تعملُ الصيانة الإنتاجية الشاملة على تحسينِ الإتجاهات والسلوكيات للعاملين في الصيانةِ والإنتاج، بعدمِ الفصل بين الفريقين، وتحقيق التكامل بينهما، والتنسيق بين وظائف الصيانة الإنتاجية الشاملة وإدارة الجودة الشاملة ، (النجار، 2006 : 449)، ولعل طرح حلقة التحسين المستمر والتي تعرف بحلقةِ (deming), وهو أحد رواد الجودة المشهورين، أدى للكشفِ المبكر عن الفشلِ وترجمتهُ إلى إجراء يتم اللجوءِ اليه في مرحلةٍ مبكرةٍ من خلالِ التسجيل والتحليل للإنحرافاتِ أو التغيرات المتعلقة بالحالةِ الفيزيائية والميكانيكية للآلة، وكما موضحة بالشكل(1)، (Joshi،3 : 2002).



شكل (1) حلقة Deming في أعمال الصيانة .

Source: Joshi M,Tech " Quality assured maintenance management for Goal handling " 2002, p.3

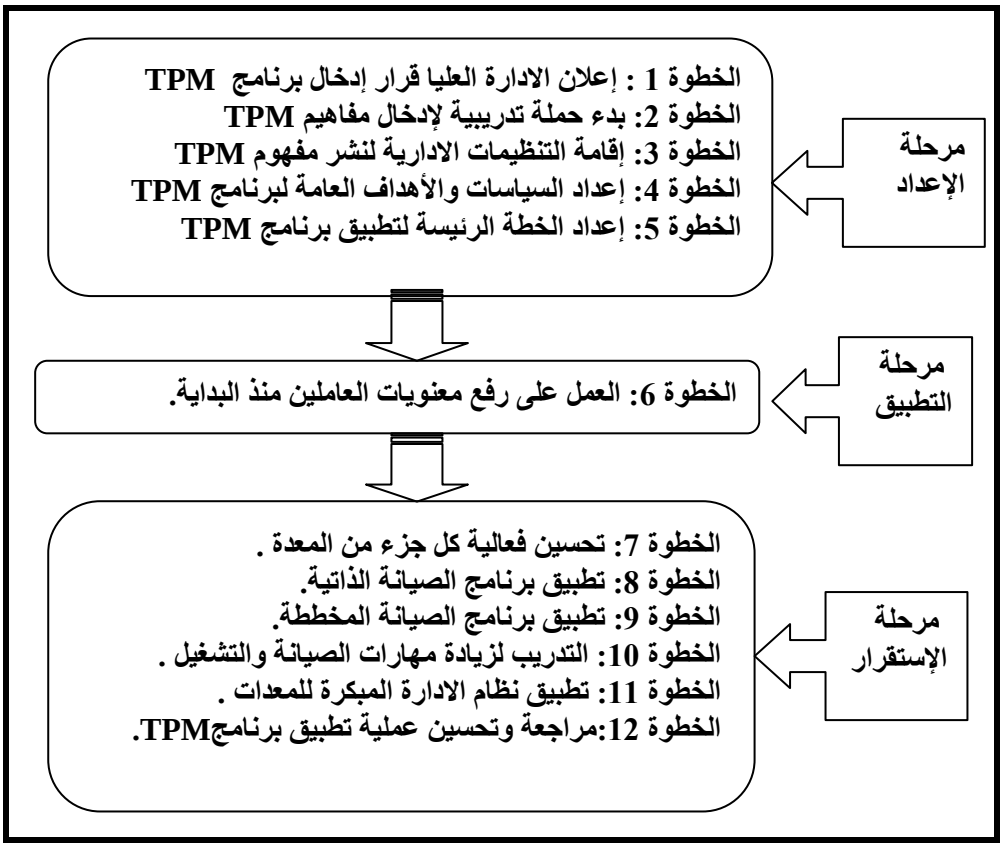
4. **مراحل تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة** :

توجد ثلاث مراحل لتطبيق (TPM) والمتضمّنة أثنتا عشـــــرة خطوة هي (Telsang، 2008 :469):

أ- مرحلة الإعداد (Preparation stage) : وهي مرحلة مماثلة لمرحلةِ تصميم المنتجات.

ب- مرحلة التطبيق التمهيدي (Preliminary Implementation stage) :هي مرحلة مماثلة لمرحلةِ إنتاج المنتج وفيها توضع الأهداف وفق إطار زمني مخطط .

ت- مرحلة التطبيق (Implementation stage) : وهي مرحلة الإستقرار الكامل لبرنامجِ TPM ويتوجّبُ على الشركةِ قياس النتائج الفعلية التي تم إنجازها، والشكل(2) يوضح هذهِ الخطوات :



شكل (2) مراحل وخطوات TPM

martand T " Production management " 2008,p.471،Source: Telsang

5. **الصعوبات التي تواجه الشركة عند تطبيق** TPM:

هناك بعض الصعوبات التي تواجهُ الشركات عند البدء بتطبيق برنامج (TPM)هي (Kocher, et, 2012:46) :

أ- الصعوبة الرئيسة هي مقاومة عملية التغيير من قبلِ الموظفين .

ب- يتعامل غالبية الأفراد مع TPM على أنها برنامج لشهرٍ واحد، وتثار شكوك حول فعّاليتها.

ت- عدم توفر موارد كافية لتطبيقِها مثل الأفراد المدربين والأموال والوقت وغيرها .

ث- ينظر العديد من العاملين لها بأنها عبء إضافي .

ج- عدم الإستيعاب الكافي لمنهجيةِ وفلسفة TPM من قبل الإداره العليا والمتوسطة .

ح- عد مهام الصيانة من تخصصِ قسم الصيانة فقط .

خ- لايتم تطبيق البرنامج على أرضِ الواقع بسببِ الضغط العالي على عمالِ الإنتاج .

د- الإفتقار للتعليمِ والتدريب .

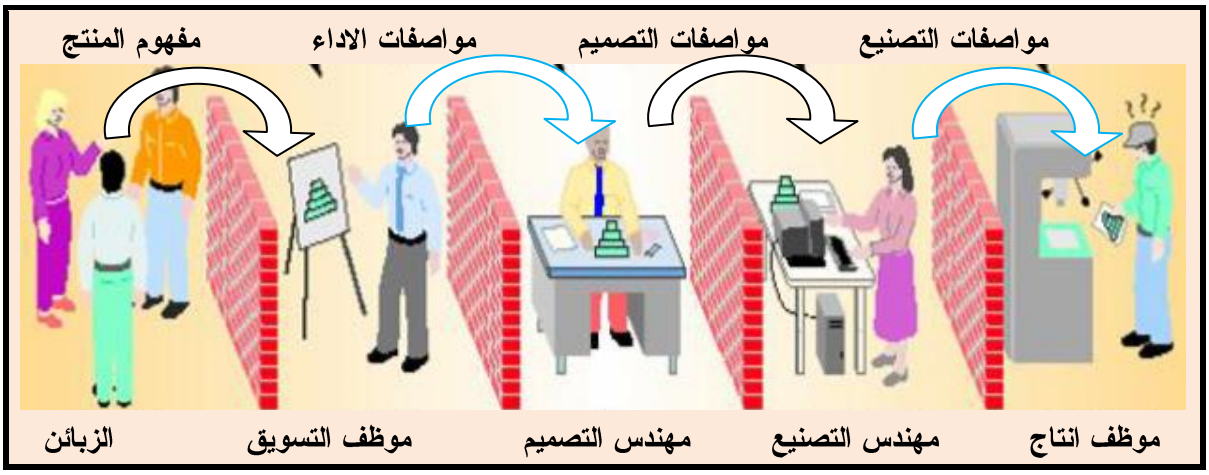
6. **مفهوم الهندسة المتزامنة** The concurrent engineering concept:

تركّز الإختيار على مصطلحِ الهندسةِ المتزامنة من قبلِ أغلب الكتّاب والباحثين بوصفِها أحد التقنيات التي أثبتت بشكلٍ واضحٍ جداً الجُهد الجماعي والتعاون المستخدم بينَ كــل العاملين الداخلينَ بالعمليةِ كما توحي بتطويرٍ أسرع للمنتجِ مــن خلالِ الأداء المتزامن لعــدةِ جوانب مــن تطويرِ المنتج والعملية . وتستند الهندسة المتــزامنة الى ملاحظتين أساسيتين الاولى أن التغيرات تصبح مكلفة أكثر عند القيام بها في وقت لاحق, والثانية القيام بخطوات متوازية يساعد على إنجاز المشروع بسرعة أكبر، كذلك معالجة متطلبات الانتاج والصيانة خلال المراحل الاولى للتصميم (Emerson, 2006: 3)، وتشير الهندسة المتزامنة الى المفهوم الذي يجمع مهندسي الانتاج والعمليات والمسوقين والمشترين وإختصاصي الجودة والموردين والعمل معاً لتصميم منتج أو خدمة والعمليات اللازمة له، والتي من شأنها تلبية توقعات الزبائن (Krajewski ,2010:380) .

فهي عملية تخفيض وقت تسليم المشروع عن طريق تداخل الانشطة، ويتم تحقيق الفوائد من خلال تقصير وقت التسليم وإنخفاض محتمل في التكاليف الاجمالية، ويعتمد هذا التداخل على كيفية تطور المعلومات للنشاط السابق ومدى حساسية النشاط اللاحق لهذه المعلومات (Bogus 2011:2،)، وعرّفها (الدليمي) بأنها إستراتيجية تصنيع تنافسية تهدف الى تحقيق التزامن والتقييس والتكامل والامثلية في استغلال موارد التصميم والتصنيع لتحسين اداء العملية وتعظيم القيمة المضافة للزبون (الدليمي، 2012 :60)، كما عرفّت بأنها طريقة عمل لتطوير وتصميم المنتج لمقابلة طلبات الزبون بالوقت الاقصر وبأقل عيوب وأوطأ تكاليف، ومن المفترض أن تعمل الهندسة المتزامنة على تحسين الميزة التنافسية في الصناعة (Stjepandic 2013: 1،).

7. **التصميم المتتابع والتصميم المتزامن** Sequential & Concurrent Design :

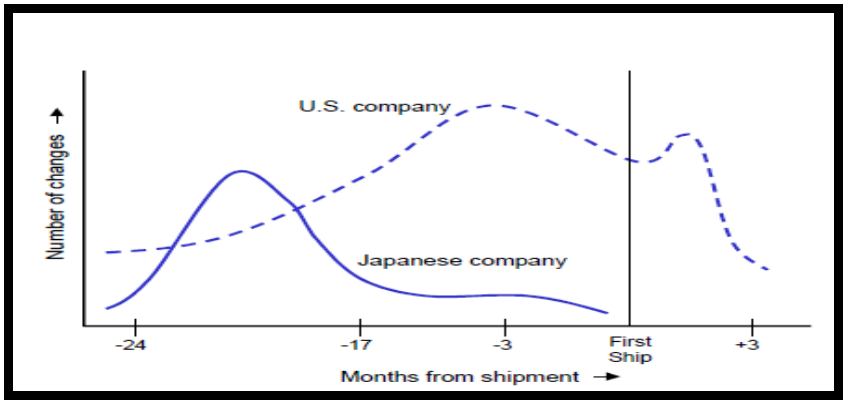
أهم خصائص مدخل التصميم المتتابع التدقيق المتتابع للأفكارِ والمقترحات والتصاميم بين الأقسام ويتم ترتيب الأنشطة على طولِ مدة التصاميم الجديدة (Russel & Taylor، 120 : 2003). وأشار (سرور) إلى أن بعض الشركات التي تتبع التصميم المتتابع (SD) يكون فيها التعاون بين الأقسام ضعيفا ويسيطر مهندسو التصميم على العمليةِ في المراحلِ المبكرة من تطويرِ المنتج، وبعد ذلك يُحول النموذج إلى التصنيعِ والإنتاج وأخيراً يظهر أفراد التسويق والمبيعات في الصورة، وقد لا يكون المنتج هو الأفضل عند تقديمهُ إلى السوق بسببِ الوقت الطويل للتطويرِ والأنجاز أو لظروفِ السوق (سرور، 2009 : 160). والشكل (3) يوضح عملية التصميم المتتابع :



شكل (3) التصميم المتتابع

Source : Reid R . Dan " operation management An Integrated approach " p,60 .، 2010،John Wiley

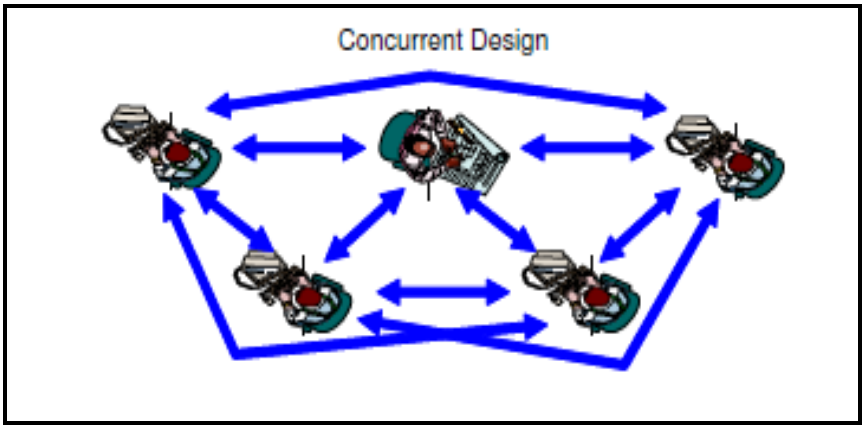
ومن المشاكل التي ظهرت من إتباع التصميم المتتابع،عدم وجود المبادئ التوجيهية للصيانةِ خلال مرحلة التصميم، كذلك ضعف دور المجهزين خلال هذهِ المرحلة، وعدم البحث الكافي عن حلولٍ بديلة للطاقةِ المجهزة لدوائرِ التشغيل (Carloss, 1999 : 1). وخلال فترة الثمانينيات كانت الشركات الأمريكية تستعمل أسلوب التصميم المتتابع، لذا نلاحظها تُجري العديد من التغيرات على المنتجِ حتى بعدَ عملية الشحن، على عكسِ الشركات اليابانية والتي تستعمل الهندسة المتزامنة التي تساعد على تكاملِ التغيرات في مرحلةِ التصميم بوقتٍ مبكر، وهذا يمكن ملاحظته خلال الشكل (4) (Helms,2002:53) :



شكل (4) التغيرات على تصميم المنتجات اليابانية والامريكية

Source: Helms,Remko w " product data management as enabler for concurrent engineering "،2002، p. 53 .

أما في حالة تطبيق إستراتيجية تصميم متزامنة يتم التفاعل بين الأقسام والمستفيدين داخل وخارج الشركة الصناعية كافة بما في ذلك العملاء والموردين، وتستند أنشطة التصميم المتزامن إلى مبدأ التوازي أو التناظر ومن ثم خلق تكامل بين هذهِ الأنشطة (Russel & Taylor،2003:120). ويعمل التصميم المتزامن(C.D.) على تقليلِ وقت وصول المنتج للسوق من خلالِ تقديم التصميم والمنتج كعملية واحدة وحسم قرارات التصميم ونشرها بوقتٍ مبكر(Slack &et .al, 2009: 197) . والشكل (5) يوضح أسلوب التصميم المتزامن .



شكل (5) التصميم المتزامن

Source: Johansson. K.,(Human Impact on the System Engineering of Human Space Missions),Master Thesis،Lulea University ، Kiruna,2010،p.8

8. **المبادئ الأساسية للهندسة المتزامنة** :

تعتمد الهندسة المتزامنة على العديد من المبادئ الأساسية عند تطبيقها في الشركاتِ الصناعية والتي تؤكد على وجودِ علاقة بين بيئة العمل الداخلية للمنظمةِ، والبيئة الخارجية المتمثلة بالزبائنِ والمنافسين، وهي (Wenya، 1998 :5)، (Moges, 2007: 24) :

أ- الالتزام والدعم من قبل الإدارة العليا .

ب- وضع أهداف ورسالة المنظمة بشكلٍ واضح وتطوير خطة مفصلة و مبكرة للعملية .

ت- وضع برامج للتنفيذِ ومراجعة الخطة بشكلٍ مستمر .

ث- وضع قيادات لديها رؤية عامة عن المشروع والأهداف .

ج- تحليل السوق ومعرفة الزبائن .

ح- تبني مفهوم الفريق بدلاً من العملِ الفردي، وزرع روح التعاون بين العاملين .

خ- نقل التقنيات التكنولوجية بين الأفراد والأقسام .

د- تجزئة المشروع (العملية) إلى مراحلهِ الطبيعية ووضع معالم مهمة لكلِ أجزاء عملية التطوير.

ذ- إكمال جميع المهام بالتوازي .

ر- مقارنة المنظمات نفسها مع المنافسين الأساسين لها .

9. **عناصر الهندسة المتزامنة** Concurrent Engineering Element:

هناك ثلاثة عناصر يتم التفاعل فيما بينها لتطبيق الهندسة المتزامنة هي (Alikrishna, 2000 : 2-4):

أ. الادوات (Tools):

أن أدوات الهندسة المتزامنة تسعى لتفعيلِ التصميم لأغراض متعددة وذلك بمكاملةِ التقنيات المختلفة بأستخدام CAD,CAM والأنظمة الخبيرة وشبكات الأتصال، وان قابلية نجاحها على الأمدِ البعيد مرهونٌ بالأعتمادِ على تطورِ وإتساع أدوات الهندسة المتزامنة علمياً وعلى مدى تطبيق وتنفيذ المهام بنجاح (King، 1996 : 1).

ب. التدريب (training):

أحد التحديات الكبيرة والتي تساعدُ العاملين على كيفيةِ العمل معاً في فريقٍ واحد، ويجب العمل على تدريبِ الأفراد لإكسابهم المهارات والخبرة وأن زيادة تعقيد الآلات تتطلب المزيد من المعرفة وفي العديد من المجالات (Boyce،2011:810) . وتساعد التقنيات الحديثة في رفعِ كفاءة التدريب من خلالِ شبكة الأنترنت والذي يضمنُ كلفة منخفضة وفورية مع سهولة الوصول إلى مصادرِ المعرفة (Alikrishna، 2000 :3).

ج. الوقت (Time) :

أدارة الوقت هي نقطة إرتكاز الهندسة المتزامنة، والمعالجة المتزامنة تعني التوجيه والترتيب الأمثل للفعالياتِ وتوزيع مجاميع العمل وبناء المعلومات، ويتم أنجاز الفعاليات في سلسلةٍ من المواعيد المتداخلة ومن ثم تحتاج لبذلِ جهود لتحقيق التزامن الملائم بين الفعّاليات (Anumb,et.al, 2000:202)، ويعّد التوقيت أحد الإساس المهمة في الهندسةِ المتزامنة والذي يساعدُ على إتخاذِ القرارات وأكتشاف المشاكل بوقتٍ مبكر للعملِ على حلِها (Moges, 2007: 24).

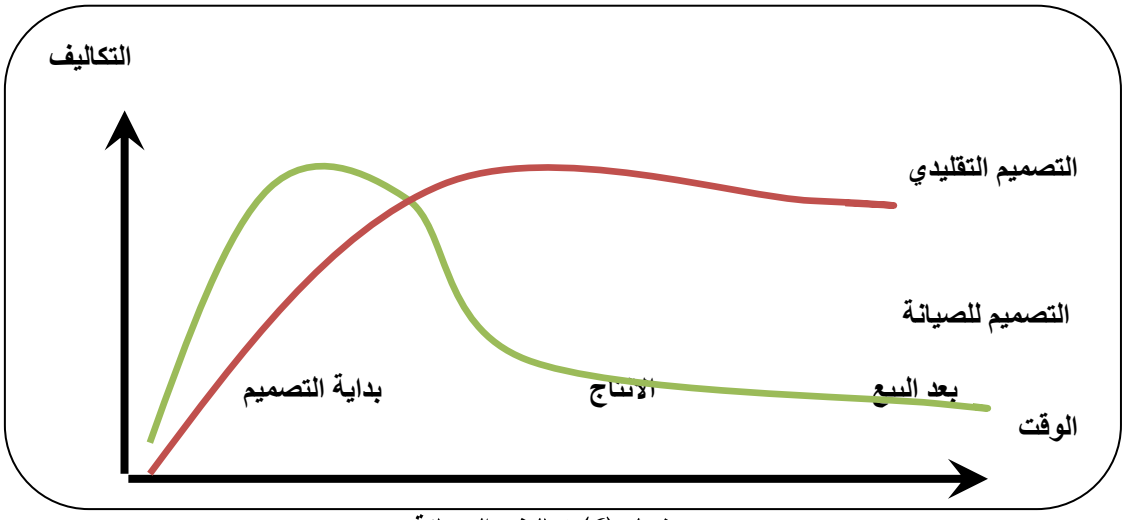
10. **تقييم أنشطة الصيانة في مراحل التصميم** :

هُناك قضيتان جوهريتان لنجاحِ تطبيق الهندسةِ المتزامنة، الأولى، إنَّ جميعَ الأنشطة المتعلقة بتطويرِ المنتج يجبُ التركيزُ عليها في المراحلِ المبكرةِ لتصميمِ المنتجات، وتكاملُ هذهِ الانشطة يؤدي الى تعظيمِ المنافع المتحققة، أما القضيةِ الثانية فأنَّ التأثيرات والقيود المرتبطة بالمتطلباتِ الوظيفية المختلفة يجبُ إيصالها للمصممِ بالوقتِ المناسب وبصورةٍ دقيقة (Gnanasekaran،2007:1114).

وضمنَ سياق الهندسةِ المتزامنة، صيانةُ المعداتِ يمكنُ مراعاتها في وقتٍ سابق، أي خلال مراحل التصميم الأولية وأنَّ مدى قابلية صيانتها يمكنْ أنْ تُدعم في القراراتِ المتزامنة والتي تُتخذ من قبلِ المهندسين للحصولِ على تصاميمٍ إبداعية في حالةِ أخذ وجهات نظر الصيانة في المراحلِ المبكرة . ومن أجلِ تقييم قابلية صيانة المنتجات يجبُ تحديد مهام الصيانة المطلوبة خلال دورة حياة المعدات، والذي يساعد على إكتشافِ الأجزاء التي تحتاجُ الى إستبدالٍ بوقتٍ مبكر خلال عمرها التشغيلي (Slavila & et.al, 2005: 291).

ويتمُ إشراك أفراد (خبراء) من قسمِ الصيانة لملاحظةِ شروط صيانة المنتج فأذا كانت غيرَ جيدة يقوم الخبير بأقتراحٍ لإعادةِ تصميم المنتج وأحياناً يشارُ لتصميمِ منتجات بديلة لتقليلِ تكاليف الصيانة (Moges،38: 2007)، ويعملُ التصميم الجيد على أستعمال التكنلوجيا الأكثر ملاءمة وأنسجاما لتحقيق الغرض من المنتجِ بسهولةِ وبوقتٍ قصيرٍ وبموثوقيةٍ عالية، وإعتماد التنميط أو التقييس سيساعدُ على فحصِ وأستبدال الأجزاء العاطلة عند صيانتها (الزغبي،2010 :18)

وتُعد الصيانة في الوقتِ الحاضر أحد المعايير الرئيسة في أداءِ التصميم الجيد، وأن التصميم الذي يأخُذ بنظرِ الأعتبار إجراءات الصيانة تكونُ لهُ فوائدَ كبيرة من ناحيةِ الكلفة والوقت مقارنة بالتصميمِ الإعتيادي، وكما يوضح الشكل (6) (Slavila & et, 2005: 291)، .



شكل (6) تكاليف الصيانة

Source: Slavila & et,(Concurrent Engineering: Researc and Applications Fuzzy Approach for mainainability Evluation in the Design Process, 2005, P. 292

11. **قابلية صيانة المعدات** :

تشيرُ قابلية الصيانة الى " السهولةِ التي يُمكن تطبيق نشاط الصيانة على منتجٍ أو نظام " وهناك سمتان لقابليةِ الصيانة (المنفعة، الإصلاح)، ويمكن أنْ تقاس من خلالِ الوقت المستهلك لإنجاز المهمة (المنفعة) أو من خلالِ وقت التصليح (Abdullah, et.al: 2005, 1) . وتعد قابلية الصيانة أحد أهم مميزات المنتج وتحدد هذهِ الميزة أثناء عمليات التصميم والتصنيع، وتكون أكثر حراجة بعدَ عمليات التسليم والإستخدام، كما يؤثر مستوى قابلية الصيانة على السلوكِ المستقبلي للزبونِ وقد يعتبر أحد الشروط المهمة للوثوق بالمنتجِ (Richard C, 2000: 1086) . كما تشيرُ قابلية الصيانة الى خاصيةِ التصميم والتركيب التي تعبرُ عن إحتماليةِ إعادة العنصر الى الحالةِ الطبيعية خلال مدة زمنيةٍ محددةٍ عندَ تطبيق أعمال الصيانة (Ajide & Adegbloa,2011:2) وهناكَ طرائق عدة لتقييم قابلية الصيانة في مرحلةِ التصميم منها(Slavila & et, 2005: 291):

أ- تصميم قوائم الفحص لقابليةِ الصيانة : والتي تساعدُ على تزويدِ خلاصة التصميم وتشيرُ إلى قابليةِ صيانة الأنظمة المعقدة، وتتضمنُ التصميم للصيانةِ، وتصميم التوحيد القياسي، والتصميم الفيزيائي والميكانيكي .

ب- تقييم قابلية الصيانة بأستخدام النموذج المادي : يتم إستخدام نموذج مادي وتجري عليه عملية صيانة بأستعمال أدوات حقيقية وفنيي صيانة، ويقوم بتحسينِ بعضَ المجالات من خلالِ إجراء بعض التغيرات في عمليةِ التصميم، ويعابُ عليهِ تأخيرَ الوقت وزيادةِ التكاليف .

ت- تقييم قابلية الصيانة بأستعمال النموذج الرقمي : تستخدم نماذج إفتراضية وتقني صيانة، وهي عملية محاكاة الكمبيوتر بأستعمال نماذج يمكنُ عرضها وتحليلها وأختبار جوانب دورة حياتها، وكأنها نموذج مادي حقيقي، وهذهِ الطريقة أكثر سهولة وتعمل على تقليلِ الوقت .

ث- تقييم قابلية الصيانة بأستعمال المداخل الكمية : ينطوي هذا التقييم على عدةِ معايير من أجلِ تقييم أنظمة الصيانة الميكانيكية عن طريق تعيين معيار لكلِ صيانة وكما موضح بالجدول(1) :

جدول (1) نسب المعلومات المتوفرة لإجراء التصميم .

التقييم	سهولة الوصول الى الاجزاء
100%	الأجزاء جميعها يمكن الوصول اليها مباشرةً ووضعها في منطقةٍ واحده.
80%	الأجزاء جميعها يمكن الوصول اليها مباشرةً ووضعها في مناطقِ مختلفة.
60%	بعض الأجزاء لايمكن الوصول اليها مباشرةً ولكن صيانتها سهلة .
40%	بعض الأجزاء يمكن الوصول اليها بعدَ تفكيك سريع (مثل براغي،0000).
0%	غالبية الأجزاء لايمكن الوصول اليها ألا عن طريق تفكيك كلي أو جزئي .

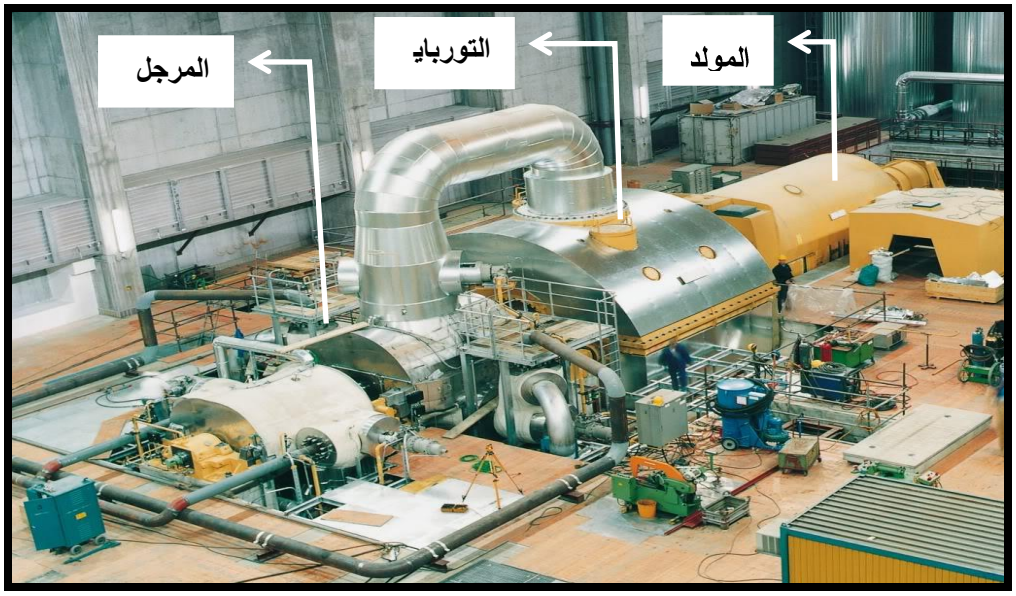
Source: Ding، (Product Maintainability Design Method and Support Tool Based Feature Model، Chian، 2009، p.168

ثالثاً : الجانب التطبيقي .

طُبق البحث في شركتين ؛ الأولى، الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الاسكندرية (الجهة المصنعة) التابعة الى وزارة الصناعة والمعادن وهي شركة عامة تعد من أكبرِ وأول الشركات العاملة في العراق بمجالِ الصناعات الهندسية على مختلفِ أنواعها، أسست الشركة عام 1968 , وتهدفُ الشركة إلى الإسهامِ في دعمِ الإقتصاد الوطني في مجالِ تصنيع المكائن والمعدات والمسبوكات وأبدان الشاحنات وأشباه المقطورات والناقلات الثقيلة وتلبية حاجة القطاع الزراعي من الأدوات الإحتياطية للجرارات والحاصدات والمواد المساعدة الأخرى، وتتكون الشركة من ثلاثة معامل رئيسة هي ؛ معمل السباكة، معمل مستلزمات الانتاج وتصنيع قطع الغيار، معمل المعدات والآلات الزراعية .

أما الشركة الثانية، محطة كهرباء المسيب الحرارية التابعة إلى وزارة الكهرباء (الجهة المستفيدة) . وهي من كبرى محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق، إذ بدأ إنشائها في مطلع عام 1985 من خلال شركة هونداي الكورية (المقاول الرئيس) بمشاركة عدد من المقاولين الثانويين المتخصصين بأنتاج ونصب المولدات والتوربينات والمراجل وغيرها، تتكون المحطة من أربع وحدات توليدية فضلاً عن المنظومات المساعدة الملحقة بها .

تم إنشاء هذه المحطة لترفد المنظومة الكهربائية بطاقة تصميمية قدرها (1200) ميكاواط وبواقع (300) ميكاواط لكل وحدة، وهي تمثل (23%) من مجموع السعات المؤسسة للمنظومة الكهربائية من الوحدات البخارية، تتكون كل وحدة من الوحدات الأربعة من ثلاث مكونات أساسية هي (المرجل) و (التوربين) و (المولدة) والموضحة بالشكل (7).



شكل (7) مكونات الوحدة التوليدية .

بالنظرِ لما تمتلكهُ الشركة العامة للصناعاتِ الميكانيكية من خبراتٍ متراكمة في مجالِ التصنيع وإمتلاكها أنواع متعددة من المكائنِ التقليدية والمبرمجة فضلاً عن المعامل التابعة لها والتي توفر الوقت الكبير في مجال تبادل المعلومات ومناولة المواد وقطع الغيار وغيرها، وكذلك لقربِها من محطةِ توليد الطاقة الكهربائية في المسيب، هذا وغيرهُ أسهم في حصول تعاون مستمر بين الشركتين في مجالِ تصنيع قطع الغيار التي تحتاجها محطة توليد الكهرباء الحرارية في المسيب والتي تعاني من تراكم الاعطال وعدم قدرة ملاك الصيانة بما يبديهِ من جهود كبيرة للسيطرة على هذه الاعطال بسبب تقادم وحدات التوليد وعدم الحصول على المواد الاحتياطية الاصلية المنشأ .

وعلى الرغم من تنفيذِ أعمال الصيانة المخططة والتي تعد أحدى ركائز الصيانة الإنتاجية الشاملة، والإستفادة من المشاكلِ المزمنة التي يكتشفها المشغّلون أثناء قيامهم بأعمالِ الصيانة الذاتية والتي تساعدُ على الأكتشافِ المبكر للعطلِ والحد من تفاقمِه وإجراء الصيانة العلاجية له, ألا أن الوحدات التوليدية الأربعة تتعرض إلى أعطال شهرية تكون متفاوتة في أعدادها وتوقيتاتها أذ يلاحظ بأنها تقل بعد تنفيذ إجراءات الصيانة المخططة ولكن لمدةٍ قصيرة إذ تبدأ بالإزدياد ولاسيما في موسم الصيف والذي يتمثل بزيادةِ الطلب على أنتاجِ الطاقة الكهربائية وكما موضحة بالجداول (2) و(3)، ويتبين أن أغلب الأعطال تكون في قسمي التوربين وقسم الكهرباء المتمثل بالمولد الكهربائي والمنظومات الملحقة به، أيضاً بسبب نقص المواد الإحتياطية تُترك بعض الأجزاء دون أجراء صيانة عليها رغم الحاجة إلى عملية إستبدال الجزء العاطل ، كما حصل للوحدة التوليدية الثالثة والتي أستمر توقفها عن الإنتاج لعام 2012 والنصف الأول لعام 2013 مما أدى الى الإستعانة بفريق دولي وإرسال بعض الأجزاء للخارج لصيانتِها .

الشهر / الوحدة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الاول	المجموع
الوحدة الاولى	3	5	3	4	3	8	11	12	8	4	5	3	69
الوحدة الثانيه	**3**	**3**	**0**	**6**	8	12	8	9	23	6	3	4	85
الوحدة الثالثة	عملية تأهيل شاملة بالاشتراك مع فريق صيانة خارجي (روماني).												
الوحدة الرابعة	2	صيانة سنوية مخططة						3	0	1	1	5	12
المجموع	8	8	3	10	11	20	19	24	31	11	9	12	166

جدول (2) عدد العطلات للوحدات التوليدية الاربعة لعام – 2012

المصدر : أعداد الباحث بالاعتماد على بيانات المحطة

الشهر / الوحدة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	المجموع
الوحدة الاولى	3	صيانة مخططة		6	2	1	12
الوحدة الثانية	3	1	صيانة سنوية مخططة				4
الوحدة الثالثة	عملية تأهيـــل شاملة بالاشتـــراك مع فـــريق صيانة خارجي / روماني						
الوحدة الرابعة	صيانة مخططة			6	1	1	8
المجموع	6	1	-	12	3	2	24

جدول (3) عدد العطلات للوحدات التوليدية الاربعة للنصف الاول لعام – 2013

المصدر : أعداد الباحث بالاعتماد على بيانات المحطة

ومن خلال الإطلاع على سجلاتِ المحطة لعام 2012والنصف الأول من عام 2013, تم تسجيل الأوقات الزمنية لإصلاح أعطال المولد الكهربائي التي تؤدي الى توقف الوحدات التوليدية عن الإنتاج، متضمنة عمليات التفكيك والتركيب لغطاءِ المولد (قيد البحث)، والمبينة بالجدول (4).

جدول (4) أعطال المولد الكهربائي للوحدات العاملة .

أعطال المولد الكهربائي التي تؤدي الى توقف الوحدات التوليدية عن الانتاج	زمن الاصلاح (ساعة)	تكرار العطل للوحدات العاملة		
		الاولى	الثانية	الرابعة
توقف الوحدة بسبب عطل المبادل لجهاز الحماية	2:00	4	2	2
توقف الوحدة بسبب تجاوز القيمة المسموح فيها للتيار	3:00	4	5	6
توقف الوحدة بسبب فقدان الاثاره (المحفز)	2:30	5	7	4
إيقاف الوحدة اضطراريا بسبب توقف المحولة رقم 1	45:30	2	0	0
توقف الوحدة بسبب عطل في محرك BFP	2:30	1	3	3
توقف الوحدة بسبب انخفاض جريان المبرد	2:30	6	7	4
توقف الوحدة بسبب عطل مولدة الحث	2:30	1	0	2
ايقاف الوحدة اضطراريا بسبب عطل (السيركت بريكر)	8:30	0	1	2
توقف الوحدة بسبب هبوط في التفريغ ل CWP	2:30	3	4	4
توقف الوحدة بسبب خلل كهربائي في المولدة	12:00	5	7	9
توقف الوحدة بسبب عطل منظم الفولتية	3:30	8	6	3
توقف الوحدة بسبب هبوط فرق الجهد	6:30	6	9	7
ايقاف الوحدة اضطراريا للانتقال الى منظومة UPS	5:00	0	1	2
توقف الوحدة لوجود تسرب في غاز H2	40:00	2	0	1
توقف الوحدة بسبب عطل في الحماية لمحول الوحدة	14:30	2	2	1
توقف الوحدة بسبب عطل في مجهز القدرة	4:40	4	6	3
توقف الوحدة بسبب تسرب زيت من (Seal Ring)	90:00	3	3	4
المجموع	211,40	56	63	57

المصدر : أعداد الباحث بالاعتماد على البيانات المتوفرة من المحطة .

1. **أهمية غطاءِ المولد الكهربائي** :

يتألف المولد الكهربائي من هيكل أسطواني مصنوع من الفولاذ (الجزء الثابت) الذي يحوي الأجزاء الداخلية، مثل أنابيب التبريد والأسلاك النحاسية والعوازل الداخلية وصمامات غاز الهيدروجين التي تعمل على تبريدِ منظومة المولد الكهربائي والعضو الدوار (الآرميجر) والفحمات . كما يتالف من غطاء لكل جانب من المولد والذي يعمل على تثبيت العضو الدوار والمحافظة على الأجزاء الداخلية للمولد ومنع تسرب غاز الهيدروجين (العامل المساعد في تبريد الأجزاء الداخلية)، ويتالف هذا الغطاء (قيد البحث) من ستةِ أجزاء (سكترات) مصنوعة من سبيكة الألمنيوم, ترتبط مع بعضها بـ (24) برغي قياس (M16), وتشكّل بوابة دائرية كبيرة بقطر خارجي يبلغ (277 سم)، وبقطر داخلي يبلغ (128,5 سم)، كما يرتبط المحيط الداخلي للمجموعة (السكترات) بحلقة او طوق دائري (الرنك) تتالف من نصفين مرتبطان مع بعض، ويحيط هذا الطوق من محيطهِ الداخلي بالعضوِ الدوار (الآرميجر) عبرَ حلقة مطاطية تعمل على تقليلِ الإحتكاك وتآكل مناطق التلامس، الشكل (8).

ومما تجدرُ الأشارة اليهِ أن عملية تفكيك هذا الغطاء أو جزء منهُ تتم مع جميع أعمال الصيانة السنوية المخططة أو غير المخططة ومع عمليات الفحص الدورية للمولد الكهربائي، وتتطلب عمليات التفكيك والتركيب إيقاف الوحدة التوليدية عن العملِ ما يعني توقف إنتاج الطاقة الكهربائية، علماً أن عملية أعادة الوحدة التوليدية للعملِ بعد تنفيذ أعمال الصيانة تحتاجُ إلى 24-48 ساعة لإعادة تشغيل التوربين البخاري والوصول إلى ضغط البخار المثالي لإتمام عملية تدوير العضو الدوار (الآرميجر) للمولد الكهربائي وبالتالي أنتاج الطاقة الكهربائية، وبالنظر لكثرةِ الأعطال في جميعِ الوحدات التوليدية والتي تم توضيحها بالجداول السابقة، كان لابد من توفيرِ ملاك فني وهندسي للقيام باعمالِ الفحص والصيانة والتصليح وعمليات التفكيك والتركيب وللوحدات التوليدية الأربع بشكل عام، وفيما يتعلق بالمولد الكهربائي(موضع البحث)، فأن كل وحدة توليدية تتألف من غطاء (بوابة) لكل جانب من جوانبهِ والتي من خلالِها يتم الوصول إلى الأجزاء الداخلية لأجراء أعمال الصيانة أو الفحص الدوري عليها مما يجعلهُ عرضة للاستهلاك، لتكرار عمليات التفكيك والتركيب لأجزائه، ويتم تصنيع هذا الغطاء من سبيكة الألمنيوم والتي تعد من أهم المواد الهندسية ذات الكثافة الواطئة ودرجة الأنصهار الواطئة مقارنة بالمعادن الحديدية .

شكل (8) المولد الكهربائي

2. **عمليات تصنيع غطاء المولد الكهربائي القديم في الشركة المصنعة** :

أ. حساب أوقات وتكاليف معمل السباكة لأنتاج الغطاء والموضحة بالجدول الآتي :

جدول (5) خلاصة أوقات وتكاليف معمل السباكة للغطاء القديم .

تفاصيل عملية السباكة	الوقت(ساعة)		التكاليف(دينار)= عدد الاجزاء × كلفة الجزء الواحد	
	السكتر	الرنك	السكتر	الرنك
تصنيع النموذج	6	6	201000 =201000 ×1	201000=201000×1
مزيج المقالبة	3	1	282000 = 47000×6	110000=55000×2
المقالبة الرملية	6	2	1680000= 280000×6	64000= 32000 ×2
عملية الصهر	18	6	1224000= 204000×6	448000= 224000×2
المادة الخام	-	-	2964000= 494000×6	1112000= 556000×2
الانتاج النهائي	9	3	168000= 2800×6	64000= 32000×2
المجموع	42	18	6519000	1999000

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات معمل السباكة .

ب. عمليات التشغيل الميكانيكي لتصنيع الاجزاء(السكترات) المكونة للغطاء القديم :

جدول (6) خلاصة أوقات وتكاليف ورش التشغيل الميكانيكي لاجزاء الغطاء القديم .

ت	ورش التشغيل الميكانيكي	وقت التشغيل (ساعة)	تكاليف التشغيل (دينار)
1	ورشة الخراطة	42	756000
2	ورشة CNC	81	1836000
3	ورشة البرادة	45	1206000
4	ورشة التجميع	8	436000
	المجمـــــــــــــــــوع	176	4234000

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على حسابات الشركة .

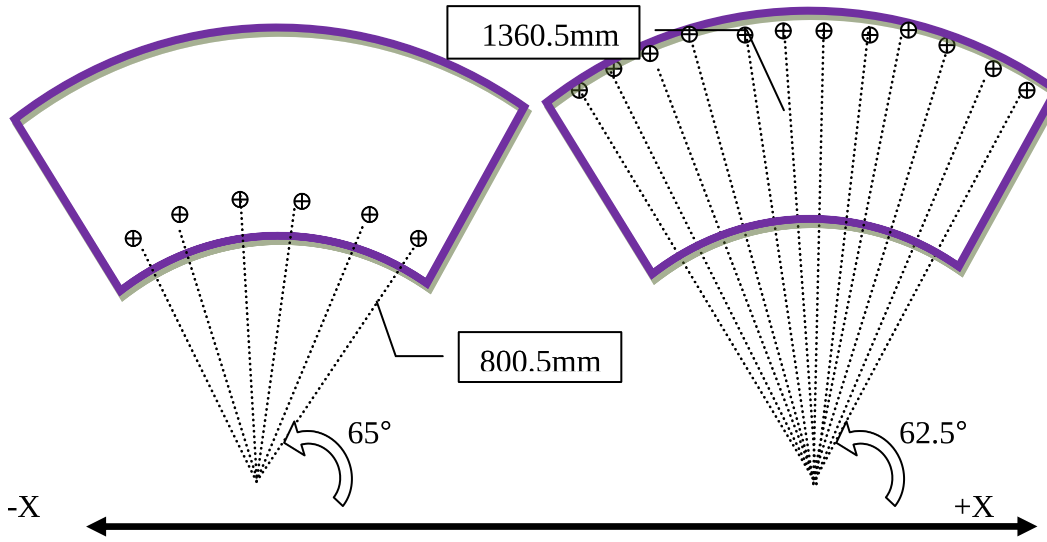
ج. خطوات كتابة برنامج (G- code) لماكينة السيطرة الرقمية بالحاسوب Computrize Numercal Control(CNC) لغطاء المولد القديم :

يتم أولآ حساب أحداثيات النقاط (x، y) لجميع الثقوب على المحيط الداخلي والخارجي للجزء (السكتر) بطريقة المثلثات وكماموضح أدناه .

1. لإيجاد أحداثيات النقطة على المحور (X) نستخدم : $x= R \ COS \ \theta$

2. لإيجاد أحداثيات النقطة على المحور (Y) نستخدم : $y= R \ SIN \ \theta$

حيث أن R نصف قطر القوس، وθ الزاوية المحصورة بين المحور(X) والنقطة المراد ايجاد احداثياتها. وبعد استخراج أحداثيات جميع النقاط، يتم كتابة البرنامج (G-cod) * .




```
NO  00001 (sectr )
N1  G90  G54      ;
N2  M6   T1        ;
N3  G00  G44    X800.     Y400.    Z150.    S100.                     ;
N4  M3   H01       ;
N5  Z -60  ;
N6  G01  G42    X773.050  Y258.460  D01   F100.                ;
N7  G02         X-773.050  Y258.460  R1386.                ;
N8  G40   ;
N9  G00  Z150.     ;
N10             X600.     Y-409.330              ;
N11  Z-10.  ;
N12  G01  G41   X-387.500  Y-409.330  D01  F100.              ;
N13  G03        X387.500  Y-409.330  R775 .     ;
N14  G00  Z150.   ;
N15             X405.      Y-409.330              ;
N16  Z-10.;
N17  G01  G42   X413.     Y-365.136    D01   F100.   ;
N18  G02        X-413.    Y-365.136    R826.             ;
N19  G40;
N20  G00  Z150.  ;
N21  M6   T2     ;
N22  G44     H02      M03      S100.            ;
N23  Z10   ;
```

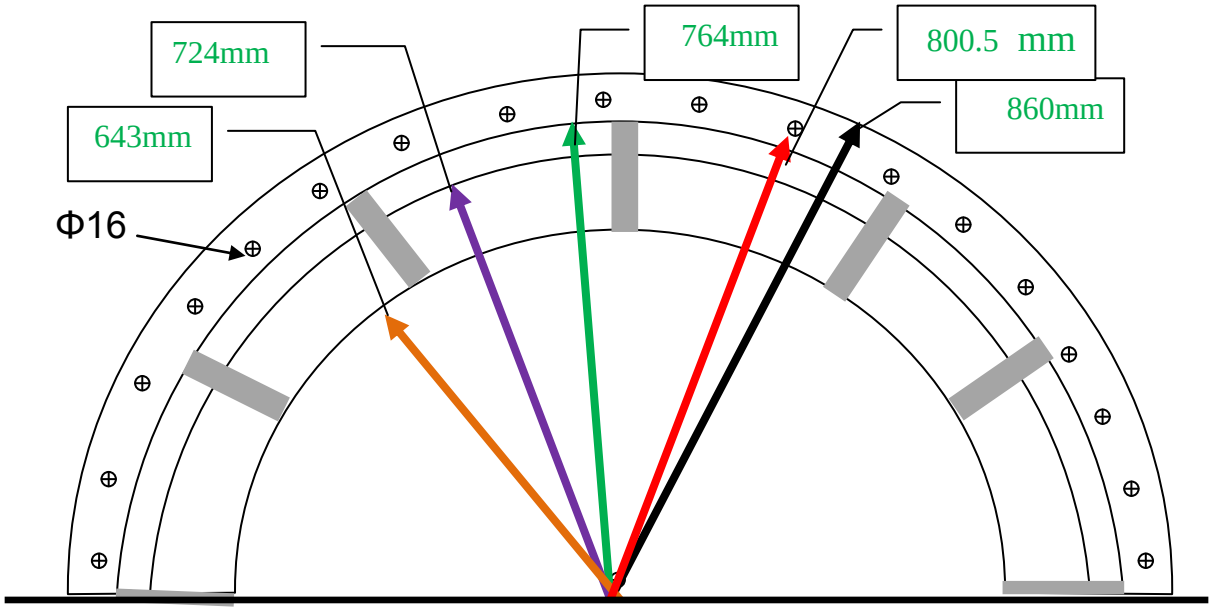
```
N24   G81          Z65.          R5.          F100.          ;
N25   X338.306          Y-355.001   ;
N26   X207.185          Y-307.276          ;
N27   X69.768           Y-283.046          ;
N28   X-69.768          Y-283.046          ;
N29   X-207.185         Y-307.276          ;
N30   X-338.306         Y-355.001          ;
N31   G80
N32   G00          Z150.     ;
N33   M6           T3        ;
N34   G44          H3        ;
N35   Z150.;
N36   G81          Z-65.          R5.          F100.          ;
N37   628.209          Y126.278   ;
N38   X520.641          Y176.438   ;
N39   X409.110          Y217.032   ;
N40   X294.466          Y247.751   ;
N41   X177.581          Y268.361          ;
N42   X59.344           Y278.705          ;
N43   X-59.344          Y278.705          ;
N44   X-177.581         Y268.361          ;
N45   X-294.466         Y247.751          ;
N46   X-409.110         Y217.032          ;
N47   X-520.641         Y176.438          ;
N48   X-628.209         Y126.278          ;
N49   X520.641          Y176.438          ;
N50   X409.110          Y217.032          ;
N51   X294.466          Y247.751          ;
N52   X177.581          Y268.361          ;
N53   X59.344           Y278.705          ;
N54   X-59.344          Y278.705          ;
N55   X-177.581         Y268.361          ;
N56   X-294.466         Y247.751          ;
N57   X-409.110         Y217.032          ;
N58   X-520.641         Y176.438          ;
N59   X-628.209         Y126.278          ;
N60   G80       ;
N61   G00   Z150.   ;
N62   M02         ;
N63   M6   T1       ;
N64   G44       Z150.       H4       M03          S80.          ;
N65   G00          X825.          Y258.460          ;
N66   Z-10.  ;
N67   G01       G42          X773.050       Y258.460       D01   F100.          ;
N68                X387.500       Y-409.330          ;
N69   G00   Z150.     ;
N70              X-387.500       Y430.          ;
N71   G01       G42          X-387.500       Y-409.330          ;
N72              X-773.050       Y258.460          ;
N73   G40         ;
N74   G00      Z150.          ;
N75   X0.       Y0.          ;
N76   M30          ;
```

نقوم بأستدعاء البرنامج لجميع أجزاء الغطاء (السكترات) الستة على ماكينة CNC .

* وظائف أوامر (G-code),(Krar & Gill , 1999:20-22).

د. عمليات التشغيل الميكانيكي لتصنيع الطوق الدائري (الرنك) :

يتكون الطوق الدائري لغطاء المولد الكهربائي من نصفين يرتبطان مع بعضهما البعض، وترتبط الاجزاء الستة للغطاء بمحيط الرنك الخارجي ب (72) برغياً, أما محيطهُ الداخلي فيحيط بالعضو الدوار (الآرميجر) عبر حلقة مطاطية تعمل على تقليل الاحتكاك بينه وبين العضو الدوار، ويمكن من خلال الشكل (9) توضيح أبعاد الطوق .



شكل (9) ابعاد الطوق (الرنك) .

المصدر : أعداد الباحث وحسب قياسات الشعبة الفنية في المحطة .

وتتلخص عمليات التشغيل الميكانيكي لجزئي الطوق (الرنك) في ورش التشغيل الميكانيكي في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الاسكندرية (الشركة المصنعة) بالجدول الاتي :

جدول (7) خلاصة أوقات وتكاليف تشغيل الطوق الدائري (الرنك) .

ت	عمليات التشغيل الميكانيكي	وقت التشغيل (ساعة)	تكاليف التشغيل (دينار)
1	ورشة الخراطة	44	1296000
2	ورشة CNC	40	1148000
3	ورشة البرادة	17	478000
المجمـوع		101	2922000

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على حسابات الشركة .

ه. التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي القديم :

بعد أنتهاء عمليات تصميم وتصنيع وأنتاج وتجميع جميع أجزاء غطاء المولد الكهربائي في معامل وورش الشركة العامة للصناعات الميكانيكية/ الاسكندرية (الجهة المصنّعة)، والمتعاقد عليها مع محطة توليد كهرباء المسيب الحرارية (الجهة المستفيدة), يتم حساب التكاليف الكلية لأنتاج الغطاء الواحد، علماً بان المحطة تتألف من أربع وحدات توليدية وأن كل وحدة تحتاج الى غطاء لكل جانب، أي ما مجموعه ثمانية أغطية وبجميع التفاصيل المذكورة سابقاً، والجدول الاتي يوضح التكاليف الكلية لأنتاج الغطاء الواحد.

جدول (8) التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي القديم .

المصدر : أعداد الباحث بالاعتماد على البيانات المدونة

التفاصـيـــــــــــــــــــل	الوقت (ساعة)	التكاليف(دينار)
معمل السباكة (أجزاء الغطاء + الطوق)	60	8518000
ورشة الخراطة (أجزاء الغطاء + الطوق)	86	2052000
ورشة CNC (أجزاء الغطاء + الطوق)	121	2984000
ورشة البرادة (أجزاء الغطاء + الطوق)	62	1684000
ورشة التجميع (أجزاء الغطاء + الطوق)	8	436000
المجموع	337	15,674,000
يضاف هامش ربح (20%)*	-	3,134,800
التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي القديم	337	18,808,800

3. حساب مساحة التشغيل الميكانيكي لغطاء المولد الكهربائي :

يتم حساب مساحة التشغيل للجزء الواحد(السكتر) ويعمم ذلك على جميع عمليات التشغيل الميكانيكي لجميع الورش، وكما موضح في أدناه :

طول القوس الخارجي للسكتر = قيمة الزاوية المقابلة ×القطر الكبير × π ÷ 360°

=(6÷360°)× 2772 × 3,14 ÷ 360 =1450,68 ملم.

= 145.068 سم.

* وفق سياق العمل المتّبع في الشركة، يتم أضافة 20% هامش ربح لتكاليف تصنيع الغطاء.

طول القوس الداخلي للسكتر = قيمة الزاوية المقابلة ×القطر الصغير × π ÷ 360°

=(6÷360°)× 1550 × 3,14 ÷ 360° = 811.16 ملم.

= 81.116 سم .

إيجاد طول القطع المستقيم ولجانبي السكتر بطرح نصف القطر الصغير من نصف القطر الكبير و يساوي

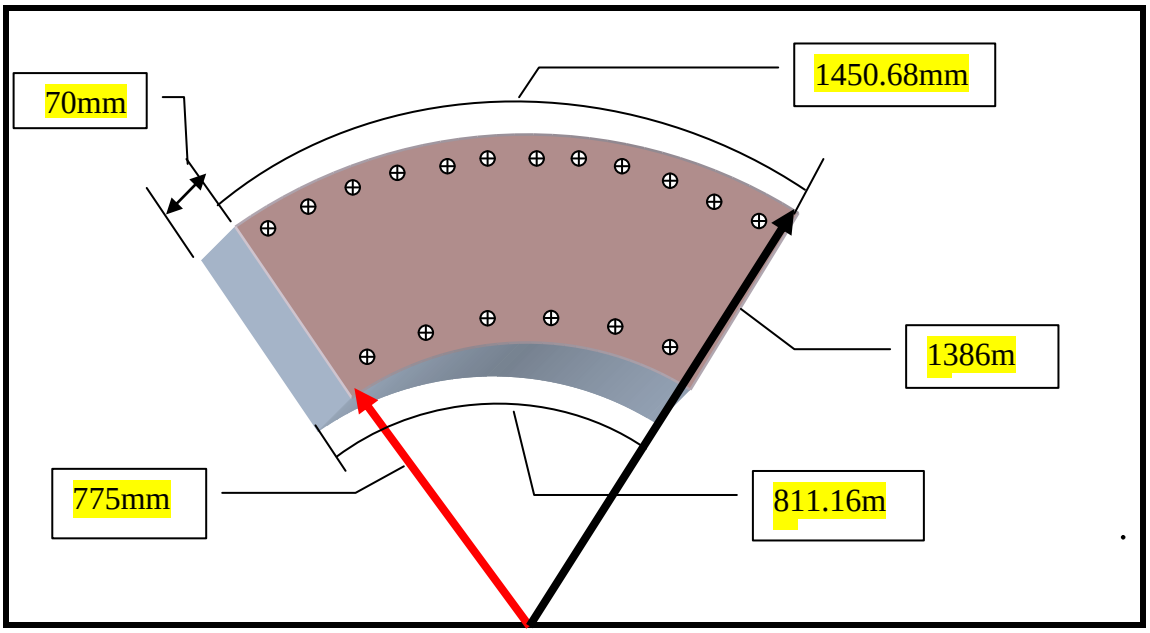
(1386 — 775) × 2 = 1222 ملم. = 122.20 سم.

إيجاد عمق التشغيل للجزء وبحسب التصميم المطلوب يساوي (50) ملم بالنسبة للقوسين الداخلي والخارجي، و(70) ملم بالنسبة للقطع المستقيم ولجانبي السكتر(الغرض لاتمام عملية الربط بين الاجزاء المتجاورة)، وكما مبين بالشكل (10)، ويمكن توضيح تفاصيل حساب مساحة التشغيل الكلية لغطاء المولد القديم بالجدول الاتي :

جدول (9) حساب مساحة التشغيل الكلية للغطاء القديم .

المساحة (سم 2)	الطول(سم)× العرض(سم)	الناتج(سم2)
مساحة تشغيل القوس الخارجي للسكتر	5 × 145.068	725.34 سم2
مساحة تشغيل القوس الداخلي للسكتر	5 × 81.116	405.58 سم2
مساحة تشغيل القطع المستقيم لجانبي السكتر	*7 × 122.2o	855.40 سم2
مجموع مساحات التشغيل للجزء (السكتر) الواحد من الغطاء القديم		1986.32سم2
مساحة التشغيل الكلية للغطاء القديم = مساحة التشغيل للجزء الواحد × عدد الاجزاء = 1986.32 × 6 = 11917.92 سم2		

المصدر : أعداد الباحث بالاعتماد على الادبيات .



شكل (10) أبعاد الجزء الواحد من الغطاء القديم .

المصدر : أعداد الباحث .

* يكون العرض الجانبي للسكتر 7 سم بدلاً من 5 سم لغرض أجراء عملية الربط بين السكترين المتجاورين .

وبالطريقة نفسها يتم حساب مساحة التشغيل لأجزاء الغطاء المقترح وكما يأتي :

طول القوس الخارجي للسكتر = قيمة الزاوية المقابلة ×القطر الكبير × π ÷ 360°

=(360°÷4)×2772 ×3,14 ÷ 360° =2176.2 ملم .

= 217.62 سم.

طول القوس الداخلي للسكتر = قيمة الزاوية المقابلة ×القطر الصغير × π ÷ 360°

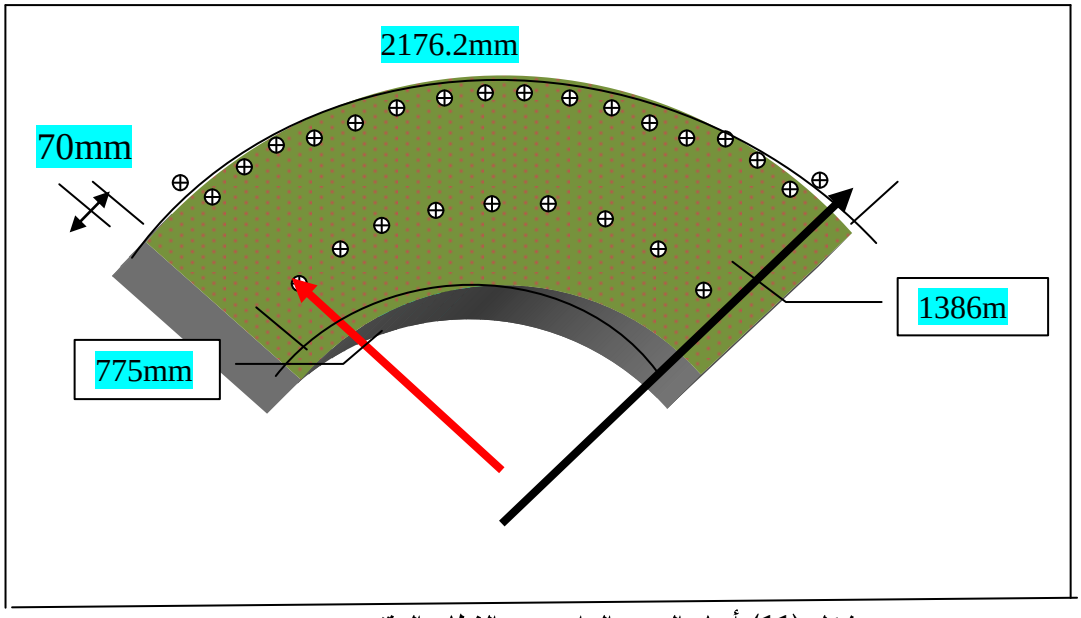
=(360°÷4)× 1550 ×3,14 ÷ 360° =1216.75 ملم = 121.675سم.

إيجاد طول القطع المستقيم ولجانبي السكتر بطرح نصف القطر الصغير من نصف القطر الكبير و يساوي

(1386 — 775) × 2 = 1222 ملم = 122.20 سم.

إيجاد عمق التشغيل للجزء وفق التصميم المطلوب يساوي (**50**) ملم, بالنسبة للقوس الداخلي والخارجي، و(**70**) ملم, بالنسبة للقطع المستقيم ولجانبي السكتر(الغرض لاتمام عملية الربط بين الاجزاء المتجاورة).

وكما موضحه الابعاد أدناه :



شكل (**11**) أبعاد الجزء الواحد من الغطاء المقترح .

المصدر : أعداد الباحث

ويتم حساب مساحة التشغيل الكلية للغطاء المقترح بالجدول الآتي :

جدول (10) حساب مساحة التشغيل الكلية للغطاء المقترح.

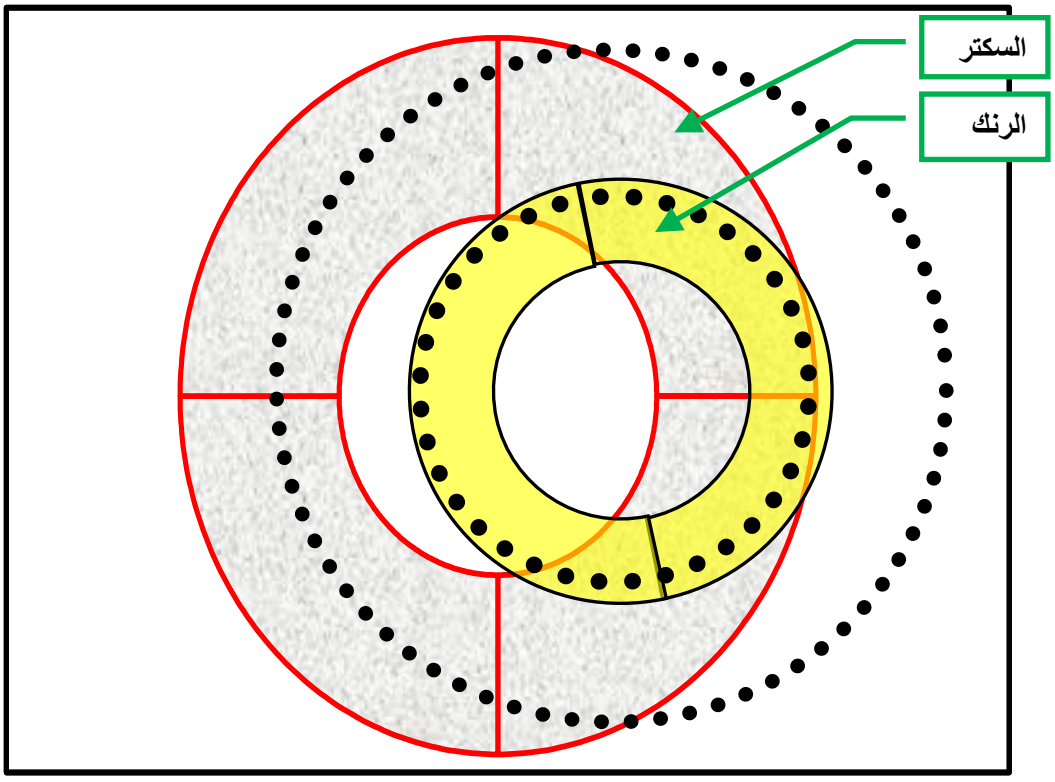
المساحة (سم 2)	الطول(سم)× العرض(سم)	الناتج(سم2)
مساحة تشغيل القوس الخارجي للسكتر	5 × 217.62	1088.1 سم2
مساحة تشغيل القوس الداخلي للسكتر	5 × 121.675	608.375 سم2
مساحة تشغيل القطع المستقيم لجانبي السكتر	7 × 122.2o	855.4 سم2
مجموع مساحات التشغيل للجزء (السكتر) الواحد للغطاء المقترح		2551.875 سم2
مساحة التشغيل الكلية للغطاء المقترح = مساحة التشغيل للجزء الواحد × عدد الاجزاء = 4 × 2551.875 = 10207.5 سم2		

المصدر : أعداد الباحث

ولأستخراج النسبة المئوية للفرق بين مساحة تشغيل الغطاء القديم والغطاء المقترح تكون :

$$\frac{11917.92}{100} = \frac{10207.50}{X} \quad \leftarrow \quad \% 85.6 = X$$

في هذه الحالة يتم تقليل نسب التشغيل بحدود 14% لجميع عمليات التشغيل الميكانيكي للغطاء المقترح والموضح بالشكل أدناه :



شكل (12) الاجزاء المقترحة .

4. عمليات تصنيع غطاء المولد الكهربائي المقترح في الشركة المصنعة :

أ. حساب أوقات وتكاليف معمل السباكة لأنتاج الغطاء المقترح وتتضمن :

تفاصيل عملية السباكة	الوقت (ساعة)	التكاليف(دينار)= عدد الاجزاء × كلفة الجزء الواحد

	السكتر	الرنك	السكتر	الرنك
تصنيع النموذج	6	6	1× 201000 = 201000	1×201000= 201000
مزيج المقالبة	3	1	4×70500 = 282000	2×55000= 110000
المقالبة الرملية	6	2	4× 420000 =1680000	2×32000 = 64000
عملية الصهر	12	6	4×204000 = 816000	2×224000 = 448000
المادة الخام	-	-	4× 296000=1184000	2×316000 = 632000
الانتاج النهائي	9	3	6×2800= 168000	2×32000 = 64000
المجموع	36	18	4331000	1519000

جدول (11) خلاصة أوقات وتكاليف معمل السباكة للغطاء المقترح .

المصدر : إعداد الباحث .

ب . عمليات التشغيل الميكانيكي لتصنيع أجزاء الغطاء المقترح :

يمكن من خلال الجدول الآتي توضيح مجموع الأوقات والتكاليف الكلية لعمليات التشغيل الميكـــانيكي لتصنيع الاجزاء المقترحة لغطاء المولد الكهربائي في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الاسكندرية.

جدول (12) مجمل أوقات وتكاليف ورش التشغيل الميكانيكي للغطاء المقترح .

ت	ورش التشغيل الميكانيكي	وقت التشغيل (ساعة)	تكاليف التشغيل (دينار)
1	ورشة الخراطة	32.64	596800
2	ورشة CNC	65.6	1502400
3	ورشة البرادة	36.96	1012800
4	ورشة التجميع	6.5	364000
المجمـــــــــــــــوع		141.7	3476000

المصدر : اعداد الباحث .

ج. التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي المقترح :

بالاعتماد على البيانات الموجودة بالجداول (7) و (11) و (12) يمكن أدراج التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي المقترح ليتم مقارنتها مع التصميم القديم لبيان أمكانية أعتماد التصميم المتزامن مع عمليات الصيانة والانتاج وتقليل الوقت والتكاليف لتقديم خدمة باسرع وقت وأقل تكاليف، والجدول (13) يوضح هذه التكاليف .

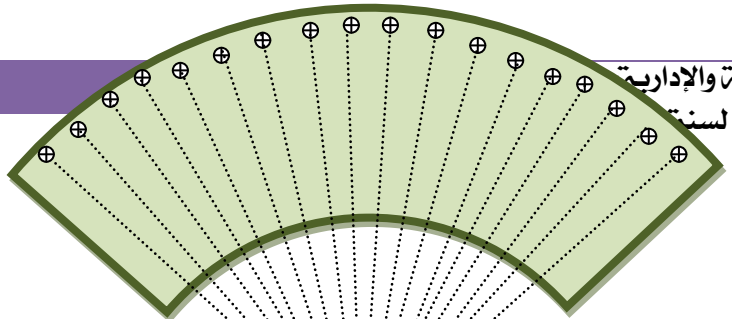
جدول (13) التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي المقترح .

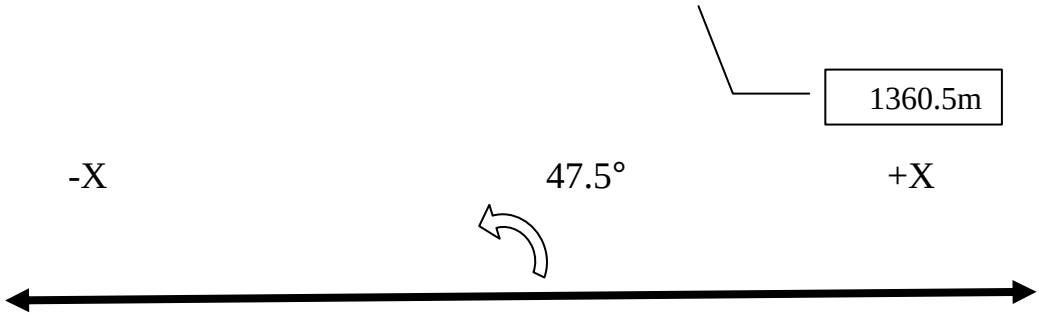
المصدر : أعداد الباحث

التفاصـــيـــــــــــــــل	الوقت (ساعة)	التكاليف(دينار)
معمل السباكة (أجزاء الغطاء + الطوق)	54	5,850,000
ورشة الخراطة (أجزاء الغطاء + الطوق)	76.64	1,892,800
ورشة CNC (أجزاء الغطاء + الطوق)	105.6	2,650,400
ورشة البرادة (أجزاء الغطاء + الطوق)	53.96	1,490,400
ورشة التجميع (أجزاء الغطاء + الطوق)	6,5	364,000
المجموع	296.7	12,247,600
يضاف هامش ربح (20% حسب تعليمات الشركة)		2,449,520
التكاليف الكلية لإنتاج غطاء المولد الكهربائي القديم	296.7	14,697,120

د. خطوات كتابة برنامج (G-code) لماكينة CNC لغطاء المولد الكهربائي المقترح:

يتم حساب أحداثيات النقاط (x، y) لجميع الثقوب على المحيط الخارجي للجزء(السكتر) المقترح بطريقة المثلثات وكما موضح فيما يأتي :





وبعد استخراج أحداثيات جميع النقاط، يتم كتابة البرنامج (G-cod) لتنفيذه على ماكينة CNC، ومن خلال الاطلاع على (كاتلوك) الماكنة المبرمجة ودراسة أمكانيتها بالتعاون مع المهندس المختص تمكنا من أستدعاء برنامج فرعي تم تشفيره من قبل فريق التنصيب الروسي عند شراء وتنصيب الماكنه، والبرنامج الفرعي هو :

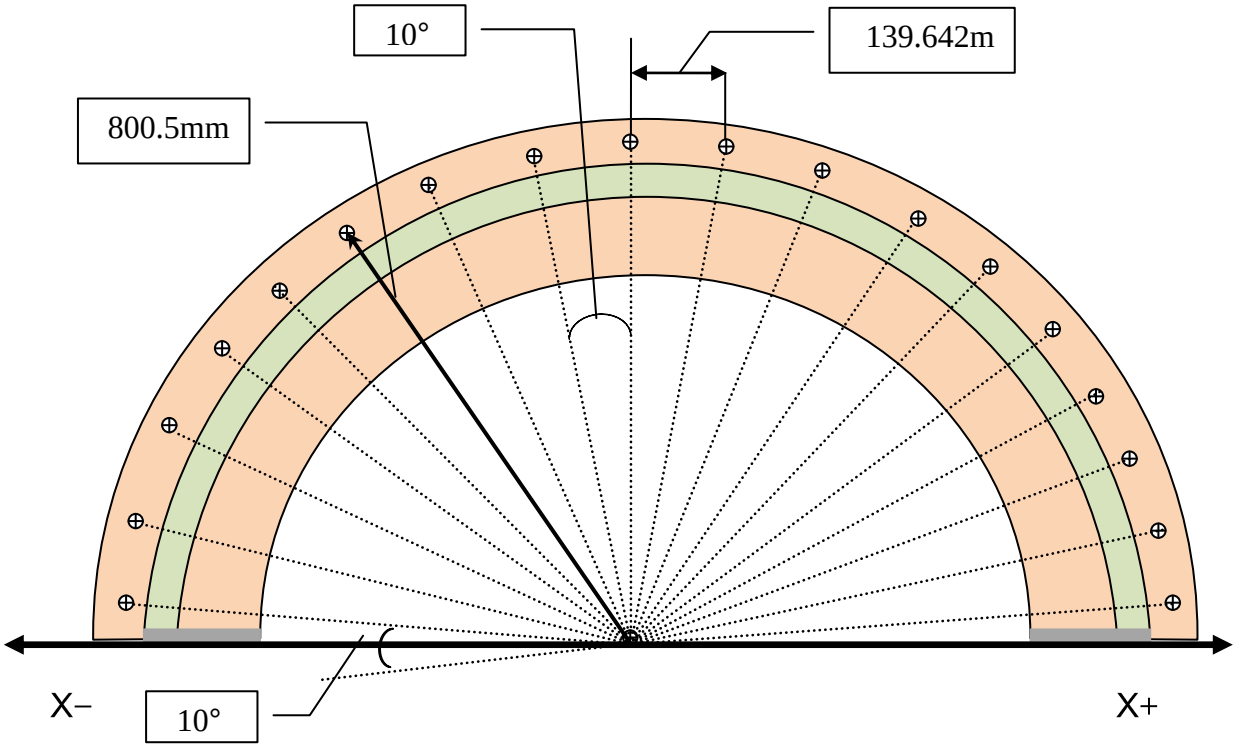
G65 P 9503 X Y A B H R ;

أما خطوات كتابة البرنامج بالكامل فهي :

```
NO 00001 (sectr)
N1 G90 G54 ;
N2 M6 T1 ;
N3 G00 G44 X1000. Y400. Z150. S100. ;
N4 M3 H01 ;
N5 Z -10 ;
N6 G01 G42 X -966.312 Y 323.075 D01 F100. ;
N7 G02 X 966.312 Y 323.075 R1360.5. ;
N8 G40 ;
N9 G00 Z150. ;
N10 X600. Y-511.662 ;
N11 Z-10. ;
N12 G01 G42 X484.375 Y-511.662 D01 F100. ;
N13 G03 X-484.375 Y-511.662 R775 . ;
N14 G00 Z150. ;
N15 X450. Y-511.662 ;
N16 Z-10 . ;
N17 G01 G41 X-516.250 Y-456.453 D01 F100. ;
N18 G02 X516.250 Y-456.453 R826. ;
N19 G40 ;
N20 G00 Z150. ;
N21 M6 T2 ;
N22 G44 H02 M03 S100. ;
N23 Z10. ;
N24 G81 Z-65. R5. F100. ;
N25 G65 P9503 X0. Y1080.5 A42.5 B5 H18 R1360.5 ;
N26 G00 Z150 ;
N27 M06 T3 ;
N28 G00 G44 Z150 H03 M03 S150. ;
N29G81 Z-65. R5. F100 ;
N30 G65 P9503 X0. Y1080.5 A40 B10 H9 R800.5 ;
N31 G00 Z150 . ;
N32 M30 ;
```

يتم أستدعاء البرنامج لأجزاء الغطاء (السكترات) الاربعة .

ه. خطوات كتابة برنامج (G-code) لبرنامج التثقيب للطوق (الرنك) المقترح :




```
NO  00002(Ring)
N1   G90   G54          ;
N2   G00   G44    X0.   Y75.    Z150.    M03    S120.      H05          ;
N3   Z10.
N4   G81   Z-30      R5.          F100.    ;
N5   G65    P9503      X0.      Y0.  A5.    B10    H18     R800.5    ;
N6   G00       Z150 .   ;
N7   X0.         Y0.   ;
N8   M3
```

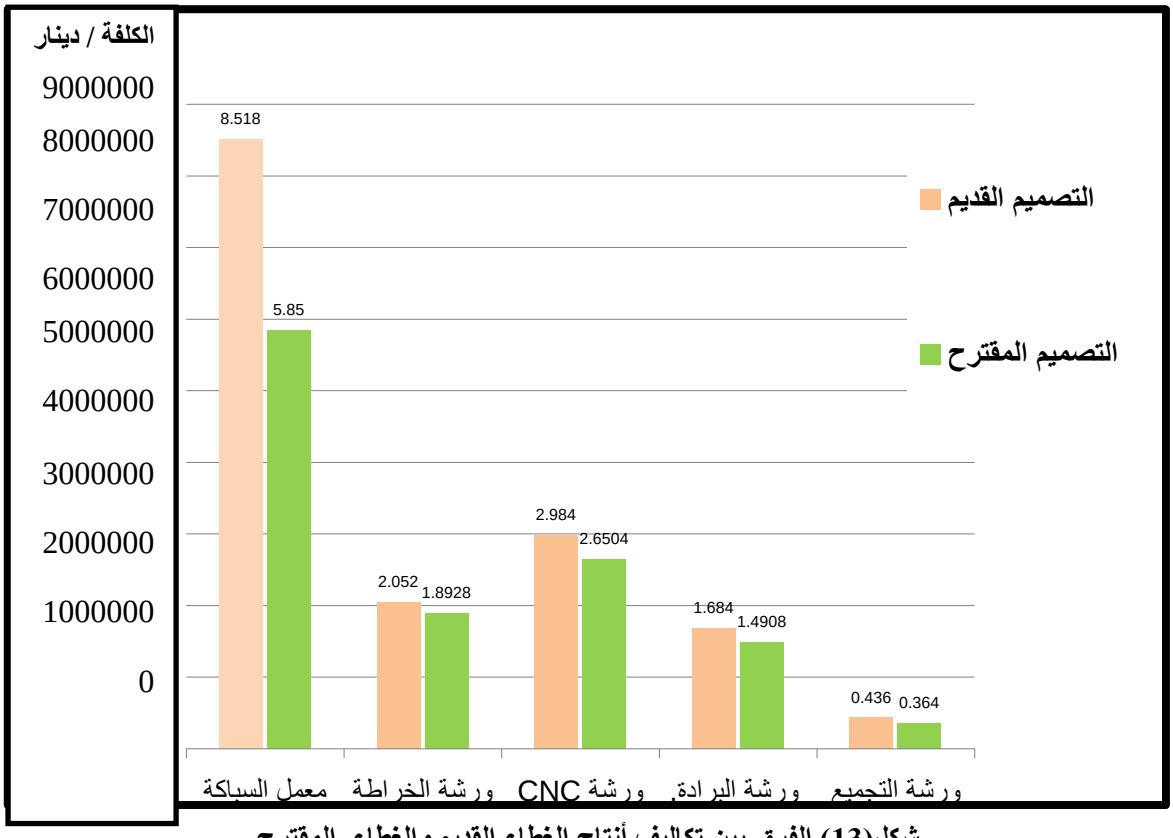
بعد أكتمال تثقيب الجزء الاول من الطوق (الرنك) يتم أستدعاء البرنامج مرة أخرى لأكمال النصف الثاني.

5. مقارنة نتائج البحث لتصنيع غطاء المولد الكهربائي القديم والغطاء المقترح وتحليله:

من خلال مقارنة النتائج النهائية لعمليات تصميم وتصنيع وتجميع غطاء المولد الكهربائي في معامل الشركة العامة للصناعات الميكانيكية في الاسكندرية، والمتعاقد عليه مع الشركة المستهلكة (محطة كهرباء المسيب الحرارية)، تبين وجود فارق بين تكاليف انتاج الغطاء على وفق التصميم المقترح عن التصميم القديم ولجميع مراحل الانتاج ابتداءً من عملية السباكة الى عمليات التشغيل الميكانيكي، ثم عمليات التجميع النهائية، هذا من جانب.

ومن جانب آخر فان التصميم المقترح يساعد في توفير الوقت والجهد في عمليات تفكيك وتركيب المولد الكهربائي والوصول الى اجزاءه الداخلية لاغراض الفحص والصيانة واستبدال الاجزاء المستهلكة . ومن ثم فأن التصميم الذي يأخذ بنظر العناية عمليات الصيانة يكون له الاثر الفاعل في توفير الوقت والجهد والاسهام الفاعل في إطالة العمر الانتاجي للمعدات والاسراع بتشخيص الاعطال ومراقبة حدوثها من قبل المشغل وهذا ماتركز علية أهداف الصيانة الانتاجية الشاملة، ومن خلال الاطلاع على الجدول (8) يتبين ان تكاليف انتاج الغطاء لجانب واحد من المولد بلغت (18,808,800) دينار، أي مامجموع (37,617,600) دينار للمولد الكهربائي الواحد، وبتعميم هذه التكاليف على الوحدات التوليدية الاربع في المحطة (قيد الدراسة) يكون المبلغ الاجمالي (150,470,400) دينار .

أما في حالة التصميم المقترح للغطاء فيوضح الجدول (11) أن تكاليف أنتاجه بلغت (14,697,120) دينار لجانب واحد من المولد، أي مامجموع (29,394,240) دينار للمولد الكهربائي الواحد، وعند تعميم هذه التكلفة على الوحدات التوليدية الاربع يكون المبلغ المطلوب (117,576,960) دينار، وبذلك تم توفير مبلغ مقداره (32,892,440) دينار، وبأعتماد ماورد انفا يمكن للباحث صياغة الشكل الآتي لتوضيح الفرق بين تكاليف التصميمين :

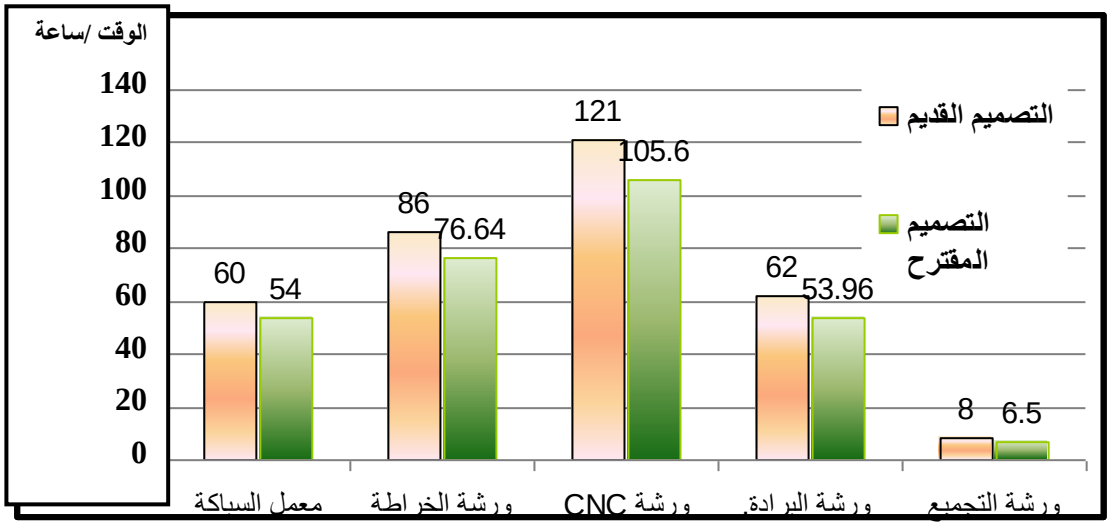


شكل(13) الفرق بين تكاليف أنتاج الغطاء القديم والغطاء المقترح.

المصدر : أعداد الباحث .

اما من جانب توقيتات العمل والانجاز فكانت الحاجة الى (337) ساعة عمل لإنتاج غطاء المولد على وفق التصميم المعمول به سابقاً، أي مايعادل (56) يوم، بواقع ست ساعات يومياً وبوجبة عمل واحدة، أما في حالة التصميم المقترح فتكون الحاجة الى (296,7) ساعة عمل، أي مايعادل (49,45) يوماً بواقع ست ساعات يومياً وبوجبة عمل واحدة، وبذلك تم توفير اكثر من (40) ساعة عند أتباع التصميم المقترح . وكما موضح بالشكل (14) .

هذا الفرق بالوقت والتكاليف محسوب لانتاج غطاء لجانب واحد من المولد الكهـــــربائي، وبتعميم ذلك على جميع الوحدات التوليدية لمحطة التوليد البخارية يتبين هناك فرق كبير بين التصميمين . مما يستوجب إعادة النظر لإختيار التصميم الذي يوفر الوقت والجهد والتكاليف، وبذلك يمكن للشركة المصنعة أعتماد التصميم المقترح والذي لايعمل على خفض الوقت والتكاليف فحسب ،وأنما يعمل على تسهيل أعمال الصيانة المستقبلية وتسهيل عمليات التفكيك والتركيب للاجزاء الداخلية للمولد الكهربائي ومن ثم الاسراع في أعادة المنظومة الكهربائية للعمل ورفد الشبكة الوطنية بمقدار معين من الطاقة الكهربائية والتي يكون المواطن بأمس الحاجة لها وفي مفاصل الحياة جميعها .



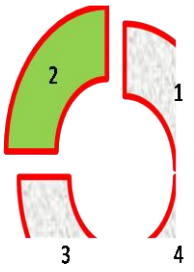
شكل(14) الفرق بين أوقات أنتاج الغطاء القديم والغطاء المقترح .

المصدر : أعداد الباحث .

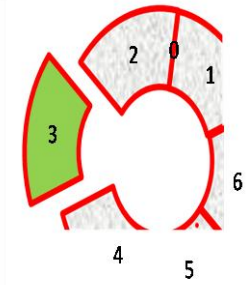
6. تحليل تكاليف أعمال الصيانة والتصليح في محطة كهرباء المسيب الحرارية (الشركة المستهلكة)

لغطاء المولد الكهربائي :

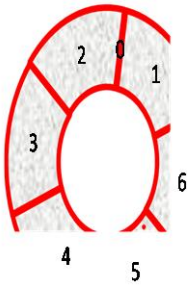
يمكن من خلال تطبيق التصميم المقترح لغطاء المولد الكهربائي المساهمة بنسبة معينة في تخفيض أوقات أعمال الصيانة السنوية المخططة أو عمليات أصلاح الاعطال الخاصة بالمولد الكهربائي، وحساب أوقات التفكيك والتركيب على وفق سياق العمل المتبع عند أجراء عمليات الصيانة والتصليح . تمكن الباحث من تسجيل أوقات تفكيك وتركيب جزء واحد من الغطاء أو عدة أجزاء وبحسب نوع العطل أو نوع الصيانة المتبعة، بعد حساب المساحة الكلية لغطاء المولد الكهربائي وكذلك أحتساب مساحة الجزء الواحد من الغطاء القديم والمقترح.



مساحة جزء



اء القديم



من الغطاء المقترح

2م 0,69=

2م 4,14 =

2م 1,03 =

نلاحظ أن مساحة الجزء الواحد (السكتر) من الغطاء المقترح أكبر بما يقارب 35% من مساحة الجزء الواحد للغطاء القديم، وبذلك يتمتع بمساحة واسعة لإجراء عمليات الفحص والتشخيص وتنفيذ أعمال الصيانة داخل المولد الكهربائي لاسيما عندما تنتفي الحاجة لفتح جميع أجزاء الغطاء . ومن خلال الاطلاع على التوقيتات الزمنية لعمليات اصلاح الاعطال, والمتابعة الميدانية لتنفيذ بعض أعمال الصيانة والتصليحات المتكررة والمنفذة على الوحدات العاملة في المحطة أثناء مدة البحث، ومن خلال الاستفادة من الخبرات المتراكمة لمهندسي وفنيي المحطة تمكن الباحث من معرفة الاوقات الزمنية التي تتطلبها عمليات التفكيك والتركيب للغطاء بأكمله أو لبعض أجزائه، وعدد أعضاء فريق العمل، وتم تدوين ذلك بالجدول الآتي:

جدول (14) أوقات التفكيك والتركيب لأجزاء غطاء المولد الكهربائي .

أعطال المولد الكهربائي التي تستوجب فتح الغطاء الجانبي	وقت الاصلاح (ساعة)	الطريقة المستخدمة للوصول للعطل وإصلاحة أو أستبدالة	وقت الفتح و التركيب/ساعة	عدد أعضاء فريق العمل
عطل المبادل لجهاز الحماية	2:00	فتح جزء واحد من الغطاء	1:15	5
تجاوز القيمة المسموح بها للتيار	3:00	فتح جزئين من الغطاء	2:00	6
فقدان الاثاره (المحفز)	2:30	فتح جزئين من الغطاء	2:00	6
توقف المحولة رقم 1	45:30	فتح الاجزاء الستة	8:00	8
عطل محرك BFP	2:30	فتح جزئين متجاورين	2:00	6
انخفاض جريان المبرد	2:30	فتح جزء واحد من الغطاء	1:15	5
عطل مولدة الحث	2:30	فتح جزئين من الغطاء	2:00	6
عطل (السيركت بريكر)	8:30	فتح ثلاثة أجزاء من الغطاء	3:00	8
هبوط في التفريغ لـ CWP	2:30	فتح جزء واحد من الغطاء	1:15	5
خلل كهربائي في المولدة	12:00	فتح ثلاثة أجزاء متفرقة	3:30	10
عطل منظم الفولتية	3:30	فتح جزئين من الغطاء	2:00	6
هبوط فرق الجهد	6:30	فتح ثلاثة أجزاء متفرقة	3:30	8
الانتقال الى منظومة UPS	5:00	فتح جزئين من الغطاء	2:00	6
لوجود تسرب في غاز H2	40:00	فتح جميع أجزاء الغطاء	8:00	10
عطل جهاز الحماية للمحول	14:30	فتح جزئين من الغطاء	2:15	10
عطل في مجهز القدرة	4:40	فتح جزئين من الغطاء	2:15	6
تسرب زيت من(Seal Ring)	90:00	فتح الغطاء بالكامل	12:00	12

المصدر: أعداد الباحث بالاعتماد على المراقبة الميدانية .

من خلال ماورد أنفا يتبين لنا ان نوع العطل وموقعه يحدد عدد الاجزاء المراد تفكيكها وتركيبها ومواقعها بالنسبة لغطاء المولد سواء أكانت متجاورة أم متفرقة، ومن ثم الوصول المبكر للعطل لغرض الاصلاح أو الأستبدال أو التعيير أو أجراء عمليات الفحص الدورية عليه، وبذلك فأن الغطاء المقترح وبأجزاءه الاربعة يسهم بشكل واضح بتوفير الوقت والجهد للوصول المبكر للاجزاء الداخلية للمولد الكهربائي، فعند فتح جزء واحد من الغطاء المقترح يمكن الحصول على مساحة مناسبة لتحديد العطل وإصلاحه مقارنة بفتح جزء واحد من أجزاء الغطاء القديم، فضلاً عن أن عمليات الصيانة التي تتطلب فتح جزئين من الغطاء القديم يمكن الاكتفاء بفتح جزء واحد من الغطاء المقترح لإصلاح العطل نفسه أو لإتخاذ إجراء معين، أو فتح جزئين من الغطاء المقترح يغني عن فتح ثلاثة أو أربعة أجزاء، كما يمكن توفير نسبة كبيرة من الوقت والجهد والتكاليف عندما تتطلب العملية فتح جميع أجزاء الغطاء عند تنفيذ أعمال الصيانة الدورية أو السنوية أو الطارئة .

وفيما يتعلق بموضوع تكاليف أعمال الصيانة والاصلاح لم يتمكن الباحث الحصول على تكاليف كل عطل بحد ذاته وبجميع تفاصيلهُ، بسبب عدم أتباع المحطة لبرنامج تفصيلي يوضح تبويب التكاليف الخاصة بكل وحدة توليدية في المحطة، أو لكل مكون من مكوناتِ الوحدة التوليدية، وفصل التكاليف التشغيلية عن تكاليفِ الصيانةِ والاصلاح الداخلية المنفذة من قبل المحطة أو أعمال الصيانة الخارجية المنفذة من قبل الفرق الدولية .

رابعاً : الإستنتاجات والتوصيات .

من الاستنتاجات التي توصل اليها البحث :

1. من خلالِ الإطلاع على البياناتِ الخاصةِ بالتكاليف، نلاحظُ عدمَ وجود تبويب لتكاليفِ الصيانة والإصلاح أوالإستبدال، ولمكونات الوحدة التوليدية الواحدة جميعها(المرجل، التوربين، المولد الكهربائي)، والإكتفاء بالإشارة الى تكاليف أجمالية .
2. تشيرُ عمليات التفكيك والتركيب لأجزاء المولد الكهربائي الى ضياعِ وقتٍ وجهد لايمكن الاستهانة به قياساً بعملياتِ الفحص أو الصيانة أو الاستبدال سواء أكانت عملية الصيانة بسيطة أم معقدة.
3. بأستخدام التصميم المقترح لأجزاء الغطاء الاربعة بدلاً من ستة أجزاء، أصبحت إمكانية الوصول الى الاجزاءِ الداخلية للمولد الكهربائي بوقتٍ أقصر، وهذا يسهلُ عمليات التفكيك والتركيب وأجراء الفحص أو الصيانة أو الاستبدال، وهذا يعزز من طريقة التصميم للصيانة .
4. حققَ التصميمُ المقترح والذي يأخذ بنظرِ الاعتبارِ أعمالَ الصيانة فائدة مزدوجة لكل من الشركة المصنعة تتمثل بتوفيرِ الوقت والتكاليف ولجميعِ مراحلِ الانتاجْ، وللشركةِ المستهلكة تتمثل بتسهيلِ مهام الصيانة والاسراع بأنجازِ الاعمال امطلوبة .
5. هناك برامج فرعية غير مفعّلة يمكنُ الإستفادةِ منها في برمجةِ مكائن التحكمُ الرقمية (CNC)، تسهم في تقليلِ وقت وتكاليف التشغيل في عملياتِ التصنيع .

كما أشار البحث الى توصيات تتمثل :

1. الإهتمام بتطبيق المبادئ الأساسيةِ الحديثة المتعلقة بتصميمِ المنتجات بما يحققُ تقليل تكاليف تصنيع المنتج وسهولة إستعمالهُ، فضلاً عن زيادةِ قابلية صيانتهُ وتوحيدِ أجزائه لتسهيلِ عمليات التفكيك والتركيب والفحصِ والصيانةِ والاستبدال .
2. ضرورة تفاعل الأفراد ، ليس ضمن الفريق فقط أو في الشركة بل خارج الشركة إيضا، وأن يدرك المدراء بأنَّ حاجات تبادل المعلومات لفريق تطوير المنتجات تتفاوت بمرورِ الوقت وعبر الأقسام ، وبذلك فأن الفريق يشمل فضلاً عن خبراءِ في الأقسامِ المختلفة ، أفراداً ممثلين عن المجهزينِ والزبائن، والأجهزةِ الحكومية لتسهيلِ الاتصال بهم وتزويد المعلومات لأعضاءِ الفريق في مختلفِ المجالات .
3. ضرورةِ التزودِ بتقنياتِ تزيدُ من سرعةِ تصميم وتطوير المنتجات حسب الطلب لزيادة قابلية أنظمة التصنيع ، وأستخدام أنظمة الذكاءِ الصناعي في بيئاتِ العملِ المعقدةِ لزيادةِ مهارات الأفراد العاملين، وأستخدام التقنيات الحديثة في مجالِ التصميم والتصنيع بأستخدامِ الحاسب .
4. ضرورة خلق التزامنِ بين عمليات التصميم الهندسي والتصنيع للمنتجاتِ لضمانِ سيرالعمليات بالتوازي لكشف الإرباك والخلل والأعمال الفائضة، وبالتالي توفير الوقت والجهد والتكاليف .
5. ضرورة توفير كافّة المعلومات الضرورية والمطلوبة عن المكائنِ والمعدات والأجزاء الاحتياطية والأفراد العاملين في مجالِ الصيانةِ والأجزاء الاحتياطية المهمة التي يتم الاحتفاظُ بها بصورةٍ مستمرة نظراً لتكرارِ الحاجةِ إليها في المحطةِ لأجل سرعة الاستجابة للصيانةِ وتصليح العطلات.

خامساً : المصادر .

1. الزعبي، عبد الكريم ، (أستراتيجيات تقديم المنتوج الجديد :تخطيط وتطوير المنتج / الخدمة) ' جامعة البتراء ، 2010 م .
2. سرور, سرور علي أبراهيم،(الجوده الشاملة /الادارة، التنظيم، الاستراتيجية), دار المريخ للنشر، الرياض، 2009 م. (معرب).
3. عبيدات، سلمان خالد،(مقدمه في ادارة الانتاج والعمليات)، دار المسيره للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، 2008 م.
4. مزريق، عاشور، (الانتاج الانظف بين الصيانة الانتاجية الشاملة وأنظمة التصنيع الحديثة) ،الاكاديمية للدراسات الاجتماعية والانسانية، 2011 .
5. النجار, فريد صباح،(الانتاج التجريبي في الصناعات والخدمات), الدار الجامعية / الاسكندرية, 2006م.

6. Abdullah،A.B.& et.al، (A Methodology to Determing Product Maintainability Based on Assembly Criteria – a Case Study of Real Motorcycle Brake Assembly، University Sains Malaysia، 2005 .
7. Ajide،O.O.&Adegbola، A.A.(Equipments Maintainability Using Simulation Global Journals lnc (USA)، 2011.
8. Alikrishna، Radha Balamur،(Journal of Industrial Technology،The Relevance Of concurrent Engineering in Industrial Technology programs، 2000 .
9. Anumba، A. N.،et.al ،(Concurrent engineering : Research and Applications) ، Integrating concurrent engineering concepts in a steelwork Construction project، Loughborough University، 2000 .
10. Badli Shah M، (total Productive maintenance:A study of Malaysian Automotive SMEs), London، 2012 .
11. Boyce, Meherwon P. (Gas Turbine Engineering Hand Book),2011.
12 . Carlos، Jonny,(Concurrent Engineering Perspective of Maintenance Aspects through an Expert System Prototype) Federal University of Santa Catarina ، Brazil، 1999 .
13. Ding، Yufeng،(Product Maintainability Design Method and Support Tool Based on Feature Model، Wuhan University of Technology, Wuhan, China، 2009 .
14. Emerson Pieroni, & Naveiro, Ricardo،(Integrating Project Management ، concurrent engineering to improve ship Design)، Americas'2006 .
15. Gnanasekaran،J.S.& Shanmugasundaram,S (Logistics Integrated Product Design Under Engineering Environment) :A Case Study، London، U.K. 2007 .
16. Heizer, Jay & Render, Barry, (Principles of Operations Management), 6th ، New Jersey, 2006 .
17. Helms,Remko W،(product data management as enabler for Concurrent Engineering) ، 2002.
18. Johansson K.,(Human Impact on the System Engineering of Human Space Missions)، Master Thesis،Lulea University of Technology، Kiruna، 2010.
19. Joshi M,Tech، (Quality assured maintenance management for Goal handling)، 2002.
20. Krar Steve & Gill Arthur، Computer Numerical Control Programming Basics، ، Industrial Press، INC، Publishers of Machinery HandBook New York، 1999 .
21. King، Nelson & Majchizak, Ann،(Concurrent Engineering Tools:Are The Human Issues Being Ignored ?), California University, USA،1996.
22. Kocher Gantam, et.al, (An Approach for Total Productive Mainten ance and Factors Affecting its Implementation in Manufacturing Environment)، 2012.
23. Luthans،Fred & Divis,Keith (Total Quality and Responsiveness)، McGraw-Hill،1995.
24. McC arthy, Dennis & Rich،(Lean TPM A Blueprint for change), 1st published ، 2004 .

25. Moges، Alemu،(Concurrent Engineering Implementation-a case Study in Addis engineering center) Master thesis submitted to the School of graduate studies of Addis Ababa university,2007 .

26. Peter Debnar،،(total Productive maintenance –in lean factory)، Akademie productivity a inovaci، 2009 .

27. Russel, Roberta S. & Taylor, Bernard W., (Operations Management – focusing on quality and competitiveness), 2nd. Ed., prentice hall, Inc., New Jersey, 1998.

28. Reid،R. Dan & Sanders, (operations management –An Integrated Approach), 4thed،John wiley & sons,Inc, 2010.

29. Ressell, Roberta S & Taylor III,Bernard W.(Operations Management) 4th .ed، prentice Hall, Inc, New Jersey، 2003 .

30. Richard C .Dorf،(Technology Management Handbook)، University of California, 2000 .

31. Slack, Nigel & et. al, (Operations and process Management principles and practice for strategic impact), 2nd. Ed., publishing, England، 2009 .

32. Slack, Nigel & et. al, (Operations Management), 2nd. Ed., pitman publishing, London, 1998 .

33. Slack, Nigel & et. al, (Operations Management), 6nd . Ed., pitman publishing ، London, 2010 .

34. Slavila، Corneliu-Alexandru & et.al، (Concurrent Engineering: Research and Applications)، Fuzzy Approach for Maintainability Evaluation in the Design Process،France, 2005 .

35. Telsang, Martand, T.(Production Management) 2nd، edition, Pamnagar ، New Delhi, 2008.

36. Wenya،(Strategyies/ Concurrent Engineering) See web site:http:// www. Best. Berkeley.edu/pps/pps/concurrent.html, 1998.

37. Wireman Terry,(total Productive maintenance) 1st،ed، Indastrial press،Lnc،2004.

Prepare a plan for the Total Productive Maintenance in the light of the concurrent engineering A Field Study in AL-Askandria General Company Machanical Industries and AL-Musaib Electric Power Station

ABSTRACT

Strives Total Productive Maintenance to increase the overall effectiveness of the equipment through the early involvement in the design and manufacture of equipment productivity. It also operates in an environment of simultaneous engineering work on the synchronization of activities to take advantage of early information by maintenance engineers, design, operation, and that helps to reduce the faults and facilitate future maintenance tasks.

Has adopted a search in the theoretical concept of the total maintenance productivity and concurrent engineering activities carried out during which the conjunction and the efforts of multi-functional work teams . After examining the faults in the company (consumed) suggest the researcher to design a new cover electric generator contributes to speed up access to the internal parts and filter the type of holidays and repaired .

The proposed design can be manufactured at company plants (manufacturer)، which adopts a cover according to the manufacture of parts prior cooperation mechanisms between the two companies . Research has achieved positive results is to reduce the time and costs by 14% . And facilitate disassembly and installation when implementing the reforms of the electric generator (under discussion).

Keywords: **Total Productivety Maintenance ، Concurrent Engineering ، Concurrent Design ، Maintainability .**