



بسم الله الرحمن الرحيم



التحكم في استهلاك الكهرباء بقاعة دراسية بواسطة متحكم في عدد الطلاب

Controlling electricity consumption in a
classroom using a student count controller

إعداد الطلاب:

إبراهيم جلال عبيد إبراهيم

مازن عبدالحليم عوض الكريم مصطفى

عزالدين محمد حسن محمد

إشراف :

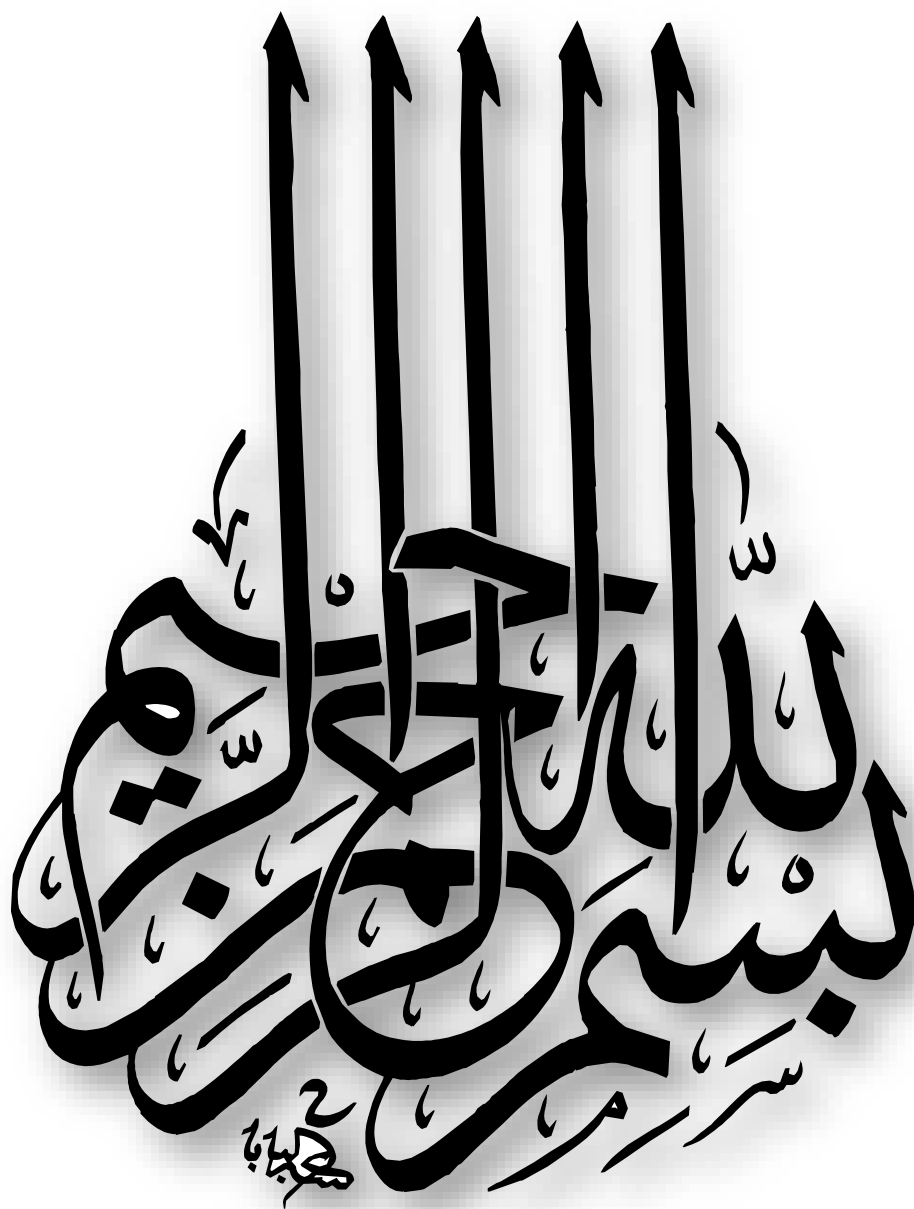
د/ حسن أبشر

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري

أبريل - 2026 م



الاستهلال

قال تعالى :

(وَلَقَدْ مَكَّنَّاكُمْ فِي الْأَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ)

صدق الله العظيم

(سورة الأعراف: الآية: 10)

الإهداء

نهدي هذا الجهد والعمل إلى من أمرنا الله ببرهما, إلى من بذلا الكثير, وقدمنا

ما لا يمكن أن يرد (أولياء أمورنا ... برا وإحسانا)

كذلك نهدي هذا البحث الي (امهاتنا الابرار) تعبيرا وحب واحترام

اليكن لجهودك ودعمك اللامحدود والدعوات الصادقة من القلب

(أخواننا وأخوانتنا) ...أشقاء وأصدقاء إلى عنوان للاخلاص والوفاء

إلى كل من كان له الفضل بمساعدتي في إتمام هذا العمل

جزاه الله خير الجزاء

الشكر والتقدير

قال تعالى (الحمد لله رب العالمين) سورة الفاتحة: الآية: 2

وقال رسوله الكريم صلى الله عليه وسلم

(من لم يشكر الناس , لم يشكر الله عز وجل)

الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا على ما أكرمني به من إتمام هذه المشروع.

واتوجه بالشكر الي منارة العلم والمعرفة

(جامعة الشيخ عبدالله البدري)

لكم جزيل الشكر والتقدير

ثم نتوجه بجزيل الشكر وعظيم الإمتنان إلى كل من

الدكتور حسن ابشر لتفضله بالإشراف على هذه المشروع بأفكاره النيرة

ومعلوماته القيمة , فلم يبخل بجهده جزاه الله عنى خير الجزاء.

وكذلك نخص بالشكر **لدكاترنا الافاضل بكلية الهندسة** لنا عظيم الشرف انت

ننهل من علمكم وكننتو لنا خير المعلمين

لكل من ساهم في هذا الجهد جزاءكم الله كل خير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

فهرس المحتويات

البند	المحتوي	رقم الصفحة
الفصل الاول		
1-1	المقدمة	1
2-1	اهداف البحث	2
3-1	اهمية البحث	2
4-1	منهجية البحث	2
الفصل الثاني		
1-2	الدوائر الالكترونية	3
2-2	اهمية الدوائر الالكترونية	3
3-2	المكونات الاساسية للدوائر الالكترونية	4
4-2	مبدا عمل الدوائر الالكترونية	7
5-2	الانواع العامة للدوائر الالكترونية	8
6-2	التصنيف العام للدوائر الالكترونية	8
7-2	اهم انواع الدوائر الالكترونية	11
8-2	تطبيقات الدوائر الالكترونية	14
9-2	خصائص الدوائر الالكترونية	16
10-2	الفرق بين الدوائر الالكترونية والدوائر الكهربائية بالتفصيل	16
11-2	مقارنة تفصيلية بين الدوائر الالكترونية والدوائر الكهربائية	19
12-2	العلاقة بين الدوائر الالكترونية والدوائر الكهربائية	19
13-2	مزايا الدوائر الالكترونية	20
14-2	الخلاصة	20
15-2	تعريف الحساسات	21
16-2	فوائد استخدام الحساسات في القاعات الذكية	21
17-2	حساسات الحركة	21
18-2	تطبيقات حساسات الحركة	27
19-2	حساسات الاضاءة	27
20-2	حساسات جودة الهواء والتهوية	33
21-2	انواع الحساسات المستخدمة لعد الاشخاص	35
22-2	طرق التمييز بين الانسان والحيوان	36
الفصل الثالث		
1-3	مقدمة عن القاعة الدراسة الذكية	37
2-3	فكرة عمل نظام التحكم في التيار الكهربائي	37
3-3	مكونات الدائرة الالكترونية المستخدمة	37
4-3	طريقة عمل حساسات الدخول والخروج	37

37	الـة الـول والـطـع باـسـتـخـدام الـرـلـي	5-3
37	ـور الـارــوـلـو فـل اـتـخـاـذ الـقـرار	6-3
38	فـوائـد النـظـام فـل القـاعـات الـدراسـلـة	7-3
39	خاتمة	8-3
الفصل الرابع		
40	اـزاء الـائـرة	1-4
40	تعـرلـف الـكـونـات ووظـلـفـتـها وطـرلـقة عملـها	2-4
50	حـساب اسـتـهـلاك الطـاقـة قـبل وبعـد تـركـلـب الـحـساسـات	3-4
50	الـقـــرة الـكـلـلـة للـاـجـهـزة	4-4
52	الـتـجـرـبة	5-4
الفصل الخامس		
54	خـلاصة الـتـجـرـبة	1-5
55	الـتـوصـلـات	2-5
56	الـمـراجـع	3-5

فهرس الاشكال

البند	الشكل	رقم الصفحة
1-2	دائرة كاملة لحساس الاشعة تحت الحمراء	22
2-2	دائرة كهربائية مزدوجة	23
3-2	دائرة نظام الكاميرا	24
4-2	دائره كهربائية لحساس الموجات الميكروبية	25
5-2	دائرة حساسات الموجات فوق الصوتية	26
6-2	دائرة كهربائية لحساس الحركة	27
7-2	دائره كهربائية لحساس خلايا المقاومة الضوئية	28
8-2	دائره كهربائية حساس الضوئي الثائي	29
9-2	دائره كهربائية الترانزستور الضوئي	30
10-2	دائرة حساس DHT11	32
11-2	دائره كهربائية لحساس LM35 مع حساس MR202	33
12-2	دائره كهربائية لحساس MQ 135	34
13-2	دائره كهربائية لحساس MQ 7	35
1-4	بورت تجارب	41
2-4	اردوينو اونو	42
3-4	الريلبي	43
4-4	الموتور	44
5-4	البطارية	45
6-4	اسلاك توصيل	46
7-4	حساس الاشعة تحت الحمراء	47
8-4	اللمبات	48
9-4	المقاومات	49
10-4	نموزج للتحكم في التيار الكهربى لقاعة دراسية بواسطة متحكم	53

المستخلص

يتناول هذا البحث تصميم وتنفيذ نظام ذكي للتحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية داخل القاعات الدراسية اعتمادًا على عدد الطلاب الموجودين. يهدف النظام إلى تقليل الهدر في استهلاك الكهرباء من خلال تشغيل وإيقاف الأجهزة الكهربائية مثل الإضاءة والمراوح وأجهزة التكييف تلقائيًا وفق عدد الأشخاص داخل القاعة.

يعتمد النظام على استخدام حساسات الأشعة تحت الحمراء (IR Sensors) لعدّ عدد الداخلين والخارجين، حيث يتم ربط هذه الحساسات بمتحكم دقيق من نوع أردوينو (Arduino) يقوم بمعالجة الإشارات واتخاذ القرار المناسب. كما يتم استخدام الريليه (Relay) للتحكم في تشغيل وفصل التيار الكهربائي عن الأجهزة. تم إجراء تجربة عملية لقياس استهلاك الطاقة قبل وبعد تطبيق النظام، حيث أظهرت النتائج انخفاضًا ملحوظًا في الاستهلاك الكهربائي بنسبة تقارب 43%، مما يؤكد فعالية النظام في تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل التكاليف التشغيلية.

يساهم هذا البحث في تعزيز مفهوم الأنظمة الذكية داخل المؤسسات التعليمية، ويقدم نموذجًا عمليًا يمكن تطويره وتطبيقه في مجالات أخرى لتحقيق الاستدامة في استهلاك الطاقة.

Abstract

This research addresses the design and implementation of an intelligent system for controlling electricity consumption in classrooms based on the number of students present. The system aims to reduce electricity wastage by automatically turning electrical devices such as lighting, fans, and air conditioners on and off according to the number of people inside the room.

The system relies on the use of infrared sensors (IR Sensors) to count the number of people entering and exiting, where these sensors are connected to an Arduino microcontroller that processes the signals and makes the appropriate decisions. Relays are also used to control the switching on and off of electrical current to the devices.

A practical experiment was conducted to measure energy consumption before and after implementing the system, and the results showed a significant reduction in electricity consumption by approximately 43%, confirming the effectiveness of the system in improving energy use efficiency and reducing operational costs.

This research contributes to promoting the concept of intelligent systems within educational institutions and provides a practical model that can be developed and applied in other areas to achieve sustainability in energy consumption.

الفصل الاول

1_1 المقدمة:

يُعد استهلاك الطاقة الكهربائية من القضايا المهمة التي تشغل العالم في الوقت الحاضر، خاصة في ظل الزيادة المستمرة في الطلب على الكهرباء وارتفاع تكاليف إنتاجها. ومن هنا ظهرت الحاجة إلى إيجاد حلول ذكية تساهم في ترشيد الاستهلاك وتقليل الهدر، خصوصاً في المؤسسات التعليمية التي تعتمد بشكل كبير على استخدام الكهرباء في الإضاءة والتكييف والأجهزة المختلفة.

تتناول هذه الدراسة فكرة التحكم في استهلاك الكهرباء داخل القاعات الدراسية من خلال استخدام نظام ذكي يعتمد على عدد الطلاب الموجودين داخل القاعة. حيث يعمل هذا النظام على تشغيل أو تقليل استهلاك الأجهزة الكهربائية تلقائياً بناءً على عدد الأشخاص، مما يساهم في تحقيق كفاءة أعلى في استخدام الطاقة وتقليل الفاقد.

ويهدف هذا البحث إلى تقديم نموذج عملي يوضح إمكانية تطبيق هذه الفكرة باستخدام تقنيات بسيطة وقابلة للتنفيذ، مما يساعد في نشر ثقافة الاستخدام الأمثل للطاقة داخل المؤسسات التعليمية وغيرها من الأماكن المغلقة.

1_2 أهداف البحث:

1. تقليل استهلاك الطاقة الكهربائية داخل القاعات الدراسية.
2. تصميم نظام ذكي يتحكم في الأجهزة الكهربائية بناءً على عدد الطلاب.
3. تحسين كفاءة استخدام الكهرباء وتقليل الهدر.
4. تطبيق فكرة الأتمتة في البيئات التعليمية.
5. تقديم نموذج عملي يمكن تطويره وتطبيقه في مجالات أخرى.

1_3 أهمية البحث:

تكمن أهمية هذا البحث في كونه يساهم في حل مشكلة هدر الطاقة الكهربائية داخل القاعات الدراسية، حيث يتم في كثير من الأحيان تشغيل الإضاءة وأجهزة التكييف دون الحاجة الفعلية لها. ومن خلال هذا النظام يمكن تحقيق توفير ملحوظ في استهلاك الكهرباء، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف التشغيلية والحفاظ على الموارد.

كما يساعد هذا البحث في تعزيز مفهوم المباني الذكية واستخدام التكنولوجيا الحديثة في تحسين بيئة التعلم، بالإضافة إلى كونه خطوة نحو الاعتماد على الأنظمة الذكية في إدارة الطاقة بشكل عام.

1_4 منهجية البحث:

اعتمد هذا البحث على المنهج التطبيقي من خلال تنفيذ تجربة عملية، حيث تم تصميم وتنفيذ نموذج لنظام يتحكم في استهلاك الكهرباء داخل قاعة دراسية بناءً على عدد الطلاب الموجودين.

تم استخدام حساسات لعدد الأشخاص الداخليين والخارجيين من القاعة، وربطها بمتحكم إلكتروني يقوم بتحليل البيانات واتخاذ القرار المناسب لتشغيل أو إيقاف الأجهزة الكهربائية مثل الإضاءة والمراوح أو التكييف. وقد تم اختبار النظام عملياً وملاحظة نتائجه في تقليل استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة التشغيل.

الفصل الثاني

1-2 ماهي الدوائر الإلكترونية:

الدوائر الإلكترونية هي منظومات تتكوّن من عناصر ومكوّنات مترابطة تُستخدم للتحكم في حركة الشحنات الكهربائية، ومعالجة الإشارات، وتكبيرها، وتعديلها، وتخزينها، وتحويلها من شكل إلى آخر بما يحقق وظيفة محددة.

وهي تختلف عن الدوائر الكهربائية التقليدية في أن هدفها لا يقتصر على نقل القدرة الكهربائية إلى حمل معيّن، بل يمتد إلى التحكم، والمعالجة، والقياس، والتبديل، والحساب، والاتصال، واتخاذ القرار داخل الأجهزة والأنظمة الحديثة.

في الدائرة الإلكترونية لا يكون التيار أو الجهد مجرد وسيلة لتشغيل حمل مثل مصباح أو محرك فقط، بل قد يكون حاملاً للمعلومة نفسها. فالإشارة الإلكترونية قد تمثل صوتاً، أو صورة، أو بيانات رقمية، أو قراءة حساس، أو أمر تحكم، أو نبضة زمنية. ولهذا تُعد الدوائر الإلكترونية أساساً لكل الأجهزة الحديثة تقريباً، مثل الهواتف، والحواسيب، وأجهزة القياس، وأنظمة الاتصالات، والروبوتات، والأجهزة الطبية، والمتحكمات الصناعية.

تعمل الدوائر الإلكترونية بالاعتماد على عناصر فعالة وغير فعالة. العناصر الفعالة مثل الترانزستور والدوائر المتكاملة تستطيع التكبير والتحكم في الإشارة، أما العناصر غير الفعالة مثل المقاومات والمكثفات والمحاثات فتؤدي أدواراً تنظيمية وتخزينية وترشيحية. وعند ترتيب هذه العناصر بطريقة هندسية ووظيفية مدروسة، تتكوّن دائرة قادرة على تنفيذ مهمة محددة بدقة كبيرة.

من الناحية العلمية، يمكن تعريف الدائرة الإلكترونية بأنها:

مسار أو شبكة من المكوّنات المصممة بحيث تسمح بمرور الإشارات الكهربائية والتحكم في خصائصها من حيث القيمة، والاتجاه، والتردد، والشكل الزمني، والاستجابة، لتحقيق وظيفة محددة.

2_2 أهمية الدوائر الإلكترونية :

تكمن أهمية الدوائر الإلكترونية في أنها تمثل البنية الأساسية للتقنيات المعاصرة. فكل تطور في مجالات الحوسبة، والاتصالات، والتحكم الآلي، والذكاء الاصطناعي، والطب الحيوي، والطاقة الذكية، يعتمد بصورة مباشرة على تقدم تصميم الدوائر الإلكترونية.

1-2-2 وتظهر هذه الأهمية في عدة جوانب:

1. تمكين معالجة المعلومات بسرعة عالية جداً.
2. تنفيذ عمليات التحكم الآلي بدقة واستجابة فورية.
3. تصغير حجم الأجهزة مع زيادة كفاءتها.

4. تقليل استهلاك الطاقة في الأنظمة الذكية.
5. ربط العالم عبر أنظمة الاتصالات السلكية واللاسلكية.
6. بناء الأنظمة الرقمية التي تقوم عليها الحواسيب والهواتف والإنترنت.

ومن دون الدوائر الإلكترونية ما كان بالإمكان الوصول إلى الأجهزة القابلة للبرمجة، أو أنظمة الاستشعار الذكية، أو المعالجات الدقيقة، أو تقنيات الاتصالات الحديثة.

2-3 المكونات الأساسية للدوائر الإلكترونية :

تتكوّن الدوائر الإلكترونية من مجموعة عناصر، لكل عنصر وظيفة خاصة، وتكامل هذه الوظائف هو ما يحدد أداء الدائرة.

2-3-1 المقاومة :

المقاومة عنصر يعيق مرور التيار الكهربائي بدرجة محددة، ووظيفتها الأساسية تنظيم قيمة التيار وتقسيم الجهد وحماية المكونات الحساسة.

تقاس المقاومة بوحدة الأوم. وتُستخدم في معظم الدوائر لضبط ظروف التشغيل، وتحديد انحياز الترانزستورات، والتحكم في مستويات الإشارات.

• أهم وظائفها:

1. تحديد التيار المار في الفرع.
2. تقسيم الجهد بين نقاط مختلفة.
3. حماية العناصر من التيار الزائد.
4. المساهمة في تكوين ثوابت زمنية مع المكثف

2_3_2 المكثف :

المكثف عنصر يخزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي بين لوحين يفصل بينهما عازل.

تقاس سعته بالفاراد. وتُستخدم المكثفات في الترشيح، والتنعيم، والربط بين المراحل، والفصل بين التيار المستمر والمتردد، وتخزين الشحنة مؤقتاً.

• أهم وظائفه:

1. تخزين الشحنة الكهربائية.
2. تمرير الإشارات المتغيرة ومنع المستمرة في بعض التطبيقات.
3. تنعيم خرج مزوّدات القدرة.
4. تحديد التوقيت في دوائر التأخير والذبذبة.

3-3-2 الملف أو المحث :

المحث عنصر يخزن الطاقة على شكل مجال مغناطيسي عند مرور التيار فيه. تقاس محاثته بالهنري. ويُستخدم في دوائر المرشحات، وأنظمة القدرة، ومبدلات الطاقة، ودوائر الترددات العالية.

- أهم وظائفه:

1. مقاومة التغير المفاجئ في التيار.
2. تخزين الطاقة المغناطيسية.
3. العمل مع المكثفات لتشكيل دوائر رنين.
4. الاستخدام في دوائر التحويل والترشيح.

4-3-2 الديود :

الديود عنصر شبه موصل يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد غالبًا ويمنعه في الاتجاه المعاكس، ولذلك يُستخدم في التقويم والحماية والتبديل السريع.

- من أشهر أنواعه:

1. ديود التقويم.
2. ديود زينر.
3. ديود باعث للضوء LED.
4. ديود شوتكي

- الديود الضوئي :

- وظائفه:

1. تقويم التيار المتردد إلى مستمر
2. تنظيم الجهد في بعض التطبيقات.
3. الحماية من انعكاس القطبية.
4. إصدار الضوء أو استقبال الضوء.

5-3-2 الترانزستور :

الترانزستور من أهم العناصر الفعالة في الدوائر الإلكترونية، ويُستخدم كمكبر وكعامل تبديل وكعنصر تحكم.

- يوجد في صورتين شائعتين:

1. ترانزستور ثنائي القطبية BJT
2. ترانزستور تأثير المجال FET ومنه MOSFET

• وظائفه:

1. تكبير الإشارة الضعيفة.
2. لتشغيل والإيقاف الإلكتروني.
3. تكوين البوابات المنطقية والدوائر الرقمية

2-3-6 الدوائر المتكاملة :

هي شرائح إلكترونية تضم عددًا كبيرًا من المكونات داخل غلاف صغير، وقد تحتوي على آلاف أو ملايين الترانزستورات.

• تنقسم إلى:

1. دوائر تماثلية
2. دوائر رقمية دوائر مختلطة
3. معالجات دقيقة
4. متحكمات دقيقة
5. مضخمات تشغيلية

• أهميتها:

1. تصغير الحجم
2. رفع الاعتمادية.
3. خفض التكلفة
4. زيادة السرعة.
5. تقليل استهلاك الطاقة في كثير من التطبيقات.

2-3-7 مصدر التغذية :

كل دائرة إلكترونية تحتاج إلى مصدر طاقة مناسب مثل البطاريات أو مزودات القدرة أو الخلايا الشمسية أو المحولات مع المقومات والمنظمات.

وظيفة مصدر التغذية هي توفير الجهد والتيار المناسبين لاستمرار عمل العناصر وفق قيمها التصميمية.

2-3-8 المفاتيح والمرحلات :

تُستخدم لفتح وغلق المسارات الكهربائية يدويًا أو آليًا. وفي الدوائر الحديثة قد يُستعاض عنها بترانزستورات وموسفتات تعمل كمفاتيح إلكترونية.

2-3-9 الحساسات :

هي مكونات تحول الكميات الفيزيائية مثل الحرارة والضوء والضغط والرطوبة والحركة إلى إشارات كهربائية يمكن للدوائر الإلكترونية معالجتها.

2-3-10 المشغلات :

هي عناصر تستقبل إشارة من الدائرة الإلكترونية ثم تحوّلها إلى فعل مادي مثل تشغيل محرك، أو إصدار صوت، أو إضاءة مصباح، أو تحريك صمام.

2-4 مبدأ عمل الدوائر الإلكترونية:

يقوم مبدأ عمل الدوائر الإلكترونية على استقبال الطاقة أو الإشارة، ثم معالجتها داخليًا وفق ترتيب وظيفي محدد، ثم إنتاج خرج مناسب.

وتختلف آلية العمل حسب نوع الدائرة، لكن الفكرة العامة يمكن تلخيصها في المراحل الآتية:

2-4-1 استقبال التغذية أو الإشارة :

في البداية تحصل الدائرة على طاقة تشغيل من مصدر قدرة، وقد تستقبل أيضًا إشارة دخل من حساس أو مفتاح أو هوائي أو مصدر بيانات.

2_4_2تهيئة الإشارة :

قد تكون إشارة الدخل ضعيفة أو مشوشة أو غير مناسبة للمراحل التالية، لذلك تُستخدم مراحل تكيف الإشارة مثل التكبير، والفلتر، والقص، والانحياز، والعزل.

2_4_3المعالجة والتحكم :

• في هذه المرحلة تتم الوظيفة الأساسية للدائرة، مثل:

1. تكبير الإشارة.
2. تحويلها من تماثلية إلى رقمية.
3. إجراء عمليات منطقية عليها.
4. تخزينها مؤقتًا.
5. استخدامها لاتخاذ قرار تحكم.
6. إخراج النتيجة

• بعد المعالجة تنتج الدائرة خرجًا قد يكون:

1. جهدًا أو تيارًا جديدًا.
2. نبضات رقمية
3. إشارة تحكم صوتيًا.
4. بيانات مرسلة.
5. حركة ميكانيكية عبر مشغل.

2-4-4 التغذية الراجعة :

في كثير من الدوائر المتقدمة تُعاد عينة من الخرج إلى المدخل للتحكم في الاستقرار أو الكسب أو الدقة. وتسمى هذه العملية بالتغذية الراجعة، وهي شديدة الأهمية في دوائر المضخمات والمنظمات وأنظمة التحكم.

2-5 الأنواع العامة للدوائر الإلكترونية :

يمكن تصنيف الدوائر الإلكترونية بطرق متعددة بحسب طبيعة الإشارة، والوظيفة، ومستوى التعقيد، وطبيعة التشغيل.

2-5-1 من حيث طبيعة الإشارة :

• الدوائر التماثلية :

هي الدوائر التي تتعامل مع إشارات مستمرة القيم، أي أن الجهد أو التيار فيها يمكن أن يأخذ أي قيمة ضمن مدى معين.

تُستخدم هذه الدوائر في تكبير الصوت، ودوائر الاستشعار، ومرشحات الإشارة، والذبذبات، ومنظمات الجهد.

○ خصائصها:

حساسية للتشويش والانحرافات.

ممتازة في التعامل المباشر مع الإشارات الطبيعية مثل الصوت والحرارة.

تحتاج إلى تصميم دقيق فيما يتعلق بالكسب والاستقرار.

• الدوائر الرقمية :

هي الدوائر التي تتعامل مع مستويات منطقية محددة، غالبًا 0 و 1.

وتشكّل الأساس للحواسيب والمتحكمات والأنظمة المبرمجة.

○ خصائصها:

1. أعلى مقاومة للتشويش نسبيًا.

2. مناسبة للمعالجة المنطقية والتخزين والحساب.

3. تعتمد على البوابات المنطقية والمسجلات والعدادات والمعالجات.

• الدوائر المختلطة :

هي التي تجمع بين العالمين التماثلي والرقمي، مثل أنظمة قراءة الحساسات في المتحكمات الدقيقة، حيث تُلتقط الإشارة بشكل تماثلي ثم تُحوّل إلى رقمية لمعالجتها.

2-6 التصنيف العام لأنواع الدوائر الإلكترونية :

التصنيف العام للدوائر الإلكترونية لا يعتمد على معيار واحد فقط، بل على عدة معايير مترابطة. وفيما يلي التصنيف الأشمل والأكثر استخدامًا:

1-6-2 بحسب الوظيفة :

• دوائر التقويم :

تستخدم لتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر باستخدام الديودات، وقد تكون نصف موجة أو موجة كاملة أو جسر تقويم.

• دوائر الترشيح :

تستخدم لإزالة المركبات غير المرغوبة من الإشارات أو لتنعيم الجهد المستمر بعد التقويم.
من أمثلتها:

1. مرشح منخفض التمرير .
2. مرشح عالي التمرير .
3. مرشح نطاقى .
4. مرشح مانع للنطاق .

• دوائر التكبير :

تستخدم لرفع سعة الإشارة من حيث الجهد أو التيار أو القدرة.
ومن أمثلتها:

1. مضخمات الصوت.
2. مضخمات التردد الراديوي
3. مضخمات العمليات
4. دوائر التذبذب :

هي دوائر تنتج إشارات دورية دون الحاجة إلى إشارة دخل دورية مستمرة.
تُستخدم في الساعات الإلكترونية، وأجهزة الإرسال، ومولدات النبضات.

5- دوائر التبديل :

تُستخدم لتحويل حالة الخرج بين التشغيل والإيقاف بسرعة كبيرة، كما في الدوائر الرقمية ومبدلات القدرة.

6- دوائر التنظيم :

وظيفتها تثبيت الجهد أو التيار ضمن حدود معينة رغم تغيرات الدخل أو الحمل، مثل منظمات الجهد الخطية والمبدلات Switching Regulators.

7- دوائر القياس والتحسس :

تتعامل مع إشارات الحساسات، وتقوم بتكبيرها أو تكيفها أو تحويلها إلى شكل مناسب للعرض أو المعالجة.

8- دوائر الاتصال :

تشمل دوائر الإرسال والاستقبال والتضمين وفك التضمين والترددات العالية والاتصالات الرقمية.

9- دوائر التحكم :

تستخدم لاتخاذ قرارات وتشغيل الأحمال وفق شروط محددة، كما في المتحكمات الدقيقة والأنظمة المضمنة.

بحسب أسلوب المعالجة

10- دوائر خطية :

يكون الخرج فيها متناسباً خطياً تقريباً مع الدخل ضمن مدى التشغيل، مثل كثير من المضخمات عند العمل في المنطقة الخطية.

11- دوائر غير خطية :

العلاقة بين الدخل والخرج فيها ليست خطية، مثل دوائر القص، والتقويم، والتبديل، والدوائر المنطقية.

بحسب مستوى التكامل

12- دوائر منفصلة المكونات :

تُبنى من عناصر منفصلة كالمقاومات والترانزستورات والديودات.

تتميز بسهولة الفهم والصيانة التعليمية، لكنها أكبر حجماً.

13- دوائر متكاملة :

تُنفذ داخل شريحة إلكترونية واحدة أو أكثر.

وهي السائدة في الصناعة الحديثة بسبب الكثافة العالية والاعتمادية والسرعة.

بحسب القدرة

14- دوائر إلكترونية صغيرة الإشارة :

تتعامل مع إشارات منخفضة القدرة مثل مضخمات الحساسات.

15- دوائر إلكترونيات القدرة :

تتعامل مع جهود وتيارات أعلى لتغذية أحمال حقيقية مثل المحركات والشواحن والعاكسات.

بحسب التردد

16- دوائر تردد منخفض :

مثل دوائر الصوت والقياس البطيء.

17- دوائر تردد عال :

مثل دوائر الراديو والاتصالات والميكروويف، وتحتاج إلى تصميم خاص جدًا لمراعاة السعات الطفيلية والتأثيرات الكهرومغناطيسية.

7-2 أهم أنواع الدوائر الإلكترونية :

1-7-2 دوائر المقومات :

تُستخدم لتحويل التيار المتردد AC إلى تيار مستمر DC.

وتوجد في مزودات الطاقة والشواحن ومعظم الأجهزة الإلكترونية.

• أنواعها:

1. مقوم نصف موجة
 2. مقوم موجة كاملة بنقطة وسط
 3. مقوم جسر
- ##### • أهميتها:

1. تمكين تشغيل الدوائر الإلكترونية المستمرة.
2. تمهيد الطاقة القادمة من الشبكة الكهربائية.

2_7_2 دوائر منظمات الجهد :

بعد التقويم والترشيح قد يبقى الجهد غير ثابت، لذلك تستخدم هذه الدوائر للحفاظ على مستوى ثابت وآمن.

• أنواعها:

1. منظمات خطية .

2. منظمات تبديلية .

• تطبيقاتها:

1. الهواتف
2. الحواسيب
3. الأجهزة الطبية
4. الأنظمة الصناعية

2-7-3 دوائر المضخمات :

تزيد من سعة الإشارة الضعيفة لتصبح قابلة للاستعمال.

• أنواعها:

1. مضخم جهد.
2. مضخم تيار.
3. مضخم قدرة.
4. مضخم صوت.
5. مضخم تردد عال

• تطبيقاتها:

1. مكبرات الصوت
2. المستقبلات اللاسلكية
3. أجهزة القياس الدقيقة
4. دوائر المذبذبات

تنتج موجات جيبيه أو مربعة أو مثلثية أو نبضية.

• أنواعها:

1. مذبذب RC
2. مذبذب LC
3. مذبذب كريستالي
4. مؤقتات نبضية

• تطبيقاتها:

1. الساعات الرقمية.
2. الميكروكنترولر.
3. الاتصالات.
4. توليد الإشارات المرجعية

4-7-2 دوائر البوابات المنطقية :

هي أساس الأنظمة الرقمية، وتنفذ عمليات منطقية مثل AND و OR و NOT و NAND و NOR و XOR.

- تطبيقاتها:

1. الحواسيب .
2. العدادات.
3. لأنظمة المبرمجة.
4. وحدات التحكم .
5. دوائر الذاكرة :

تُستخدم لتخزين المعلومات مؤقتًا أو دائمًا.

- أنواعها:

1. RAM
2. ROM
3. Flash
4. سجلات

- تطبيقاتها:

1. الحواسيب
2. الهواتف
3. المتحكمات الدقيقة
4. الأجهزة الذكية

دوائر التحويل التماثلي والرقمي :

تتضمن :

1. للتحويل من تماثلي إلى رقم
2. DAC . للتحويل من رقمي إلى تماثلي .

- أهميتها:

1. الربط بين العالم الفيزيائي والأنظمة الرقمية.
2. معالجة إشارات الحساسات.
3. تشغيل الصوت والصورة.

5-7-2 دوائر إلكترونيات القدرة :

تُستخدم للتحكم في الطاقة الكهربائية بكفاءة عالية.

• أنواعها:

1. مقطعات DC-DC
2. عواكس AC-DC
3. محولات DC-AC

• تطبيقاتها:

1. السيارات الكهربائية.
2. الطاقة الشمسية.
3. الشواحن السريعة .
4. التشغيل الصناعي.

8-2 تطبيقات الدوائر الإلكترونية:

تطبيقات الدوائر الإلكترونية واسعة جداً، ويمكن القول إنها موجودة في كل مجال تقني تقريباً.

• في الاتصالات :

تُستخدم في:

1. أجهزة الإرسال والاستقبال.
2. الهواتف المحمولة
3. الراوترات.
4. الأقمار الصناعية

وتقوم بمهام مثل التضمين، والتكبير، والمعالجة، والترشيح، وتحويل البيانات.

في الحوسبة :

تُعد الدوائر الرقمية والمعالجات الدقيقة والذاكرات أساس الحواسيب والخوادم والهواتف الذكية.

• في الطب :

تدخل في:

1. أجهزة تخطيط القلب.
2. أجهزة الأشعة.
3. أجهزة المراقبة الحيوية.
4. المضخات الطبية

• في الصناعة :

تُستخدم في:

1. أنظمة التحكم PLC.
2. الروبوتات
3. الحساسات الصناعية.
4. الإنفترات

في المنازل :

توجد في:

1. الغسالات الذكية.
 2. المكيفات.
 3. الأفران الإلكترونية.
 4. أنظمة الإضاءة الذكية
- في النقل :

تستخدم في:

1. أنظمة السيارات.
 2. وحدات التحكم بالمحرك.
 3. أنظمة الفرامل الذكية
 4. الملاحة
- في الطاقة :

تدخل في:

1. العواكس الشمسية.
 2. الشواحن.
 3. أنظمة تخزين الطاقة.
 4. العدادات الذكية
- في الأمن والمراقبة :

مثل:

1. الكاميرات.
2. أنظمة الإنذار.
3. التحكم في الدخول.
4. التعرف على البصمة والوجه.

9-2 خصائص الدوائر الإلكترونية:

تتميز الدوائر الإلكترونية بعدة خصائص تجعلها مختلفة عن الأنظمة الكهربائية التقليدية:

1. القدرة على معالجة الإشارات والمعلومات.
2. سرعة استجابة عالية جدًا.
3. دقة كبيرة في التحكم.
4. إمكانية التصغير الشديد.
5. قابلية البرمجة في كثير من الأنظمة.
6. استهلاك قدرة منخفض نسبيًا في كثير من التطبيقات.
7. القدرة على العمل ضمن أنظمة ذكية و مترابطة.

لكنها في المقابل قد تكون أكثر حساسية لعوامل مثل:

1. الحرارة.
2. الجهد الزائد.
3. الشحنات الساكنة.
4. التشويش الكهرومغناطيسي.

10-2 الفرق بين الدوائر الإلكترونية والدوائر الكهربائية بالتفصيل :

التمييز بين الدوائر الإلكترونية والدوائر الكهربائية من أهم الموضوعات الأساسية، لأن كثيرًا من الناس يخلطون بينهما رغم وجود فروق جوهرية في الهدف، وطبيعة المكونات، ومستوى الجهد، وطبيعة الإشارة، وطريقة العمل.

10-2-1 التعريف :

الدوائر الكهربائية هي دوائر تهدف أساسًا إلى نقل أو توزيع أو استهلاك القدرة الكهربائية لتشغيل أحمال مثل المصابيح، والسخانات، والمحركات.

أما الدوائر الإلكترونية فتهدف إلى التحكم في الإشارات أو معالجتها أو توجيهها أو استخدامها لاتخاذ قرار أو تنفيذ وظيفة ذكية بالإضافة إلى إمكانية التعامل مع القدرة في بعض التطبيقات.

10-2-2 الغاية الأساسية :

- في الدائرة الكهربائية تكون الغاية غالبًا:
 1. نقل الطاقة.
 2. تشغيل حمل.
 3. تحويل القدرة.
 4. التوزيع والحماية.
- أما في الدائرة الإلكترونية فتكون الغاية غالبًا:
 1. معالجة معلومة.

2. تكبير إشارة.
3. إجراء عمليات منطقية.
4. التحسس والقياس.
5. التحكم الذكي

2-10-3 طبيعة الكميات المتعامل معها :

الدوائر الكهربائية تركز غالبًا على القدرة الكهربائية، أي العلاقة بين الجهد والتيار والقدرة والأحمال.

الدوائر الإلكترونية تركز كثيرًا على الإشارة إضافة إلى القدرة.

فالإشارة قد تكون صغيرة جدًا لكن لها معنى كبير، ولذلك فإن الجودة والدقة والشكل الزمني تصبح عوامل أساسية.

مستوى الجهود والتيارات

في الدوائر الكهربائية تكون الجهود والتيارات غالبًا أعلى نسبيًا، مثل:

220 فولت أو 380 فولت

تيارات تشغيل مرتفعة للأحمال

أما في الدوائر الإلكترونية فالكثير من الدوائر تعمل على جهود منخفضة مثل:

1.8 فولت _ 3.3 فولت _ 5 فولت _ 2 فولت

مع وجود استثناءات في إلكترونيات القدرة.

2-10-4 نوع المكونات :

• الدوائر الكهربائية تعتمد كثيرًا على:

1_ الأسلاك. 2_ المفاتيح. 3_ القواطع. 4_ الفيوزات. 5_ المحركات. 6_ المحولات. 7_ الأحمال الكهربائية

• أما الدوائر الإلكترونية فتعتمد على:

1_ المقاومات. 2_ المكثفات. 3_ الديودات. 4_ الترانزستورات. 5_ الدوائر المتكاملة. 6_ الحساسات. 7_ المتحكمات الدقيقة.

2-10-5 طبيعة الوظيفة :

الدائرة الكهربائية قد تكون وظيفتها ببساطة تشغيل مصباح عند غلق مفتاح.

أما الدائرة الإلكترونية فقد تستقبل إشارة من حساس ضوئي، وتُقارنها بمرجع، ثم تُشغّل المصباح تلقائيًا عند انخفاض الإضاءة، مع مؤقت وتأخير وحماية وتحكم في الشدة.

أي أن الإلكترونية تضيف الذكاء والمنطق والمعالجة.

2-10-6 الدقة والتحكم :

الدوائر الإلكترونية أعلى بكثير من حيث الدقة والقدرة على الضبط والتحكم، لأنها تتعامل مع حدود وقيم دقيقة جدًا وقد تبني قرارات معقدة اعتمادًا على البرمجة أو منطق المكونات.

أما الدوائر الكهربائية التقليدية فغالبًا ما تكون أبسط من ناحية القرار الوظيفي.

2-10-7 الحجم والتكامل :

الدوائر الكهربائية التقليدية قد تحتاج إلى مكونات كبيرة نسبيًا، خاصة في القدرة والتوزيع.

بينما الدوائر الإلكترونية يمكن أن تُدمج داخل شرائح دقيقة جدًا، بحيث يحتوي معالج صغير على ملايين أو مليارات العناصر.

2-10-8 الحساسية :

الدوائر الإلكترونية أكثر حساسية للتشويش، والحرارة، والجهد الزائد، والتفريغ الكهروستاتيكي.

أما الدوائر الكهربائية فهي غالبًا أكثر تحملاً من حيث البيئة القاسية في بعض التطبيقات، لكنها تواجه تحديات أخرى تتعلق بالعزل والحماية والقدرة.

2-10-9 التحليل العلمي :

تحليل الدوائر الكهربائية يركز غالبًا على:

1_ قوانين كيرشوف. 2_ قانون أوم. 3_ حسابات القدرة. 4_ الكفاءة. 5_ الأحمال. 6_ معامل القدرة

أما تحليل الدوائر الإلكترونية فيضيف إلى ذلك:

1_ خصائص أشباه الموصلات. 2_ انحياز العناصر. 3_ استجابة التردد. 4_ الكسب. 5_ التغذية الراجعة. 6_ المنطق الرقمي. 7_ الضوضاء. 8_ الاستقرار

2-10-10 مجالات الاستخدام :

• الدوائر الكهربائية:

1_ شبكات التوزيع. 2_ الإنارة. 3_ المحركات. 4_ الأحمال المنزلية والصناعية. 5_ التمديدات الكهربائية

• الدوائر الإلكترونية:

1_الهواتف. 2_الحواسيب. 3_أنظمة الاتصالات. 4_الأجهزة الذكية. 5_أنظمة التحكم. 6_الأدوات الطبية.

7_الأجهزة الدقيقة

11-2 مقارنة تفصيلية بين الدوائر الإلكترونية والدوائر الكهربائية:

وجه المقارنة :

- الدوائر الإلكترونية
- الدوائر الكهربائية

1-11-2 الهدف الأساسي :

1_معالجة الإشارات والتحكم والمعلومات. 2_نقل القدرة وتشغيل الأحمال. 3_طبيعة العمل. 4_ذكية وتحكمية وتحليلية. 5_تشغيلية وقدرية. 6_نوع الإشارات. 7_تماثلية أو رقمية أو مختلطة غالبًا جهود وتيارات قدرة

2-11-2 المكونات :

ترانزستور، ديود، IC، حساس، مفتاح، حمل، قاطع، محول، أسلاك، مستوى الجهد، غالبًا منخفض، غالبًا أعلى

مستوى التيار، غالبًا صغير إلى متوسط، قد يكون كبيراً

3-11-2 الوظائف :

تكبير، تبديل، منطق، قياس، تحكم

تشغيل، توزيع، حماية، تغذية

الدقة :عالية جدًا ،أقل نسبيًا في المعالجة ،الحساسية ،عالية ،أقل نسبيًا في كثير من التطبيقات

التكامل : مرتفع جدًا ،محدود نسبيًا

- الاستخدامات :

1_الحواسيب والاتصالات والتحكم. 2_الإضاءة والمحركات والتوزيع

12-2 العلاقة بين الدوائر الإلكترونية والدوائر الكهربائية :

رغم الفروق الكبيرة بينهما، فإن العلاقة بين الدوائر الإلكترونية والدوائر الكهربائية علاقة تكامل لا تعارض.

ففي كثير من الأنظمة الحديثة نجد أن الجزء الكهربائي يوفر الطاقة ويشغل الأحمال، بينما الجزء الإلكتروني يتحكم ويقيس ويتخذ القرار.

مثال ذلك في مكيف الهواء:

الجزء الكهربائي يشمل مصدر التغذية والأسلاك والضغوط والمروحة.

الجزء الإلكتروني يشمل لوحة التحكم، والحساسات، والمعالج، ودوائر القيادة.

وفي السيارة:

النظام الكهربائي يوفر القدرة للبطارية والمشغلات والأحمال.

النظام الإلكتروني يدير المحرك، والفرامل، والثبات، والمعلومات، والاتصال.

إذاً يمكن القول إن: الدائرة الكهربائية تهتم بالطاقة، والدائرة الإلكترونية تهتم بالطاقة والمعلومة معاً، لكن بصورة أكثر دقة وتعقيداً.

2-13 مزايا الدوائر الإلكترونية:

1_ سرعة عالية في المعالجة. 2_ دقة ممتازة في التحكم والقياس. 3_ قابلية تطوير الأنظمة الذكية. 4_ إمكانية الدمج والتصغير. 5_ كفاءة عالية في كثير من التطبيقات. 6_ دعم الأنظمة القابلة للبرمجة. 7_ مرونة كبيرة في التصميم الوظيفي.

2-14 تحديات الدوائر الإلكترونية:

1_ الحساسية للجهد الزائد. 2_ الحاجة إلى تصميم دقيق جداً. 3_ التأثر بالتشويش الكهرومغناطيسي. 4_ الحاجة إلى تبريد مناسب في بعض الحالات. 5_ صعوبة تتبع الأعطال في الدوائر المعقدة جداً. 6_ الحاجة إلى توافق بين العتاد والبرمجيات في الأنظمة المضمنة.

2-14 خلاصة البحث:

الدوائر الإلكترونية هي القلب الحقيقي للتكنولوجيا الحديثة، لأنها لا تكتفي بنقل الطاقة كما في كثير من الدوائر الكهربائية، بل تتعامل مع الإشارات والمعلومات والتحكم واتخاذ القرار. وهي تعتمد على عناصر أساسية مثل المقاومات، والمكثفات، والديودات، والترانزستورات، والدوائر المتكاملة، وتتنوع إلى دوائر تماثلية، ورقمية، ومختلطة، كما يمكن تصنيفها وظيفياً إلى دوائر تكبير، وتقويم، وترشيح، وتذبذب، وتحكم، واتصالات، وقدرة.

أما الدوائر الكهربائية فتركز بصورة أكبر على تشغيل الأحمال ونقل القدرة وحمايتها وتوزيعها. ولهذا فإن الفارق الجوهرى بين النوعين ليس في وجود التيار الكهربائي فقط، بل في طبيعة الهدف والوظيفة ومستوى التعقيد. فحين يكون المطلوب تشغيل حمل كهربائي مباشرة نكون غالباً أمام دائرة كهربائية، وحين يكون المطلوب تحليل الإشارة أو التحكم الذكي أو المعالجة أو البرمجة نكون أمام دائرة إلكترونية.

وفي التطبيقات الحديثة لم يعد الفصل بينهما تاماً، لأن أغلب الأجهزة والأنظمة المعاصرة تجمع بين الجانبين: جانب كهربائي يزود بالطاقة ويشغل الأحمال، وجانب إلكتروني يدير العمل ويتحكم فيه بدقة وكفاءة.

15-2 تعريف الحساسات :

الحساسات هي أجهزة إلكترونية تقوم باكتشاف التغيرات في البيئة المحيطة مثل الضوء أو الحرارة أو الحركة، ثم تقوم بتحويل هذه التغيرات إلى إشارات كهربائية يمكن معالجتها بواسطة أنظمة ذكية للتحكم في الأجهزة المختلفة داخل القاعة.

16-2 فوائد استخدام الحساسات في القاعات الذكية :

تساهم الحساسات في رفع كفاءة استهلاك الطاقة من خلال التشغيل التلقائي للأجهزة، كما تساعد على تحسين راحة المستخدمين عبر ضبط الإضاءة ودرجة الحرارة بشكل ذكي. بالإضافة إلى ذلك، تعزز من مستوى الأمان والمراقبة داخل القاعة، وتوفر بيئة تفاعلية حديثة.

17-2 حساسات الحركة :

مفهوم حساسات الحركة :

تعتمد حساسات الحركة على التقاط أي تغير يحدث في البيئة المحيطة مثل الحرارة أو الموجات أو الصوت، ثم يتم تحويل هذا التغير إلى إشارة كهربائية تُعالج داخل الدائرة الإلكترونية لتحديد ما إذا كانت هناك حركة فعلية أم لا.

1-17-2 أنواع حساسات الحركة :

1- حساس الأشعة تحت الحمراء السلبية (PIR) :

يعد من أكثر الأنواع انتشاراً في المنازل والمكاتب، حيث يعتمد على كشف الأشعة تحت الحمراء التي تصدرها الأجسام الحية. يحتوي الحساس على عنصرين حساسين لهذه الأشعة، وعند مرور جسم أمامه يحدث تغير في الإشعاع الحراري الذي يستقبله كل عنصر، فينتج فرق في الإشارة يتم تفسيره كحركة.

- يتميز هذا النوع بأنه منخفض استهلاك الطاقة ولا يصدر إشعاعاً، كما أنه سهل الاستخدام.

- أما من عيوبه أنه لا يكتشف الأجسام الباردة ويتأثر بدرجات الحرارة العالية

مكونات الدائرة الكهربائية لحساس الأشعة تحت الحمراء :

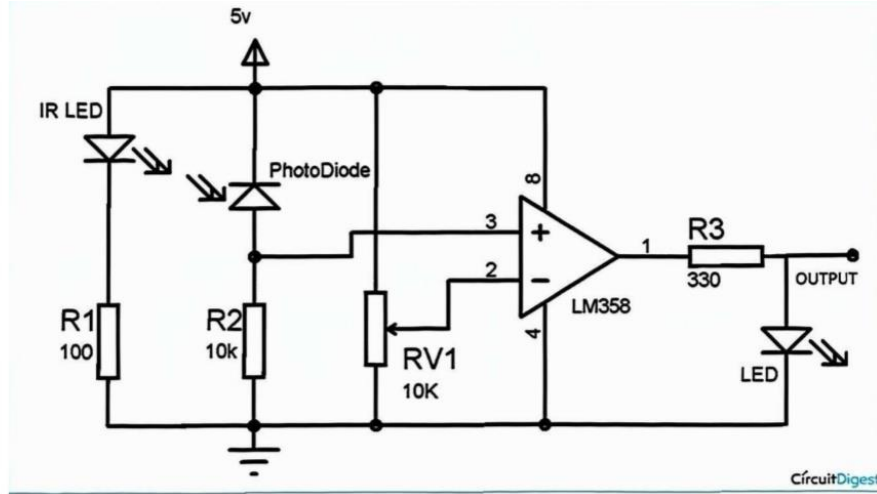
يتكون من عدة عناصر أساسية:

1. مستقبل الأشعة تحت الحمراء (Photodiode أو Phototransistor) يقوم باستقبال

الأشعة المنعكسة وتحويلها إلى إشارة كهربائية ضعيفة

2. مرسل الأشعة تحت الحمراء (IR LED) يرسل أشعة غير مرئية نحو الأجسام

3. مقاومات لضبط حساسية الدائرة وتحديد التيار
4. مكبر عمليات لتكبير الإشارة الصغيرة القادمة من الحساس
5. مقارن لمقارنة الإشارة بقيمة مرجعية وتحديد وجود جسم
6. ترانزستور يعمل كمفتاح إلكتروني. 7-ريلاي أو محرك لتشغيل جهاز خارجي
7. مكثف لتنقية الإشارة وتثبيت الجهد. 9-مزود طاقة لتغذية الدائرة (V5 أو V12)



ويظهر في الشكل (1-2) دائرة كاملة لحساس الأشعة تحت الحمراء.

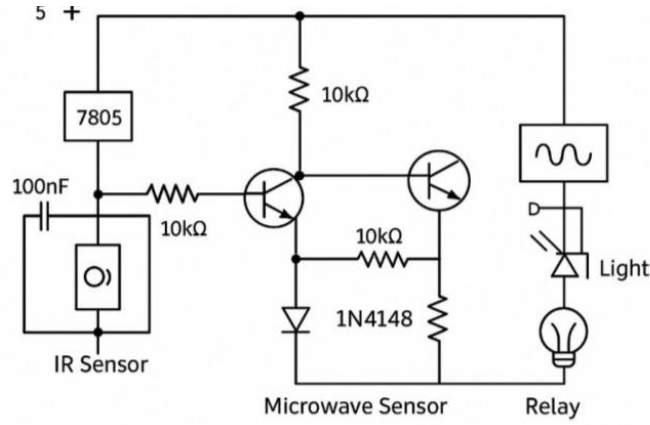
2- الحساسات المزدوجة (Dual Technology Sensors) :

تعتمد على دمج نوعين من الحساسات مثل الأشعة تحت الحمراء والموجات الميكروية، وذلك لتقليل الإنذارات الكاذبة. يتم اعتبار الحركة صحيحة فقط عند استشعارها من كلا الحساسين في نفس الوقت.

- تمتاز بدقة وموثوقية عالية، لكن تكلفتها أعلى من الأنواع الأخرى.

مكونات الدائرة للحساسات المزدوجة :

- 1- حساس PIR لاكتشاف التغير في الحرارة. 2- حساس موجات ميكروية لإرسال واستقبال الموجات
- 3- ترانزستورات لتكبير الإشارات. 4- مقاومات لضبط التيار. 5- مكثفات لتنقية الإشارة.
- 6- دايود للحماية 7 - ريلاي لتشغيل الأحمال. 8- مزود طاقة. 9- لوحة تجارب أو PCB للتوصيل



ويظهر في الشكل (2_2) مثال لدائرة حساسين معاً.

3- حساسات الفيديو (Motion Detection Video) :

تعتمد على تحليل الصور القادمة من الكاميرات الرقمية، حيث يتم مقارنة الإطارات المتتالية، وأي تغير في البكسلات يدل على وجود حركة.

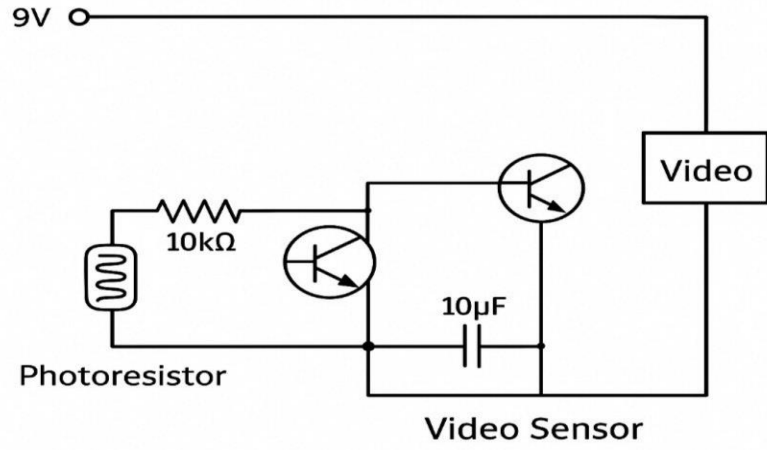
- تمتاز بقدرتها على التمييز بين الأشخاص والمركبات والحيوانات، وتستخدم في أنظمة المراقبة الذكية.

لكنها تحتاج إلى معالجة بيانات معقدة وتتأثر بالإضاءة.

دائرة نظام الكاميرا (الحساس الضوئي)

* تتكون من:

- 1- مستشعر صورة (CMOS) لتحويل الضوء إلى إشارات. 2- عدسة لتركيز الضوء
- 3- محول تناظري رقمي (ADC). 4- معالج صور لمعالجة البيانات. 5- وحدة تحكم لتنظيم العمل. 6- مزود طاقة



ويظهر الشكل (3-2) دائرة نظام الكاميرا.

4- حساسات الموجات الميكروية :

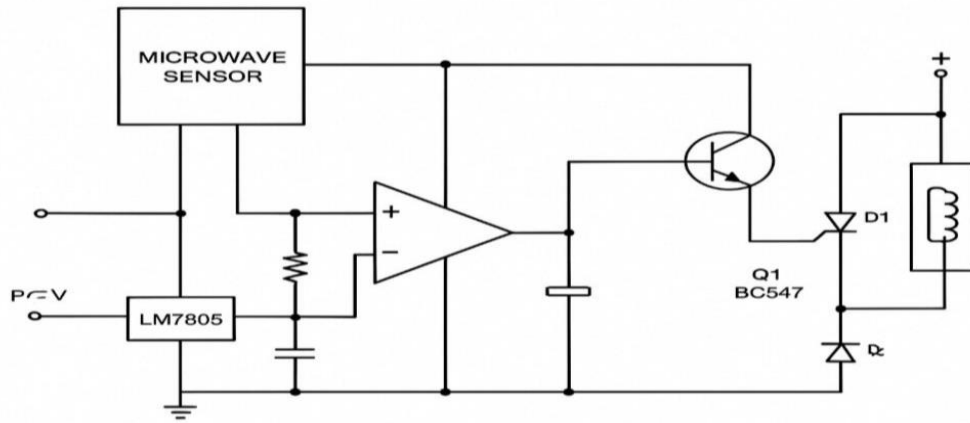
تعتمد على مبدأ دوبلر، حيث ترسل موجات ميكروية وتستقبل انعكاسها من الأجسام، وعند الحركة يتغير تردد الموجة، مما يدل على وجود حركة.

- تمتاز بمدى كشف واسع وقدرة على اختراق بعض العوائق مثل الجدران الخفيفة.
- لكنها تستهلك طاقة أعلى وقد تعطي إنذارات كاذبة.

* مكونات دائرة حساس الموجات الميكروية :

1- وحدة حساس (مثل RCWL-0516). 2- ترانزستور لتكبير الإشارة. 3- مقاومات للتحكم في التيار

4- مكثفات للتثبيت. 5- مزود طاقة.



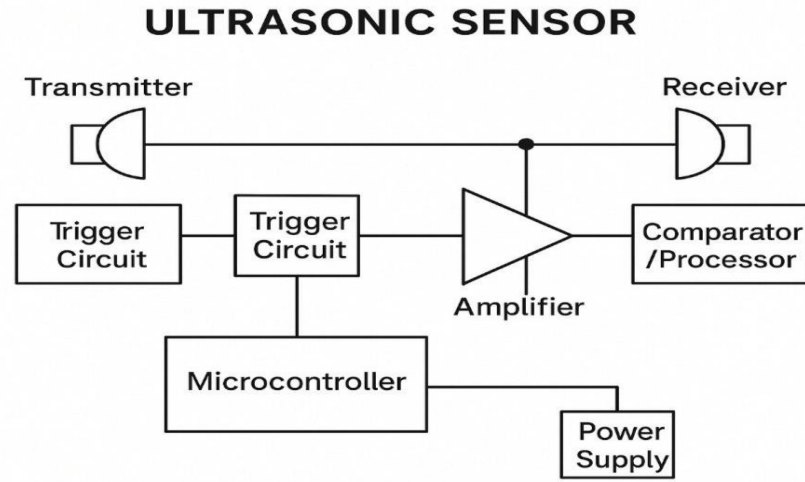
ويظهر الشكل (4-2) يوضح دائرة كهربائية لحساس الموجات الميكروية.

5_ حساسات الموجات فوق الصوتية :

تستخدم موجات صوتية عالية التردد لقياس المسافة، حيث يتم إرسال موجة واستقبال انعكاسها، ويتم حساب الزمن لتحديد المسافة.

مكوناتها :

- 1- وحدة إرسال واستقبال.
- 2- مولد نبضات.
- 3- مكبر إشارة.
- 4- دائرة مقارنة.
- 5- متحكم دقيق (مثل Arduino).
- 6- مقاومات ومكثفات.
- 7- منظم جهد.
- 8- مزود طاقة



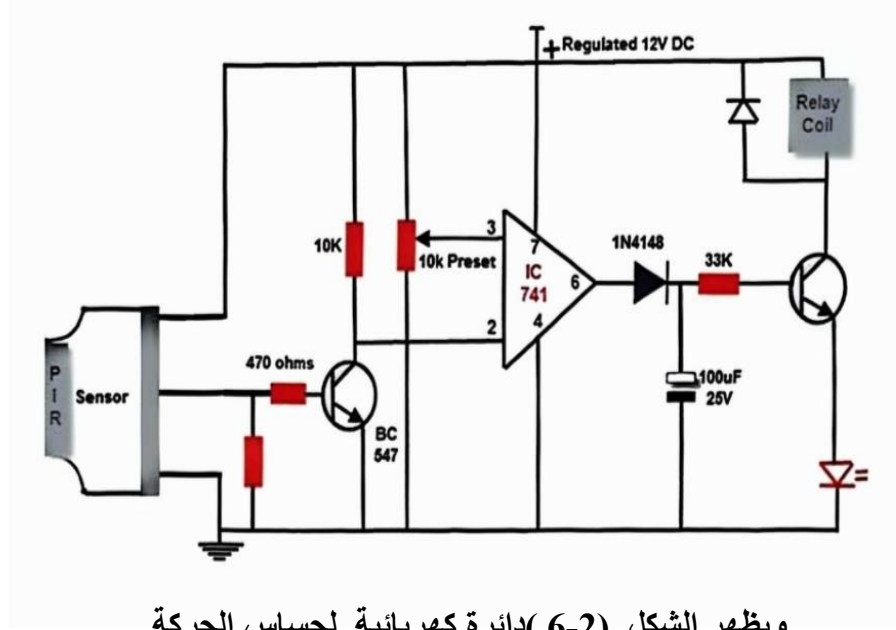
ويظهر الشكل (5-2) دائرة كهربائية لحساس الموجات فوق الصوتية .

18-2 تطبيقات حساسات الحركة:

تستخدم في أنظمة الإنذار، والإضاءة التلقائية، والروبوتات، وأنظمة الملاحة، والمباني الذكية، وأنظمة عد الأشخاص.

* مكونات حساس PIR عملياً :

- 1- مستشعر حراري.
- 2- عدسة فريسنل.
- 3- دائرة إلكترونية للتكبير والمعالجة.
- 4- وحدة إخراج لتشغيل جهاز خارجي.



ويظهر الشكل (6-2) دائرة كهربائية لحساس الحركة .

19-2 حساسات الإضاءة :

_ تعريف حساسات الإضاءة :

حساسات الإضاءة هي أجهزة تُستخدم لاكتشاف شدة الضوء في البيئة المحيطة وتحويلها إلى إشارة كهربائية يمكن معالجتها والتحكم بها في أنظمة مختلفة مثل تشغيل وإيقاف الإضاءة تلقائياً أو ضبط سطوع الشاشات.

تعتمد فكرة عملها على أن بعض المواد تغير مقاومتها أو جهد الكهربي عند تعرضها للضوء.

1-19-2 أنواع حساسات الإضاءة :

خلايا المقاومة الضوئية (LDR)

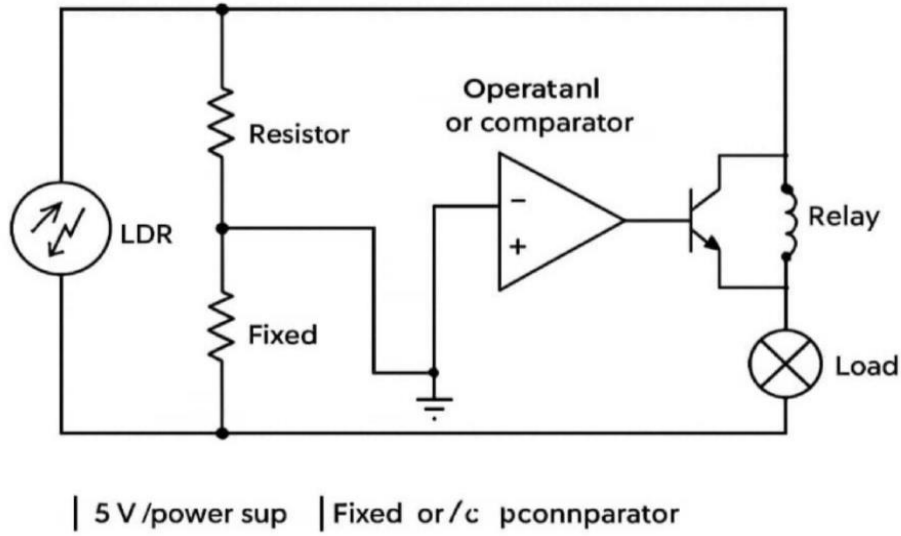
هي حساسات تتغير مقاومتها حسب كمية الضوء الساقط عليها، حيث:

- عند زيادة الضوء تقل المقاومة
- عند انخفاض الضوء تزيد المقاومة

يؤدي ذلك إلى زيادة أو تقليل التيار الكهربائي، وتستخدم في أنظمة الإضاءة التلقائية.

2-19-2 مكونات دائرة حساس LDR :

- 1- خلية LDR تستجيب للضوء. 2- مقاومة ثابتة لتكوين مقسم جهد. 3- مكبر عمليات أو مقارن لمقارنة الإشارة
- 4- ترانزستور كمفتاح تشغيل. 5- ريلاي لتشغيل الأحمال.
- 6- مزود طاقة (V5 أو V12 كمؤشر. 7- مكثف اختياري لتثبيت الجهد



ويظهر الشكل (2-7) دائرة كهربائية لحساس خلايا المقاومة الضوئية.

3-19-2 الحساس الضوئي الثنائي (Photodiode) :

هو عنصر إلكتروني يحول الضوء إلى تيار كهربائي، ويُستخدم عندما نحتاج دقة أعلى في قياس الضوء.

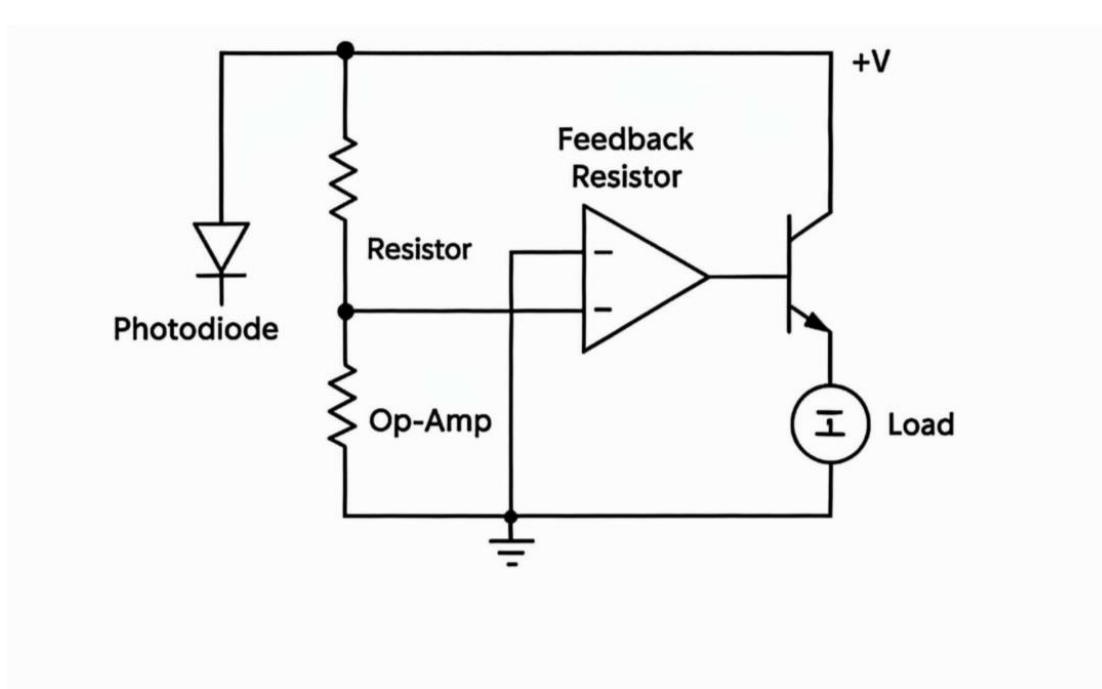
- طريقة العمل :

عند سقوط الضوء تمتص الفوتونات طاقة كافية لتحرير الإلكترونات داخل المادة، فينتج تيار كهربائي يتناسب مع شدة الضوء.

يعمل غالبًا في وضع الانحياز العكسي لزيادة الحساسية.

- مكونات دائرة Photodiode :

- 1- الثنائي الضوئي. 2- مقاومة لتحويل التيار إلى جهد. 3- مكبر عمليات لتكبير الإشارة.
- 4- مقارن لتحديد مستوى الضوء. 5- ترانزستور للتشغيل. 6- ريلاي أو LED كمخرج. 7- مزود طاقة



ويظهر الشكل (2_8) دائرة كهربائية لحساس الضوئي الثنائي

4-19-2 الترانزستور الضوئي (Phototransistor) :

هو نوع خاص من الترانزستورات يعمل بالضوء بدل الإشارة الكهربائية، حيث يتحكم الضوء في فتح وإغلاق الترانزستور.

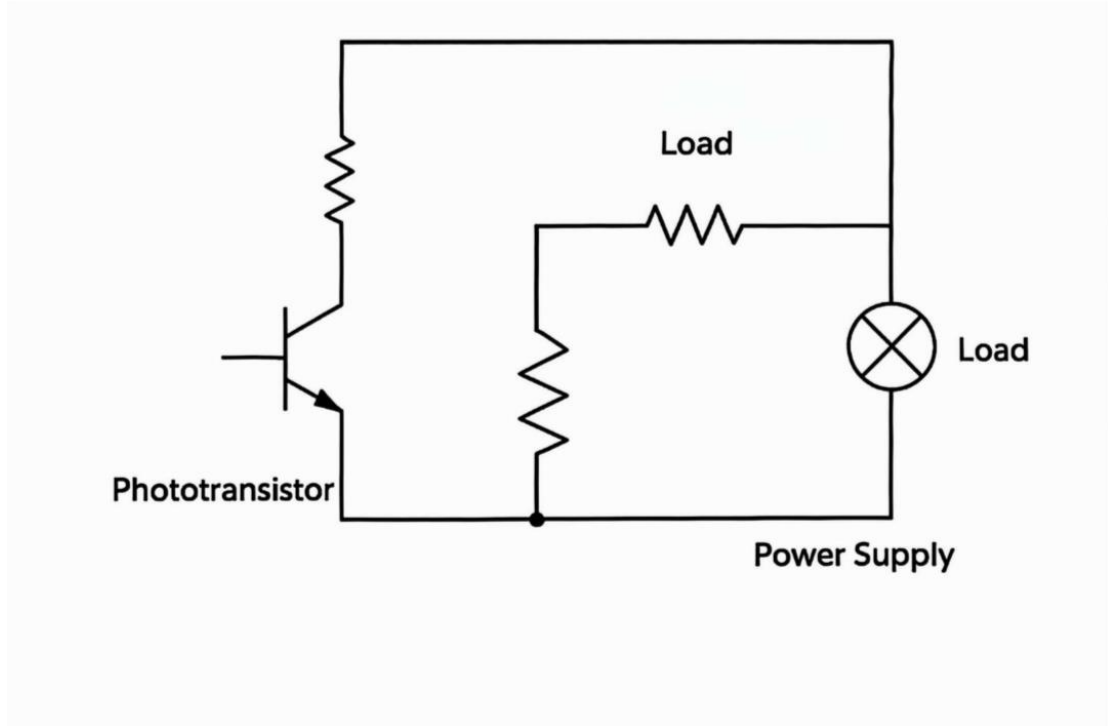
طريقة العمل :

عند سقوط الضوء تتحرر إلكترونات داخل المادة، مما يزيد من تيار المجمع (Collector Current)، وبالتالي يتم تشغيل الدائرة.

* مكونات دائرة :

1_ الترانزستور الضوئي. 2_ مقاومة لتحديد التيار. 3_ مكبر عمليات أو مقارن. 4_ ترانزستور إضافي (اختياري)

5_ ريلاي أو LED. 6_ مكثف اختياري. 7_ مزود طاقة



ويظهر الشكل (2_9) دائرة كهربائية الترانزستور الضوئي .

2-19-5 حساسات الدائرة :

_تعريفها :

هي أجهزة تُستخدم لقياس درجة الحرارة ونسبة الرطوبة في الهواء، وترسل هذه القيم إلى متحكمات أو أنظمة ذكية للتحكم في التهوية أو التبريد أو الإنذار.

طريقة العمل :

- تعتمد على تحويل التغيرات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية:
- في الحرارة: تتغير المقاومة أو الجهد حسب درجة الحرارة
- في الرطوبة: يتغير التيار أو الجهد نتيجة امتصاص بخار الماء

ثم يتم إرسال الإشارات إلى متحكم دقيق لمعالجتها وعرضها.

2-19-6 حساس DHT11:

وصفه :

حساس رقمي يقيس الحرارة والرطوبة ويعطي القيم مباشرة بشكل رقمي.

مكوناته :

_1حساس DHT11. _2مقاومة $10k\Omega$. _3متحكم دقيق (Arduino). _4مزود طاقة V5

_5شاشة عرض. _6أسلاك توصيل

طريقة العمل:

يرسل المتحكم إشارة بدء، فيقوم الحساس بقياس القيم وتحويلها إلى بيانات رقمية تُعرض على الشاشة.

20-2 حساسات جودة الهواء والتهوية :

تعريفها :

هي أجهزة تقيس مستوى نقاء الهواء وتحدد تركيز الغازات الضارة مثل:

- أول أكسيد الكربون (CO)
- ثاني أكسيد الكربون (CO₂)
- الأمونيا (NH₃) ،الدخان

وتُستخدم في أنظمة التهوية والتكييف وأنظمة الإنذار.

- طريقة العمل :

تعتمد على تحويل تركيز الغازات إلى إشارة كهربائية، حيث:

تتغير مقاومة الحساس عند وجود غاز

يتم تحويل هذه الإشارة إلى قراءة رقمية بواسطة متحكم

حساس 135-MQ

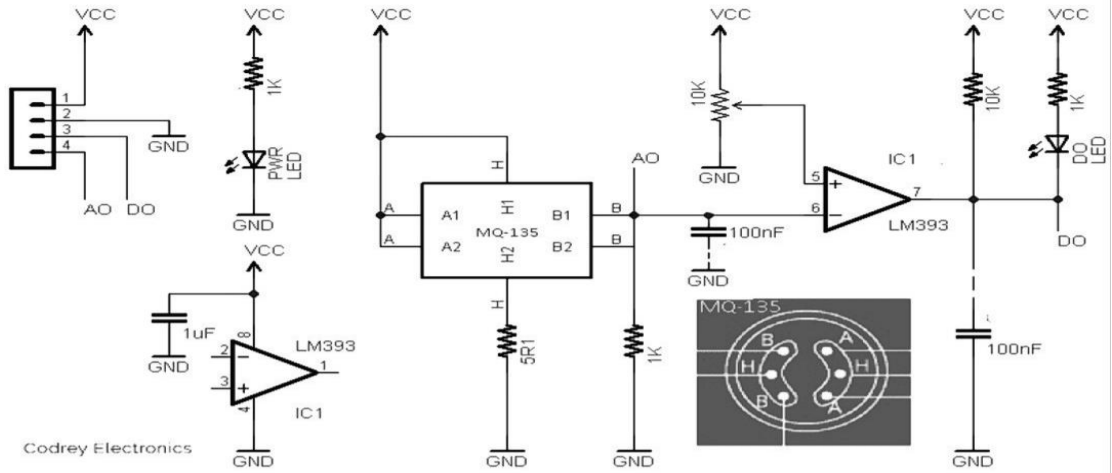
يُستخدم لقياس جودة الهواء واكتشاف الغازات المختلفة.

- مكونات الدائرة :

1-حساس 135-MQ. 2 _ مقاومة تحميل 3- مكبر عمليات. 4-متحكم دقيق. 5-شاشة عرض

6- مقاومات ومكثفات. 7- مزود طاقة. 8- طريقة العمل

عند زيادة تركيز الغازات تقل مقاومة الحساس، مما يؤدي إلى زيادة الجهد، ويقوم المتحكم بتحويله إلى قيمة رقمية تعبر عن جودة الهواء.



ويظهر الشكل (2-12) الدائرة الكهربائية لحساس MQ 135

1-22-2 حساس 7-MQ :

حساس مخصص لقياس غاز أول أكسيد الكربون (CO).

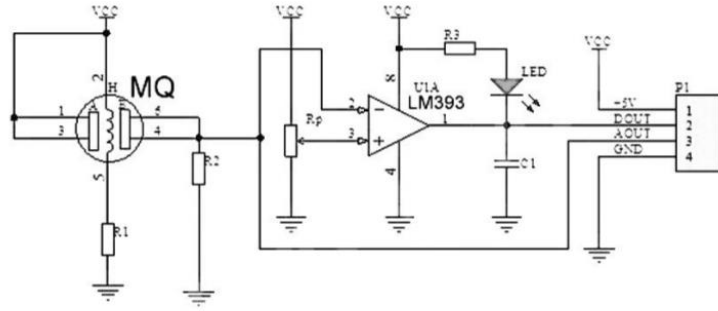
مكوناته :

1_ حساس 7-MQ. 2_ مقاومة تحميل. 3_ مكبر عمليات. 4_ متحكم

5_ مزود طاقة. 6_ مقاومات ومكثفات

طريقة العمل :

عند وجود الغاز تتغير مقاومة الحساس، ويقوم المتحكم بتحليل الإشارة، وإذا تجاوزت الحد يتم تشغيل الإنذار أو التهوية.



ويظهر الشكل (12-2) لدائرة الكهربائية لحساس MQ – 7.

21-2 أنواع الحساسات المستخدمة لعد الأشخاص :

تشمل عدة تقنيات:

1_ كاميرات RGB مع رؤية حاسوبية. 2_ كاميرات عمق (Flight-of-Time). 3_ حساسات حرارية

4_ رادارات موجات ملليمترية. 5_ حساسات الأشعة تحت الحمراء. 6_ مستشعرات الضغط الأرضية

7_ أنظمة Fi-Wi و Bluetooth. 8_ تقنية LiDAR

22-2 طرق التمييز بين الإنسان والحيوان :

تعتمد على عدة عوامل:

1_ الحجم والشكل. 2_ تحليل نمط الحركة. 3_ التوقيع الحراري. 4_ تحليل وضعية الجسم (Pose Estimation)

5_ توزيع الوزن والضغط. 6_ تحليل الرادار (Doppler-micro). 7_ المعلومات السياقية

كيفية عمل كل تقنية :

- الكاميرات: تعتمد على الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق لتتبع وتصنيف الأجسام
- كاميرات العمق: تقيس المسافة وتفصل بين الأجسام
- الحساسات الحرارية: تلتقط حرارة الجسم
- الرادار: يحلل انعكاس الموجات والحركة
- الأشعة تحت الحمراء: تكتشف المرور فقط

- مستشعرات الضغط: تقيس الوزن عند المرور
- Fi/Bluetooth-Wi: تعتمد على إشارات الأجهزة
- LiDAR: ينشئ خريطة ثلاثية الأبعاد

الفصل الثالث

1-3 مقدمة عن القاعة الدراسية الذكية:

القاعة الدراسية الذكية تعتمد على أنظمة إلكترونية للتحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية بطريقة تلقائية، بحيث تعمل الأجهزة فقط عند وجود أشخاص داخل القاعة. يساهم هذا النظام في تقليل الهدر الكهربائي وتحسين بيئة الدراسة من خلال التحكم في تشغيل المراوح واللمبات دون تدخل يدوي.

2-3 فكرة عمل نظام التحكم في التيار الكهربائي:

تقوم فكرة النظام على استخدام حساسين للحركة، حيث يوضع أحدهما عند مدخل القاعة والآخر عند المخرج. عند مرور شخص من جهة الدخول يكتشفه الحساس الأول ويرسل إشارة إلى الأردوينو ليقوم بزيادة عداد الأشخاص داخل القاعة بمقدار واحد، وعند مرور شخص من جهة الخروج يكتشفه الحساس الثاني ويرسل إشارة إلى الأردوينو ليقوم بإنقاص العداد بمقدار واحد. يعتمد تشغيل أو إيقاف الأجهزة الكهربائية على قيمة هذا العداد.

3_3 مكونات الدائرة الإلكترونية المستخدمة :

يتكون النظام من لوحة أردوينو وهي المتحكم الرئيسي الذي يستقبل إشارات الحساسات ويعالجها، وسنسرين حركة يعملان بالأشعة تحت الحمراء لاكتشاف مرور الأشخاص عند الدخول والخروج، وريلي كهربائي يعمل كمفتاح إلكتروني يسمح بتوصيل أو فصل التيار عن المراوح واللمبات بأمان، إضافة إلى أسلاك التوصيل ومصدر تغذية مناسب لتشغيل الدائرة.

3-4 طريقة عمل حساسات الدخول والخروج:

حساس الدخول يولد إشارة رقمية عند انقطاع الشعاع بسبب مرور شخص أمامه، فيقرأ الأردوينو هذه الإشارة ويعتبرها عملية دخول فيزيد العداد. أما حساس الخروج فيعمل بنفس المبدأ ولكن عند المخرج، وعند اكتشاف المرور يقوم الأردوينو بإنقاص العداد. تم استخدام زمن تأخير بسيط لمنع العد الخاطئ عند مرور شخص واحد أكثر من مرة.

3-5 آلية الوصل والقطع باستخدام الريلي:

الريلي يعمل كمفتاح كهربائي يتحكم فيه الأردوينو بجهد منخفض. عندما يكون عدد الأشخاص داخل القاعة أكبر من صفر يرسل الأردوينو إشارة HIGH إلى الريلي فيغلق الدائرة الكهربائية فتعمل المراوح واللمبات. وعندما يصبح العدد صفر يرسل الأردوينو إشارة LOW فيفتح الريلي الدائرة ويتم فصل التيار الكهربائي عن الأجهزة.

3-6 دور الأردوينو في اتخاذ القرار :

يقوم الأردوينو بقراءة إشارات الحساسات بشكل مستمر، ثم يقارن قيمة العداد، فإذا وجد أن هناك أشخاصاً داخل القاعة يعطي أمر التشغيل، وإذا لم يوجد أحد يعطي أمر الإيقاف. كما يمكن برمجته لإضافة شروط أخرى مثل التأخير الزمني أو التحكم في أجهزة متعددة.

7-3 فوائد النظام في القاعات الدراسية :

يساعد النظام على ترشيد استهلاك الكهرباء، وتقليل الأخطاء البشرية في تشغيل الأجهزة، وتوفير جو مريح للطلاب والمحافظة على الأجهزة من التشغيل غير الضروري.

8-3 الخاتمة:

يوضح هذا البحث أهمية استخدام الأنظمة الذكية في التحكم بالتيار الكهربائي داخل القاعات الدراسية، حيث يساهم في الجمع بين التكنولوجيا الحديثة وتوفير الطاقة بطريقة عملية وسهلة التطبيق باستخدام الأردوينو والحساسات والريلي.

الفصل الرابع

1-4 أجزاء الدائرة: Components of the Circuit :

1-1-4 بورد تجارب. (Breadboard)

2-1-4 أردوينو أونو. (Arduino Uno)

Relay Module. 3-1-4

4_1_4 موتور. (5V (DC Motor

5-1-4 بطارية. (9V (9V Battery

6-1-4 أسلاك توصيل. (Jumper Wires)

7-1-4 حساس الأشعة تحت الحمراء. (IR Sensor)

8-1-4 لمبات. LED Lamps

9-1-4 مقاومات. (Resistors)

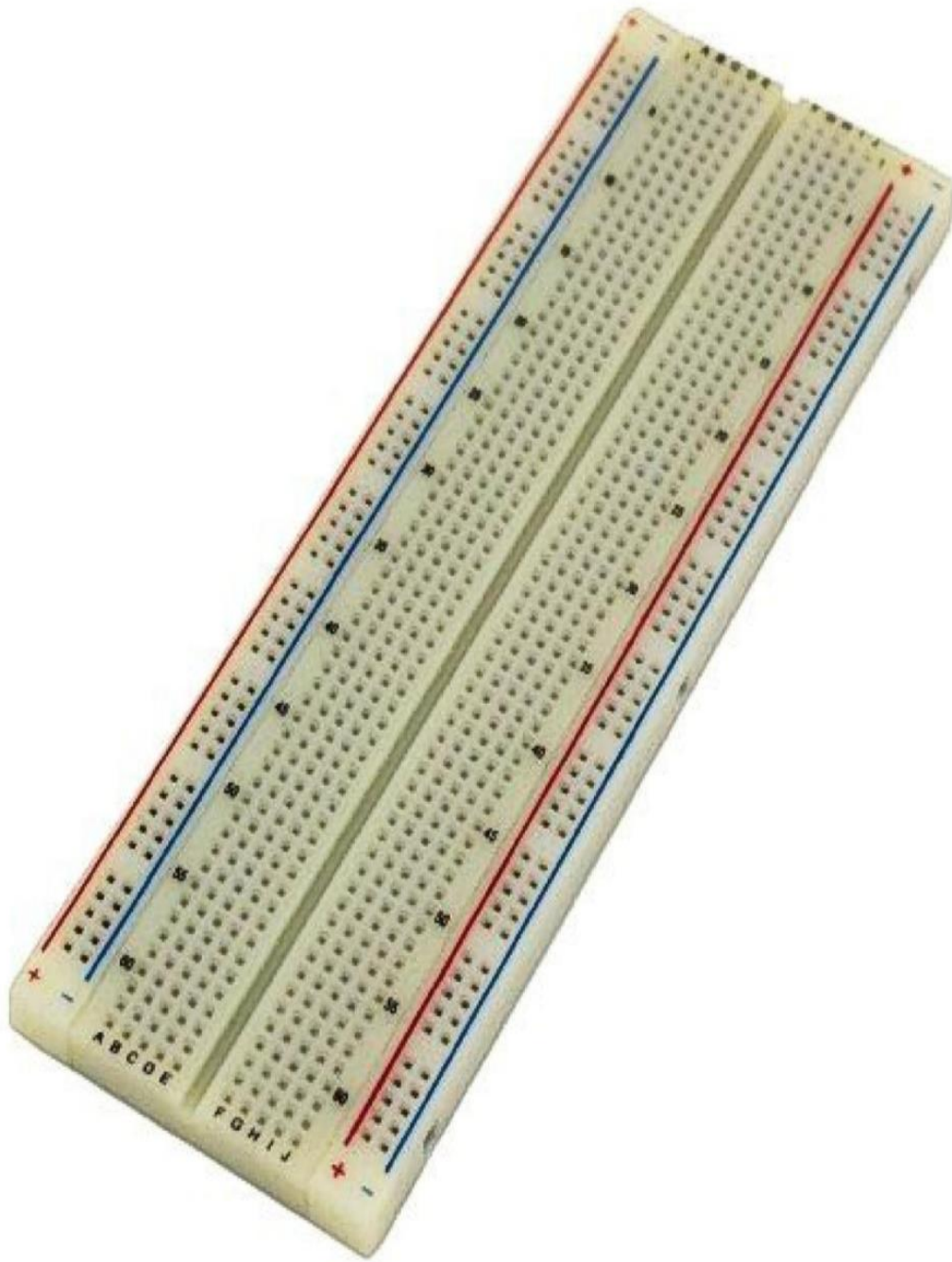
2_4 تعريف المكونات ووظيفتها وطريقة عملها:

1-2-4 بورد التجارب: (Breadboard)

هي لوحة تستخدم لتجميع الدوائر الإلكترونية بدون لحام.

وظيفتها: تسهيل توصيل المكونات وتجربتها بشكل مؤقت.

طريقة عملها: تعتمد على وجود صفوف داخلية متصلة كهربائياً تسمح بتمرير التيار بين المكونات.



شكل (4_1): يوضح بورد تجارب لتجميع الدوائر الإلكترونية بدون لحام.

2-2-4 أردوينو أونو: (Arduino Uno)

هو متحكم دقيق (Microcontroller) يستخدم للتحكم في الدوائر الإلكترونية. وظيفته: استقبال الإشارات من الحساسات ومعالجتها ثم إعطاء أوامر لتشغيل الأجهزة. طريقة عمله: يعمل من خلال برنامج (كود) يتم تحميله عليه لتنفيذ المهام المطلوبة.



الشكل (2_4): يوضح أردوينو أونو (Arduino Uno) للتحكم في الدوائر الإلكترونية.

3_2_4 الريليه (Relay)

هو مفتاح كهربائي يعمل إلكترونياً

وظيفته: تشغيل وفصل الأجهزة ذات الجهد العالي باستخدام إشارة منخفضة من الأردوينو.
طريقة عمله: يعمل عن طريق مغناطيس كهربائي يقوم بفتح أو غلق الدائرة عند وصول إشارة.



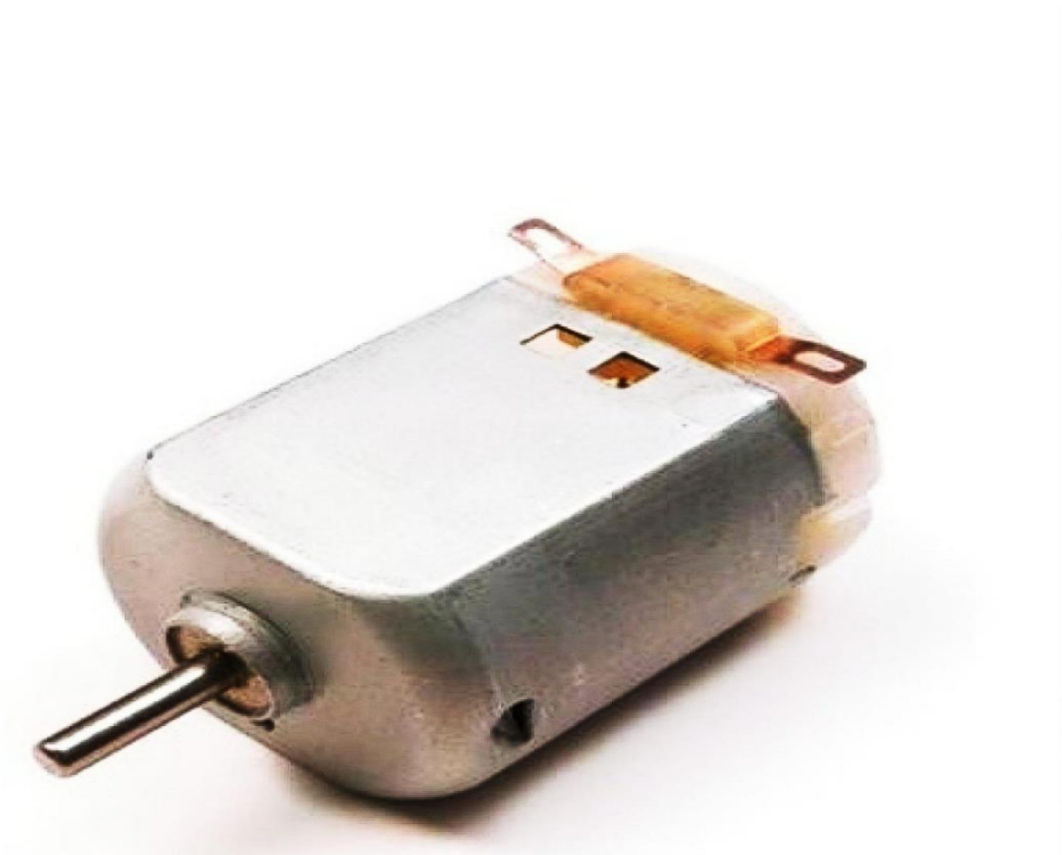
الشكل (3_4): يوضح الريليه (Relay Module) لتشغيل وفصل الأجهزة.

4_2_4 الموتور: (5V (DC Motor)

هو محرك كهربائي صغير يعمل بجهد 5 فولت.

وظيفته: تمثيل المروحة في المشروع.

طريقة عمله: يعمل عند مرور التيار الكهربائي فيتحول إلى حركة دورانية.



الشكل (4_4): يوضح الموتور DC Motor 5V، عند مرور التيار يتحول لحركة دورانية.

5-2-4 البطارية: (9V Battery) :

هي مصدر طاقة كهربائية للدائرة.

وظيفتها: تزويد النظام بالجهد اللازم للتشغيل.

طريقة عملها: تعمل من خلال تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.



شكل (5_4): البطارية (9V Battery) مصدر طاقة كهربائي للدائرة.

4 -2- 6 أسلاك التوصيل (Jumper Wires) :

هي أسلاك تستخدم لربط المكونات ببعضها.

وظيفتها: نقل التيار والإشارات بين أجزاء الدائرة.

طريقة عملها: تعمل كوسيط موصل للكهرباء.



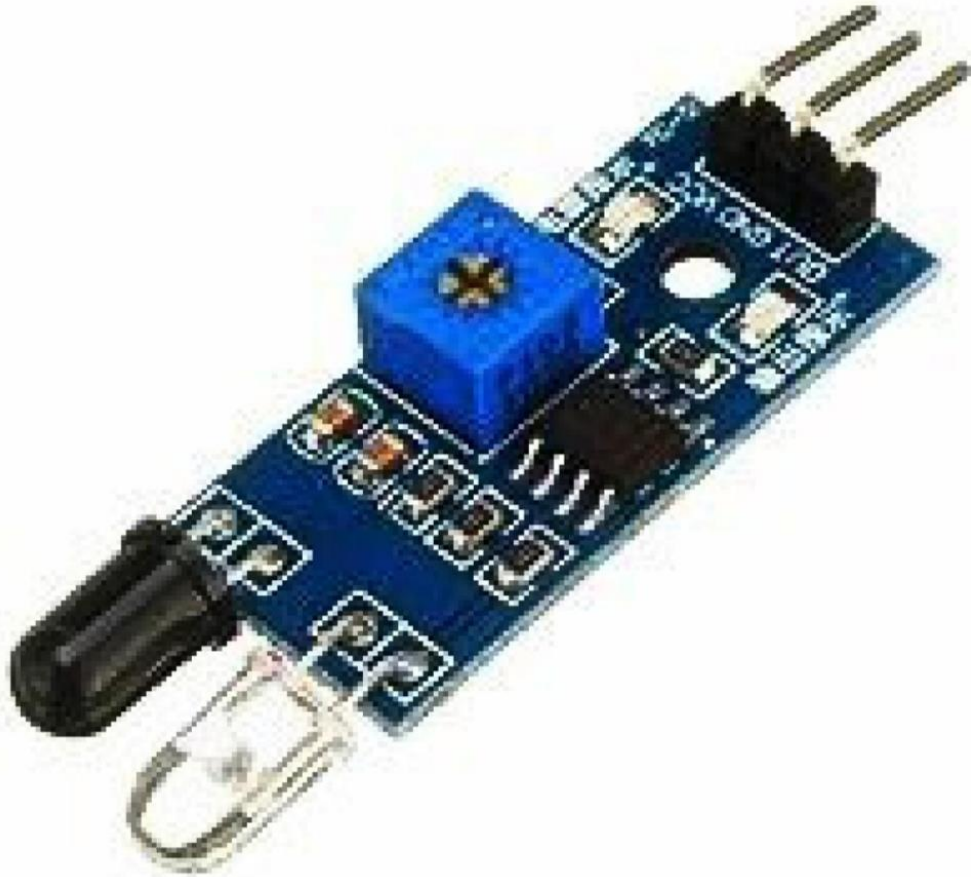
الشكل (4_6): يوضح أسلاك التوصيل (Jumper Wires) لربط المكونات ببعضها.

7-2-4 حساس الأشعة تحت الحمراء ((IR Sensor):

هو حساس يستخدم لاكتشاف الأجسام.

وظيفته: تحديد دخول وخروج الأشخاص من القاعة.

طريقة عمله: يعمل عن طريق إرسال أشعة تحت الحمراء وعند انقطاعها أو انعكاسها يعطي إشارة.



الشكل (7_4): حساس الأشعة تحت الحمراء (IR Sensor) يستخدم لاكتشاف الأجسام.

4_2_8 المبات (LED Lamps):

هي مصابيح صغيرة تستخدم للإضاءة.

وظيفتها: تمثيل إضاءة القاعة.

طريقة عملها: تعمل عند مرور التيار الكهربائي وتضيء بجهد منخفض.



الشكل (4_8): يوضح المبات (LED Lamps) مصابيح صغيرة للإضاءة.

9-2-4 المقاومات (Resistors)

هي عناصر تقلل من شدة التيار.

وظيفتها: حماية المكونات مثل الـ LED من التلف.

طريقة عملها: تعمل على تقليل التيار وتقسيم الجهد داخل الدائرة.



الشكل (4_9): يوضح المقاومات (Resistors) لحماية المكونات من التلف.

3-4 لحساب استهلاك الطاقة قبل وبعد تركيب الحساسات:

قمنا بعمل مثال تطبيقي لحساب استهلاك الطاقة داخل قاعة دراسية قبل وبعد تركيب الحساسات، وذلك لتوضيح مدى تأثير الحساسات على تقليل الاستهلاك الكهربائي.

تحتوي القاعة على الأجهزة التالية:

1. 4 مكيفات ماء نسمة قدرة كل منها 250 واط
2. 5 لمبات قدرة كل منها 180 واط
3. 4 لمبات قدرة كل منها 36 واط
4. 32 لمبة قدرة كل منها 30 واط
5. 6 مراوح قدرة كل منها 90 واط

يبلغ عدد الأشخاص داخل القاعة في الحالة الطبيعية (30 إلى 40 شخص)، مع وجود حالات يكون فيها العدد قليل (7-10 أشخاص)، كما أن دخول الطلاب يتم بشكل تدريجي، وتكون القاعة فارغة خلال فترة الفطور.

4_4_1 القدرة الكلية للأجهزة:

يتم حساب القدرة الكلية كما يلي:

المكيفات: $4 \times 250 = 1000$ واط.

لمبات (180 واط): $5 \times 180 = 900$ واط.

لمبات (36 واط): $4 \times 36 = 144$ واط.

لمبات (30 واط): $32 \times 30 = 960$ واط.

المراوح: $6 \times 90 = 540$ واط.

القدرة الكلية = 3544 واط = 3.544 كيلوواط.

4_4_2 الاستهلاك قبل تركيب الحساسات:

تعمل جميع الأجهزة من الساعة 8:00 صباحاً حتى 2:30 ظهراً لمدة (6.5 ساعات) دون إطفاء أثناء فترة الفطور.

$$E = P \times t$$

$$23.04 = 6.5 \times 3.544 \text{ كيلوواط.ساعة.}$$

الاستهلاك اليومي: 23.04 kWh .

الاستهلاك الشهري (30 يوم): kWh 691.2.

الاستهلاك السنوي: kWh 8294.

4_4_3 بعد تركيب الحساسات:

يتم تقليل الاستهلاك عبر إطفاء الأجهزة عند خلو القاعة وتشغيل عدد مناسب منها حسب عدد الأشخاص.

خلال فترة الفطور (0.33 ساعة) يتم إيقاف جميع الأجهزة، مما يوفر:

$$1.17 \text{ kWh} = 0.33 \times 3.544 \text{ يومياً.}$$

كما يتم تشغيل الأجهزة حسب عدد الحضور:

من 1 إلى 10 أشخاص: (مكيف واحد + 10 لمبات + مروحتين) ≈ 900 واط.

من 10 إلى 20 شخص: (مكيفين + 20 لمبة + 3 مراوح) ≈ 1700 واط.

من 20 إلى 40 شخص: (3 مكيفات + 26 لمبة + 4 مراوح) ≈ 2600 واط.

عند الامتلاء: جميع الأجهزة = 3544 واط.

وباعتبار التغير في عدد الحضور، فإن متوسط التشغيل يقدر بحوالي (60%) من القدرة الكلية:

$$2.126 = 0.6 \times 3.544 \text{ كيلوواط.}$$

والزمن الفعلي:

$$6.17 = 6.5 - 0.33 \text{ ساعة.}$$

الاستهلاك بعد الحساسات:

$$2.126 \times 6.17 = 13.12 \text{ kWh.}$$

4_4_4 المقارنة النهائية :

قبل تركيب الحساسات:

يومياً: 23.04 kWh.

شهرياً: 691.2 kWh.

سنوياً: 8294 kWh.

بعد تركيب الحساسات:

يومياً: 13.12 kWh.

شهرياً: 393.6 kWh.

سنوياً: 4723 kWh.

4_4_5 نسبة التوفير:

يومياً $23.04 - 13.12 = 9.92$ kWh.

نسبة التوفير تقارب 43% من الاستهلاك الكلي.

4-5 التجربة:

تعتمد هذه التجربة على تصميم نظام ذكي لإدارة قاعة دراسية (قاعة ذكية) باستخدام حساسات الأشعة تحت الحمراء المرتبطة بلوحة الأردوينو، بحيث يتم التحكم في تشغيل الأجهزة الكهربائية داخل القاعة تلقائياً بناءً على عدد الطلاب الداخلين.

تم تركيب حساسين من نوع IR عند مدخل القاعة بحيث يكونان على خط واحد وبترتيب محدد. عند مرور أي شخص من الباب، يتم قطع الأشعة الصادرة من الحساسات بالتتابع، ومن خلال هذا التتابع يستطيع النظام التمييز بين الدخول والخروج.

عند دخول طالب، يحدث الآتي:

يقوم أولاً بقطع الحساس الأول، فيرسل الحساس إشارة إلى الأردوينو تفيد بوجود حركة. ثم عند استكمال المرور وقطع الحساس الثاني، يقوم الأردوينو بتفسير ذلك على أنه "دخول"، فيقوم بزيادة العداد الخاص بعدد الأشخاص داخل القاعة.

بناءً على عدد الطلاب المسجل في النظام، يتم التحكم في الأجهزة كما يلي:

عند دخول طالب واحد: يتم تشغيل لمبتين + مروحة واحدة + مكيف واحد، وذلك لتوفير بيئة مناسبة بأقل استهلاك ممكن للطاقة.

عند وصول عدد الطلاب إلى أربعة: يقوم النظام برفع مستوى التشغيل، حيث يتم تشغيل 4 لمبات + مروحتين + 2 مكيف، لتلبية الحاجة المتزايدة للتهوية والإضاءة.

يعتمد النظام في تشغيل الأجهزة على الريليه، حيث يقوم الأردوينو بإرسال إشارات كهربائية منخفضة للتحكم في تشغيل أو إيقاف الأجهزة ذات الجهد الأعلى.

كما أن النظام يستمر في تحديث عدد الأشخاص داخل القاعة بشكل مستمر مع كل عملية دخول أو خروج، مما يسمح بالتحكم الديناميكي في استهلاك الطاقة.

تكمُن أهمية هذه التجربة في تقليل استهلاك الكهرباء، وتحقيق كفاءة أعلى في إدارة القاعات الدراسية، بالإضافة إلى إدخال مفهوم الأنظمة الذكية (Smart Systems) في البيئات التعليمية.



الشكل (4-10) يوضح نموذج للتحكم في التيار الكهربائي لقاعة دراسة بواسطة متحكم

الفصل الخامس

1_5 خلاصة التجربة:

في هذه التجربة قمنا بدراسة تأثير استخدام الحساسات في تقليل استهلاك الطاقة داخل القاعات الدراسية، حيث تم عمل مثال عملي يوضح الفرق بين التشغيل التقليدي والتشغيل المعتمد على الحساسات.

أظهرت النتائج أن الاستهلاك اليومي انخفض من kWh 23.04 إلى kWh 13.12، وهو ما يعادل توفيراً يومياً قدره kWh 9.92، أي بنسبة تقارب 43%. كما انعكس ذلك بشكل واضح على الاستهلاك الشهري والسنوي، مما يدل على أن استخدام الحساسات يساهم بشكل كبير في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

وتبين من خلال المثال أن أكبر نسبة توفير تتحقق عند إطفاء الأجهزة أثناء فترات خلو القاعة، بالإضافة إلى تشغيل عدد مناسب من الأجهزة حسب عدد الأشخاص الموجودين، خاصة في حالات الحضور الجزئي أو التدريجي.

وبناءً على ذلك، يمكن اعتبار نظام الحساسات من الحلول الفعالة لتقليل الهدر في الطاقة الكهربائية داخل القاعات الدراسية والمؤسسات التعليمية.

2_5التوصيات:

1. يجب إضافة حساس إضافي للتفريق بين الدخول والخروج في نفس الوقت لتجنب الأخطاء في العد.
2. وضع لوائح وتنظيم دخول الطلاب بحيث يكون الدخول فردياً ومنظماً لتفادي تداخل الإشارات.
3. استخدام حساسات ذات دقة أعلى لتقليل نسبة الخطأ في العد.
4. تحسين الكود البرمجي ليكون أكثر استقراراً ويتعامل مع الأخطاء المحتملة.
5. تغليف الدائرة داخل صندوق حماية لحمايتها من الغبار والعوامل الخارجية.

1. Electronic Devices and Circuit Theory
Boylestad, Robert L. & Nashelsky, Louis — 2019
2. Microelectronic Circuits
Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C. — 2020
3. Fundamentals of Electric Circuits
Alexander, Charles K. & Sadiku, Matthew N.O. — 2017
4. Electric Circuits
Nilsson, James W. & Riedel, Susan — 2015
5. Handbook of Modern Sensors
Fraden, Jacob — 2016
6. Sensor Technology Handbook
Wilson, Jon S. — 2005
7. Getting Started with Arduino
Banzi, Massimo — 2011
8. Arduino Cookbook
Margolis, Michael — 2011
9. Arduino
<https://www.arduino.cc>
10. SparkFun (<https://www.sparkfun.com>)