الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/344305692

الأتمتة وتطبيقاتها في مجال الصناعة تصميم لوحة تجارب باستخدام متحكم الأردوينو

Technical Report · July 2016

CITATIONS
0

READS
816

4 authors, including:

Ali M Abdulshahed
Misurata University
86 PUBLICATIONS **1,147** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ali M Abdulshahed on 18 September 2020.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

دولة ليبيا

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الهيئة الوطنية للتعليم التقني والفني

كلية العلوم التقنية/ مصراتة

قسم الهندسة الكهربائية والإلكترونية

مشروع بعنوان:

الأتمتة وتطبيقاتها في مجال الصناعة

تصميم لوحة تجارب باستخدام متحكم الأردوينو

"مشروع تخرج مقدم إلى قسم المهن الكهربائية والإلكترونية لنيل درجة الدبلوم العالي في تخصص التحكم الآلي

إعداد الطلبة

عبدالله أحمد سويسي **عبدالسلام الهمالي الأجنف**

محمد علي الهش

تحت إشراف:

د. علي محمد عبد الشاهد

الفصل الدراسي (ربيع 2017)

ٱ ٻ ٻ

ژ ۋ ۉ ۉ ۋ ۋ ې ېې ې ىد ئائا
ئەئە ئو ئۇژ

صدق الله العظيم

سورة التوبة الآية (105)

الإهداء

إلى من تفتحت نواظرنا أوّل ما تفتحت على رسمهم، وأصغت مسامعنا أوَّل ما أصغت إلى همسهم، إلى من شملونا بالرِّعاية وأحاطونا بالحنان، وسقونا من مناهل الود، وتعاهدونا بالرِّفق كما يتعهد الورد، إلى قرة عيوننا وحبّات قلوبنا.

إلى آبائنا وأمهاتنا

إلى من أظلتنا وإياهم قلوب الوالدين قبل سقف البيت وتقاسموا معنا حنانهم قبل رغيف الخبز من يكونوا لنا السَّند والعون والملجأ والملاذ، إلى شموعنا التي لا تنطفئ وأزهارنا التي لا تذبل.

إخوتي وأخواتي

إلى من حملوا على عواتقهم عبء تعليمنا وإنارة عقولنا من علموا جاهدين على غرس حب المعرفة في نفوسنا، من لم يبخلوا علينا بالنصيحة ولم يضنوا بالمشورة إلى منابرا التي تهدينا إلى مرافئ الأمان.

إلى أساتذتنا الأجلاَّء

إلى من قضينا برفقتهم أحلى الأيام وأمضينا بصحبتهم أبهج الأوقات، نذاكر معاً حيناً، نمازحهم مراراً ونغضب منهم أحيانا، ولكن ما أسرعنا إلى التصافي وما أقربنا إلى التسامح إلى معاقد الأمل وعدة الأوطان.

إلى الأصدقاء

كما نهدي هذا العمل إلى روح الشهيدين: (محمد أحمد زائد – عبدالبارئ محمد شنب).

وإلى كل الأهل والأحباب نهدي هذا العمل المتواضع

الباحثون

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي أسبغ علينا نعمه، وكرَّمنا بالعقل دون سائر خلقه، وصل اللهم على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم القائل فيما ورد عنه:

"من لم يشكر الناس لم يشكر الله" رواه الترمذي.

وبعد،،،

فإنه لا يفوتنا أن نعبر في بادئ عملنا هذا عن جزيل شكرنا وعظيم تقديرنا واحترامنا لأستاذنا الفاضل:

د. **علي محمد عبد الشاهد**

وذلك لما أسداه لنا من نصح وتوجيه وإرشاد، سائلين العلي القدير أن يجزيه عنَّا خير ما جزى معلماً عن تلاميذه.

وكذلك نتوجَّه بأسمى آيات الشكر والتقدير إلى أعضاء هيئة التدريس بكلية العلوم التقنية مصراتة لما قدموه لنا من مساعدة طيلة فترة الدراسة.

الباحثون

قائمة المحتويات

المحتويات	الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
قائمة المحتويات	د
قائمة الأشكال	و
قائمة الجداول	ح
قائمة الاختصارات	ط
الملخص	ي

الفصل الأول: الإطار العام للمشروع

1.1 مقدمة	2
3.1 أهداف المشروع	3
2.1 أهمية المشروع	3
4.1 متطلبات المشروع	3
1.4.1 متطلبات مادية	4
2.4.1 متطلبات برمجية	4
5.1 هيكلية المشروع	4
6.1 الجدول الزمني للمشروع	5

الفصل الثاني: الأتمتة الصناعية

1.2 مقدمة	7
2.2 الأتمتة الذكية	9
3.2 منظومة التحريك	10
4.2 المحركات الكهربائية:	11
5.2 التغذية العكسية في آلات التحكم الرقمي بالحاسوب	13
6.2 الحساسات:	14
7.2 الأنظمة المدمجة:	17
8.2 لوحة الأردوينو (Arduino):	18

9.2 مراحل تطور الأردوينو..... 18
10.2 مكونات لوحة الأردوينو..... 19
11.2 بعض أنواع ألواح الأردوينو:..... 22
12.2 برمجة الأردوينو: 23
13.2 مميزات لوحة الأردوينو (Arduino): 24

الفصل الثالث: المشفر البصري

1.3 مقدمة:..... 27
2.3 تركيب المشفر البصري:..... 28
4.3 أنواع المشفر البصري:..... 28
3.3 استخدامات المشفر البصري 30
5.3 فكرة عمل المشفر البصري..... 30
6.3 لوحة التجارب المبدئية:..... 31

الفصل الرابع: الجانب العملي

1.4 مقدمة:..... 37
2.4 الكيان المادي: 37
3.4 النظام المقترح..... 38
4.4 الدائرة العملية لعملية المعايرة..... 39
5.4 قياس السرعة:..... 39
6.4 معايرة الحساس..... 40
7.4 تطبيقات استخدام الحساس (حالة دراسية)..... 42
8.4 لوحة التجارب النهائية 47

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات

1.6 الاستنتاجات..... 50
2.6 التوصيات..... 51
المراجع 52
الملاحق 53

قائمة الأشكال

الشكل **الصفحة**

شكل (1.2) مخطط صندوقي لآلة مؤتمتة.....8
شكل (2.2) المكونات الاساسية للنظام المؤتمت.....9
شكل (3.2) يوضح مكونات منظومة التحريك. 10
شكل (4.2) يوضح المقارنة بين نظام الدائرة المفتوحة ونظام الدائرة المغلقة. 14
شكل (5.2) فكرة عامة عن عمل الحساس التماثلي. 15
شكل (6.2) بعض أنواع الحساسات. 16
شكل (7.2) مخطط كتلي للمكونات الأساسية التي تشترك فيها أغلب الأنظمة المدمجة 17
شكل (8.2) يوضح مكونات لوحة الأردوينو. 19
شكل (9.2) يوضح مواصفات ATmega328..... 21
شكل (10.2) يوضح لوحة الأردوينو أونو 23
شكل (1.3) تركيب المشفر البصري..... 28
شكل (2.3) الشكل الأساسي للمشفر البصري المتزايد..... 29
شكل (3.3) تركيب المشفر البصري المطلق..... 29
شكل (4.3) فكرة عمل المشفر البصري 30
شكل (5.3) يوضح لوحة التجارب المبدئية 31
شكل (6.3) يوضح مخطط فكرة عمل لوحة التجارب الابتدائية..... 31
شكل (7.3) يوضح وصلة USB..... 32
شكل (8.3) يوضح لوحة التجارب 32
شكل (9.3) يوضح المقاومات 33
شكل (10.3) يوضح جهاز متعدد القياسات 33
شكل (11.3) يوضح أسلاك التوصيل..... 34
شكل (12.3) يوضح محركات التيار المستمر 34
شكل (1.4) يوضح الكيان المادي لمكونات الجهاز المقترح 37
شكل (2.4) يوضح الدائرة العملية..... 39
شكل (3.4) يوضح مراحل قياس السرعة..... 40
شكل (4.4) يوضح تثبيت القرص المسنن على رأس مثقاب آلة CNC..... 41
شكل (5.4) يوضح سرعات بين آلة CNC والجهاز المقترح..... 42

شكل (6.4) يوضح الشكل العام لآلة التفريز..... 43
شكل (7.4) يوضح عمود تغيير السرعات..... 43
شكل (8.4) يوضح توصيل الجهاز المقترح بالحاسوب على آلة التفريز..... 44
شكل (9.4) يوضح مقارنة بين قراءة الآلة وقراءة الجهاز عند السرعة البطيئة..... 45
شكل (10.4) يوضح مقارنة بين قراءة الآلة وقراءة الجهاز عند السرعة العالية..... 46
شكل (11.4) يوضح لوحة التحكم بعد إجراء الحل المقترح..... 47
شكل (12.4) يوضح لوحة التجارب النهائية..... 48
شكل (13.4) يوضح مخطط فكرة عمل لوحة التجارب النهائية..... 48

قائمة الجداول

الجدول	الصفحة
جدول (1.4) يوضح قياس السرعات لآلة CNC والجهاز المقترح	41
جدول (2.4) يوضح قراءات السرعات البطيئة	44
جدول (3.4) يوضح قراءات السرعات العالية	44
جدول (4.4) يوضح قياس السرعات البطيئة التي تم قراءتها عن طريق الجهاز بالشكل الصحيح ومقدار الفرق بين السرعتين	45
جدول (5.4) يوضح قياس السرعات العالية التي تم قراءتها عن طريق الجهاز بالشكل الصحيح ومقدار الفرق بين السرعتين	45

قائمة الاختصارات

ر.م	الرمز	اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
1	DC	تيار مستمر	Direct Current
2	CNC	التحكم الرقمي بالحاسوب	Computer Numerical Control
3	HW	جزء مادي	Hardware
4	SW	جزء برمجي	Software
5	MCU	وحدة المتحكم الدقيق	Micro Controller Unit
6	MPU	وحدة المعالج الدقيق	Micro Processors Unit
7	FPGAs	المصفوفات الحقلية للبرمجة	Field Programmable Gate Array
8	PWM	تحوير عرض النبضة	Pulse Width Modulation
9	USB	الناقل التسلسلي	Universal Serial Bus
10	LED	تنائي باعث للضوء	Light Emitting Diode
11	LCD	شاشة العرض البلوري	Liguid Crystal Display

الملخص

الأتمتة أو المكننة الصناعية هي عملية تهدف إلى جعل المصانع أكثر اعتمادا على الآلات بدلا من الإنسان، تهدف الأتمتة إلى زيادة الإنتاج حيث تستطيع الآلة العمل بسرعة ودقة أكبر من الإنسان بوقت أقل بمئات المرات، تعد سرعة دوران المحركات الكهربائية هامة في كثير من التطبيقات العملية للمنظومات البسيطة والمعقدة، وفي نظم التحكم تعتمد على ضبط الحركة، كما في حالات التحكم بحركة وصلات الروبوتات وسرعتها، والتحكم بالآلات الصناعية المختلفة كآلات القطع وآلات النسيج وآلات الحفر والتنقيب وغيرها.

في هذا المشروع تم تصميم لوحة تجارب لقياس سرعات متعددة لمحرك كهربائي، حيث بدأ المشروع بتثبيت الجهاز المقترح على آلة التحكم الرقمي بالحاسب CNC الموجودة بالكلية وذات السرعات الدقيقة وذلك لمعايرة الجهاز المقترح، بعد الانتهاء من معايرة الجهاز تم تثبيت الجهاز المقترح على آلة التفريز الموجودة بورشة الميكانيكا بالمعهد المتوسط والتي توجد بها مشكلة في السرعات، وصل هذا البحث إلى العديد من الاستنتاجات أهمها إمكانية الجهاز المقترح في تحديد السرعات ووضع الحلول المناسبة للآلات الصناعية التقليدية والتي تعتبر بمثابة خطوة أولى في طريق الاتمتة الصناعية، كما توصل هذا المشروع إلى بناء لوحة تجارب نستطيع من خلالها تنفيذ العديد من التجارب المعملية داخل الكلية.

الفصل الأول

الإطار العام للمشروع

1.1 مقدمة

الأتمتة هو كل شيء يعمل ذاتيا بدون تدخل بشري فيمكن تسمية الصناعة الآلية بالأتمتة الصناعية، ويمكن اعتبارها عملية تهدف إلى جعل المصانع أكثر اعتماداً على الآلات بدلا من الإنسان، تعتبر كنوع من أنواع الروبوت لكنها ما زالت بحاجة إلى الإنسان لتكملة عملها، تهدف الأتمتة إلى زيادة الإنتاج حيث تستطيع الآلة العمل بسرعة ودقة أكبر من الإنسان، ووقت أقل بمئات المرات، ففي السابق بالرغم من وجود الآلات لكنها كانت تحتاج إلى وقت طويل للإنتاج وكذلك الإنتاج لم يكن بالدقة المطلوبة على يد الإنسان.

ومن أهم مكونات الأنظمة الذاتية هي المحركات الكهربائية، حيث تستخدم المحركات لتحويل الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإنجاز عمل معين، تتنوع أحجام وسعات المحركات تنوعا كبيرا حسب التطبيق فقد يكون محركاً صغيراً يقوم بوظائفه داخل ساعة يد أو محركا ضخما يمد قاطرة ثقيلة بالقدرة، ومؤخراً باستخدام الأنظمة المدمجة، أصبح للبرمجيات دورا كبيرا في تطوير هندسة الأتمتة تطورا سريعا ولازالت الأتمتة حتى هذه اللحظة لا تتوانى باستخدام ما هو جديد في هذا المجال من أجل الحصول على المنتج النهائي بجودة وكفاءة عالية، فمثلا، في بعض التطبيقات نحتاج لتحديد سرعة دوران المحرك بدقة كبيرة وأحيانا تحديد اتجاه دورانه أو مقدار الإزاحة التي يجب أن يتحركها الحمل الموضوع على المحرك.

توجد العديد من الحساسات التي قد تستخدم لهذا الغرض ومنها المشفر البصري (Optical Encoder) أحد أكثر المتحسسات شيوعاً والمستخدمة لهذا الغرض.

والحساس ببساطه هو: عبارة عن مفتاح الكتروني يحتوي على طرفين، الطرف الأول عبارة عن مصدر للضوء (مرئي/ غير مرئي) يفصل بينهم قرص مثبت على محور الدوران للمحرك، والطرف الآخر عبارة عن دائرة المستقبل، وهذا القرص الدوار يحتوي على عدد معين

من الثقوب التي تسمح بمرور الضوء عبرها، وعند دوران المحّرك يمرُّ الضوء بشكل متقطع من خلال القرص وبالتالي تنتج سلسلة من النبضات الكهربائية التي يمكن قراءتها من خلال حساس الضوء (دائرة المستقبل).[1]

3.1 أهداف المشروع

يمكن تلخيص أهداف المشروع في النقاط التالية:

1. اختبار ومعايرة الجهاز المقترح للمشروع.
2. قياس سرعة المحرك من خلال المشفر البصري وإرسال الإشارة الى الحاسوب.
3. إمكانية فهم طرق أتمتة خطوط الإنتاج.
4. دراسة ميدانية لآلات التحكم الرقمي الموجودة بمعامل الكلية ودوائر التغذية العكسية المتعلقة بها.
5. تنفيذ لوحة التجارب.

2.1 أهمية المشروع

تعد سرعة دوران المحركات الكهربائية هامة في كثير من التطبيقات العملية للمنظومات البسيطة والمعقَّدة، وفي نظم التحكم تعتمد على ضبط الحركة، كما في حالات التحكم بحركة وصلات الروبوتات وسرعتها، والتحكم بالآلات الصناعية المختلفة كآلات القطع وآلات النسيج وآلات الحفر والتنقيب وغيرها، وأبسط التطبيقات هي ما يستخدم في السيارات حيث تظهر السرعة على العداد لتساعد السائق على ضبط سرعته وفقا لما هو مسموح به في المنطقة المرورية التي تمر فيها السيارة، أما في مجال التحكم بموضع آلة القطع يمكن اعتبار هذه الطريقة هامة وفعالة في قياس سرعة دوران أداة القطع، وكذلك تحديد موضعها بدقة.

4.1 متطلبات المشروع

يمكن تقسيم متطلبات المشروع إلى نوعين هما:

1.4.1 متطلبات مادية

- حاسوب محمول بمواصفات مناسبة.
- لوحة أردوينو اونو (Arduino UNO).
- حساس (مشفر بصري).
- قرص مسنن.
- محرك كهربائي (DC).
- أسلاك توصيل.
- مقاومات كهربائية.
- شاشة عرض LCD.

2.4.1 متطلبات برمجية

- الكود البرمجي.
- برنامج للأردوينو.
- برنامج ميكروسوفت وورد.

5.1 هيكلية المشروع

- **الفصل الأول:**

في الفصل الأول تم التطرق إلى مقدمة عن المشروع وأهمية المشروع وأهداف المشروع وكذلك عن هيكلية المشروع والجدول الزمني للمشروع.

- **الفصل الثاني:**

وفي هذا الفصل سنتطرق إلى مقدمة عن الأتمتة الصناعية والأتمتة الذكية ومخطط لمنظومة التحريك وكذلك عن المحركات الكهربائية والتغذية العكسية في آلات التحكم الرقمي والحساسات والأنظمة المدمجة ولوحة الأردوينو.

- **الفصل الثالث:**

سنتطرق في هذا الفصل مقدمة عن المشفر البصري وتركيبه واستخداماته وأنواعه وشرح عن لوحة التجارب المبدئية ومكوناتها.

- **الفصل الرابع:**

وفيه سنتطرق عن الجانب العملي والكيان المادي للمشروع والنظام المقترح للمشروع والدائرة العملية وفكرة عامة عن قياس السرعة ومعايرة الحساس وإجراء حالة دراسية لآلة التفريز الموجودة بالمعهد المتوسط، وكذلك تم تطوير لوحة التجارب المبدئية حتى يتم الاستفادة منها بمعمل الكلية.

6.1 الجدول الزمني للمشروع

الأسابيع / المراحل	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
البحث على موضوع المشروع																		
تجهيز مقترح المشروع																		
تجميع المكونات المطلوبة للمشروع																		
الجانب النظري																		
الجانب العملي																		
مرحلة النتائج والتوثيق																		
مرحلة الكتابة																		

الفصل الثاني

الأتمتة الصناعية

1.2 مقدمة

الأتمتة أو المكننة أو التشغيل الآلي (Automation) هو مصطلح مستحدث يطلق على كل شيء يعمل ذاتيا بدون تدخل بشري فيمكن تسمية الصناعة الآلية بالأتمتة الصناعية مثلاً، وكذلك تشمل أتمته الأعمال الإدارية، وأتمتة البث التلفزيوني، وهي عملية تهدف إلى جعل المصانع أكثر اعتمادا على الآلات بدلا من الإنسان، وتعتبر كنوع من أنواع الروبوت لكنها ما زالت بحاجة إلى الإنسان لتكملة عملها، تهدف الأتمتة إلى زيادة الإنتاج حيث تستطيع الآلة العمل بسرعة ودقة أكبر من الإنسان ووقت أقل بمئات المرات، ففي السابق برغم وجود الآلات لكنها كانت تحتاج إلى وقت طويل للإنتاج وكذلك الإنتاج لم يكن بالدقة المطلوبة على يد الإنسان.

والمكننة لغويا مشتقة من كلمة "ماكنة/ماكينة" اللاتينية وتعني بالعربية: الآلة، أما دلاليا فمعناها: إدخال الآلة في العمل وتحويله من عمل يدوي إلى آلي، ويقابل مكننة بالعربية: تأليل.

تعني المكننة استخدام الآلات لتحل محل العمل البشري، بحيث تساعد العامل على أداء أنشطة العمل التي تعتمد على الجهد العضلي باستخدامه الآلة بدلا من أن يقوم بها يدويا وبينما تزود المكننة العامل بالمعدات الآلية للقيام بالعمل، فإن الأتمتة – إلى جانب إلغاءها المجهود العضلي للعامل – فإنها تعمل على أتمتة العمليات والأنظمة التصنيعية، بحيث تعمل بشكل ذاتي، ودون تدخل مباشر من العامل، وذلك بناءً على أوامر مبرمجة أو تحكم محوسب.

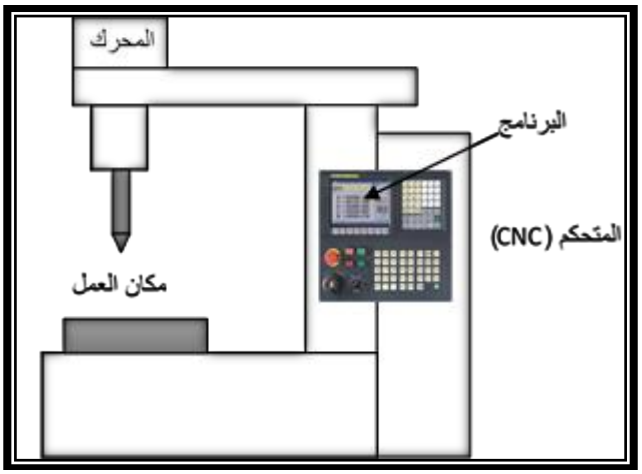
أما الأتمتة الذكية (Autonomation) فإنها تظفي شيئا من الذكاء البشري على الآلة، بحيث تعمل بصورة (ذاتية) وبدون تدخل الإنسان أثناء عملية الإنتاج، وتتوقف عند حدوث الخطأ، ولا تعمل حتى يتم تصحيحه، وذلك بفضل تطوير الحواسيب وأنظمة المعلومات المتقدمة، التي أحدثت تحولا نوعيا في عملية الإنتاج.[1]

تتكون الآلة المؤتمتة من ثلاثة أجزاء أنظر الشكل (1.2):

أ. الآلة.

ب. الجهاز المتحكم (حاسوب).

ج. برنامج مكتوب بلغة برمجة معينة حيث يفهمها الحاسوب ويترجمها إلى عمل قطعة مثل عمليات الحفر وغيرها.[1]



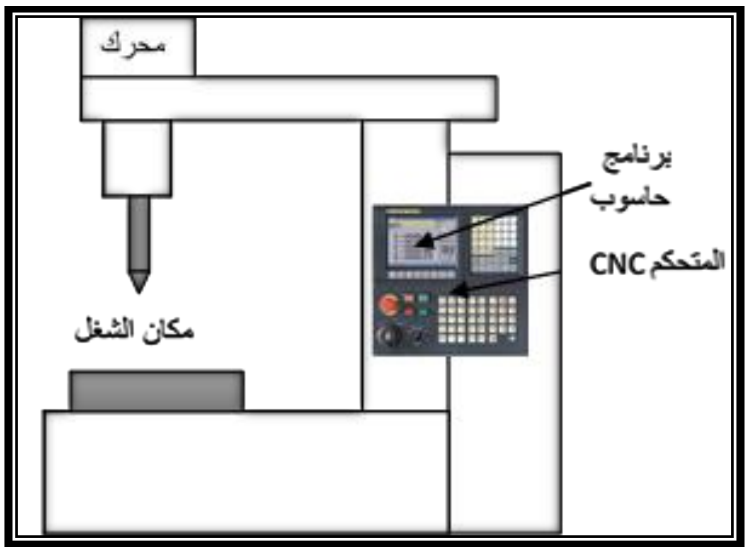
شكل (1.2) مخطط صندوقي لآلة مؤتمتة

ولقد تم أول تطوير لتقنية التحكم الرقمي في الفترة ما بين 1947م و1952م في معهد ماسوشوست للتقنية (MIT) بالتعاون مع شركة جون بارسونس للطائرات في مدينة متشجان بالولايات المتحدة الأمريكية، وترجع فكرة التحكم الرقمي في ذلك الوقت إلى ظهور حاجة ماسة لإنتاج قطع غاية في الدقة لأشكال هندسية معقدة تشكل أجزاء من الطائرات الحربية (وعلى وجه الخصوص مراوح للطائرات العمودية)، ونسبة لتعقيد هذه الاشكال فقد اقتضي ذلك استغراق وقت طويل للتأكد من صحة العلاقة من حيث الموقع بين أداة القطع وقطعة الشغل، وذلك قبل الشروع في عمليات التشغيل، وقد أدي ذلك إلى زيادة الزمن المطلوب لإكمال عمليات التصنيع وبذلك زيادة التكلفة.[2]

ومن ثم فقد نشأت فكرة التحكم الرقمي لتحقيق الأهداف التالية:

1. زيادة الإنتاج.
2. تحسين جودة ودقة القطع المصنعة.
3. تحقيق استقرار في تكاليف الإنتاج.
4. إمكانية تصنيع القطع المعقدة التي قد يستحيل تصنيعها باستخدام مكائن تقليدية.

وتم في عام 1952م تصنيع أول آلة للتحكم الرقمي، وكانت ذات ثلاث محاور وتعمل بواسطة شريط مثقب، وفي1954م تم الإعلان رسميا عن تطبيق تقنية التحكم الرقمي، وبعدها بحوالي ثلاث سنوات تم أول إنتاج لهذه الآلات وتركيبها لتكون جاهزة للاستخدام، الشكل (2.2) يوضح المكونات الأساسية لألة تحكم رقمي.[2]



شكل (2.2) المكونات الاساسية للنظام المؤتمت

2.2 الأتمتة الذكية

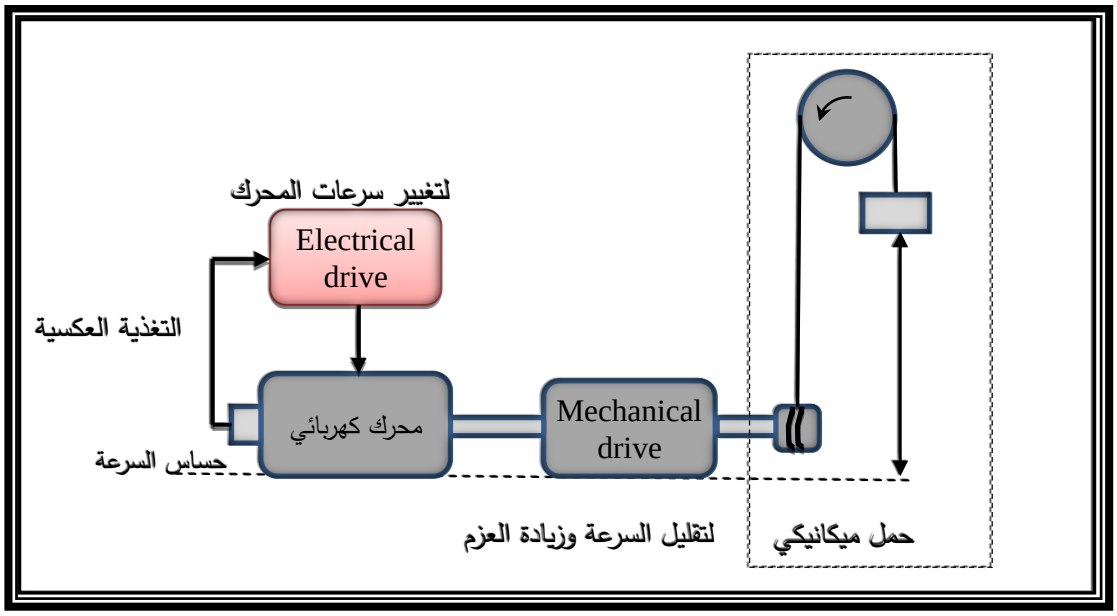
هو نظام الإنتاج الذي تكون فيه الآلات والمعدات المؤتمتة مزودة بأجهزة متطورة تقوم بإيقاف الآلة تلقائيا في حالة حدوث مشكلة أو خلل في المنتج خلال العملية الإنتاجية، فمثلا في نظام تويوتا الإنتاجي، فإن الآلات والتجهيزات التي تحظى بذكاء بشري تسمح للآلة بإيقاف نفسها

عن العمل عند تعرضها لمشكلة، وذلك للحيلولة دون حدوث مضاعفات تكون تكلفة معالجتها أكبر بعد حدوثها.

ويسمح للعاملين في نظام تويوتا الإنتاجي بإيقاف خط الإنتاج في حال حدوث مشكلة، والبحث في أسباب المشكلة من أجل إيجاد حل لها، والتأكد من أن الجميع يدركون الأسباب الكامنة وراء تلك المشكلة، بحيث لا تتكرر في المستقبل.[1]

3.2 منظومة التحريك

شكل (3.2) يوضح المكونات العامة لمنظومة التحريك المحرك الكهربائي يكون متصل بصندوق التروس ليقوم بتقليل السرعة وزيادة العزم بما يتوافق مع متطلبات المنظومة، ولكن أحيانا تتطلب المنظومة الحصول على سرعات مختلفة، وللحصول على هذه السرعات يتطلب ربط المحرك مع جهاز القيادة (Driver) الذي يتطلب في العادة وجود التغذية العكسية.



شكل (3.2) يوضح مكونات منظومة التحريك.

4.2 المحركات الكهربائية:

هي آلات تحول الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإنجاز عمل حيث تستخدم المحركات الكهربائية لتشغيل عدة آلات ميكانيكية، تتنوع أحجام المحركات الكهربائية تنوعاً كبيراً فقد يكون المحرك صغيراً يقوم بوظائفه داخل ساعة يد أو محركا ضخما يمد قاطرة ثقيلة بالقدرة.[3]

1.4.2 البنية العامة للمحرك

يتكون المحرك بصورة عامة:

- **العضو الدوار:** هو الجزء الدائر في المحرك يكون متوازن بإحكام ضد الاهتزازات ومطلي بمواد خاصة لحماية الملفات.
- **العضو الثابت:** هو الجزء الثابت من المحرك ويمكن أن يكون الثابت أو الدوار مغناطيس أو ملفات كهربائية.
- **المجمع:** هو حلقة مشطورة مثبتة على محور الدوران وتدور معه.
- **المسفرات:** هي الموصلات الكهربائية إلى المجمع وتكون إما نحاسية أو كربونية مثبتة بنوابض للضغط على المجمع.
- **التجميع:** هو عملية تغير اتجاه التيار المار في ملفات الدوار أثناء حركتها تحت المسفرات.
- **التحكم:** في جهد محركات التيار المستمر يتم التحكم بعرض النبضة أما في محركات التيار المتناوب يتم التحكم عن طريق تغيير مطال وتردد الإشارة الجيبية.[3]

2.4.2 أنواع المحركات الكهربائية

إن السبب الرئيسي لتعدد أنواع المحركات أنه لا يوجد محرك يمكن أن يعتبر محركا مثاليا يناسب جميع الأحمال ويعمل في كل الظروف ويفي بكل الاحتياجات بسعر مناسب وتكاليف تشغيل قليلة وحاجة قليلة للصيانة، بناءً على ذلك فإن كل محرك يتم تصنيعه يكون له خواص

محددة ومزايا وعيوب تختلف من نوع إلى آخر، تنقسم المحركات الكهربائية من حيث نوع التيار إلى ما يلي:

- محركات تيار مستمر.
- محركات تيار متناوب.
- محركات عمومية (تغذى بتيار مستمر ومتناوب).
- محركات خاصة.[3]

1.2.4.2 محركات التيار المستمر

تستخدم عندما يكون الحمل في حاجة للعمل عند سرعات مختلفة ويحتاج إلى عزم بدء عالي، تعتبر محركات التيار المستمر هي أفضل أنواع المحركات التي يمكن التحكم في سرعتها بكفاءة ودقة وحساسية عالية ومدى كبير لتغيير في السرعة منظم السرعة أقل من أي نوع آخر من المحركات، كما تتميز محركات التيار المستمر بأنها تعطي عزم بدء كبير مقارنة بباقي الأنواع حيث قد يصل إلى خمسة أضعاف عزم الحمل الكامل، ومن عيوب محركات التيار المستمر:

- ارتفاع السعر مقارنة بباقي الأنواع الأخرى.
- تحتاج إلى صيانة متكررة.
- تيار البدء عالٍ جداً مقارنة بباقي الأنواع حيث يصل إلى 20 ضعف تيار الحمل الكامل.[3]

2.2.4.2 محركات التيار المتناوب

تصنف حسب ما يلي: عدد أطوار التغذية – حسب البنية – حسب الخواص.

حسب عدد الأطوار:

أ. محركات أحادية الطور.

ب. محركات ثلاثية الطور.

حسب البنية:

أ. محركات ذات دائر مقصور (قفص سنجابي).

ب. محركات ذات دائر ملفوف (ذو حلقات الانزلاق).

حسب الخواص:

أ. محركات متزامنة.

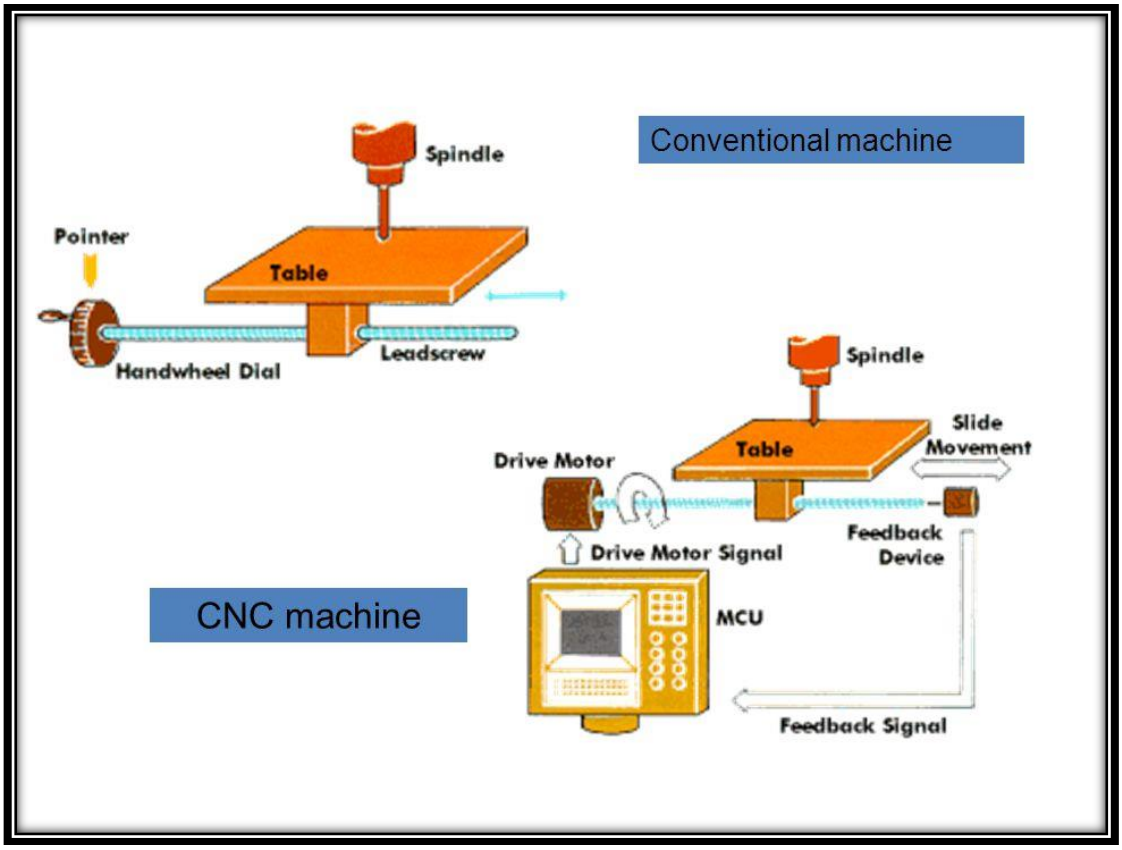
ب. محركات غير متزامنة.[3]

5.2 التغذية العكسية في آلات التحكم الرقمي بالحاسوب

هي تبليغ مصدر الحركة (نظام التحكم) بمقدار الحركة الحادثة ومقارنتها بالمطلوب، حيث أن نظام التحكم يرسل إشارة بمقدار حركة محددة إلى المحركات التي تنفذ هذه الحركة فورا ويتلقى نظام التحكم إشارة راجعة (من نظام التغذية العكسية) تحدد مقدار الحركة المنفذة.

يقوم نظام التحكم بتحقيق دقة مسار الحركة الحادثة، بتعزيز أو إيقاف أو تعديل أمر حركة المحركات.

تتم أتمتة العمليات والأنظمة التصنيعية – أي إدارة الآلات ذاتيا بوساطة التحكم الآلي الأوتوماتيكي– باستخدام التوجيه الإلكتروني المنظم مسبقا بحسب المعطيات، والمتعلق بالعمليات المطلوب تنفيذها، دون الحاجة لتدخل العامل بشكل مستمر، كما تقلل إلى حد كبير المتطلبات الحسية والذهنية للعامل واليقظة والانتباه باستمرار، الشكل (4.2) يوضح نظام الدائرة المفتوحة ونظام التغذية العكسية.[4]



شكل (4.2) يوضح المقارنة بين نظام الدائرة المفتوحة ونظام الدائرة المغلقة.

1.5.2 نظام التغذية العكسية

1. **الدائرة المغلقة:** هي عبارة عن مسطرة تدريج تحدد المسافات الخطية تركب على المنزلقة (فولاذية، زجاجية)، وكذلك يوجد بها وحدة استشعار كهروضوئية تركب على فرش الآلة.
2. **الدائرة المفتوحة:** هي عبارة عن قرص مدرج يحدد زوايا دوران يركب على المحرك (فولاذي، زجاجي)، ويوجد بها وحدة استشعار كهروضوئية (كهرومغناطيسية) تركب على الغلاف.[4]

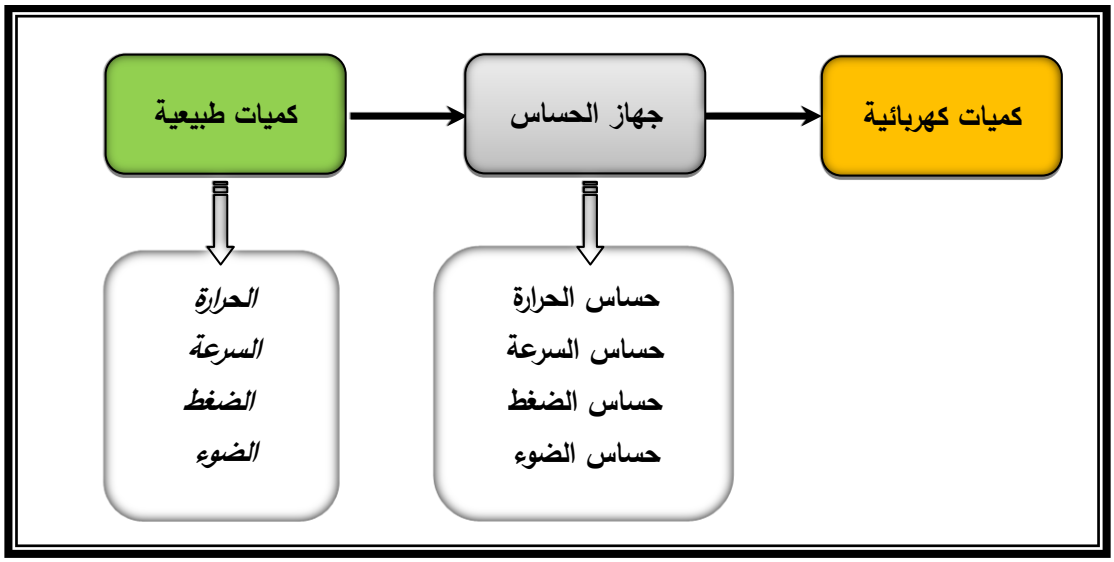
6.2 الحساسات:

إن للحساسات بصفة عامة وحساسات الموضع بصفة خاصة أهمية بالغة في كثير من التطبيقات الصناعية، ففي آلات التشغيل المبرمجة نصادف مشفرات دوائر التغذية العكسية للمحاور التي تلعب دورا حيويا في قياس الموضع، خاصة إذا كانت إشارة الخرج ستذهب إلى حاسب رقمي، ومن ناحية أخرى فهناك عدد كبير من المقادير الفيزيائية التي يمكن قياسها عن

طريق قياس الانتقال الذي يتعرض له حساس المقاس، كما هي الحالة بالنسبة للقوى، للسرعة، وللضغوط، والقيم الفيزيائية الأخرى.[5]

1.6.2 تعريف الحساس:

هو عنصر أو(جهاز) يقوم بتحويل الكميات الطبيعية المتغيرة إلى إشارة كهربائية أو هو أداة التحويل التي تقوم بتحويل الكميات الطبيعية والكميات المتنوعة إلى كميات كهربائية شكل (5.2) يوضح العلاقة بين جهاز الإحساس والكميات الطبيعية والكميات الكهربائية.[5]



شكل (5.2) فكرة عامة عن عمل الحساس التماثلي.

2.6.2 أهمية الحساسات:

الحساسات بجميع أنواعها لها أهمية كبيرة في الصناعة، وللعمليات الصناعية عدد كبير من المقادير الفيزيائية التي يمكن قياسها عن طريق قياس الانتقال الذي يتعرض له حساس المقاس، كما هي الحالة بالنسبة للقوى، للسرعة، للضغوط، وللقيم الفيزيائية الأخرى، ففي آلات التحكم الرقمي بالحاسوب CNC نصادف مشفرات دوائر التغذية العكسية للمحاور التي تلعب دورا حيويا في قياس الموضع، بسبب أن هذه الاشارة تعتبر ذات أهمية كبيرة لمتحكم CNC وتكمن أهمية الحساسات في القدرة على قياس الكميات الطبيعية أو ما يسمى بالمتغيرات الطبيعية بسرعة وبدقة لكي نتمكن من خلالها في التحكم بالعمليات الصناعية أو عمل مراقبة لهذه

العمليات، ومن أفضل الطرق لقياس الكميات الطبيعية هو تحويلها إلى إشارة كهربائية ومن ثم قياس (أو كشف) هذه الإشارة بعنصر قياس كهربائية مناسب.[5]

3.6.2 تقسيم الحساسات:

يمكن تقسيم الحساسات من عدة أوجه ولكن ما يهمنا هنا في هذا المشروع هو تقسيم الحساسات طبقا لإشارة خرجها حيث يمكن تقسيمها إلى:

أ. حساسات رقمية (Digital Sensors):

وهي حساسات تعطي خرجا في صورة رقمية أي ببساطة لها حالتان هما: حالة توصيل (On) وحالة قطع (Off) ولا يمكن أن توجد بينهما قيم متوسطة.

ب. حساسات تناظرية أو تماثلية (Analog Sensors):

وهي الحساسات التي تعطي خرج تناظري أي أنها تعطي إشارة خرج كهربائية تتناسب في كل لحظة مع القيمة الطبيعية المطلوب قياسها.[5]

يوجد العديد من الحساسات وفي شكل (6.2) يوضح الحساسات شائعة الاستخدام.

أنواع الحساسات						
حساسات الحرارة	حساسات الضغط	حساسات السرعة	حساسات الرطوبة	الحساسات السعوية	الحساسات البصرية	انواع اخرى

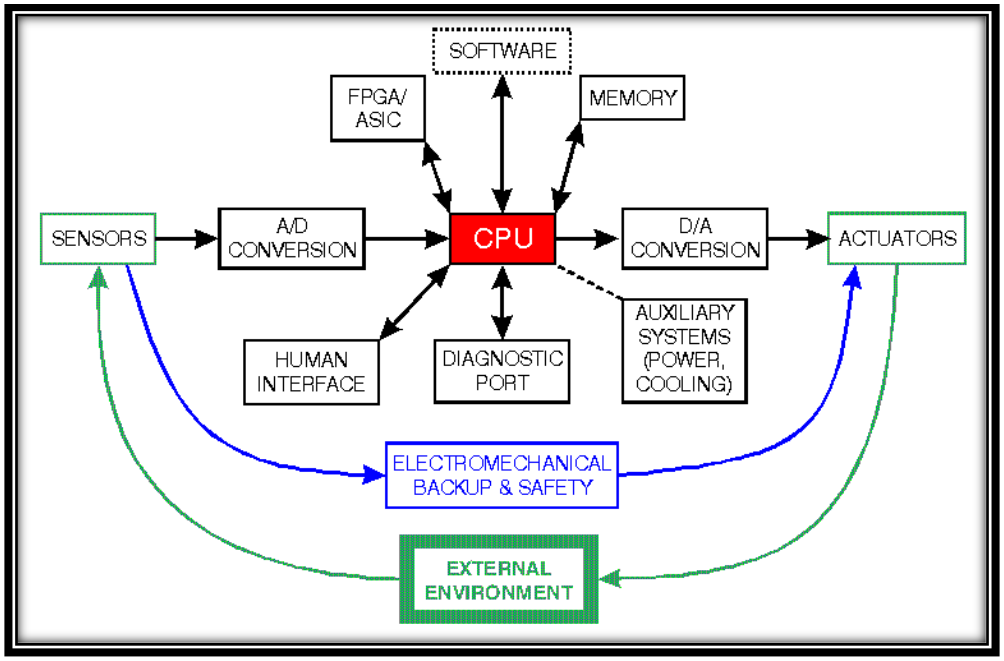
شكل (6.2) بعض أنواع الحساسات.

7.2 الأنظمة المدمجة:

هو نظام مخصص لأداء وظيفة معينة، يحتوي على جانب مادي (HW) وجانب برمجي (SW) إضافة إلى مكونات أخرى (ميكانيكية وإلكترونية).

تعتبر العناصر القابلة للبرمجة العامل الأساسي في الأنظمة المدمجة، مثل: المتحكم الدقيق (MCU)، المعالج الدقيق (MPU) المصفوفات الحقلية القابلة للبرمجة (FPGAs).

للأنظمة المدمجة تطبيقات متعددة ومختلفة في مجالات عديدة، إلا أن لها ميزات مشتركة فيما بينها، وهي أنها تتواصل مع العالم الخارجي، وتتحكم بالأجهزة المرتبطة بها، شكل (7.2) يبين مخططاً كتلياً للمكونات الأساسية التي تشترك فيها أغلب الأنظمة المدمجة، وإن عملية الاتصال بين النظام المدمج والعالم الخارجي، يكون من خلال قراءة إشارات الحساسات الموصولة إلى أطراف الدخل، ومن ثم تقوم وحدة المعالجة المركزية باستخدام الذاكرة بمعالجتها بعد تحويلها إلى إشارات رقمية عن طريق وحدة التبديل، يتم إصدار نتائج المعالجة كإشارات تحكم رقمية على أطراف الخرج الرقمية، أو إشارات تحكم تماثلية عن طريق وحدة التبديل.[6]



شكل (7.2) مخطط كتلي للمكونات الأساسية التي تشترك فيها أغلب الأنظمة المدمجة

8.2 لوحة الأردوينو (Arduino):

ومن أشهر الأنظمة المدمجة مفتوحة المصدر هي لوحة الأردو ينو، وهي عبارة عن لوحة تطوير إلكترونية دائرة إلكترونية (Development Board) تتكون من دائرة إلكترونية مفتوحة المصدر مع متحكم دقيق على لوحة واحدة يتم برمجتها عن طريق الحاسوب، وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية في مشاريع متعددة التخصصات أكثر سهولة، ويستخدم الأردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة، مثل: درجات الحرارة، الرياح، الضغط، السرعة وغيرها ويمكن توصيل الأردوينو ببرامج مختلفة على الحاسوب الشخصي، وتعتمد لوحة الأردوينو في برمجتها على لغة البرمجة مفتوحة المصدر أردوينو سي (Arduino C) وتتميز اللغة البرمجية لأردوينو أنها تشبه لغة (C,C++) وتعتبر من أهم لغات البرمجة المستخدمة في برامج المتحكمات الدقيقة مثل الأردوينو.[7]

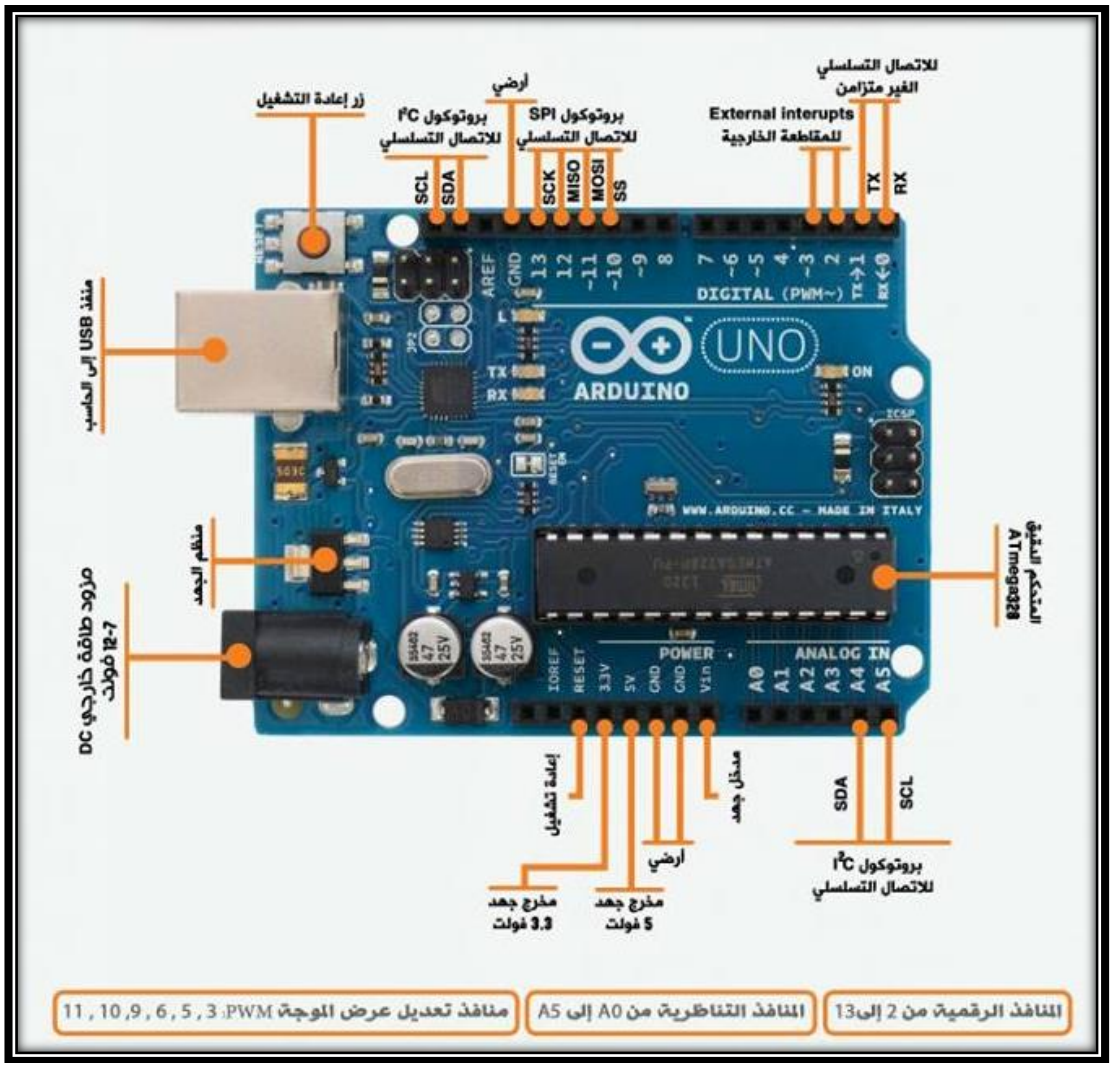
9.2 مراحل تطور الأردوينو

في عام 2005 في مدينة ايفريا (Ivrea) الإيطالية قام كل من ماسيو بانزي (Banzi Massimo) بالتعاون مع ديفيد كوارتيليس (David Cuartielles) وجاينلوكا مارتينو (Martino Gianluca) بإطلاق مشروع أردوين ايفريا (Arduin of Ivrea) وتمت تسمية المشروع باسم أشهر شخصية تاريخية في المدينة وكان الهدف الأساسي للمشروع هو عمل بيئة لتطوير المتحكمات بصورة مفتوحة المصدر تماما، وتضمن هذا المشروع عمل (Development Environment Integrated) للمتحكمات الدقيقة وتكون مجانية في ذات الوقت كما تضمن عمل لوحات تطوير (Development Boards) صغيرة الحجم بتكلفة بسيطة يمكن للطلاب والهواة التقنين تحمل

سعرها، وحتى عام 2010 من فبراير تم شحن أكثر من 120000 لوح أردوينو إلى مختلف ارجاء العالم.[7]

10.2 مكونات لوحة الأردوينو

شكل (8.2) يوضح أهم مكونات لوحة الأردوينو "أونو" (Arduino UNO).



شكل (8.2) يوضح مكونات لوحة الأردوينو.

1. منفذ USB إلى الحاسوب (USB Plug): هو مدخل لوصلة (USB) يستخدم لوصل الأردوينو بالحاسوب.

2. مزود طاقة خارجي (External Power Supply): مدخل يستخدم لتوصيل الأردوينو لمحول التيار الكهربائي من أجل إمداد اللوحة بالطاقة.

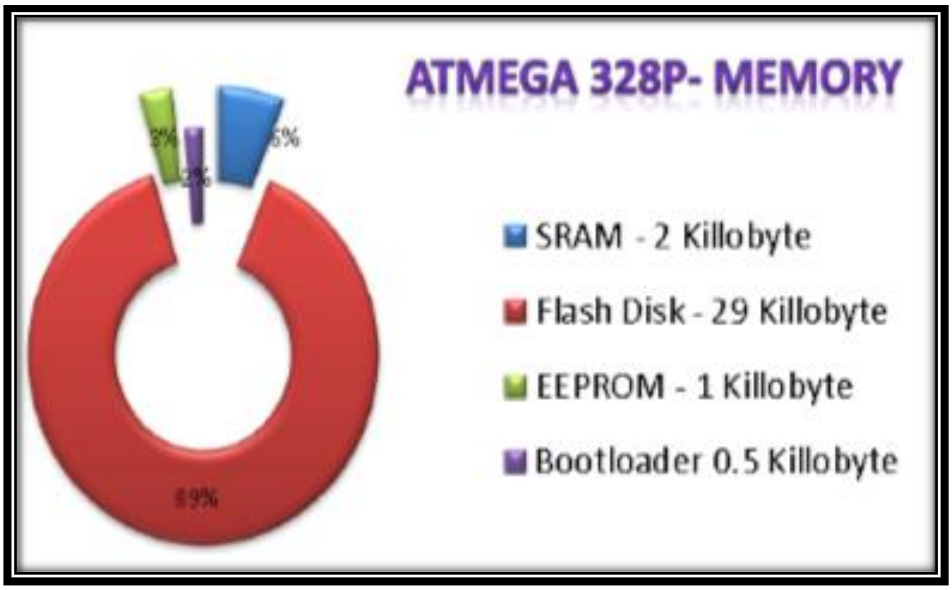
3. مداخل تماثلية (Analog in Pins): فتحات توصيل لإدخال البيانات في شكل إشارة تماثلية مثل (الصوت).
4. إعادة التشغيل (Reset Pin): عندما يكون الدخل لهذا المدخل منخفض فإنه يقوم بإعادة تنفيذ البرنامج.
5. مدخل جهد (VIN): هو جهد الدخل عندما نستخدم مصدر طاقة خارجي، يمكننا تأمين الجهد من خلال هذا المدخل، إذا كنا نقوم بتأمين الطاقة للدائرة من خلال مدخل المحول، يمكننا الوصول له من خلال هذا المدخل أيضا.
6. مخرج جهد 5 فولت (V5): هو جهد منتظم يستخدم لتأمين الطاقة للعناصر المستخدمة على الدائرة، وسوف نستخدم لتوفير الطاقة للقطع الإلكترونية التي سنضيفها، قد يأتي هذا الجهد من خلال (VIN) عبر منظم جهد داخلي أو تأمينه من خلال منفذ (USB) أو أي مصدر جهد منتظم بقيمة 5 فولت.
7. مخرج جهد 3.3 فولت (V3.3): هو مصدر للجهد بقيمة 3.3 فولت مؤمن من قبل منظم الجهد الداخلي للدائرة وأقصى قيمة لسحب التيار من خلال هذا الخط هو 50 ملي أمبير.
8. أرضي (GND): هو الخط الأرضي.
9. المتحكم الدقيق (ATmega328 Microcontroller): هو المعالج الدقيق المستخدم في لوحة (Arduino Uno).
10. زر إعادة التشغيل (Reset Button): هو زر يستخدم لجعل الأردوينو يعيد تنفيذ البرنامج من البداية.
11. مداخل ومخارج رقمية (Digital I/O Pins): هي فتحات توصيل لإدخال وإخراج البيانات في صورة رقمية (0 و1).

12. أرضي رقمي (Digital Ground): هو خط أرضي خاص بفتحات التوصيل الرقمية.

13. نقطة إشارة تماثلية (Analog Reference Pin): هو مدخل يدل على استخدام فتحات الدخل الموجي.[7]

1.10.2 المعالج الدقيق والذاكرة

المتحكمات الدقيقة (الأردوينو) أشبه بوحدة حاسب آلي صغيرة الحجم وتحتوي المتحكمة الدقيقة ATmega328 على معالج بسرعة 16 ميجا هرتز وذاكرة تساوي 32KB.



شكل (9.2) يوضح مواصفات ATmega328

Boot Loader: هوsoftware (البرنامج) المسؤول عن كيفية فهم الدائرة للغة Arduino C.

1. SRAM: هي الذاكرة المستخدمة في تسجيل المتغيرات بصورة مؤقتة.

2. Flash Disk: هي عبارة عن مساحة تخزينية تستخدم في تخزين البرنامج الذي سنكتبه لتشغيل لوحة الأردوينو.

3. EEPROM: هي الذاكرة المسؤولة عن تسجيل بعض المتغيرات بصورة دائمة داخل المتحكمة (الأردوينو) وتظل محتفظة بقيمتها حتى بعد فصل الكهرباء ويمكننا أن نعتبرها مثلHard Disk في PC.[7]

2.10.2 مداخل ومخارج المتحكم Input and Output pins (I/O):

يمكن تخصيص الخطوط الرقمية الأربعة عشر (Digital Pins 14) كمداخل أو مخارج وذلك باستخدام الأوامر البرمجية، وتعمل هذه الخطوط على جهد أقصاه 5 فولت وكل خط يمكن أن يؤمن سحب للتيار بحدود 40 ملي أمبير، وهناك 6 خطوط دخل تماثلية (Analog) ومعنونه من A0 إلى A5 بشكل افتراضي تستطيع هذه المداخل قياس جهد من صفر إلى 5 فولت.[7]

11.2 بعض أنواع ألواح الأردوينو:

1. Arduino Uno
2. Arduino Leonardo
3. Arduino Due
4. Arduino Ethernet
5. Arduino Robot
6. Arduino Mega

وسيتم استخدام لوحة أردوينو أونو (Arduino Uno) في هذا المشروع وهي لوحة إلكترونية صغيرة تستخدم في برمجة متحكم من شركة (ATmega 328) وتوفر هذه الدائرة منافذ لتوصيل المكونات الإلكترونية إلى المتحكمة مباشرة عن طريق 14 مدخل/مخرج رقمي ومن هذه ال 14 يوجد 6 يمكن استخدامها كمخارج (PWM) أو ما يعرف بالتعديل الرقمي المعتمد على عرض النبضة (Pulse-Width Modulation) وأيضا تحتوي الدائرة على مدخل (USB) للتواصل مع الحاسوب وهنالك مدخل للطاقة منفصلاً بالإضافة إلى (header ICSP) والذي يعتبر طريقة إضافية لبرمجة المتحكمة بخلاف (USB).[7]

شكل (10.2) يوضح لوحة الأردوينو "أونو" (المتحكم الدقيق الذي يستخدم في التحكم في الأجهزة الأخرى).

شكل (10.2) يوضح لوحة الأردوينو أونو

12.2 برمجة الأردوينو:

البرمجة بصفة عامة هي عملية كتابة، واختبار، وتصحيح للأخطاء وتطوير للشفرة المصدرية لبرنامج حاسوبي يقوم بها الإنسان، تهدف البرمجة إلى إنشاء برامج تقوم بتطبيق وتنفيذ خوارزميات لها سلوك معين بمعنى أن لها وظيفة محددة مسبقا ومتوقعة النتائج.

تتم هذه العملية باستخدام إحدى لغات البرمجة، الهدف من البرمجة هو إنشاء برنامج حيث ينفذ عمليات محددة أو يظهر سلوك مطلوب محدد، بشكل عام البرمجة عملية تستلزم معرفة في مجالات مختلفة منها معرفة بالرياضيات والمنطق والخوارزميات.

لغات البرمجة: وتجدر الإشارة هنا إلى التذكير بمعنى كلمة (لغة) وهي طريقة الاتصال والتفاهم بين الأشخاص أو لنقل في حالة الحاسوب بالطريقة التي يفهم بها الحاسوب طلب الإنسان.

لذلك نجد في حياتنا مجموعة مصطلحات وكلمات يختلف استخدامها حسب الحاجة، لغات البرمجة المختلفة تتمتع بهذه الخاصية أيضا، فهناك الكثير من اللغات البرمجية الموجودة وهذه اللغات تختلف من ناحية عملها وهدفها ولكن في النهاية كل هذه اللغات تترجم إلى لغة الآلة (0) و(1)، لغة البرمجة الوحيدة التي يفهمها الحاسوب ويستطيع أن يتعامل معها هي لغة الآلة (Machine Language)، في بداية كان عمل المبرمجون على تحليل شفرة الحاسوب (Machine Code) والتعامل معها بشكلها الجامد وغير المفهوم وهو (0،1)، ولكن هذه العملية معقدة جدا ويصعب التعامل معها لعدم فهمها بالنسبة للبشر.

لذلك تم ابتكار لغات راقية تعمل كوسيط بين لغة الإنسان ولغة الآلة وهي لغة التجميع اسمبلي (Assembly) ثم تطورت للغات عالية المستوى لغات البرمجة المعروفة مثل لغة السي ولغة البيسيك، ثم يتم تشغيل البرامج المكتوبة بهذه اللغات عن طريق أحد البرامج المتخصصة مثل المترجم والمجمع، هذه البرامج تعمل على ترجمة أسطر لغة البرمجة إلى لغة الحاسوب مما يسهل على الحاسوب تنفيذ هذه الأوامر وإخراج النتائج (output)، تعتمد لوحة الأردوينو في برمجتها على لغة البرمجة مفتوحة المصدر أردوينو سي (Arduino C) وتتميز اللغة البرمجية لأردوينو أنها تشبه لغة (C++,C) وتعتبر من أهم لغات البرمجة المستخدمة في برامج المتحكمات الدقيقة.[7]

13.2 مميزات لوحة الأردوينو (Arduino):

- رخيصة الثمن.

- بساطة لغة البرمجة.
- سهولة التعامل معها.
- مفتوحة المصدر مما يساعد على سرعة تطويرها.
- توفر مكتبات لأغلب ملحقاتها.
- يمكن ربطها مع لغات برمجة أخرى كالماتلاب والجافا وبعض اللغات البرمجية الأخرى.[7]

الفصل الثالث

المشفر البصري

1.3 مقدمة:

كما عرضنا في الفصل السابق أن أهم مكونات الأنظمة الذاتية هي المحركات الكهربائية، حيث تستخدم المحركات لتحويل الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإنجاز عمل معين، في بعض التطبيقات التي نحتاج فيها لتحديد سرعة دوران المحرك وأحيانا تحديد اتجاه دورانه أو مقدار الإزاحة التي يجب أن يتحركها الحمل الموضوع على المحرك، توجد العديد من الحساسات التي قد تستخدم لهذا الغرض ومنها المشفر البصري، وهو أحد أكثر المتحسسات شيوعاً والمستخدمة لهذا الغرض، يتألف هذا الحساس ببساطة من منبع ضوئي وترانزستور حساس للضوء ويتم القياس وفق إحدى الطريقتين التاليتين:

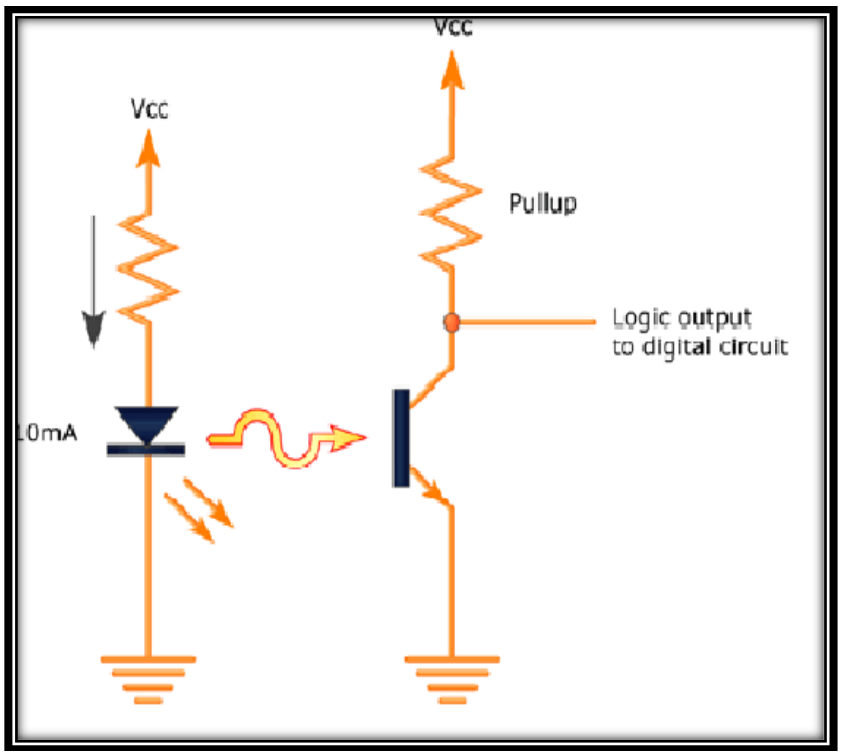
- إما أن يزود الجسم أو القرص الدوار بوحدات أو أكثر من العلامات المميزة العاكسة للضوء، موضوعة على مسافات منتظمة تؤدي إلى توجيه الحزمة الضوئية الساقطة عليها، وفي هذه الحالة يقع كل من المنبع الضوئي والكاشف البصري في جهة واحدة بالنسبة للقرص.
- أو أن يربط الجسم الدوار مع قرص ذو قطاعات شفافة متناوبة حاجبة للضوء توضع بين المنبع الضوئي والكاشف البصري.

يستقبل الكاشف البصري تدفقا ضوئيا معدلا بدون انقطاعات ناتج إما عن الانعكاس الضوئي او عن الانتقال الضوئي وعند خرجه نحصل على إشارة كهربائية بتردد يتناسب مع سرعة الدوران.

يتعلق مجال السرعات المقاسة بعدد الانقطاعات البصرية التي يحملها القرص أو الجسم الدوار، وعند قياس السرعات الصغيرة نستخدم قرص ذو عدد كبير من النوافذ أما من أجل السرعات العالية نستخدم قرص يحتوي على نافذة واحدة ويقوم تردد قطع الدائرة الإلكترونية في هذه الحالة بتحديد السرعة العظمى القابلة للقياس.[8]

2.3 تركيب المشفر البصري:

المشفر البصري هو عبارة عن دائرة متكاملة تتكون في الغالب من حساس ضوئي وترانزستور، حيث يتألف الحساس الضوئي من ثنائي باعث للضوء LED يصدر أشعة تحت الحمراء، والتي ترسل إلى قاعدة ترانزستور ضوئي، مثبتان بشكل متقابل كما هو موضح بالشكل (1.3).[8]



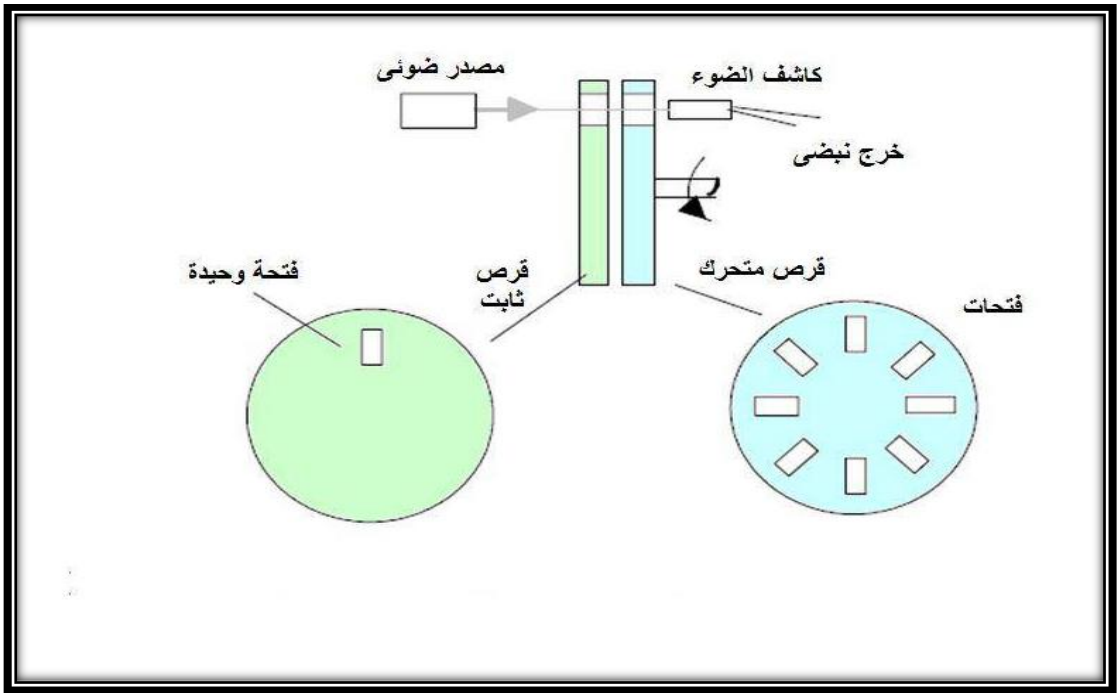
شكل (1.3) تركيب المشفر البصري

4.3 أنواع المشفر البصري:

يوجد نوعان من المشفرات البصرية هما: المشفر البصري المتزايد والمشفر البصري المطلق.

1.4.3 المشفر البصري المتزايد

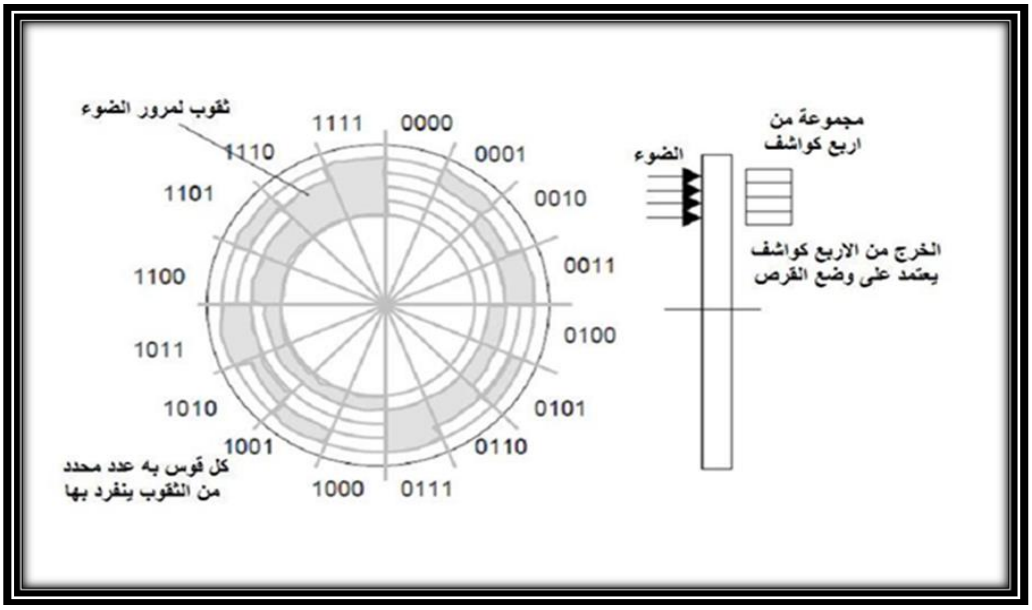
له إشارات خرج مكررة على مدي نطاق الدوران، ومن المهم أن نفهم أن كل موضع ميكانيكي ليس له وضع وحيد للتعريف، وعند تشغيل المشفر البصري التزايدي لا يتم تحديد موضع الوقوف للمشفر حيث لا توجد إشارة محددة لكل موضع، شكل (2.3) يبين المكونات الأساسية للمشفر البصري المتزايد.[7]



شكل (2.3) الشكل الأساسي للمشفر البصري المتزايد

2.4.3 المشفر البصري المطلق:

يتوظف بإخراج الإشارة من موقف المقابلة لزاوية دوران من التعليمات البرمجية، يتم قياس الموقف المطلق من نقطة البداية عن طريق بيانات رمز الناتج ويتم حفظ الموقف على رغم من قطع التيار الكهربائي شكل (3.3) يوضح تركيب المشفر البصري المطلق.[8]



شكل (3.3) تركيب المشفر البصري المطلق

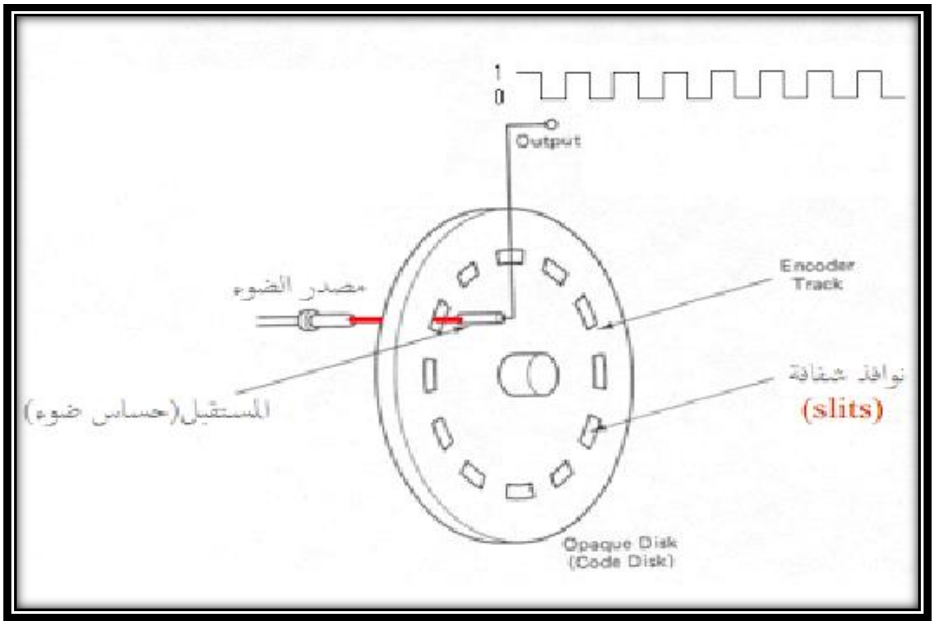
3.3 استخدامات المشفر البصري

يستخدم المشفر البصري في الأجهزة الحركية التي تعتمد على التغذية العكسية وكذلك أنظمة تحكم الدائرة المفتوحة ويمكن تلخيصها في النقاط التالية:

1. آلات التحكم الرقمي بالحاسوب (CNC).
2. سيور خطوط الإنتاج.
3. أغلب تطبيقات الرجل الآلي.
4. الطابعات بمختلف أنواعها، وبالأخص الطابعات ثلاثية الأبعاد.[8]

5.3 فكرة عمل المشفر البصري

يقوم المشفر البصري الرقمي بتحويل الحركة إلى سلسلة من النبضات الرقمية، مما يسمح بقياس الإزاحة النسبية لعمود الدوران، عندما يدور المحرك يدور الدراع الخاص بالمشفر البصري وبالتالي يدور القرص المقسم إلى أجزاء صغيرة فتقوم العدسة بدورها باستشعار الأجزاء لكل جزء من الثانية ثم تقوم بنقل هذه الاشارة إلى لوحة الأردوينو التي تقوم بتحويل هذه الإشارة إلى موجات، شكل (4.3) يوضح هذه العملية.[8]



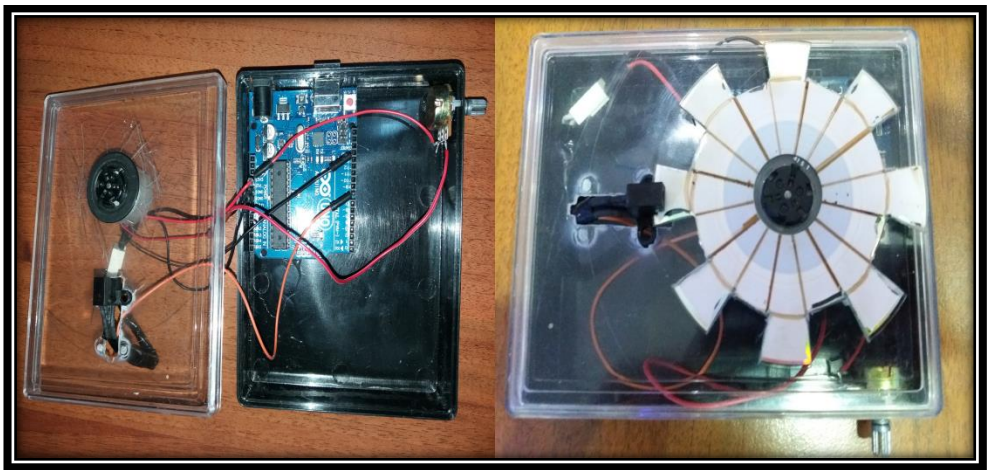
شكل (4.3) فكرة عمل المشفر البصري

6.3 لوحة التجارب المبدئية:

تم تصميم لوحة تجارب مبدئية لقياس سرعة محرك حيث تم استخدم لوحة الأردوينو أونو، المشفر البصري، محرك تيار مستمر لقياس سرعته، قرص مسنن، وكذلك مقاومة متغيرة للتحكم في سرعة المحرك، وفيما يلي نوضح الدائرة العملية للوحة التجارب المبدئية ومكوناتها.[7]

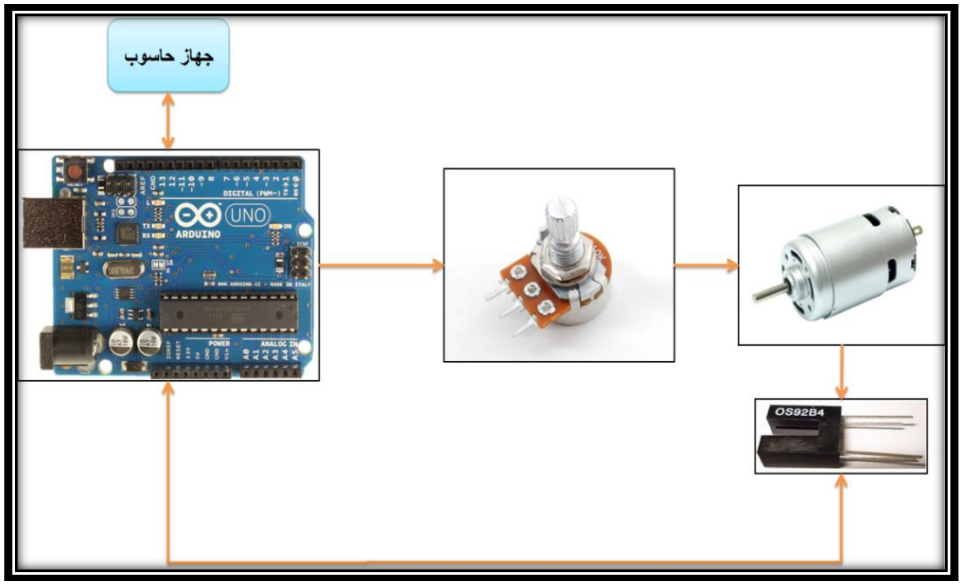
1.6.3 الدائرة العملية:

الشكل(5.3) يوضح لوحة التجارب المبدئية التي تم تصميمها كبداية للمشروع.



شكل(5.3) يوضح لوحة التجارب المبدئية

والشكل (6.3) مخطط كتلي يوضح فكرة عمل وكيفية توصيل أجزاء لوحة التجارب المبدئية مع بعضها.



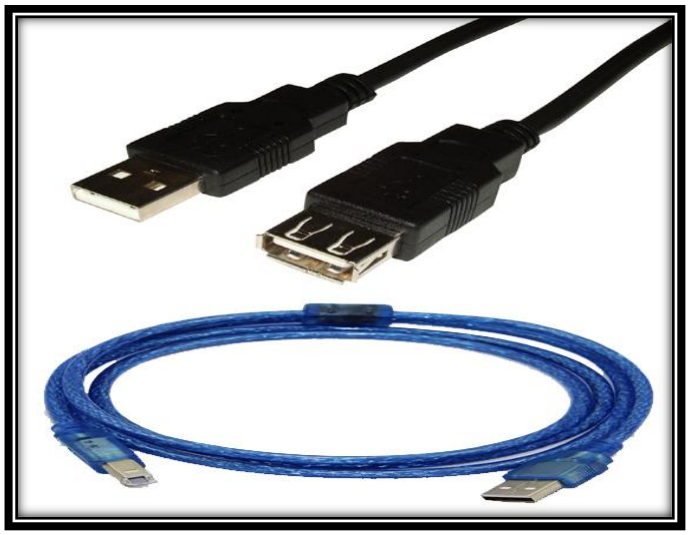
شكل(6.3) يوضح مخطط فكرة عمل لوحة التجارب الابتدائية

2.6.3 مكونات لوحة التجارب المبدئية:

تم استخدام لوحة (Arduino Uno) مع المكونات التالية:[7]

1. **وصلة (USB):**

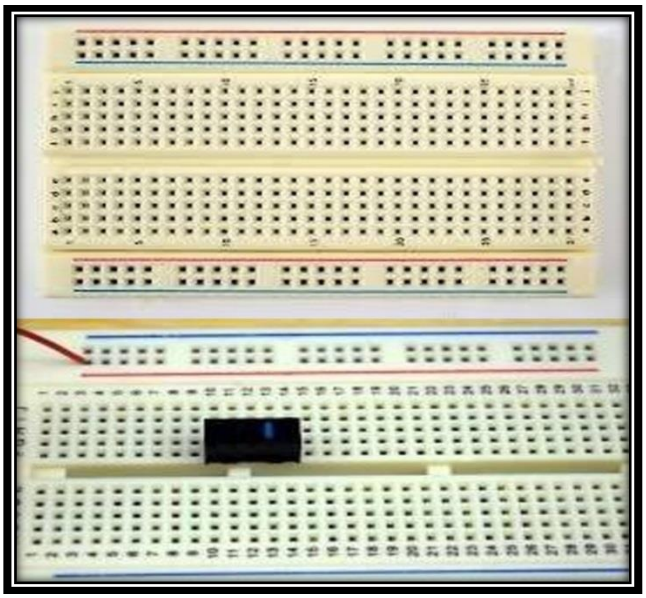
تستخدم لتوصيل لوحة الأردوينو بالحاسوب.



شكل (7.3) يوضح وصلة USB

2. **لوحة التجارب (Breadboard):**

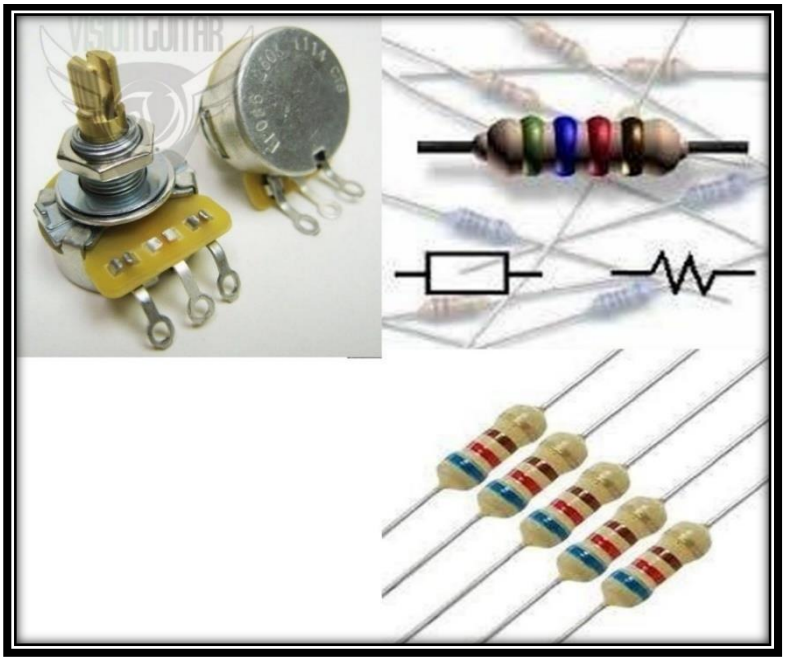
هي لوحة إلكترونية خاصة تستخدم لتركيب وفك المكونات الإلكترونية عليها بسهولة دون الحاجة إلى لحام.



شكل (8.3) يوضح لوحة التجارب

3. مقاومات (Resistors)

تم استعمال مقاومات للتحكم في التيار الكهربائي على مداخل ومخارج الأردوينو.



شكل (9.3) يوضح المقاومات

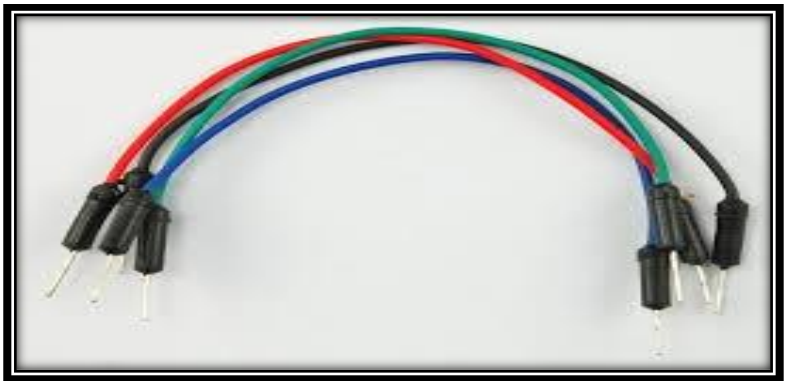
4. جهاز متعدد القياسات (Multi – Meter Device)

هو جهاز قياس كهربائي متعدد الاستخدامات ويستطيع قياس المقاومات وفرق الجهد وشدة التيار الكهربائي.

شكل (10.3) يوضح جهاز متعدد القياسات

5. **أسلاك توصيل (Wires)**

تستخدم في توصيل المكونات مع بعضها في لوحة التجارب (Breadboard).



شكل (11.3) يوضح أسلاك التوصيل

6. **محرك كهربائي (Motor)**

محرك (Dc) هو محرك كهربائي، يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، ويعمل فقط على أنظمة التيار المستمر، وتنقسم محركات التيار المستمر إلى صنفان مختلفان في التركيب، فالنوع الذي تم استخدامه هو محرك متماثل القطبين وهو أول اختراع يقوم بشغل فيزيائي بواسطة الحث الكهرومغناطيسي.

شكل (12.3) يوضح محركات التيار المستمر

ويتركب المحرك في أبسط صورة من عضو ثابت وعضو متحرك، العضو الثابت متكون من قطبين مغناطيسيين قطب شمالي وقطب جنوبي يفصل بينهما مسافة معينة، أما العضو الدوار فهو يقع بين القطبين للعضو الثابت ويتكون من ملف موصل ببطارية تمده بتيار مستمر، وبذلك سيتولد مجال مغناطيسي دائم نتيجة مرور خطوط الفيض المغناطيسي من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي علما بأن عزم الدوران يتناسب طرديا مع عدد هذه الخطوط المغناطيسية المارة في الملف، كما يتناسب مع شدة التيار في الملف.

الفصل الرابع

الجانب العملي

1.4 مقدمة:

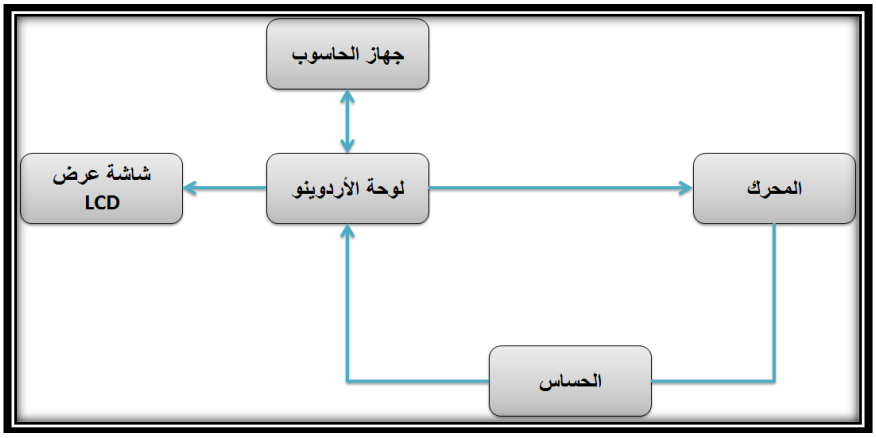
في هذا الجزء من المشروع قمنا بتقسيم الجانب العملي إلى عدة جوانب ويمكن تلخيصها في النقاط التالية:

- تصميم لوحة تجارب لقياس سرعات متعددة لمحرك كهربائي.
- تثبيت الجهاز المقترح للمشروع على آلة CNC الموجودة بالكلية وذات السرعات الدقيقة وذلك لمعايرة الجهاز المقترح لإمكانية الاستفادة منه.
- تثبيت الجهاز المقترح على آلة التفريز الموجودة بورشة الميكانيكا بالمعهد المتوسط والتي توجد بها مشكلة في السرعات، بعد ما تبين من إمكانية الجهاز المقترح للمشروع لتحديد السرعات تم وضع حل لهذه الآلة ووضع القراءات الصحيحة على لوحة التحكم بالسرعات.

2.4 الكيان المادي:

يتمثل الكيان المادي للمشروع في الآتي:

1. لوحة الأردوينو.
2. الآلة والمتمثلة في المحرك المراد قياس سرعته.
3. الحساس والمتمثل في (المشفر البصري).
4. جهاز حاسوب لعرض البيانات.
5. شاشة عرض لعرض سرعة المحرك.



شكل (1.4) يوضح الكيان المادي لمكونات الجهاز المقترح

3.4 النظام المقترح

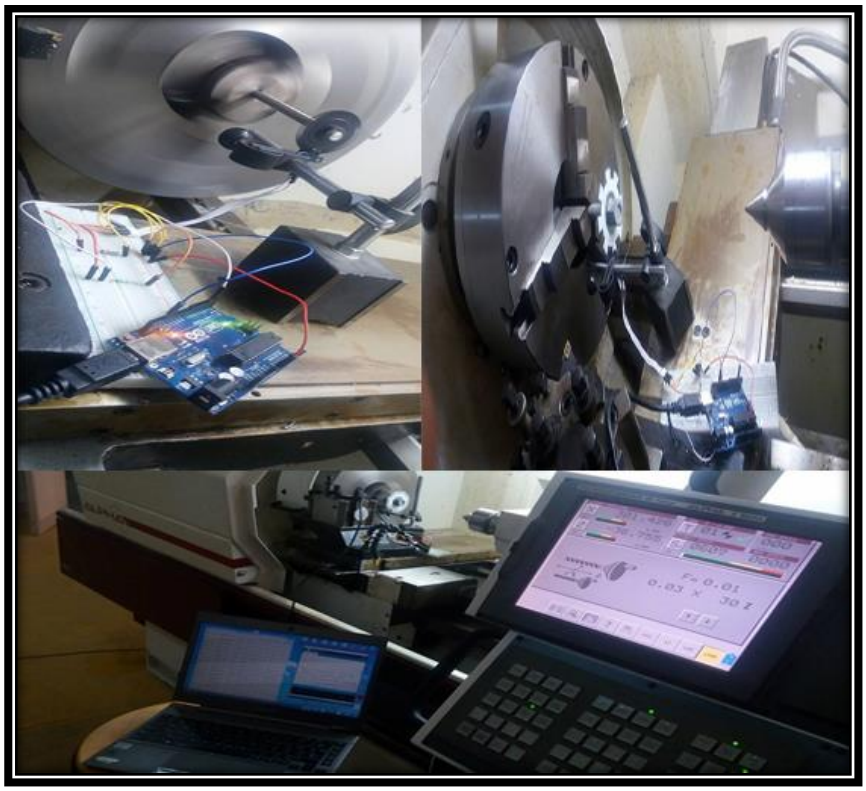
في هذا الجزء من المشروع سيتم اختبار وتطوير لوحة التجارب المصممة في الفصل السابق لقياس السرعات المتعددة لمحرك كهربائي، ففي الخطوة الأولى سوف نقوم بتثبيت الجهاز المقترح على آلة التحكم الرقمي الحاسوب CNC الموجودة بالكلية وذات السرعات الدقيقة وذلك لغرض معايرة الجهاز، وبعد الانتهاء من معايرة الجهاز سيتم استخدام الجهاز المقترح لحل مشكلة فعلية موجودة بإحدى الآت التفريز الموجودة بورشة الميكانيكا بالمعهد المتوسط.

يعتمد النظام المقترح في المشروع بشكل اساسي على لوحة الأردوينو وهي عبارة عن لوحة تطوير إلكترونية تتكون من دائرة إلكترونية مفتوحة المصدر مع متحكم دقيق على لوحة واحدة يتم برمجتها عن طريق الحاسوب وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية في مشاريع متعددة التخصصات أكثر سهولة، ويستخدم أردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة، مثل درجات الحرارة، السرعة، الموضع، ويمكن توصيل أردوينو ببرامج مختلفة على الحاسب الشخصي.

تعتمد أردوينو في برمجتها على لغة البرمجة مفتوحة المصدر أردوينو سي (Arduino C)، وتتميز اللغة البرمجية في لأردوينو أنها تشبه لغة (C, C++) وتعتبر من أسهل لغات البرمجة المستخدمة في كتابة برامج المتحكمات الدقيقة، الكود البرمجي في الملاحق يوضح برنامج قراءة المشفر البصري.

4.4 الدائرة العملية لعملية المعايرة

شكل (2.4) يوضح التجربة المعملية لعملية المعايرة.



شكل (2.4) يوضح الدائرة العملية.

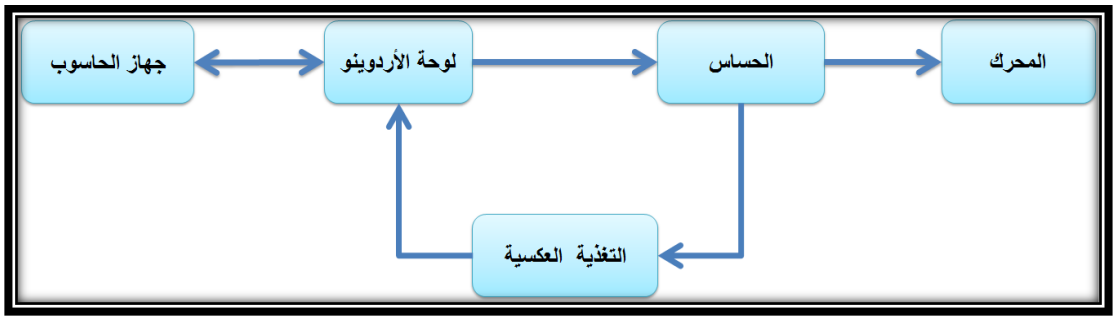
5.4 قياس السرعة:

تعرف السرعة بأنها "المسافة المقطوعة في وحدة الزمن "أو تعرف رياضيا" بمعدل تغير المسافة بالنسبة للزمن"، وبالتالي فإن وحدتها هي وحدات طول مقسومة على وحدات زمن (متر/ثانية).

وتعد سرعة دوران المحركات الكهربائية هامه في كثير من التطبيقات العملية للمنظومات البسيطة والمعقدة، في نظم التحكم التي تعتمد على ضبط الحركة، كما في حالات التحكم بحركة وصلات الروبوتات وسرعتها، والتحكم بالآلات الصناعية المختلفة كآلات القطع وآلات النسيج وآلات الحفر والتنقيب وغيرها.

وأبسط تطبيقاتها هي ما يستخدم في السيارات حيث تظهر السرعة على العداد لتساعد السائق على ضبط سرعته وفقا لما هو مسموح به في المنطقة المرورية التي تمر فيها السيارة،

أما في مجال التحكم بمستوى الماء في خزان يمكن اعتبار هذه الطريقة هامة وفعالة في قياس سرعة دوران محرك مضخة المياه.



شكل (3.4) يوضح مراحل قياس السرعة

6.4 معايرة الحساس

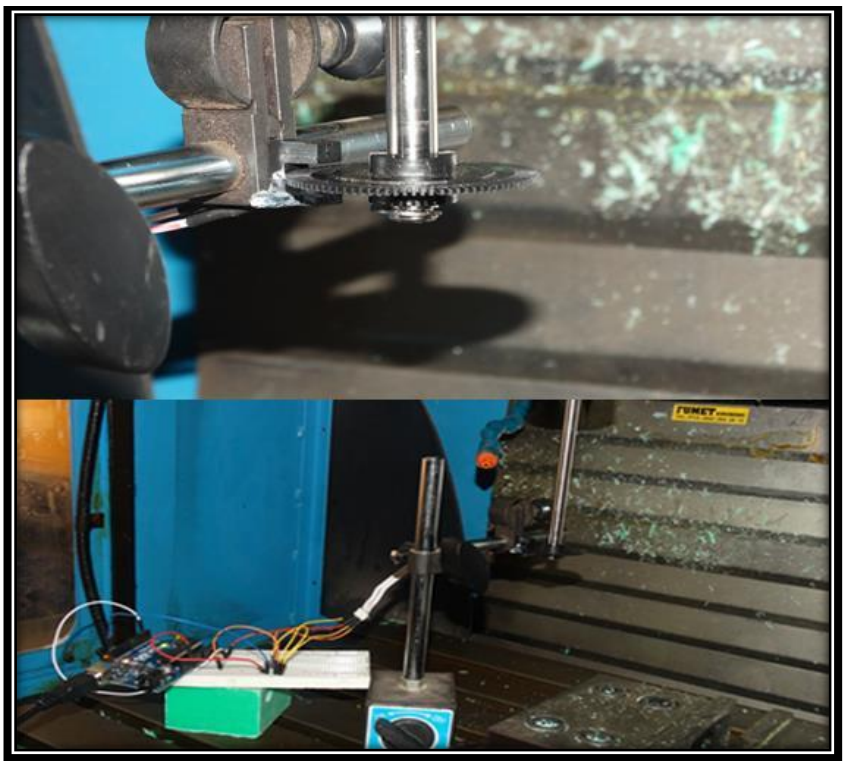
إن معايرة الحساس تحتوي على مجموعة من العمليات التي تسمح ببناء العلاقة بين قيم المقاس وبين قيم المقدار الكهربائي للخرج، سواء كانت هذه العلاقة جبرية أو بيانية، وذلك بعد أخذ كافة المتحولات التي من الممكن أن تؤثر على استجابة الحساس بعين الاعتبار.

هذه المتحولات الإضافية يمكن أن تكون:

- مقادير فيزيائية يمكن أن تؤثر في الحساس: جهة وسرعة تحويل المقاس.
- مقادير فيزيائية مستقلة عن المقاس يخضع لها الحساس أثناء استخدامه، ويمكن لهذه المقادير أن تعدل استجابة الحساس مثل المقادير المرتبطة بتأثير الوسط المحيط: كدرجة الحرارة، الرطوبة، أو المقادير المرتبطة بالتغذية: الطويلة، تواتر الجهود الكهربائية اللازمة لعمل الحساس.

ولقد تم معايرة الجهاز المقترح للمشروع والذي يتمثل في حساس المشفر البصري والذي يقوم بدوره بإرسال سلسلة من النبضات المتحصل عليها من القرص المسنن الذي يقطع الإشارة بين طرفي حساس المشفر البصري إلى لوحة الأردوينو بحيث يتم معالجة هذه النبضات وعرضها على جهاز الحاسوب المتصل بلوحة الأردوينو، حيث تم تثبيت القرص المسنن على رأس مثقاب آلة CNC ليدور بين طرفي حساس المشفر البصري كما موضح بالشكل (4.4).

وذلك لقياس السرعة الدورانية لآلة CNC والتي تظهر على شاشة الآلة، حيث تم اختيار عدة سرعات مختلفة ومقارنتها مع قراءة السرعات الظاهرة على جهاز الحاسوب المتصل مع الجهاز المقترح وتدوين هذه القراءات بالتوازي كما موضحة بالجدول (1.4).

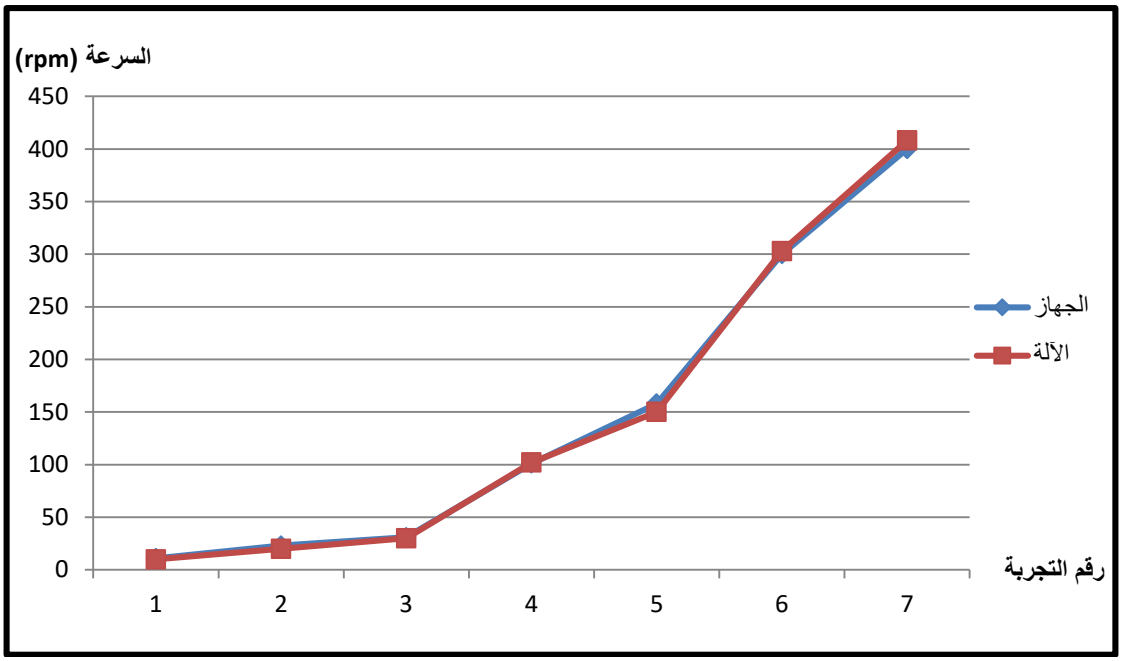


شكل (4.4) يوضح تثبيت القرص المسنن على رأس مثقاب آلة CNC

جدول (1.4) يوضح قياس السرعات لآلة CNC والجهاز المقترح

رقم التجربة	1	2	3	4	5	6	7
الآلة (rpm)	10	20	30	102	150	303	408
الجهاز(rpm)	11	23	31	101	158	300	400
الخطأ (rpm)	1	3	1	1	8	3	8

ومن خلال القراءات التي تم أخذها بين آلة CNC والجهاز المقترح والمدونة بالجدول (1.4) تم تمثيل هذه القراءات في رسم بياني والمبين بالشكل (5.4) ومن خلاله نلاحظ أن العلاقة التي تم الحصول عليها بين القراءتين يوجد بها نسبة خطأ ضئيلة جداً، وبهذا تم الاعتماد على الجهاز المقترح في قياس السرعة.



شكل (5.4) يوضح سرعات بين آلة CNC والجهاز المقترح

7.4 تطبيقات استخدام الحساس (حالة دراسية)

في هذا الجزء تم استخدام المشفر البصري والنظام المقترح في تعديل وتصحيح سرعات آلة التفريز الموجودة بورشة المعهد المتوسط وذلك بعد عرض المشكلة من قبل رئيس قسم الهندسة الميكانيكية بالمعهد المتوسط، والشكل (6.4) يوضح الشكل العام لآلة التفريز، والشكل (7.4) يوضح عمود تغيير السرعات، حيث كانت مشكلة هذه الآلة هو عدم تطابق سرعات الآلة مع لوحة تغيير السرعات الموجودة بالآلة، الأمر الذي يجعل عملية التصنيع على هذه الآلة غير دقيق وصعب في أغلب الأحيان.

شكل (6.4) يوضح الشكل العام لآلة التفريز

شكل (7.4) يوضح عمود تغيير السرعات

بعد تجهيز التجربة والذي تضمن تركيب الحساس في المكان المناسب وكذلك توصيل جهاز الحاسوب كما بالشكل (8.4)، تم أخذ القراءات على الآلة في السرعتين البطيئة والسريعة وتدوينها، والجدول (2.4) يوضح هذه القراءات.

شكل (8.4) يوضح توصيل الجهاز المقترح بالحاسوب على آلة التفريز

جدول (2.4) يوضح قراءات السرعات البطيئة

قراءة الآلة	56	71	90	112	140	180	224	280
قراءة الجهاز	140	180	224	280	56	71	90	112

وبعد التعرف على قراءات السرعات البطيئة تم أخذ قراءات السرعات العالية، والجدول (3.4) يوضح هذه القراءات.

جدول (3.4) يوضح قراءات السرعات العالية

قراءة الآلة	355	450	560	710	900	1120	1400	1800
قراءة الجهاز	900	1120	1400	1800	355	450	560	710

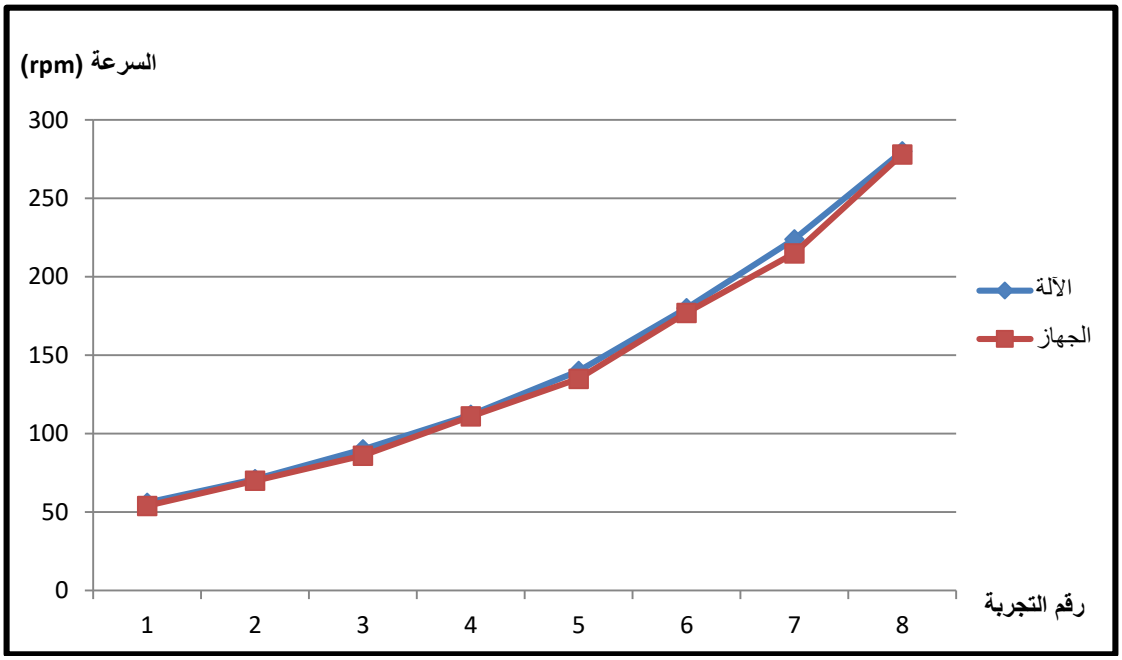
1.7.4 طريقة حل مشكلة آلة التفريز

من خلال دراسة هذه المشكلة والمقارنة بين القراءات التي تم أخذها سابقاً تم التعرف على سبب المشكلة والتي تتمثل في عدم موالفة التروس مع سرعات الآلة.

جدول (4.4) يوضح قياس السرعات البطيئة التي تم قراءتها عن طريق الجهاز بالشكل الصحيح ومقدار الفرق بين السرعتين

رقم التجربة	1	2	3	4	5	6	7	8
الآلة	56	71	90	112	140	180	224	280
الجهاز	54	70	86	111	135	177	215	278
الخطأ	2	1	4	1	5	3	9	2

ومن خلال القراءات التي تم أخذها عند السرعة البطيئة بين الآلة والجهاز والمدونة بالجدول (4.4) تم تمثيل هذه القراءات في رسم بياني والمبين بالشكل (9.4) ومن خلاله نلاحظ أن العلاقة التي تم الحصول عليها بين القراءتين شبه خطية ونسبة الخطأ بها ضئيلة جدا وتساوي (2.3%).

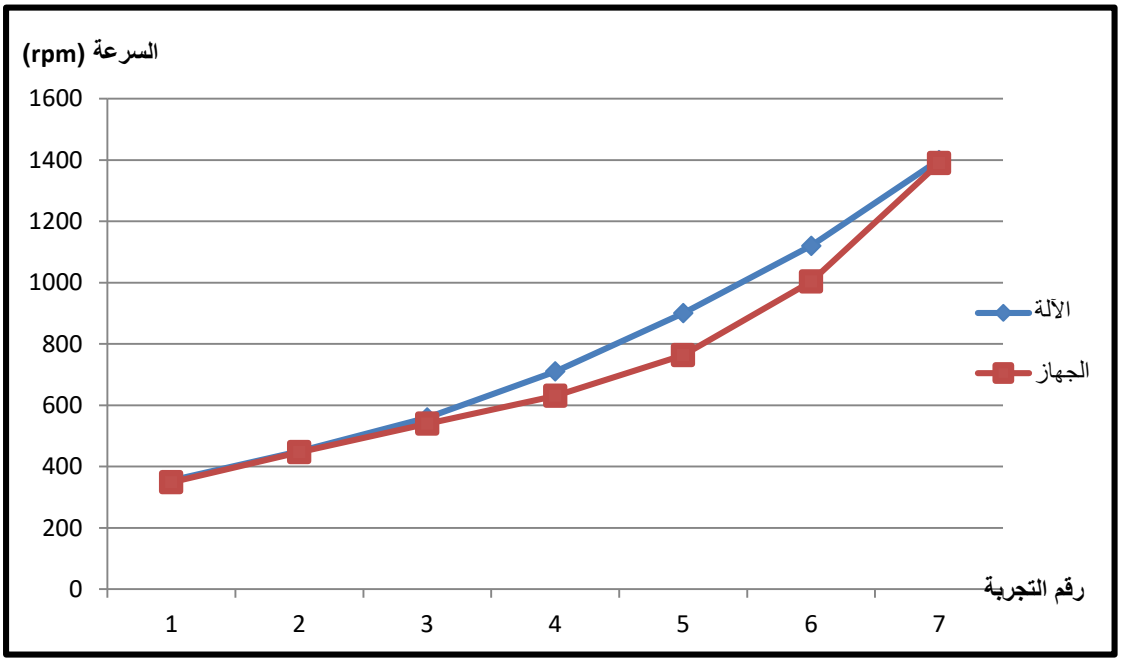


شكل (9.4) يوضح مقارنة بين قراءة الآلة وقراءة الجهاز عند السرعة البطيئة

جدول (5.4) يوضح قياس السرعات العالية التي تم قراءتها عن طريق الجهاز بالشكل الصحيح ومقدار الفرق بين السرعتين

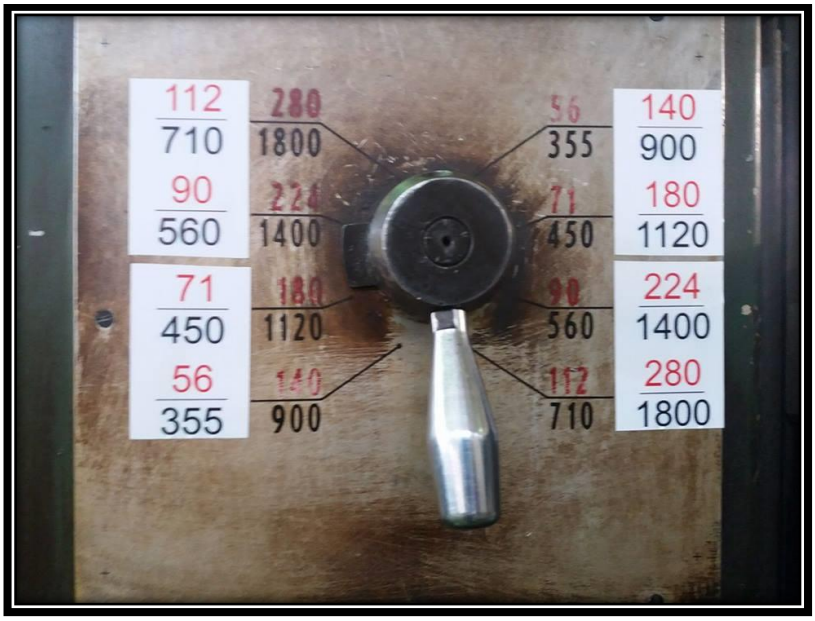
رقم التجربة	1	2	3	4	5	6	7
الآلة (rpm)	355	450	560	710	900	1120	1400
الجهاز (rpm)	349	447	540	630	763	1003	1390
الخطأ (rpm)	6	3	20	80	137	117	10

من خلال القراءات التي تم أخذها عند السرعة العالية بين الآلة والجهاز والمدونة بالجدول (5.4) تم تمثيل هذه القراءات في رسم بياني والمبين بالشكل (10.4) ومن خلاله نلاحظ أن العلاقة التي تم الحصول عليها بين القراءتين شبه خطية ويوجد بها نسبة خطأ وتساوي (6.78%).



شكل (10.4) يوضح مقارنة بين قراءة الآلة وقراءة الجهاز عند السرعة العالية

ونظرا لصعوبة ضبط هذه التروس تم وضع حل لهذه المشكلة من خلال تصحيح سرعات الآلة مقارنة بالسرعات التي تم قراءتها من الجهاز المقترح، وذلك بتغير السرعات الموجودة على لوحة التحكم بما يطابق السرعات الحقيقية لصندوق التروس ومحرك الآلة، والشكل (11.4) يوضح لوحة التحكم بعد إجراء الحل المقترح.



شكل (11.4) يوضح لوحة التحكم بعد إجراء الحل المقترح

8.4 لوحة التجارب النهائية

تم تطوير لوحة التجارب المبدئية وإظهارها بالشكل النهائي وبعد إجراء عدة إضافات عليها حيث تم التصميم مجسم خشبي بحجم مناسب لكي يسهل لطلبة بالمعمل التعامل معها بكل سهولة.

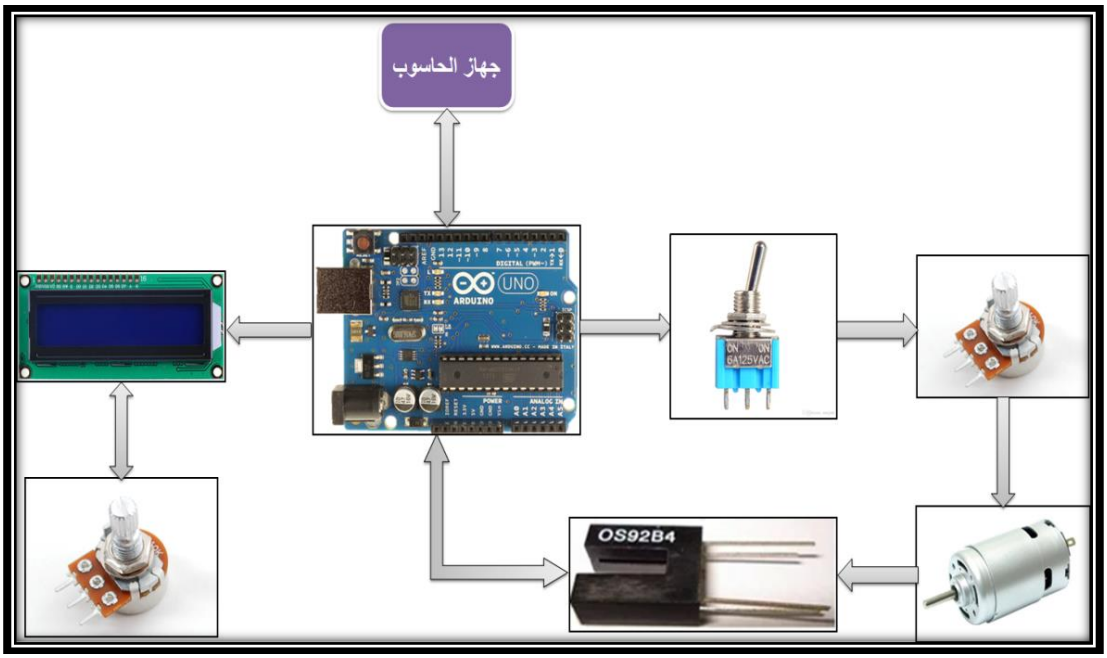
وتم إضافة شاشة (LCD) لعرض سرعة المحرك وتثبيت مقاومة متغيرة بجانب الشاشة، وذلك للتحكم في إضاءتها، كما تم إضافة مفتاح اختيار للتغير بين السرعات (البطيئة والعالية) لتوضح للطلبة الفرق بين السرعات البطيئة والسرعات العالية ودرجة الاختلاف بينهما، وقد تم إضافة مقاومة متغيرة لتوضيح العلاقة بين زيادة الجهد وسرعة المحرك، إرفاق عدد من الأقراص المسننة بعدد أسنان مختلفة للسرعات البطيئة والعالية ، لتبين مدى دقة الحساس وكذلك تم إرفاق كتيب مع النموذج ليتم استخدامه من قبل الطالب في تنفيذ التجارب.

1.8.4 الدائرة العملية

الشكل(12.4) يوضح لوحة التجارب في شكلها النهائي مع عدد من الأقراص المسننة بعدد أسنان مختلفة.

شكل(12.4) يوضح لوحة التجارب النهائية

الشكل(13.4) مخطط كتلي يوضح فكرة العمل وكيفية توصيل أجزاء لوحة التجارب النهائية مع بعضها.



شكل(13.4) يوضح مخطط فكرة عمل لوحة التجارب النهائية

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

1.6 الاستنتاجات

بحمد الله وعونه وتوفيقه تم إنجاز هذا المشروع والذي كان في مجال من مجالات الحياة التي تخدم القطاع الصناعي في ليبيا بشكل عام والطلاب داخل الكلية بشكل خاص عن طريق تقديم لوحة تجارب نستطيع من خلالها تنفيذ العديد من التجارب المعملية في تخصص التحكم، وصل هذا البحث إلى العديد من الاستنتاجات كالتالي:

1. قدرة الجهاز المقترح في تحديد السرعات ووضع الحلول المناسبة للآلات الصناعية التقليدية والتي تعتبر بمثابة الخطوة الأولى في طريق الأتمتة الصناعية.
2. تم وضع حل لمشكلة آلة التفريز (الحالة الدراسية) من خلال تصحيح سرعات الآلة مقارنة بالسرعات التي تم قراءتها من الجهاز المقترح وذلك بتغير السرعات الموجودة على لوحة التحكم بما يطابق السرعات الحقيقية لصندوق التروس ومحرك الآلة.
3. فهم دوائر وأجهزة التغذية العكسية لآلات التحكم الرقمي بالحاسوب CNC.
4. فهم عملية أتمتة خطوط الإنتاج والمنظومات الصناعية.
5. الربط بين الدراسة النظرية والواقع العملي.
6. سيساهم المشروع، بالإضافة إلى تطوير لوحة تجارب في مجال التحكم، في إثراء المحتوى العربي العلمي، ونقل المعرفة باللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية.
7. وفي الختام نرجو من الله تعالى أن نكون قد وفقنا في هذا المشروع ليساهم في دفع المسيرة التعليمية في ليبيا وأن تكون التقنيات المستخدمة قد أسهمت في تطوير المنظومة التعليمية.

2.6 التوصيات

يمكن تلخيص التوصيات في النقاط التالية:

1. تطبيق احدى نظريات التحكم للحصول على أفضل النتائج للتحكم في سرعة المحرك بشكل أدق.
2. تحويل دائرة التحكم من تحكم مفتوح إلى تحكم مغلق.
3. تصميم دائرة تحكم قابلة للبرمجة بدقة وكفاءة عالية.
4. تطوير لوحة التجارب بحيث يمكن الاستفادة منها في عمليات قياس الموضع.

المراجع

1. Lamb, Frank, "Industrial Automation", Handson, 2013.
2. التهامي، عمر أحمد، (1424هـ)، ميكانيكا إنتاج، ورشة التحكم الرقمي بالحاسب.
3. سعد، باسل محمد ، النعمة، ضياء الدين علي، المكائن الكهربائية (الآلات التيار المتردد)، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1989م.
4. http://www.tvtc.gov.sa.
5. موسى، حسان، عبداللطيف، لؤي، (1999)، الحساسات (1)، الأسس النظرية والتكنولوجية والاستثمار الصناعي، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع.
6. بليد، وليد، (2012)، الجلسات العلمية لمادة المعالجات والمتحكمات الصغرة، جامعة حلب الجلسة الأولى.
7. عبدالله، عبدالله علي، الأردينو ببساطة.
8. فرحات، أحمد، الحساسات: المشفر البصري الرقمي (Digital Optical)، مكتبة فرحات.

الملاحق

صور توضح الكود البرمجي المستخدم

```
#include <TimerOne.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 6 , 5, 4, 3);
unsigned int counter = 0;
int power5 = 7;  // L9110 B-1A
int power3 = 9;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  delay(2000);
  pinMode(power5, OUTPUT);
    pinMode(power3, OUTPUT);
  digitalWrite(power5,HIGH);
```

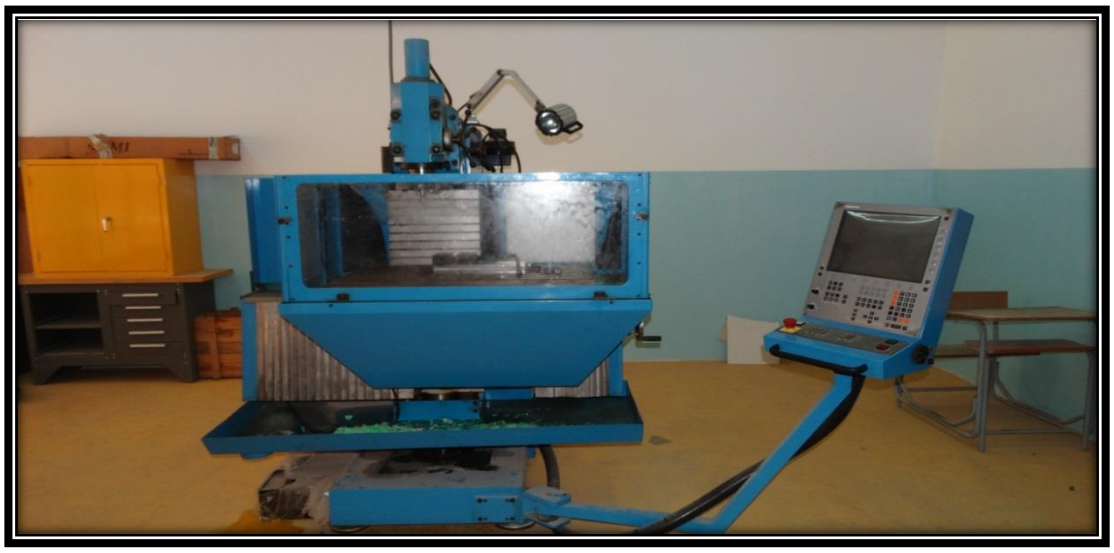
```
  digitalWrite(power3, 95);
  Timer1.initialize(1000000);
  // set timer for 1sec
  attachInterrupt(0, docount, RISING);
//increase counter when speed sensor pin goes High
  Timer1.attachInterrupt( timerIsr );
  // enable the timer
}
void loop()
{
if(counter==0)
{
    lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Motor Speed:    ");
 lcd.setCursor(0, 2);
 lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(9, 2);
  lcd.print(" RPM   ");
}
}
void docount()
// counts from the speed sensor
{
 counter++;  // increase +1 the زيادة
}
void timerIsr()
{
   Timer1.detachInterrupt();
   //stop the timer
```

```
44    lcd.setCursor(0, 0);
45   lcd.print("Motor Speed:");
46   Serial.print("Motor Speed:");
47   int rotation = ((counter / 15) * 60);
48   // divide by number of holes in Disc
49  lcd.setCursor(4, 2);
50  lcd.print(rotation, DEC);
51   Serial.print(rotation, DEC);
52   lcd.setCursor(9, 2);
53   lcd.print(" RPM");
54   Serial.println(" Rotation per seconds");
55   counter = 0; //  reset counter to zero
56   Timer1.attachInterrupt( timerIsr );
57   //enable the timer
58 }
```

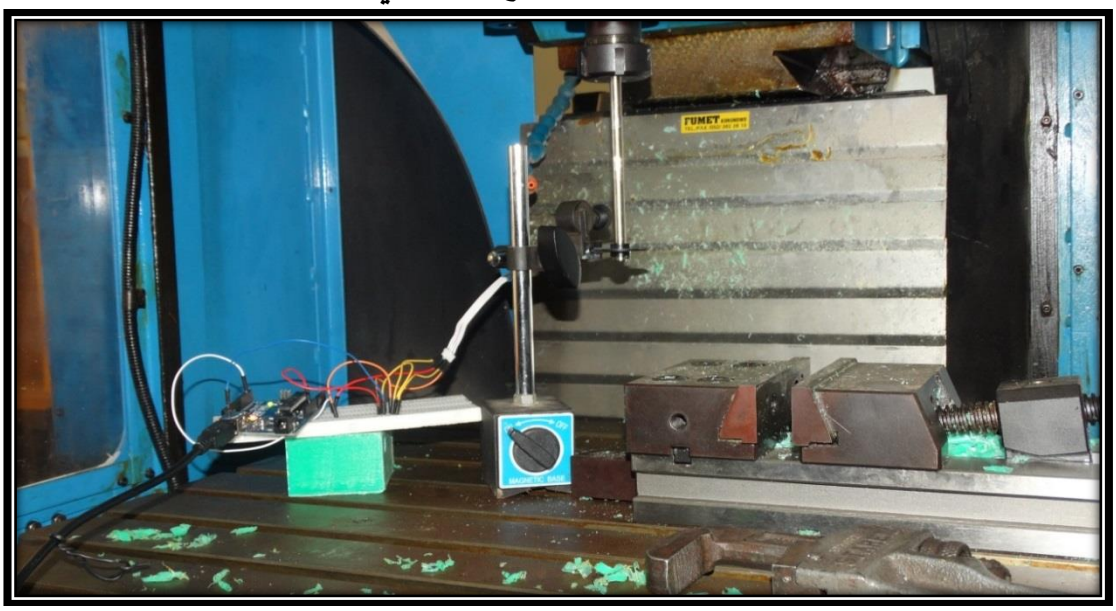
صور توضح الشكل العام لآلة CNC الموجودة بورش المعهد المتوسط

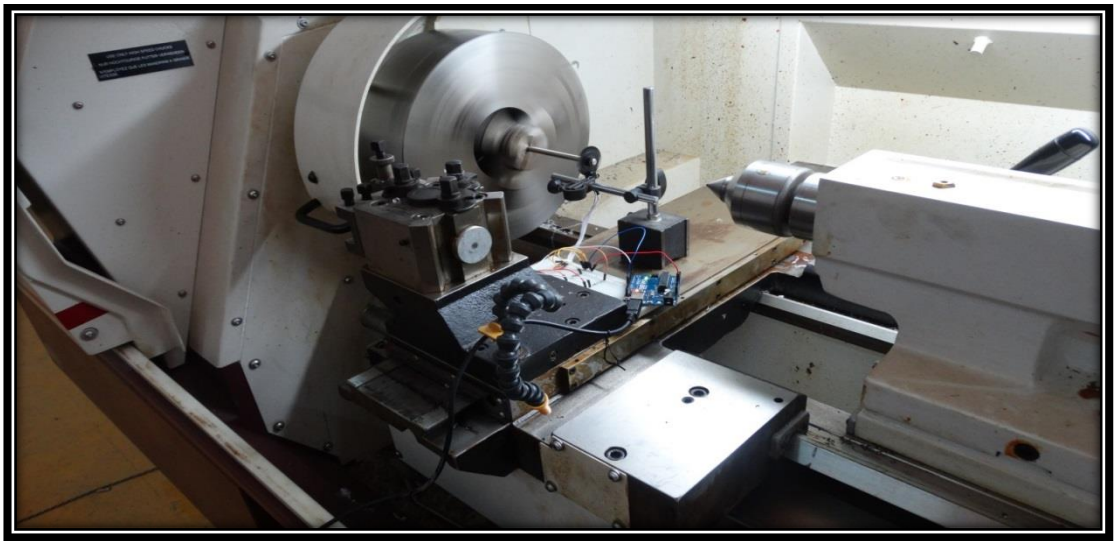
صورة توضح لوحة التحكم لآلة CNC

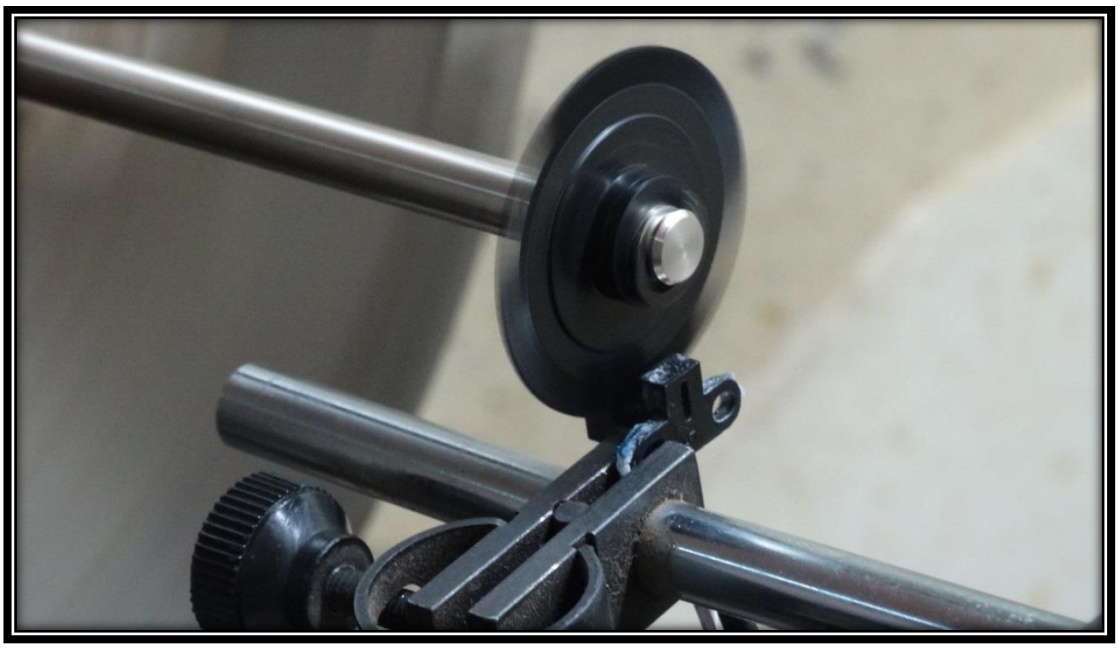
صورة توضح الشكل العام لآلة CNC أخرى الموجودة بورش المعهد المتوسط

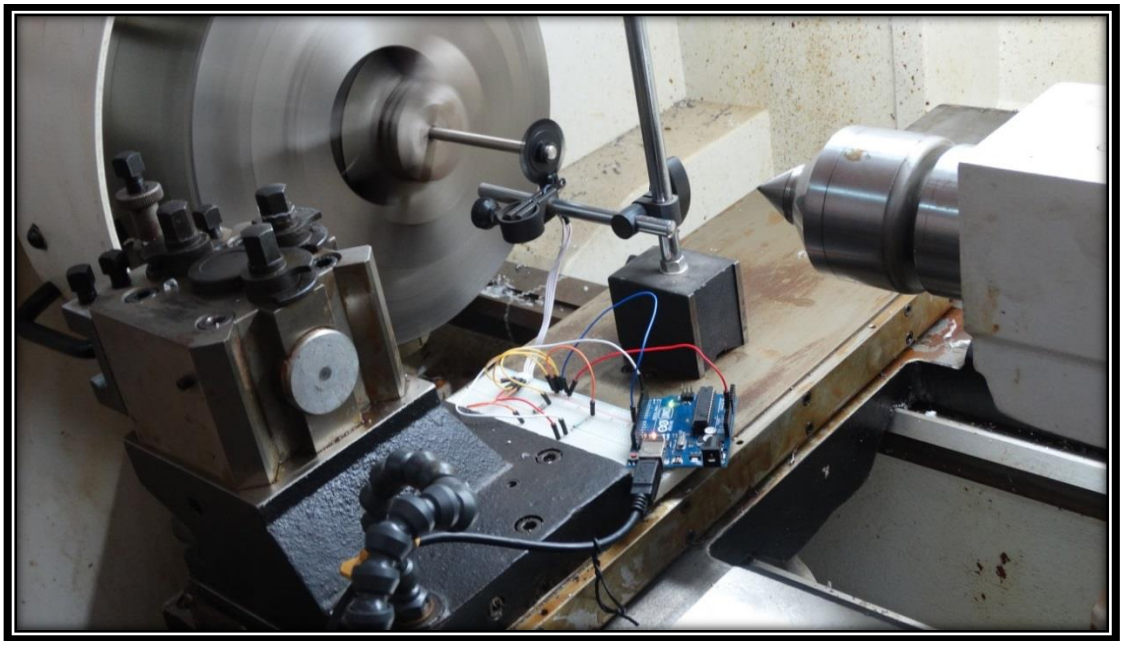


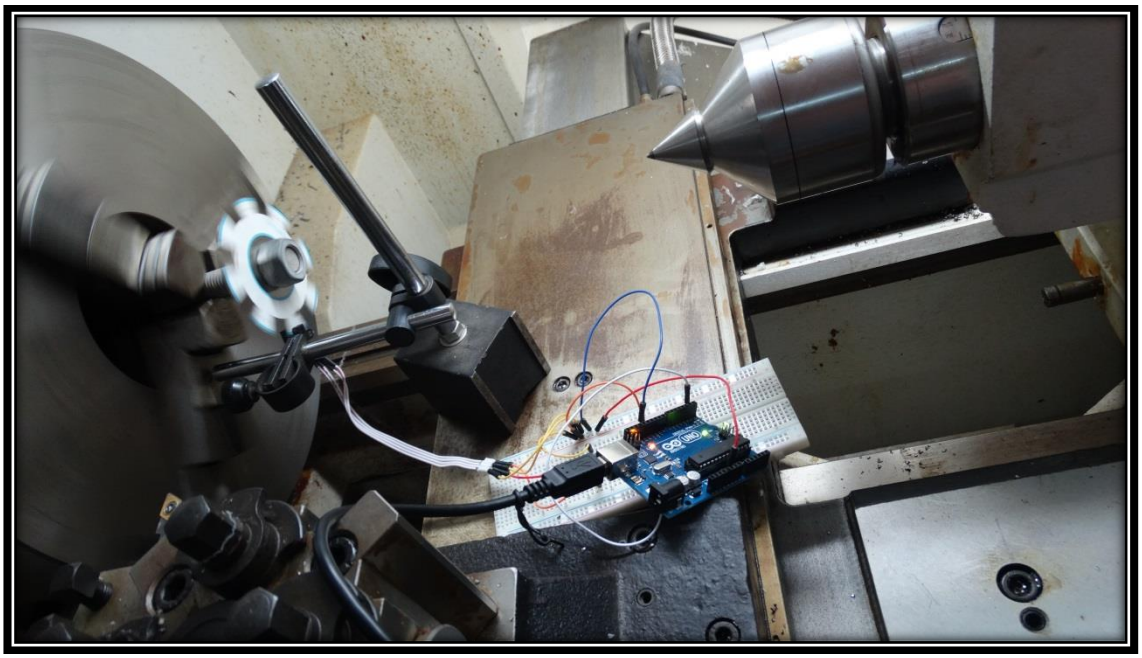
صور لمعايرة الجهاز المقترح على آلتي CNC

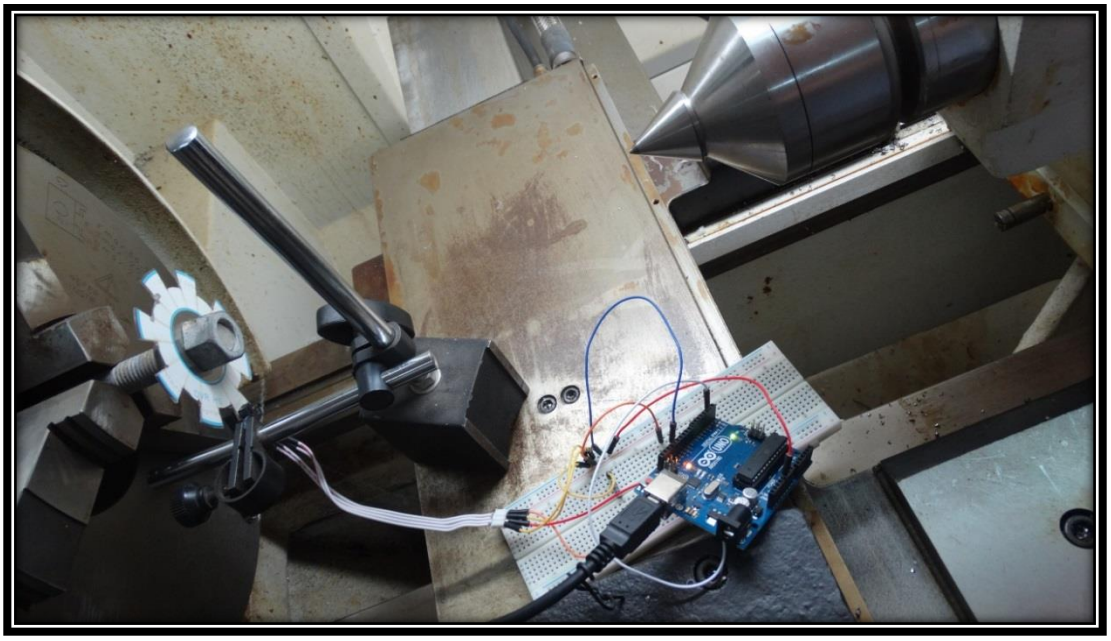












صورة توضح كيفية تركيب المشفر البصري والقرص المسنن على آلة التفريز

صورة توضح الشكل العام لآلة التفريز الموجودة بورش المعهد المتوسط

View publication stats