جامعة النجاح الوطنية

كلية الهندسة وتكنولوجيا المعلومات

قسم هندسة الحاسب الآلي

ماكينة القهوة الذكية

من إعداد:

إيمان خالد

هديل جمعة

يشرف عليها:

د. هنال أبو زنط

مقدم في استكمال جزئي لمتطلبات درجة بكالوريوس هندسة الحاسب الآلي.

24 كانون الثاني/يناير 2024

شكر وتقدير

نودّ أن نعرب عن خالص امتناننا للدكتور هناء أبو زنات، المشرف علينا، لتكريس وقته الثمين وجهده القيمّ لمشروعنا ولتزويدنا بتوجيهات لا تقدر بثمن. كما نود أن نعرب عن تقديرنا العميق لعائلاتنا وأصدقائنا وكل من ساندنا طوال هذه الرحلة.

إخلاء المسؤولية

قامت بتأليف هذا التقرير هديل جمعة وإيمان خالد، وهما طالبتان في قسم هندسة الحاسوب بكلية الهندسة في جامعة النجاح الوطنية. وقد خضع التقرير لتغييرات طفيفة، اقتصرت على التصحيحات التحريرية، وقد يحتوي على أخطاء في اللغة والمحتوى. إن الآراء الواردة في التقرير، إلى جانب أي استنتاجات وتوصيات، هي آراء الطلاب فقط. لا تتحمل جامعة النجاح الوطنية أي مسؤولية أو التزام عن أي عواقب تنشأ عن استخدام هذا التقرير لأغراض أخرى غير الغرض المقصود منه.

المحتويات

1 مقدمة.....8

1.1 الخلفية العامة..... 8

1.2 الأهداف..... 8

1.3 نطاق العمل..... 8

1.4 الأهمية.....9

1.5 تنظيم التقرير..... 9

2 القيود والدورات الدراسية السابقة..... 10

2.1 القيود والقيود..... 10

2.2 المعايير والمدونات..... 10

2.3 الدورات السابقة..... 11

2.3.1 دورة الشبكات.....11

2.3.2 الدوائر الإلكترونية.....11

2.3.3 ميكروكونترولر.....11

2.3.4 دورة التفكير النقدي.....11

3 مراجعة الأدبيات..... 12

4 المنهجية..... 13

4.1 مكونات الأجهزة..... 13

4.1.1 أردوينو ميجا 2560.....13

4.1.2 J-5718HB2401 J-5718HB2401 محرك متدرج وسائق A4988.....14

4.1.3 محرك DC و H-Bridge..... 15

4.1.4 جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية.....16

4.1.5 مستشعر درجة حرارة الماء.....16

4.1.6 مستشعر مفتاح الحد.....17

4.1.7 مستشعر تأثير القاعة.....17

4.1.8 مزود الطاقة.....18

4.1.9 بنك طاقة أردوينو..... 18

4.1.10 شاشة LCD و I2C.....19

4.1.11 تحديد الهوية بموجات الراديو اللاسلكية..... 19

4.1.12 لوحة المفاتيح.....20

4.1.13 قاعدة الكبسولة..... 20

4.1.14 ماكينة تحضير قهوة الإسبريسو.....21

4.1.15 حامل أكواب ثابت.....21

4.1.16 حامل أكواب متحرك..... 22

4.1.17 قمع..... 22

4.1.18 وحدة الترحيل 6 قنوات..... 23

4.1.19 المضخات والأنابيب 23
4.1.20 الصمام..... 23
4.1.21 سخان..... 24
4.1.22 الأسلاك. 24
4.1.23 مكونات الحزام الناقل..... 25
4.2 تنفيذ البرمجيات..... 26
4.3 تنفيذ الأجهزة..... 27
4.3.1 وحدة المدخلات والمخرجات..... 27
4.3.2 وحدة التدفئة..... 28
4.3.3 وحدة تحضير القهوة..... 28
4.3.4 وحدة التحكم..... 28
5 النتائج والمناقشة..... 29
6 العمل المستقبلي..... 30
7 الاستنتاجات والتوصيات..... 31
7.1 الملخص..... 31
7.2 التوصيات..... 31
7.3 ما تعلمناه..... 31

قائمة الأشكال

الشكل 1: أردوينو ميجا 2560 13
الشكل 2: J-5718HB2401 محرك متدرج J-5718HB2401..... 14
الشكل 3: برنامج تشغيل المحرك السائر A988 14
الشكل 4: محرك التيار المستمر - نافذة السيارة..... 15
الشكل 5: الجسر H-Bridge 15
الشكل 6: مستشعر الموجات فوق الصوتية.....16
الشكل 7: مستشعر درجة حرارة الماء 16
الشكل 8: مستشعر مفتاح الحد.....17
الشكل 9: مستشعر تأثير القاعة 17
الشكل 10: مصدر الطاقة..... 18
الشكل 11:بنك الطاقة اردوينو 18
الشكل 12: شاشة LCD 20*4 و I2C.....19
الشكل 13: تحديد الهوية بموجات الراديو اللاسلكية 19
الشكل 14: لوحة المفاتيح.....20
الشكل 15: قاعدة الكبسولة..... 20
الشكل 16: ماكينة تحضير قهوة الإسبريسو 21
الشكل 17: حامل الأكواب الثابت 21
الشكل 18: حامل الأكواب المتحرك.....22
الشكل 19: قمع.....22
الشكل 20: وحدة الترحيل 6 قنوات 23
الشكل 21: المضخات والأنابيب..... 23
الشكل 22: الصمام..... 23
الشكل 23: السخان..... 24
الشكل 24: السلك..... 24
الشكل 25: مكونات الحزام الناقل.....25

الخلاصة

نحن بصدد تنفيذ مشروع لتطوير ماكينة قهوة ذكية باستخدام كبسولات القهوة مصممة لتزويد عشاق القهوة بتجربة قهوة سلسة، بغض النظر عن مدى إلمامهم بتعقيدات تحضير القهوة. تمكّن هذه الماكينة المبتكرة المستخدمين من تخصيص خياراتهم من القهوة دون عناء، بما في ذلك نوع القهوة والكمية المطلوبة والتفضيلات الإضافية.

يشمل هذا المشروع مكونات محورية، بما في ذلك تطبيق الهاتف المحمول وإمكانيات الطلب عن بعُد، بالإضافة إلى وظيفة الدفع بالبطاقات. وهو يدمج وحدات إدخال متخصصة داخل الجهاز. وعلاوةً على ذلك، فإنه يعمل على أتمتة عملية إعداد القهوة، مما يلغي الحاجة إلى مشاركة المستخدم على نطاق واسع. بالإضافة إلى ذلك، فهو ينظم درجة حرارة المياه بدقة لضمان تقديم قهوة عالية الجودة بشكل متسق. في النهاية، يطمح هذا المشروع إلى تزويد عشاق القهوة بتجربة قهوة سلسة وسهلة الاستخدام.

باختصار، يعمل الجهاز على النحو التالي: في البداية، يتميز الجهاز بوحدة إدخال تطالب المستخدمين بإدخال المعلومات المتعلقة بتفضيلاتهم للقهوة. ويشمل ذلك الاختيار من بين كبسولات قهوة متنوعة بنكهات مختلفة، وتحديد الكمية المطلوبة، والإشارة إلى أي تفضيلات إضافية. بعد ذلك، يدير الجهاز تلقائياً عملية تحضير القهوة. يبدأ باختيار كبسولة القهوة المناسبة ووضعها في الفتحة المخصصة لها. ثم يقوم الجهاز بتسخين الماء إلى درجة حرارة دقيقة ويدير تدفق الماء الساخن عبر الكبسولات لاستخراج مشروب القهوة. بمجرد اكتمال تحضير القهوة، يتم توزيعها من خلال وحدة إخراج للتقديم.

ما يميز مشروعنا عن العديد من آلات تحضير القهوة في السوق هو تركيزه على سهولة الاستخدام والراحة والأتمتة. وعلاوة على ذلك، فإنه يعتمد على كبسولات القهوة، مما يقلل من حاجة المستخدمين إلى طحن حبوب القهوة ويضمن الحصول على قهوة عالية الجودة باستمرار بسبب طريقة حفظ الكبسولات. بالإضافة إلى ذلك، يقدم نظامنا نكهات مختلفة من خلال مجموعة متنوعة من كبسولات القهوة.

1 مقدمة

1.1 الخلفية العامة

ماكينة تحضير القهوة الذكية هي نسخة متطورة من آلات تحضير القهوة التي تستخدم كبسولات منكهة لتحضير القهوة. تعمل هذه الآلة على أتمتة عملية التحضير بالكامل، مما يلغي حاجة الشخص الذي يقوم بتحضير القهوة إلى خبرة في عملية التحضير. تقدم هذه الآلة مجموعة كبيرة من النكهات والخيارات المتنوعة بهدف توفير السهولة والراحة للمستخدمين.

1.2 الأهداف

الهدف من ماكينة تحضير القهوة الذكية هو أتمتة عملية تحضير القهوة باستخدام الكبسولات. تمُكنّ هذه الآلة المستخدمين من طلب النكهة المفضلة لديهم، وستكتمل عملية التحضير تلقائياً. وعلاوة على ذلك، يمكن للمستخدمين تقديم طلباتهم من خلال تطبيق على الهاتف المحمول. الآلة مزودة بأجهزة استشعار تحدد ما إذا كانت نسب المكونات المطلوبة للتحضير كافية أم لا. هذه الوظائف تجعل الآلة التي طورناها متميزة عن غيرها من الآلات الأخرى.

1.3 نطاق العمل

خلال المشروع، اتبعنا استراتيجية شاملة تضمنت مراحل متعددة. أولاً، حددنا أولاً أنسب الميزات لآلتنا واخترنا بعناية المكونات المناسبة مثل المستشعرات والمحركات والسخانات والمحركات والمحركات والأجزاء المطبوعة. بالإضافة إلى ذلك، حددنا وحدة التحكم المطلوبة للنظام لضمان التشغيل السلس. لتبسيط العملية، قمنا بتقسيم المشروع إلى وحدات منفصلة، بما في ذلك وحدات الإدخال/الإخراج والتسخين وإعداد المشروبات والتوزيع. خضعت كل وحدة لعملية اختبار صارمة بمعزل عن الأخرى قبل أن يتم دمجها في التصميم العام للماكينة. بعد ذلك، تم اختبار الوحدات التابعة لضمان الأداء الوظيفي الخالي من العيوب. وأخيراً، أنشأنا خوارزمية للتحكم في الماكينة بكفاءة وأجرينا اختبارات مكثفة على النظام المتكامل لضمان الأداء الأمثل في جميع السيناريوهات الممكنة.

1.4 الأهمية

تحُدث القدرة على تحضير القهوة باستخدام الكبسولات بطريقة أوتوماتيكية ثورة في عالم آلات تحضير القهوة التي تعمل بالكبسولات. بالإضافة إلى دمج التكنولوجيا في عملية التطوير، تتيح لنا هذه الماكينة إمكانية تقديم الطلبات باستخدام تطبيق. وهنا تكمن الفكرة الأساسية لماكينة القهوة الذكية، حيث تتيح للمستخدم اختيار نوع القهوة المفضل لديه، وإضافة بعض المكونات، لتتم عملية التخمير بالكامل تلقائياً.

1.5 تنظيم التقرير

تم تنظيم هذا التقرير في عدة أقسام. تقدم المقدمة لمحة عامة عن المشروع وأهدافه. ويصف القسم الثاني نطاق وحدود العمل. ويوجز القسم الثالث المنهجية والإجراءات المتبعة في إنجاز المشروع. ويعرض القسم الرابع النتائج والاستنتاجات، بما في ذلك أي تحديات تمت مواجهتها وكيفية التغلب عليها. ويناقش القسم الخامس أهمية المشروع وتأثيره المحتمل. وأخيراً، تلخص الخاتمة النقاط الرئيسية للتقرير وتقدم توصيات للعمل المستقبلي. كما تم تضمين الملاحق لتوفير معلومات وبيانات إضافية ذات صلة بالمشروع.

2 القيود والدورات الدراسية السابقة

2.1 القيود والقيود

خلال تصميم آلتنا وبناءها، واجهنا العديد من القيود:

- محرك تيار مستمر - واجهنا صعوبة في العثور على محرك تيار مستمر يمكنه ضغط الكبسولة بالقوة التي نريدها، لذا لجأنا إلى أخذ محرك تيار مستمر من نافذة سيارة، وهو محرك تيار مستمر بقوة 8 أمبير.
- واجهتنا مشكلة في درجة حرارة المكونات السائلة، لذلك استخدمنا أنابيب بلاستيكية قادرة على تحمل مستويات معينة من درجات الحرارة. لذلك، كان التحدي يتمثل في تحديد درجة الحرارة المناسبة.
- المضخات - واجهنا بعض المشاكل في التحكم في تدفق الحليب والقهوة من السخانين باتجاه الكوب عند استخدام الصمامات. لذلك، استبدلنا الصمامات بمضخات للتحكم في تدفق القهوة والحليب بطريقة سلسة وفعالة.
- تصميم شكل الماكينة - واجهنا بعض التحديات في تحديد التصميم المناسب لبعض مكونات الماكينة، بالإضافة إلى في المكان المناسب لضمان انسيابية تدفق المشروبات في الكوب. احتجنا إلى استخدام قواعد خشبية لرفع السخانات وآلة الإسبريسو لتحقيق ذلك.

2.2 المعايير والمدونات

The system's software components comprise of an Arduino C++ program that incorporates several libraries and functions such as Keypad.h, LiquidCrystalI2C.h, wire.h, OneWire.h and ,DallasTemperature.h. The user interface was developed using web developing languages while the backend and database were constructed using Firebase. ويلتزم تصميم وتنفيذ مكونات البرمجيات بمعايير وقواعد الصناعة ذات الصلة.

2.3 الدورات السابقة

2.3.1 دورة الشبكات

زودنا بفهم عميق لبروتوكولات الاتصال ومبادئ الشبكات الأساسية. وبفضل هذه المعرفة، تمكنا من تصميم بنية تحتية للشبكات . أثبتت هذه المهمة أنها مهمة حاسمة لأن هدفنا كان تطوير نظام يسمح للمستخدمين بتشغيل الجهاز عن بعُد من خلال تطبيق مخصص.

2.3.2 الدوائر الإلكترونية

وفرت أساساً متيناً في المبادئ الأساسية للإلكترونيات، والتي أثبتت أنها مفيدة للغاية في تصميم مكونات الأجهزة للماكينة واستكشاف الأخطاء وإصلاحها. كانت هذه المعرفة ذات قيمة خاصة عند العمل مع المستشعرات والمحركات والصمامات والمضخات. وأخيراً، كانت الدورة مفيدة في تطوير المهارات اللازمة للعمل مع المكونات الإلكترونية وتطبيقاتها.

2.3.3 متحكم دقيق

لا سيما التركيز على وحدة التحكم PIC، أثبتت فائدتها الكبيرة. فقد عمقّ فهمنا لبرمجة المتحكم الدقيق، وهو عنصر محوري في بناء آلتنا باستخدام Arduino Mega. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتطوير خبرتنا في التعامل مع مكونات متنوعة واستخدام تقنيات مختلفة. وقد مكّنتنا الأفكار التي اكتسبناها من هذه الدورة التدريبية من كتابة التعليمات البرمجية التي تشمل الخوارزمية الأساسية لجهازنا، والتي تمثل جوهر المشروع.

2.3.4 دورة التفكير النقدي

استفاد المشروع بشكل كبير من دورة التفكير النقدي، حيث لعبت دوراً محورياً في توجيهنا إلى التعامل المنهجي مع المهام واتخاذ قرارات مستنيرة. وبفضل تزويدنا بمهارات التفكير النقدي، تمكنا من تحديد التحديات المحتملة وتحليلها بدقة واقتراح حلول عملية. وقد ثبتت قيمة ذلك بشكل خاص عند مواجهة المشكلات المتعلقة بالتصميم والطاقة خلال المشروع.

3 مراجعة الأدبيات

سوف يستعرض هذا القسم الأدبيات ذات الصلة بآلات بيع القهوة، بما في ذلك المفاهيم، وآلات بيع القهوة الذكية التي تستخدم شبكات الاستشعار والمشغلات، ومشاريع تصميم آلات القهوة المبتكرة.

" آلة بيع القهوة الذكية باستخدام تقنية تحديد الترددات اللاسلكية"
طورّ راهول جادف وموروناللي جيجوركار وبرانيتا كاف آلة بيع قهوة ذكية تستخدم تقنية RFID للتحكم في استهلاك المنتجات وتقليل الهدر في سيناريوهات منخفضة الميزانية. يقوم المشروع أيضاً بتخزين البيانات التاريخية في ذاكرة القراءة الإلكترونية. وفي حين أن الدراسة لا ترتبط مباشرة بيع القهوة، إلا أنها توضح فوائد استخدام التكنولوجيا للحد من الهدر وتحسين مراقبة المنتج.[1]

" آلة بيع القهوة الذكية باستخدام شبكات الاستشعار والمشغل"
قدم كوانغسو كيم، ودونغ هوان بارك، وهيوتشان بانغ، وجيونسو هونغ آلة بيع ذكية تقيس تلقائياً الظروف البيئية الداخلية الخاصة بها وتتحكم في كمية القهوة والسكر ومسحوق القهوة بالكريمة لصنع فنجان قهوة وفقاً لتفضيلات العميل على المذاق. تظُهر الدراسة إمكانية شبكات الاستشعار والمشغلات بتحسين إمكانية تخصيص آلات بيع القهوة، وهو هدف آلة الكافيين شوت[2].

"مشروع تصميم ماكينة القهوة من خلال الأساليب المبتكرة، ونموذج الجودة والنمو، وتحليل القيمة، والتصميم من أجل التجميع"
يعرض هذا البحث إمكانات المنهجيات المبتكرة في تعزيز عملية تصميم العناصر غير المعقدة مثل آلة صنع القهوة. إن نشر وظيفة الجودة، وتحليل القيمة، والتصميم من أجل التجميع هي ثلاث منهجيات تستخدم لتعزيز جودة عملية التصميم. تسلط الدراسة الضوء على كيف يمكن لعملية تصميم منظمة بشكل جيد أن تؤدي إلى منتج أسهل في التجميع وذو جودة عالية، بما يتماشى مع الهدف الأساسي لماكينة جرعة الكافيين.

"آلة الإسبريسو الذكية"
تستكشف مراجعة الأدبيات القدرات التفاعلية لماكينة الإسبريسو الذكية (SEM) التي طورها أوستالر وآيتنبيشلر وكانجاشارجو من جامعة دارمشتات للتكنولوجيا بألمانيا. تدمج ماكينة الإسبريسو الذكية (SEM) وحدة تحكم دقيقة وقارئ RFID ووحدة بلوتوث في ماكينة إسبريسو قياسية، مما يتيح التحكم فيها عبر الكمبيوتر أو الهاتف المحمول. والجدير بالذكر أن الماكينة تكتشف تلقائياً الأكواب التي يتم إدخالها باستخدام قارئ الترددات اللاسلكية وتربطها بالمستخدمين عبر علامات RFID المخصصة,

القبول في الحوسبة واسعة الانتشار، مما يسلط الضوء على الحاجة إلى التفاعلات الطبيعية وآليات التغذية الراجعة. تؤكد النتائج التي توصلوا إليها، استناداً إلى اختبارات وتجارب مكثفة للمستخدمين، على أهمية الواجهات البديهية والتغذية الراجعة السياقية في تعزيز رضا المستخدم عن الأجهزة الذكية مثل SEM. تساهم هذه الدراسة برؤى قيمة في تحسين تجربة المستخدم وتقبله لتطبيقات الحوسبة المنتشرة.
محاكاة تجربة صنع القهوة المصممة خصيصاً. يؤكد المؤلفان على أهمية قبول المستخدم في الحوسبة المنتشرة، مع تسليط الضوء على الحاجة إلى التفاعلات الطبيعية وآليات التغذية الراجعة. تؤكد النتائج التي توصلوا إليها، استناداً إلى اختبارات وتجارب مكثفة للمستخدمين، على أهمية الواجهات البديهية والتغذية الراجعة السياقية في تعزيز رضا المستخدم عن الأجهزة الذكية مثل SEM. تساهم هذه الدراسة برؤى قيمة في تحسين تجربة المستخدم وتقبله لتطبيقات الحوسبة المنتشرة.

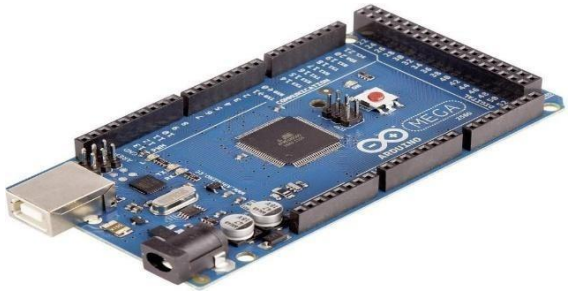
4 المنهجية

سيقدم هذا الفصل لمحة عامة عن مكونات الأجهزة المستخدمة في بناء النظام وتوصيلاتها وتصميم النظام. بالإضافة إلى ذلك، سوف نتعمق في عملية تشغيل النظام وعمله، بما في ذلك تنفيذ البرمجيات وتطبيق الهاتف المحمول وقاعدة البيانات المستخدمة.

4.1 مكونات الأجهزة

4.1.1 أردوينو ميجا 2560

إن Arduino Mega 2560 هي لوحة متحكم دقيقة قوية ومتعددة الاستخدامات أصبحت عنصراً أساسياً في عالم الإلكترونيات والنماذج الأولية. إنها نسخة محسنّة من Arduino Mega الأصلية التي طورتها Arduino، وتتميز بمتحكم دقيق ATmega2560 مع كمية كبيرة من ذاكرة الفلاش وذاكرة الوصول العشوائي وعدد كبير من الدبابيس الرقمية والتناظرية. اللوحة مفيدة بشكل خاص للمشاريع التي تتطلب درجة أعلى من التعقيد والاتصال. فهي توفر 54 دبابيس إدخال/إخراج رقمية و16 مدخلاً تناظرياً ومنافذ اتصال متعددة. كما أن توافقها مع مجموعة واسعة من المستشعرات والمشغلات والدروع يجعلها خياراً مثالياً لكل من المبتدئين والمتحمسين ذوي الخبرة. لعب Arduino Mega 2560 دوراً مهماً في عدد لا يحصى من المشاريع، بدءاً من شاشات LED البسيطة إلى الأنظمة الروبوتية المتطورة وإعدادات الأتمتة المنزلية، مما يدل على قدرته على التكيف والموثوقية في مجال الإلكترونيات المدمجة.[3]



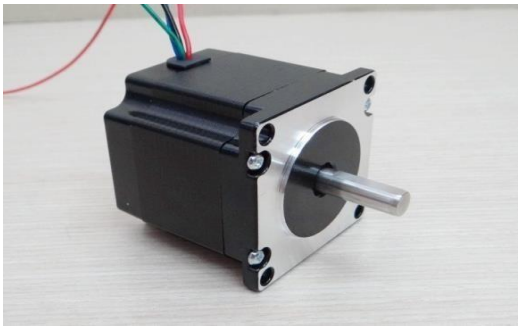
الشكل 1: أردوينو ميجا 2560

4.1.2 المحرك السائر J-5718HB2401 J-5718HB2401 وسائق A4988

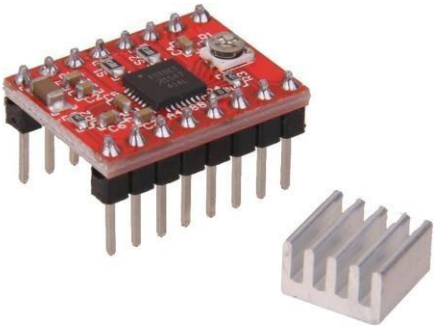
تم تجهيز محركات السائر بدبابيس إدخال أو ملامسات تتيح تدفق التيار من مصدر طاقة إلى لفائف لفائف المحرك. ومن خلال توليد أشكال موجية نابضة بالتسلسل المناسب، يمكن توليد المجالات الكهرومغناطيسية المطلوبة لدفع المحرك.[4]

المحرك المتدرج J-5718HB2401 هو محرك متدرج يستخدم على نطاق واسع وقد وجد تطبيقاته في مجالات متعددة، مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد، وآلات التحكم الرقمي باستخدام الحاسب الآلي، والروبوتات. على الرغم من صغر حجمه وخفة وزنه، إلا أنه يتمتع بقوة كافية لأداء المهام المختلفة بكفاءة. بالإضافة إلى ذلك، فهو يعمل بهدوء، مما يجعله خياراً مثالياً للتطبيقات الحساسة للضوضاء.

عادةً ما يتم استخدام محرك السائر J-5718HB2401 مع محركات السائر مثل DM542 أو A4988 لضمان دقة التحكم والتشغيل. يمكنك بسهولة العثور على أوراق البيانات ومخططات الأسلاك عبر الإنترنت لتبسيط عملية الدمج في مشروعك. يقدم العديد من المصنعين والموزعين هذا المحرك بأطوال مختلفة من الأسلاك وأقطار عمود الدوران لتتناسب مع متطلباتك الخاصة.



الشكل 2: المحرك السائر J-5718HB2401



الشكل 3: مشغل المحرك المتدرج A988

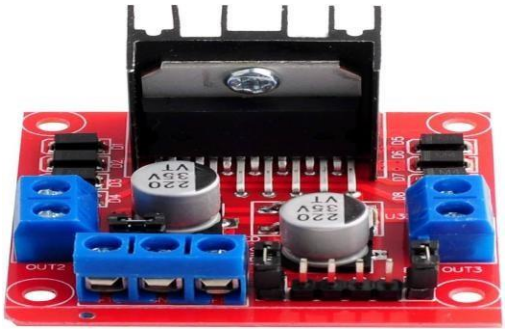
4.1.3 محرك التيار المستمر والجسر H-Bridge

محرك التيار المستمر هو آلة كهربائية تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية. وهو يتكون من محرك دوار ومغناطيس مجال ثابت يولد مجالاً مغناطيسياً. عندما يتم تطبيق تيار كهربائي على المحرك، يتولد عزم دوران يؤدي إلى دوران المحرك. [5]

استخدمنا محرك تيار مستمر من نافذة السيارة لضغط الكبسولات لاستخراج القهوة من الكبسولات باستخدام الماكينة. سيتم التحكم في المحرك من خلال جسر H-Bridge لأن عملية الضغط تتطلب جهداً عالياً.

للتحكم في محرك تيار مستمر باستخدام Arduino، نحتاج إلى مشغل أجهزة يسمى H-Bridge. تحتوي إشارة PWM التي ينتجها Arduino على مستويات جهد وتيار منخفضة جداً للتحكم في المحرك. يعمل الجسر H-Bridge على تضخيم مستويات الجهد والتيار PWM، مما يسمح بالتحكم في السرعة. بالإضافة إلى ذلك، يستقبل إشارة التحكم من Arduino ويبدلّ قطب مصدر الطاقة لتمكين التحكم في الاتجاه. باختصار، يخدم الجسر H-Bridge وظيفتين في تصميمنا: تضخيم مستويات الجهد والتيار لإشارة PWM للتحكم في السرعة وتمكين التحكم في الاتجاه من خلال تبديل قطب مصدر الطاقة بناءً على إشارة التحكم الواردة من Arduino.

الشكل 4: محرك DC - نافذة السيارة

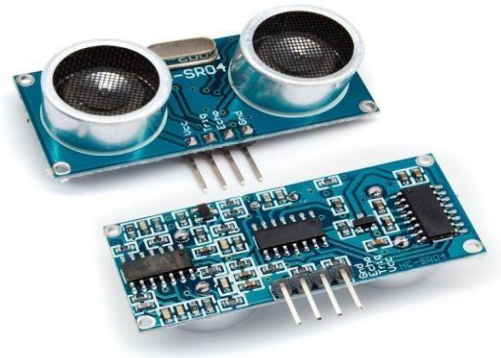


الشكل 5: جسر H-Bridge

4.1.4 جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية

الحساس فوق الصوتي هو جهاز يستخدم موجات صوتية بترددات أعلى من الحد المسموع الأعلى للسمع البشري لقياس المسافة إلى جسم ما. يصدر المستشعر موجات فوق صوتية ترتد عن الجسم وتعود إلى المستشعر. من خلال قياس الوقت الذي تستغرقه الموجات في العودة، يمكن للمستشعر حساب المسافة إلى الجسم. [6]

استخدمنا جهازي استشعار بالموجات فوق الصوتية لقياس مستويات الحليب والقهوة في السخانات. تم استخدام هذه المجسات حتى يتمكن الشخص المسؤول عن ماكينة القهوة من مراقبة القهوة والحليب في السخانات.



الشكل 6: مستشعر الموجات فوق الصوتية

4.1.5 مستشعر درجة حرارة الماء

استخدمنا في مشروعنا جهاز استشعار جيروسكوبي للحصول على الإحداثيات الديكارتية للغواصة داخل الماء، مما مكننا من مشاهدة تحركات واتجاهات الغواصة تحت الماء.

الشكل 7: مستشعر درجة حرارة الماء

4.1.6 مستشعر مفتاح الحد

أجهزة استشعار المفاتيح الحدية هي أجهزة كهروميكانيكية بسيطة تكشف عن وجود أو عدم وجود جسم ما في موضع معين. وهي تعمل بمثابة "علامات توقف" مادية أو مشغلات للآلات والمعدات، مما يضمن السلامة والتشغيل السليم.

لقد استخدمنا ثلاثة مستشعرات ذات مفاتيح حدية للتحكم بسهولة في حركة بعض المكونات وتسهيل عودتها إلى مواضعها الأولية. [8]

الشكل 8: مستشعر مفتاح الحد

4.1.7 مستشعر تأثير القاعة

حساس تأثير هول هو محول طاقة يكتشف وجود مجال مغناطيسي. ويعمل على أساس تأثير هول، وهو إنتاج فرق جهد عبر موصل كهربائي عند تطبيق مجال مغناطيسي عمودي على اتجاه التيار. في أجهزة الاستشعار، غالباً ما تُستخدم أجهزة Hall Effect لقياس شدة المجال المغناطيسي أو للكشف عن وجود مغناطيس[9].

استخدمنا مستشعري تأثير القاعة للتحكم بسهولة في حركة بعض المكونات وتسهيل عودتها إلى مواضعها الأولية.

الشكل 9: مستشعر تأثير القاعة

4.1.8 مزود الطاقة

لاستيفاء مواصفات الجهد الكهربائي لمشروعنا، اخترنا استخدام مصدر طاقة. يمكن لمصدر الطاقة هذا توفير 5 فولت الأساسية لمختلف الأجهزة، بالإضافة إلى 12 فولت للمضخات ومحركات السائر. علاوة على ذلك، يتميز مزود الطاقة هذا بإنتاج تيار كهربائي كبير يفي بمتطلبات مشروعنا بشكل كافٍ.[10]

الشكل 10: مصدر الطاقة

4.1.9 بنك طاقة أردوينو

بنك الطاقة Arduino Power Bank هو مصدر طاقة محمول أو حزمة بطارية مصممة لتوفير الطاقة لمتحكم Arduino أو الأجهزة الإلكترونية الأخرى. وهي مفيدة بشكل خاص في السيناريوهات التي لا يتوفر فيها مصدر طاقة موثوق به بسهولة، ويحتاج Arduino إلى العمل بشكل مستقل أو في بيئة متنقلة. تتوافق بنوك الطاقة هذه مع Arduino وتتميز بمخرجات USB، مما يسمح لها بتشغيل ليس فقط لوحات Arduino ولكن أيضاً الأجهزة الأخرى التي تعمل بواسطة USB. قد تتنوع سعة بنوك الطاقة هذه وحجمها وميزاتها الإضافية، مما يوفر مرونة في تلبية متطلبات المشاريع المختلفة. ويمكن أن تكون حلاً مناسباً للمشاريع التي تتطلب التنقل أو التشغيل في مواقع لا يتوفر فيها مصدر طاقة مستمر.[11]

الشكل 11:بنك الطاقة اردوينو

4.1.10 شاشة LCD و I2C

في مشروعنا، استخدمنا شاشة LCD 20x4 كوسيلة لعرض المعلومات ذات الصلة للعميل. توفر هذه الطريقة واجهة سهلة الاستخدام، مما يتيح للعميل التفاعل بسهولة مع النظام. تعرض شاشة LCD المطالبات والاستفسارات، وتوجه العميل لإدخال المعلومات عبر لوحة المفاتيح. وبعد ذلك، يقوم النظام بمعالجة المدخلات وتقديم الردود المناسبة على شاشة [LCD.]12

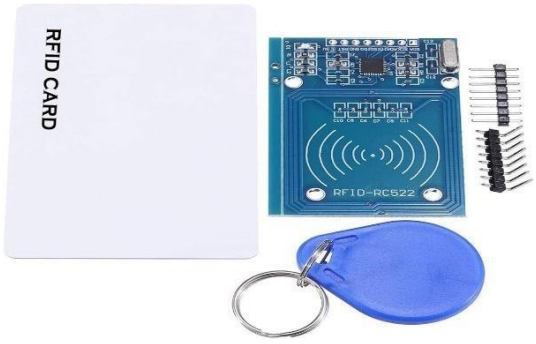
بالإضافة إلى ذلك، استخدمنا محول الواجهة التسلسلية I2C في إعدادنا. تعمل هذه الوحدة المدمجة على إنشاء اتصال بين متحكم دقيق وشاشة LCD باستخدام بروتوكول الاتصال I2C. تعمل كوسيط، حيث تقوم بتحويل الإشارات المتوازية.

المنبعثة من الشاشة إلى إشارات تسلسلية، مما يتيح نقلها عبر ناقل I2C.

الشكل 12: شاشة LCD 20*4 و I2C

4.1.11 تحديد الهوية بموجات الراديو اللاسلكية

في مشروعنا، استخدمنا تقنية RFID كوسيلة للترخيص. من خلال تمكين العملاء من مسح بطاقات RFID الخاصة بهم، يمكنهم تقديم طلبات المشروبات في الوضع العادي. يقوم النظام بربط المشروب المطلوب بهويتهم الفريدة، مما يسمح بمعالجة الدفع بسلاسة.[13]



الشكل 13: تحديد الهوية بموجات الراديو اللاسلكية

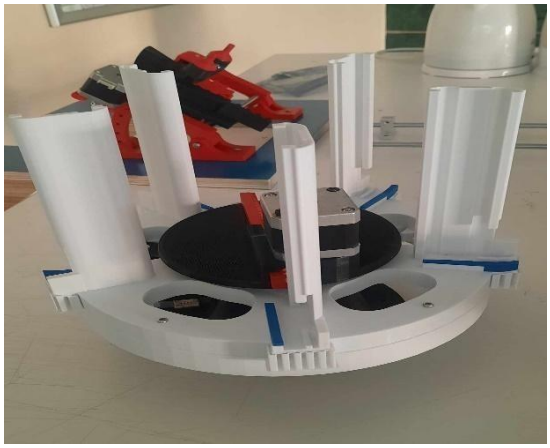
4.1.12 لوحة المفاتيح

في مشروعنا، استخدمنا لوحة مفاتيح كجهاز إدخال للسماح للعملاء باختيار المشروبات التي يرغبون فيها. ويتم ذلك من خلال عرض تعليمات واضحة وبسيطة على شاشة LCD، والتي ترافق لوحة المفاتيح. ويمكن للعملاء بعد ذلك إدخال اختياراتهم باستخدام لوحة المفاتيح لتأكيد طلبهم.[14]

الشكل 14: لوحة المفاتيح

4.1.13 قاعدة الكبسولة

قمنا بتصميم قاعدة حامل كبسولات حيث يتم توزيع خمس نكهات من الكبسولات على خمسة مواضع على القاعدة. من خلال محرك متدرج، نقوم بتدوير هذه القاعدة لتحديد النكهة المطلوبة. تشتمل القاعدة على آلية لدفع الكبسولة المختارة إلى ماكينة الإسبريسو، ويتم ذلك باستخدام محرك متدرج آخر. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتنفيذ مستشعرات لإعادة القاعدة إلى موضعها الأصلي بعد كل دورة تحضير. تمت طباعة هذا الهيكل بالكامل باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد.



الشكل 15: قاعدة الكبسولة

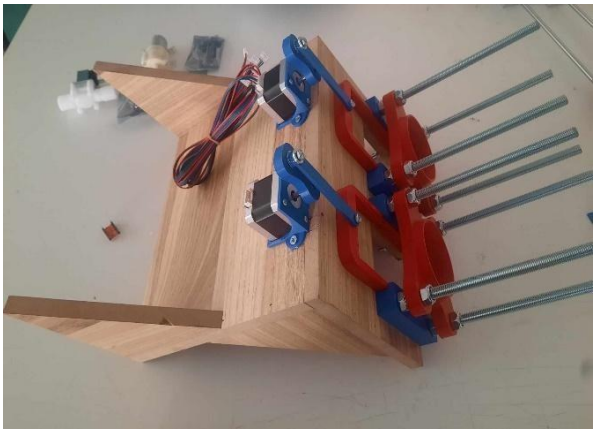
4.1.14 ماكينة تحضير قهوة الإسبريسو

استخدمنا ماكينة قهوة قديمة لتحضير القهوة باستخدام الكبسولات، وقمنا بتطويرها لجعل عملية إضافة الكبسولات وضغطها أوتوماتيكية. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتنفيذ التحكم لتشغيل الماكينة أو إيقاف تشغيلها باستخدام مرحل.[15]

الشكل 16: ماكينة تحضير قهوة الإسبريسو

4.1.15 حامل أكواب ثابت

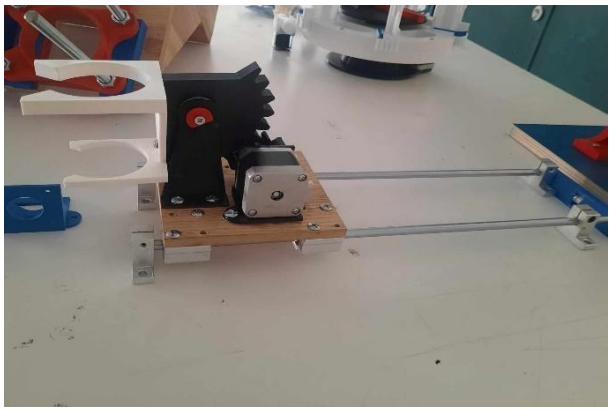
لقد صممنا قاعدة ثابتة لاستيعاب حجمين من الأكواب. لدينا فتحتان مخصصتان للأكواب، إحداهما للحجم الكبير والأخرى للحجم الصغير. تم تجهيز هذه القاعدة بمحركين متدرجّين ومستشعرات للتحكم في اختيار الأكواب وإنزالها على القاعدة المتحركة حسب الحاجة.



الشكل 17: حامل الأكواب الثابت

4.1.16 حامل أكواب متحرك

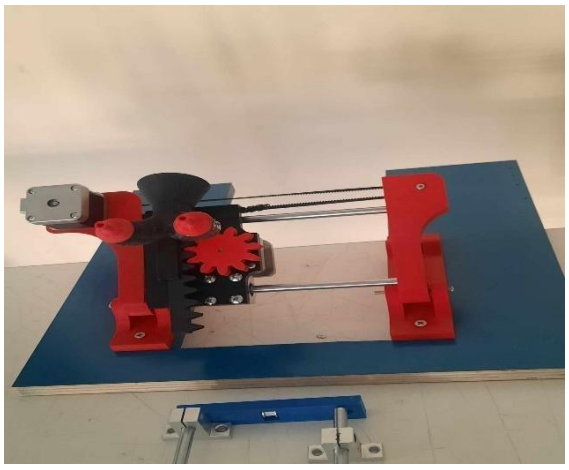
صممنا قاعدة لحمل الكوب المحدد، وهي قاعدة متحركة. استخدمنا محرك متدرج للتحكم في حركته، والقاعدة مزودة أيضاً بمستشعرات.



الشكل 18: حامل الأكواب المتحرك

4.1.17 قمع

قمنا بتصميم قمع يتم من خلاله سكب القهوة في الفنجان. هذا القمع مزود بأدوات تقليب تسمح له بالتحرك أفقياً وعمودياً وبزاوية. ومع ذلك، لم يتم استخدام هذه الحركات في المشروع عدم قدرتنا على توفير نوع الحليب المناسب لعملية الرسم. كان الغرض من تصميمه بهذه الطريقة هو ابتكار فن على القهوة باستخدام الحليب، لذلك اقتصرت مهمة القمع على ملء الكوب بسلاسة حسب الطلب.



الشكل 19: قمع

4.1.18 وحدة الترحيل 6 قنوات

تشير وحدة الترحيل سداسية القنوات عادةً إلى جهاز يجمع بين ستة مفاتيح ترحيل مختلفة على لوحة دائرة واحدة. يمكن تشغيل كل مرحل، أو قناة، بشكل مستقل. المرحل عبارة عن مفتاح كهروميكانيكي يتفاعل مع إشارة كهربائية، مما يسمح له إما بالفتح أو الإغلاق.

للتحكم في تدفق التيار الكهربائي. وفي سياق وحدة الترحيل المكونة من 6 قنوات، فإنها تشير إلى وجود ستة مفاتيح من هذا القبيل يمكن تمكينها أو تعطيلها بشكل فردي.()

الشكل 20: وحدة الترحيل 6 قنوات

4.1.19 المضخات والأنابيب

لقد قمنا بدمج مضختين بجهد 12 فولت في الآلة. المضخة الأولى مسؤولة عن نقل القهوة الساخنة من سخان القهوة إلى الكوب، بينما تقوم المضخة الثانية بنقل الحليب الساخن من سخان الحليب إلى الكوب عبر الأنابيب[17].

الشكل 21: المضخات والأنابيب

4.1.20 الصمام

استخدمنا صمامات للسماح بمرور القهوة والحليب من السخانات إلى فنجان القهوة عبر الأنابيب[18].

الشكل 22: الصمام

4.1.21 سخان

استخدمنا زوجاً من سخانات المياه الكهربائية بجهد 220 فولت لتسخين القهوة والحليب العاديين. ترتبط هذه السخانات بمرحل يتم التحكم فيه بواسطة Arduino، وهو ما يملي تشغيلها. الهدف الرئيسي من هذه السخانات هو الحفاظ على القهوة والحليب في درجة حرارة ساخنة باستمرار. وهي مبرمجة للتشغيل تلقائياً عندما يكتشف مستشعر درجة الحرارة أن القهوة والحليب غير ساخنين، مما يضمن إمداداً ثابتاً من القهوة الساخنة[19].

الشكل 23: السخان

4.1.22 الأسلاك

لقد استخدمنا 3 أنواع من الأسلاك: أسلاك من ذكر إلى ذكر، ومن أنثى إلى أنثى، ومن ذكر إلى أنثى لتوصيلات مختلفة.

الشكل 24: السلك

4.1.23 مكونات الحزام الناقل

استخدمنا قضيبين لبناء الحزام الناقل. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام مقرنة لتوصيل القضيب والمحرك السائر. ولتمكين الحركة السلسة للأكواب الموضوعة عليه، قمنا بدمج حزام مادة الاحتكاك الذي يمكن أن يدور دون عناء أثناء حركة الأكواب.

الشكل 25: مكونات الحزام الناقل

4.2 تنفيذ البرامج

في البداية، يمكنك اختيار الطلب باستخدام شاشة LCD ولوحة المفاتيح. ستظهر ثلاثة خيارات للطلب على الشاشة. الخيار الأول هو استخدام بطاقة RFID، والخيار الثاني هو استخدام كلمة مرور لمرة واحدة، والخيار الأخير هو استخدام تطبيق. بمجرد اختيارك لطريقة الطلب المفضلة لديك وتأكيد قدرتك على تقديم الطلب، ستظهر لك قائمة حيث يمكنك اختيار المشروب الذي تريده.
الخطوة التالية هي اختيار الطلب من القائمة التي تعرض ثلاثة خيارات - قهوة، قهوة مع

الحليب، والإسبريسو. إذا تم تحديد القهوة أو القهوة مع الحليب، ستظهر خيارات لتحديد حجم الكوب. هناك خياران متاحان - كبير أو صغير. بمجرد تحديد حجم الكوب، ستبدأ عملية تحضير القهوة. في هذه الأثناء، ستعرض شاشة LCD انتظار الطلب ودرجة حرارة المشروب حتى تصل إلى 40 درجة. ستبدأ عملية تحضير القهوة من خلال تنشيط محركات السائر.

إذا اخترت خيار الإسبريسو، فإن الخطوة التالية هي تحديد مستوى التركيز. يمكنك الاختيار من بين خمسة خيارات: 20%، و40%، و60%، و80%، و100%. بمجرد اختيارك، ستعرض الشاشة "تحضير الإسبريسو" وستبدأ عملية التحضير.

إذا اختار الضيف طريقة الطلب البديلة، سيطُلب منه إدخال كلمة مرور مكونة من أربعة أرقام في صفحة منفصلة. يجب أن تستوفي كلمة المرور هذه معادلة بسيطة ليتم قبولها. على وجه التحديد، يجب طرح مجموع الأرقام الثلاثة الأولى من الرقم الرابع، والنتيجة

يجب أن تكون من مضاعفات العدد 2. لن يتم قبول سوى كلمات المرور التي تستوفي هذا المعيار. بمجرد قبولها، سينتقل الضيف إلى قائمة الطلب ويتبع نفس الخطوات السابقة لتقديم طلبه.

- **طريقة تحضير القهوة:**

عند تحضير القهوة، نتحقق أولاً من مستوى القهوة في السخان ودرجة حرارتها. إذا كانت كمية القهوة غير كافية، ننتظر حتى يتم السخان. يجب أن تكون درجة حرارة القهوة 40 درجة مئوية، وإلا نقوم بتشغيل السخان. بمجرد تسخين القهوة، تبدأ عملية اختيار الكوب. أولاً، نعيد ضبط كل شيء على الوضع الرئيسي. بعد ذلك، نقوم بتشغيل محرك السائر لتحريك قاعدة الكوب المتحركة حتى تصل إلى حجم الكوب المطلوب. بعد ذلك يقوم محرك متدرج آخر بدفع الكوب ووضعه على القاعدة المتحركة، والتي تواصل مسارها حتى تصل إلى القمع الذي سيملأ الكوب. عند وصول الكوب، يتم تنشيط المضخات للسماح للقهوة بالتدفق فيه. بعد اكتمال العملية، تعود القاعدة المتحركة إلى الوضع الرئيسي.

- **قهوة بالحليب طريقة التحضير:**

عند تحضير القهوة مع الحليب، تضمن عمليتنا فحص مستويات كل من القهوة والحليب باستخدام السخانات ودرجات الحرارة الخاصة بكل منهما. إذا لم يكن هناك ما يكفي من القهوة أو الحليب، فلن نقوم بإعداد الطلب حتى يتم إعادة تعبئة السخانات. يجب أن تكون درجة الحرارة 40 درجة.

درجة مئوية؛ وإلا فإن السخان سيقوم بتسخين القهوة والحليب بشكل أكبر. للبدء، نختار فنجاناً، ونعيد ضبط كل شيء على الوضع الرئيسي، ونشغلّ محرك السائر قاعدة الكوب المتحرك إلى حجم الكوب المطلوب. ثم يقوم محرك متدرج آخر بدفع الكوب ووضعه على القاعدة المتحركة. يواصل الكوب مساره حتى يصل إلى الذي يملأ الكوب. عند وصول الكوب، يتم تنشيط المضخات للسماح للقهوة بالمرور داخله. بمجرد اكتمال العملية، تعود القاعدة المتحركة إلى الوضع الرئيسي.

- **طريقة تحضير الإسبريسو**

عند طلب الإسبريسو، يتم اختيار الكوب باستخدام نفس طريقة اختيار القهوة أو القهوة مع الحليب. بمجرد وصولها إلى الموقع المطلوب، يتم وضع محرك السائر لاختيار كبسولات القهوة في موضعه الرئيسي. بعد ذلك، يتم اختيار الكبسولة المناسبة بناءً على التركيز المختار. يتم بعد ذلك تنشيط محرك السائر المسؤول عن دفع الكبسولة إلى مكانها في آلة الإسبريسو. يتم تشغيل محرك التيار المستمر للضغط على الكبسولة في آلة الإسبريسو. وأخيراً، يتم ملء الكوب، وتعود القاعدة إلى موضعها الأصلي.

4.3 تنفيذ الأجهزة

لدينا أربع وحدات منفصلة، كل واحدة منها مكلفة بمسؤوليات محددة لطلب المشروبات وإعدادها وتوصيلها:

4.3.1 وحدة المدخلات والمخرجات

تتكون وحدة الإدخال والإخراج من شاشة LCD تعرض قائمة المشروبات. كما تحتوي على لوحة مفاتيح تمُكنّ المستخدمين من اختيار طلباتهم وإدخالها. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للمستخدمين دفع ثمن طلباتهم باستخدام بطاقة RFID أو عن طريق إدخال كلمة المرور الخاصة بهم. تحتوي وحدة الإدخال والإخراج أيضاً على قاعدة متحركة تنقل الأكواب إلى منطقة تعبئة القهوة. وأخيراً، تتميز بقاعدة تمُكنّ المستخدمين من إدخال الكبسولات في ماكينة الإسبريسو.

4.3.2 وحدة التدفئة

تتكون وحدة التسخين من سخانين، أحدهما لتسخين القهوة والآخر لتسخين الحليب، وكل سخان مزود بمستشعرات، مستشعر فوق صوتي لقياس مستوى القهوة أو الحليب، ومستشعر درجة حرارة الماء لقياس درجة حرارة المشروب. تم تجهيز السخانات بمضخات للسماح بضخ المشروبات في الكوب، بالإضافة إلى صمامات للتحكم في تدفق المشروبات. وأخيراً، يتم توصيل مرحل بقاعدة السخان لتشغيل السخانات أو إيقاف تشغيلها.

4.3.3 وحدة تحضير القهوة

تنقسم وحدة تحضير القهوة إلى قسمين. يستُخدم القسم الأول لتحضير القهوة العادية أو القهوة مع الحليب باستخدام السخانات. ولتنفيذ الطلب، يتم نقل الكوب إلى مكان محدد، ثم يتم تنشيط المضخات وفتح الصمامات. يستُخدم القسم الثاني الإسبريسو، باستخدام ماكينة إسبريسو مزودة بمحركات للضغط على الكبسولة واستخراج القهوة.

4.3.4 وحدة التحكم

في وحدة التحكم، يتم التحكم في جميع العمليات باستخدام Arduino.

5 النتائج والمناقشة

في نهاية هذا المشروع، نجحنا في تطوير ماكينة قهوة ذكية تعمل تلقائياً وسهلة الاستخدام.
بعض المشاكل التي واجهتنا وكيف قمنا بحلها:

- فيما يتعلق بمحرك التيار المستمر، واجهنا صعوبة في العثور على محرك يمكنه ممارسة القوة المطلوبة لضغط الكبسولة بفعالية. وكحل، اخترنا إعادة استخدام محرك تيار مستمر تم الحصول عليه من نافذة سيارة، وتحديداً محرك تيار مستمر بقوة 8 أمبير.

- أما بالنسبة للتحكم في درجة حرارة المكونات السائلة، فقد واجهنا مشاكل بسبب التغيرات في درجات الحرارة. ولمعالجة هذه المشكلة، استخدمنا أنابيب بلاستيكية قادرة على تحمل مستويات محددة من درجات الحرارة. كان التحدي الرئيسي هنا هو تحديد درجة الحرارة المثلى للنظام.
- فيما يتعلق بالمضخات، واجهنا تحديات في تنظيم تدفق الحليب والقهوة من السخانات إلى الكوب عند استخدام الصمامات. وللتغلب على هذه المشكلة، استبدلنا الصمامات بمضخات لضمان تدفق القهوة والحليب بشكل متسق وفعال.

- فيما يتعلق بتصميم الماكينة، واجهنا صعوبات في اتخاذ قرار بشأن التصميم المناسب لبعض المكونات ووضعها لضمان سلاسة توزيع المشروبات في الكوب. ولمعالجة هذه المشكلة، استخدمنا قواعد خشبية لرفع السخانات وآلة الإسبريسو وتحسين وضعها لتحسين تدفق المشروبات.

6 العمل المستقبلي

- إضافة الرسم إلى القهوة باستخدام الحليب.
- تعبئة تلقائية للقهوة والحليب.
- للحفاظ على جودة المشروبات اللاحقة، من الضروري تنظيف رأس المجموعة للحفاظ على جودة المشروبات اللاحقة.

7 الاستنتاجات والتوصيات

7.1 الملخص

طورّ فريقنا جهازاً قادراً على تحضير القهوة العادية والقهوة مع الحليب، بالإضافة إلى الإسبريسو باستخدام تركيزات مختلفة من الكبسولات.

تتميز ماكينة تحضير القهوة الذكية بفضل عملية التحضير المؤتمتة بالكامل، والواجهة سهلة الاستخدام، ونظام الطلب. ونتيجة لذلك، لا يحتاج المستخدمون إلى واسعة بطرق تحضير القهوة أو الإسبريسو، كما لا يحتاجون إلى معرفة الكبسولات التي يجب استخدامها. كل ما إليه هو تحديد نسبة تركيز القهوة، وستتولى الآلة عملية الاختيار والتحضير.

تم تصميم ماكينة تحضير القهوة بأجهزة استشعار تساعد على قياس كمية القهوة والحليب في السخانات. كما أنها تراقب درجة حرارة المشروب لضمان تحضير مشروب قهوة ساخن في غضون دقائق قليلة.

خلال عملية تطوير ماكينة القهوة الذكية، واجهنا العديد من التحديات، بدءاً من تصميم بعض المكونات واختيار المحركات ومصادر الطاقة المناسبة، حتى وصلنا إلى النتيجة النهائية للماكينة الذكية.

7.2 التوصيات

- يجب عليك توخي الحذر عند استخدام بعض المكونات الإلكترونية وأجهزة الاستشعار لتجنب المشاكل التي قد تنشأ بسبب زيادة درجة الحرارة عن المستوى المطلوب، مما قد يؤدي إلى ذوبان الأنابيب المصممة لتحمل درجة حرارة معينة.
- تأكد من توصيل جميع الأسلاك بشكل صحيح وعزلها عن بعضها البعض.
- عند البدء بالمشروع، قم باختباره على مراحل لضمان حل أي مشاكل قد تظهر بسهولة وتحديدها بسهولة أيضاً.

7.3 ما تعلمناه

- العمل مع أجهزة الاستشعار مثل الموجات فوق الصوتية والأشعة تحت الحمراء، إلى جانب المحركات مثل محركات التيار المستمر، ومحركات السائر، بالإضافة إلى أجهزة مثل المضخات والسخانات
- إنشاء التوصيلات واستخدام أنواع مختلفة من المستشعرات والأجهزة عالية الجهد مع Arduino.

المراجع