مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

التصميم بمساعدة الحاسوب

الدكتور المهندس عبدو الشحادة*

(قبل للنشر في 1998/11/10)

☐ ملخص ☐

يشكل التصميم بمساعدة الحاسوب CAD موضوعاً يتلاقى مع أغلب الاختصاصات في الهندسة الميكانيكية. يعتمد التصميم من ناحية على العديد من الحسابات الأساسية التي تجرى بواسطة برامج على الحاسوب تشمل كافة الفعاليات وتتطور نوعياً وخاصة باستخدام النمذجة بكافة أنواعها.

نشأت من ناحية أخرى تقنيات جديدة للأجهزة والبرامج أمكن بواسطتها تحقيق شكل فعال للتصميم وإخراج الرسوم والملحقات التابعة له.

يهدف هذا البحث إلى دراسة الإمكانيات التي يقدمها التصميم بمساعدة الحاسوب وإلى تقييم بعض البرامج المرتبطة بالتصميم حيث أن الجانب التطبيقي لموضوع البحث هو تصميم محرك لتوليد الهواء المضغوط بمساعدة الحاسوب.

تحتوي الدراسة على بعض الأمثلة عن البرامج وهي برامج التصميم وإخراج الرسوم وبرامج الحسابات الستاتيكية والديناميكية وبرامج تتعلق بتحليل وتركيب الآليات وبرامج لحساب وتصميم الآلات التوربينية وآلات التشغيل وبرامج الاهتزازات.

لقد أصبح إدخال الحاسوب في التصميم وفي الحسابات المرتبطة بالهندسة الميكانيكية أساسياً لإنجاز العمليات المتكررة وتوفير الجهد والوقت اللازمين من أجل العمل الذهني المبدع.

تعتبر هذه الدراسة مساهمة في بحوث تتطور بشكل سريع لتقديم إمكانيات ونتائج متجددة.

* أستاذ مساعد كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – قسم هندسة القوى الميكانيكية – جامعة دمشق.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (20) العدد (6+7) 1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (20) No (6+7) 1998

COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)

Dr. Abdo Al-CHEHADE*

(Accepted 10/11/1998)

❐ ABSTRACT ❐

Computer aided Design (CAD) is a subject common to many mechanical engineering specialties. It is based an various engineering calculation by different computer programs. These programs include all engineering activities which are rapidly developing in quality application due to various type of modeling. New equipments techniques and new computer programs have led to the creation of effective formulas for designing and drafts production.

The purpose of this is to study the CAD systems and to evaluate some design programs.

The application of this study is a Computer Aided Design of pneumatic-electric motors. The paper includes computer programs used for design and calculation of statical and dynamical states. In addition there are programs for analysing and synthesizing different types of mechanisms. There are programs for calculating and designing of turbo-machines and machine tools and the effects of mechanical vibrations. The use of computers in mechanical calculations and design is becoming a very important step to execute the repetitive processes. Computers application can save time and effort for creative mental work.

Our study is a contribution to the main research of using computers in mechanical engineering, a subject that is developing very rapidly and influencing all types of engineering activities.

*Faculty of Mechanical and Electrical Engineering – Damascus University.

مقدمة:

يتأثر تصميم الآلات والأجهزة بعدة عوامل تنشأ من مجالات اختصاصية متعددة.

تزداد من خلال التطور العلمي التقني المتطلبات التي يجب أن تحققها المنتجات المطورة بحيث تصبح المسائل التي يجب على المهندس حلها أكثر شمولية وتعقيداً. مع تخفيض مدة التطوير يجب أن تحقق المنتجات المطورة نوعية ومواصفات استعمال عالية المستوى. لذلك تزداد أهمية عقلنة عمليات التصميم وخصوصاً بالارتباط مع استخدام تقنيات الحواسب الإلكترونية.

أعطى التطور الهائل لتقنيات الحواسب الإلكترونية لمختلف الاختصاصات وسيلة مساعدة يمكن بواسطتها تسريع وعقلنة معالجة مختلف المسائل المطروحة ومع مرور الزمن تطور مفهوم التصميم بمساعدة الحاسوب والمسمى أيضاً Computer Aided Design واختصاراً CAD علماً أن البرامج لتقييس وحساب أجزاء ومجموعات البنية الهندسية الميكانيكية قد أخذت مكانها الثابت في التطبيق العملي منذ بداية السبعينات. بما أن الجانب التطبيقي لموضوع البحث هو تصميم »محرك لتوليد الهواء المضغوط لتحريك مضخة غشائية للسوائل الحيوية« بمساعدة الحاسوب كان لابد من إجراء دراسة لتقييم إمكانيات استخدام تقنيات الحواسب الإلكترونية في التصميم والبحث عن الخبرات العملية التي نتجت عن ذلك.

1- تطور التصميم بمساعدة الحاسوب:

بدأ تطور التصميم بمساعدة الحاسوب ببرامج حسابية لاختيار المعالم المميزة للتصميم. أمكن بوساطة هذه البرامج إجراء حسابات المتانة وكذلك الحسابات الستاتيكية والديناميكية والتحريكية وساهمت نتائج الحسابات في دعم إنتاج الرسوم إلا أنها لم تؤثر على طرق إخراج الرسوم إلا بشكل ضئيل.

أدى التطور السريع لتقنيات الحواسب الإلكترونية فيما يتعلق بالأجهزة والبرامج إلى إمكانية تحقيق شكل فعال ومهم للتصميم بمساعدة الحاسوب وذلك بمعالجة المسائل بطريقة الحوار بين الإنسان والآلة (Dialog) مع استخدام تقنية الشاشة الفعالة وتقنية اللوائح (Menu Technic).

تشكل تقنية اللوائح وهي: -تطبيق لغة أوامر ذات هيكلية شجرية مع استعمال جهاز توجيه رقمي لاختيار الأمر- الطريقة المناسبة لتحقيق الحوار ولها الدور المركزي في إمكانية إدخال معالجة المعلومات التصويرية في عملية التصميم.

تحقق طريقة الحوار المزايا التالية بالمقارنة مع أسلوب التنضيد:

أ- تمكن المعالج من توجيه مجرى العمل بطريقة الكشف المستمر عن إمكانيات التنفيذ.

ب- إرشاد المعالج بمساعدة الحاسوب إلى الإمكانيات المتوفرة ضمن إطار البرنامج والعمل حسب طرق تصميمية محددة. بدأ التطبيق العملي لتقنيات القوائم عام 1974.

2- المعالجة الإلكترونية للمعلومات والتصميم:

تأخذ عملية التصميم طبيعة متعددة الجوانب. تقتضي الضرورة المرور بعد دورات جزئية وذلك بدءاً من التصميم الأولي وحتى إنجاز المستندات الإنتاجية النهائية. يتم في هذه الدورات وضع الحلول المختلفة وتطويرها ثم تحليلها وتقييمها. يأخذ المهندس في عملية التصميم دوراً مركزياً حيث يقيم نتائج المراحل المختلفة للعمل ويقرر ضرورة تجديد المرور بالمراحل الإفرادية.

التصميم عملية ذهنية مبدعة تتخللها أعمال متكررة (روتينية) لذلك تحدث عملية العقلنة الاقتصادية في الأجزاء المتكررة بشكل خاص.

في هذا السياق يجب الانتباه إلى عوامل التأثير المتعددة من الاختصاصات المختلفة على مجرى عملية تطور التصميم وبالتالي على قرارات المصمم الذي يتعرض لضغط زمني من أجل تحقيق زمن تطوير قصير نسبياً. لهذا يجب بوساطة إدخال

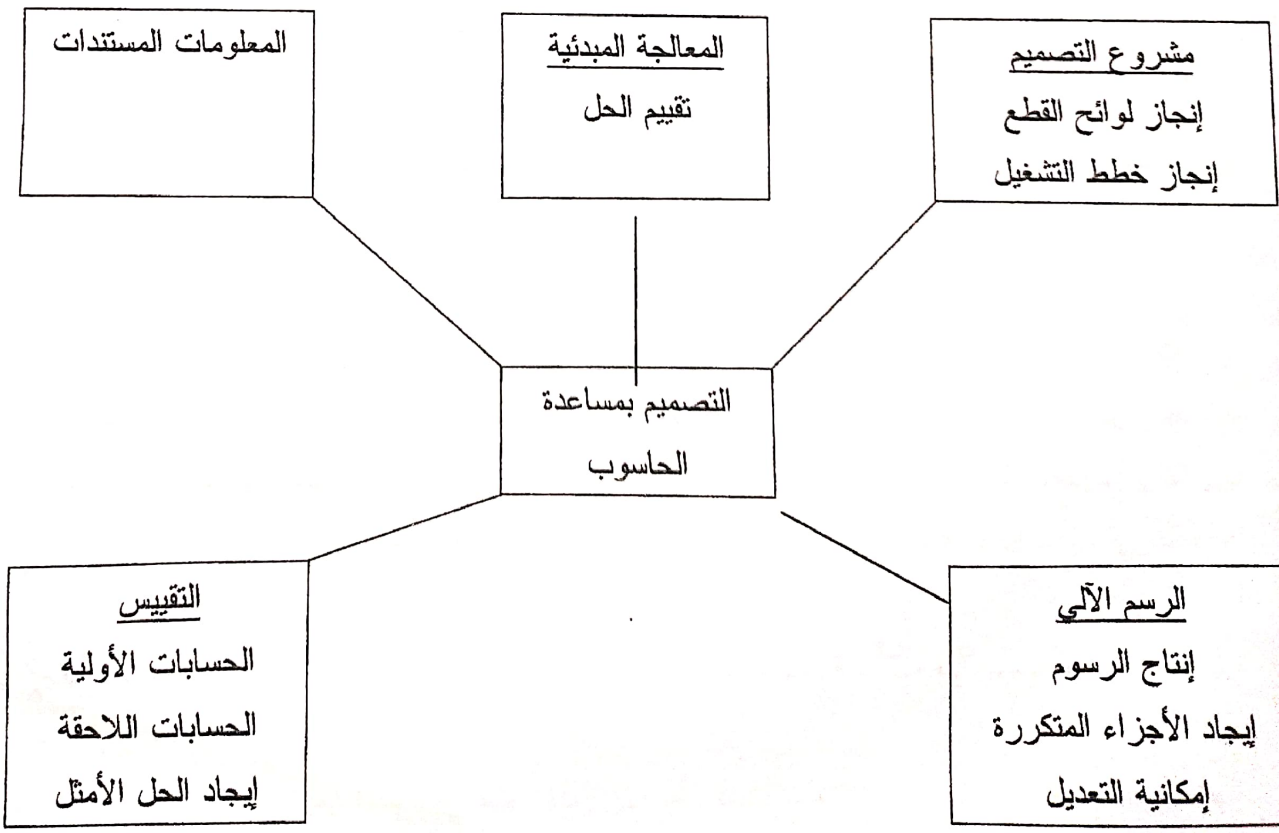
تقنيات الحواسب الإلكترونية تخفيف العبء عن المهندس وإعطائه الوقت الكافي من أجل الحصول على حلول نوعية جديدة ومثلى. يمكن بوساطة الحاسوب اختصار الزمن اللازم للأعمال المتكررة (الروتينية).

يمكن حالياً إدراج الفعاليات التالية ضمن مفهوم الأعمال المتكررة وهي: التقييس بمساعدة الحاسوب حيث تتوفر إمكانية نقله إلى الحاسوب بشكل بسيط نسبياً. تعطي برامج الحساب المناسبة نتائج ومعايير محددة مثل الاجهادات، مقادير تغيير الشكل، مسارات الحركة، المقاييس الهندسية والقيم المميزة للمواد[1]. يستطيع المصمم على ضوء القيم المحددة تقرير مدى تحقيق التصميم للمتطلبات المختلفة أو إجراء تعديل على التصميم مما يترتب عليه بالتالي ضرورة إجراء الحسابات مجدداً. توجد كذلك إمكانية تطبيق تقنيات الحواسب الإلكترونية ليس فقط على الجانب التحليلي بل أيضاً على الجانب التركيبي للتصاميم حيث تشكل نوعية جديدة للتقييس بمساعدة الحاسوب. يقوم في هذه الحالة الحاسوب ليس فقط بتحليل التصميم الموجود بل يحدد معامل التصميم المثلى ضمن عملية تقريبية متكررة (Iteration) موجه بواسطة آلية الحل الأمثل.

يشكل إنتاج الرسوم بمساعدة الحاسوب تطبيقاً معمماً جداً حيث يستهلك إنتاج رسوم القطع الإفرادية ورسوم التجميع والتصميم الأولي الجزء الأكبر من الوقت.

يأخذ تنظيم لوائح القطع دوراً مركزياً كطريقة لنقل المعلومات من أجل التصميم والمجالات الإنتاجية التي تليه مثل التكنولوجيا، عملية التجميع، اقتصاد المواد. بينما يستطيع المصمم من خلال لوائح القطع إدراك بنية المنتج، يمكن لقسم التجميع من خلال هذه اللوائح تنظيم لوائح التجميع والتهيئة. تستعمل لوائح القطع في اقتصاد المواد كأساس لتحديد الاحتياجات (الشكل 1).

يمكن بواسطة إخراج هذه الأعمال بمساعدة الحاسوب وخصوصاً في أحوال التعديل الحصول على أكبر تأثير في عملية العقلنة الاقتصادية. نورد المراجع[3] أرقاماً تشير إلى حجم كبير لمقدار خفض التكاليف في حالة إعادة استعمال جزء من الرسم في التصميم بالإضافة إلى ذلك تأخذ 70% من القطع الإفرادية شكلاً بسيطاً. بهذا تبرز أهمية إيجاد القطع المتكررة بمساعدة الحاسوب. من المهم في هذه الحالة تخزين أجزاء البنية ذات النسب العالية من الاستخدام مثل الأعمدة والمسننات والدواليب المخروطية. تحتوي المعالجة الأولية (التصميم المبدئي) على جزء كبير من الفعاليات الذهنية المبدعة بالمقارنة مع إمكانيات العمل المختلفة والمتكررة وبالتالي يصعب نقلها إلى الحاسوب. يمكن في هذه الحالة التوصل إلى نتائج فعالة بواسطة البحث والحصول المنظم فيما يتعلق بتصاميم مبدئية جديدة بمساعدة الحاسوب.



الشكل (1): ملخص الفعاليات المرتبطة بالتصميم بمساعدة الحاسوب.

3- تقييم لعدد من البرامج المستخدمة في التصميم بمساعدة الحاسوب:

أورد فيما يلي بعض المواصفات لعدد من البرامج التي تستخدم بشكل مباشر أو غير مباشر في عملية التصميم بمساعدة الحاسوب وبشكل عام تعتبر الرسوم بسبب محتواها المعلوماتي العالي وبسبب وضوحها حالياً وفي المستقبل أهم وسيلة للاتصال والتوثيق في عملية التهيئة التقنية.

3-1: برامج التصميم وإخراج الرسوم:

مثال: البرنامج Auto CAD وهو اسم تجاري مسجل يمثل مجموعة من البرامج التي تستخدم من أجل الرسم التقني والتصميم وذلك على الحاسوب الشخصي PC بالارتباط مع مجموعة من الأجهزة. يمكن بوساطة هذا النظام التعامل مع جميع الأشكال ثنائية البعد ومع النماذج ثلاثية البعد وله استخدامات متعددة منها: التصميم الميكانيكي – الهندسة المعمارية – إنجاز الرموز والرسوم – مخططات الدارات الإلكترونية والكهربائية – الخرائط الطبوغرافية – الرسوم الملونة.

يستخدم هذا البرنامج بالإضافة إلى تقنيات اللوائح والشاشة الفعالة تقنية المستويات (Layer). تعمل المستويات بطريقة التماثل فوق بعضها البعض كالرقائق الشفافة ويمكن إطار عدة مواضيع عليها مثل الرسم، المقاييس، الكتابة.. وذلك لوضع هيكل واضح للتصميم.

يحتوي[4] على تفاصيل استعمال هذا البرنامج. يوجد بالإضافة إلى ذلك العديد من البرامج المماثلة تحت أسماء مختلفة مثل (Mac Draw) (Mac Draft). إلا أن إمكانياتها أقل من البرنامج Auto CAD.

3-2: برامج التصميم المرتبطة ببرامج حسابية وبرامج تخطيطية:

يمكن بوساطة هذه البرامج إنجاز الرسوم والتصاميم ثنائية البعد وثلاثية البعد ثم الانتقال بعدها إلى برامج للنمذجة الآلية للمواضيع التقنية بمفهوم الانتقال إلى نموذج رياضي للحساب بمساعدة طريقة العناصر المتناهية (Finite Elements)، وهذا يحدث بطريقة الربط بين برامج الرسم والتصميم وبرامج الحساب الرياضي. بهذا توجد إمكانية البحث الستاتيكي والديناميكي في مجال الهياكل الحاملة الفراغية وللأجزاء الدوارة وللأجزاء المستوية وللأجزاء المنتجة بطريق الصب وبالتالي إمكانية تحديد مقادير تغير الشكل الستاتيكية والترددات الذاتية وأشكال الاهتزاز ومنحنيات الموضع.

نبحث الهياكل الحاملة الفراغية على أساس العنصر المتناهي وهو الجائز. بالإضافة إلى ذلك تتوفر برامج تخدم تخطيط منشآت هيدروستاتيكية وتتألف من معامل برمجية منها:

- تخطيط مشاريع برامج التشغيل الوظيفية الهيدروستاتيكية ورسمها آلياً.
- حساب الهياكل الوظيفية الهيدروستاتيكية لتقييس عناصر الوظائف.
- تخطيط برامج الربط ورسمها آلياً بالإضافة إلى إنجاز حوامل المعلومات من أجل تجهيزات الثقب ذات التحم الرقمي (NCM).
- إخراج قوائم التجميع وقوائم الأجهزة وكذلك مخططات وضعية الأنابيب الأجهزة ورسمها آلياً.
- أرشفة مخططات التشغيل الوظيفية والهندسية وكذلك المستندات الإنتاجية والمخططات البيانية المختلفة.

3-3: البرامج المتعلقة بتصميم الآليات (الميكانيزمات):

تعتبر آليات الربط ذات أهمية عملية كبيرة في مجالات متعددة من الهندسة الميكانيكية لذلك تأخذ معالجة المسائل الميكانيكية ضمن إطار التصميم الوظيفي والتقييس دوراً مركزياً. لهذا السبب ظهرت عدة برامج حسابية مرتبطة ببرامج للرسم تتميز بتطبيق الطرق التحليلية تأسيساً على مبادئ الميكانيك وبوساطتها يمكن حساب:

أ- الإحداثيات المعممة لجميع حدود الآلية ومشتقاتها الزمنية الأولى والثانية.

ب- المسار والسرعة والتسارع لجميع نقاط الآلية.

جـ- قوى المفاصل.

د- العزوم والقوى المحركة.

يمكن كذلك إخراج القيم الحسابية لنتائج التحليل على شكل رسوم (القيم المذكورة في أ-ب-جـ) وتشكيل صور الآلية المتحركة في الوضعيات المختلفة. تجري جميع هذه الفعاليات مع إمكانية تغيير عوامل ومقاييس الآلية. تستكمل هذه المعالجات ببحث مسألة مهمة جداً وهي إيجاد الحل الأمثل (Opitmation) بالنسبة لآليات الربط المستوية بمساعدة الحوار. تعالج وظيفة الحل الأمثل المسائل المتعلقة بالقوى الديناميكية المنتقلة إلى هيكل الآلية وبعزم التحريك وبقوى المفاصل بهدف تخفيض قيمتها مما يؤدي إلى تخفيض كتلة الآلية وبالتالي إلى تعديل نوعي في تصميم الآلية. تنشأ من ناحية أخرى الحاجة إلى تركيب الآليات من أجل تحقيق مسارات للحركة محددة تكنولوجياً أو تصميمياً. تنتج عن عملية التركيب المقاييس المناسبة للآلية ونوع الآلية وذلك بتحقيق دقيق لعدد من الوضعيات وبتجزئة العملية إلى مسائل جزئية.

3-4: التصميم بمساعدة الحاسوب في مجال الآلات التوربينية وآلات التشغيل:

تستخدم منشآت الحواسب الرقمية في تصميم الآلات التوربينية وبتمركز إدخال هذه التقنيات فيما يلي:

1- تفعيل الحسابات التقنية للجريان والحسابات الترموديناميكية وكذلك فحص المتانة الستاتيكي والديناميكي لأجزاء البنية.

2- الإعداد لإنتاج ريش آلات الجريان (الشكل الجانبي Profile). يسمح نظام البرامج المؤلف من برامج حسابية وبرامج للرسم بإخراج الرسم الآلي للحدود المولدة للشكل الجانبي لأنواع الريش المطلوبة. يحدد برنامج التوليد (Interpoltion) صيغة رياضية لوصف منحني حدود الشكل الجانبي باستخدام قيم الارتكاز المعطاة[2].

3- إخراج رسوم التصاميم المبدئية لمجموعات مراحل التوربينات البخارية التي تتبع نظام مواصفات التوربينات والمؤلفة من عناصر مبنية على أساس تصميمي موحد. يعتمد هذا البرنامج على نتائج الحسابات الترموديناميكية والتصميمية. تنشأ مجموعة المراحل ضمن إطار عملية توليد بواسطة ملاءمة كل مرحلة مع المراحل المجاورة لها (من ناحية تقنية الجريان).

تقسم البرامج المستخدمة في مجال تصميم آلات التشغيل إلى المجموعات التالية:

1- برامج حسابية متعلقة بالجزء المكون للبنية لتحديد مقاييس المسننات وآلية المسننات وكذلك لتحديد القوى والعزوم في آلية المسننات بالإضافة إلى برامج الحسابات الهندسية للمسننات وحسابات المتانة وإمكانية التحمل. تتوفر أيضاً برامج لحساب المحامل والأعمدة والمحاور (الانحناء والفتل) بالإضافة إلى الجانب المتعلق بالاهتزازات.

2- برامج الحسابات الستاتيكية والديناميكية للهياكل وتستعمل أيضاً في فروع صناعية متعددة مثل هندسة السيارات وهندسة السفن وهندسة الأبنية (الهندسة المدنية). تأخذ الحالة الستاتيكية والديناميكية لهيكل آلة التشغيل أهمية كبرى حيث تستخدم طريقة العناصر المتناهية (FEM) حساب الخواص الميكانيكية. تعتمد هذه الطريقة على إرجاع مسألة القيم الحدودية إلى حل نظام معدلات خطي بينما يبنى نموذج الهيكل بواسطة شبكة من العناصر المركزة (المنفصلة). يحدد شكل العناصر المستخدمة بحيث يعكس النموذج الحسابي الخواص المهمة للنظام الأساسي. يوجد بالإضافة إلى العنصر ذي البعد الواحد هو الجائز (أدرج تحت -) العنصر ذو البعدين وهو الصفيحة -الصفيحة الرقيقة- القشرة حيث يستعمل أحد هذه الأشكال أو كلاهما معاً بطريق التركيب.

- برامج الرسم والتصميم المستخدمة في جميع فروع الهندسة الميكانيكية بالإضافة إلى البرامج المعدة لمراقبة وفحص المنتج على آلات التشغيل. تبرز في المجال الإنتاجي بشكل خاص برامج تطبيقية تبدأ من التصميم بمساعدة الحاسوب CAD وتعبر المجال التكنولوجي لتصل إلى التصنيع (الإنتاج) بمساعدة الحاسوب CAM

يرمز إلى هذه البرامج بـCAD/CAM. بدأت هذه البرامج زمنياً بربط برامج الحسابات التصميمية ببرامج حسابية لآلات التشغيل بحيث ينشأ نظام للبرامج يمكن بوساطة نتائجه إنتاج القطع التصميمية على آلات التشغيل الموجهة رقمياً (NCM) ثم تطورت لتأخذ شكلاً متكاملاً[6].

3-5: البرامج المرتبطة بحساب الاهتزازات الميكانيكية (الحسابات الديناميكية):

يشكل حساب الاهتزازات الميكانيكية في جميع فروع الهندسة الميكانيكية جزءاً أساسياً في سلسلة العمليات المختلفة التي ترافق التصميم الميكانيكي. لذلك تم تطوير وإنجاز العديد من البرامج لحساب الاهتزازات والحالة الديناميكية. تعتبر هذه البرامج نوعاً من التصميم بمساعدة الحاسوب وأورد فيما يلي بعضاً منها:

1- برامج لتحديد عوامل النموذج الحسابي (ثوابت النوابض، عزوم العطالة الكتلية) وتقييم نتائج القياسات.
2- برامج لاختزال النموذج الحسابي (تخفيض عدد درجات الطلاقة).
3- برنامج لحساب تثبيت الآلات.
4- برامج لحساب الترددات الذاتية وأشكال الاهتزاز للأنظمة ذات درجات الطاقة المتعددة.
5- برامج لحساب أنظمة اهتزازات الفتل الحرة والمحرضة وبرنامج مستقل لحساب اهتزازات الفتل في المحركات المكبسية.
6- برامج لحساب أنظمة اهتزازات الانحناء الحرة والمحرضة[5].

4- مثال تطبيقي: تصميم محرك لتوليد الهواء المضغوط بمساعدة الحاسوب:

يستخدم الهواء المضغوط الذي يولده المحرك بشكل ترددي لتحريك مضخة غشائية للسوائل الحيوية[7]. أجيرت حسابات المتانة على هيكل الاسطوانة حيث يتم توليد الهواء المضغوط وعلى غطاء الاسطوانة اليساري وعلى عناصر التثبيت حيث حددت المقاييس الرئيسة (لم تدرج هذه الحسابات ضمن هذا الجزء). أنجز التصميم بمساعدة الحاسوب الشخصي وبواسطة البرنامج (Mac Draft).

يتألف المحرك (الشكل 2) من الأجزاء الرئيسية التالية حسب الأشكال المطبوعة والمرفقة:

1- محرك تيار مستمر صغير مع دارة إلكترونية (غير واردة على الشكل) لتغيير جهة الدوران بشكل منتظم ومستمر. يوجد على محور المحرك مسنن من الألمنيوم لنقل الحركة الدورانية إلى مسنن ذو قطر أكبر منه بواسطة سير ذو أسنان من البلاستيك لتأمين نسبة نقل نحو عدد دورات أدنى (الشكل 3).
2- المحور الثاني (محور التحريك المباشر للمولد) وعليه المسنن ذو القطر الأكبر من الألمنيوم. يثبت المسنن على المحور بواسطة ثلاثة قطع مخروطية (تصنع من قبل شركة خاصة) وقرص للضغط مع لولب (براغي) لضغط المسنن مع القطع المخروطية على المحور حيث يؤمن هذا التصميم تثبيت المسنن على المحور دورانياً ومحورياً، (الشكل 4).
3- هيكل الاسطوانة حيث يتم توليد الهواء المضغوط من الفولاذ عالي الجودة بسبب الاجهادات العالية المتولدة وهو مفتوح من الجهتين (اليمنى واليسرى) ويغلق من الجهتين بواسطة غطاءين من الألمنيوم وحلقتين مرنتين من خلائط النحاس حيث يشد الغطاء محيطياً مع الاسطوانة بواسطة الحلقة المجهزة بلولب (برغي)، (الشكل 5).
4- مكبس المحرك وهو مصنع من الألمنيوم، يتحرك المكبس المزود بمانعة انتقالياً بمطال محدد حيث يضغط الهواء أثناء تقدمه نحو اليسار. تؤمن الحركة الانتقالية للمكبس بوساطة قطعة أم لولبية مع كرات بجهة القطر الداخلي المتصل مع المكبس، يتحرك اللولب المثبت على المحور الدوار الثاني دورانياً داخل اللولب الأم حيث تتحول الحركة الدورانية للمحور الثاني إلى حركة انسحابية للمكبس نحو اليسار وعند تغيير جهة دوران المحور

الثاني يتحرك المكبس نحو اليمين وهكذا. علماً أن القطعتين اللولبيتين تصنعان بمقاييس متعددة وبأعداد كبيرة من قبل شركة خاصة وتؤمن الكرات الموجود في اللولب احتكاكاً ضئيلاً جداً (الشكل 6).

5- غطاء الاسطوانة اليميني، مصنع من الألمنيوم، يعمل على إغلاق الاسطوانة من الجهة اليمينية (جهة المسنن الكبيرة) ويحتوي على مضجع تدحرجي نواس مزدوج لتأمين استناد المحور الدوار الثاني وهو مثبت مع الاسطوانة كما ورد في الفقرة 3 (الشكل 7).

6- غطاء الاسطوانة اليساري، مصنع من الألمنيوم، وهو يعمل على إغلاق الاسطوانة من الناحية اليسارية ومثبت مع الاسطوانة بوساطة حلقة من خلائط النحاس مع لولب وهو مرتبط بأنبوب إضافي لتأمين حركة المكبس الانسحابية نحو اليسار (الشكل 8).

7- عناصر الشد (عدد 2) من خلائط النحاس وهي مرنة وتعمل على تثبيت الغطاء اليساري والغطاء اليميني على الأسطوانة (الشكل 9).

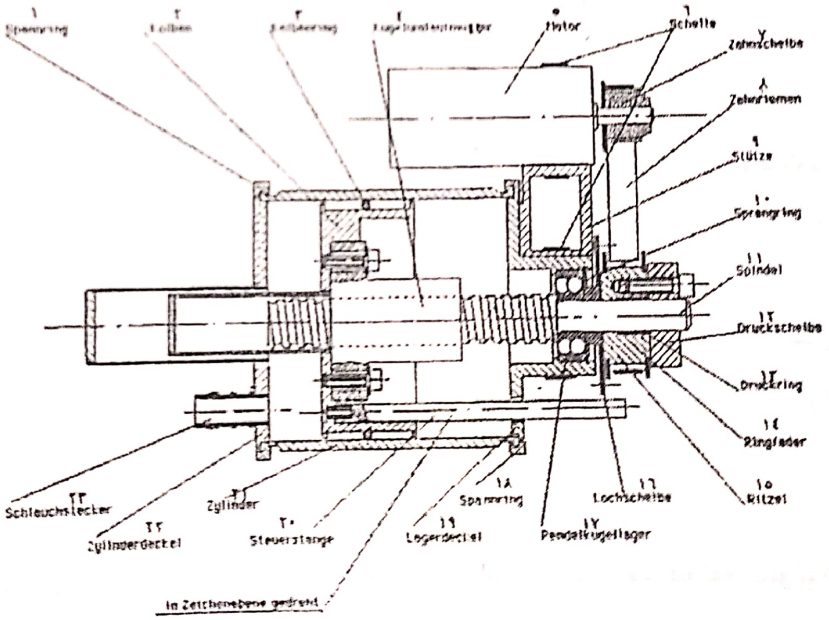
الخلاصة:

لقد أصبح التصميم بمساعدة الحاسوب وخصوصاً باستخدام طريقة الحوار بين المصمم والحاسوب ضرورياً لإنجاز الرسوم والخطط وتخرين رسوم أجزاء البنية.

تقدم تقنية اللوائح (Menu Technic) إمكانية حل المسائل المطروحة في مراحل التصميم كافة.

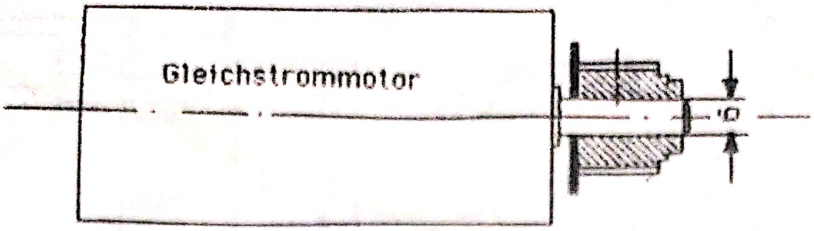
تبرز من خلال تقييم بعض البرامج التي تستخدم في عملية التصميم ضرورة إحداث مراجع مركزية تحتوي على البرامج الحسابية والتصميمية التي يمكن أن تستثمر في كافة الاختصاصات الميكانيكية.

يجب ربط معالجة الرسوم والتصاميم بمساعدة الحاسوب بعمليات جزئية أخرى مثل الحسابات والحصول على لوائح القطع والمواد وكذلك إخراج حوامل المعلومات من أجل العمليات الإنتاجية الموجة رقمياً. بهذا تزداد فعالية التصميم بمساعدة الحاسوب وكذلك حدود تطبيقاته.



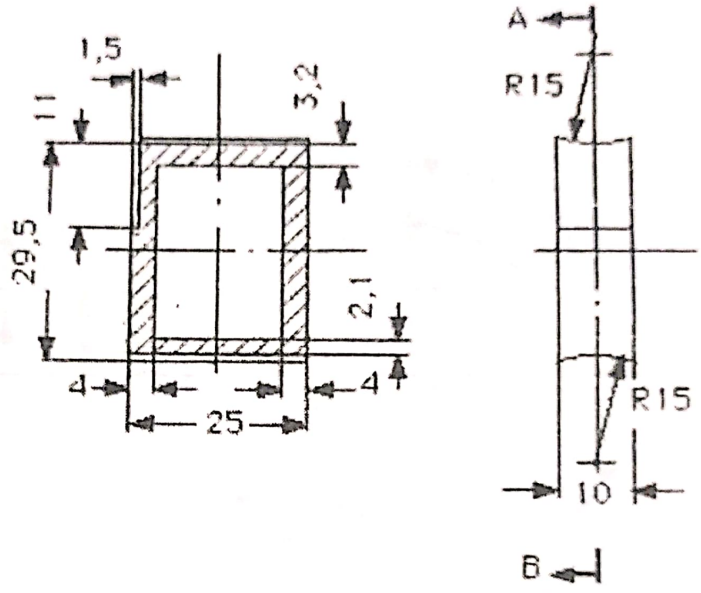
الشكل (2): محرك لتوليد الهواء المضغوط

1- حلقة تثبيت مرنة، 2- المكبس، 3- مانعة تسرب، 4- قطعة أم لولبية مع مدحرجات، 5- محرك تيار مستمر، 6- حلقات تثبيت، 7- المسنن الصغير، 8- سير ذو أسنان، 9- مسند، 10- حلقة تثبيت مرنة، 11- محور التحريك، 12- قرص الضغط، 13- حلقة الضغط (ثلاث قطع مخروطية)، 14- حلقة نابضية، 15- المسنن الكبير، 16- قرص مزود بثقوب للتحكم، 17- مسند تدحرجي نواس، 18- حلقة تثبيت مرنة، 19- غطاء الاسطوانة اليمنى، 20- محور للتحكم بجهة الحركة، 21 الاسطوانة، 22- غطاء الاسطوانة اليساري، 23- الهواء المضغوط.



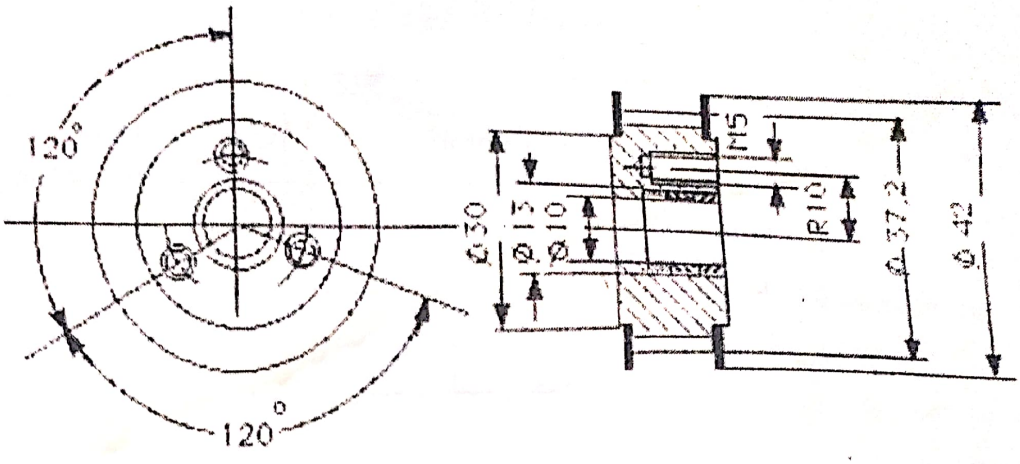
محرك تيار مستمر المسنن الصغير

مسند لتثبيت المحرك **Motorhalterung M1:1 AL**

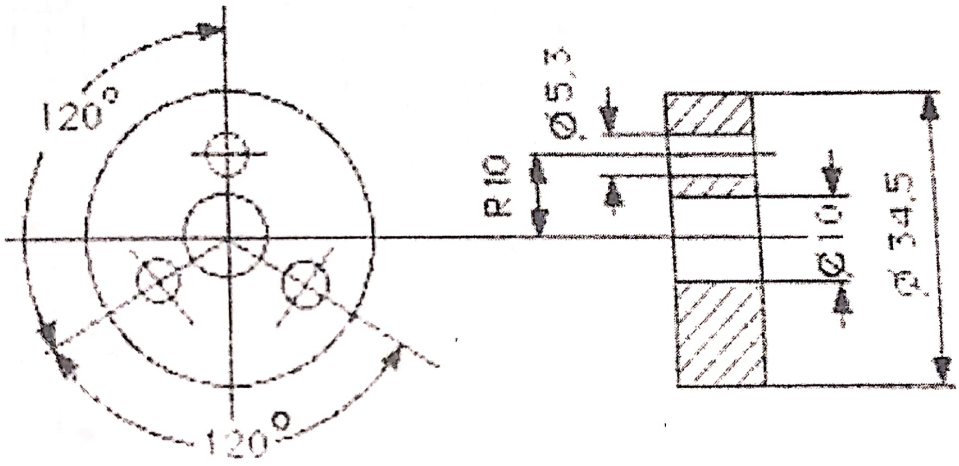


مسند لتثبيت المحرك

الشكل (3)

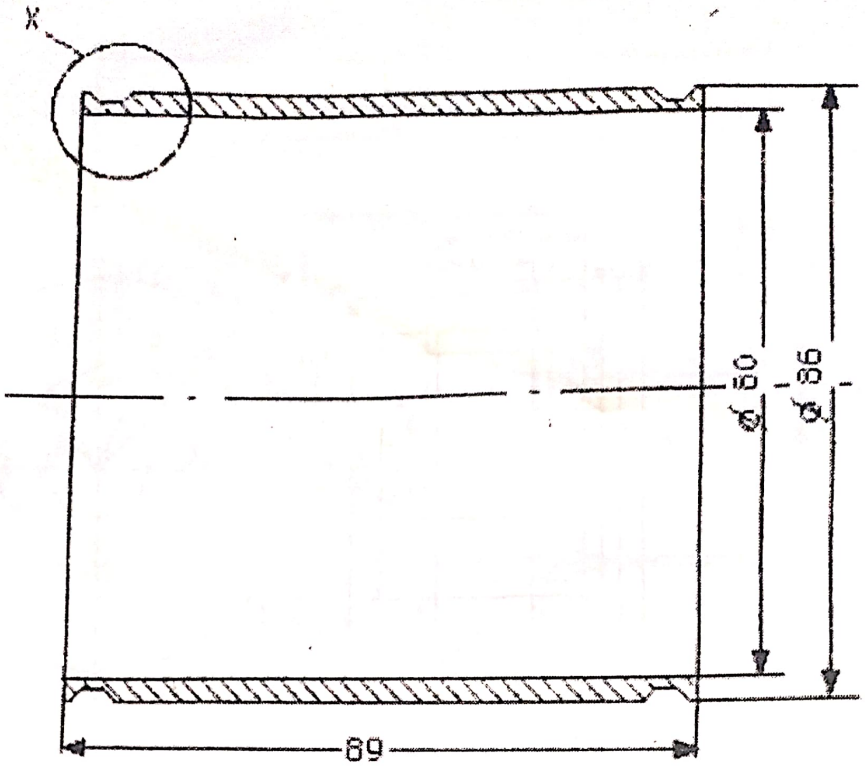


Zahnscheibe-M1:1-AL المسنن الكبير

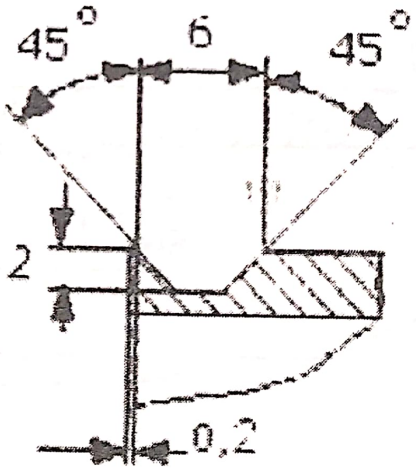


Druckctück-M1:1-AL قرص الضغط

الشكل (4)

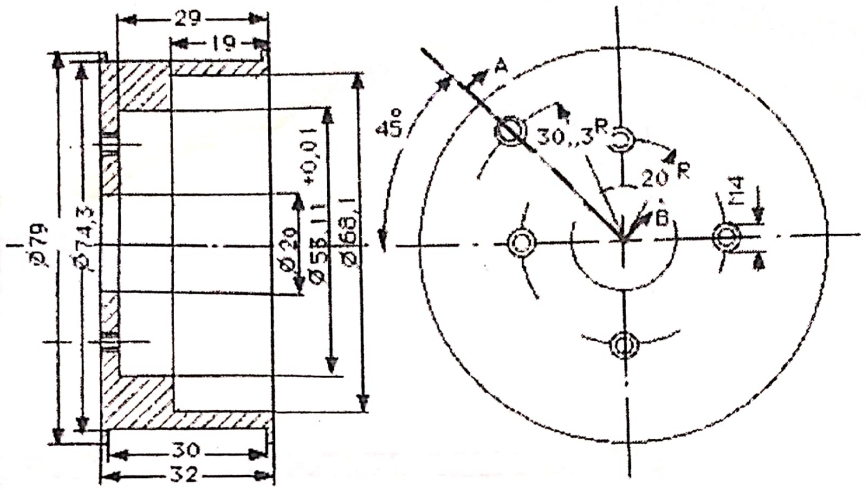


الاسطوانة ANT-Zylinderbuchse-M1:1-St

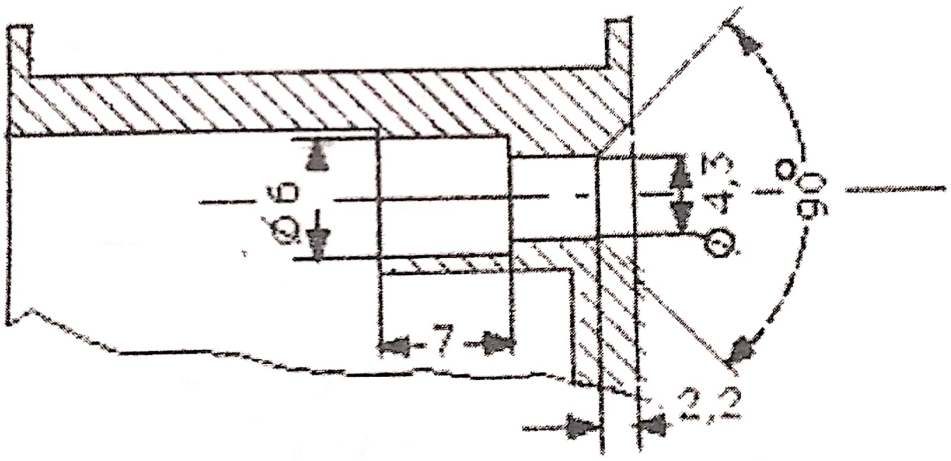


Einzeleinheit X M2:1

الشكل (5)

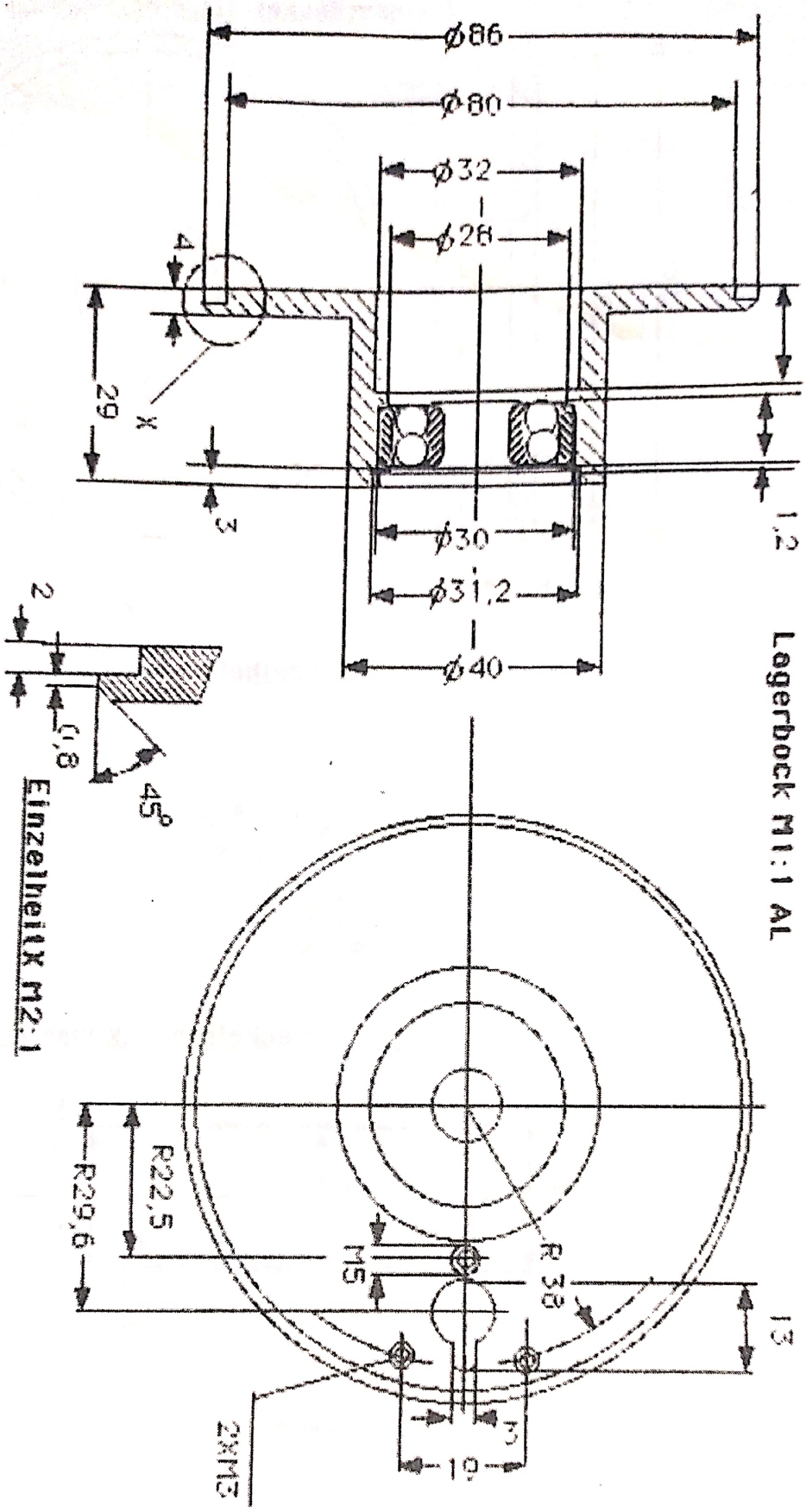


المكبس Kolbn M1:1-AL



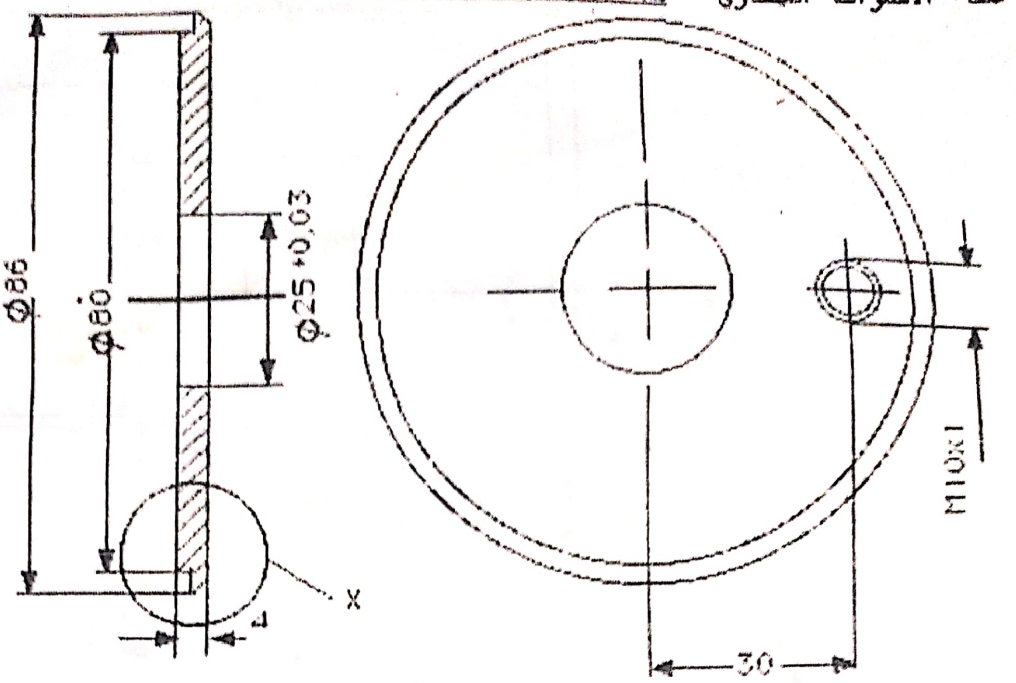
Teilschnitt A-B M2:1

الشكل (6)

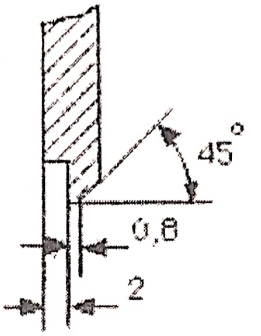


الشكل (7): غطاء الاسطوانة اليميني – المسند التدحرجي

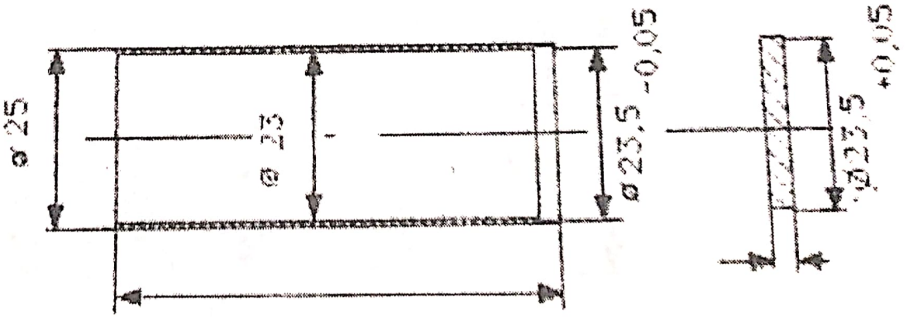
Zylinderdeckel M1:1 Al غطاء الاسطوانه اليساري



Einzelheit X M2:1



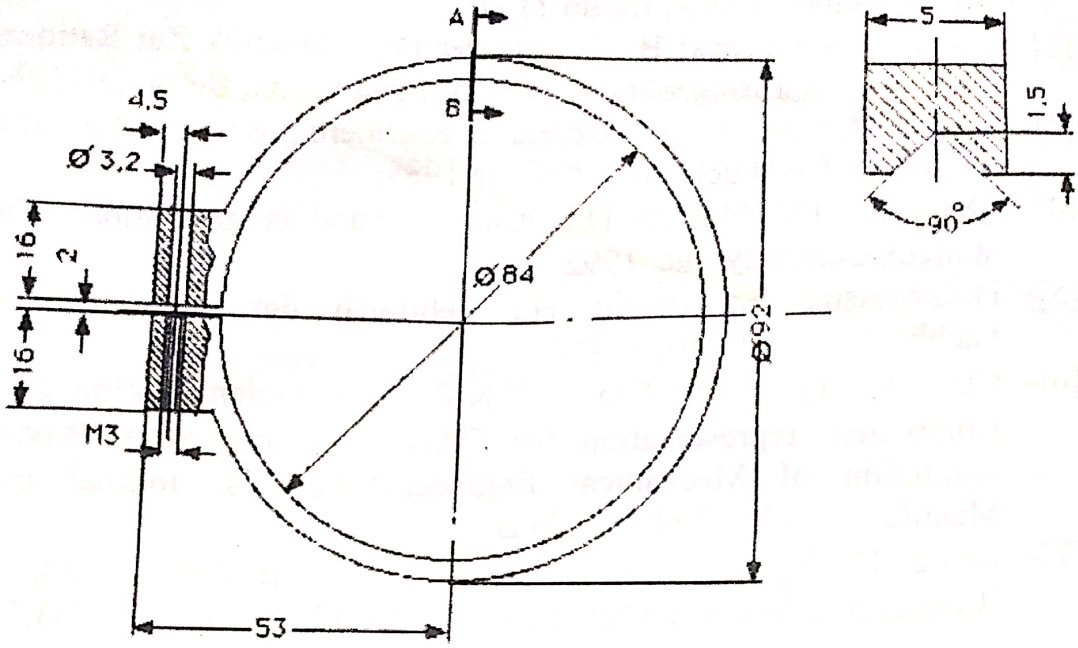
Deckelrohr u.Kappe M1:1 Al انبوب الغطاء



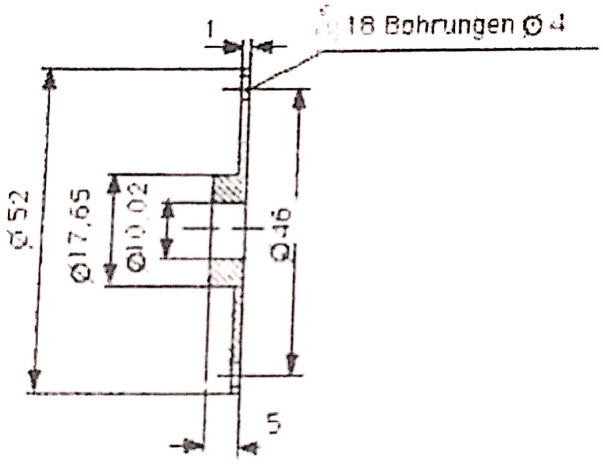
الشكل (8)

Verspannelement M1:1- Ms حلقة التثبيت المرنة **Teilabschnitt A-I**

M5:1



Lochscheibe M1:1 Al قرص مزود بثقوب



الشكل (9)

[1]- Aurich. H; Franz. L.: Rechnerunterstuützte Koustruieren im Maschineubau. Maschinenbautechnik, Berlin 31 (1982)2.

[2]- Bürkner; Olschowski B.: Einsatz der Digitalgraphik Zur Rationalisierung der Turbomaschinekonstruktion. Maschinenbautechik, Berlin 29 (1980)3.

[3]- Aurich. H; Franz. L., Schönefeld. S: Rechnerunterstützles Konstruieren (CAD). 3.Auflage, Fachbuchverlag Leibzig 1988.

[4]- Shumaker. TM; Madsen. DA: Auto CAD and its applications. The goodheart – Willcox Company, Inc. 1992.

[5]- Holzweissig, F.; Dresig H.: Lehrbuch der Maschinendynamik. VEB Fachbuchverlag Leibzig 1980.

[6]- Case. K.; Gao. J.X; Gindy. N.N.Z.: The implementation of a featrebased Component representation for CAD/CAM integration Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers. Part B. Journal of Engineering Manufacture 1994 Vol.208 No.B1.

[7]- Reule. H: Ingenieurmässige Kriterien für die Entwickhung und Bau von Blutpumpen, WTH Aachen, Pumpentagung Karlsrube (1978)3,5,6.