جامعة تكريت
كلية الهندسة
قسم الهندسة الكهربائية

الورش الكهربائية

القسم الثاني 2023 - 2024

- الجرس الكهربائي
- منظم سرعة المروحة
- المرحّل

تجربة رقم (7)

دائرة الجرس الكهربائي

الهدف من التجربة: للتعرف على دائرة الجرس الكهربائي وطريقة عملها.

المواد المستخدمة: جرس كهربائي, مصدر للقدرة , مفتاح كهربائي , أسلاك توصيل

مقدمة : الجرس الكهربائي من الأجهزة الشائعة والمستخدمة في المدارس والمنازل وغيرها. وهنالك الكثير من الأنواع منها الا اننا سنتطرق الى النوع التقليدي منها لأهميته , ثم نوعا آخروهو ما يسمى بجرس البيانو. حيث يعتمد كلاهما على المغناطيس الكهربائي إذ يمكن التحكم به من خلال توصيل وقطع التيار عنه.

أ- الجرس الكهربائي التقليدي

مكونات الجرس الكهربائي التقليدي: يتكون من ثلاثة عناصر رئيسية, انظرالى الشكل(1):

1- **المغناطيس الكهربائي**: وهو عبارة عن ملف واحد ملفوف على قلب حديدي بشكل حدوة الفرس وذلك لتوجيه المجال المغناطيسي بأتجاه واحد لزيادة فاعليته.

2- **المطرقة وذراعها**: وهي عبارة عن صفيحة من الحديد سريع التمغنط في نهايتها كرة معدنية صغيرة لطرق الناقوس, وتتصل الصفيحة من الجهة الأخرى بنابض يثبت على قاعدة الجهاز لاعطاء الصفة النابضية للذراع .

3- **مسمار التلامس**: وهو مسمار لولبي يستخدم لغرض التوصيل ويثبت على قاعدة الجهاز من الجهة الأخرى للصفيحة.

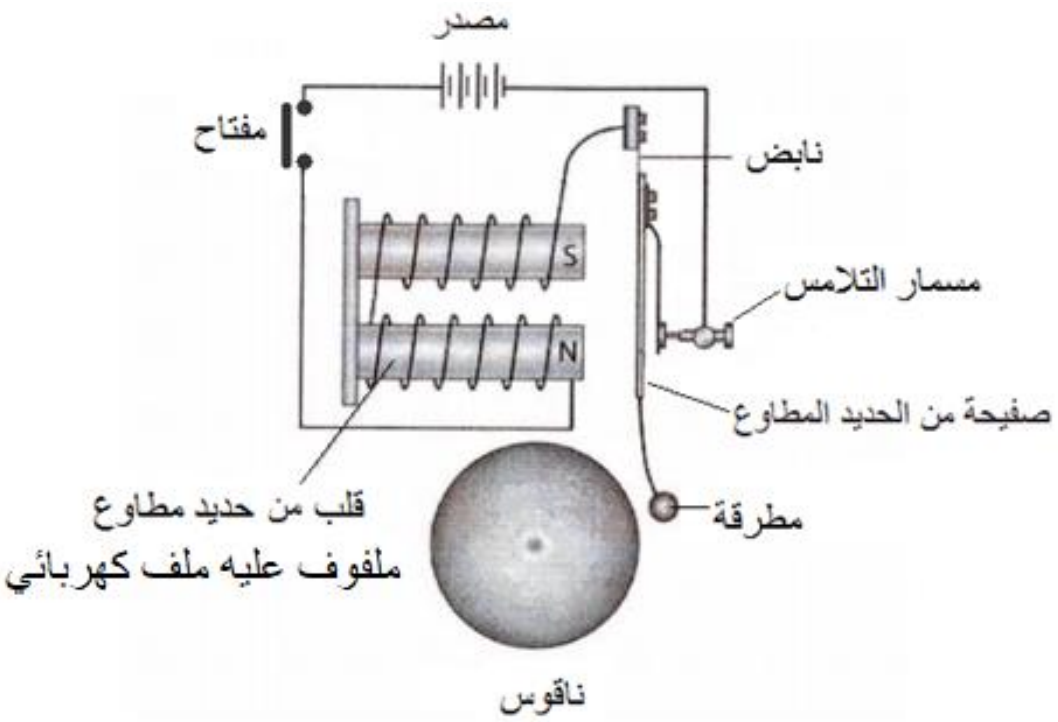
الدائرة وطريقة العمل: تربط الدائرة كما في الشكل رقم (1):

1- عند توصيل الدائرة الى المصدر يبدأ التيار بالسريان من المصدر الى مسمار التوصيل ومنه الى الذراع ثم الى الملف ويعود الى المصدر, وهذا التيار يؤدي الى تمغنط القلب الحديدي فيتكون مجال مغناطيسي حول أقطابه.

2- تتأثر الصفيحة الحديدية المثبتة أمام المغناطيس بالمجال المغناطيسي فتنجدب نحوه وتتحرك معها المطرقة فتضرب الناقوس.

3- حركة الصفيحة نحو المغناطيس تؤدي الى ابتعادها عن مسمار التوصيل فينقطع التوصيل للتيار فيفقد المغناطيس صفته.

4- بعد توقف التمغنط تعود الذراع راجعة الى حالتها الأولى بفعل الصفة النابضية للذراع.



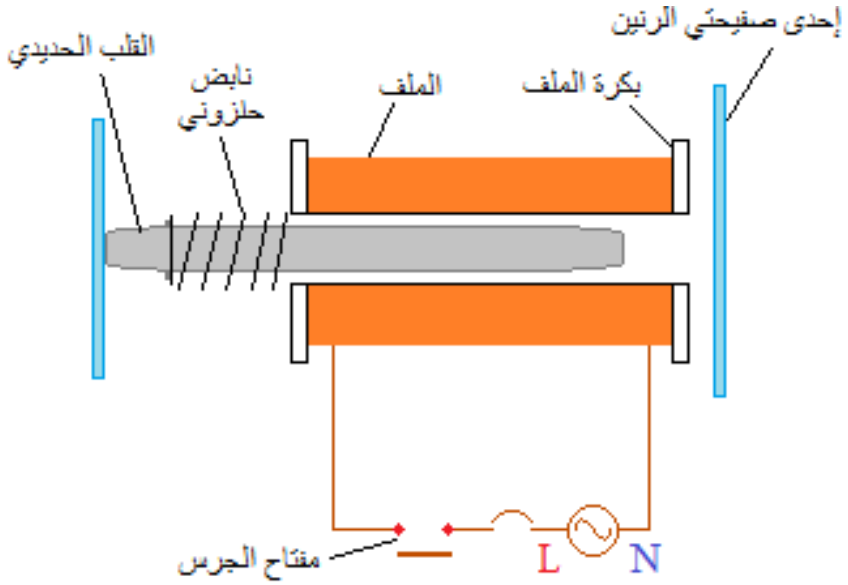
شكل رقم (1) أجزاء الجرس الكهربائي

5- يحدث التوصيل مجددا بعد ملامسة الصفيحة للمسمار فتتكرر العملية على شكل أهتزاز الذراع فيحدث الرنين للجرس.

ب- النوع الثاني (جرس البيانو)

مكونات جرس البيانو: يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية, انظرالى الشكل(2):

1- **المغناطيس الكهربائي**: وهو عبارة عن ملف واحد ملفوف على بكرة بلاستيكية.



شكل رقم (2) مخطط توضيحي لجرس البيانو

2- **القلب الحديدي**: وهو عبارة عن اسطوانة حديدية بطول يزيد قليلا عن طول بكرة الملف يثبت عليه نابض حلزوني.

3- **صفيحتي الرنين**: وهي صفيحتين معدنيتين يمكن ان تصدران نغمتين جميلتين عند طرقهما وتثبتان بمساند مرنة امام جهتي الملف.

طريقة العمل: تربط الدائرة كما في الشكل (2)

عند غلق الدائرة (ضغط مفتاح الجرس) سوف يسري تيار كهربائي الى الملف فيتولد مجالا مغناطيسيا قويا داخل تجويف الملف فيسبب سحب القلب الحديدي الى داخل الملف مما يؤدي الى طرق القطعة المعدنية يمين الملف فتصدر تغمة واحدة, ويتزامن هذا مع انضغاط النابض الحلزوني.

وعند قطع الدائرة (رفع اليد عن مفتاح الجرس) سيتوقف المجال المغناطيسي فيقوم النابض الحلزوني باعادة القلب الحديدي الى وضعه السابق فيضرب القطعة المعدنية الثانية فتصدر النغمة الثانية. اي ان صوت هذا الجرس عبارة عن نغمتين فقط .

دوائر أخرى للجرس: هنالك دوائر أخرى تعمل على الجهد المستمر وأخرى على المتناوب , تعمل على مبدأ التمغنط أو قد تحوي دأئرة الكترونية لأصدار نغمات مختلفة.

المناقشة:

1- المصدر المستخدم في دائرة الجرس التقليدي في الشكل (1), مصدر للتيار المستمر, هل يمكن برأيك أن يعمل الجرس على مصدر متناوب؟ وضح السبب.

2- كيف يمكن تغيير تردد الأهتزاز لذراع المطرقة في الجرس التقليدي؟, وما هي العوامل المؤثرة في ذلك؟

3- عند أشتغال الجرس التقليدي, تحدث شرارة كهربائية على طرف مسمار التلامس ما سببها وهل للملف علاقة بها ؟ وكيف يمكن تقليلها أو الحد من تأثيراتها؟

4- في المدارس أو المصانع قد نحتاج الى رنين عالي القدرة , كيف يمكن زيادة قدرة الجرس التقليدي لهذا الغرض؟

5- لماذا يمتاز جرس البيانو ببساطته ؟ ولماذا يشيع استخدامه في المنازل؟

6- على أي مبدأ يعتمد منبه السيارة , وكيف يعمل؟

7- اذكر نوعا اخر من انواع الجرس الكهربائي مبينا طريقة عمله.

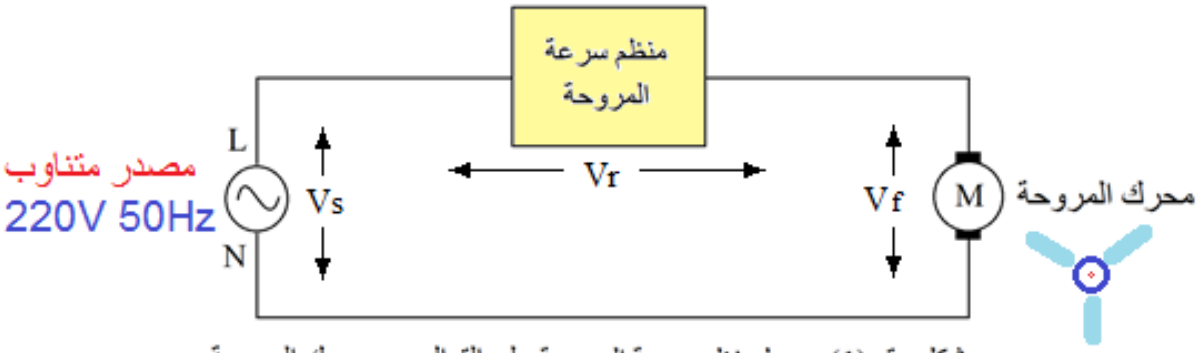
تجربة رقم (8)

منظم سرعة المروحة

الهدف من التجربة : التعرف على مبدأ عمل منظم سرعة المروحة وطريقة ربطه وأنواعه.

محرك المروحة السقفية: محرك المروحة السقفية من المحركات التي تعمل على **التيار المتناوب، ويمتاز بانه مصمم للعمل بسرع واطئة نسبيا ولفترات طويلة** ويتم التحكم بسرعة دورانه عن طريق تغيير فولتيته.

منظم سرعة المروحة: يعتبر منظم سرعة المروحة من العناصر المهمة في دائرة المروحة فبواسطته يمكن التحكم بسرعة المروحة (يعمل على تغيير فولتية المحرك) لذلك يربط على التوالي مع محرك المروحة والقطب الفعال للمصدر(L) كما في الشكل (1).



شكل رقم (1) يربط منظم سرعة المروحة على التوالي مع محرك المروحة

النظرية: من الشكل (1) وحسب قانون كيرشهوف للجهد فان:

$$Vs - Vr - Vf = 0$$

حيث Vs : يمثل جهد المصدر.
Vr: يمثل جهد منظم السرعة.
Vf: يمثل جهد محرك المروحة.

ومنها $$Vf = Vs - Vr$$

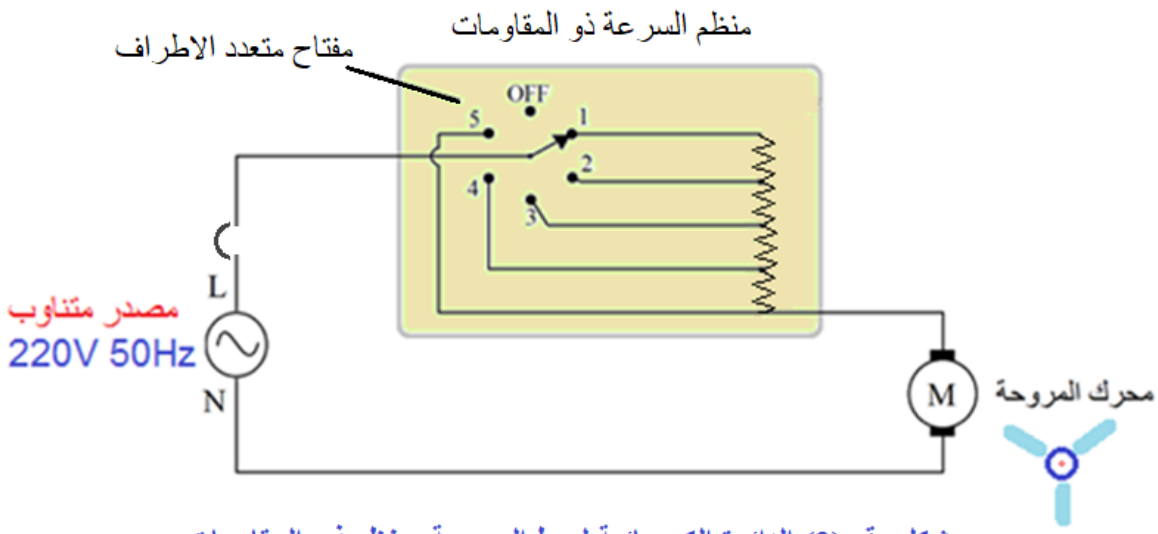
وبما ان جهد المصدرVs ثابت (220v AC وهو جهد الشبكة الوطنية), فانه بالامكان تغييرجهد محرك المروحة عن طريق تغيير جهد المنظم وحسب المعادلة السابقة, وبما ان سرعة محرك المروحة تعتمد على جهده, لذا يمكن التحكم بسرعة المروحة بتغيير جهد المنظم.

بصورة عامة توجد أربعة أنواع من منظمات سرعة المروحة, وهي:

(1) المنظم ذوالمقاومات. (2) المنظم الحثي. (3) المنظم السعوي. (4) المنظم الالكتروني.

1- المنظم ذو المقاومات:

وهو ابسط الانواع اذ يتكون من عدد من المقاومات الكهربائية (ذات القدرة المناسبة) مربوطة على التوالي مع ربط نقاط التوصيل البينية عبر **مفتاح متعدد الاطراف (المقسطة)** كما في الشكل (2).



شكل رقم (2) الدائرة الكهربائية لربط المروحة بمنظم ذي المقاومات

يتم التحكم بسرعة المروحة عن طريق اختيار المقاومة المناسبة لربطها على التوالي في الدائرة, والتي سيظهر عليها جزء من جهد المصدر(بمقدار I*R) والباقي يذهب على اطراف المحرك حسب قانون كيرشهوف للجهد.

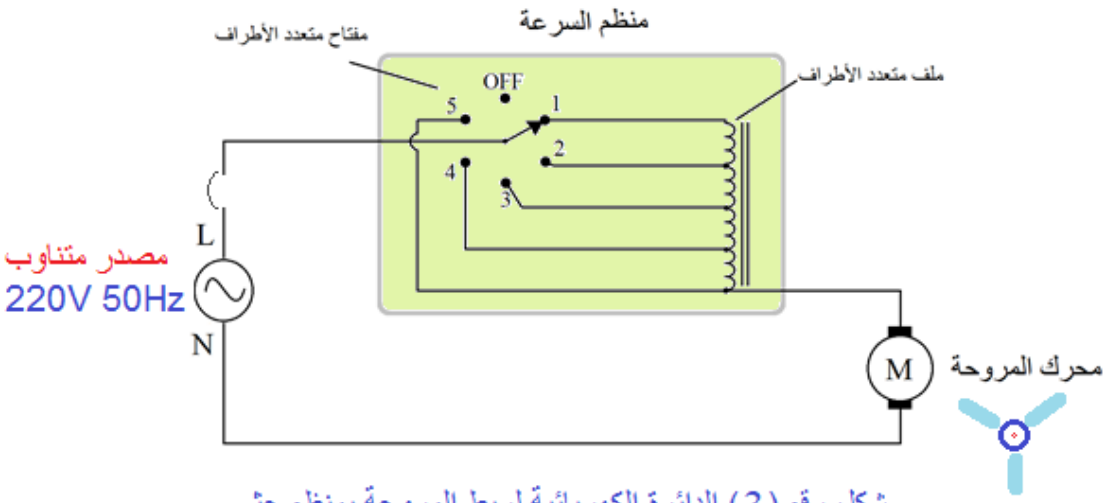
- فعند اختيارسرعة مروحة قليلة , يتم ربط مقاومة عالية على التوالي لتقليل تيار المحرك.
- وعند اختيارسرعة عالية , يتم ربط مقاومة قليلة على التوالي لزيادة تيار المحرك.

المحاسن: **1) قليل الكلفة.**
2) لا يسبب ضوضاء راديوية او صوتية.

المساوئ: **1) يسبب خسائرقدرة حقيقية ($P=I^2 . R$) تتبدد على شكل حرارة.**
2) كبير الحجم .

2- المنظم الحثي:

ويتكون من ملف متعدد الأطراف كما في الشكل رقم (3) ملفوف على قلب حديدي(شرائح حديدية معزولة ومكبوسة),يعمل على توهين فولتية المحرك المتناوبة عن طريق الرادة الحثية للملف ($XL=2\pi fL$) حيث تتناسب الرادة الحثية طرديا مع قيمة الحث للملف (L) والتردد (f), ويتم إختيار أحد أطراف الملف لربطه الى المصدر بواسطة (المقسطة) مفتاح متعدد الأطراف. **ويمتاز بانه لا يستهلك قدرة حقيقية وانما قدرة خيالية فقط.**



شكل رقم (3) الدائرة الكهربائية لربط المروحة بمنظم حثي

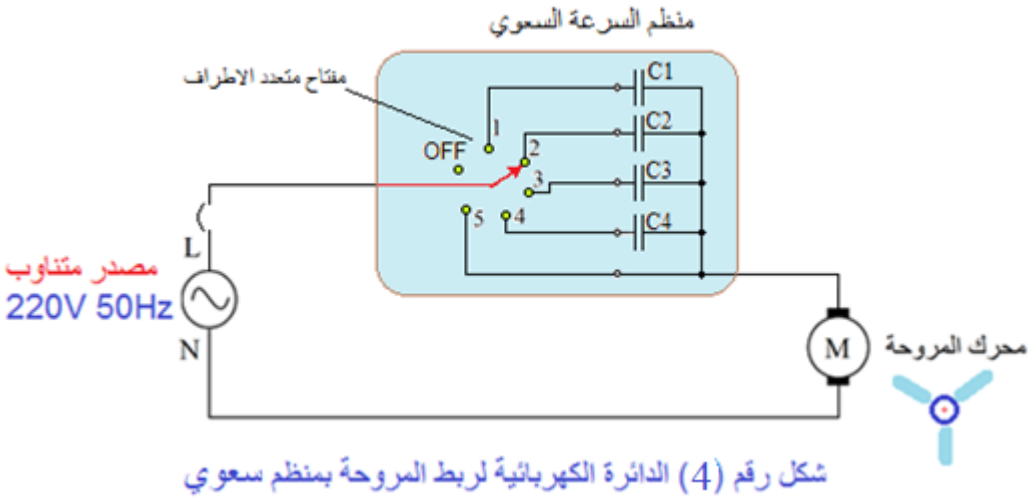
المحاسن: **1) خسائر قليلة.**
2) قليل العطل.

المساوئ: **1) كلفة عالية نسبيا.**
2) حجم كبير وثقيل الوزن نسبيا.
3) قد يقلل عامل القدرة (cosØ).

3- المنظم السعوي:

ويتكون من عدة متسعات تربط مع مفتاح متعدد الاطراف انظر الشكل رقم (4) ويعتمد في عمله على الممانعة او الرادة السعوية (Xc) ، وممانعة المتسعة تتناسب عكسيا مع سعة المتسعة كما في العلاقة $XC=1/2\pi fc$ والتي تستعمل لتوهين جهد محرك المروحة , ولتحقيق التدرج في السرعة:

السرعة1 < السرعة2 < السرعة3 < السرعة4 < السرعة5 , فيجب ان تكون الممانعة السعوية: Xc4 < Xc3 < Xc2 < Xc1 أي ان: C4 > C3 > C2 > C1



شكل رقم (4) الدائرة الكهربائية لربط المروحة بمنظم سعوي

صفة المتسعات :

بما ان المنظم يربط على التوالي مع المحرك فان المتسعات المستخدمة يجب ان تحقق المتطلبات التالية:

1) تحقق قيم السعة المحددة لكل سرعة.

2) تتحمل جهد أكثر من جهد المصدر بقيمة أمينة مثلا 600V.

3) تتحمل تيار المحرك المتناوب.

المحاسن: 1) قليل الاستهلاك للقدرة.

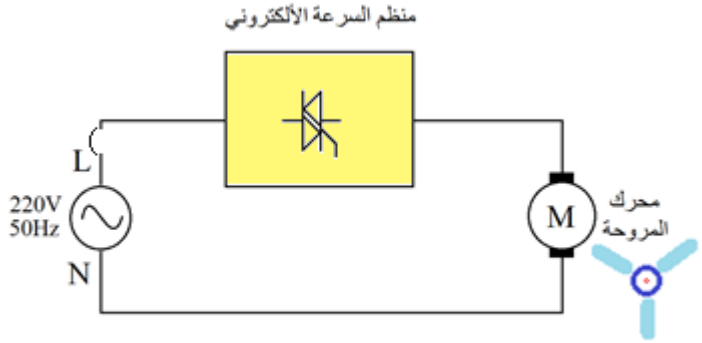
2) قليل الوزن .

3) لا يسبب ضوضاء راديوية او صوتية.

المساوئ: 1) المتسعات الرديئة قد تسبب خطر الحريق.

4. المنظم الالكتروني:

كما في الشكل(5) يتكون من دائرة الكترونية تقوم بتجهيز المحرك بالفولتية المناسبة ويمتاز بامكانيته لتغيير سرعة المروحة بشكل متواصل وليس على شكل خطوات(طفرات) كما في الأنواع السابقة ويكون أصغر حجما و يعتبر اقتصاديا من حيث استهلاك القدرة .



شكل رقم (5) الدائرة الكهربائية لربط المروحة بمنظم الكتروني

المحاسن: **1) سيطرة مستمرة على السرعة وليس على شكل طفرات.**
2) قليل الاستهلاك للقدرة.

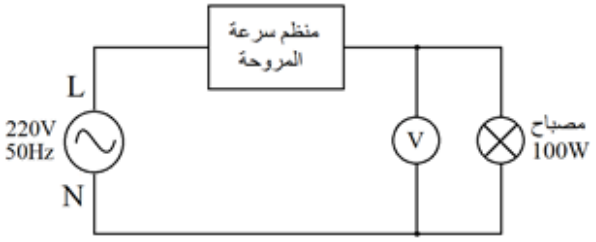
المساوئ: **1) السيطرة على السرعة ليست خطية.**
2) يولد ضوضاء صوتية وراديوية.
3) الانواع الرديئة تكون عطلاتها كثيرة.
ومن الممكن تجاوز كثير من المساوئ بتحسين تصميم المنظم الالكتروني واختيار عناصر الكترونية جيدة.

الجانب العملي:

1- أربط الدائرة الكهربائية للمروحة مستبدلا محرك المروحة بمصباح اعتيادي كما في الشكل (6).

2- بعد تشغيل الدائرة قم بتغيير مفتاح المنظم من درجة الى أخرى ولاحظ شدة إضاءة المصباح.

3- بمساعدة المسؤول عن المختبر,استخدم جهاز AVO لقياس فولتيات المصدر المتناوب والمنظم والمصباح وسجل النتائج كما في جدول رقم (1).



شكل رقم (6)

الدرجة	جهد المصدر (volt)	جهد المنظم (volt)	جهد المصباح (volt)
1			
2			
3			
4			
5			

جدول رقم (1)

المناقشة:

1- اعمل مقارنة بين الانواع المختلفة لمنظمات سرعة المروحة من حيث الجودة والكفاءة.

2- ماذا لاحظت من النتائج التي سجلتها في الجدول رقم (1) وهل يتحقق قانون كيرشهوف منها؟

3- هل يمكن أستخدام مقاومة متغيرة بسيطة بدل منظم السرعة؟ ولماذا؟

4- أذكر بعض التطبيقات العملية الاخرى التي يمكن ان تستخدم فيها مثل هذه المنظمات؟

5- هل يمكن استخدام هذه المنظمات لتنظيم سرعة محركات التبريد أو للتحكم بأجهزة التدفئة؟ ولماذا؟

6- أذكر بعض العطلات التي شاهدتها في منظم سرعة المروحة في حياتك العملية؟ وهل تقترح اسلوب لتلافيها أو إصلاحها؟.

7- لماذا يتكون القلب الحديدي لملف المنظم الحثي من شرائح حديدية معزولة ومكبوسة؟ وما علاقة الضوضاء الصوتية(صوت الازيزالمستمر) بهذا النوع من المنظمات؟

8- لو طلب منك تطوير المنظم لجعل التحكم بالسرعة يتم عن بعد (كما هو حاصل في بعض الانواع)، اشرح بالتفصيل كيف تحقق هذا الغرض.

9- ما هي علاقة قدرة المروحة بمواصفات منظم السرعة؟ ولماذا؟

10- لو طلب منك تطوير المنظم باضافة خيار سادس في حقل السرع تسميه (تحكم ذاتي Aoto) بحيث يقوم باختيار السرعة المناسبة طوعيا اعتمادا على درجة حرارة الجو مثلا؟ ما هو اقتراحك لمكونات المنظم الاضافية لتحقيق هذا التطوير.

11-شركات تصنيع المراوح الرديئة تقوم بانتاج مراوح ضعيفة في تحريك الهواء بالرغم من سرعة دوران المروحة العالية ويكون المنتج رخيص الثمن، كيف ذلك؟

تجربة رقم (10)

المرحّل (Relay)

الهدف من التجربة: للتعرف على مبدأ عمل المرحل وانواعه وتطبيقاته.

تعريف المرحّل (Relay) :هو مفتاح كهربائي بملامسات للتوصيل, يتم تشغيلة (توصيلا وقطعا) بواسطة دائرة كهربائية اخرى.

الغرض من استعمال المرحلات: يستعمل المرحل بصورة عامة لتحقيق الاهداف التالية:

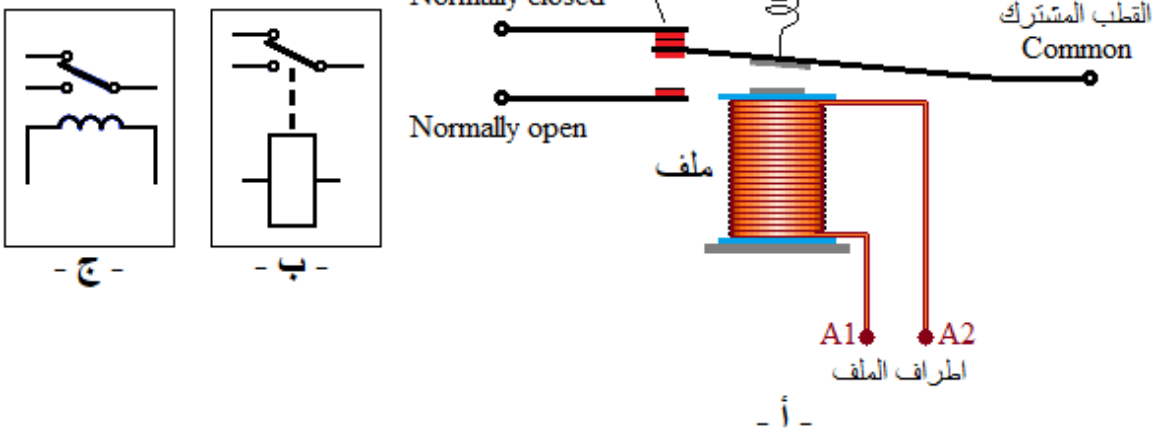
ا- السيطرة الاوتوماتيكية (توصيلا وقطعا) على المنظومات و الاجهزة الكهربائية من خلال السيطرة على مفتاح المرحل.

2- تشغيل احمال ذات قدرة عالية من خلال مفتاح كهربائي صغير.

3- تحقيق العزل الكهربائي بين دائرة القدرة القليلة ودائرة القدرة العالية.

مكونات المرحّل (Relay): كما في الشكل (1- أ) يتكون بشكل اساسي من :

- ملف كهربائي بقلب حديدي لتوليد مجال مغناطيسي.
- مفتاح كهربائي بملامسات تتأثر بالمجال المغناطيسي للملف للتتحرك توصيلا وقطعا.
- نابض لاعادة المفتاح الى الحالة الاعتيادية عند زوال المجال المغناطيسي.



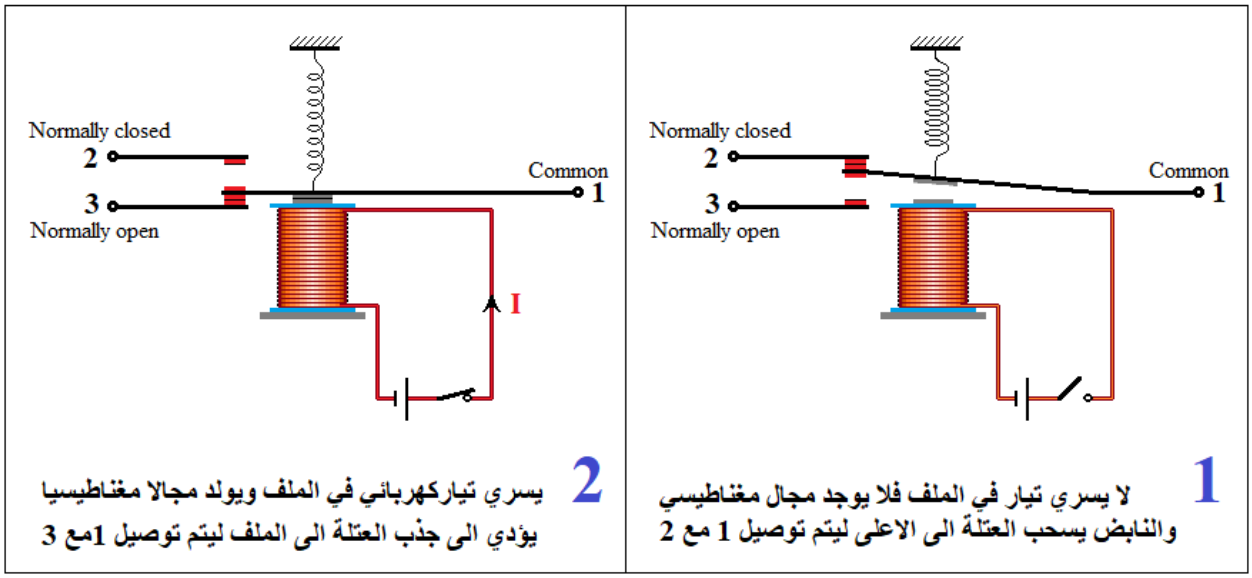
شكل رقم (1) المرحل (Relay) : (أ) شكل توضيحي لمكونات المرحّل , (ب) و (ج) رموز المرحل.

استعمالاته : يعتبر المرحّل (Relay) من اكثر العناصر الكهربائية استخداما في المصانع والمنظومات الكهربائية وحتى الاجهزة المنزلية حيث يمكن ان تجده في ماكنة الغسيل وفرن المايكورويف ومنظومات الحماية ويوجد ايضا في المصاعد وفي السيارات فضلا عن القطارات والسفن والطائرات والاجهزة الطبية وغيرها الا انه لا يستعمل في التطبيقات التي تتطلب سرعة (توصيل وقطع) عالية وذلك لاحتواءه على اجزاء متحركة.

مبدأ العمل: تتم السيطرة على المفتاح كهربائيا , باستعمال ملف كهربائي مثبتة أمامه عتلة حديدية تحمل احد اقطاب المفتاح ,انظر الى الشكل رقم (1).

وعند تزويد الملف بالتيار الكهربائي سيتولد مجالا مغناطيسيا يؤثر على العتلة الحديدية أمامه فيجذبها نحوه وبحركتها يتحرك القطب المثبت عليها (القطب المتحرك) نحو القطب الاخر(القطب الثابت) فيتم التوصيل الكهربائي .

ويثبت بالعتلة ايضا نابض صغير وظيفته ارجاع العتلة الى حالتها الاولى عند زوال المجال المغناطيسي, فيعود المفتاح الى حالته الاولى انظر الى الشكل رقم (2).



شكل رقم (2) يوضح حالتي المرحل 1-عند عدم تجهيز الملف بالتيار. 2- عند تجهيز الملف بالتيار

انواع المرحلات:

توجد انواع كثيرة من المرحلات, تختلف حسب نوع التطبيق المستخدم ونوع المفتاح الذي يستخدم في المرحل مثل SPST أو SPDT أو DPDT وغيرها ويمكن تصنيفها من حيث حجم التيار الى:

1- **المرحلات الصغيرة والمتوسطة (Relays)** : فتستعمل لتيارات قليلة ومتوسطة قد تصل الى 10A او تزيد قليلا ويكون مظهرها الخارجي كما في الشكل (3).

شكل رقم (3): المظهر الخارجي لانواع مختلفة من المرحلات

2- **المرحلات الكبيرة والتي تدعى (Contactors):** فتستعمل لتوصيل عدة احمال بتيارات عالية وغالبا ثلاثية الاطوار, في الشكل رقم (4) بيان للمظهر الخارجي لمختلف انواع ال Contactors.

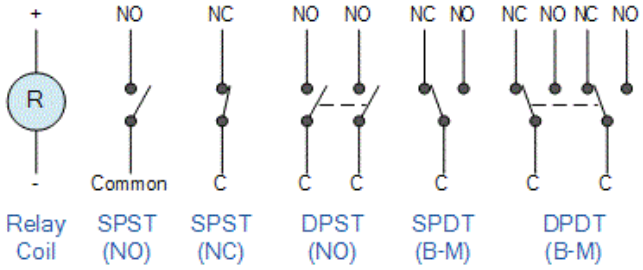
شكل رقم (4) المظهر الخارجي لانواع مختلفة من ال Contactors

تسميات اقطاب المرحّل : تعلمنا ان المرحل تكون له عدة اقطاب كهربائية, منها اقطاب خاصة بالمفتاح وقطبين خاصين بالملف.

أما الاقطاب التي تخص المفتاح فيكون عددها ونوعها حسب نوع المفتاح المستعمل, ولها تسميات معينة,

فيطلق على الاقطاب التي تكون مفتوحة في الحالة الاعتيادية (بدون تحفيز الملف) ب (Normally Open)

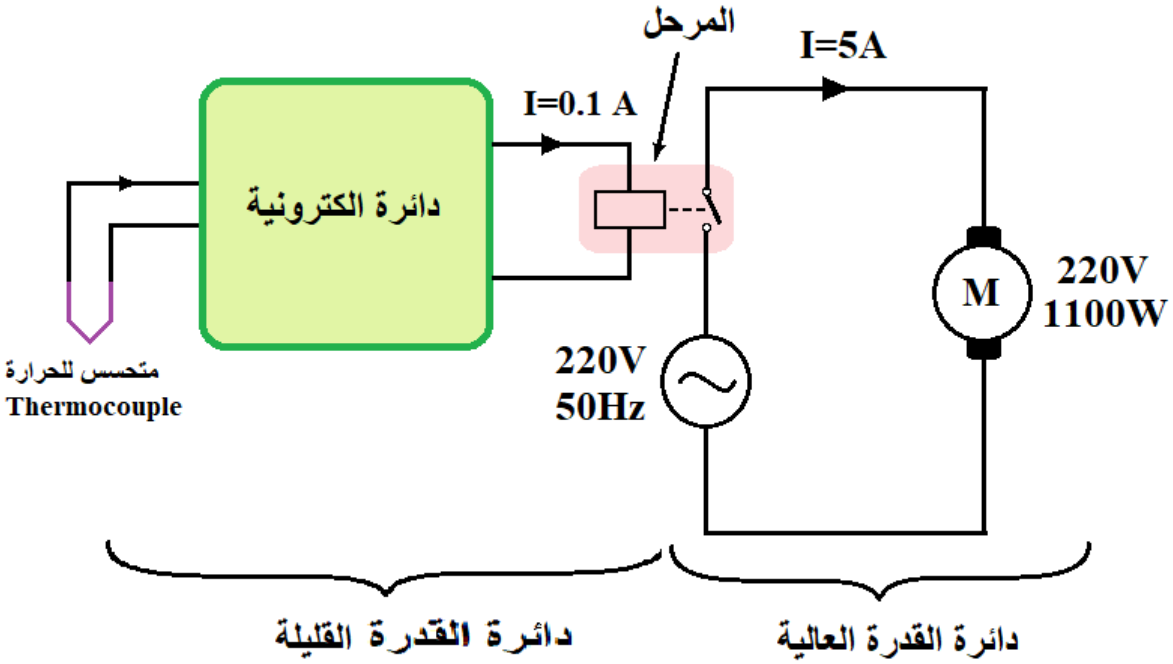
واختصارا (NO) بينما يطلق على الاقطاب التي تكون موصلة (بدون تحفيز الملف) ب Closed)(Normally واختصارا (NC) ويدون ذلك مع نوع المفتاح على غلاف المرحل كما مبين في الشكل رقم (5)



شكل رقم (5) طريقة توضيح رموزمفاتيح المرحل

, اما قطبي الملف فتكون عادة مميزة بترقيم مخالف لترقيم اقطاب المفاتيح وتذكر هذه المعلومات على بدن المرحّل وللدلالة على قدرة (تيار وجهد) المفتاح الخاص بالمرحل وايضا يذكر التياروالجهد الخاص بالملف وقد ترسم خارطة الاقطاب على بدن المرحّل .

وبصورة عامة يكون التياراللازم لتحفيزالملف صغيرا اذا ما قارناه بالتيار الرئيسي الذي سيمر من خلال المفتاح, لذا يتم سوق ملف المرحل (عند المرحلات الصغيرة والمتوسطة) من خلال دوائر قليلة القدرة (غالبا ما تكون دوائر الكترونية مرتبطة بحساسات ثم يعطى الامر الى ملف المرحل وفقا لما تقررة تلك الدوائر ليتم التوصيل او القطع) انظر الى الشكل رقم (6).



شكل رقم (6) استعمال المرحل للسيطرة على حمل بقدرة 1100W بواسطة دائرة الكترونية قليلة القدرة

اما المرحلات الكبيرة فقد يتطلب سوق ملفاتها مرحل اخر من النوع الصغير.

المناقشة:

1- اذكر خمسة تطبيقات للمرحل مع نوع الهدف (من الاهداف الثلاثة التي سبق ذكرها) الذي حققه .

2- كيف يمكن تحوير منظم المروحة لتعمل من خلال وحدة سيطرة متنقلة (Remote control)؟

3- في السيارات هل يستخدم المرحل وان كان كذلك لماذا ؟

4- اشرح بشكل تفصيلي كيف بمكنك فحص مرحل عمليا في الورشة

5- ما هي نقاط قوة وضعف المرحلات ؟ عددها