



PPU College of
Engineering and Technology

The Home of Competent Engineers and Researchers

دائرة الهندسة الميكانيكية

درجة البكالوريوس في الهندسة الميكانيكية

مشروع التخرج

تصميم آلة لفصل الحديد مغناطيسياً عن النفايات

فريق العمل

مصطفى عمر عبد النبي

جمال عبد الناصر المصري

إشراف

م. مجدي زلوم

الخليل- فلسطين

2013/2012 م



بسم الله الرحمن الرحيم

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بولكتك فلسطين

الخليل - فلسطين



تصميم آلة لفصل الحديد مغناطيسياً عن النفايات

فريق العمل

مصطفى عمر عبد النبي

جمال عبد الناصر المصري

بناء على توجيهات الاستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع اعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع الى دائرة الهندسة الميكانيكية في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس

توقيع رئيس الدائرة

م. محمد عوض

2017/11/27

م. جلال السلامة

توقيع مشرف المشروع

م. مجدي زنوم

لجنة المناقشة:

د. مؤمن الصغير

الملخص

إن آلة فصل الحديد مغناطيسيا هي عبارة عن آلة تقوم بفصل الحديد عن النفايات مغناطيسيا و بشكل أوتوماتيكي. وهذه الآلة تتضمن تكنولوجيا ميكانيكية وكهربائية بالإضافة إلى التحكم، وذلك لأنها تجمع هذه التكنولوجيا مع بعضها البعض، وبالتالي فإن هذا المشروع هو تطبيق عملي على تخصص هندسة الميكاترونكس. وكذلك فإن هذا المشروع قد مرحة من مراحل عملية استخراج الحديد ، حيث ان الحديد يكون في الطبيعة موجودا مع مواد اخرى كالحجارة .

تكون المواد ككل مع النفايات المراد فصل الحديد عنها موجودة في خزان بحيث يتم عمل اهتزاز له بواسطة محرك اهتزاز موصول بالخزان ،وعند اهتزاز الخزان تسقط المواد المراد فصل الحديد عنها إلى السير الناقل الذي يكون مربوطاً ببكرتين، وتكون إحدى البكرتين مغناطيسية وموصولة مع عمود محرك كهربائي، وعندما يدور عمود المحرك تدور معه، أي أن هذه البكرة هي البكرة التي تؤدي إلى تحريك بقية أجزاء النظام، حيث أنها تعمل على تحريك الحزام الناقل، أما بالنسبة للبكرة الأخرى فهي لمساعدة الحزام الناقل على الحركة.

عند وصول المواد إلى أسفل السير الناقل تقوم البكرة المغناطيسية بجذب الحديد إليها ، بعدها وحسب قوة الجاذبية الأرضية يوضع الحديد في حاوية مخصصة له، حيث أنه يوجد أسفل السير الناقل حاويتان؛ الأولى للحديد المفصول وتكون أسفل البكرة المغناطيسية، أما الحاوية الثانية فتكون عند نهاية السير الناقل مباشرة وهي مخصصة للمواد المفصول عنها الحديد، ويوجد في أعلى الحاوية المخصصة للحديد المفصول حساس (sensor) من نوع photo electric sensor بحيث أنه عند امتلاء الحاوية بالحديد المفصول يرسل الحساس إشارة إلى المتحكم لكي يوقف النظام عن الحركة.

أخيراً إن هذا المشروع سيعمل على فصل الحديد عن المواد الأخرى بشكل سريع وعملي وسيكون مخصص للمواد الحديدية الصغيرة.

الفهرس

المحتويات

II.....	الإهداء.....
III.....	شكر وتقدير.....
IV.....	شهادة تقييم مشروع التخرج.....
V.....	المُلخص.....
VI.....	الفهرس.....
VIII.....	فهرس الأشكال.....
X.....	فهرس الجداول.....
X.....	فهرس الملحقات.....
1.....	الوحدة الأولى.....
2.....	1.1 فكرة عامة عن المشروع.....
3.....	1.2 علاقة المشروع بالميكاترونكس.....
3.....	1.3 مكونات المشروع.....
5.....	1.4 أهمية المشروع.....
5.....	1.5 السير الناقل.....
6.....	1.6 مبدأ عمل المشروع.....
7.....	1.7 الجدول الزمني للمشروع.....
8.....	1.8 الموازنة التقديرية.....

9.....	الوحدة الثانية.....
10.....	النموذج الرياضي.....
10.....	2.1 النموذج الرياضي.....
15.....	2.2 حالة اثبات للنموذج الرياضي (State space).....
21.....	الوحدة الثالثة.....
22.....	التصميم الميكانيكي.....
23.....	3.1 التصميم الميكانيكي للخزان.....
28.....	3.2 اختيار المسير الناقل.....
32.....	3.3 بيل النظام.....
32.....	3.3.1 بيل السير الناقل.....
36.....	3.3.2 بيل البكرات.....
41.....	3.4 البكرات.....
42.....	3.1 الترس (gear box).....
43.....	الوحدة الرابعة.....
44.....	التصميم الكهربائي.....
44.....	4.1 التحليل الكهربائي للنظام.....
48.....	4.2 التوصيلات الكهربائية للنظام.....
49.....	4.3 اللوحة الاسمية.....
49.....	4.3.1 محتويات اللوحة الاسمية.....
51.....	4.3.2 محتويات اللوحة الاسمية للمحركات.....

52.....	4.4 ال (Autotransformer).....
52.....	4.5 المجسات (Sensors).....
52.....	4.5.1 Photo electric switch.....
53.....	الوحدة الخامسة.....
54.....	التحكم.....
54.....	5.1 النموذج الرياضي :.....
59.....	الوحدة السادسة.....
60.....	نتائج تجارب المشروع.....
60.....	6.1 تجربة معرفة السرعة المناسبة لعملية انفصل.....
60.....	6.2 تجربة إيجاد معامل الاحتكاك بين الحزام الناقل والبكرات المساعدة لمسير الحزام الناقل (ii).....
61.....	6.3 تجربة إيجاد معامل الإخماد لمسير الناقل (زينا أ).....
61.....	6.4 تجربة معرفة التفقق لبعض المواد (الحديد والرمل والتراب والنخاعة والمصم).....
61.....	6.5 تجربة إيجاد أقصى كتلة تستطيع البكرة المصنفة جنبها.....
62.....	6.6 الخلاصة.....
66.....	المصادر والمراجع.....

فهرس الأشكال

3.....	الشكل (1-1): صورة توضح آلة مشابهة لآلة التي تم تصميمها.....
4.....	الشكل (1-2): مغناطيس ضخم.....
5.....	الشكل (1-3) : سير ناقل أفقي.....

- الشكل (1.4): سير ناقل يتحرك للأعلى بزاوية معينة.....5.....
- الشكل (2.1) : وصف للنظام الذي تم اختياره.....10.....
- الشكل (2.2) : رسم تخطيطي للنظام في النموذج الرياضي الأول.....11.....
- الشكل (2.3) : وصف القوى المؤثرة على الكتلة.....12.....
- الشكل (2.4) : وصف العزوم المؤثرة على البكرة المغنطة.....13.....
- الشكل (2.5) : وصف العزوم المؤثرة على البكرة الثانية.....14.....
- الشكل(3.1) : صورة توضح أجزاء النظام الميكانيكية.....22.....
- الشكل (3.2) : صورة توضح شكل الخزان وأبعاده.....23.....
- الشكل (3.3) : شكل البكرة المغناطيسية وأبعادها.....28.....
- الشكل (3.4) : بيئية من نوع Single-Row 02-series Deep-Groove.....32.....
- الشكل (3.5) : رسم تخطيطي لبيئية السير الناقل.....34.....
- الشكل (3.6) : صور قلبيليه من نوع Angular contact.....36.....
- الشكل (3.7) : صورة توضح مكان البيئية.....36.....
- الشكل (3.8) : اتجاه محصلة الوزن لبيئية البكرة الثقيلة.....37.....
- الشكل (3.9) : رسم تخطيطي لبيئية البكرة الثانية.....38.....
- الشكل (3.10) : رسم تخطيطي لبيئية البكرة الثانية مع توضيح اتجاهات القوى المؤثرة عليها.....40.....
- الشكل (3.11) : ترميز (gear box).....42.....
- الشكل (4.1) : صورة لمحرك حثي.....44.....
- الشكل (4.2) : رسم تخطيطي للنظام الذي تم تصميمه.....44.....
- الشكل (4.3) : صورة لمحرك رجاج.....47.....

- الشكل (4.4) : شكل يوضح اتوصيلات الكهربائية للنظام.....48
- الشكل (4.5) : صورة للجزء الثابت من المحرك.....50
- الشكل (4.6) : صورة للجزء المتحرك من المحرك.....50
- الشكل (4.7) : صورة ل (Autotransformer).....52
- الشكل (4.8) : صورة ل (Photo electric switch).....52
- الشكل (5.1) : شكل يوضح مواقع ال zeros وال poles في اقترانات الانتقال الثلاث.....56
- الشكل (5.2) : شكل يوضح الاستجابة (response) لاقترانات الانتقال الثلاث.....57

فهرس الجداول

- الجدول (2.1) : جدول التعريف بالرموز.....9
- الجدول (3.1) : خصائص لأنواع التابل.....33
- الجدول (4.1) : جدول اللوحة الاسمية لمحرك السير التافل.....51
- الجدول (4.2) : جدول اللوحة الاسمية للمحرك الرجاج.....51
- الجدول (5.1) : جدول يوضح قيم متغيرات النموذج الرياضي الأول.....55

فهرس الملحقات

- ملحق (1) : جدول لأنواع مختلفة من الأحزمة الناظلة.....63
- ملحق (2) : جدول يبين خصائص بعض أنواع الأحزمة الناظلة.....64
- ملحق (3) : شكل توضحي يوضح العمل على برنامج (CADDy basic) لبناء الدارات الكهربائية.....65

الوحدة الأولى

المقدمة

1.1 فكرة عامة عن المشروع

1.2 علاقة المشروع بالميكاترونكس

1.3 مكونات المشروع

1.4 أهمية المشروع

1.5 السير الناقل

1.6 مبدأ عمل المشروع

1.7 الجدول الزمني للمشروع

1.8 الموازنة التقديرية

1.1 فكرة عامة عن المشروع

قال تعالى: 'وأزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس، وليعلم الله من ينصره ورسله بالغيب إن الله قوي عزيز' صدق الله العظيم (سورة الحديد الآية 25)

من المعروف ان معدن الحديد من اكثر المواد استخداما ، كما ان عملية تدويره مهمة لإعادة استخدامه في صناعات اخرى كصناعة السيارات ، ونظرا لتعدد استخدامات الحديد فان الكمية التي سيتم استخراجها منه ستكون كبيرة لتلبية الطلب عليه في الصناعات المختلفة ، لذا كان من المهم التركيز على مشروع لتطوير عملية فصل الحديد عن المواد الأخرى لإعادة استخدامه في الصناعات المختلفة كالحديد المستخدم في المباني.

من المؤكد استخدام الانسان للحديد سنة 4000 قبل الميلاد تقريبا ، وتم استخراجها أساسا من التيازك واستخدم في سومر ومصر لأغراض الزينة وكرووس للحراب.

من الفترة 3000 الى 2000 قبل الميلاد عثر في بلاد ما بين النهرين والأناضول ومصر على حديد مستخرج صناعيا من التيازك (يتم التعرف على حديد التيازك عبر غياب النيكل) ، كما يبدو فإن هذا الحديد استعمل في الطقوس الاحتفالية فقط وكان اثنى من الذهب، ويعتقد انه ناتج عن مخلفات تحضير البروفز.

الحديد هو عنصر كيميائي فلز ، كما انه من اقدم المعادن المكتشفة ويرمز له بالرمز (Fe) ويصنف ضمن المجموعة الثامنة والدورة الرابعة في الجدول الدوري.

يعد الحديد من أقوى الفلزات ، ومن أكثرها أهمية للأغراض الهندسية ، إلا انه من اهم مشكلات الحديد تفاعله مع الأكسجين (الصدأ) ، ومن المعروف أن الصدأ يؤدي الى اضعاف الحديد ، وذلك لأن الصدأ يؤدي الى تغيير الخصائص الكيميائية للحديد ، ويمكن حل هذه المشكلة في منع وضع الحديد في أماكن رطبة.

يعود السبب في فصل الحديد الى استخداماته المتعددة ، فمثلا يعد الحديد من أهم مواد البناء كما انه المادة الأساسية في صناعة السيارات ، ويعد من أفضل المواد في صناعة الألباب.

1.2 علاقة المشروع بالميكاترونكس

إن هندسة الميكاترونكس عبارة عن ربط الأنظمة ببعضها البعض ، مما يؤدي إلى توفير الوقت والجهد والتقليل من الأيدي العاملة قليلة الخبرة، لذا كان لا بد من التفكير في آلة لفصل الحديد عن النفايات بدلا من فصل يدويا أو عن طريق الحرق. إن عمل هذه الآلة يتطلب خبرات عديدة ، فمن ضمن هذه الخبرات وجوب توقف السير الناقل عند امتلاء الحاوية المخصصة للحديد، كما أنه يجب توقف المحرك الرجراج الموجود على الخزان عن حمل اهتزاز للخزان ، كما أن هذه الآلة بحاجة إلى نظام تشغيل كهربائي يتم التحكم به (بالمحركات وحركة السير الناقل) من خلال جهاز تحكم كالمتحكمات المنطقية المبرمجة (PLC)، إلا أنه وفي هذا المشروع تم استخدام التحكم التقليدي للمحركات وذلك بواسطة كونتاكتورات (contactors) وريليات (Relays).

1.3 مكونات المشروع



الشكل (1.1): صورة توضح آلة مشابهة لآلة التي تم تصميمها.

إن المشروع الذي تم اختياره يتكون من قطع ميكانيكية وكهربائية عديدة هي:

1-خزان له فوهة: وهذا الخزان تم حمل ارتجاج له وذلك لتسهيل خروج المواد من الفوهة إلى السير الناقل .

2- سير ناقل (conveyer): وتم تصميم وعمل سير ناقل مناسب لطبيعة المشروع.

3- بكرتان (two pulleys) : وتكون إحدى البكرات مغلطة لكي تجذب الحديد المراد فصله ، أما البكرة الثانية فتساعد في حركة السير الناقل .

4- حاوية (container) : وتكون الحاوية للحديد.

5- محركان (two motors) : المحرك الأول للسير الناقل أما الثاني فيستخدم لعمل اهتزاز للخزان.

6- حساسا (Sensor): وهذا الحساس من نوع (photo electric sensor) ويستخدم لإرسال إشارة لجهاز التحكم لإيقاف محرك السير الناقل و محرك الخزان في حال امتلاء الحاوية المخصصة للحديد المفصول .

أما بالنسبة لمكونات المشروع فيه متوفرة في السوق المحلي سواء كانت هذه المكونات ميكانيكية أو كهربائية، فتم عمل سير ناقل ، كما تم أيضا عمل خزان لوضع ال waste قبل نزلها إلى السير الناقل، وتم وضع محرك رجّاح على الخزان لتسهيل نزول المواد من الخزان ، وتم أيضا وضع محرك مع علبة تروس (gearbox) وتم وصل (gearbox) مع البكرة المغناطيسية.



الشكل (1.2): مغناطيس ضخ

إن فكرة المشروع التي تم باختيارها ليست وليدة اليوم، بل هي فكرة عالمية سخرت لها بعض الدول مقدرات هائلة مثل المغناطيس الضخم الذي يكون مريبطاً على رافعة ضخمة لجذب القطع الحديدية الكبيرة من السيارات القديمة، كما أن الإنسان يقوم في بعض الأحيان بحرق المكونات التي تحتوي على الحديد لإعادة استخدامه في الصناعات المختلفة كصناعة السيارات ومواد البناء.

إن الهدف من اختيار هذا المشروع هو فصل الحديد عن المواد التي تم ذكرها سابقاً مع مراعاة عدم تلوث البيئة.

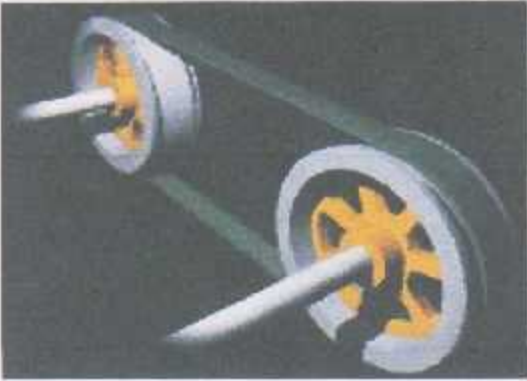
1.4 أهمية المشروع

- إن أهمية المشروع تكمن في فصل الحديد عن النفايات وهذا المشروع يمكن الاستفادة منه في مصانع الحديد حيث يتم توفير الحديد كمادة خام لاستخدامه في صناعات مختلفة.

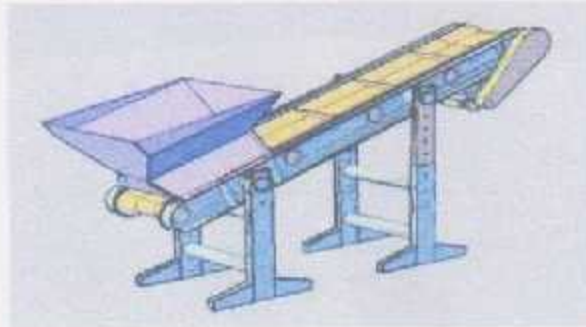
1.5 السير الناقل

وهو عبارة عن نظام ميكانيكي مكون من بكرتين على الأقل بحيث يكون على البكرتين حزام يربط بينهما ، وهذا الحزام يكون مصنوعاً من مادة معينة كالمطاط أو الحديد (الجنزير) أو الألياف (rubber) أو البلاستيك.

يعود السبب في وضع هذا الحزام لنقل المواد من مكان إلى آخر ألياً بحيث يكون الحزام ملتفاً بشكل نصف دائرة على كل بكرة وتكون قوى الاحتكاك الاستاتيكية بين البكرة والحزام النازل كبيرة ، لذا عند دوران البكرة فإن الحزام يتحرك معها بدون وجود سرعة نسبية بينهما.



الشكل (1.3): سير ناقل أفقي⁽³⁾



الشكل (1.4): سير ناقل يتحرك للأعلى بزاوية معينة⁽³⁾

1.6 مبدأ عمل المشروع

في هذا المشروع سيتم فصل الحديد عن النفايات، حيث أن الحديد مع النفايات يكون موجوداً في الخزان ، حيث إن المشروع الذي تم تنفيذه يمثل المرحلة الأخيرة من فصل الحديد عن مواد أخرى.

أما بالنسبة للخزان فتم عمل حركة اهتزازية له بواسطة محرك رجاج لتسهيل خروج المواد من الخزان إلى السير الناقل، وعند وصول المواد إلى السير الناقل يتغير موضع هذه المواد بفعل حركة السير الناقل الأفقية (هذه الحركة تتم بواسطة محرك كهربائي آخر) ، وعند وصول المواد إلى البكرة الممغنطة الموجودة في نهاية السير الناقل ينجذب الحديد إليها ، أما باقي المواد فتسقط بفعل الجاذبية الأرضية في الحاوية المخصصة لها أسفل السير الناقل ، أما الحديد المنجذب إلى البكرة الممغنطة فسيبقى منجذباً إليها ويدور معها على السير الناقل إلى أن يصبح أسفل البكرة ، وبفعل حركة السير الناقل فإن الحديد سيبعد عن البكرة وبالتالي سيسقط في الحاوية المخصصة له.

تم وضع حساس (sensor) من نوع photo electric sensor على حاوية الحديد المفصول هذا الحساس يرسل إشارة تدل على امتلاء الحاوية بالحديد المفصول وهذا يتطلب تفريغ الحاوية وبالتالي توقف المحركين عن العمل.

1.7 جدول الزمنى للمشروع

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
																تصميم الخران
																اختيار الحزام النقل
																التصميم الميكانيكى
																اختيار المحركات وحساباتهم
																التحليل الكهربائى
																تجارب المشروع
																التوثيق

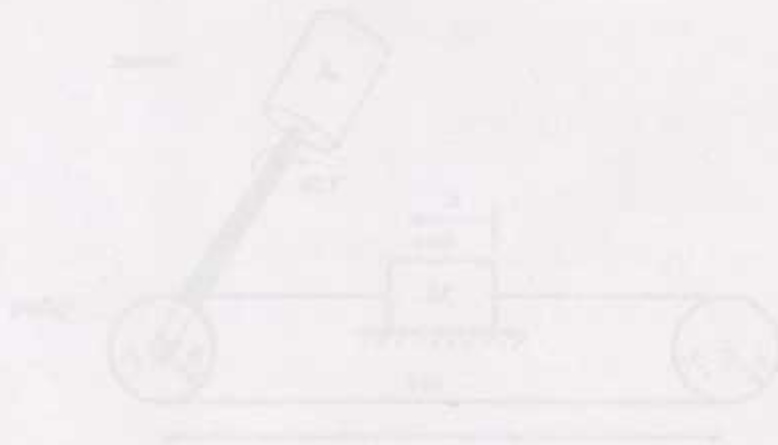
1.8 الموازنة التقديرية	
الموازنة التقديرية	المبند
250 دينار أردني	1. قطع كهرباء
40 دينار أردني	2. مواد، عتبات
850 دينار أردني	3. معدات
50 دينار أردني	4. قساطمية
100 دينار أردني	5. تكاليف ومراسلات
260 دينار أردني وتشمل آجار الحداد والخرابطة واستجار كهرباء 3 فاز.	6. مصاريف أخرى * مع التوضيح إن وجدت*

الوحدة الثانية

2. النموذج الرياضي

يشكل النموذج الرياضي للظاهرة الفيزيائية التي ندرسها (النموذج الرياضي) أداة تحليلية وأداة للتنبؤ بالنتائج التي يمكن توقعها في النظام.

في هذه الوحدة سنتناول نموذج البندول البسيط الذي سنتناول في الفصل الأول. **2.1 النموذج الرياضي الأول** سنتناول في الفصل الأول نموذج البندول البسيط الذي سنتناول في الفصل الأول. سنتناول في الفصل الأول نموذج البندول البسيط الذي سنتناول في الفصل الأول.



2.2 حالة الثبات (State Space)

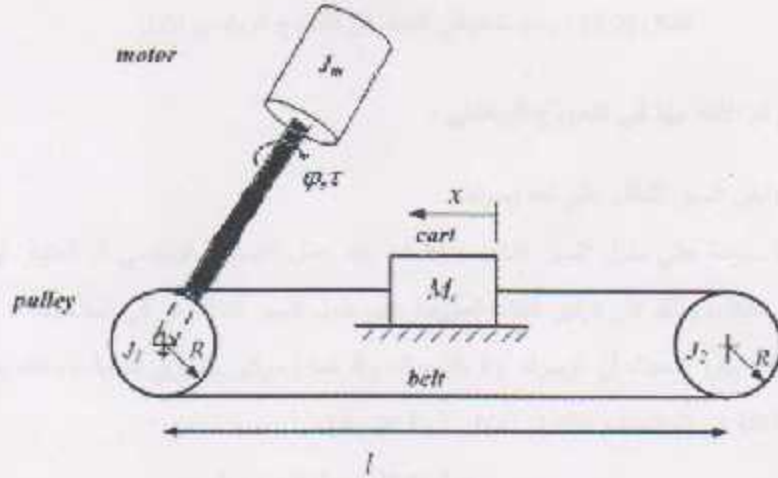
1. لا يوجد تفاعل بين المتغيرات (related variables) بين المتغيرات المتعددة.
2. المتغيرات المتعددة يمكن فصلها عن بعضها البعض (independent variables).
3. يمكن اعتبار (state) المتغيرات المتعددة في حيزها وتعتبر المتغيرات المتعددة كمتغيرات مستقلة.

النموذج الرياضي

2.1 النموذج الرياضي

يستخدم النموذج الرياضي لوصف الحالة الديناميكية لأي قطعة في النظام (الآلية) المراد تصميمها ، حيث يتم وبناء على قانون نيوتن الثاني وصف الحالة الديناميكية في النظام

يتم عمل النموذج الرياضي لتسهيل التحكم في كل آلية (قطعة) في النظام ، وبعد التحكم في كل قطعة ينتج تحكم كامل بالنظام ككل. مع العلم أن كل قطعة في النظام مرتبطة بقطعة أخرى فعلى سبيل المثال الحزام الناقل يكون جزء منه ملتفا حول البكرتين ، وأحدى البكرات مرتبطة مع عمود المحرك وهي البكرة السفلية وعند عمل المحرك تتور هذه البكرة ، وعند توران هذه البكرة يتحرك السير الناقل وتدور البكرة الأخرى مما ينتج التحكم بالنظام ككل.

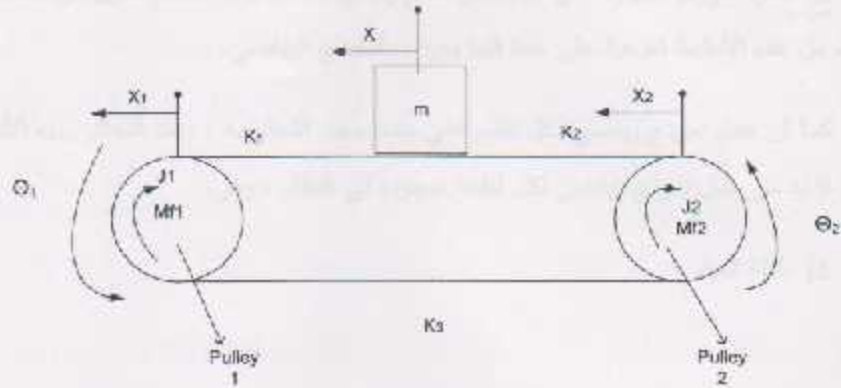


الشكل (2.1) : وصف للنظام الذي تم اختياره

الفرضيات التي تم تحليل النظام بناء عليها :

1. لا يوجد حركة نسبية (relative motion) بين المواد والسير الناقل .
2. المحرك الخاص بالسير الناقل ينتج عزم (torque) في وقت قليل .
3. عمود المحرك (shaft) الموصول بالبكرة السفلية من طرف وموصول مع المحرك الخاص بحركة السير الناقل من الطرف الآخر هو للدوران فقط .

4. زاوية الدوران الخاصة بالمحرك (θ_m) مساوية لزاوية الدوران البكرة الممغنطة (θ_1) ، حيث ان عمود المحرك (shaft) مرصوب بالبكرة الممغنطة بدون وجود تروس (Gears) بينهما ، أي ان نسبة الدوران بين عمود المحرك والبكرة الممغنطة هي 1:1 .



الشكل (2.2) : رسم تخطيطي للنظام في النموذج الرياضي الاول

الفرضيات التي تم الأخذ بها في النموذج الرياضي :

1. تم افتراض السير الناقل على انه زميرك.
2. الكتلة موزعة على طول السير الناقل ، إلا أنه عند عمل النموذج الرياضي تم اعتبار أن الكتلة الموجودة في منتصف السير الناقل، وذلك لأن تركيز الكتلة الموزعة على طول السير الناقل هو في المنتصف .
3. $(k_1 = k_2)$: حيث أن الزميرك k_1 والزميرك k_2 هما زميركين متغيري القيمة ، وذلك حسب موضع الكتلة ، إلا أنه تم أخذ الكتلة في المنتصف لذلك تم اعتبار $(k_1 = k_2)$.

جدول (2.1) : جدول التعريف بالرموز

Variables	Definition
J_1, J_2	The inertia moments of driving and driven pulleys
J_m	The inertia moment of the motor
m	The mass of material
R	The radius of pulleys
k_1, k_2, k_3	The elasticity coefficients of the belt which change with respect to cart position
x	The direction of motion
T_m	The torque developed by motor
$\theta_1, \theta_2, \theta_m$	The angular position of driving pulley, driven pulley and motor, respectively
M_{f1}, M_{f2}	The friction moments in the driving pulley and driven pulley, respectively

F_m

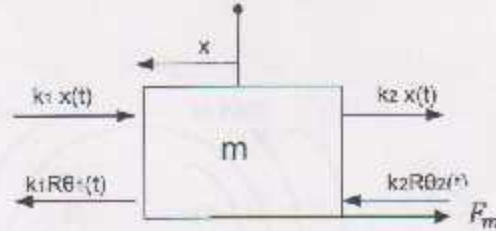
Friction force which acts to the material.

تحليل انظام (معادلات النموذج الرياضي):

إن الفكرة التي تم اختيارها هي عبارة عن نظام رئيسي متكامل وهذا النظام مكون من أنظمة فرعية لذا كان لا بد من تحليل كل نظام من هذه الأنظمة الفرعية على حدة فيما يعرف بالنموذج الرياضي.

كما أن عمل نموذج رياضي لكل نظام على حدة يسهل التحكم به ، وعند التحكم بهذه الأنظمة ينتج التحكم بالنظام ككل ، لذا كان لا بد من عمل نموذج رياضي لكل قطعة موجودة في النظام ، وهي:

(1) كتلة المواد



الشكل (2.3) : وصف القوى المؤثرة على الكتلة

وبالتالي وحسب قانون نيوتن الثاني :

$$\sum F = m\ddot{x} \quad (2.1)$$

نلاحظ أن القوى المؤثرة على الكتلة هي قوة الزميرك من الجهتين ، علما أن قيمة الزميرك الأول والثاني متغيرة حسب مكان وجود الكتلة ، أي أنه عندما تكون الكتلة عند أول المسير الناقل (أي عند خروجها من الخزان إلى المسير الناقل ، تكون قيمة k_2 تقريبا صفر وقيمة k_1 هي أعلى قيمة ، أما عندما تتحرك الكتلة بالاتجاه الموضح في الصورة أعلاه (صورة 2.3) فإن قيمة k_2 تبدأ بالازدياد وقيمة k_1 تبدأ بالنقصان حتى تؤول إلى الصفر ، وعندما تكون قيمة k_2 هي أعلى قيمة لها وذلك عند وصول الكتلة إلى آخر المسير الناقل .

أما بالنسبة لاتجاه قوة الزميركين فإنه عندما تتحرك الكتلة بالاتجاه الموضح في الصورة (2.3) فإن الزميرك k_1 سيكون في حالة انضغاط ، مما يؤدي إلى رد فعل يكون بعكس اتجاه الحركة لكي يصبح في وضعه الطبيعي ، أما بالنسبة للزميرك k_2 فإنه سيكون في حالة شد ، مما يعني أن رد الفعل له سيكون عكس اتجاه حركة الكتلة ، وبالتالي فإن قوة الزميركين ستكون عكس اتجاه الحركة .

أما القوى الأخرى فهي قوتا البكرتان على الكتلة ، حيث أن البكرتان تؤثران بقوة شد على الكتلة بعكس اتجاه حركة الكتلة ، فيكون رد الفعل لهذين الشدين هو باتجاه حركة الكتلة كما هو موضح في الصورة (2.3)، وعند تطبيق هذه القوى على قانون نيوتن الثاني سكون كما يلي:

$$m\ddot{x}(t) = -k_1x(t) + k_1R\theta_1(t) - k_2x(t) + k_2R\theta_2(t) - F_m \quad (2.2)$$

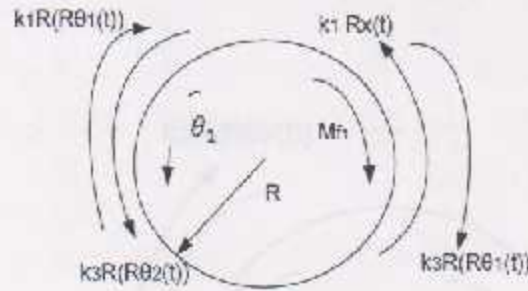
$$m\ddot{x}(t) = -k_1(x(t) - R\theta_1(t)) - k_2(x(t) - R\theta_2(t)) - F_m \quad (2.3)$$

$$\theta_1 = \frac{x_1}{R} \quad (2.4)$$

$$\theta_2 = \frac{x_2}{R} \quad (2.5)$$

$$m\ddot{x}(t) + F_m = -k_1(x(t) - x_1(t)) - k_2(x(t) - x_2(t)) \quad (2.6)$$

(1) البكرة الممغنطة :



الشكل (2.4) : وصف العزود المؤثرة على البكرة الممغنطة

وحسب قانون نيوتن الثاني :

$$\sum M = J\ddot{\theta} \quad (2.7)$$

أما بالنسبة للبكرة الممغنطة فنلاحظ أن القوى المؤثرة عليها هي قوة الزميركين k_1 و k_2 وقوتا رد الفعل الناتج من شد المواد الموجودة على السير الناقل تأثير البكرة الثانية عليها.

فعند حركة البكرة في الاتجاه الموضح في الشكل (2.4) أي بعكس عقارب الساعة فإن الزميرك k_2 حالة انضغاط ، وبالتالي فإن رد الفعل سيكون بعكس اتجاه حركة البكرة كما هو موضح في الشكل (2.4).

أما بالنسبة للزبرك k_1 فهو في حالة شد، أي أن رد الفعل (وذلك لكي يعود الى وضعه الطبيعي) سيكون عكس اتجاه حركة البكرة كما هو موضح في الشكل (2.4).

أما القوى المتبقية فإنها قوة شد المواد الموجودة على السير الناقل للسير الناقل ، مما يؤدي الى شد السير الناقل للبكرة الممغنطة (وذلك لأن قوة الاحتكاك بين المواد والسير الناقل هي قوة استاتيكية)، فيكون رد الفعل مع اتجاه حركة البكرة الممغنطة.

أما قوة تأثير البكرة الثانية على البكرة الممغنطة فهي أيضاً قوة شد يكون رد فعلها مع حركة البكرة الممغنطة، وعند تطبيق هذه القوى جميعها على قانون نيوتن الثاني ستكون كالتالي:

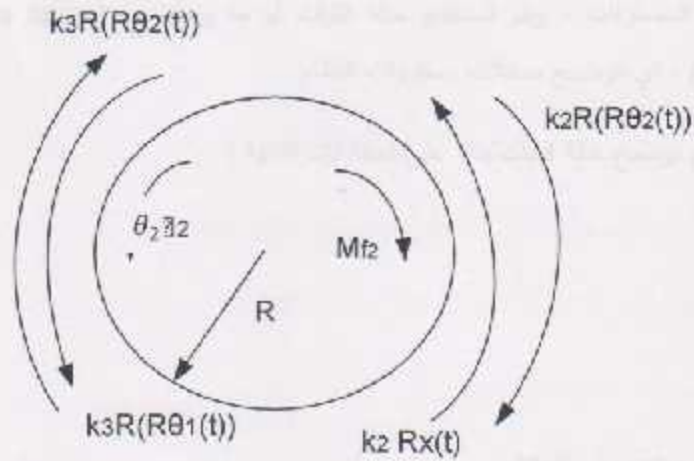
$$(J_1 + J_m)\ddot{\theta}_1(t) = -k_1R(R\theta_1(t)) + k_1Rx(t) - k_3R(R\theta_1(t)) + k_3R(R\theta_2(t)) - M_{f_1} + T_m \quad (2.8)$$

$$(J_1 + J_m)\ddot{\theta}_1(t) = -k_1R(R\theta_1(t) - x(t)) - k_3R(R\theta_1(t) - R\theta_2(t)) - M_{f_1} + T_m \quad (2.9)$$

$$(J_1 + J_m)\ddot{\theta}_1(t) + M_{f_1} = -k_1R(R\theta_1(t) - x(t)) - k_3R(R\theta_1(t) - R\theta_2(t)) + T_m \quad (2.10)$$

$$\frac{(J_1 + J_m)}{R}\ddot{x}_1(t) + M_{f_1} = -k_1R(x_1(t) - x(t)) - k_3R(x_1(t) - x_2(t)) + T_m \quad (2.11)$$

(2) البكرة الثانية:



الشكل (2.5) : وصف العزوم المؤثرة على البكرة الثانية

حسب قانون نيوتن الثاني (معادلة (2.7)):

$$\Sigma M = J\ddot{\theta}$$

وعند تطبيق قانون نيوتن الثاني على البكرة الثانية سنجد أن الزميرك k_3 سيكون في حالة شد ، والزميرك k_2 في حالة انضغاط ، أي أن قوة رد الفعل الناتج عنهما ستكون بعكس اتجاه حركة البكرة الثانية ، أما القوى الناتجة من رد فعل قوة شد المواد للبكرة وقوة تأثير البكرة الممغنطة على البكرة الثانية فستكون مع اتجاه حركة البكرة الثانية كما هو موضح في الشكل (2.5).

$$J_2 \ddot{\theta}_2(t) = -k_2 R(R\theta_2(t)) + k_2 R x(t) - k_3 R(R\theta_2(t)) + k_3 R(R\theta_1(t)) - M_{f_2} \quad (2.12)$$

$$J_2 \ddot{\theta}_2(t) = -k_2 R(R\theta_2(t) - x(t)) - k_3 R(R\theta_2(t) - R\theta_1(t)) - M_{f_2} \quad (2.13)$$

$$J_2 \ddot{\theta}_2(t) + M_{f_2} = -k_2 R(R\theta_2(t) - x(t)) - k_3 R(R\theta_2(t) - R\theta_1(t)) \quad (2.14)$$

$$\frac{(J_2)}{R} \ddot{x}_2(t) + M_{f_1} = -k_1 R(x_2(t) - x(t)) - k_3 R(x_2(t) - x_1(t)) \quad (2.15)$$

2.2 حالة الثبات (State Space) للنموذج الرياضي

حالة الثبات هي الحالة التي يتم عن طريقها وصف متغيرات وثوابت معادلات النموذج الرياضي، ويتم وصف المتغيرات والثوابت عن طريق المصفوفات ، ويتم استخدام حالة الثبات أو ما يعرف ب (State Space) لعمل اقتران الانتقال (Transfer Function) ، أي لتوضيح مدخلات ومخرجات النظام.

يتم توضيح حالة الثبات بناءً على المعادلات التالية :

$$\dot{\vec{X}}(t) = A\vec{X}(t) + B\vec{U}(t) + N\vec{V}(t) \quad (2.16)$$

$$\vec{Y}(t) = C\vec{X}(t) + D\vec{U}(t) \quad (2.17)$$

حيث:

\vec{X} : التعريف في الحالة.

\vec{X} : متجه حركة النظام.

\vec{U} : متجه المدخلات.

\vec{V} : متجه التشويش (disturbance).

A : مصفوفة النظام.

B : مصفوفة المدخلات.

N : مصفوفة التشويش (disturbance).

C : مصفوفة المخرجات.

D : مصفوفة التغذية.

في النظام الميكانيكي يتم اعتماد المسافات كمتغيرات لحالة الثبات ، أما بالنسبة لمشتقة هذه المسافات بالنسبة للزمن (السرعة) فهي ايضا متغيرات لحالة الثبات.

$$z = x \quad (2.18)$$

$$z_1 = x_1 \quad (2.19)$$

$$z_2 = x_2 \quad (2.20)$$

حيث :

z : متغير حالة ثبات المسافة التي تقطعها كتلة المواد.

z_1 : متغير حالة ثبات المسافة التي تقطعها الكرة المغنطة.

z_2 : متغير حالة ثبات المسافة التي تقطعها الكرة الأخرى.

$$z_3 = \dot{x} \quad (2.21)$$

$$z_4 = \dot{x}_1 \quad (2.22)$$

$$z_5 = \dot{x}_2 \quad (2.23)$$

حيث :

z_3 : متغير حالة ثبات السرعة التي تقطعها كتلة المواد.

z_4 : متغير حالة ثبات السرعة التي تقطعها الكرة المغنطة.

z_5 : متغير حالة ثبات السرعة التي تقطعها الكرة الأخرى.

بناءً على معادلات النموذج الرياضي (2.6)، (2.11) و (2.15) تم وصف معادلات حالات الثبات كما يلي:

$$\dot{z} = \dot{x} = z_3 \quad (2.24)$$

$$\dot{z}_1 = \dot{x}_1 = z_4 \quad (2.25)$$

$$\dot{z}_2 = \dot{x}_2 = z_5 \quad (2.26)$$

بناءً على معادلة (2.6) :

$$m\ddot{x}(t) + F_m = -k_1(x(t) - x_1(t)) - k_2(x(t) - x_2(t))$$

$$\ddot{x}(t) = \frac{-k_1}{m}(x(t) - x_1(t)) - \frac{k_2}{m}(x(t) - x_2(t)) - \frac{F_m}{m} \quad (2.27)$$

$$\dot{z}_3 = \frac{-k_1}{m}(z - z_1) - \frac{k_2}{m}(z - z_2) - \frac{F_m}{m} \quad (2.28)$$

بناءً على معادلة (2.11) :

$$\frac{(J_1+J_m)}{R}\ddot{x}_1(t) + M_{f_1} = -k_1R(x_1(t) - x(t)) - k_3R(x_1(t) - x_2(t)) + T_m$$

$$\ddot{x}_1 = \frac{-Rk_1R}{J_1+J_m}(x_1 - x) - \frac{Rk_3R}{J_1+J_m}(x_1 - x_2) + \frac{T_mR}{J_1+J_m} - \frac{M_{f_1}R}{J_1+J_m} \quad (2.29)$$

$$\dot{z}_4 = \frac{-R^2k_1}{J_1+J_m}(z_1 - z) - \frac{R^2k_3}{J_1+J_m}(z_1 - z_2) + \frac{T_mR}{J_1+J_m} - \frac{M_{f_1}R}{J_1+J_m} \quad (2.30)$$

بناءً على معادلة (2.15) :

$$\frac{(J_2)}{R}\ddot{x}_2(t) + M_{f_1} = -k_1R(x_2(t) - x(t)) - k_3R(x_2(t) - x_1(t))$$

$$\ddot{x}_2 = \frac{-Rk_2R}{J_2}(x_2 - x) - \frac{Rk_3R}{J_2}(x_2 - x_1) - \frac{M_{f_2}R}{J_2} \quad (2.31)$$

$$\dot{z}_5 = \frac{-R^2k_2}{J_2}(z_2 - z) - \frac{R^2k_3}{J_2}(z_2 - z_1) - \frac{M_{f_2}R}{J_2} \quad (2.32)$$

وعند ترتيب المعادلات (2.28)، (2.30) و (2.32) فإنها تصبح كالتالي:

$$\dot{z}_3 = -\left(\frac{k_1 + k_2}{m}\right)z + \frac{k_1}{m}z_1 + \frac{k_2}{m}z_2 - \frac{F_m}{m} \quad (2.33)$$

$$\dot{z}_4 = \frac{k_1 R^2}{J_1 + J_m}z - \frac{(k_1 + k_3)R^2}{J_1 + J_m}z_1 + \frac{k_3 R^2}{J_1 + J_m}z_2 + \frac{T_m R}{J_1 + J_m} - \frac{M_{f_1} R}{J_1 + J_m} \quad (2.34)$$

$$\dot{z}_5 = \frac{k_2 R^2}{J_2}z + \frac{k_3 R^2}{J_2}z_1 - \frac{(k_2 + k_3)R^2}{J_2}z_2 - \frac{M_{f_2} R}{J_2} \quad (2.35)$$

وبالتالي فإن معادلات حالة انشبات بالنمبة للنظام هي:

$$\begin{bmatrix} \dot{z} \\ \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \\ \dot{z}_4 \\ \dot{z}_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{(k_1 + k_2)}{m} & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1 + J_m} & -\frac{(k_1 + k_3)R^2}{J_1 + J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1 + J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & -\frac{(k_2 + k_3)R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} T_m + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -R & 0 \\ \frac{-R}{J_1 + J_m} & \frac{R}{J_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M_{f_1} \\ M_{f_2} \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{(k_1 + k_2)}{m} & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1 + J_m} & -\frac{(k_1 + k_3)R^2}{J_1 + J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1 + J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & -\frac{(k_2 + k_3)R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} T_m \quad (2.37)$$

حيث:

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} z \\ z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} \quad (2.38)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -(k_1 + k_2) & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1 + J_m} & \frac{-(k_1 + k_3) R^2}{J_1 + J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1 + J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & \frac{-(k_2 + k_3) R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.39)$$

$$\vec{x} = \begin{bmatrix} z \\ z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \end{bmatrix} \quad (2.40)$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.41)$$

$$\vec{U} = T_m \quad (2.42)$$

$$N = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -R & 0 \\ \frac{R}{J_1 + J_m} & -\frac{R}{J_2} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.43)$$

$$\vec{N} = \begin{bmatrix} M_{f_1} \\ M_{f_2} \end{bmatrix} \quad (2.44)$$

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} x \\ x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (2.45)$$

$$C = \begin{bmatrix} \frac{-(k_1 + k_2)}{m} & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1 + J_m} & \frac{-(k_1 + k_2) R^2}{J_1 + J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1 + J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & \frac{-(k_2 + k_3) R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.46)$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.47)$$

الوحدة الثالثة

التصميم الميكانيكي

3.1 التصميم الميكانيكي للخزان

3.2 اختيار الحزام الناقل

3.3 بيل النظام

3.3.1 بيل السير الناقل

3.3.2 بيل البكرات

3.4 البكرات

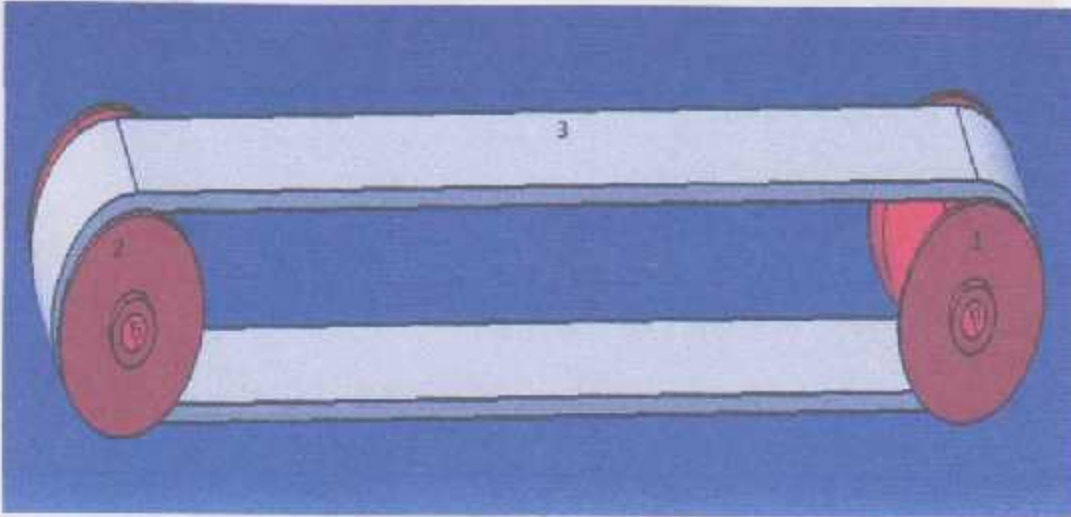
3.5 اترس (gear box)

التصميم الميكانيكي

إن التصميم الميكانيكي لأي آلة ميكانيكية يعني الوصف الفيزيائي لأجزاء هذا النظام ، أي معرفة مقدار القوى المؤثرة على كل جزء من أجزاء هذا النظام بالإضافة الي معرفة للضغط والتشد الناتج عن هذه القوى ، كما أنه من الضروري معرفة الأبعاد الهندسية لكل جزء من أجزاء الآلة الميكانيكية.

يحتوي النظام المراد تصميمه على مكونات ميكانيكية مختلفة وهي :

- 1- الخزان (tank).
- 2- نوع الحزام الناقل (belt).
- 3- الترس (Gears).
- 4- البيئ (Bearings).
- 5- البكرات (Pulleys).

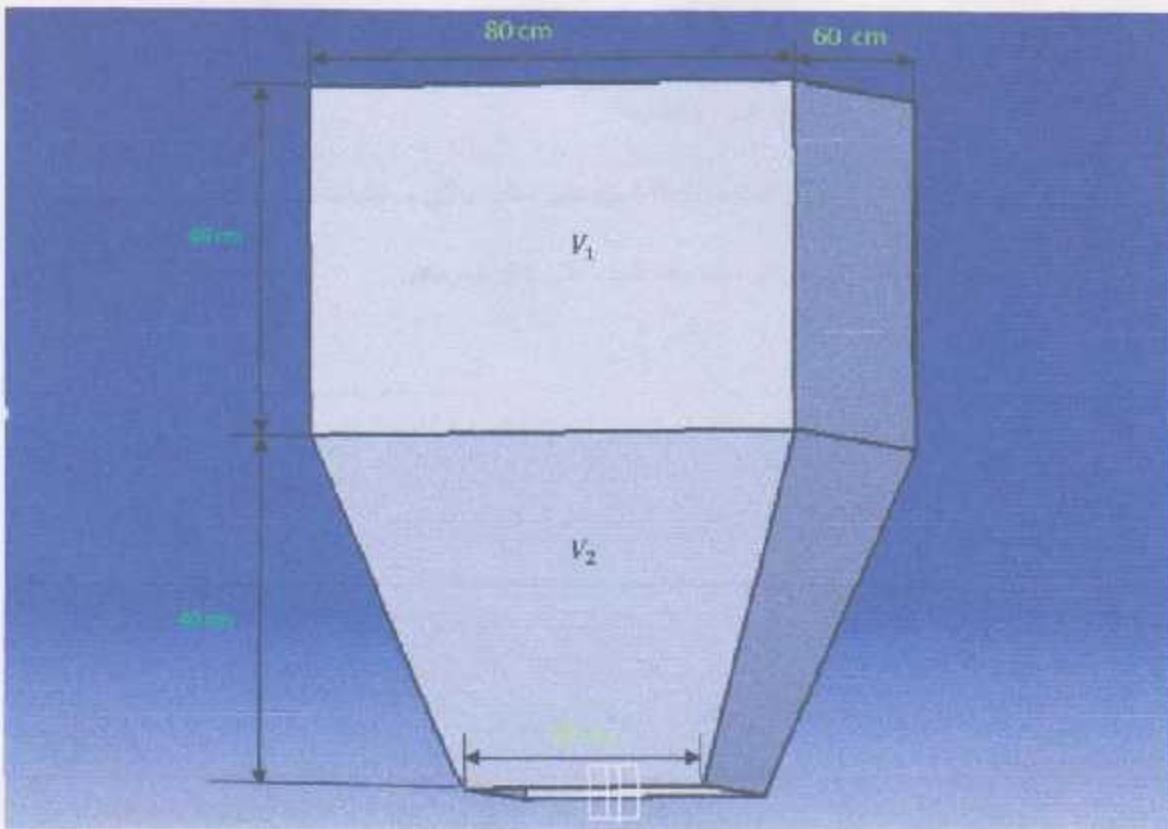


الشكل (3.1): صورة توضح أجزاء النظام الميكانيكية

الشكل (3.1) يوضح أجزاء النظام الميكانيكية، حيث أن الرقم 1 يدل على البكرة المغناطيسية، والرقم 2 يدل على البكرة الثانية، أما الرقم 3 فإنه يدل على السير الناقل، والرقم 4 في يدل على بيلية البكرة المغناطيسية ، وأخيراً فإن الرقم 5 يدل على بيلية البكرة الثانية .

3.1 التصميم الميكانيكي للخزان

يكون الحديد المراد فصله عن مواد اخرى كالزئبق والحجارة موجودا مع هذه المواد في خزان بحيث يتم حمل اهتزاز لهذا الخزان لتسهيل نزول المواد الى السير الناقل وهذا الاهتزاز يكون بواسطة محرك اهتزاز (vibrator motor) تم تصميم الخزان كما في الشكل (3.2) ونفس الابعاد الموجودة في الشكل (3.2) وتم تصميم فتحة الخزان الموجودة اعلى السير الناقل على شكل دائرة بقطر 15cm



الشكل (3.2): صورة توضح شكل الخزان و ابعاده

حجم الخزان :

بناءً على الأبعاد الموجودة في الشكل (3.2) والخاصة بالخزان الذي تصميمه لكي يحتوي على الحديد المراد فصله عن مواد أخرى كالحجارة والرمل وذلك قبل نزول المواد إلى بداية المسير الناقل والقيام بعملية الفصل عبر البكرة المغناطيسية الموجودة في آخر المسير الناقل ، تم حساب الحجم الكلي للخزان الذي تم تصميمه عن طريق المعادلات التالية :

$$\text{Total volume} = V_1 + V_2 \quad (3.1)$$

حيث:

Total volume: الحجم الكلي للخزان الذي تم تصميمه.

V_1 : حجم الجزء الأول من الخزان الذي تم تصميمه وهذا الجزء على شكل متوازي مستطيلات .

V_2 : حجم الجزء الثاني من الخزان الذي تم تصميمه وهذا الجزء على شكل هرم ناقص .

$$V_1 = L * W * H \quad (3.2)$$

حيث:

L: طول الجزء الأول من الخزان وهو 0.6m.

W: عرض الجزء الأول من الخزان وهو 0.6m.

H: ارتفاع الجزء الأول من الخزان وهو 0.4m.

$$V_1 = L * W * H$$

$$V_1 = 0.6 * 0.6 * 0.4 = 0.144m^3$$

$$V_2 = \frac{1}{3} * H * (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2}) \quad (3.3)$$

حيث :

H: ارتفاع الجزء الثاني من الخزان الذي على شكل هرم ناقص ويساوي 0.4m.

A_1 : مساحة القاعدة الاولى للجزء الثاني من الخزان .

A_2 : مساحة القاعدة الثانية للجزء الثاني من الخزان .

$$A_1: 0.6 * 0.6 = 0.36m^2$$

$$A_2: 0.3 * 0.3 = 0.09m^2$$

$$V_2 = \frac{1}{3} * 0.4 * (0.36 + 0.09 + \sqrt{0.36 * 0.09}) = 0.084m^3$$

من معادلة (3.2) ومعادلة (3.3) :

$$Total\ volume = V_1 + V_2 = 0.144 + 0.084 = 0.228m^3$$

بناء على المعادلات السابقة فانه عند ملئ الخزان بالمواد فان حجم هذه المواد يساوي حجم الخزان ($0.228m^3$)، ويجاد حجم المواد يساعد في ايجاد تدفق هذه المواد ،ومعدل هذه المواد بالنسبة للزمن وهذا يساعد في ايجاد قدرة المحرك اللازم لتشغيل السير الناقل .

بعد ان يتم وضع جميع المواد بما فيها الحديد المراد فصله في هذا الخزان يتم تشغيل محرك الاهتزاز لتسهيل نزول المواد الى السير الناقل، اي المساعدة في تسهيل نزول بعض المواد العالقة في اسفل الخزان الى السير الناقل ، ويتم التحكم بسرعة محرك الاهتزاز بواسطة محول (Autotransformer)، وهذا المحرك يتحكم في الجهد الواصل الى المحرك بناء على المعادلات التالية:

$$efficiency = \frac{P_{output}}{P_{input}} * 100\% \quad (3.4)$$

حيث:

efficiency : كفاءة المحرك.

P_{output} : القدرة الناتجة من المحرك بوحدة الواط.

P_{input} : القدرة الكهربائية للمحرك بوحدة الواط.

من المعادلة (3.4) فإن القدرة الكهربائية للمحرك P_{input} تساوي :

$$P_{input} = \frac{P_{output}}{efficiency} \quad (3.5)$$

$$v_1 I_1 = \frac{T_1 * \omega_m}{efficiency} \quad (3.6)$$

حيث:

T_1 عزم الدوران الناتج من المحرك.

ω_m : السرعة الزاوية للمحرك بوحدة $\left(\frac{rad}{s}\right)$.

v_1 : جهد الداخل للمحرك .

I_1 : التيار الداخل للمحرك.

حسب المعادلة (3.5) و (3.6) فإنه في حالة زيادة الجهد الداخل عبر محول (Autotransformer) إلى محرك الاهتزاز مع عدم التغيير في التيار الداخل فإن القدرة الناتجة من محرك الاهتزاز تزداد ، وكذلك في حالة تقليل الجهد الداخل عبر محول (Autotransformer) إلى محرك الاهتزاز مع عدم التغيير في التيار الداخل ، فإن القدرة الناتجة من محرك الاهتزاز تقل .

إن التحكم في القدرة الناتجة من محرك الاهتزاز يساعد في التحكم في تدفق المواد الموجودة في الخزان إلى السير الناقل، حيث إن الزيادة في القدرة الناتجة من محرك الاهتزاز تعني الزيادة في القوة الناتجة منه وهذا يؤدي إلى زيادة تدفق المواد إلى السير الناقل ، وكذلك في حالة التقليل من القدرة الناتجة من محرك الاهتزاز يعني التقليل من القوة الناتجة منه وهذا يقلل من تدفق المواد إلى السير الناقل.

تحتوي قواعد الخزّان على أربعة زميركات لحماية الخزّان والمساعدة في الاهتزاز أثناء عمل الاهتزاز للخزان بواسطة محرك الاهتزاز وتم حساب معامل مرونة هذه الزميركات بواسطة المعادلة التالية:

$$k = \frac{d^4 G}{8D^3 N_a} \quad (3.7)$$

حيث:

k : معامل مرونة الزميرك .

d^4 : قطر الحلقة ويساوي 0.4cm .

D^3 : قطر الزميرك ويساوي 4.5cm .

G : معامل الصلابة ويساوي 79.3GPa .

N_a : عدد حلقات الزميرك ويساوي 8 حلقات .

وبالتعويض في المعادلة (3.7):

$$k = \frac{((4 \cdot 10^{-2})^4) \cdot (79.3 \cdot 10^9)}{8 \cdot ((4.5 \cdot 10^{-2})^3) \cdot 8} = 3480.8 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 3.48 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

3.2 اختيار نوع السير الناقل

تم اختيار نوع السير الناقل بناءً على أقطار البكرات وارتفاع هذه البكرات التي تم وصل السير الناقل على هذه البكرات ، حيث إن السير الناقل يتم وصله مع بكرتين أحدهما مغناطيسية لفصل الحديد عن مواد أخرى والبكرة الأخرى للحركة، وبالتالي فإن اختيار نوع السير الناقل يعتمد على قطر وارتفاع البكرة المغناطيسية ، وقطر وارتفاع البكرة الأخرى يساوي نفس قطر و ارتفاع البكرة المغناطيسية.

لقد تم اختيار البكرة المغناطيسية بقطر 7 cm وارتفاع 25 cm كما في الشكل (3.3) :



الشكل (3.3): شكل البكرة المغناطيسية وأبعادها

من خلال قطر البكرة المغناطيسية ومن خلال الجداول الخاصة باختيار نوع السير الناقل وبالاعتماد على قطر البكرة التي يتم وصلها مع السير الناقل فإن نوع السير الناقل المناسب للبكرة المغناطيسية التي تم اختيارها هو من نوع (PVC-150 Black C X fs).

الشكل (3.3) يظهر عرض السير الناقل التي سيتم نزول المواد عليه من الخزان الذي تم اختياره وهو يساوي ارتفاع البكرة المغناطيسية ويساوي 25 cm وبحول 150 cm .

وعليه فإن مساحة السير الناقل التي سيتم نزول المواد عليها من الخزان هي:

$$Area = length * width = 150 * 25 = 3750\text{ cm}^2 = 0.075\text{ m}^2 \quad (3.8)$$

ومن خلال الجداول المرفقة الخاصة باختيار السير الناقل تم معرفة كتلة السير الناقل الذي تم اختياره وتساوي:

$$m_B = 0.075\text{ lbs (PIW)}$$

حيث :

$$PIW: \text{مساحة} (1 \text{ Inch width} * 12 \text{ Inch length} = 12 \text{ in}^2 = 0.00714 \text{ m}^2)$$

وتم حساب كتلة السير الناقل بنظام SI بناء على المعادلات التالية :

$$1 \text{ lbs} = 0.0455 \text{ kg} \quad (3.9)$$

$$m_B = 0.075 * 0.0455 + \frac{0.375}{0.075} = 1.8 \text{ kg}$$

يتم اختيار قوة محرك السير الناقل بالاعتماد على وزن مادة السير الناقل بالإضافة إلى أقصى وزن للمواد التي تكون على السير الناقل إضافة إلى القوة الناجمة من معدل تدفق كتلة المواد النازلة من الخزان إلى السير الناقل ، حسب المعادلة التالية:

$$F = \mu(m_B + m_M)g + m_M v \quad (3.10)$$

حيث:

F : قوة محرك السير الناقل.

μ : معامل الاحتكاك بين السير الناقل ويكرات السير الناقل وبعد إجراء عدة تجارب فإن معامل الاحتكاك يساوي

0.3

m_B : كتلة مادة السير الناقل وتساوي 1.8 kg .

m_M : كتلة المواد التي على السير الناقل .

g : تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي $9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

\dot{m}_M : معدل تدفق كتلة المواد التي على السير الناقل بالنسبة للزمن ، وتم حسابها عن طريق اجراء تجارب على نزول
تساوي $1 \frac{kg}{s}$

v : سرعة السير الناقل بوحدة $(\frac{m}{s})$

وعد حساب كتلة المواد التي على السير الناقل تم افتراض ان السير الناقل مليء بمادة الحديد بنسبة 90% (هذه النسبة على اعتبار وجود فراغات بين المواد) ، وتم حساب كتلة المواد حسب المعادلات التالية :

$$m_{Mf} = \rho_{steel} * V \quad (3.11)$$

حيث:

m_M : كتلة المواد التي على السير الناقل .

ρ_{steel} : كثافة الحديد وتساوي $8000 \frac{kg}{m^3}$

V : حجم المواد التي على السير الناقل .

وتم حساب حجم المواد التي على السير الناقل عن طريق المعادلة التالية :

$$V = L_B * W_B * H_M \quad (3.12)$$

حيث:

L_B : طول السير الناقل التي عليه المواد ويساوي $1.5m$.

W_B : عرض السير الناقل التي عليه المواد ويساوي $0.25m$.

H_M : معدل ارتفاع المواد التي على السير الناقل وتم افتراض انها تساوي $0.06m$.

$$V = 1.5 * 0.25 * 0.04 = 0.015m^3$$

وحسب معادلة (3.11) تم حساب الكتلة التي على السير الناقل وتساوي:

$$m_M = 8000 * 0.015 = 120 \text{ kg}$$

ولكن على افتراض ان السير الناقل مليء بالمواد بنسبة 90% فان الكتلة النهائية للمواد التي على السير الناقل هي

$$m_{Mf} = m_M * 0.9 = 120 * 0.9 = 108 \text{ kg}$$

وعند تصميم السير الناقل وبناءا على التجارب للحصول على عملية فصل للحديد عن مواد اخرى بشكل افضل تم اختيار ان سرعة دوران البكرة المغناطيسية تساوي $n = 56rpm$ ، وبالتالي حسب المعادلة التالية يمكن حساب سرعة دوران البكرة المغناطيسية بوحدة (rad/s) :

$$w = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (3.13)$$

حيث:

w : سرعة دوران عمود المحرك بوحدة (rad/s) .

n : سرعة دوران عمود المحرك بوحدة (rpm) .

$$w = \frac{2 \cdot \pi \cdot 48}{60} = 5.86 \text{ rad/s}$$

وتم حساب السرعة الخطية للبكرة المغناطيسية أي سرعة السير الناقل (v) بوحدة (m/s) عن طريق المعادلة التالية:

$$v = r \cdot w \quad (3.14)$$

حيث:

w : سرعة دوران عمود المحرك بوحدة (rad/s) .

r : نصف قطر البكرة المغناطيسية ويساوي $3.5cm$ ويساوي $0.035m$.

$$v = r \cdot w = 0.035 \cdot 5.86 = 0.2 \text{ m/s}$$

ولحساب قوة المحرك اللازم لتشغيل النظام تم استخدام المعادلة (3.10) :

$$F = \mu(m_B + m_M)g + m_M v$$

$$F = 0.3(1.8 + 108) \cdot 9.81 + 1 \cdot 0.2 = 323.34N$$

وبناءا على القيم الناتجة من المعادلات السابقة ، تم حساب قدرة المحرك اللازم لتشغيل النظام باستخدام المعادلة التالية:

$$P = F \cdot v \quad (3.15)$$

$$P = 1198.5 \cdot 0.2 = 64.7 \text{ Watt}$$

عند اختيار المحرك اللازم لتشغيل النظام يجب ان تكون قيمة القدرة الناتجة من المحرك اكبر من 64.7 Watt وذلك لضمان امان النظام وعليه فان المحرك الذي تم اختياره في هذا المشروع لتشغيل السير الناقل هو محرك ذو قدرة 0.5 hp وتساوي 373 Watt .

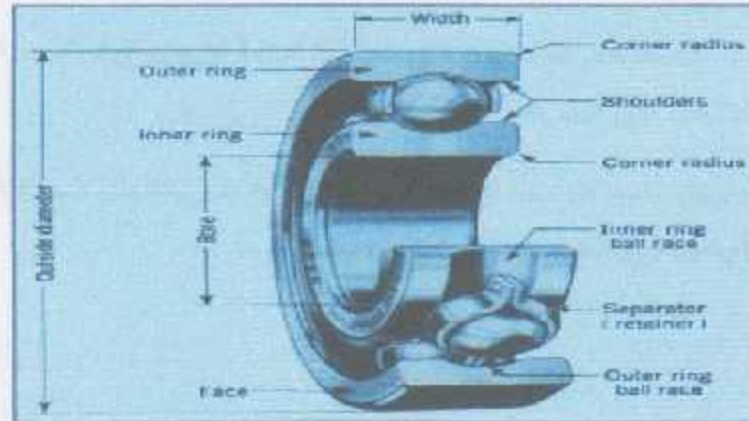
تم في هذا المشروع اختيار محرك (AC) ذو ثلاث فازات للسير الناقل ، حيث انه في هذا النظام لا يوجد تحكم في السرعة ، ولم يتم اختيار محرك (DC) لان محرك ال (DC) يستخدم للتحكم في السرعة بشكل اساس ، كما ان ثمنه اعلى من ثمن محرك ال (AC) ، بالإضافة الى ان التيار اللازم لمحرك ال (DC) أكبر من التيار اللازم لمحرك ال (AC)، لذا تم اختيار محرك (AC)

3.3 بييل النظام

3.3.1 بييل السير الناقل

يحتوي النظام المراد تصميمه على ستة بييل ، بحيث تكون موجودة على هيكل الحديد الموجود أسفل حزام السير الناقل، ويكون ثلاثة منها تحت نهاية السير الناقل من جهة ، والثلاثة الأخرى على الجهة الثانية للسير الناقل.

إن فائدة البييل تكمن في تقليل الاحتكاك بين حزام السير الناقل والبكرات المساعدة (الدحلات) اسفل الحزام الناقل التي تساعد على حركة الحزام الناقل ، كما أن فائدة البييل تكمن في اخفاء الطاقة الموجود في النظام،



الشكل (3.4) بييلية من نوع Single-Row 02-series Deep-Groove

ومن المهم معرفة خصائص البيل التي سيتم استخدامها في المشروع، ومن المهم معرفة القوى المؤثرة على هذه البيل ليستنى معرفة خصائصها، حيث أنه يكون هناك قوة شد ناجمة عن دوران البكرة الممغنطة، وهذه القوة هي نفس القوة الناتجة من دوران المحرك الموصول مع البكرة الممغنطة، وقوة الشد عبر الحزام الناقل تؤدي إلى دوران البيل.

الجدول (3.1) : خلاص ل أنواع البيل

Bore, mm	OD, mm	Width, mm	Fillet		Shoulder		Load Ratings, kN			
			Radius, mm	mm	Diameter, mm	mm	Deep Groove	Angular Contact	C_{10}	C_0
10	30	9	0.6	12.5	27	5.07	2.24	4.94	2.12	
12	37	10	0.6	14.5	28	6.89	3.10	7.02	3.05	
15	35	11	0.6	17.5	31	7.60	3.55	8.06	3.65	
17	40	12	0.6	19.5	34	9.56	4.50	9.95	4.75	
20	47	14	1.0	25	41	12.7	6.20	13.3	6.55	
25	52	15	1.0	30	47	14.0	6.95	14.8	7.65	
30	62	16	1.0	35	55	19.5	10.0	20.3	11.0	
35	72	17	1.0	41	65	25.5	13.7	27.0	15.0	
40	80	18	1.0	46	72	30.7	16.6	31.9	18.6	
45	85	19	1.0	52	77	33.2	18.6	35.6	21.2	
50	90	20	1.0	56	82	35.1	19.6	37.2	22.8	
55	100	21	1.5	61	90	43.6	25.0	46.2	28.5	
60	110	22	1.5	70	99	47.5	28.0	55.9	35.5	
65	120	23	1.5	74	109	55.9	34.0	63.7	41.5	
70	125	24	1.5	79	114	61.8	37.5	68.9	45.5	
75	130	25	1.5	86	119	66.3	40.5	71.5	49.0	
80	140	26	2.0	93	127	70.2	45.0	80.6	55.0	
85	150	28	2.0	99	136	83.2	53.0	90.4	63.0	
90	160	30	2.0	104	146	95.6	62.0	106	73.5	
95	170	32	2.0	110	156	108	69.5	121	85.0	

أما بالنسبة للقوى الأخرى المؤثرة على البيل فهي القوة الناتجة من وزن المواد الموجودة على السير الناقل أثناء حركته، وهذه القوة تكون تؤثر على جميع البيل على طول السير الناقل.

أما بالنسبة لوزن المواد فتم سابقا حساب أقصى كتلة للمواد الموجودة على السير الناقل هي (405.4 كغم)، وبالتالي وحسب القانون التالي فإن الوزن الناتج عن الكتلة التي تم افتراضها هو:



الشكل (3.5) رسم تخطيطي لبينة السير الناقل

$$W = mg \quad (3.16)$$

حيث:

W : وزن المواد.

m : كتلة المواد.

g : تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي 9.81 m/s^2

$$W = 405.4 * 9.81 = 3977 \text{ N}$$

أما بالنسبة لمحصلة القوة المؤثرة على البيل فيتم حسابها كالآتي:

$$F_r = W \quad (3.17)$$

$$F_r = 3977 \text{ N.}$$

لأن القوة الوحيدة المؤثرة على البيل هي وزن المواد الموجودة على السير الناقل، وهذه القوة هي عبارة عن مجموع القوى المؤثرة على جميع البيل، وبالتالي فإن القوة المؤثرة على كل ببيلة هي:

$$F_{r1} = \frac{F_r}{6} = \frac{3977}{6} = 662.8 \cong 663 \text{ N}$$

أما بالنسبة لعمر الببيلة فتم افتراض على أنها تعمل على مدار أربع وعشرون ساعة، فإن عمر الببيلة هو مئة وعشرون ألف ساعة، وبالتالي فإنه يتم حساب عدد اللفات المتوقعة لكل ببيلة كالآتي⁽³⁾:

$$L_D = L_{Dh} * n * 60 \quad (3.18)$$

حيث:

L_D : عدد الدورات المتوقعة للبيالة.

L_{DH} : عدد الساعات المفترضة لعمل البيالة.

n : سرعة دوران النظام بوحدة ال rpm .

$$L_D = 120000 * 56 * 60 = 403.2 * 10^6 rev.$$

أما بالنسبة لحمل التصميم (design load) نكل بيالة فيتم حسابها كالتالي:

$$F_D = a_f * V * F_r \quad (3.19)$$

حيث:

F_D : حمل التصميم (design load).

a_f : معامل التطبيق ويساوي 1.8

V : وهي عبارة عن معامل الدوران ويساوي 1.2 للبيالة.

$$F_D = 1.8 * 1.2 * 663 = 1432 N$$

أما بالنسبة لمعدل الحمل الديناميكي للبيالة (dynamic load rating) اللازم لاختيار البيالة المناسبة للنظام فيتم حسابه عن طريق المعادلة التالية مع العلم أنه تم افتراض موثوقية البيالة (reliability) تساوي 0.9 :

$$C_{10} = \left[\frac{L_D}{L_{10}} \right]^{\frac{1}{a}} * F_D \quad (3.20)$$

حيث:

C_{10} : معدل الحمل الديناميكي للبيالة (dynamic load rating).

L_{10} : وتساوي 10^6 دورة.

a : وتساوي 3 وذلك لأن البيالة المراد استخدامها هي (ball bearing).

$$C_{10} = \left[\frac{403.2 \cdot 10^6}{10^6} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot 1432 = 10579 \text{ N} = 10.579 \text{ kN}$$

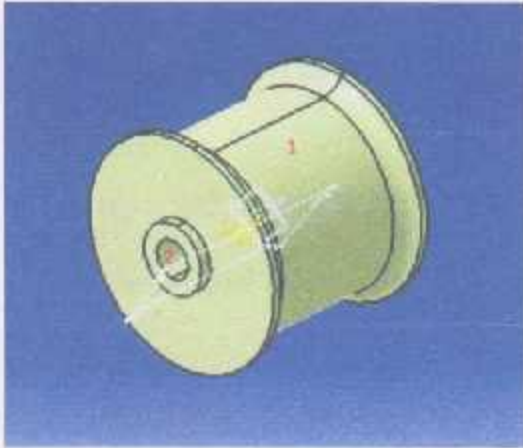
وبعد حساب الـ C_{10} يتم اختيار مواصفات البيلية المراد استخدامها بناءً على الجدول (3.1) مع العلم أن نوع البيلية المراد استخدامها هو Single- Row 02-series Angular contact كما في الشكل (3.7) ، وعليه فإن مواصفات البيلية هي:



الشكل (3.6) : صورة لبيلية من نوع Angular contact⁽⁴⁾

$C_{10}(\text{kN})$	static load: $C_0(\text{kN})$	Bore(mm)	OD(mm)	Width(mm)
13.3	6.55	20	47	14

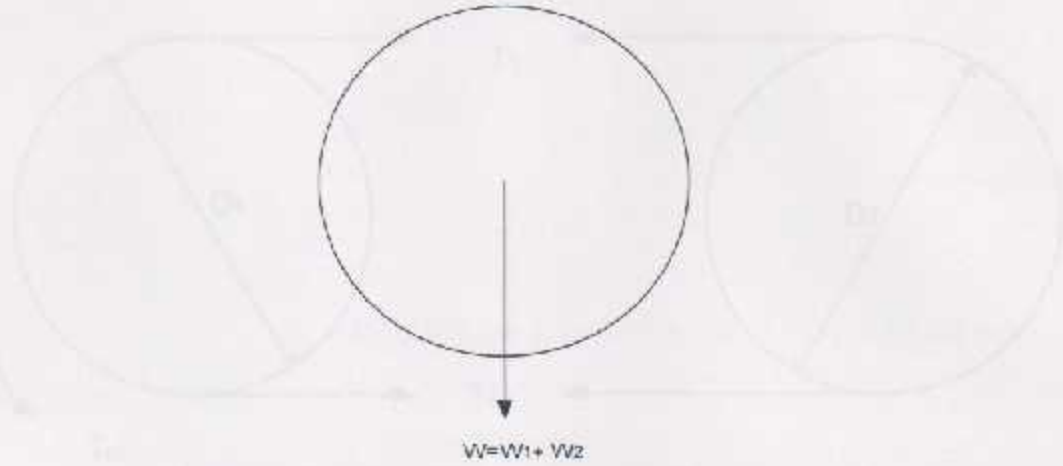
3.3.2 بيل البكرات



ومن المهم عند ربط البكرة بعمود المحرك وضع بيلية على البكرة المغناطيسية والبكرة الثانية ، وذلك لتسهيل حركة دوران البكرة ، حيث تم وضع البيلية في مركز البكرة الثانية، يظهر الرقم 2 في الشكل (3.7) مكان البيلية.

وعند حساب القوة المؤثرة على بيلية البكرة الثانية يجب حساب مجموع القوى المؤثرة عليها، أي من المهم معرفة وزن البكرة (W_1) ومعرفة وزن المواد (W_2).

الشكل (3.7) : صورة توضح مكان البيلية



الشكل (3.8) : اتجاه محصلة الوزن لبيلة البكرة الثانية

وفي النظام المراد تصميمه يتم استخدام بكرة كتلتها 8 كغم، وبالتالي وحسب معادلة (3.16) فإن وزن البكرة يساوي:

$$W_1 = 8 * 9.81 = 78.48 \text{ N}$$

أما بالنسبة لوزن المواد فتم افتراض أقصى كتلة على البكرة هي نصف أقصى كتلة على السير الناقل، وذلك لأن المواد تكون موزعة على طول السير الناقل، أي أن أقصى كتلة على البكرة هي 202.7 كغم، وبالتالي وحسب معادلة (3.16) فإن وزن المواد المؤثر على البكرة هو:

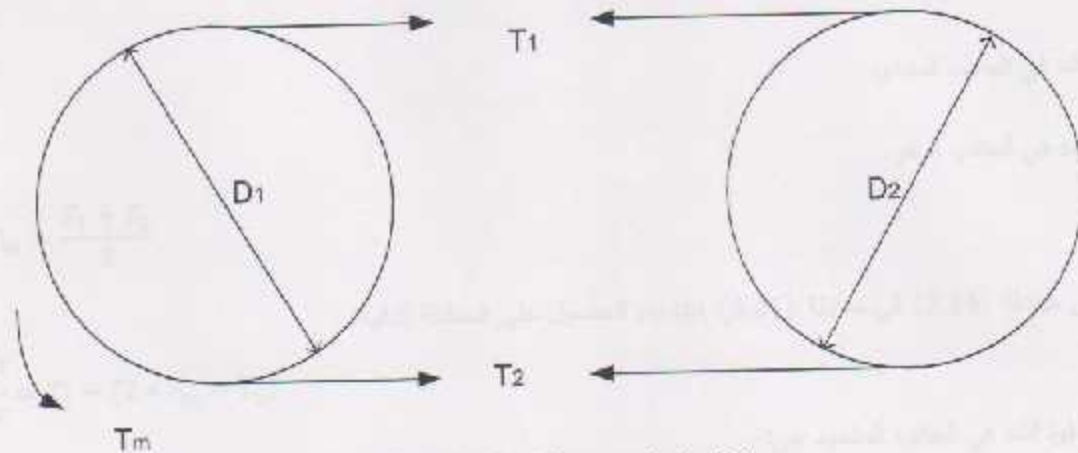
$$W_2 = 202.7 * 9.81 = 1988.5 \text{ N}$$

وبناءً عليه فإن اتجاه وزن البكرة هو بنفس اتجاه وزن المواد المؤثر على البكرة، أي أن محصلة القوى المؤثرة على بيلية البكرة الثانية الموضوعة في مركز البكرة هو:

$$W_{eq} = W_1 + W_2 \quad (3.21)$$

$$W_{eq} = 1988.5 + 78.48 = 2066.48 \text{ N}$$

وبالتالي فإنه لحساب القطر الداخلي للبيلية يجب معرفة قوة الشد على البكرة ووزن المواد على البكرة ووزن البكرة، أي أنه من الضروري معرفة الشد المؤثر على البكرة، لذا يجب معرفة المخطط التوضيحي كما يظهر في الشكل (3.9):



الشكل (3.9) رسم تخطيطي لبيلة البكرة الثانية

ولمعرفة قوة الشد على البكرة يجب معرفة قوة الشد الأولية على البكرة الناتجة من الحزام الناقل وبالتالي فإن لكل حزام ناقل قوة شد أولية يتم حسابها لتتأخر ارتخاء السير الناقل في حالة عدم وجود محرك، أي أن الحزام الناقل يكون مشدوداً في حالة عدم وجود أي حركة ناجمة من المحرك على السير الناقل، ويتم حساب قوة الشد الأولية حسب المعادلة التالية:

$$\frac{P}{v} = \frac{2 * T_{in}}{D_1} \quad (3.22)$$

حيث:

P : القدرة الناتجة من المحرك.

T_{in} : قوة الشد الأولية.

D_1 : قطر البكرة الممغنطة.

v : السرعة الخطية للبكرة بوحدة ال م/ث.

وبالتالي فإن قوة الشد الأولية للحزام الناقل تساوي:

$$\frac{373}{0.2} = \frac{2 * T_{in}}{0.07}$$

$$T_{in} = 65.3 \text{ N}$$

أما بالنسبة لقوة الشد في الجانب المشدود (T_1) والجانب الرخو (T_2) فيتم حسابها من خلال المعادلات التالية :

$$\frac{P}{v} = T_1 - T_2 \quad (3.23)$$

حيث:

T_1 : قوة الشد في الجانب المشدود.

T_2 : قوة الشد في الجانب الرخو.

$$T_{in} = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (3.24)$$

وعند تعويض معادلة (3.24) في معادلة (3.21) فإنه يتم الحصول على المعادلة التالية:

$$\frac{P}{v} = T_1 - (2 * T_{in} - T_1) \quad (3.25)$$

وبالتالي فإن قوة الشد في الجانب المشدود هي:

$$\frac{373}{0.2} = T_1 - (2 * 65.3 - T_1)$$

$$T_1 = 998 \text{ N}$$

بعدها فإن قوة الشد في الجانب الرخو يتم حسابها كالتالي:

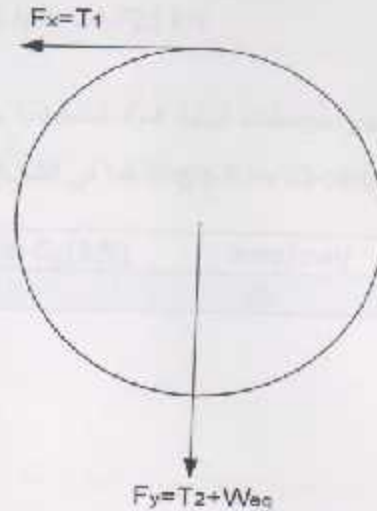
$$\frac{373}{0.2} = 998 - T_2$$

$$T_2 = -867 \text{ N}$$

إن إشارة السالب تدل على أن الحزام الناقل عند قوة الشد T_2 في حالة انضغاط (*compression*).

ومن المهم لحساب محصلة القوى المؤثرة على البيلية معرفة اتجاهات القوى المؤثرة عليها، أي رسم مخطط توضيحي

لاتجاهات القوى كما يظهر في الشكل (3.10) :



الشكل (3.10): رسم تخطيطي لبيلة البكرة الثانية مع توضيح اتجاهات القوى المؤثرة عليها

$$F_x = T_1 = 998 \text{ N}$$

$$F_y = T_2 + W_{ac} = 867 + 2066.48 = 2934 \text{ N}$$

$$F_r = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_r = \sqrt{(998)^2 + (2934)^2}$$

$$F_r = 3099.1 \text{ N}$$

لكن كل بكرة تحتوي على بيليتين (كل طرف من اطراف البكرة يحتوي على بيلية) وعليه فان محصلة القوى المؤثرة على

كل بيلية هي :

$$F_{r_f} = \frac{F_r}{2} = \frac{3099.1}{2} = 1550 \text{ N}$$

اما بالنسبة لحمل التصميم (design load) للبيلية فإنها حسب معادلة (3.7) تساوي:

$$F_D = 1.8 * 1.2 * 1550 = 3347 \text{ N} = 3.347 \text{ kN}$$

وعليه فإن معدل الحمل الديناميكي للبيلية (dynamic load rating) وحسب معادلة (3.8) يساوي:

$$C_{10} = \left[\frac{403.2 + 10^6}{10^6} \right]^{\frac{1}{5}} + 3347 = 24726 \text{ N} \cong 24.726 \text{ kN}$$

وبعد حساب الـ C_{10} يتم اختيار مواصفات البيلية المراد استخدامها بناءً على الجدول (1) مع العلم أن نوع البيلية المراد استخدامها هو Single-Row 02-series Angular contact كما في الشكل (3.6) ، وعليه فإن مواصفات البيلية هي:

$C_{10}(\text{kN})$	static load: $C_0(\text{kN})$	Bore(mm)	OD(mm)	Width(mm)
27.0	15.0	35	72	17

3.4 البكرات

يحتوي النظام المراد تصميمه على بكرتين الأولى مغلقة والثانية غير مغلقة، أما بالنسبة للبكرة المغلقة فتكون موصولة عبر عمود (shaft) المحرك الأول ليتم تحريك السير الناقل كما يظهر في الشكل (3.1)، والبكرة الثانية للحركة وهي بنفس ابعاد وحجم البكرة المغلقة .

وحتى تصبح البكرة المغلقة مغلقة لا بد من وضع مغناطيس فيها، والطريقة التي تم استخدامها هي وضع مغناطيس حادي داخل البكرة المغلقة ، وهذا المغناطيس يكون مثبت داخل البكرة ويدور معها أثناء دوراتها، وبعد إجراء تجارب على المغناطيس المستخدم في المشروع لقياس كتلة المادة التي يستطيع جذبها كانت النتيجة انه يستطيع ان يجذب كتلة تتراوح من 25 كغم الى 30 كغم

وهذان البكرتان مصنوعتان من سبائك حديدية (Cast Iron)، وهذا النوع من الحديد يتحمل عزم عالي، ولكنه لا يتحمل صدمات، أي ان هذا النوع من الحديد لديه القدرة لتحمل العزم الناقل .

أما بالنسبة للبكرة الثانية فهي تحمل نفس مواصفات البكرة المغلقة، أي أنها تتحمل نفس العزم ولها نفس القطر وطولها 25 سم، إلا أنها غير مغلقة، لكنها تدور حسب قوة شد البكرة المغلقة، أي أن البكرة الثانية لا تدور إلا إذا كان هناك دوران للبكرة المغلقة.

3.5 الترس (gearbox)

إن النظام المراد تصميمه يتطلب سرعة قليلة وعزماً كبيراً، ومن الصعب توفير محرك ذو سرعة قليلة وعزم كبير، لذا كُن من الضروري وضع ترس، والهدف من الترس هو تقليل السرعة وزيادة العزم الناتج من المحرك، وفي هذا النظام تم اعتماد مقدار السرعة وهو 56 rpm، والسرعة الناتجة من المحرك هي 1400rpm، وتم حساب السرعة النسبية بين عمود المحرك والسرعة المطلوبة والمناسبة لدوران البكرة المغناطيسية اللازمة لعملية النقل بالشكل المطلوب عن طريق المعادلة التالية:

$$m_G = \frac{1400}{56} = 25 \quad (3.26)$$

حيث:

m_G : نسبة السرعة المطلوبة بين عمود المحرك والبكرة المغناطيسية.

من المعادلة (3.26) بعد حساب نسبة السرعة m_G والتي تساوي 25 فإن الترس الذي تم اختياره في المشروع هو ترس بنسبة (1:25) أي ان الترس المستخدم هو (speed reduction).



الشكل (3.11) : ترس (gearbox) (5)

الوحدة الرابعة

التصميم الكهربائي

4.1 التحليل الكهربائي للنظام

4.2 التوصيلات الكهربائية في النظام

4.3 الوحدة الاسمية للمحرك

4.3.1 محتويات الوحدة الاسمية

4.3.2 محتويات الوحدة الاسمية للمحركات

4.4 ال (Autotransformer)

4.5 المجسات (sensors)

4.5.1 Photo electric switch

التصميم الكهربائي

4.1 التحليل الكهربائي للنظام

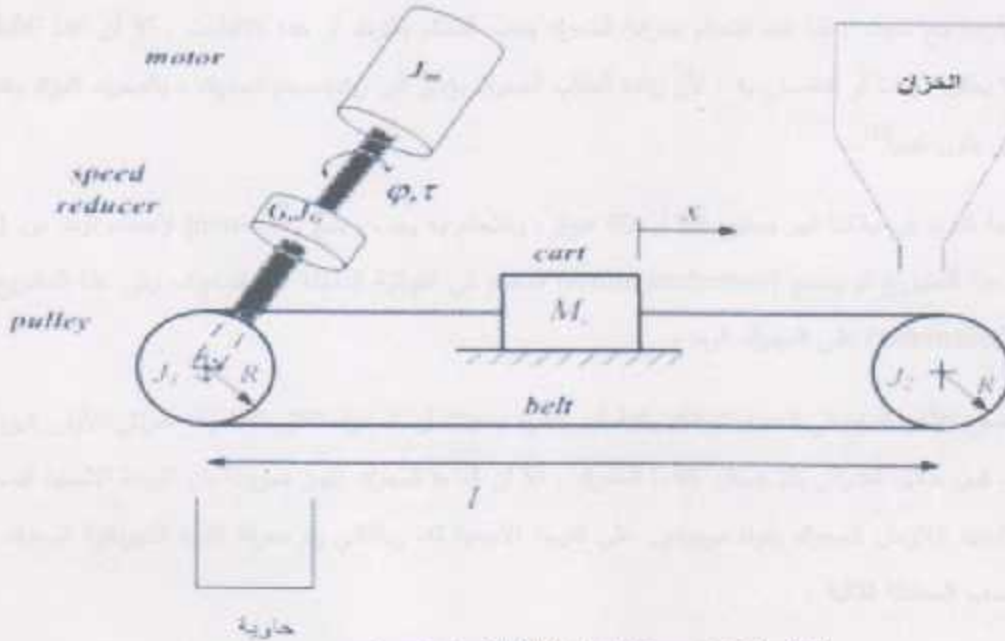
إن الآلة الكهربائية للنظام المراد تصميمه هي المحرك، وذلك لأن النظام المراد تصميمه يحتاج إلى طاقة حركية ليتم تحريك البكرة، أما بالنسبة للمولد الكهربائي يحتاج إلى قدرة ميكانيكية للحصول على قدرة كهربائية، والنظام المراد تصميمه يحتاج إلى آلة تنتج قدرة ميكانيكية، ولهذا تم اختيار المحرك.

أما بالنسبة للتصميم الكهربائي للنظام فيحتاج حساب القدرة الكهربائية للمحرك والقدرة الميكانيكية الناتجة من المحرك، أي القدرة الناتجة من النظام.



الشكل (4.1) : صورة لمحرك حتى⁽⁶⁾

الميكانيكي، وبناءً على التصميم الميكانيكي وكما تم ذكره سابقاً فإن المحرك المستخدم هو محرك ذو ثلاثة فازات وبقدرة نصف حصان (3 PH & 0.5 HP).



الشكل (4.2) : رسم تخطيطي للنظام الذي تم تصميمه

أما بالنسبة لموقع المحرك الرئيسي فإنه كما يلاحظ من الشكل (2.2) فإن المحرك الرئيسي موصولاً مع البكرة المغناطيسية لكي يتم تحريك السير الناقل بعد دوران البكرة المغناطيسية، وبعد أن يتحرك السير الناقل تنور البكرة الثانية وبالتالي يعمل النظام بالشكل المطلوب .

ومن المهم عند اختيار المحرك معرفة عدد أقطابه، وذلك ليتم معرفة السرعة التزامنية، والسرعة التزامنية تكون قريبة في العادة من السرعة الاسمية الموجودة على اللوحة الاسمية للمحرك، أما بالنسبة لعدد الأقطاب فإنها تتناسب تناسباً عكسياً مع السرعة التزامنية للمحرك ، وذلك لأن قانون السرعة التزامنية هو :

$$n_{syn} = \frac{120 * f}{P} \quad (4.1)$$

حيث :

n_{syn} : السرعة التزامنية للمحرك.

f : التردد.

P : عدد الأقطاب.

وبالتالي فإنه كلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة التزامنية ، إلا أنه كلما زاد عدد الأقطاب زاد حجم المحرك ، والسرعة التزامنية تتناسب طردياً مع التردد ، لذا عند التحكم بسرعة المحرك يجب التحكم بالتردد أو عدد الأقطاب ، إلا أن عدد الأقطاب يكون ثابتاً ، أي لا يمكن الزيادة أو النقصان به ، لأن زيادة أقطاب المحرك يؤدي إلى زيادة حجم المحرك ، والمحرك المراد وضعه للنظام لا يتطلب أن يكون كبيراً⁽¹⁾.

أما بالنسبة للتردد في بلدنا فهو يساوي 50 أو 60 هيرتز، ولتتحكم به يجب وضع (inverter) لإعطاء تردد من Hz1 إلى Hz50، وفي هذا المشروع تم وضع (Autotransformer) التحكم في الفولتية الداخلة إلى المحرك، وفي هذا المشروع تم وضع ال(Autotransformer) على المحرك الرجاء.

أما الموضوع الآخر المهم في الحسابات الكهربائية فهو القدرة ، حيث أن المحرك اللازم للنظام له قدرتان: الأولى كهربائية والثانية ميكانيكية ، فمن خلال القدرتان يتم حساب كفاءة المحرك ، إلا أن كفاءة المحرك تكون معروفة من اللوحة الاسمية للمحرك ، كما أن التيار والجهد اللازمان للمحرك يكونا موجودين على اللوحة الاسمية له، وبالتالي يتم معرفة القدرة الكهربائية للمحرك من خلالهما ، وذلك حسب المعادلة التالية :

$$P_{input} = \sqrt{3} v_l I_l (P.F) (W) \quad (4.2)$$

$$P.F = \cos\Phi \quad (4.3)$$

حيث:

P_{input} : القدرة الكهربائية للمحرك.

V_L : جهد الشبكة .

I_L : التيار الداخل للمحرك.

$P.F$: معامل القدرة

يتضح من المعادلة (4.2) أن القدرة الكهربائية تعتمد على الجهد والتيار الذي يستهلكه المحرك، وفي حالة المحرك ذو الثلاثة فازات فإن القدرة الكهربائية تعتمد أيضا على معامل القدرة. وبعد معرفة القدرة الكهربائية للمحرك يتم حساب تكلفة تشغيل المحرك ، حيث أنه من المهم معرفة التكاليف الدورية للنظام كتكلفة التشغيل التي تساهم في معرفة الجدوى الاقتصادية للنظام ، ويتم حساب تكلفة تشغيل المحرك من خلال المعادلة التالية :

$$cost = P_{input} * number\ of\ hour * cost\ of\ hour \quad (4.4)$$

حيث :

$cost$: تكلفة تشغيل المحرك

P_{input} : القدرة الكهربائية للمحرك بوحدة (kw).

$number\ of\ hour$: عدد الساعات التي تم فيها تشغيل المحرك.

$cost\ of\ hour$: تكلفة التشغيل للساعة الواحدة.

لما القدرة الثانية وهي القدرة الميكانيكية (القدرة الناتجة من المحرك) فتكون أقل من القدرة الكهربائية (التي يستهلكها المحرك) ، وهذا ما يفسر عدم وجود كفاءة مثالية لأي محرك، وذلك لأنه يوجد في أي محرك عند تشغيله قدرة ضائعة ، ومن خلال القدرة الميكانيكية والسرعة الاسمية للمحرك يتم معرفة عزم دوران المحرك اللازم لنوران البكرة عبر عمود المحرك، ويتم حساب العزم الناتج من القدرة الميكانيكية للمحرك من خلال المعادلة التالية:

$$P_{output} = T_l * \omega_m \quad (4.5)$$

$$T_l = \frac{P_{output}}{\omega_m} \quad (4.6)$$

حيث:

P_{output} : القدرة الناتجة من المحرك.

T_l : عزم الدوران الناتج من المحرك.

ω_m : السرعة الزاوية للمحرك بوحدة (rad/s).

أما بالنسبة للمحرك الرجراج فإن القدرة الكهربائية له تعتمد بشكل أساسي على التيار ، وذلك حسب المعادلة التالية:

$$P_{input_{elb}} = v_l i_l \quad (4.7)$$

حيث:

$P_{input_{elb}}$: القدرة الكهربائية للمحرك الرجراج بوحدة (W).

v_l : الجهد الذي يستهلكه المحرك.

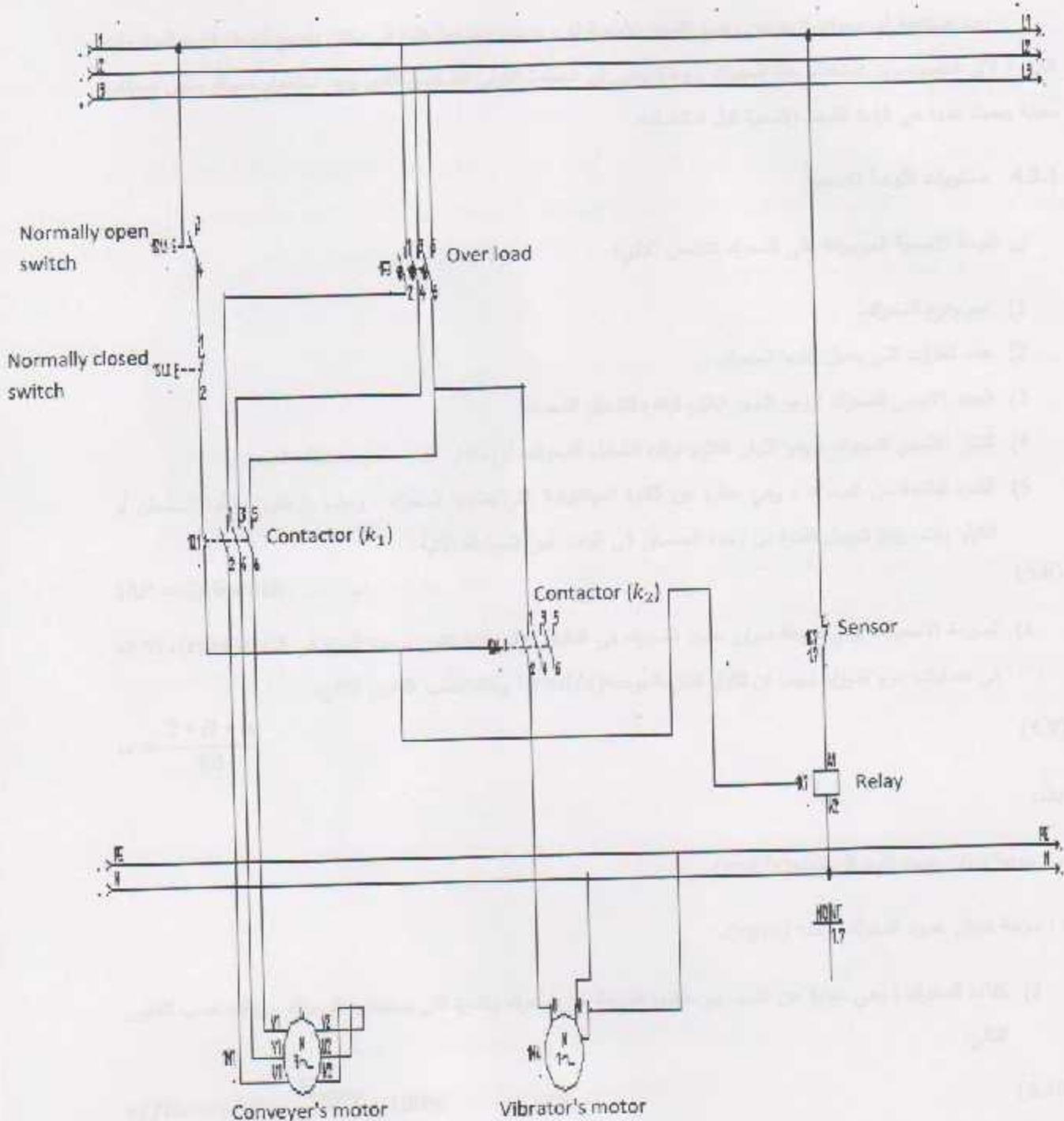
i_l : التيار الذي يستهلكه المحرك.



الشكل (4.3) : صورة لمحرك رجراج⁽¹⁾

يلاحظ من المعادلة (4.7) أن القدرة الكهربائية هي حاصل ضرب التيار الذي يستهلكه المحرك في الجهد الذي يعمل عليه المحرك، وفي حالة المحرك ذو الفاز الواحد فإن القدرة الكهربائية له تعتمد بشكل أساسي على التيار الذي يستهلكه المحرك. بعدها يتم معرفة تكلفة تشغيل المحرك ، وذلك حسب المعادلة (4.4) التي تم نكرها سابقاً.

4.2 التوصيلات الكهربائية في النظام



الشكل (4.4) : شكل يوضح التوصيلات الكهربائية في النظام

4.3 التوحة الاسمية للمحرك

عند صناعة أي محرك لا بد من وضع التوحة الاسمية له ، ويجب وضعها عليه في مكان واضح ليسهل قراءة المعلومات اللازمة لأي شخص يريد استخدام هذا المحرك ، وهذا يعني أن الخطوة الأولى للشخص الذي يريد استخدام محرك معين بصفات معينة يبحث عنها هي قراءة التوحة الاسمية قبل استخدامه.

4.3.1 محتويات التوحة الاسمية

إن التوحة الاسمية الموجودة على المحرك تتضمن الآتي:

- (1) اسم ونوع المحرك.
- (2) عدد الغازات التي يعمل عليها المحرك.
- (3) الجهد الاسمي للمحرك : وهو الجهد اللازم توافره لتشغيل المحرك.
- (4) التيار الاسمي للمحرك : وهو التيار اللازم توافره لتشغيل المحرك، أي مقدار التيار الذي يستهلكه المحرك.
- (5) القدرة الناتجة من المحرك : وهي عبارة عن القدرة الميكانيكية التي ينتجها المحرك ، وعادة ما تكون بوحدة الحصان أو الكيلو وات، ويتم تحويل القدرة من وحدة الحصان الى الواط عبر المعادلة الآتية:

$$1hp = 746 \text{ watt.} \quad (4.8)$$

- (1) السرعة الاسمية : وهي سرعة دوران عمود المحرك في الدقيقة ، أي أنها تكون بوحدة الدورة في الدقيقة (rpm)، إلا أنه في حسابات عزم الدوران يجب أن تكون السرعة بوحدة (rad/s)، وذلك حسب القانون التالي:

$$w = \frac{2 * \pi * n}{60} \quad (4.9)$$

حيث:

w : سرعة دوران عمود المحرك بوحدة (rad/s).

n : سرعة دوران عمود المحرك بوحدة (rpm).

- (2) كفاءة المحرك : وهي عبارة عن النسبة بين القدرة الناتجة من المحرك والقدرة التي يستهلكها المحرك ، وذلك حسب القانون التالي:

$$\text{efficiency}(\eta) = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} * 100\% \quad (4.10)$$

حيث:

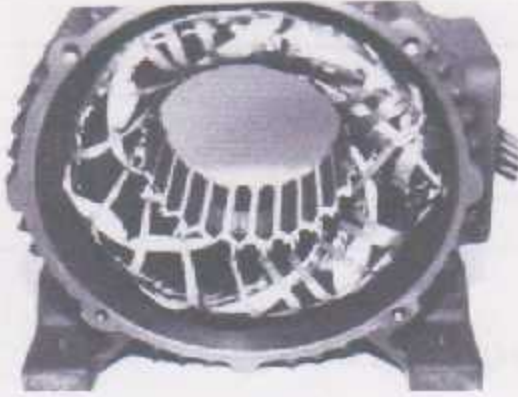


efficiency(η) : كفاءة المحرك.

P_{output} : القدرة الناتجة من المحرك.

P_{input} : القدرة الكهربائية للمحرك.

إن كفاءة أي محرك لا يمكن أن تكون 100% ، أي لا يمكن أن تكون القدرة التي ينتجها المحرك نفس القدرة التي يستهلكها المحرك ، إلا أنه وحسب قاعدة أن الطاقة لا تخلق ولا تستحدث يكون هناك ضياعات في القدرة ، والضياعات هي:



الشكل (4.5) : صورة للجزء الثابت من المحرك

- أ) خسائر الجزء الثابت من المحرك (P_{scl}).
- ب) الخسائر الناتجة عن الملفات (P_{core}).
- ت) خسائر الجزء الدوار في المحرك (P_{RCL}).
- ث) الخسائر الميكانيكية في المحرك ($P_{F&W}$).
- ج) الخسائر الأخرى (P_{misc}).

حيث أن الفرق بين القدرة الكهربائية للمحرك والقدرة

الناتجة من المحرك تمثل في القدرة الضائعة وفق المعادلة التالية:

$$P_{output} = P_{input} - P_{scl} - P_{core} - P_{RCL} - P_{F&W} - P_{misc} = T_l * \omega_m \quad (4.11)$$



الشكل (4.6) : صورة للجزء الدوار من المحرك

4.3.2 محتويات اللوحة الاسمية للمحركات

إن محتويات اللوحة الاسمية لمحرك السير الناقل هي كما في الجدول (4.1):

جدول (4.1) : جدول اللوحة الاسمية لمحرك السير الناقل

92R9622	رقم المحرك
$V_o = 400 V$	الجهد الاسمي
$V_A = 220 V$	
0.5 HP	القدرة
1400 rpm	عدد اللفات في الدقيقة
0.71	معامل القدرة
3 PH	عدد الفازات
50 Hz	التردد الذي يعمل عليه المحرك

أما بالنسبة لمحتويات اللوحة الاسمية للمحرك الرجاج فهي كما في الجدول (4.2):

جدول (4.2) : جدول اللوحة الاسمية للمحرك الرجاج

VIAVF OSCOLP	اسم المحرك
41030	رقم المحرك
0.5 HP	قدرة المحرك
1 PH	عدد الفازات
3000 rpm	عدد الدورات في الدقيقة
50 Hz	التردد الذي يعمل عليه المحرك
230 V	الجهد الذي يعمل عليه المحرك



4.4 ال (Autotransformer)

إن ال (Autotransformer) عبارة عن محول، هذا المحول يحتوي على ملفات، وهذه الملفات تكون موصلة للتيار الكهربائي ومعزولة من الخارج.

هناك نوعان من المحولات؛ النوع الأول يقوم برفع الفولتية ويسمى (step up)، والنوع الثاني يقوم بتقليل الفولتية ويسمى (step down)، أما ال (Autotransformer) فهو جهاز يحتوي على ملفات، ويكون هناك مفتاح

الشكل (4.7) : صورة ل (Autotransformer) (4)

دوران موصولاً معه، عند لف هذا المفتاح فإن قيمة الجهد تتغير من 0 إلى الجهد الموصول معه ال (Autotransformer)، وفي هذا المشروع تم وصل ال (Autotransformer) على جهد 220 V ، وذلك للتحكم في اهتزاز المحرك الرجراج من خلال تغيير الفولتية.



4.5 المجسات (sensors)

كان من المهم أثناء تصميم المشروع معرفة اللحظة التي تمثل فيها الحاوية المخصصة للحديد، فكان من الضروري وضع مجس يقوم بإرسال إشارة إلى المحركات الموجودة في النظام لكي تتوقف عن العمل، فتم اختيار المجس من نوع Photo electric switch .

4.5.1 :Photo electric switch

وهو عبارة عن مجس يقوم بإرسال إشارة إلى المحركات الموجودة في النظام

الشكل (4.8) : صورة ل (Photo electric switch) (4)

لكي تتوقف عن العمل، وذلك في حال امتلاء الحاوية المخصصة للحديد، حيث تم وضع هذا المجس في هيكل المسير الناقل، أي تم وضعه أعلى الحاوية المخصصة للحديد لكنه غير موصولاً بها.

هذا المجس يقوم بإرسال ضوء، ويمكن التحكم بطول الضوء المرسل من خلال المجس نفسه، حيث يمكن جعل طول الضوء من 1 إلى 30 سم، أي يمكن التحكم بالمسافة التي يراها المجس.

بعد أن يقوم المجس بإرسال إشارة إلى المحركات لكي تتوقف عن العمل، بعدها لا يمكن لها (المحركات) أن تعمل إلا في حال الضغط على مفتاح التشغيل من جديد، وبعد الضغط على مفتاح التشغيل لا تعمل المحركات إلا في حال عدم وجود إشارة من المجس.

الوحدة الخامسة

في هذا الوحدة ستتعرف على تطبيقات هامة من (Laplace) في النموذج الرياضي الأول في (2.1) - (2.4) من (Resolvent function) المستعمل في كثير من النظم مثل نظام (control system) من (Rosenbrock) من

التحكم

منهج (Rosenbrock) من

5.1 النموذج الرياضي

في الوحدة الثانية من الفصل 2.1 في نظام التحكم الرياضي الأول في (2.1) - (2.4)

5.1 النموذج الرياضي

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad (2.1)$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad (2.3)$$

$$C = \begin{bmatrix} -\frac{(s_1 + s_2)}{s} & \frac{s_1}{s} & \frac{s_2}{s} \\ -\frac{(s_1 + s_2)}{s} & \frac{s_1}{s} & \frac{s_2}{s} \\ \frac{s_1 + s_2}{s} & \frac{s_1}{s} & -\frac{(s_1 + s_2)}{s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad (2.4)$$

التحكم

في هذه الوحدة سيتم تحويل مصفوفات حالات الثبات (state space) في النموذج الرياضي الأول إلى اقتران الاقتران (transfer function) ، بالإضافة إلى ذلك سيتم فحص ثبات النظام بناء على اقتران الانتقال (transfer function) عبر برنامج (matlab) للنظام .

5.1 النموذج الرياضي :

في الوحدة الثانية تم الحصول على مصفوفات حالة لثبات للنموذج الرياضي الأول وكانت كالتالي:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{-(k_1+k_2)}{m} & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1+J_m} & \frac{-(k_1+k_3)R^2}{J_1+J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1+J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & \frac{-(k_2+k_3)R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.39)$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.41)$$

$$N = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -R & 0 \\ \frac{1}{J_1+J_m} & -\frac{R}{J_2} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} \frac{-(k_1+k_2)}{m} & \frac{k_1}{m} & \frac{k_2}{m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_1 R^2}{J_1+J_m} & \frac{-(k_1+k_3)R^2}{J_1+J_m} & \frac{k_3 R^2}{J_1+J_m} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k_2 R^2}{J_2} & \frac{k_3 R^2}{J_2} & \frac{-(k_2+k_3)R^2}{J_2} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.44)$$

$$D = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.45)$$

ويستخدم برنامج (matlab) وبعد تعويض قيم المتغيرات الموجودة في الجدول (5.1) في مصفوفات state space نحصل على اقتران الانتقال (transfer function).

الجدول (5.1) : يوضح قيم متغيرات النموذج الرياضي

المتغير	القيمة
k_1	6. N/mm
k_2	6. N/mm
k_3	4.27 N/mm
m	407.4 kg
J_1	0.0043 kg.m ²
J_2	0.0043 kg.m ²
J_m	0.0004 kg.m ²
R	3.5 cm

في هذا النموذج الرياضي يوجد ثلاثة نواتج (three outputs) من مصفوفة (C) وهم x و x_2 و x_3 كما ورد في الوحدة الرابعة وعليه فإنه سيحتوي النظام على ثلاث اقترانات انتقال (Three transfer functions) ويستخدم برنامج (matlab) تم الحصول على هذه الاقتران واقترانات الانتقال هي:

$$G_1(s) = \frac{x}{T_m} = \frac{14.8s^4 - 9.438e-014s^3 + 465.9s^2 + 8.276e-013s}{s^6 + 1.08e-014s^5 + 1770s^4 - 1.841e-013s^3 + 5.474e004s^2 - 3.43e-011s + 2.677e-011}$$

$$G_2(s) = \frac{x_2}{T_m} = \frac{s^6 - 9.992e-016s^5 + 46.29s^4 - 2.405e-014s^3 + 465.9s^2}{s^6 + 1.08e-014s^5 + 1770s^4 - 1.841e-013s^3 + 5.474e004s^2 - 3.43e-011s + 2.677e-011}$$

$$G_3(s) = \frac{x_3}{T_m} = \frac{14.24s^4 + 1.438e-011s^3 + 465.9s^2 + 1.655e-012s}{s^6 + 1.08e-014s^5 + 1770s^4 - 1.841e-013s^3 + 5.474e004s^2 - 3.43e-011s + 2.677e-011}$$

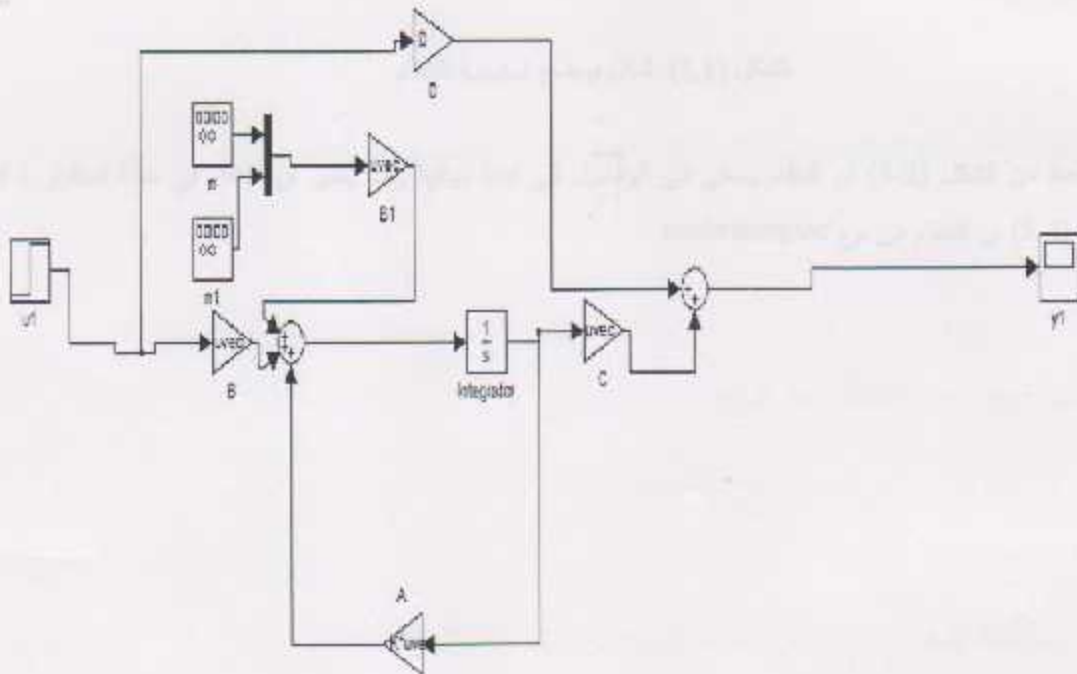
حيث :

$G_1(s)$: اقتران الانتقال الاول وهذا الاقتران يحتوي على أربعة اصفار (Four zeros) وكذلك على ستة قطاب (six poles)

$G_2(s)$: اقتران الانتقال الاول وهذا الاقتران يحتوي على ستة اصفار (six zeros) وكذلك على ستة قطاب (six poles)

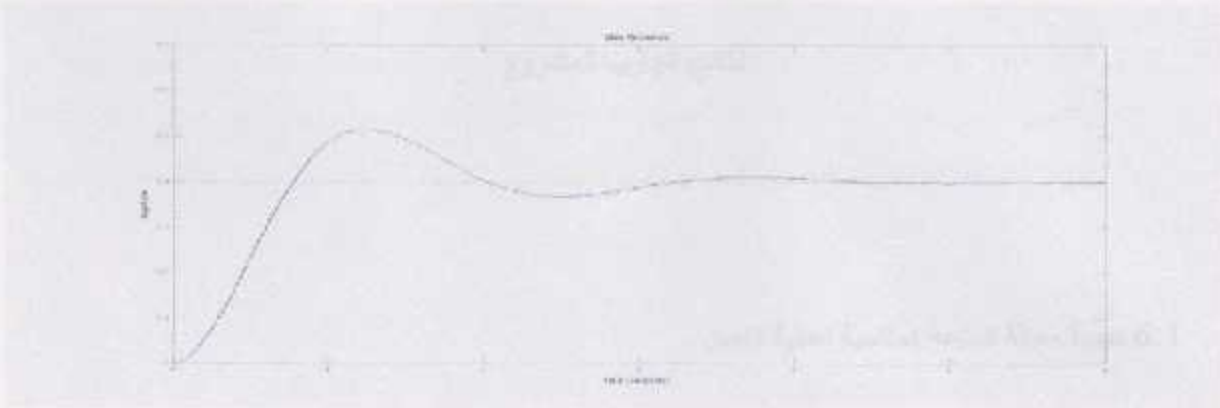
$G_3(s)$: اقتران الانتقال الاول وهذا الاقتران يحتوي على أربعة اصفار (Four zeros) وكذلك على ستة قطاب (six poles)

بعد الحصول على اقترانات الانتقال الثلاثة لا بد من محاكاة للنظام بواسطة برنامج ال matlab كما في الشكل (5.1) لكي يتم الحصول على استجابة للنظام عن طريق انخال قيم مصفوفات النظام A,B,C,D الى البرنامج كما في الشكل 5.1 للحصول على استجابة النظام .



الشكل (5.1): شكل لمحاكاة النظام بواسطة برنامج ال matlab

بعد ادخال الصفوفات (A,B,C,D) الى simulink يتم الحصول على استجابة النظام كما في الشكل (5.2)



الشكل (5.1): شكل يوضح استجابة النظام

يلاحظ من الشكل (5.2) ان النظام يسعى الى الوصول الى قيمة نهائية وهذا يعني ان النظام في حالة استقرار ، كما يظهر الشكل (5.2) ان النظام من نوع *underdamped*

الوحدة السادسة

نتائج تجارب المشروع

6.1 تجربة معرفة السرعة المناسبة لنعنية الفصل

6.2 تجربة إيجاد معامل الاحتكاك بين الحزام الناقل والبكرات المساعدة لسير الحزام الناقل (μ)

6.3 تجربة إيجاد معامل الإخماد لسير الناقل (I)

6.4 تجربة معرفة اندفق لبعض المواد (الحديد والرمل والتراب والتحاتة والمسمم)

6.5 تجربة إيجاد أقصى كتلة تستطيع البكرة الممغطة جذبها .

6.6 الخلاصة .

نتائج تجارب المشروع

في هذا المشروع تم عمل أكثر من تجربة للحصول على قيم لإجراء الحسابات، حيث تم عمل تجربة لمعرفة تدفق بعض المواد، وتم عمل تجربة أخرى لمعرفة قيمة معامل الاحتكاك بين الحزام الناقل والبكرات المساعدة لعملية سير الحزام الناقل، كما تم عمل تجربة لحساب قيمة معامل الإخماد للسير الناقل، وتم أيضا عمل أكثر من تجربة لمعرفة سرعة السير الناقل المناسبة لعملية الفصل.

6.1 تجربة معرفة السرعة المناسبة لعملية الفصل

بعد بناء السير الناقل حسب التصميم الذي تم عمله تم تحريك السير بأكثر من سرعة، وتم تحريكه بسرعة 100 دورة في الدقيقة، فلم يتم الحصول على النتائج المطلوبة وهي أن يقوم المغناطيس بجذب الحديد وإبعاده عن المواد المراد فصل الحديد عنها، بعدها تم تحريك السير (البكرة المغناطيسية) بسرعة 60 دورة في الدقيقة تقريبا، فكانت النتائج مناسبة، بعد ذلك تم تحريك السير بسرعة 20 دورة في الدقيقة، فكانت النتائج مناسبة نوعا ما، وبالتالي تم الحصول على النتيجة النهائية وهي أن أنسب سرعة لفصل الحديد هي من 30-60 دورة في الدقيقة، وفي هذا المشروع تم استخدام سرعة ثابتة وهي تقريبا 56 دورة في الدقيقة.

6.2 تجربة إيجاد معامل الاحتكاك بين الحزام الناقل والبكرات المساعدة لسيير الحزام الناقل (ii)

بعد بناء السير الناقل كان من الضروري معرفة معامل الاحتكاك بين السير الناقل والبكرات المساعدة لسييره، وذلك لمعرفة القوة المؤثرة على السير الناقل، وذلك لمعرفة القدرة اللازمة لتحريك المواد على السير.

في هذه التجربة تم وضع مواد بكتلة 500 كغم على السير الناقل، بعدها تم ربط طرف السير الناقل بميزان زمبركي، بعد ذلك تم شد هذا الميزان حتى بدأ السير بالتحرك، بعدها تم أخذ قراءة الميزان وحساب معامل الاحتكاك، فكانت النتيجة هي تقريبا 0.3

6.3 تجربة إيجاد معامل الإخماد لتسير الناقل (زيتا ζ)

بعد عمل النموذج الرياضي للنظام كان من الضروري معرفة معامل الإخماد لتسير الناقل، وذلك لتعريض هذه القيمة في معادلات حالة الثبات للحصول على اقتران الانتقال، وذلك لمعرفة مدى استجابة واستقرار النظام.

حيث وبعد انشاء المسير الناقل تم ربطه بميزان زمبركي ، بعدها تم شد الميزان الزمبركي وجعل المسير يتحرك، وبعد أن بدأ المسير الناقل بالتحرك تم ترك شد الميزان الزمبركي قراءة القوة التي اثر بها الميزان على المسير، بعد توقف المسير تم حساب الزمن الذي توقف فيه المسير، كما تم حساب المسافة التي تحرك فيها الحزام، ليتم بعد ذلك حساب معامل الإخماد حسب قانون اللوغاريتمات.

6.4 تجربة معرفة التدفق لبعض المواد (الحديد والرمل والتراب والنحاعة والسمن)

كان من الضروري عند تصميم الخزان معرفة مقدار تسفق المواد الموجودة فيه، وذلك لحساب القوة المؤثرة على المسير الناقل، حيث أن القوة المؤثرة على المسير الناقل ضرورية لمعرفة القدرة اللازمة لتحريك المواد على المسير الناقل، أي أنها ضرورية لاختيار المحرك.

تم تقسيم هذه التجربة الى عدة أقسام ، حيث تم في القسم الأول وضع تراب في وعاء معروف الحجم، وتم ثقب الوعاء من الأسفل بمساحة تعادل خمس مساحة قاعدة الوعاء، بعدها تم رفع الوعاء الى الأعلى وعمل رجة يدوية بسيطة له، بعد ذلك تم حساب الزمن الذي تم فيه الفراغ الوعاء من التراب، بعد ذلك تم عمل نفس التجربة للرمل والنحاعة والسمن، أما الحديد فتم عمل نفس التجربة له لكن تم أخذ قطع حديدية صغيرة أصغر من الثقب الذي تم عمله في أسفل الوعاء. بعد معرفة الزمن اللازم لكل مادة من المواد التي تم عمل التجربة بها، تم إيجاد كثافة كل مادة منها على حدة، وذلك لحساب كثة المادة التي تم وضعها في الوعاء، بعد ذلك تم معرفة تدفق كل مادة على حدة، فكان معدل تدفق المواد تقريباً 1.33 كغم في الثانية.

6.5 تجربة إيجاد أقصى كتلة تستطيع البكرة الممغنطة جذبها

لمعرفة أقصى كتلة يستطيع المغناطيس الموجود على البكرة المغناطيسية جذبها تم وضع مجموعة من الأوزان من مادة الحديد ، وملاحظة متى سيتعدم الجذب المغناطيسي لهذه المواد نتيجة زيادة الكتلة التي يتم وضعها على البكرة المغناطيسية، وكانت النتيجة ان أقصى كتلة يستطيع المغناطيس جذبها حوالي 25 كغم ، ومن المهم معرفة أقصى كتلة تستطيع البكرة المغناطيسية جذبها لكي لا يتم وضعها على المسير الناقل الذي ينقل المواد الى البكرة المغناطيسية ، وهذا

ما تم الاخذ به في هذا المشروع ، حيث ان الحديد المستهدف في هذا المشروع لكي يتم فصله عن المواد التي تم ذكرها سابقا هو عبارة عن قطع حديدية صغيرة وكثرتها صغيرة ، وبالتالي فان المغناطيس المستخدم في هذا المشروع يستطيع جذب هذه القطع بسهولة .

6.6 الخلاصة :

ان مشروع فصل الحديد مغناطيسا هو مشروع مفيد للصناعات الحديدية، حيث انه يساعد في توفير المواد الخام لصناعات مختلفة ، كما انه يساعد في عدم ضياع القطع الحديدية الصغيرة الموجودة بين الاتربة والرمل وانحادة والتي تكون مواد خام لبعض الصناعات، وفصل هذه المواد بكميات كبيرة يوفر الوقت والجهد ، حيث ان هذا المشروع يوفر لهذه الصناعات مواد خام تعتبر ضائعة .

بعد تصميم هذا المشروع وتشغيله كانت النتائج والحمد لله مرضية ، حيث انه تم وضع قطع صغيرة من الحديد مع المواد المذكورة سابقا في الخزان ، وبعد تشغيل النظام قامت البكرة المغناطيسية بفصل القطع الحديدية عن تلك المواد بالشكل المطلوب، وتم اجراء تلك التجارب اكثر من مرة وتم الفصل للحديد بشكل مرضي .

ان هذا المشروع يحثني على تصميم ميكانيكي وكهربائي للنظام ، وتم مراعاة اسس ومبادئ التصميم الميكانيكي كحجم الخزان واختيار المسير الناقل والبيل ، وكذلك تم مراعاة مبادئ التصميم الكهربائي من حيث حسابات القدرة والتحكم في فولتية المحرك الرجراج ، وقد تم محاكاة ورسم الخريطة الكهربائية للمشروع قبل عملية تركيب القطع الكهربائية لاكتشاف اخطاء قد تكون موجودة قبل التركيب ، وقد تم ايجاد استجابة النظام (time response) عن طريق الكمبيوتر (simulation system) كما هو موجود في وحدة التحكم، وقد تم ذلك للحصول على اي اخطاء قد لا تلاحظ في الشكل الحقيقي للنظام (real system) .

لقد تم في هذا المشروع اعتبار ان سرعة النظام ثابتة ولا يوجد تحكم في سرعة النظام لان الهدف الرئيسي من المشروع هو فصل الحديد مغناطيسيا والزيادة او النقصان في سرعة النظام قد تؤثر على عملية الفصل ، وبناء على عدة تجارب تم اختيار افضل سرعة للنظام وهي 56 دورة في الدقيقة بحيث ان هذه السرعة هي السرعة المناسبة لعملية الفصل .

يهدف فريق عمل المشروع في المستقبل الى تطوير هذا المشروع ، لكي يتم استخدامه في المصانع التي توفر الحديد الخام للصناعات الحديدية المختلفة بأقل وقت وجهد ممكن .

SOLID WOVEN PVC CONVEYOR & ELEVATOR BELTING

PVC - 90 Black

A thin, strong, yet flexible, general purpose utility belt highly suitable for lightweight conveying of small products. Oil, chemical, and stretch resistant.

89 PVC - 90 Black C x FS



PVC - 120 and 150 Black

Has proven to be the longest wearing, best performing, most problem free package handling belt available today. Economical, general purpose specifications ideal for a variety of slider bed, roller bed, and live roller applications. Offer low stretch, high farvever holding ability and superior rip, tear, and gouge resistance.

- 90 PVC - 120 Black C x C
- 91 PVC - 120 Black C x FS
- 92 PVC - 120 Black FS x FS
- 93 PVC - 150 Black C x C
- 94 PVC - 150 Black C x FS
- 95 PVC - 150 Black FS x FS



PVC - 200 Black

Problem free, high performance elevator belt popular in the feed and grain industries. Also popular as heavy duty package and bulk product conveyor belt.

- 96 PVC - 200 Black C x C
- 97 PVC - 200 Black C x FS
- 98 PVC - 200 Black FS x FS



PVC - 350, 450, and 750 Black

The most common, best performance yield elevator belting available in the feed and grain industry. Features low stretch, trouble free operation, high bolt-holding ability, and resistance to grain oils, moisture, mildew, and rot.

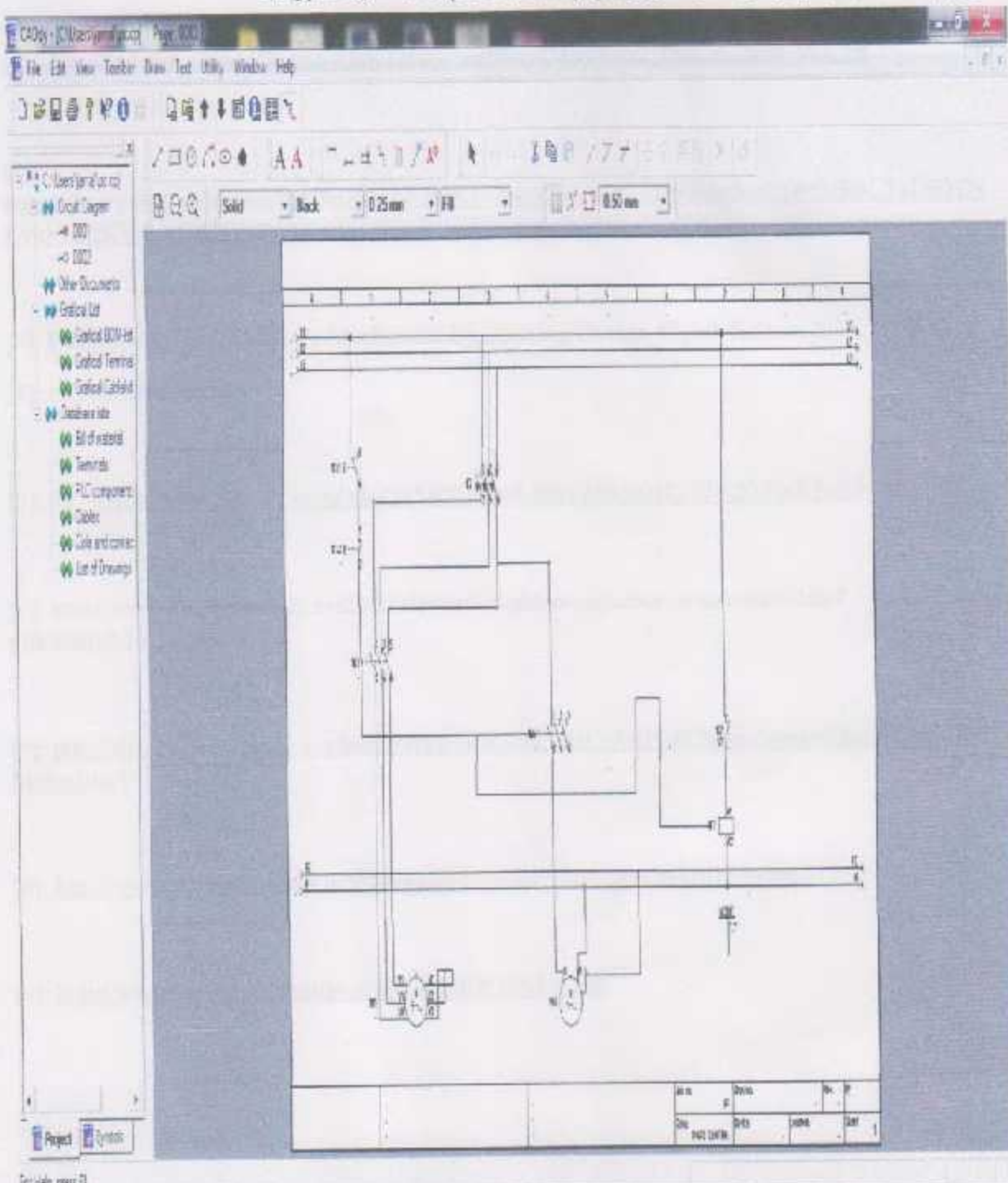
- 99 PVC - 350 Black C x C
- 100 PVC - 450 Black C x C
- 101 PVC - 750 Black C x C



ملحق (2): جدول يبين خصائص بعض أنواع الأحزمة الناقلة

Cat. Item No.	Working Tension Per Inch Width		Min. Pulley Diameter Head - Tail		Approximate Weight Pounds Per Inch Width	Compound		Lacing/Fastener Recommendations				
								Flexco Plate/Rivet	Flexco Hinged	Alligator Staple	Clipper Lace	Alligator Lace
86/88	120 lbs.	NR / NR	2"	NR	.09 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#1	#7
87/69	120 lbs.	NR / NR	3"	NR	.075 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#1	#7
88	100 lbs.	NR / NR	2-1/2"	NR	.088 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#1	#7
90	120 lbs.	NR / NR	2-1/2"	NR	.075 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#2	#15
91	120 lbs.	NR / NR	2-1/2"	NR	.069 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#2	#15
92	120 lbs.	NR / NR	2"	NR	.056 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#1	#7
93	150 lbs.	NR / NR	3"	NR	.106 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#3	#20
94	150 lbs.	NR / NR	3"	NR	.075 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#2	#15
95	150 lbs.	NR / NR	3"	NR	.056 lbs.	NR	NR	NA	NA	#125	#1	#15
96	200 lbs.	200 lbs./185 lbs.	6"	8"	.119 lbs.	6"	6"	R5	#375	#187	#4-1/2	#27
97	200 lbs.	NR / NR	6"	NR	.106 lbs.	NR	NR	#310/R5	NA	NA	#4-1/2	#25
98	200 lbs.	NR / NR	6"	NR	.094 lbs.	NR	NR	R5	#550	NA	#4-1/2	#25
99	330 lbs.	350 lbs./290 lbs.	8"	12"	.163 lbs.	8"	7"	R5	#550	NA	#5	#35
100	450 lbs.	450 lbs./350 lbs.	10"	14"	.194 lbs.	9"	9"	R5	#550	NA	#6	#45
101	750 lbs.	750 lbs./500 lbs.	14"	18"	.225 lbs.	9"	10"	R6	#550	NA	#7	#55

منحى (3): شكل توضيحي يوضح العمل على برنامج (CADDybasic) لبناء الدارات الكهربائية



For help, press F1

المصادر والمراجع

- [1]: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Power_transmission_belt.gif
- [2]:
<http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQCnOSo47bmw0zl9dIIUMx3exZDN9eRbLTxDiDTNHvkx1bUKYdUzEBPFfIPs>
- [3]: Budynas–Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition.2006
- [4]: golfcarttirestore.com
- [5]: <http://tpgyang.divtrade.com/sdp/565302/4/pd-2922749/4011257-1503566.html>
- [6]: <http://www.electrotechnik.net/201009negative-phase-sequence-in-induction.html>
(30/3/2012, 10.30 pm).
- [7]: <http://shsz2009.en.made-in-china.com/product/egFnHCoMfPhJ/China-2-pole-Electric-Vibrator-Motor.html>.
- [8]: <http://www.meinstruments.in/flush-open-type-auto-transformer-767139.html>
- [9]: http://www.omron-ap.com/product_info/E3G/index.asp.