جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

العلوم الصناعية
صيانة المصاعد الكهربائية
الصف الثالث

تأليف

رعد مهدي فرحان محمد زيدان خلف عبد الحميد علي عبد الرحمن

نادر محمد علي خضير عباس محمد كريم خضير علي

2014 م الطبعة الثالثة 1435 هـ

المقدمة

تم بعون الله تعالى وبتكليف من المديرية العامة للتعليم المهني لتأليف فصول هذا الكتاب متفقة مع المفردات والأهداف الموضوعة لاختصاص صيانة المصاعد الكهربائية, ولأهمية هذا الاختصاص في حياتنا اليومية إذ لابد من استخدام هذه الوسيلة الأساسية في العمارات السكنية وفي الدوائر الحكومية وفي المجالات الإنشائية والصناعية لذا يجب مواكبة التطور العلمي والتقني وتمكين الطلبة من المادة العلمية والعملية التي تؤهلهم لمعرفة الطرق الصحيحة في آستخدام المعدات والأجهزة وتفكيكها وتركيبها لغرض صيانة المصاعد الكهربائية مع مراعاة قواعد السلامة المهنية في العمل.

يحتوي الكتاب على خمسة فصول هي ميكانيكية المصعد، ومحركات التيار المتناوب، وطرق السيطرة على سرعتها، ودوائر التحكم في لوحة الطلبات، ومجهز القدرة الاضطراري وكذلك الدوائر الالكترونية في السيطرة على سرعة المحركات واستخدام وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC).

وفي الختام نشكر مؤلفي مصادر هذا الكتاب التي تم اعتمادها لكي يكون بين يدي زملائنا المدرسين وأبنائنا الطلبة.

نأمل أن نكون قد وفقنا في عملنا لدعم النهضة الصناعية في بلدنا العزيز راجين من السادة مدرسي المادة تزويدنا بملاحظاتهم ومقترحاتهم لاستفادة منها في الطبعات اللاحقة ونرجو أن نكون وفقنا في عرض مواد هذا الكتاب.

تشكر لجنة التأليف الخبير العلمي (د. سمير عبد الخالق عزيز) والخبير العلمي (د. ثامر رشيد سعيد) والخبير اللغوي (علي حلو حواس) على ملاحظاتهم القيمة وإسهامهم في إخراج هذا الكتاب.

والله ولي التوفيق

لجنة التأليف

الفرع	التخصص	المادة الدراسية	المرحلة الدراسية	عدد الحصص الأسبوعية
الصناعي	صيانة المصاعد الكهربائية	العلوم الصناعية	الثالث	4 حصص

الأهداف التعليمية:-

تتحقق الأهداف التعليمية من خلال تحقيق ما يأتي:-

أ- الهدف المعرفي:-

أن يكون الطالب ملماً بـ:-

1- الأجزاء الميكانيكية في المصعد.

2- أجزاء ونظرية عمل محركات التيار المتناوب.

3- الدوائر الكهربائية داخل العربة ومجهز القدرة الاضطراري.

4- طرق السيطرة على سرعة المحركات.

5- وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC).

ب- الهدف الوجداني:-

1 - الإلتزام بشروط وقواعد السلامة المهنية.

2 - التكيف مع محيط العمل.

3 - احترام القوانين والأنظمة الخاصة بالعمل.

4 - العمل بروح الفريق.

الفصل الأول

ميكانيكية المصعد

أهداف الفصل:

يكون الطالب بعد دراسة الفصل قادراً على أن:

1- يتعرف على أجزاء عربة المصعد وتركيب كل جزء.

2- يتعرف على الثقل المعادل وأهميته في توازن العربة.

3- يتعرف على سكة التوجيه وأهميتها في آستقرار سير العربة.

4- يتعرف على عمل كاتم الصدمات وأنواع.



المفردات:



1 - 1 عربة المصعد وتشمل:

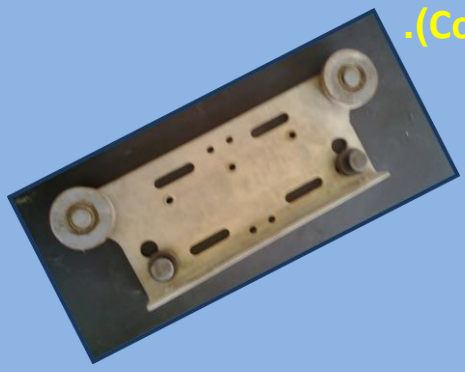
1 - هيكل العربة (Car Frame).

2 - غرفة العربة (Car Room).

3 - الأبواب (Doors).

4 - ملحقات العربة.

5 - موجهات العربة والمزيتات (Guide Car & Lubricator).

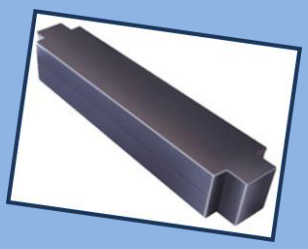


1 - 2 الثقل المعادل (Counter weight).

1 - 3 سكة التوجيه (Guide Rail).

1 - 4 كاتم الصدمات (Buffer).

1 - 5 أسئلة الفصل الأول.













1- 1 عربة المصعد

تعد أحد الأجزاء الرئيسة في المصعد الكهربائي، تعلق بحبال من الفولاذ وتجر بين دلائل حركة (سكك حديد)، لضمان آستقامة حركتها إلى الأعلى، أو الأسفل، ومصممة بشكل يسهل دخول الأشخاص إليها والتنقل بين طوابق المبنى بهدوء، ونقل البضائع، وتتوفر فيها الإضاءة والتهوية وشروط سلامة وأمان الأشخاص شاغلي المصعد، وكذلك تتوفر فيها وسائل الآتصال، وتكون متينة لتحمل وزن الأشخاص، وتتكون عربة المصعد من الأجزاء الآتية :

أجزاء عربة المصعد:

1- هيكل العربة.

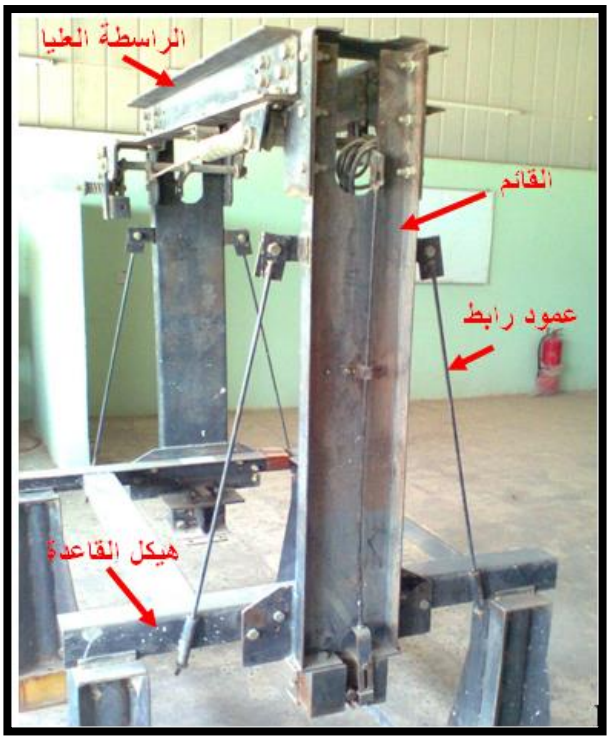
2 - غرفة العربة.

3 - الأبواب.

4 - ملحقات العربة.

1- هيكل العربة Car Sling

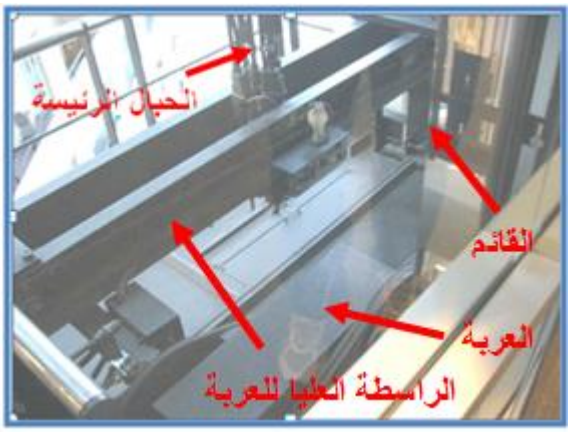
يتكون هيكل العربة المبين في الشكل (1 - 1) من الأجزاء الرئيسة الآتية:



شكل 1- 1 هيكل العربة

أ- راسطة الهيكل العليا.

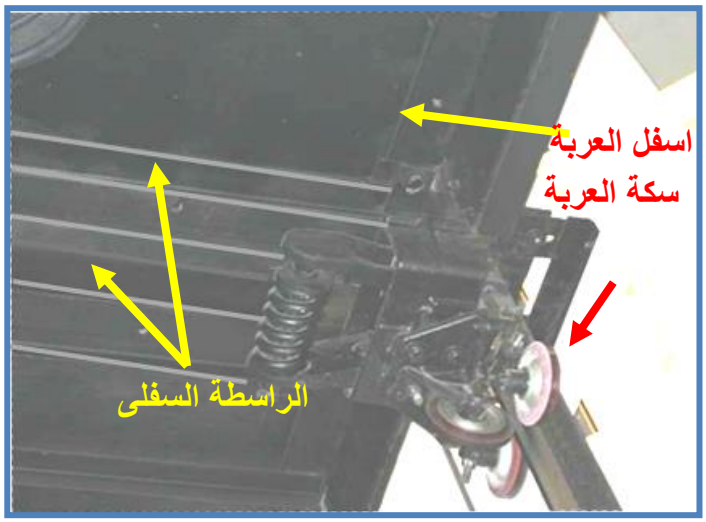
تتكون من راسطتين من الحديد بشكل حرف (U)، تربطان من نهايتيهما بقائمي هيكل العربة (Sling) من الأعلى، ويتصل بالراسطتين العليا محرك الباب، وتحوي في وسطها صفوفاً من الثقوب لربط مثبتات حبال التعليق الرئيسة، كما مبين في الشكل (1 - 2).



الشكل 1 - 2 الراسطة العليا للعربة

ب - راسطة الهيكل السفلى.

تعد جزءاً من قاعدة العربة، تتكون من راسطتين من الحديد بشكل حرف (U)، تربطان من نهايتيهما بقائمي هيكل العربة من الأسفل، كما مبين في الشكل (1 - 3)، عند تركيب العربة، توضع أولاً الراسطة السفلى في بئر المصعد بشكل مستوٍ متوازن، بآستعمال ميزان (قبان) ذي الفقاعة الهوائية، ثم يثبت عليه إطار قاعدة العربة ثم تكملة ربط باقي الأجزاء.



الشكل 1 - 3 الراسطة السفلى للعربة

ج ـ قائما هيكل العربة.

يتكون القائم من راسطة من الحديد بشكل حرف (U) ، يتصل كل قائم من الأعلى بالراسطة العليا ومن الأسفل بقاعدة العربة .

د ـ أرضية العربة.

تتكون أرضية العربة المبينة في الشكل (1- 4) من جزأين، يفصل بينهما أربعة أقراص من المطاط في كل زاوية، تعمل هذه الاقراص على آمتصاص الصدمات التي تتعرض لها العربة، أثناء الوقوف المفاجئ أما جزأي الآرضية فهما :



شكل 1 ـ 4 أرضية العربة

د ـ 1 هيكل قاعدة العربة.

يتكون هيكل أرضية العربة من راسطات حديدية، تركب عليه أرضية العربة، ويثبت به قوائم هيكل العربة.

د ـ 2 أرضية العربة.

تتكون أرضية العربة من ثلاث طبقات، الطبقة العليا تتكون من مادة بلاستيكية، أما الطبقة الوسطى فتكون من الخشب، والطبقة السفلى تتكون من صفائح حديدية.

هـ ـ رباط الهيكل.

يربط هيكل العربة من كل جانب، برابط يكون على شكل عمود مصنوع من الحديد، مسنن الطرف، يصل من الأعلى بقائم الهيكل. أما الجزء الأسفل من الرابط فيتصل بهيكل أرضية العربة، يتم بوساطته تنظيم آستواء أرضية العربة، عن طريق شد أو إرخاء صامولة التنظيم.



شكل 1 - 5 رباط الهيكل

2- غرفة العربة Car Room

تتكون غرفة العربة المبينة في الشكل (1 - 5) من أربعة جدران، وسقف العربة وتحتوى العربة على مصابيح الآضاءة وساحبة الهواء، ولوحة تشغيل العربة، ووسيلة آتصال، وجرس الآنذار، تصنع جدران العربة وسقفها من ألواح معدنية مطلية من الداخل بطلاء زيتي أو ألواح من الفولاذ أو الفورمايكا وسنتطرق إلى شرح هذه الأجزاء لاحقاً.



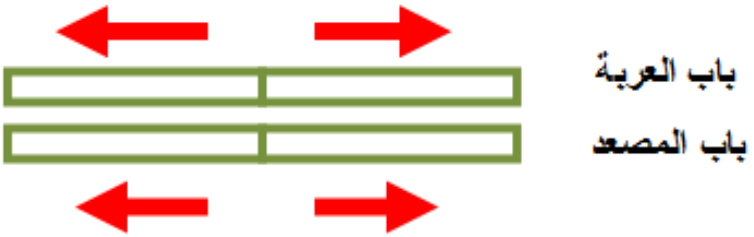
شكل 1 - 6 غرفة العربة

3- أبواب المصعد Door

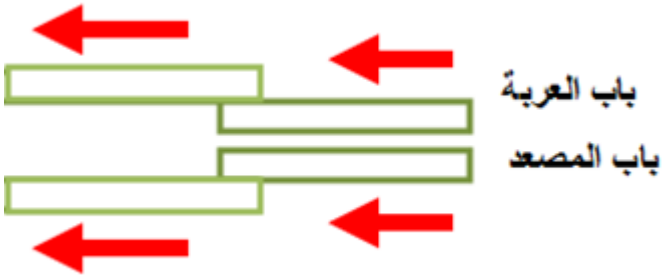
يحتوي المصعد على أبواب خارجية تؤدي الطوابق، وباب داخلي للعربة يفتح عند وقوفها بمستوى الطابق.

أنواع الآبواب المستعملة في المصاعد:

أ ـ أبواب مركزية الفتح.



ب ـ أبواب جانبية الفتح.



باب العربة.

يتكون باب العربة من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

أ . الجزء المحرك (Drive Part).

ب. الجزء المتحرك (Driven Part).

ج. الجزء الثابت (Stationary Part)

أ ـ الجزء المحرك.

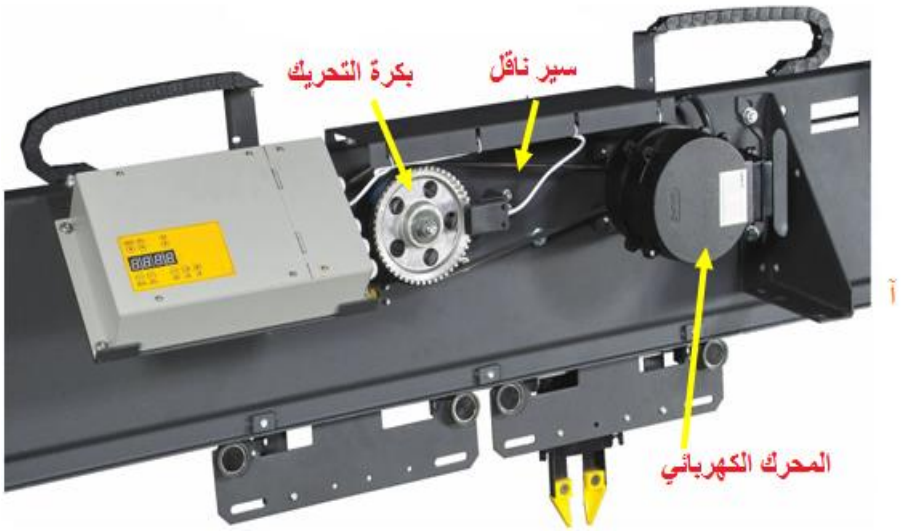
يتكون الجزء المحرك من الأجزاء الآتية:

1. المحرك الكهربائي.

يستعمل محرك ذو تيار مستمر أو متناوب، ويثبت فوق العربة، يعمل على تحريك أجزاء نقل الحركة لغرض فتح، أو غلق الباب، ولا يعمل إلاّ عندما يكون موقع العربة أمام باب المصعد بكاملها.

2. مجموعة نقل الحركة.

هناك عدة طرق لنقل حركة المحرك إلى الباب منها؛ آستعمال السلاسل والآقراص المسننة، أو آستعمال صندوق التروس، أو البكرات والسيور، كما مبين في الشكل (1 - 6 آ،ب)، إذ تنتقل حركة المحرك الكهربائي، عن طريق السير وبكرة التحريك إلى البكرة الداخلية، التي تنقل الحركة بدورها إلى راسطة تعليق الباب، لتتحرك بمساعدة بكرات على سكة التوجيه، إلى الخارج لفتحه، أو إلى الداخل لغلقه.

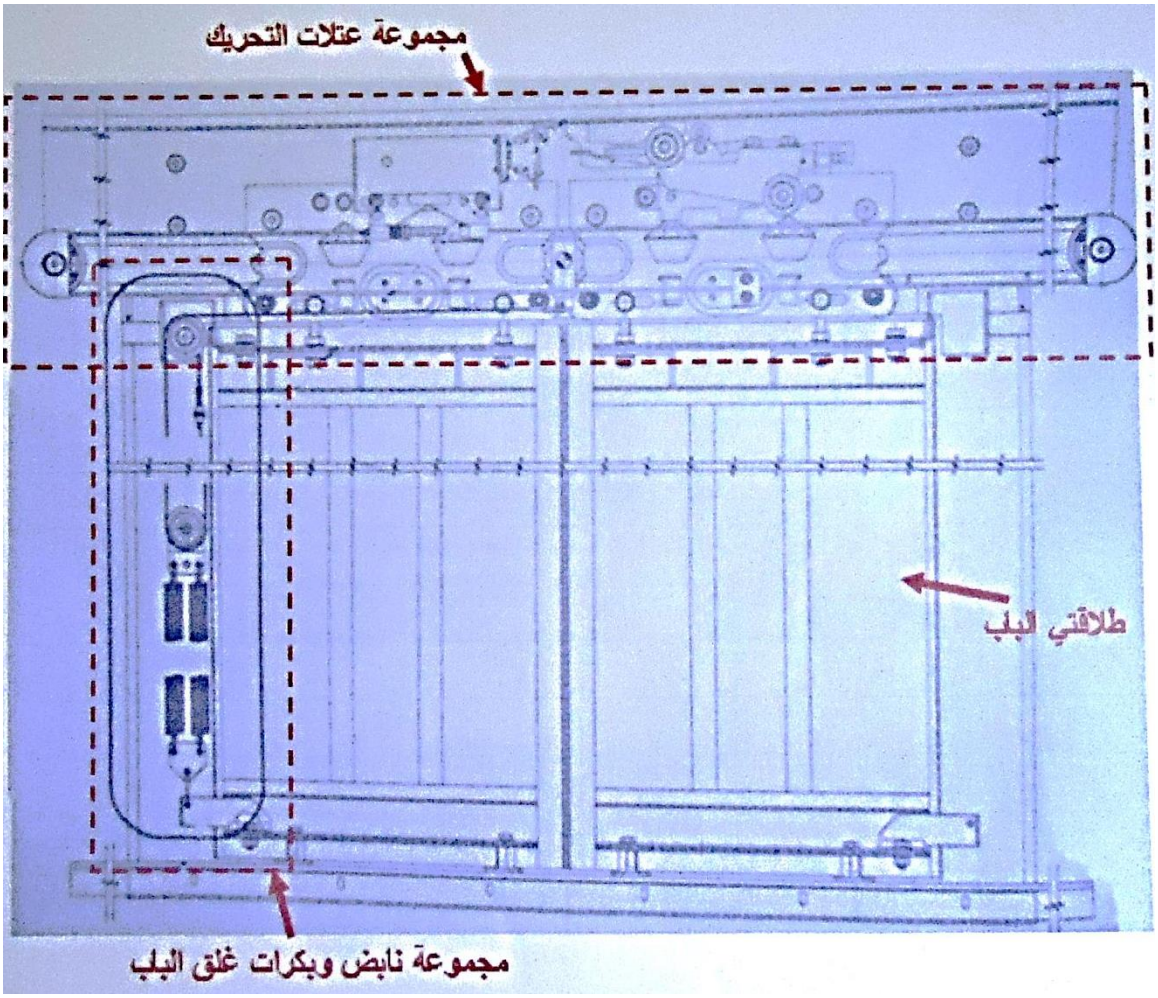




شكل 1 - 7 مجموعة نقل الحركة إلى باب العربة

3. عتلات التحريك.

وتكون من مجموعة من العتلات المتصلة فيما بينها عن طريق مفاصل وأعمدة توصيل، بشكل يسمح بنقل حركة المحرك الكهربائي إلى الباب لتعمل على فتحه، أوغلقه، لاحظ الشكل (1 - 8).



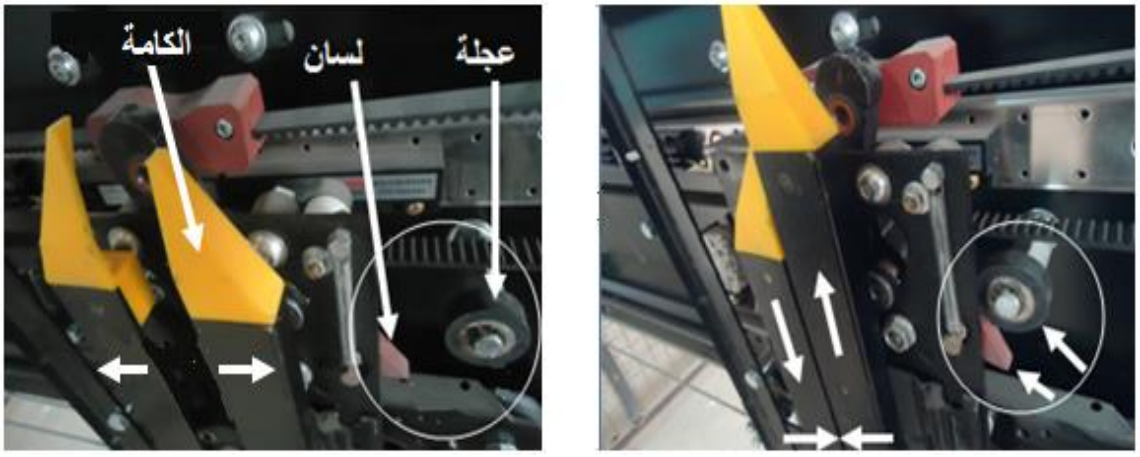
شكل 1 - 8 مجموعةعتلات فتح وغلق باب المصعد

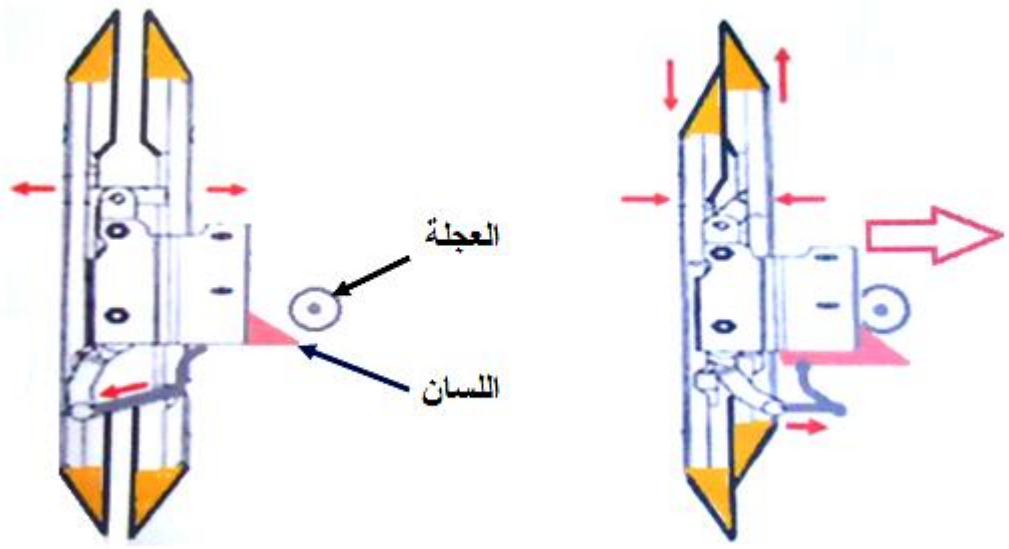
4. الكامة الآنضغاطية (Retractable cam) .

أثناء حركة العربة بين طوابق المبنى يكون بابها مقفلاً، ويكون وضع الكامة في وسط الباب، أو في الجانب حسب تصميم الباب، ولسانها مضغوط من طرفه بعجلة مطاطية (Red Buffer)، وطرفه الآخر رافعاً الجزء القريب له من الكامة، وخافضاً الجزء البعيد لها، كما في الشكل والمخطط (1- 9أ)، وعند وصول باب العربة أمام باب المصعد الخارجية تماماً، يشتغل المحرك الكهربائي الخاص بحركة بابها، وعند بدء الباب بالحركة سيزول ضغط العجلة المطاطية عن

اللسان، ليتحرك إلى الوضع الأفقي ، فيعمل على جعل جزأي الكامة في مستوى واحد، ويدفع الجزء الثاني لتنفرج الفتحة بينها.

عندوصول باب العربة أمام الباب الخارجي وتحرك جزء الكامة الثاني، كما مبين في الشكل والخطط (1- 9ب)، يؤدى إلى دفع الكامة عجلة القفل الميكانيكي للباب الخارجي المطاطية، فتحرك العجلة عتلات سحب لسان القفل، وقطع الدورة الكهربائية لدائرة السيطرة الرئيسة للمصعد في غرفة المكائن، لمنع حركة العربة أثناء فتح الباب، ساحبة معها الباب الخارجي للمصعد بإتجاه الفتح، وعند رجوع باب العربة بآتجاه حركة الغلق، تتخلى عن الباب الخارجي، فيعمل النابض الخاص بغلق الباب الخارجي على سحبه ليغلق خلفه، وعند غلقه، تعمل نقاط التوصيل الكهربائي في قاطع الدورة على إيصال الدائرة الكهربائية، لعودة العربة الى الحركة، وبذلك تتم عملية فتح البابين وغلقهما.





آـ وضع الكامة وباب العربة مقفل ب ـ وضع الكامة والباب في بداية حركة الفتح

شكل 1 ـ 9 وضع كامة باب عربة المصعد

ب. الجزء المتحرك.

يتكون الجزء المتحرك من الأجزاء الآتية:

1- طلاقتي الباب.

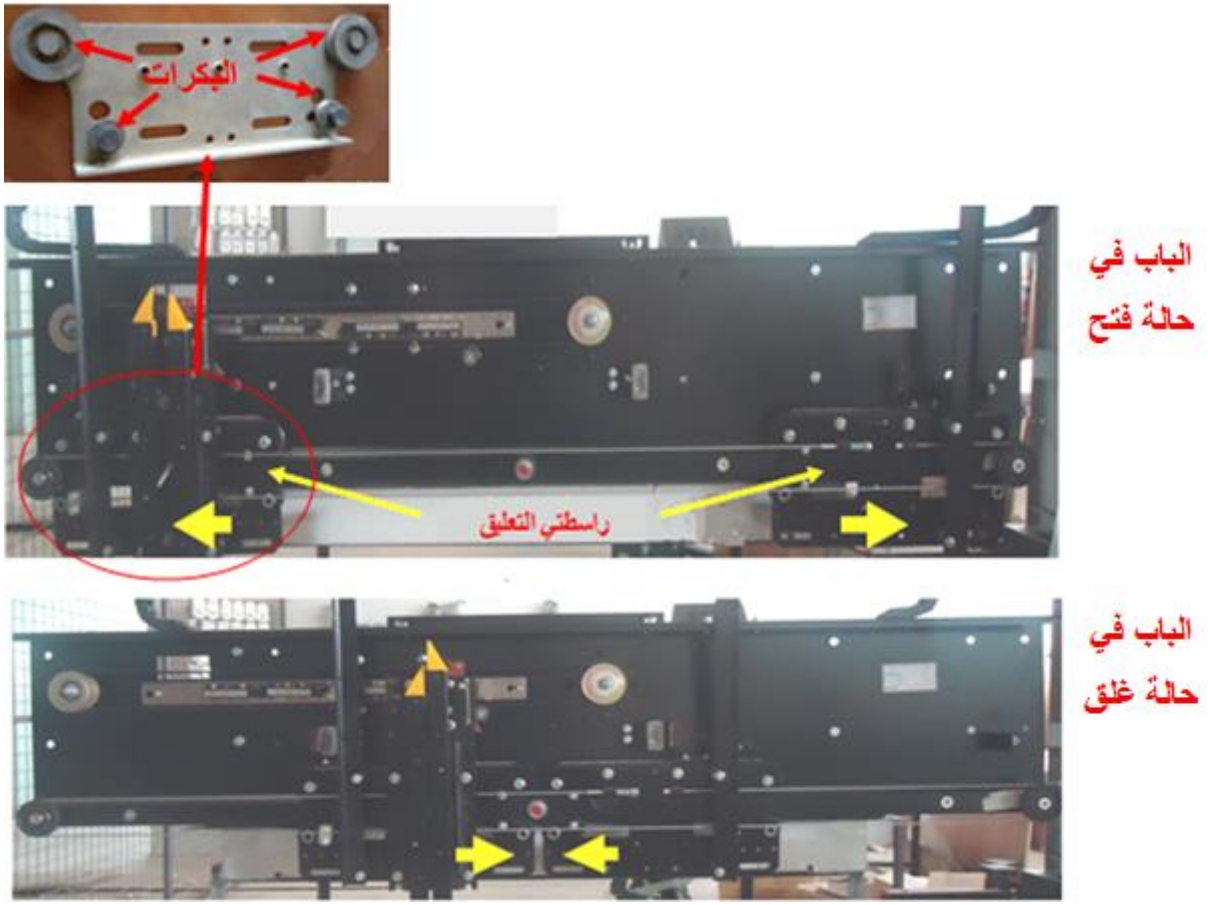
تتحرك طلاقتي الباب المبينة في الشكل (1- 10)، بالضغط على الزر الكهربائي، فتفتح أوتغلق مركزياً أو جانبياً.

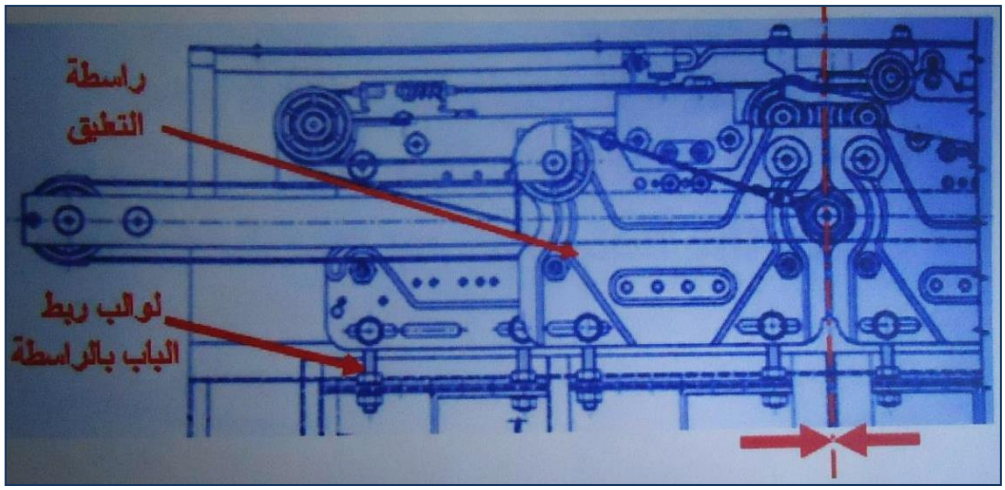


شكل 1- 10 طلاقتي الباب

2- راسطة التعليق.

تصنع من الحديد، يعلق عليها الباب، وتركب عليها أربع بكرات لتسييرها بوساطة المحرك الكهربائي على سكة التوجيه، لغرض تحريك الباب عند الفتح والغلق كما مبين في الشكل (1- 11).

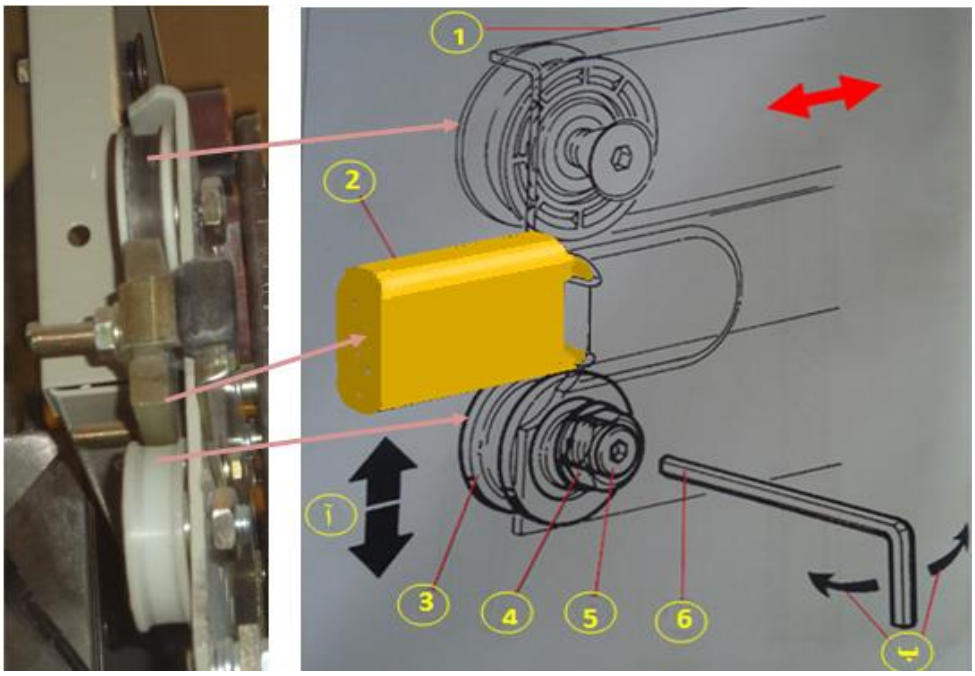




شكل 1- 11 راسطتي تعليق الباب في حالتي الفتح والغلق

3- بكرات راسطة التعليق.

تركب أربع بكرات على راسطة التعليق، زوج منها أعلى سكة التوجيه والزوج الآخر أسفلها، يركب في أحد البكرات السفلى، لولب معايرة كما مبين في الشكل (1 - 12)، لتنظيم الخلوص بين البكرات وسكة التوجيه مقداره (0.3- 0.7mm)، وتتم عملية التنظيم بإرخاء الصامولة رقم (4)، وبآستعمال المفتاح رقم (6) ترفع البكرة رقم (3)، أو تخفض، لضبط المسافة بين البكرات وسكة التوجيه، ثم تشد الصامولة رقم (4). وتتحرك البكرات على سكة التوجيه عندما يدور المحرك الكهربائي ليدوّر بكرات التحريك، فيجر الحبل راسطة التعليق، فتتحرك البكرات على سكة التوجيه حاملةً الراسطة وطلاقة الباب متجهة إلى الخارج ليفتح الباب، أو إلى الداخل ليغلق، بحسب آتجاه حركة دوران المحرك الكهربائي.



شكل 1- 12 تنظيم المسافة بين البكرات وسكة التوجيه

1- راسطة التعليق (Hanger).

2- سكة التوجيه (Sliding Guide).

3- بكرات توجيه الراسة.

4- صامولة ربط .

5- لولب تنظيم لامركزي(Eccentric Bolt).

6- مفتاح (Allen - Key).

أ- إتجاه حركة بكرة المعايرة .

ب - إتجاه حركة المفتاح لظبط المعايرة .

4 - حذاء التوجيه.

يربط أسفل الباب بصامولة ذات عمود لامركزي (Eccentric Rod) يدخل في ثقب حذاء التوجيه، لمعايرة طلاقة الباب بالآتجاه الأمامي والخلفي، لمطابقة آستقامته مع مجرى عتبة الباب، كما مبين في الشكل (1 - 13)، ويركب الحذاء في مجرى عتبة الباب، لضبط إستقامة حركة الباب الأفقية.



شكل 1- 13 حذاء توجيه الباب

وهناك نوع آخر من أحذية توجيه الباب، يكون على شكل صفيحة تثبت في أسفل الباب بوساطة لوالب وتدخل حافتها السفلى في مجرى عتبة الباب لتوجيه حركته أثناء الفتح والغلق، ويتم ضبط معايرة آستقامة حركة الباب عن طريق وضع حشوات (Shim) بين الحذاء وطلاقة كما مبين في الشكل (1-14).



شكل 1- 14 حذاء توجيه الباب

ج. الجزء الثابت.

يتكون الجزء الثابت من الأجزاء الآتية:

1- غلاف التعليق.

2- سكة التوجيه.

3- بكرات التوجيه.

4- نقطة التوصيل الكهربائي.

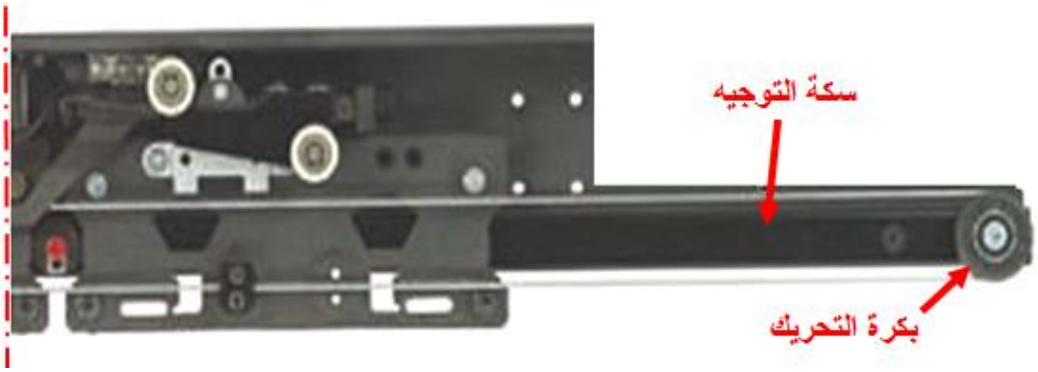
باب المصعد الخارجية:

يتكون باب المصعد الخارجية من الأجزاء الرئيسة الآتية :

1. الجزء الثابت.
2. الجزء المتحرك.

1- الجزء الثابت:

يتكون الجزء الثابت من الأجزاء الآتية، المبينة في الشكل (1- 15) :



شكل 1- 15 الأجزء الثابتة في الباب

أ ـ سكة التوجيه.

تثبت في وضع أفقي على طول الجزء العلوي للباب، الجزء لتسير عليها البكرات الحاملة لراسطة التعليق.

ب ـ غلاف التعليق.

يكون على شكل غطاء واقٍ للأجزاء، يثبت فوق الأجزاء المتحركة.

ج ـ بكرة التحريك.

تُرَكّب بكرتان على نهايتي سكة التوجيه، ويمر خلال أخدوديهما، حبل جر راسطة التعليق.

2- الجزء المتحرك:

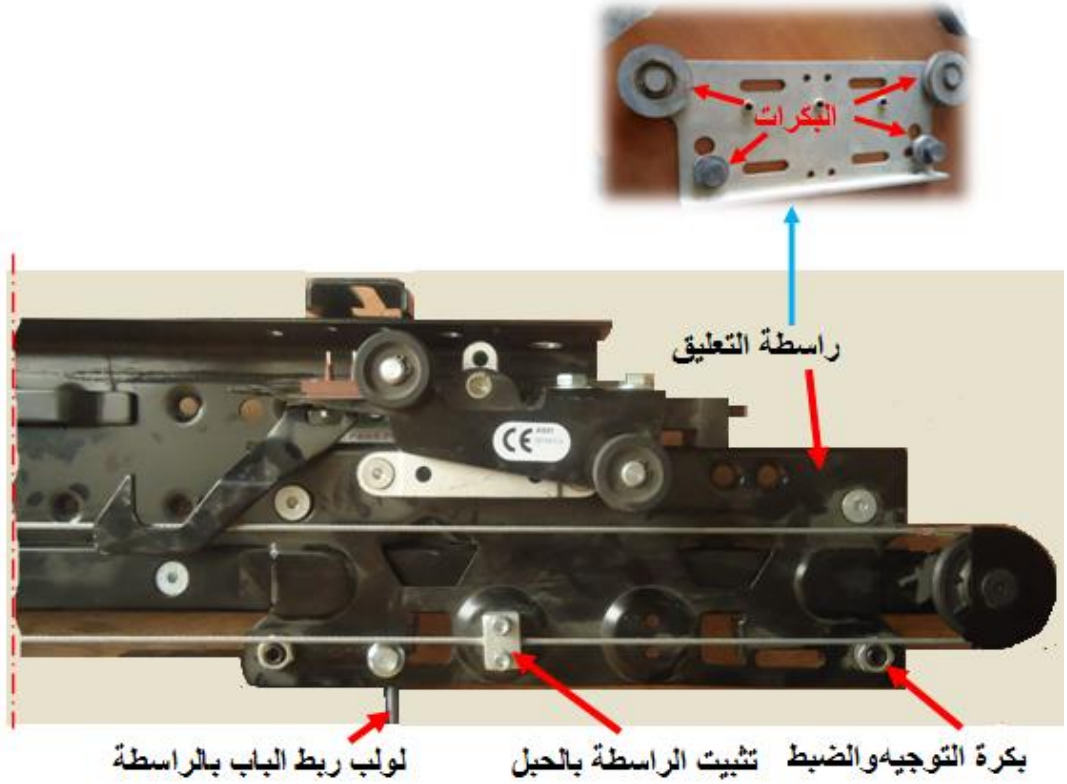
يتكون الجزء المتحرك من الأجزاء الآتية وكما مبين في الشكل (1- 16) :

أ ـ راسطة التعليق:

تثبت عليها طلاّقة الباب لتتحرك معها أثناء سيرها على سكة التوجيه.

ب ـ بكرات التوجيه:

تركب أربع بكرات على راسطة التعليق إثنتان في الأعلى وإثنتان في الأسفل لتحريكها على سكة التوجيه أثناء فتح الباب وغلقه.



شكل 1 ـ 16 الأجزاء المتحركة في الباب

ج ـ طلاقة الباب:

تثبت على راسطة التعليق بآستعمال لوالب، كما مبين في الشكل (1- 17 آ)، ويتحرك الباب أفقياً أثناء الفتح والغلق، وتوجّه حركته، بوساطة حركة حذاء التوجيه داخل مجرى مستقيم في عتبة الباب كما مبين في الشكل (1- 17 ب).



آ



ب

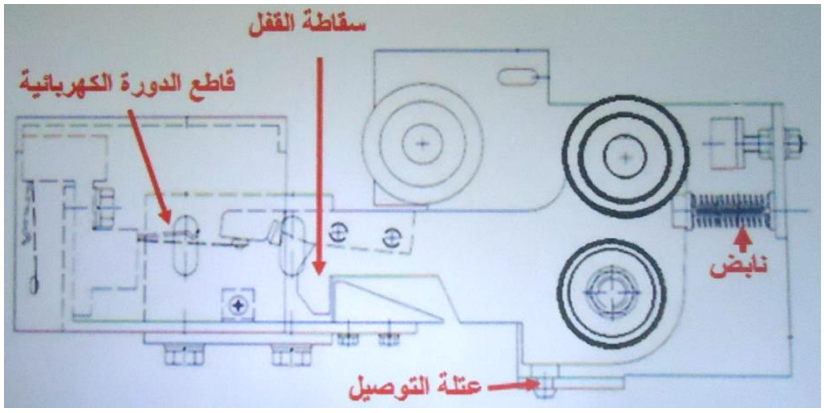
شكل 1- 17 تثبيت طلاقة الباب

د ـ حذاء التوجيه.

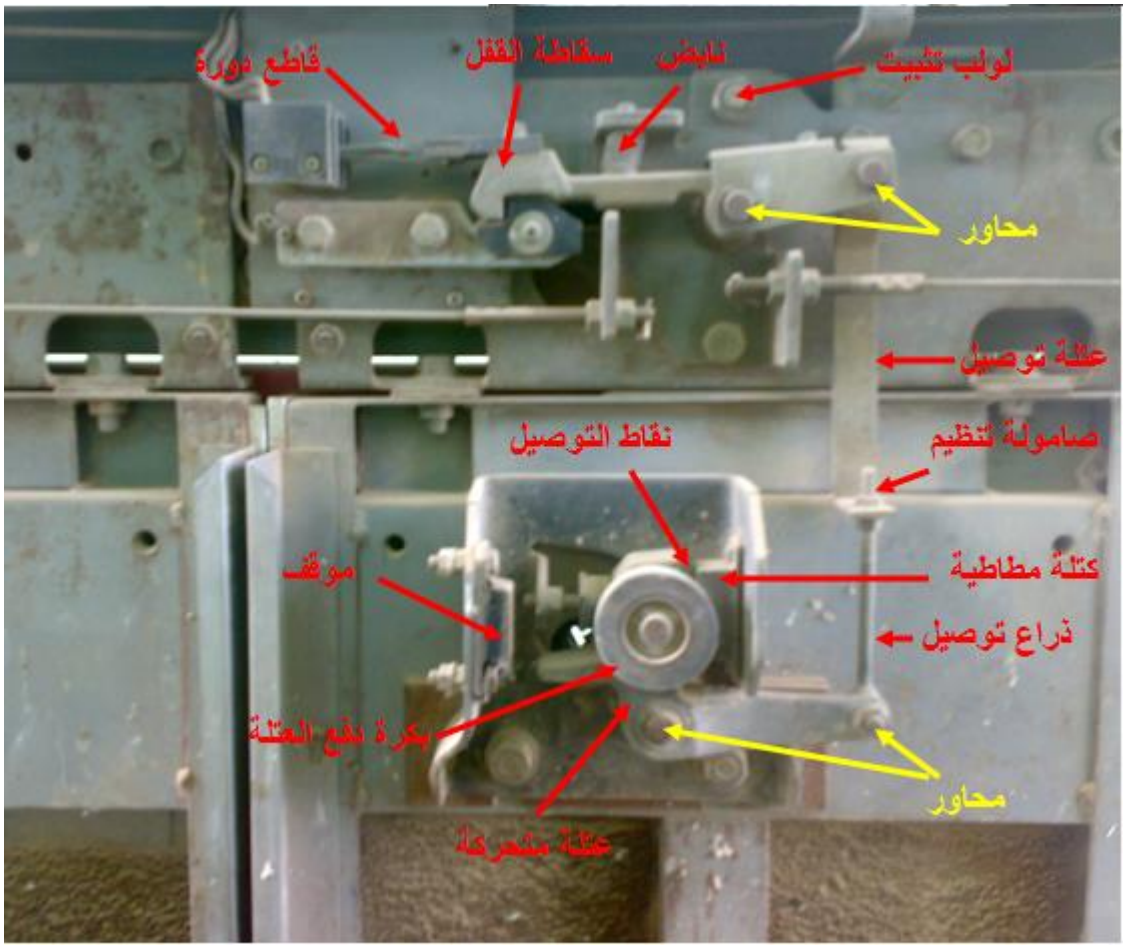
كما في باب العربة يربط أسفل الباب بصامولة ذات عمود لامركزي يدخل في ثقب حذاء التوجيه (لغرض تنظيم الباب شاقولياً)، ويركب الحذاء في مجرى عتبة الباب، لضبط آستقامة حركة الباب الأفقية بآتجاه الفتح والغلق.

قفل الباب الميكانيكي.

يعمل قفل الباب الميكانيكي المبين في الشكل (1- 18 آ،ب)، على فتح وغلق باب المصعد الخارجي، وذلك يتم بعد ضغط أداة التعشيق المثبة في باب العربة الداخلية على بكرة دفع العتلة، كما يقوم بتأمين غلق باب المصعد الخارجية، وعدم آمكانية فتحها أثناء حركة المصعد، وفي حالة فتح الباب بطريقة ما، فإن قاطع الدورة الكهربائية في القفل الميكانيكي، يقوم بقطع التيار الكهربائي عن المحرك الكهربائي، فيعمل على إيقاف المصعد.



مخطط 1- 18آ قفل الباب الميكانيكي



الشكل 1- 18ب قفل الباب الميكانيكي

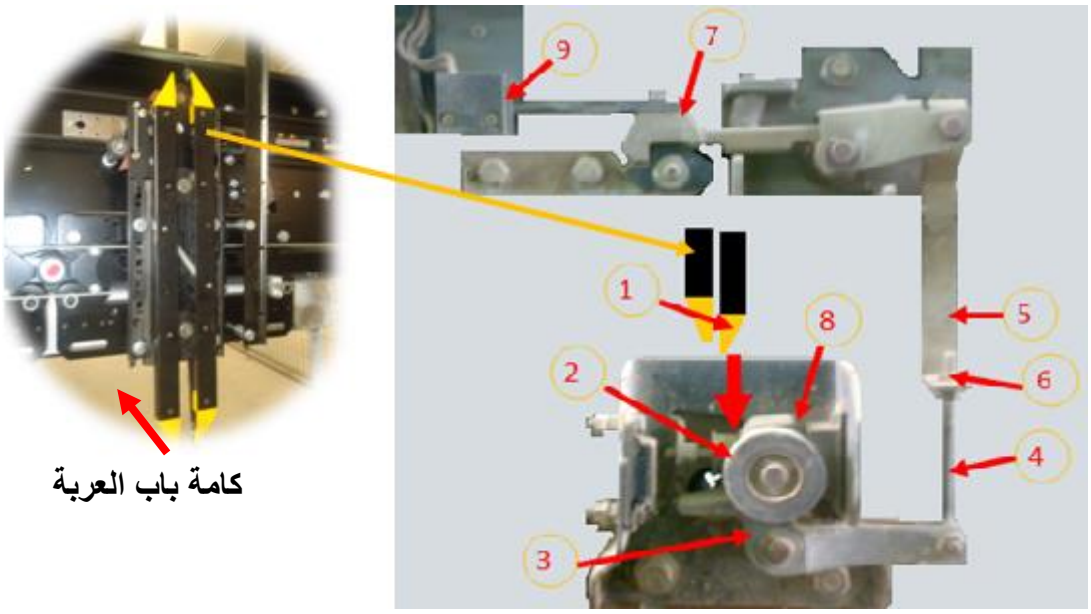
أجزاء قفل الباب الميكانيكي.

يتكون قفل الباب الميكانيكي من الأجزاء الرئيسة الآتية :

1. **سقاطة القفل.**
2. **عتلات التحريك.**
3. **لولب التثبيت.**
4. **بكرة تحريك العتلة.**
5. **قطعة مصد بلاستيكية.**
6. **مفتاح الباب الكهربائي.**
7. **قاطع الدورة الكهربائية.**

كيفية عمل القفل الميكانيكي.

خلال حركة عربة المصعد بين الطوابق يكون القفل الميكانيكي للباب الخارجي المبين في الشكل (1- 19)، في حالة غلق، وأداة التعشيق لباب العربة (1) في حالة قفل أيضاً وعند وصول باب العربة أمام باب المصعد الخارجي تماماً، تضغط أداة التعشيق لباب العربة، على بكرة دفع العتلة (2) لباب المصعد، فتتحرك العتلة (3) لتدفع ذراع التوصيل (4) والعتلة العليا (5) المتصلة به عن طريق صامولة تنظيم فتحة القفل (6)، فتضغط العتلة العليا على الطرف القريب لسقاطة القفل (7)، لترتفع النهاية البعيدة، فيتحرر لسان السقاطة ليفتح الباب، في الوقت نفسه عند دفع البكرة لتحرك أجزاء القفل لغرض الفتح، تضغط على نقطة التوصيل لتشغيل المحرك الكهربائي لباب المصعد الخارجي، وفي الحالات الطارئة يفصل قاطع الدورة (9) التيار الكهربائي لمنع فتح القفل.



شكل 1- 19 القفل الميكانيكي لباب المصعد

ملاحظة:

توجد أشكال متعددة لأقفال أبواب المصاعد الكهربائية، تختلف بآختلاف نوعية القفل المستعمل، ولكن الغرض من جميع هذه الأنواع واحد، هو تأمين إبقاء باب المصعد الخارجي مقفولاً خلال حركة المصعد.

قفل الباب الميكانيكي المستعمل في الباب المتحرك على حول محوره الجانبي (Swing door).

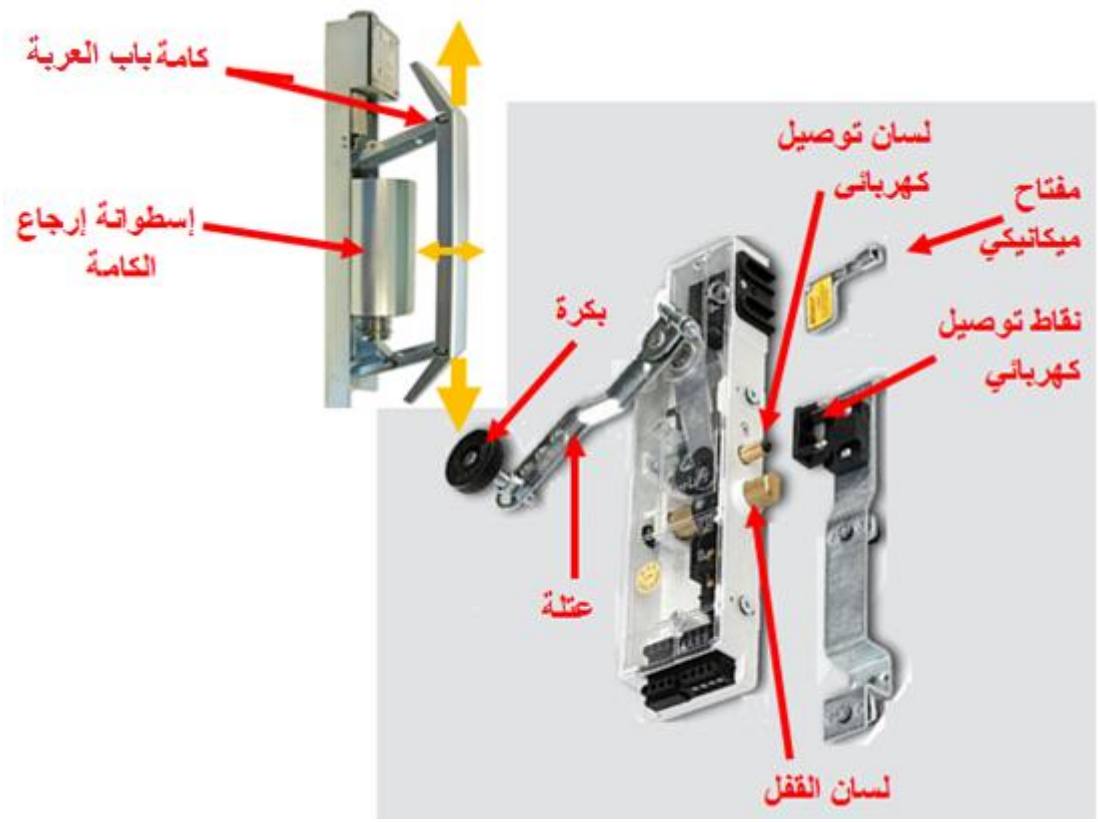
حركة هذا النوع من الأبواب تكون إلى الخارج، وحول محوره الجانبي عند الفتح، كما مبين في الشكل (1- 20).



شكل 1- 20 باب نوع (Swing door)

كيفية عمل قفل الباب:

يثبت القفل الميكانيكي المبين في الشكل (1- 21) في هذا النوع من الأبواب في الطرف الجانبي للباب، وفي حالة قفل الباب يكون لسان القفل بارزاً ومتعشقاً في ثقب موجود في إطار الباب، مادامت عربة المصعد بين الطوابق، وعند وصول باب العربة أمام باب المصعد تماماً، تضغط كامة العربة على بكرة القفل الميكانيكي، فتدفعها بآتجاه جسم القفل، لتحريك العتلة المتصلة بها، والعتلة بدورها تقوم بسحب لسان القفل وفصل نقاط التوصيل الكهربائي في قاطع الدورة الكهربائية، ليقطع الدورة الكهربائية الرئيسة في غرفة المكائن، لمنع تحرك العربة مادام باب المصعد مفتوح، يُكبسْ ذراع كامة باب العربة بآتجاه الأسطوانة أثناء ضغط الكامة على العجلة المطاطية للقفل، وبعد مرور الذراع بكامله عليها حتى يتجاوزها، تعمل الأسطوانة على إرجاعه، وتحدث هذه العملية عند وصول باب العربة أمام الباب الخارجي للمصعد في حالة آستدعاء العربة من قبل الأشخاص بواسطة الضغط على زر الآستعاء الموجود في لوحة السيطرة المثبتة عند مدخل باب المصعد.



شكل 1- 21 القفل الميكانيكي لـ (Swing door)

4 - ملحقات

آ ـ أجهزة الأمان الميكانيكية.

في المصاعد الكهربائية ترفع عربة المصعد والثقل المعادل بوساطة عدد من الحبال المتكونة من مجموعة أسلاك فولاذية مبرومة معاً، وبالرغم من ذلك فإنها تعد من أكثر وسائل النقل أماناً لشاغلي المصعد والبضائع، وذلك لتوفر وسائل الأمان في كل جزء من أجزاء المصعد الكهربائي، ومن وسائل الأمان الضرورية، هو جهاز الأمان الميكانيكي، الذي يعمل على إيقاف العربة عند آنقطاع الحبال السلكية وخروج العربة عن نظام السيطرة، وفيما يلي شرح لأجهزة الأمان الميكانيكية المستعملة في المصاعد الكهربائية.

أنواع أجهزة الأمان الميكانيكي.

يُستعمل في المصاعد الكهربائية نوعان من أجهزة الأمان الميكانيكية وهما:

1. **جهاز الأمان الآنى الوقوف.**

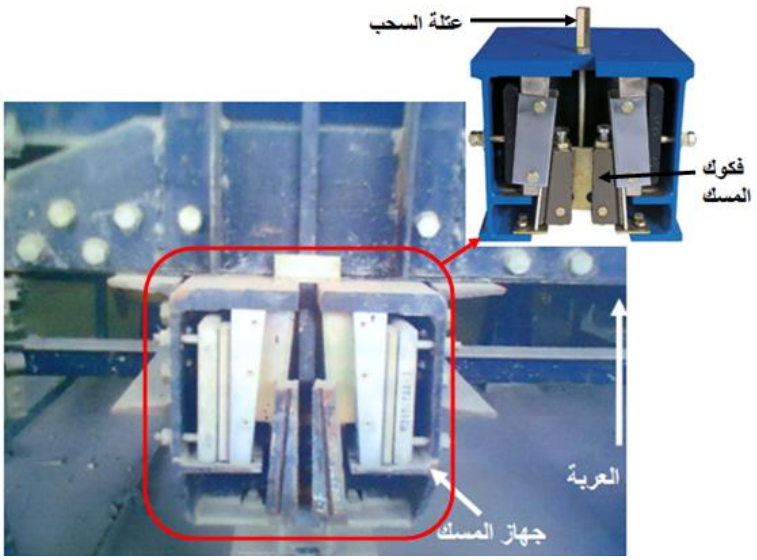
يستعمل في المصاعد ذات السرعات الواطئة التي تقل عن 60 م/ دقيقية.

2. **جهاز الأمان التدريجي الوقوف.**

ويستعمل في المصاعد ذات السرعات العالية التي تزيد عن 60 م/ دقيقية،

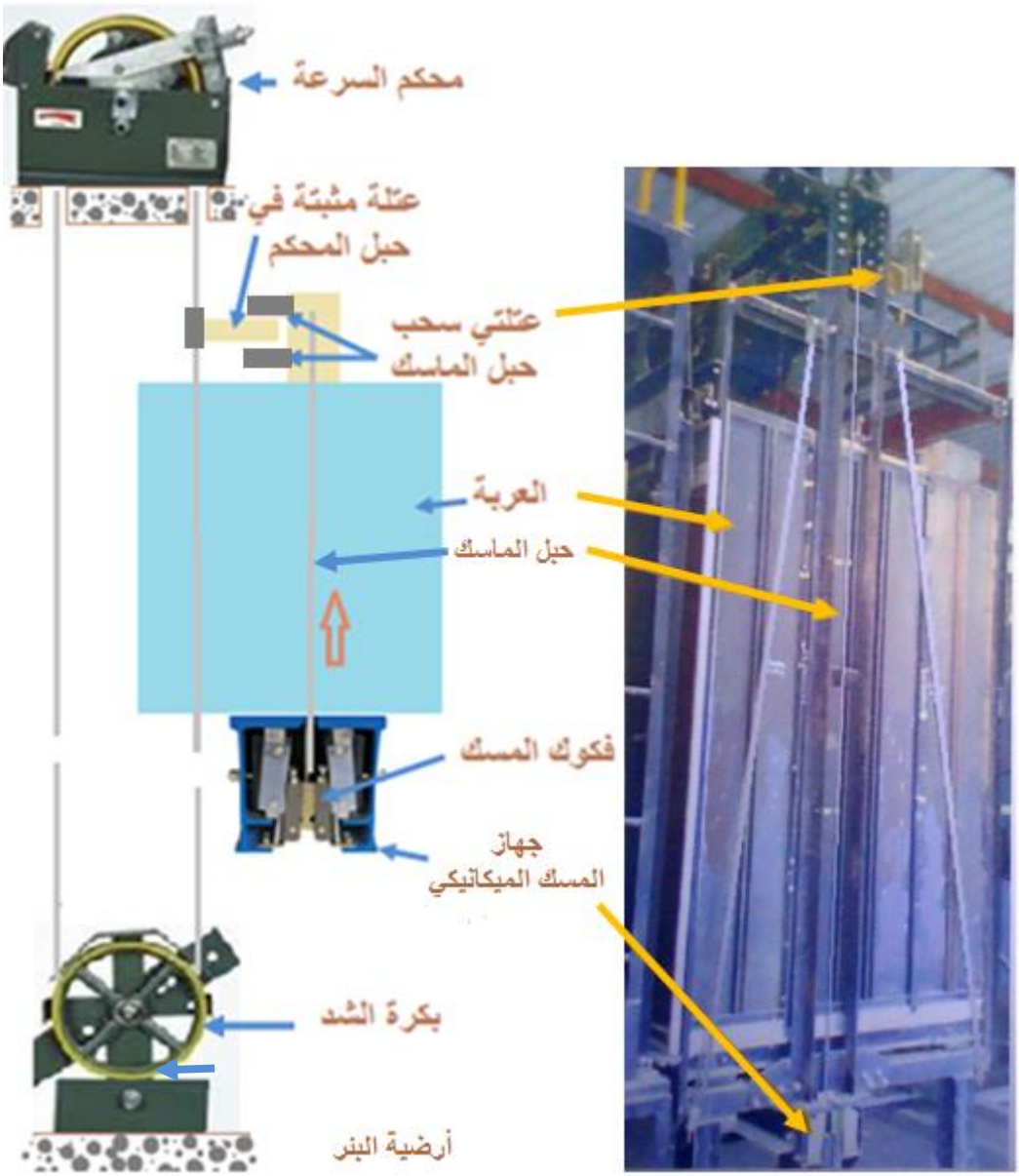
كيفية عمل جهاز الأمان الميكانيكي.

من ملاحظة المخطط التالي الذي يبين عتلات التحريك لجهاز الأمان الميكانيكي، نجد أن عمل جهاز الأمان الميكانيكي بنوعيه التدريجي والآني الوقوف، يعتمد على عمل محكم السرعة، الذي تعتمد سرعته على سرعة العربة، فعند زيادة سرعة العربة عن الحد المقرر نتيجة خطأ في نظام السيطرة، أو آنقطاع الحبال السلكية للعربة، فإن الأوزان الطائرة لمحكم السرعة تبدأ بالآنفراج مبتعدة عن المحور كلما آزدادت سرعة بكرة المحكم، فتأثر أولاً على المفتاح الكهربائي لمحكم االسرعة ليعمل على فصل الدائرة الكهربائية لمحرك السحب بصورة غير مباشرة، فاذا لم يتوقف المصعد نتيجة لخروجه عن نظام السيطرة الكهربائية أو آنقطاع الحبال السلكية فإن السرعة تستمر بالآزدياد، فيزداد آنفراج الأوزان الطائرة لمحكم السرعة مما يؤدي إلى دفع فك مسك الحبل للضغط على حبل المحكم لتثبيته، كما مبين في الشكل (1- 22).



شكل 1- 22 فكوك مسك الحبل

ونتيجة لنزول العربة إلى الأسفل، فإن عتلة التحريك الرئيسة لجهاز الأمان الميكانيكي المثبت في أسفل العربة، سوف ترفع إلى الأعلى، بوساطة عتلة مثبتة على حبل المحكم، مما يودي إلى تحريك عمود تثبيت عتلات التحريك الثانوية، حيث تعمل هذه العتلات على تحريك عتلتي الرفع لجهاز الأمان الميكانيكي، عندئذ تقوم عتلتا الرفع بسحب فكوك المسك إلى الأعلى، لتضغط على سكة توجيه فتتوقف العربة عن الحركة، كما مبين في الشكل (1- 23) .



شكل 1-23 عمل جهاز الأمان الميكانيكي

ب ـ لوحة تشغيل العربة (Car Operating Panel).

تثبت لوحة تشغيل في كل عربة من عربات المصعد، تحتوي هذه اللوحة على أزرار توجيه العربة الى الطابق المراد الوصول اليه العربة يكون عددها مساوياً لعدد الطوابق، وأزرار لفتح وغلق الباب، بالآضافة إلى مفاتيح التشغيل، تكون مخفية، أو ظاهرية تشغل يدوياً، وأزرار أخرى تستعمل للطوارئ، كما تحتوي على سماعة تلفون داخلي، كما مبين في الشكل (1- 24).



شكل 1- 24 أنواع من محتويات لوحات التشغيل والآتصال من داخل العربة

تثبت عند مدخل باب المصعد لوحة استدعاء العربة (لوحة الطلبات الخارجية) (Landing Operation Panel)، كما مبين في الشكل (1- 25)، يتعرف الشخص على إتجاه مسار العربة من خلال إتجاه السهم الضوئي الموجود في اللوحة، ويتم آستدعاء العربة عن طريق الضغط على زر الآستدعاء.



شكل 1- 25 اللوحة الخارجية لإستدعاء العربة

الإضاءة داخل العربة.

تزود غرفة العربة بمنظومة إضاءة، يجب أن تكون جيدة ومتلائمة مع التصميم الداخلي للغرفة. فالإضاءة غير الكافية داخل الغرفة قد تؤدي إلى بعض الحوادث للركاب، أو تشعرهم بعدم الآطمئنان، لذا فالإضاءة الجيدة ضرورية في المصاعد.

تكون إضاءة العربة بحسب الغرض من آستعمال المصعد الكهربائي إن كان للأشخاص أو البضائع وتتراوح بين (20- 50 لوكس) مقاسه على أرضية العربة عند المدخل، وأن تكون من النوع غير المسبب لحرارة زائدة داخل غرفة العربة، تكون العربة مضاءة جزئياً بشكل دائم بمصابيح بقوة لا تقلّ عن (50 واط)، عند آستعمال أبواب خارجيّة أوتوماتيكيّة أو يدويّة مفصلية، تضيء العربة أوتوماتيكيّاً بشكل كامل طوال مدة التشغيل، أو عند فتح الباب الخارجي، وتطفأ أوتوماتيكيّاً بعد وقوف العربة وإغلاق الباب بعد آنقضاء زمن معيّن لا يقلّ عن (60) ثانية، تكون تغذية إضاءة العربة بوساطة قاطع أحادي مثبت بمكان ظاهر داخل غرفة الماكينة قرب لوحة التحكم.

تزود العربة بمنظومة إضاءة طوارئ (Emergency Light) بقوة لا تقلّ عن (5 واط) تعمل البطارية مع شاحن أوتوماتيكيّ، تضيء أوتوماتيكيّاً داخل العربة عند آنقطاع التيار الكهربائي بشكل فجائي، وتبقى مضاءة لفترة لا تقلّ عن (30 دقيقة) ، تنطفئ هذه الإنارة فوراً بعد عودة التيار الكهربائي.

يستعمل في إضاءة العربة:

مصابيح النيون:

تستعمل هذه المصابيح لإضاءة العربة في الحالات الآعتيادية، وتجرى عمليات صيانة لها على فترات، إذ يتم الكشف عن الأعطال وشدة الآضاءة، كما يأتي:

آ - الإضاءة قليلة يكون سببها:

إنتهاء عمر المصباح، أو رداءة السطح العاكس، أو تراكم الغبار على الغطاء الآكربيليكي.

ب - الإضاءة ترتعش يكون سببها:

رداءة مشغل التوهج، أونقاط توصيل النيون بالقاعدة. أو إنتهاء عمر المصباح.

جـ - صدور أزيز من المصباح يكون سببه:

آرتفاع درجة حرارة ملف الخنق.

كيفية إجراء عملية فحص شدة الإضاءة داخل العربة:

يوضع لوكس سيتر على آرتفاع (1m) من مركز أرضية عربة المصعد بعد غلق باب العربة، إذ تختلف شدة الآضاءة بآختلاف نوعية المصعد من حيث الآستعمال بحسب ما يأتي:

ت	نوع المصعد	شدة الأضاءة
1	مصاعد الركاب والمستشفيات	أكثر من 40 لوكس (lux)
2	مصاعد الحمولة	أكثر من 20 لوكس (lux)

سقف العربة:

يحتوي سقف العربة على الأجزاء الآتية :

1- فتحة الخروج للطوارئ.

يتم إخراج الركاب من المصعد في الحالات الطارئة من خلال فتحة الطوارئ الموجودة في سقف العربة، في الحالات التي يتعذر فيها فتح باب المصعد، فيصعد الفني المختص فوق سطح العربة، لرفع عتلة قفل الفتحة، هذه العتلة تتصل بمفتاح طوارئ كهربائي يمنع حركة المصعد طالما غطاء الفتحة مرفوع. ويتم فحص عمل مكونات الفتحة على فترات، لضمان سهولة فتحها.

2. الساحبة.

يتم تخليص العربة من الغازات والأبخرة الضارة، الناتجة عن تواجد الأشخاص فيها، بوساطة تثبيت ساحبة هواء فوق فتحة الطوارىء للعربة كما مبين في الشكل (1- 26)، ليتم سحب الهواء من داخل العربة وتجديده أثناء حركة المصعد.



شكل 1- 26 ساحبة هواء

3 ـ مكيف هواء المصعد (Elevator Air Condition).

غرفة المصعد محدودة الأبعاد وتتحرك بين أربعة جدران، وغالباً ما تزدحم بالأشخاص، يؤدي تنفسهم وهم في الغرفة، الى نقص في أوكسجين هواء العربة، وآرتفاع درجة حرارتها، وللعمل على عدم إحساس الأشخاص بضيق التنفس والحرارة، تجهز الغرفة بمكيف هواء بحجم يناسب حجم الغرفة، كما مبين في الشكل (1- 27) يثبت فوق عربة المصعد، يعمل على تكييف هوائها.



شكل 1- 27 مكيف هواء غرفة العربة

5- موجهات العربة والمزيتات

1- الموجهات.

تجهز العربة بزوجين من الموجهات، تثبت في أسفل وأعلى العربة من كلا الجانبين، لتوجيه مسار العربة على سكة التوجيه، ولتقليل الآهتزاز الذي يحصل للعربة أثناء حركتها .

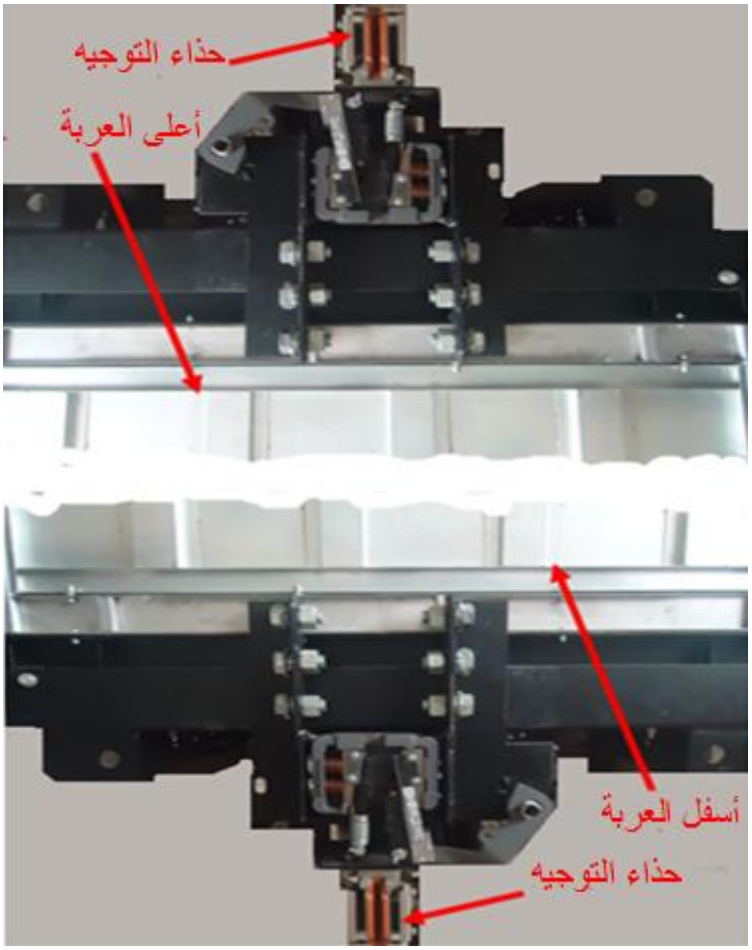
وتستعمل في المصاعد الكهربائية نوعان رئيسان من الموجهات وهما :-

1- حذاء التوجيه

2 ـ بكرات التوجيه

حذاء التوجيه.

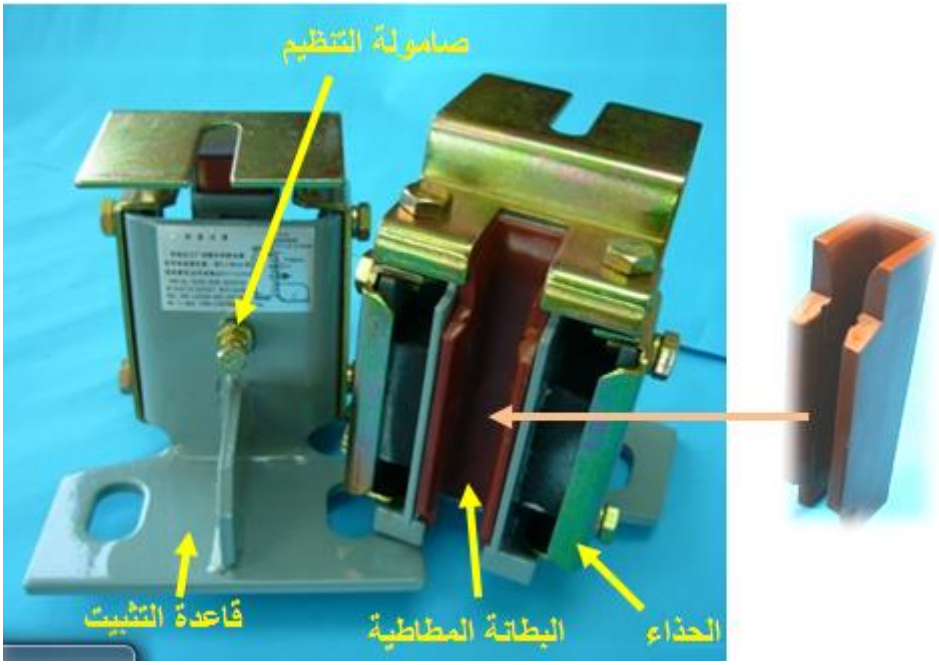
تستعمل في المصاعد الكهربائية عدة أنواع من أحذية التوجيه يثبت أسفل جانبي العربة، كما مبين في الشكل (1- 28)، الغرض منها توجيه مسار العربة والثقل المعادل وتقليل آهتزازهما، لضمان آستقرار توازن سيرهما، وطمأنة شاغلي المصعد.



شكل 1- 28 حذاء التوجيه

مكونات حذاء التوجيه.

يتكون حذاء التوجيه من الأجزاء الآتية، المبينة في الشكل (1- 29) :



شكل 1- 29 مكونات حذاء التوجيه

1- الحذاء.

يكون على شكل حرف (U) لتمر من خلاله سكة توجيه العربة، مبطّن بمادة من المطاط، تختلف أبعادها بآختلاف أبعاد سكة التوجيه المستعملة،

2- قاعدة التثبيت.

تصنع من الحديد، وتثبت على أسفل جانب هيكل العربة بوساطة لوالب تثبيت.

3- صامولات التنظيم.

يتم عن طريقها تنظيم الخلوص بين المادة المطاطية وسكة توجيه العربة.

تتآكل المادة المطاطية للحذاء، نتيجة آحتكاكها مع السكة أثناء حركة العربة، لذا يتم فحصها على فترات متقاربة بوساطة ضبعة قياس السمك، للتأكد من المسافة بين المادة المطاطية وسكة التوجيه، ويتم تغيير الحذاء في حالة تجاوز التآكل حدود التصميم، و تمسح على الجاف في حالة تراكم الأوساخ عليها.

بكرات التوجيه.

يكون عدد البكرات في المجموعة الواحدة، ثلاث بكرات تثبت بوضع قائم على بعضها بقاعدة من الحديد، وتثبت كل مجموعة على جانب من العربة، لتوجيه مسارها، ولتقليل آهتزازها، الحاصل نتيجة حركتها الشاقولية.

مكونات مجموعة بكرات التوجيه.

تتكون مجموعة بكرات التوجيه من الأجزاء الآتية:

1- إطار مطاطي.

تحتوي البكرة على إطار خارجي ليلامس سكة التوجيه، يصنع من المطاط لآمتصاص الآهتزاز.

2- نابض التنظيم.

يستعمل لتنظيم ضغط البكرات على سكة توجيه العربة، ولكل بكرة من البكرات الثلاث نابض تنظيم خاص بها، ويكون ضغط البكرة على سكة التوجيه بحدود الملامسة، لأن الضغط العالى يسبب الآحتكاك، والضغط الواطئ يسبب الآنزلاق، كما مبين في الشكل (1- 30) .



شكل 1- 30 نابض ضغط البكرة على سكة التوجيه

3- هيكل البكرات:

قاعدة مصنوعة من الحديد، تركب عليها بكرات التوجيه بوضع يسمح تلامس فيه كل بكرة وجه من أوجه سكة التوجيه، كما مبين في الشكل (1- 31).



البكرات العليا



البكرات السفلى

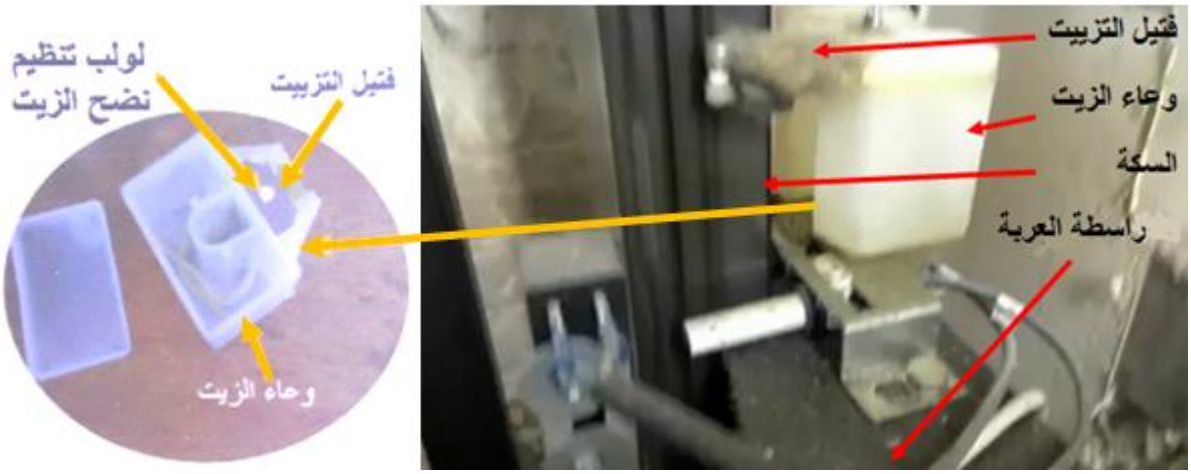
شكل 1- 31 هيكل بكرات توجيه العربة

تفحص البكرات بآنتظام للكشف عن التشوه الحاصل في سطح الإطار المطاطي أو النقص الحاصل في قطرها نتيجة الآحتكاك، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة المسافة بين البكرات وسكة التوجيه، وعدم آنتظام شد البكرات إلى سكة التوجيه يؤدي إلى زيادة آهتزاز العربة أثناء حركتها.

مزيتات سكة التوجيه (Lubricator Guide Rail).

تثبّت المزيتات فوق حذاء التوجيه للعربة، لتقوم بتزييت سكة توجيه العربة أثناء حركة المصعد، بوساطة فتيل من القطن أو اللباد، يغمر طرفه في وعاء المزيتة، والطرف الآخر يلامس سكة التوجيه لتزييتها بزيت

خفيف، كما مبين في الشكل (1- 32) عن طريق نضوح الزيت خلال فتيل القطن، تنظم كمية نضوح الزيت إلى السكة بوساطة لولب تنظيم لتحديد كمية النضح بحسب مواصفات التصميم، فالنضح القليل للزيت يؤدي إلى زيادة الآحتكاك، أما زيادة النضح فتؤدي إلى تلوث السكة ومثبتاتها وحذاء التوجيه، فيتراكم الغبار عليها ويقلل من كفاءتها، ويجب مراقبة مستوى الزيت في الوعاء بآستمرار وتعويض نقصه.



شكل 1- 32 مزيتة سكة توجيه العربة

1- 2 الثقل المعادل

يتكون الثقل المعادل في المصاعد الكهربائية من مجموعة أثقال على شكل متوازي المستطيلات، تصنع من حديد الصب (Cast Iron)، أو من الخرسانة المسلحة، ترتب وترص فوق بعضها بشكل متوازن داخل إطار من الحديد، كما مبين في الشكل (1- 33) ليمنع سقوطها أثناء الحركة، يحتوي منتصف ضلع الإطار الأعلى عدد من الثقوب لتعليق الثقل بحبال التعليق.



شكل 1- 33 الثقل المعادل

يعمل الثقل المعادل في المصاعد الكهربائية، على معادلة الحمولة المسلطة على محرك السحب من قبل العربة والأشخاص في حالتي الصعود و النزول، إذ إن عدم وجود الثقل المعادل ، يؤدى إلى تحمل محرك السحب لوزن العربة مع الأشخاص في حالتي الصعود والنزول وهذا يتطلب وجود محرك سحب ذي كفاءة عالية وكبير الحجم ليتغلب على هذه الحمولة ، وكلما آزداد حجم محرك السحب كلما زادت الكلفة لذا فإن آستعمال الثقل المعادل يزيد من عمر آشتغال المحرك، ويقلل الكلفة إجراءات الصيانة.

يحسب وزن الثقل المعادل ليكون مساوياً إلى وزن العربة وهي فارغة مضافاً اليها ما يعادل نسبة (0.4 – 0.5) من وزن حمولة المصعد التصميمية، بحسب المعادلة الآتية:

وزن الثقل المعادل = وزن العربة وهي فارغة + (C) X وزن الحمولة

حيث أن:

قيمة (C) تختلف بآختلاف نوعية المصعد من حيث الآستعمال، ففي مصاعد الركاب تتراوح قيمة (C) بين (0.5-0.45)، أما في مصاعد الحمولة فإن قيمها تتراوح بين (0.5-0.4).

معدل وزن الشخص الواحد يتراوح بين (65 Kg -75)، إذ أن بعض الدول مثل اليابان تعادل وزن الشخص (65 Kg)، في حين أن الولايات المتحدة الأمريكية تعادل وزن الشخص (75Kg).

لغرض حساب الثقل المعادل توضع أثقال قياسية على أرضية العربة، كما مبين في الشكل (1- 34)، ويتم زيادتها تدريجياً بإضافة أثقال للوصول إلى (0.5 -0.45)% من وزن الحمولة التصميمية للعربة، بحيث تكون التيار متساوية في حالة الصعود والنزول لماكنة السحب عندما تكون العربة والثقل المعادل في مستوى واحد.



شكل 1- 34 وضع أثقال التوازن على أرضية العربة

تزييت سكة توجيه الثقل المعادل.

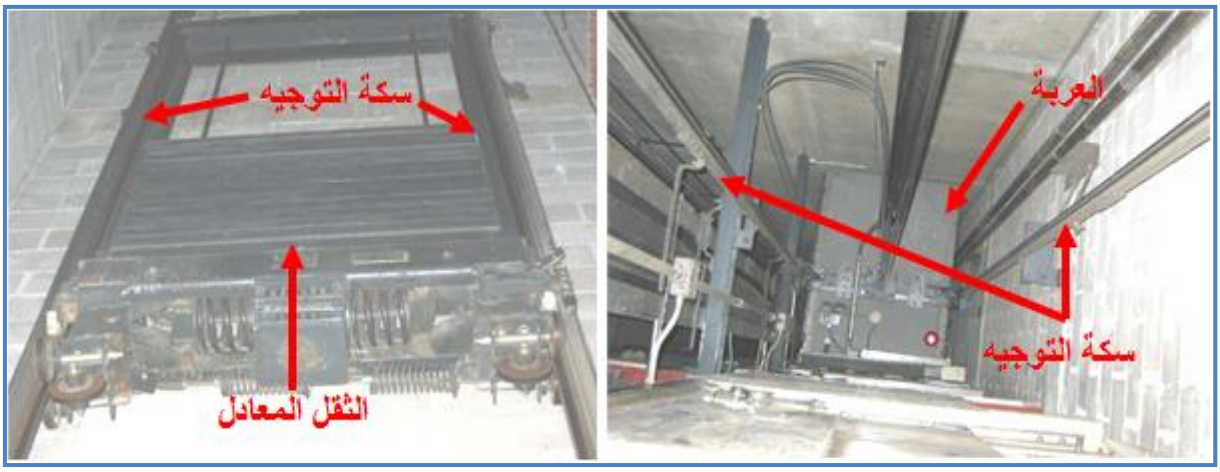
يستعمل زوج من المزيتات مع الثقل المعادل، كما في العربة، تثبت على جهتي الثقل من الأعلى، إذ إنها تعمل على تزييت سكة التوجيه للثقل المعادل، تكون مكوناتها من وعاء زيت وفتيل تزييت، كما مبين في الشكل (1- 35) تجرى عليها مراقبة مستمرة، لملاحظة عملية التزييت، ومستوى الزيت، وكذلك لغرض الصيانة.



شكل 1- 35 مزيتة سكة توجيه الثقل المعادل

1- 3 سكة التوجيه (Guide Rail)

تعمل سكة التوجيه على توجيه مسار الثقل المعادل والعربة وآستقرار آتجاه حركتهما أثناء الصعود والنزول، كما مبين في الشكل (1- 36)، وبحسب موقع السكة، تحدد على طريقها مواقع المفاتيح وأجهزة السيطرة على الحركة والوقوف والسلامة، لذا يجب الآهتمام بفحصها وصيانتها بآستمرار، لضمان سلامة حركة المصعد.



شكل 1- 36 سكتي توجيه العربة والثقل المعادل

تركيب سكة التوجيه.

تصنع سكك التوجيه عادة من الحديد مضافاً اليه بعض العناصر السبائكية بنسبٍ محددة لزيادة تحمل السكة للأحمال مثل؛ الكاربون والسلكون والمنغنيز والفسفور والكبريت، (C , Si , Mn , P , S) ويكون مقطعها على شكل حرف (T) كما مبين في الشكل (1- 37).



شكل 1- 37 مجموعة قِطَعْ من سكك الحديد

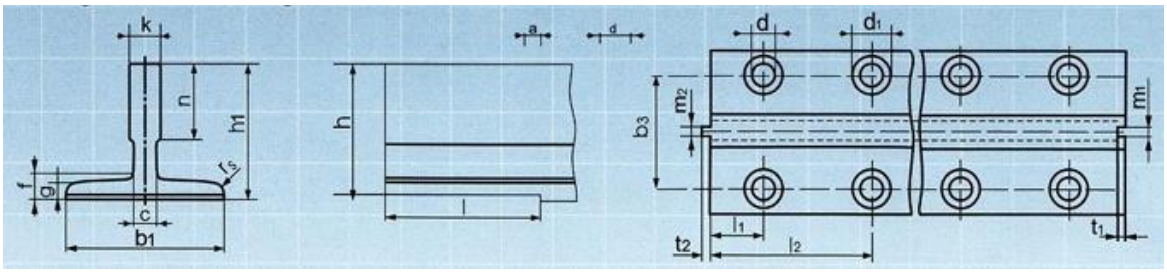
وتحدد نوعية سكة التوجيه على أساس وزن المتر الواحد، حيث يزداد وزن المتر الواحد كلما آزدادت أبعاد مقطع سكة التوجيه، تتحدد أبعاد سكة التوجيه بحسب حمولة المصعد، إذ تستعمل سكة ذات أبعاد مقطع صغيرة، للأحمال الصغيرة، وتستعمل للأحمال الكبيرة سكة ذات مقطع كبير، عند نصب السكة تربط قطعها ببعض، إذ يتم تعشيق القطعة بالأخرى عن طريق إدخال نتوء الأولى بأخدود التالية لها، وتثبتان بلوالب على راسطة حديد تسمى؛ السمكة (Fish Pleat)، يبلغ الطول القياسي لكل قطعة من السكة خمسة أمتار ، وتثبت سكة التوجيه في طريق المصعد بواسطة مثبتات السكة ، تبعد الواحدة عن الآخرى بمقدار (2.5m)كما مبين في الشكل (1 - 38).



شكل 1- 38 سكة التوجيه

مواصفات سكك التوجيه.

يكون المقطع العرضي للسكة على شكل حرف (T) بمقاسات متفق عليها بين الشركات المصنعة وفق النظام العالمي (ISO) للعناصر المبينة في رسم المساقط المبينة في الشكل (1 - 39)



الشكل (1 - 39) رسم لمساقط سكة التوجيه

الجدول (1- 1) يبين بعض أنواع وعناصر سكك التوجيه المبين في رسم مساقط السكة، والمستعملة في المصاعد الكهربائية وتكون مقاساتها وسماحاتها العالمية بحسب نوع السكة، وتكون نوعية السكك المستعملة في العربة والثقل المعادل متشابهة من حيث الشكل، وآختلافهما الوحيد فقط في مقاسات مقطع السكة، وطول مسافة الربط بين كل قطعتين متتاليتين في السكة، وتشمل مقاسات القياسات الآتية.

b1: عرض قاعدة السكة
h1: آرتفاع السكة
h : آرتفاع السكة – سمك صفيحة الربط (السمكة)

k : سمك لسان السمكة
n : عمق اللسان الداخل في تجويف حذاء التوجيه
c : قياس تخصر اللسان
g : السمك الكبير لقاعدة السكة
f : السمك الصغير لقاعدة السكة
rs: نصف قطر تكور حافة قاعدة السكة
m1: عرض الأخدود
m2: عرض النتوء
t1: عمق الأخدود
t2: عمق النتوء
l1: بعد مركز الثقب الأول عن طرف السمكة
l2: بعد مركز الثقب الثاني عن طرف السمكة
b3: البعد بين مركزي ثقبين متقابلين على جهتي السكة
d : قطر الثقب
d1: قطر الجزء الكبير (التخويش) من الثقب

العنصر / النوع	b1	h1	h	k	n	c	g	f	rs	m1	m2	t1	t2	l	l1	l2	b3	d	d1
	السماحات																		
	±1.5	±0.75	±0.1	+0.1 0	+3 0		±0.75			+ 0.06 0	0 -0.06	±0.1	±0.1	+3 0	±0.2	±0.2	±0.2		
T70/B	69.85	50.2412	49.1998	15.875	25.4	9.525	7.9	11.1	3	6.4008	6.3754	7.1374	6.35	155.96	38.1	114.3	46.0502	14.28	N/A
T70-1/B	70	65	64	9	34	6	6	8	1.5	3	2.95	3.5	3	128	25	105	42	13	
T82/B	82.5	68.25	66.6	9	25.4	7.5	6	8.25	3	3	2.95	3.5	3	111	27	81	50.8	13	26
T75-3/B	75	62	61	10	30	8	7	9	3	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T78/B	78	56	55	10	25	8	7	9	3	3	2.95	3.5	3	123	30	90	43	13	26
T89/B	89	62	61	15.88	33.4	10	7.9	11.1	3	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T90/B	90	75	74	16	42	10	8	10	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	57.2	13	26
T114/B	114	89	88	16	38	10	8	12	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	74	17	33
T127-1/B	127	88.9	88	15.88	44.5	10	7.9	11.1	4	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T127-2/B	127	88.9	88	15.88	50.8	10	12.7	15.9	5	6.4	6.37	7.14	6.35	156	38.1	114.3	79.4	17	33
T140-1/B	140	108	107	19	50.8	12.7	12.7	15.9	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-2/B	140	102	101	28.6	50.8	17.5	14.5	17.5	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40
T140-3/B	140	127	126	31.75	57.2	19	17.5	25.4	5	6.4	6.37	7.14	6.35	193	31.8	152.4	92.1	21	40

الجدول 1- 1 بعض أنواع وعناصر سكك التوجيه وسماحات المقاس

فحص وصيانة سكة التوجيه.

لثبات وقوة سكة التوجيه أهمية كبيرة في آستقرار المصعد أثناء الحركة، وسلامة شاغليه، لذا تجرى الصيانة الدورية المنتظمة لها ولملحقاتها، وتشمل؛ تنظيف وفحص أوجه السكة كاملةً مع الجزء الأعلى والأسفل لها الذى لاتصل اليه العربة عند صعودها ونزولها، وطلائه بمادة مانعة للصدأ، فحص المثبتات وراسطات التوصيل واللوالب، فحص قياس المسافة بين السكتين وآستقامتهما، كما مبين في الشكل (1-36)، فحص المزيتات ووعاء آحتواء الزيت التالف المثبت أسفل السكة.



شكل 1- 36 ضبط المسافة بين جهتي السكة

فحص آنحراف السكة.

تفحص المسافة بين جهتي السكة في ثلاث مناطق متباعدة على الأقل ، فإن لم تكن ضمن المواصفات المطلوبة، فيجب القيام بما يأتي:

أ. إضافة حشوات حديدية بين السكة وراسطات تثبيت السكة إذا كانت المسافة أكثر من المقرر.

ب. تقليل عدد الحشوات بين السكة وراسطات التثبيت إذا كانت المسافة أقل من الحد المقرر.



كيفية قياس انحراف السكة.

لقياس آنحراف سكة التوجيه نتبع الخطوات الآتية:

أ ـ تثبيت بكرة في القسم العلوي لسكة التوجيه ويدلّى خيطها ليصل الى قعر البئر.

ب ـ يربط ثقل في أسفل الخيط فيشده بقوة ليكون في وضع شاقولي ثم تثبت نهايته المتدلية أو يوضع الثقل في وعاء مملوء بالزيت لتقليل تذبذبه.

جـ ـ بعد تثبيت الخيط تأخذ القياسات ما بين السكة والخيط في عدة نقاط، ولمسافات على طول السكة، وطول المسافة بين نقطة فحص وأخرى تليها (2.5m).

د ـ يجب أن تكون المسافات متساوية ما بين السكة والخيط، وفي حالة وجود إنحراف في السكة عن الخيط، يقوم الشخص الفني المختص بفك لوالب تثبيت السكة ورفع أو إدخال حشوات خلف السكة في نقاط تثبيتها لتعديل الآنحراف، ثم يعاد تثبيتها.

1- 4 كاتم الصدمات (Buffer)

يعد كاتم الصدمات من أجهزة السلامة الميكانيكية، إذ إن وجودها ضرورياً في المصاعد الكهربائية، ويتم نصب كاتم صدمات أسفل كل من العربة والثقل المعادل في أرضية حفرة المصعد، وذلك لآمتصاص الصدمة التي قد تحدث في المصعد في الحالات الطارئة، فتنزل العربة أو الثقل المعادل على الكاتم بسرعة كبيرة، فيعمل الكاتم على تخفيف تصادمهما بأرضية البئر.

أنواع كاتم الصدمات.

يوجد نوعان رئيسان من كاتم الصدمات المستعملة في المصاعد الكهربائية، تختلف بآختلاف سرعة المصعد، هما:

1. كاتم الصدمات النابضي (Spring Buffer).

يستعمل في المصاعد ذات سرعة (60m/min) فما دون.

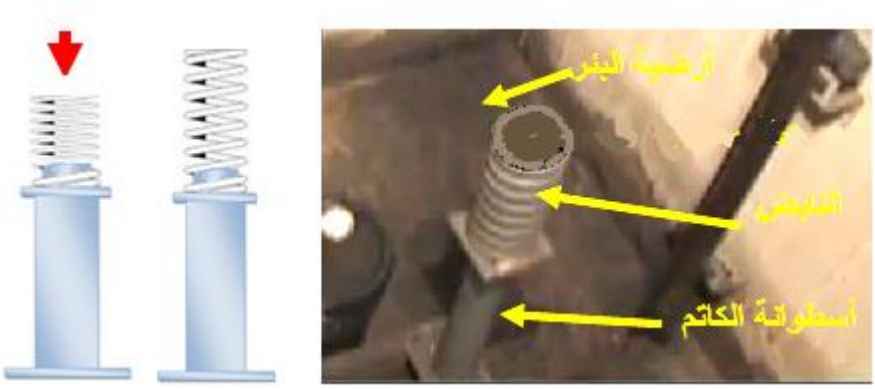
2. كاتم الصدمات الزيتي (oil buffer).

يستعمل في المصاعد التي تزيد سرعتها عن (60m).

ويوجد نوع آخر مطاطي، يستعمل لآمتصاص قوة الصدمات الصغيرة، ولايتحمل قوة الصدمات العالية، ويستهلك خلال فترة آستعمال قصيرة، إذ تظهر التشققات في الكتله المطاطية.

مكونات كاتم الصدمات النابضي وكيفية عملها.

يتكون الكاتم النابضي من قاعدة أسطوانية، تثبت في أرضية البئر بلوالب، يثبت فوقها نابض لتحمل قوق صدمة العربة أو الثقل المعادل، ويثبت في أعلى النابض كتلة مطاطية، كما مبين في الشكل (1- 37)، عند تعرض الكاتم لقوة الصدمة ينقبض طول النابض ليمتصها، وبعد زوال القوة يرجع إلى طوله الأول.



شكل 1- 37 كاتم الصدمات النابضي

فحص وصيانة كاتم الصدمات النابضي :

آ- الفحص :

عند فحص كاتم الصدمات النابضي يجب ملاحظة الآتي:

1- قوة شد براغي تثبيت الكاتم بأرضية البئر.

2- قوة تماسك خرسانة أرضية البئر.

3- خلو النابض من الكسر أو الآلتواء أوالصدأ.

4- تزحزح النابض عن مكانه.

ب - الصيانة:

عند صيانة كاتم الصدمات النابضي يجب القيام بما يأتي:

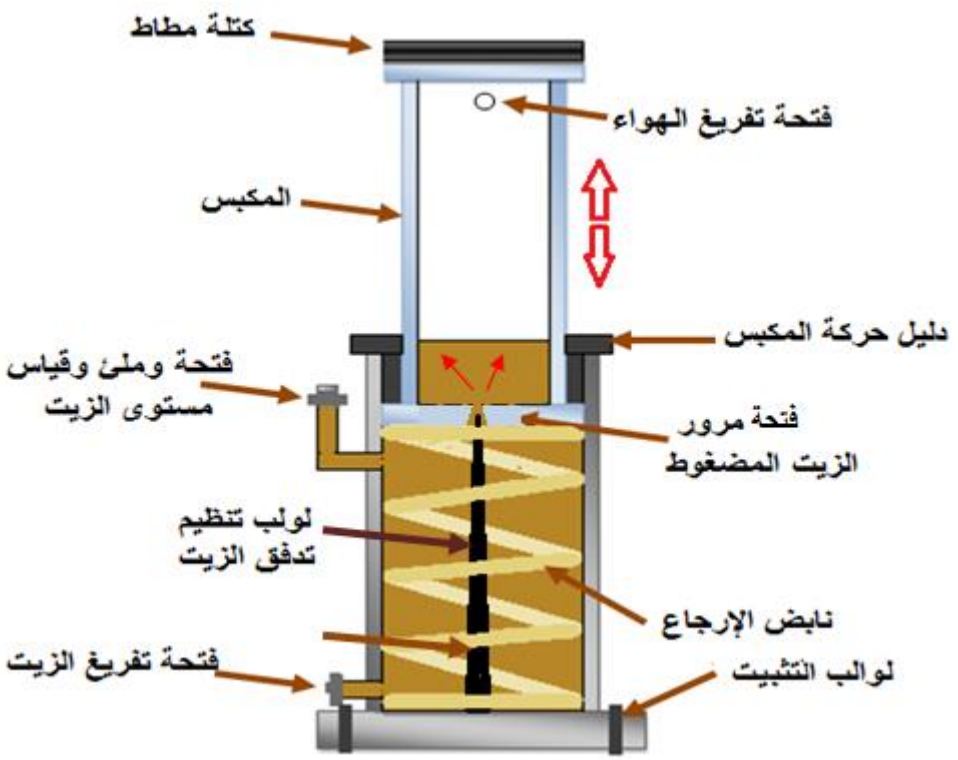
1- تبديل النابض في حالة كسره أو آلتوائه.

2- تنظيفه من الصدأ، ثم طلاؤه بمادة عازلة للصدأ.

3- إعادة تثبيته في مكانه عند تزحزحه، بعد تنظيف سطح قاعدته الحديدية.

مكونات كاتم الصدمات الزيتي وكيفية عملها:

يتكون كاتم الصدمات الزيتي من أسطوانة تحتوي على زيت ونابض، يتحرك داخلها مكبس مجوف، عند ضغط المكبس داخل الأسطوانة، ينضغط النابض وينفذ الزيت المضغوط، من الأسطوانة إلى داخل تجويف المكبس ببطء، من خلال ثقوب في الوجه الأسفل للمكبس، فيدفع الهواء أمامه فيخرج من فتحة خروج الهواء في أعلى المكبس، وعند زوال الضغط عن المكبس، يعمل النابض إلى إرجاع المكبس إلى وضعة الأول، تحتوي الأسطوانة على فتحة ملء وقياس مستوى الزيت، وفي أسفلها فتحة أخرى لتفريغ الزيت لآستبداله، وتثبت في أعلى المكبس قطعة من المطاط لتقليل الصوت، ويحتوي على لولب ذي نهاية مخروطية لتنظيم تدفق الزيت إلى تجويف المكبس كما مبين في الشكل (1- 43). إذ يكون مقدار تدفق الزيت كبيراً عند بداية التصادم، وعند آقتراب الثقب الى المخروط يتباطأ التدفق فتزداد المقاومة لوزن العربة المتحركة فتقل سرعتها حتى تتوقف عن الحركة، وكذلك الثقل المعادل.



شكل 1- 43 كاتم الصدمات الزيتي بنابض داخلي

في بعض تصميمات أنواع الكواتم يكون موقع النابض خارجياً يثبت حول المكبس، ويتحرك المكبس داخله عند ضغطه داخل الأسطوانة كما مبين في الشكل (1- 44).



شكل 1- 44 كاتم الصدمات الزيتي بنابض خارجي

أجزاء كاتم الصدمات الزيتي:

يتكون كاتم الصدمات الزيتي من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1- مكبس الكاتم:

يتكون مكبس الكاتم من أسطوانة حديدية مجوفة تحتوي على فتحة تهوية تساعد على معادلة الضغط الجوي مع الضغط داخل الكاتم، وتثبت فوقها كتلة من المطاط ترتكز عليها قاعدة العربة أو الثقل المعادل.

2- أسطوانة الكاتم:

تصنع من الحديد وتحوي على زيت الكاتم ويتصل في أعلى جانبها فتحة لملء وقياس الزيت وفي أسفل جانبها فتحة لتفريغ الزيت المستهلك.

3 - عمود التنظيم :

عبارة عن عمود حديدى نهايته العليا مسلوبة، ونهايته السفلى مثبتة في قاعدة أسطوانة المحكم، يعمل على تنظيم تدفق الزيت عبر فتحة خروج الزيت من الأسطوانة إلى ظهر المكبس، إذ تقل كمية الزيت المتدفقة من الأسطوانة كلما آزداد نزول المكبس إلى الأسفل، فتعمل على آنتظام آمتصاص الضربة بصورة تدريجية .

4 - نابض الإرجاع:

عبارة عن نابض حديدي يثبت أما في داخل أسطوانة الكاتم أو في داخل تجويف المكبس أو خارجه, الغرض منه هو لأرجاع المكبس إلى وضعه الأصلي قبل الضغط، بعد أنتهاء عملية الضغط على المكبس.

5 - دليل حركة المكبس:

عبارة عن جلبة نحاسية تحيط بواشر مطاطي، تعمل على توجيه مسار المكبس داخل الأسطوانة ، وتمنع تسرب الزيت إلى الخارج.

فحص وصيانة كاتم الصدمات الزيتي.

آ- الفحص:

عند فحص كاتم الصدمات النابضي يجب ملاحظة الآتي:

1- **مستوى الزيت. ، فإذا كان الزيت ناقصاً فيجب إضافة كمية من الزيت.**
2- **خلو الجزء الظاهر للمكبس من الصدأ.**
3- **قوة شد لوالب تثبيت الكاتم بأرضية البئر.**
4 - **وجود تسرب الزيت.**
5- **سرعة رجوع المكبس عند رفع الضغط عنه.**
6 - **متانة الخرسانة في أرضية البئر.**

ب - الصيانة.

1- **إحكام ربط الكاتم الزيتي بأرضية البئر.**
2- **إزالة الصدأ عن المكبس.**
3- **معالجة تسرب الزيت بتغيير الحشوات المطاطية (مانع تسرب الزيت).**
4- **تعوض كمية الزيت المتسربة.**
5- **حساب زمن رجوع المكبس بعد رفع الضغط عنه يجب أن لا تتعدّى (90) ثانية.**

الفحص السنوي لكاتم الصدمات الزيتي.

للتأكد من صلاحية عمل كاتم الصدمات الزيتي للعربة أو الثقل المعادل ، يجب إجراء الفحص السنوي الآتي:

يثبت عمود من الخشب يتراوح طوله بين (1.5m -2m) بين كل من كاتم الصدمات والعربة، خلال فحص كل واحد منهما، تنزّل العربة إلى الأسفل، إلى أن يكتمل شوط مكبس الكاتم، بعد ذلك نرفع العربة إلى الأعلى، ونُزيل عمود الخشب، ونحسب وقت رجوع المكبس إلى وضعه الطبيعي ويجب ألاّ يزيد عن (90) ثانية، إن سبب وضع عمود من الخشب بين كاتم الصدمات والعربة أو الثقل المعادل هو؛ لمنع نزول الثقل المعادل أكثر من الحد المقرر الذي يؤدي الى آرتفاع العربة المثبتة في الطرف الآخر من الحبل إلى الأعلى فتكون قريبة من سقف الطابق الأخير متجاوزةً بذلك الآرتفاع المسموح وصول العربة اليه ، فتمس المفتاح المحدد لآرتفاعها (limit switch).

وعند خروج حبال ماكنة السحب عن أخاديد البكرة، نرفع العربة لجعل السطح العلوي لها مع مستوى الطابق الأخير حتى يسهل الصعود عليها، وذلك يتحدد بوضع قطعة خشب ذات سمك كبير نسبياً فوق كاتم الصدمات ليجلس عليها الثقل المعادل.

من الملاحظ في فحص كاتم الصدمات الزيتي نزول المكبس إلى حد معين ويقف،عند إنزال الثقل عليه، أما كاتم الصدمات اللولبي فيكون آنضغاط النابض أكثر من المقرر بسبب آستهلاكه بعد آستعماله فترة طويلة.

1 - 4 أسئلة الفصل

س1- ماهي المواصفات التي يجب أن تتوافر في عربة المصعد لكي تكون صالحة للآستعمال؟

س2- ماهي الوسائل التي يجب أن تتوافر في عربة المصعد لكي يكون آستعمالها مريحاً؟

س3- أذكر أجزاء عربة المصعد وملحقاتها.

س4- أوصف مكونات عربة المصعد.

س5- ماهي فوائد رباط الهيكل؟

س6- عدد مكونات غرفة العربة.

س7- عدد أنواع أبواب المصعد بحسب آتجاه الفتح.

س8- ما الأجزاء الرئيسة لباب العربة وباب المصعد وآشرح واحدة منها بالتفصيل؟

س9- كيف تتم عملية فتح باب العربة وباب المصعد؟

س10- ما دور الكامة الآنضغاطية لباب العربة في فتح باب الصعد؟

س11- عدد مكونات باب المصعد الخارجي وآشرح واحدة منها بالتفصيل.

س12- عدد أجزاء القفل الميكانيكي وآشرح عمله بالتفصيل.

س13- كيف تتحرك راسطة تعليق الباب وما دورها؟

س14- كيف تضبط المسافة بين بكرات التوجيه لراسطة التعليق مع سكة التوجيه، مبينا بالشرح أجزاء بكرة التنظيم؟

س15- إشرح دور حذاء التوجيه في حركة الباب.

س16 - مافائدة نابض الشد في بكرات التوجيه؟

س17 - لما تفحص بكرات التوجيه على فترات بشكل مستمر؟

س18 - كيف يتم وصول الزيت من وعاء الزيت الى سكة التوجيه لتزييتها؟

س19 - بأي وسيلة يتم تنظيم كمية الزيت المتسربة الى سكة التوجيه، وما الضرر الذي تسببه زيادة أو نقصان كمية الزيت المتسربة الى السكة؟

س20 - ما فائدة الثقل المعادل في المصعد الكهربائي؟

س21 - ماهي مكونات الثقل المعادل وكيف يتم تركيبها؟

س22 - كيف يتم حساب وزن الثقل المعادل في المصعد الكهربائي؟

س23 - ما فائدة سكة التوجيه في المصعد الكهربائي؟

س24 - ما هي خطوات فحص وتعديل آنحراف سكة التوجيه؟

س25 - مافائدة كاتم الصدمات في المصعد الكهربائي؟

س26 - ماهي أنواع كاتم الصدمات المستعملة في المصاعد الكهربائية؟

س27 - ماهي مكونات كاتم الصدمات النابظي المستعملة في المصاعد الكهربائية؟

س28 - ماهي النقاط الواجب فحصها في كاتم الصدمات المستعملة في المصاعد الكهربائية؟

س29 - كيف تتم صيانة كاتم الصدمات المستعملة في المصاعد الكهربائية؟

س30 - إشرح كيفية عمل كاتم الصدمات الزيتي.

س31 - إشرح عمل جهاز الأمان الميكانيكي.

س32 - بين كيفية إجراء فحص الإضاءة داخل العربة.

س33 - عدد وآشرح مكونات سقف العربة.

س34 - عدد مكونات مجموعة بكرات التوجيه مع الشرح.

س35 - ماهي مكونات كاتم الصدمات الزيتي عددها وآشرح آلية عمله مع الرسم؟

الفصل الثاني

محركات التيار المتناوب

أهداف الفصل:

يكون الطالب بعد دراسة الفصل قادراً على أن:

1- يتعرف على أجزاء و نظرية عمل محركات التيار المتناوب.

2- يتعرف على طرق السيطرة على سرعة المحركات وتقليل تيار البدء فيها.



مفردات الفصل:

2-1 محركات التيار المتناوب الطور الواحد (Single Phase AC Motor).

2-2 محركات التيار المتناوب الثلاثة أطوار (Three Phase AC Motor).

2-3 طرق السيطرة على سرعة المحركات وتقليل تيار البدء فيها.

2-4 أسئلة الفصل الثاني.



المقدمة : Introduction

المحركات الكهربائية هي أجهزة تستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية لإنجاز عمل لتشغيل عدة ألآت ومعدات ميكانيكية. والمحركات الأكثر شيوعا واستخداما هي محركات التيار المتناوب وخاصة في التطبيقات المنزلية مثل الثلاجات والغسالات وتستخدم في المصاعد الكهربائية مثل ساحبة الهواء لعربة المصعد من أجل التهوية وساحبة الهواء للمحرك الرئيس لغرض التبريد.

ويمكن تصنيف المحركات الكهربائية حسب حجمها وقدرتها من الصغيرة مثل المستخدمة في الساعات, إلى الكبيرة التي تستخدم في الرافعات وتطبيقات صناعية أخرى.

إن محركات التيار المتناوب تمتاز ببساطة تركيبها وبالتالي سهولة صيانتها وإمكانية السيطرة على سرعتها واتجاه دورانها وانخفاض الصوت الناتج من تركيباتها المتحركة وتحملها للظروف البيئية ومتانتها وحفاظها على البيئة من ناحية التلوث البيئي لعدم احتوائها على احتراق داخلي. وتستخدم محركات التيار المتناوب في كثير من التطبيقات المنزلية والصناعية مثل الثلاجات والغسالات والمكانس الكهربائية والمكيفات والمراوح والمصاعد الكهربائية والمثاقب اليدوية الكهربائية والمناشير ومجففات الشعر.

وتعمل المحركات الكهربائية بجميع أنواعها على مبدأ إنشاء مجالات كهرومغناطيسية تتولد من جرّاء مرور تيار كهربائي في الأسلاك، وتصنف محركات التيار المتناوب حسب عدد الأطوار إلى نوعين:

1. محركات تيار متناوب ذو الطور الواحد.
2. محركات تيار متناوب الثلاثية الأطوار.

وسنتناول في هذا الفصل النوعين لأهميتهما في التطبيقات المنزلية والصناعية وخاصة نوع المحركات الحثية.

1-2 محركات التيار المتناوب ذو الطور الواحد (Single Phase AC Motors)

كما أسلفنا سابقا بأن المحركات الأحادية الطور هي الأكثر شيوعا في الاستخدامات المنزلية والصناعية، تتنوع محركات الطور الواحد للتيار المتناوب حسب طبيعة عملها وتصنيعها وأهم هذه الأنواع:

1. المحركات التزامنية (التوافقية) (Synchronous Motors).
2. المحركات العامة (التوالي) (Universal Motors).
3. المحركات الحثية (Induction Motors).

وسنتناول في هذا الفصل أنواع المحركات بشكل مبسط مع التركيز على المحركات الحثية (Induction Motors) لسعة استخدامها وخاصة في المصاعد الكهربائية.

المحركات التزامنية (التوافقية) (Synchronous Motors):

تعمل هذه المحركات على تغذية العضو الثابت من مصدر تيار متناوب لتوليد مجالات مغناطيسية دوّارة والعضو الدوّار من مصدر تغذية (مغناطيسي دائم أو تغذية بالتيار المستمر), ويتحرك الجزء الدوّار بسرعة ثابتة متزامنة مع المجال الدوّار للجزء الثابت.

تتميز هذه المحركات بسرعتها الثابتة في جميع الأحمال واستهلاكها القليل للطاقة آي ذات كفاءة عالية ومعامل قدرة عالٍ وأهم تطبيقاتها هي استخدامها بالحالات التي تحتاج إلى سرعة ثابتة مثل الساعات والتلسكوب وأجهزة القياس.

المحركات العامة (Universal Motors):

تصنع هذه المحركات بحيث يمكن استخدامها إما على التيار المستمر أو التيار المتناوب مع ضمان نفس السرعة تقريبا، و بذلك يحتاج إلى نوعين من الملفات, ملف مجال و ملف حركة. عمل المحرك العام يشبه كثيرا عمل محرك التوالي المستمر, ملف المجال والجزء الدوار تربط على التوالي و يعملن عند تجهيز الفولتيه للملفين, وكلاهما ينتج مجالات مغناطيسية تتفاعل فيما بينها وينشا عزم دوران يسبب دوران الجزء الدوار, التفاعل بين المجالات المغناطيسية يتسبب إما بتغذية تيار متناوب أو مستمر. ويستخدم فيه المبدل (الموحد) ويشبه في تكوينه تصميم المحرك ذي التيار المستمر التوالي. وعند استعمال التيار المتناوب تنعكس الأقطاب المغناطيسية للجزء الثابت ولملفات المجال مع انعكاس موجة التيار.

وهذه المحركات شائعة الاستخدام في الأجهزة المنزلية لمرونتها مثل الخلاطات ومكائن الخياطة ويمتاز هذا النوع من المحركات بأن له عزم دوران ابتدائي عالي وتتناقص سرعته مع زيادة الحمل، وتكون سرعته عالية جداً في حالة عدم الحمل قد تصل إلى (20000) دورة في الدقيقة.

المحركات الحثية (Induction Motors):

في المحركات الحثية يحدث التحول في الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية في الجزء الدوّار, ولا يغذى الجزء الدوّار فيه بالقدرة الكهربائية كما في محركات التيار المستمر, اذ عند مرور التيار المتردد في ملفات الجزء الثابت المربوط بمصدر جهد متردد ينشا فيض مغناطيسي, يقطع هذا الفيض ملفات الجزء الدوار, و ينشأ تيار كهربائي محتث طبقا لقانون فراداي, كما هو الحال في الملف الثانوي للمحول

الكهربائي, ولهذا السبب سميت بالمحركات الحثية، المحركات الحثية تستخدم على نطاق واسع في أنواع مختلفة من المجالات الصناعية في (المصانع و الآلات).

وتتميز هذه المحركات بالفوائد الآتية:

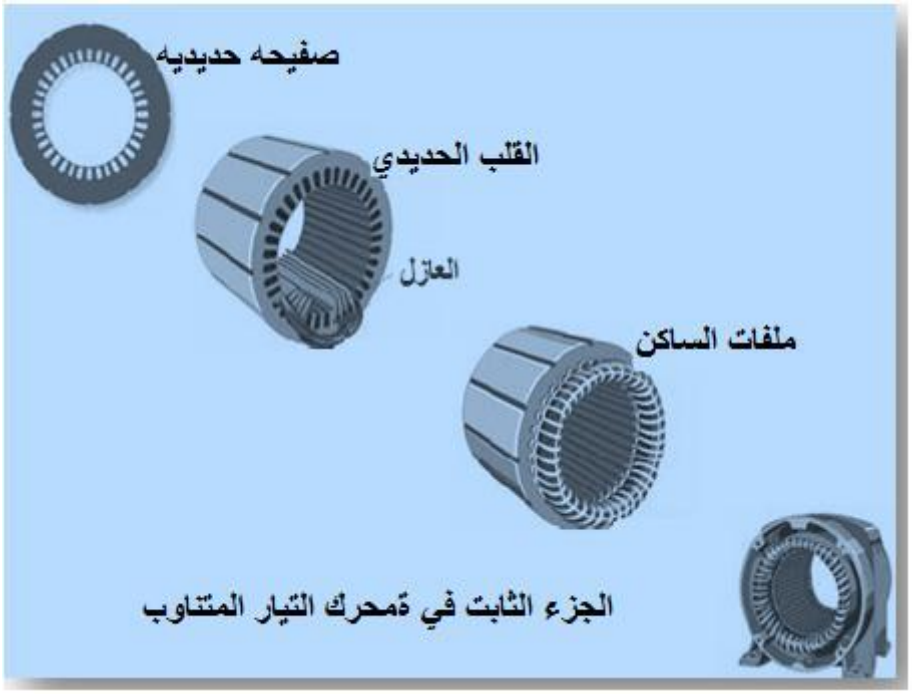
1. سهلة التركيب وعالية المتانة وخاصة من نوع القفص السنجابي.
2. كلفة أقل و موثوقية عالية.
3. كفاءة عالية في حالة الدوران ولا تحتاج إلى مبدّلات ولا فرش وبهذا تقل المفاقيد المتسببة من الاحتكاك وذات معامل قدرة جيدة.
4. تحتاج إلى إدامة وصيانة قليلة

ومن عيوبها أنها لا يمكن تغيير سرعتها إلّا على حساب الكفاءة وتقل سرعتها عند زيادة الحمل.

تركيبها:

يتكون المحرك ألحثي من جزأين رئيسين هما:

1. الجزء الثابت (Stator): يتألف من الأجزاء الآتية كما مبين في الشكل (2-1).



شكل 2-1 الأجزاء الرئيسة للجزء الثابت

أ. القلب الحديدي (Iron core):

يصنع من عدد من صفائح الحديد السليكوني المعزولة بمادة الورنيش مضغوطة لتشكل أسطوانة مجوفة تحتوي على مجارٍ عند سطحها الداخلي لاستقبال الملفات.

ب. ملفات الساكن (Stator Windings):

مصنوعة من أسلاك نحاسية معزولة بمادة الورنيش ويعتمد عددها وسمكها على قدرة المحرك, وهي على نوعين:

1. ملفات الحركة (Running Coil):

وتكون ذات سمك كبير (ويعتمد سمكها على قدرة المحرك) وعدد لفات قليلة وتوصل مباشرة إلى المصدر. داخلياً تربط بطريقة بحيث عند تسليط مصدر تغذية متناوب (AC), ينشأ المجال المغناطيسي الدوار.

2. ملفات البدء (Starting Coil):

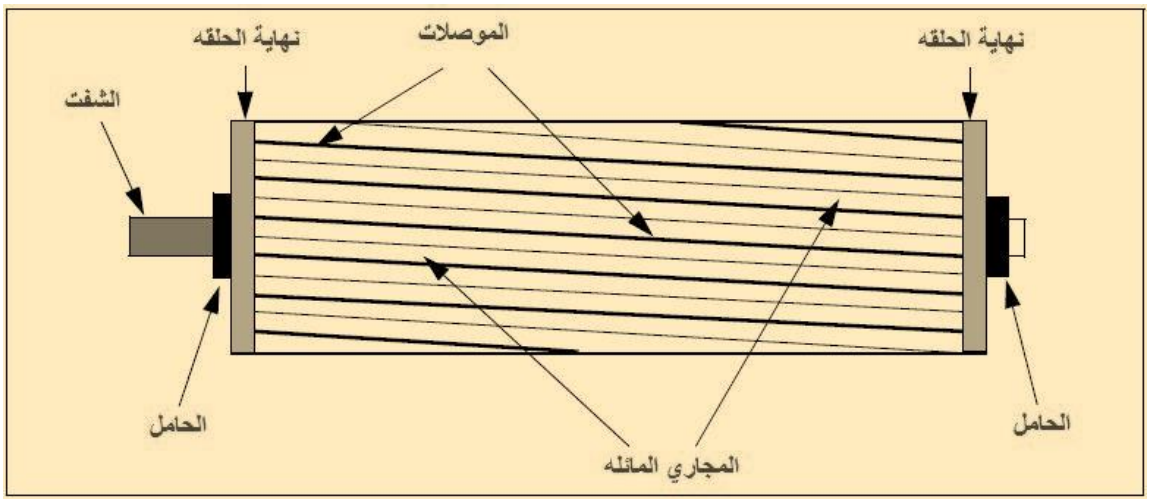
وتكون ذات مقطع سلك صغير وعدد لفات كثيرة، توصل بالتوازي مع ملفات الحركة عن طريق مكثف أو مفتاح (مفتاح الطرد المركزي) أو الاثنين معاً، وتخرج هذه الملفات من الدائرة الكهربائية عندما يصل المحرك إلى (75%) من سرعته الفعلية عن طريق المفتاح، وقد سميت بهذا الاسم لأنّ وظيفتها الأساسية هو إعطاء عزم دوران ابتدائي للمحرك.

2. الجزء الدوّار (Rotor):

يصنع من صفائح رقيقة من الحديد السليكوني ذات خواص كهربائية عالية الجودة أو الألمنيوم, تجمع وتضغط هذه الرقائق على محور الدوران (الشفت) ويكون على سطحها الخارجي مجارٍ طولية مستقيمة أو مائلة لوضع ملفات أو قضبان الجزء الدوّار المصنعة من النحاس أو الألمنيوم ويوجد نوعان من الجزء الدوّار:

أ. الجزء الدوّار ذو القفص السنجابي:

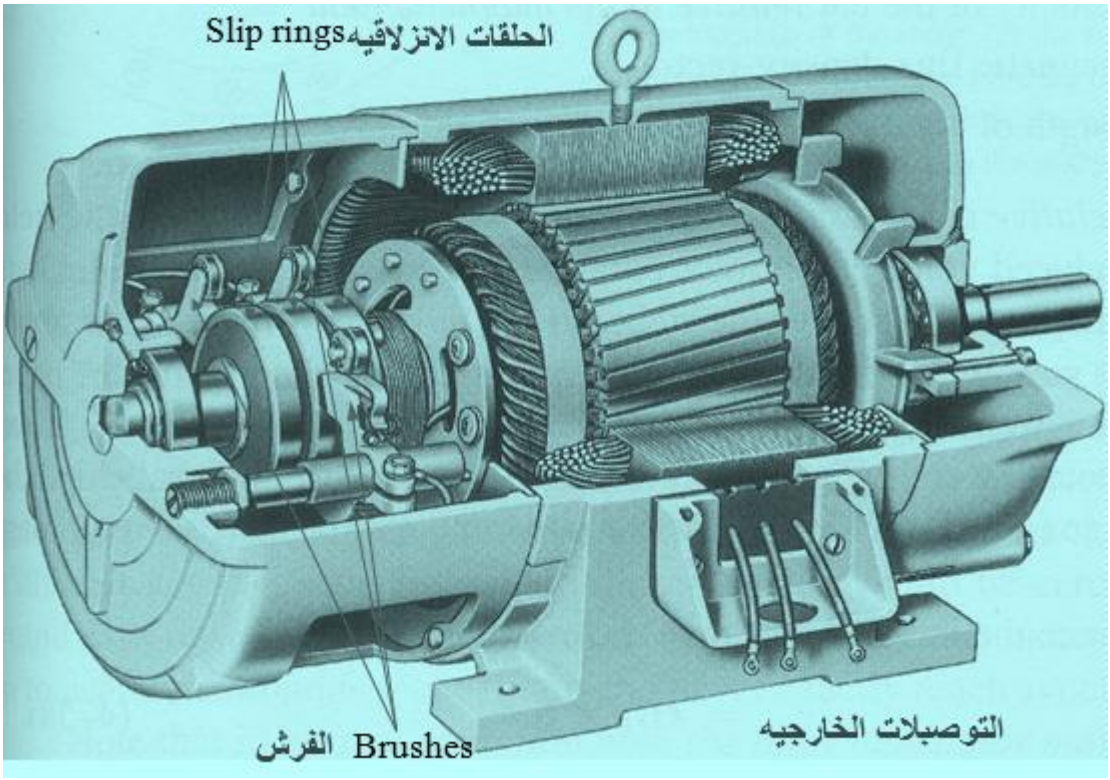
وهو الأكثر شيوعا حيث يشكل نسبة (90%) من المحركات الحثية لأنه بسيط التركيب ومتين. تتكون ملفات القفص السنجابي من قضبان من الحديد أو الألمنيوم تقصر إطرافها من كلا الطرفين بوساطة حلقات من نفس المعدن, مجاري الجزء الدوار تكون مائلة لسببين أولا لجعل المحرك يدور بأقل ضوضاء (بهدوء) بوساطة تقليل الضوضاء المغناطيسية (magnetic hum and slot harmonics) وثانيا لزيادة عزم الدوران وهذه الحلقات تشكل مجموعة تشبه القفص السنجابي وكما مبين في الشكل (2-2).



شكل 2-2 الجزء الدوّار ذو القفص السنجابي

ب - الجزء الدوّار ذو الحلقات الآنزلاقية:

الجزء الدوار ذو الحلقات الآنزلاقية يشبه الجزء الدوار ذا القفص السنجابي من حيث النوع ونظرية الاشتغال, إلّا أنه يتميز بكونه يحتوي على ملفات معزولة من النحاس بدلاً من القضبان الحديدية, وغالباً ما يستخدم هذا النوع من الجزء الدوّار في المحركات الثلاثية الأطوار وذلك للحصول على عزم دوران ابتدائي عالٍ. و تقسم ملفات الجزء الدوار إلى عدد من الأقطاب مساوٍ لأقطاب الجزء الثابت, وتقسم المجاري إلى ثلاثة أقسام كل قسم يركب فيه ملفات أحد الأطوار الثلاثة إذ تكون الزاوية بين كل طور مقدارها (120°) درجه كهربائية وتوصل على شكل نجمة (star), تقصر ثلاثة أطراف مع بعضها البعض داخل الجزء الدوار, والثلاثة الأخرى توصل بالحلقات الآنزلاقية (slip rings) المثبتة على محور الدوران ومعزولة عنه, ويتم توصيل الملفات أثناء الدوران إلى خارج المحرك عن طريق ثلاث فرش كربونية (brushes), وذلك لغرض التحكم في بدء دوران المحرك و كذلك السرعة. كما مبين في الشكل (2-3) .

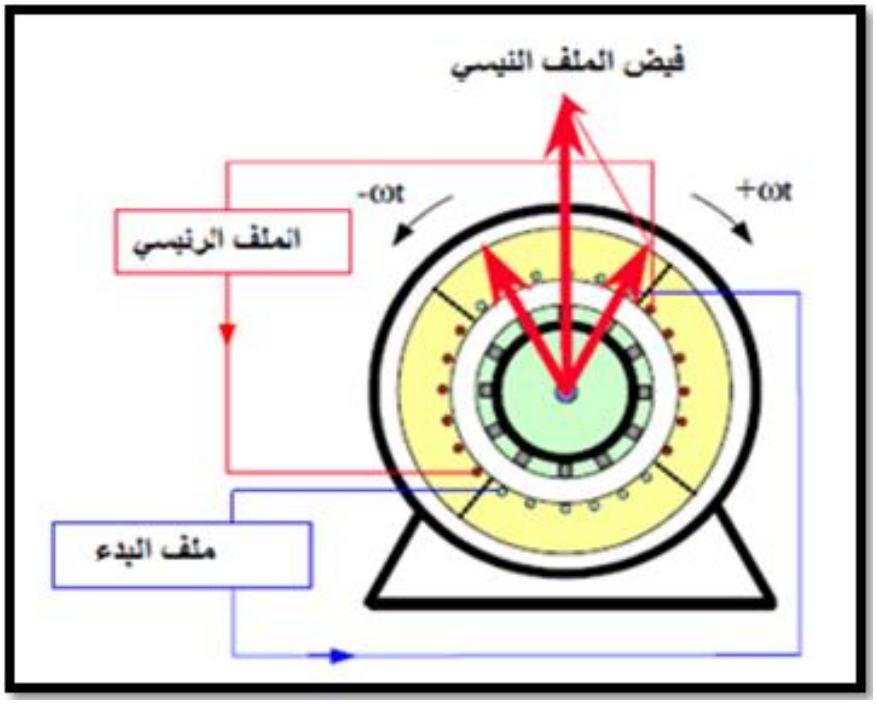


شكل 2-3 الجزء الدوّار ذو الحلقات الآنزلاقيه

تشغيل المحرك ألحثي ذي الطور الواحد:

تتكون المحركات بشكل عام وكما أسلفنا سابقاً من جزأين رئيسين هما الجزء الثابت يدور بداخله الجزء الدوّار وتوجد فجوة هوائية بينهما، وعمل المحركات بشكل عام يعتمد على خلق مجال مغناطيسي دوّار في الجزء الثابت ومن شروط خلق هذا المجال يجب أن يخلق في الجزء الثابت مجالين أو أكثر، وللحصول على هذه المجالات يجب أن توضع في الجزء الثابت أكثر من دائرة كهربائية للحصول على هذه المجالات، لذلك نلاحظ أنه في محركات الطور الواحد توجد دائرتان كهربائيتان هما دائرة ملفات البدء والحركة وفي المحركات الثلاثية الأطوار توجد ثلاث دوائر كهربائية للحصول على ثلاثة مجالات مغناطيسية ومنها يمكن الحصول على المجال الدوّار.

ولتشغيل المحرك ألحثي ذي الطور الواحد يسلط جهد متناوب أحادي الطور على ملفات الجزء الثابت، ومن ملفاته يخلق المجال المغناطيسي، ينتقل هذا المجال إلى العضو الدوّار من خلال الفجوة الهوائية ويقطع ملفاته لتكوّن قوة دافعة كهربائية تؤدي إلى مرور تيار كهربائي مكوّنا مجالا مغناطيسيا آخر معاكساً للمجال المتولد من الجزء الثابت كما مبين في الشكل (2-4) ومن تفاعل المجالين تتولد قوة أو عزم نتيجة لذلك يدور المحرك.



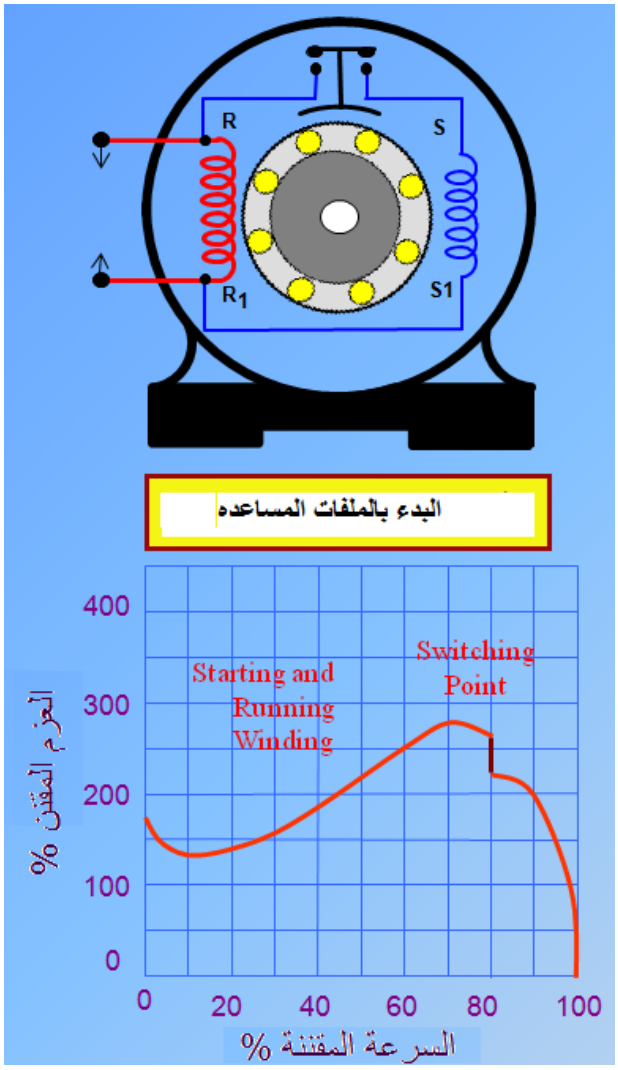
شكل 2-4 المجالات المغناطيسية المتولدة

طرق بدء الحركة في المحركات الحثية:

1. طريقة الملفات المساعدة (Auxiliary Winding):

تصنع الملفات المساعدة من أسلاك نحاسية رفيعة, تضاف إلى الملفات الرئيسة والشكل (2-5) يبين موضع الملفات وتكون موضوعة على زاوية (90) درجه كهربائية من ملفات الحركة, كما يبين منحنى الخواص للعزم - السرعة.

عند تسليط الفولتية أو الجهد تتكون قوى دافعة مغناطيسية للملفين بينهما زاوية لتوليد عزم لغرض بدء حركة المحرك تلقائيا, وبعد دوران المحرك بسرعة تزامنية تصل إلى (75%) من سرعته التزامنية ينفصل الملف المساعد بوساطة مفتاح طرد مركزي, ويكون عزم الدوران والكفاءة ومعامل القدرة للمحرك في هذه الطريقة واطئاً.

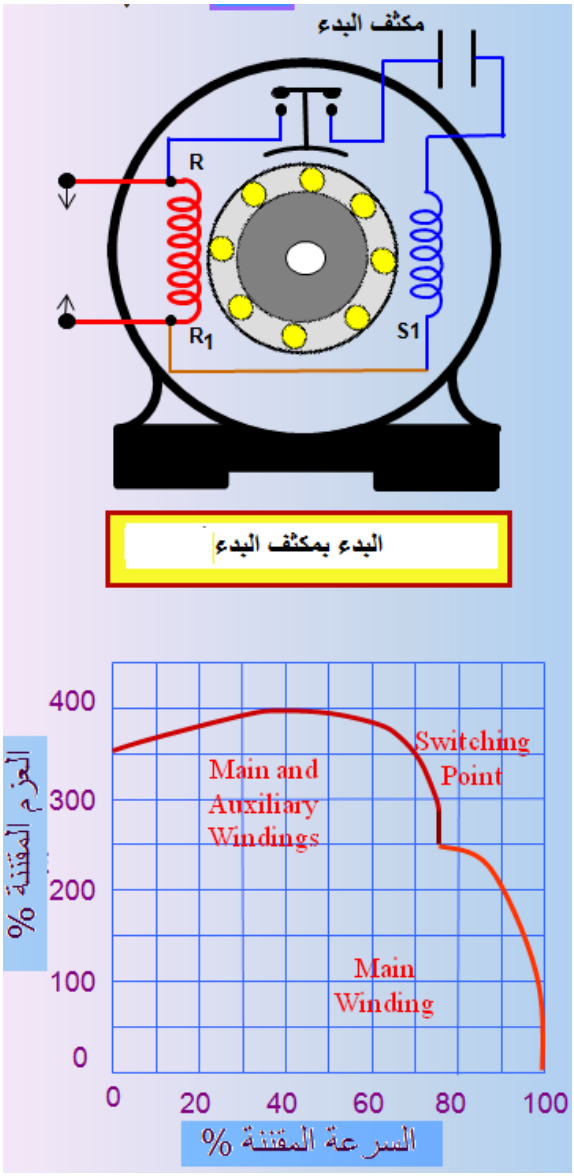


شكل 2-5 محرك حثي ذي ملفات مساعدة ومفتاح طرد مركزي

2. طريقة مكثف البدء (Starting Capacitor):

لغرض زيادة كفاءة وعزم دوران المحرك وخاصة للمحركات العالية القدرة نسبيا. يربط المكثف على التوالي مع الملف المساعد خلال مفتاح الطرد المركزي, وتوصل هذه المجموعة على التوازي مع ملفات التشغيل الرئيسة, فعند مرور التيار في ملفات التشغيل وملفات البدء يعمل المكثف على تقديم التيار المار في الملفات المساعدة عن التيار المار في الملفات الرئيسة بزاوية معينة, نتيجة لذلك ينشأ عزم دوران ابتدائي عالٍ يصل إلى (250-350)% من عزم الحمل الكامل في المحركات العالية ألقدره المستخدمة في المصاعد الكهربائية والضاغطات والمثاقب, ويصل العزم الابتدائي إلى أقل من (175%) من عزم الحمل الكامل, عند استخدامها في المراوح والضخات الصغيرة والمنفاخ, تعتمد قيمة المكثف على قدرة المحرك, وعند وصول السرعة إلى

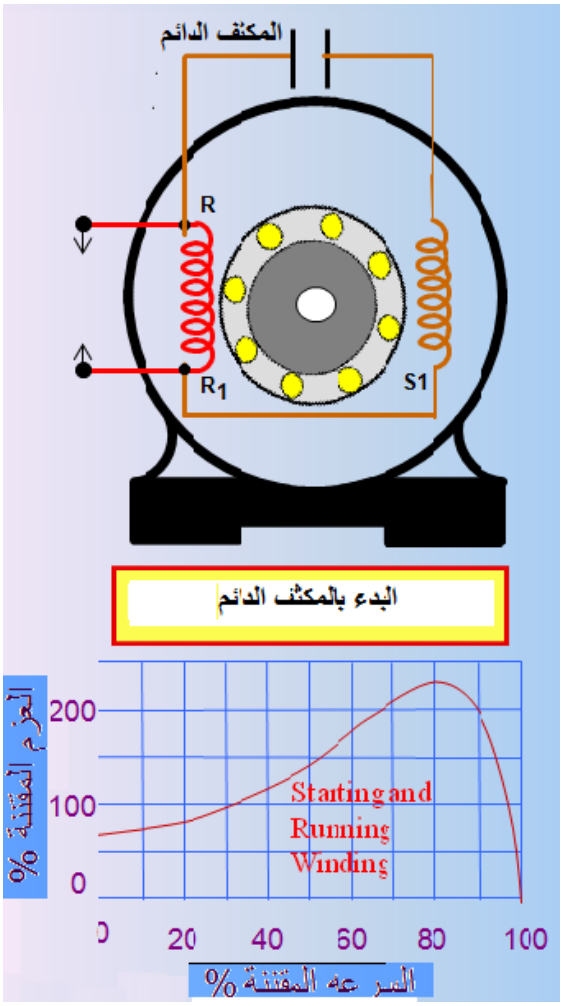
(75%) من السرعة الأصلية للمحرك تنفصل المجموعة عن المحرك, والشكل (2-6) يبين كيفية ربط مكثف البدء في الدائرة مع منحنى الخواص للعزم - السرعة.



شكل 2-6 محرك حثي ذي مكثف بدء

3. طريقة المكثف الدائم (مكثف التشغيل): (Running Capacitor)

في هذه الطريقة، الملف المساعد والمكثف لا ينفصلان عن المحرك وبهمل مفتاح الطرد المركزي, يربط مكثف دائم بالتوالي مع ملف البدء, ويسمى هذا المكثف الذي يبقى في الدائرة بمكثف الحركة أو التشغيل، والشكل (2-7) يبين طريقة ربط مكثف الحركة في الدائرة مع منحنى الخواص للعزم - السرعة.



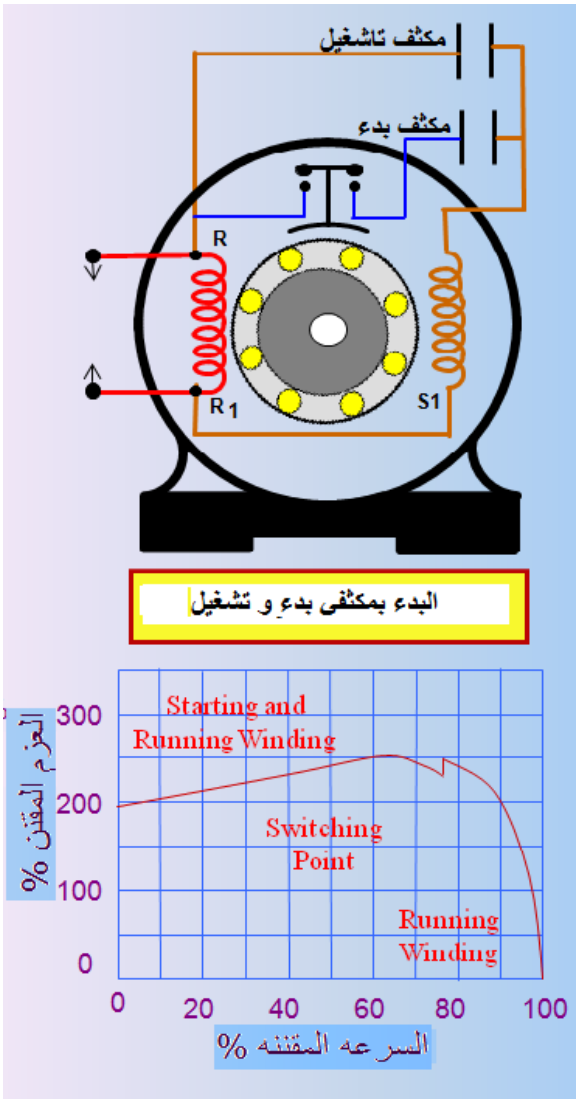
شكل 2-7 محرك حثي ذي مكثف حركة

في هذه الطريقة تكون قيمة عزم البدء قليلة تتراوح من (30%) إلى (150%) من العزم المقنن، وقيمة تيار البدء قليلة وغالباً ما تكون أقل من (200%) من معدل التيار. من فوائد هذه الطريقة أن المحرك يمكن تصميمه بسهولة لاستخدامه في السيطرة على السرعة. ويمكن أيضا تصميمه بكفاءة مثالية ومعامل قدرة عالية عند الحمل المقنن، تعد هذه الطريقة هي الأفضل لمحركات الطور الواحد بصورة رئيسة حيث أنه لايحتاج إلى مفتاح طرد مركزي، محرك المكثف الدائم واسع الاستخدام في مختلف التطبيقات اعتمادا على التصميم، منها المراوح والمنفاخ وأبواب الكراجات والمداخل، الذي يتطلب عزم بدء قليل .

4. طريقة مكثف البدء ومكثف التشغيل (Running & Starting Capacitor):

هذا المحرك له مكثف بدء على التوالي مع الملف المساعد يشبه مكثف البدء في المحرك العالي العزم ويربط معه مفتاح الطرد المركزي، أما مكثف التشغيل فيربط على التوالي مع الملف المساعد وعلى التوازي مع مكثف البدء ومفتاح الطرد المركزي والشكل (2-8) يبين طريقة ربط المكثفات في

المحرك مع منحنى الخواص للعزم - السرعة، ويمتاز هذا المحرك بعزم دوران ابتدائي عالٍ وكفاءة عالية، يستخدم هذا المحرك لمكائن الخشب وضاغطات الهواء و مضخات ضغط الماء العالية وجميع الأعمال التي تحتاج إلى عزم دوران ابتدائي عالٍ.



شكل 2-8 محرك حثي ذو مكثف بدء وتشغيل

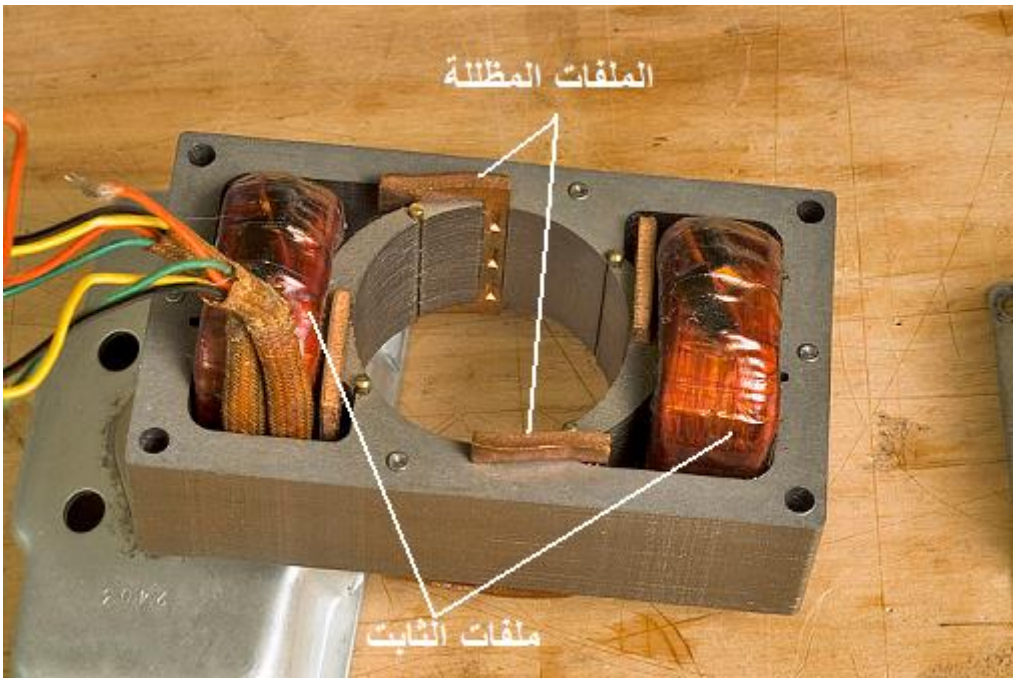
ملاحظة:

غالباً ما تكون قيمة مكثف البدء عشرة أضعاف مكثف الحركة علماً أن قيمة مكثف الحركة لاتتجاوز (40) مايكروفاراد أما مكثف البدء فلا تقل قيمته عن (50) مايكروفاراد.

5. المحرك ألحثي ذو القطب المظلل:

محركات القطب المظلل يتركب من جزء ثابت من صفائح رقيقة من الحديد لتكون بعد تجميعها مع بعضها أقطاباً بارزة توضع حولها الملفات الرئيسة الملفوفة على الأقطاب ويوجد في كل قطب مجرى

من أحد الجانبين يحتوي على لفة واحدة مقصورة من النحاس السميك يسمى القطب المظلل الموضح بالشكل (2-9) ويكون هذا القطب بديلاً عن الملفات المساعدة لإنشاء مجال مغناطيسي دوّار.



شكل 2-9 محرك ذو القطب المظلل

وعند مرور التيار في ملفات الأقطاب الرئيسة يتولد في القطب المظلل تيار محتث خلال فترة البدء يتكون نتيجة ذلك مجال مغناطيسي في الأقطاب المظللة يختلف عن المجال المغناطيسي المتولدة في الأقطاب الرئيسة وبهذا ينتج مجال مغناطيسي دوّار لإعطاء عزم دوران ابتدائي وعند وصول المحرك إلى سرعته الأصلية يهمل تأثير الملفات المظللة. والعضو الدوار في هذا النوع من المحركات هو نفسه من نوع القفص السنجابي.

العيوب:

من عيوب هذا المحرك أن له عزماً ابتدائيا قليلاً بنسبة (من 25% إلى 75%) من العزم المقنن، وبصورة عامة فأن كفاءة هذا النوع من المحركات قليلة ومقدارها أقل من 20%، ويستخدم غالبا لمحركات القدرة القليلة, في المراوح ذات السرعة المختلفة أو المتعددة. إلّا أنه يمتاز على أن معامل قدرته واطئ و ذي كلفة واطئة وبساطة في التصميم ومستوى الضوضاء فيه واطئ جداً بسبب عدم وجود المجاري فيه.

السرعة في المحركات الحثية:

المجال المغناطيسي المتولد في العضو الثابت يدور بسرعة تزامنية (N_s)

$$N_s = \frac{120 f_1}{2P}$$

علماً أن

N_s = السرعة التزامنية للمجال المغناطيسي للعضو الثابت (rpm)

f = تردد التيار مقاس (Hz)

$2p$ = عدد الأقطاب في العضو الثابت

المجال المغناطيسي يتولد بسبب الفولتية المحتثة, متناوب في طبيعته.

الانزلاق:

الانزلاق هو الفرق المئوي بين السرعة الفعلية للجزء الدوار والسرعة التزامنية, و يرتبط بالسرعة التوافقية (التزامنية), عندما يدور المحرك بنفس سرعة المجال المغناطيسي (RPM) سوف لن تكون هنالك حركة نسبية بين العضو الدوّار والمجال لذلك لايوجد أي قطع لخطوط المجال ولا يتولد تيار محتث في العضو الدوّار، ولكن غالباً ما تكون سرعة الجزء الدوّار(Nr) قل من سرعة المجال المغناطيسي الدوّار في الجزء الثابت بسبب الاحتكاك.

سرعة العضو الدوّار < السرعة التزامنية

$$\text{الإنزلاق}(s) = \frac{\text{السرعة التزامنية} - \text{سرعة الجزء الدوّار}}{\text{السرعة التزامنية}} \times 100\%$$

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

ويمكن إيجاد سرعة الجزء الدوار من خلال القانون التالي:

$$Nr = Ns\ (1-S)$$

ملاحظة:

تكون قيمة الانزلاق (100%) عندما يكون المحرك في لحظة السكون وتكون قيمته (0%) عندما تكون سرعة الجزء الدوّار مساوية لسرعة المجال المغناطيسي الدوّار وعندها يقف المحرك.

مثال 2-1

محرك حثي طور واحد ذو (4) أقطاب يعمل بتردد (60) هرتز له سرعة تزامنية (1800) دورة / دقيقة إذا كانت سرعة الجزء الدوّار في الحمل الكامل (1765) دورة / دقيقة، أوجد الانزلاق.

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

$$Slip = \frac{1800 - 1765}{1800} \times 100\%$$

$$Slip = 1.9\%$$

2-2 محركات التيار المتناوب الثلاثية الأطوار (Three Phase AC Motor)

تعد محركات التيار المتناوب ذوات الثلاثة أطوار من المحركات الواسعة الانتشار في التطبيقات الصناعية وتكون هذه المحركات على نوعين رئيسين هما:

1. **المحركات الحثية ثلاثية الأطوار (Three Phase Induction Motor)**
2. **المحركات التزامنية ثلاثية الأطوار (Three Phase Synchronous Motor)**

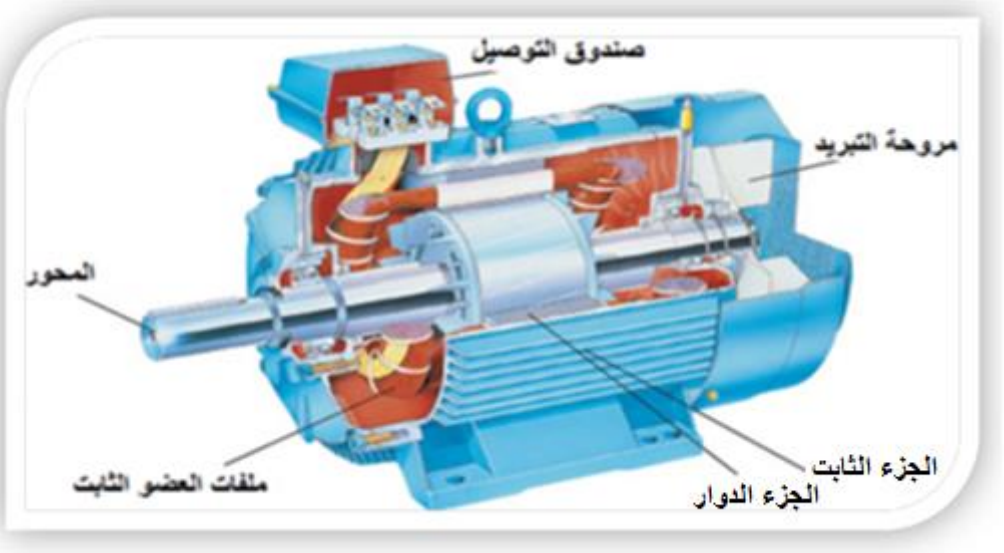
وسنتناول في هذه ألفقره المحركات الحثية ذات الثلاثة أطوار وذلك لأن أغلب محركات السحب في المصاعد الكهربائية هي من هذا النوع.

المحركات الحثية الثلاثية الأطوار:

تتميز هذه المحركات بسهولة تركيبها وانخفاض ثمنها مقارنة بالمحركات الأخرى، وقلة صيانتها، وكفاءتها العالية وتوفرها بقدرات مختلفة تتراوح بين جزء من الحصان إلى أكثر من (10000) حصان.

تركيبها:

الشكل (2-10) يبين الأجزاء الرئيسة لهذا النوع من المحركات



شكل 2-10 محرك حثي ثلاثي الأطوار

يتكون المحرك ألحثي الثلاثي الأطوار من الأجزاء الرئيسة الآتية:

1. الجزء الثابت (Stator).

هو الجزء الثابت في الدائرة الكهرومغناطيسية للمحرك، يصنع من عدد من الألواح أو الرقائق المصنوعة من الحديد السيلكوني ذات نفاذية عالية ومعزولة عن بعضها بمادة الورنيش لتقليل المفاقيد الناتجة عن التيارات الدوامة (Eddy current)، وترص هذه الرقائق مع بعضها لتشكل أسطوانة مجوفة في سطحها الداخلي مجارٍ موزعة بانتظام حسب عدد الأقطاب المطلوبة بعد تقسيم المجاري في كل قطب على الأطوار الثلاثة بحيث يفصل بين كل طور وآخر (120^0) درجة كهربائية وتوضع الملفات الثلاثة في العضو الثابت لكل ملف طرفان ليكون هناك ستة أطراف يتم تغذية العضو الثابت من خلالها بعد توصيلها إما على شكل نجمة أو دلتا.

2. الجزء الدوّار (Rotor).

هو الجزء الذي يدور في الدائرة الكهرومغناطيسية للمحرك، يصنع من عدد من رقائق الحديد السليكوني المعزولة تكبس مع بعضها لتشكل أسطوانة تحتوي على سطحها الخارجي عدداً من المجاري لاستقبال ملفات الدوّار ويوجد نوعان من العضو الدوّار, العضو الدوّار ذو القفص السنجابي والعضو الدوّار ذي الملفات الآنزلاقية أو الملفوف ويتم تسمية المحرك باسم نوع جزئه الدوّار.

أ. الجزء الدوّار الملفوف (ذو حلقات الانزلاق).

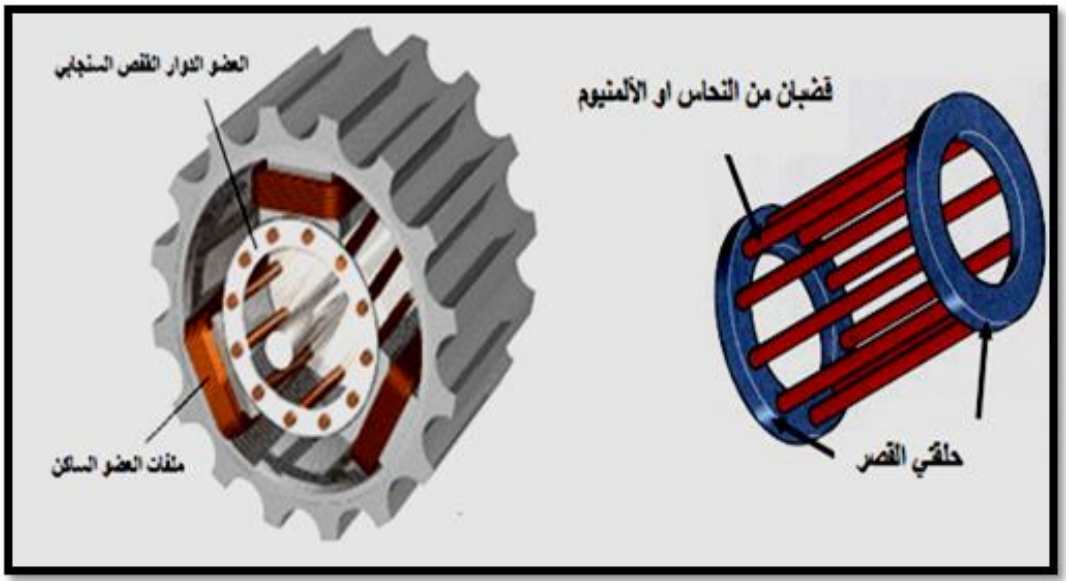
يتكون من ملفات كما في العضو الساكن تقسم المجاري إلى ثلاثة أقسام كل قسم يستقبل ملفات أحد الأطوار الثلاث بحيث يكون بين كل طور وآخر (120^0) درجه كهربائية, توصل الأطراف فيما بينها بحيث نحصل على ثلاثة أطراف توصل بالحلقات الآنزلاقية الثلاث الموضوعة على نفس العمود. توضع عليها مجموعة من الفرش تضغط على هذه الحلقات النحاسية بوساطة نوابض. وعند البدء تربط مقاومات خارجية بتلك الفرش على شكل نجمة لزيادة مقاومة ملفات الجزء الدوّار ولتقليل تيار البدء, وزيادة عزم الدوران وإمكانية التحكم في بدء دوران المحرك وتنظيم سرعته، والشكل (2-11) يبين هذا النوع من الجزء الدوّار.



شكل 2-11 الجزء الدوار ذو الحلقات الآنزلاقية

ب- العضو الدوّار ذو القفص السنجابي

لا يختلف هذا النوع عن الذي قبله من حيث التركيب ولكن ملفاته تصنع من قضبان نحاسية أو الألمنيوم تحشر في مجاريه، وهذه القضبان مقصورة الأطراف من الجهتين بحلقتين مصنوعة من نفس مادة القضبان، والشكل (2-12) يبين هذا النوع.

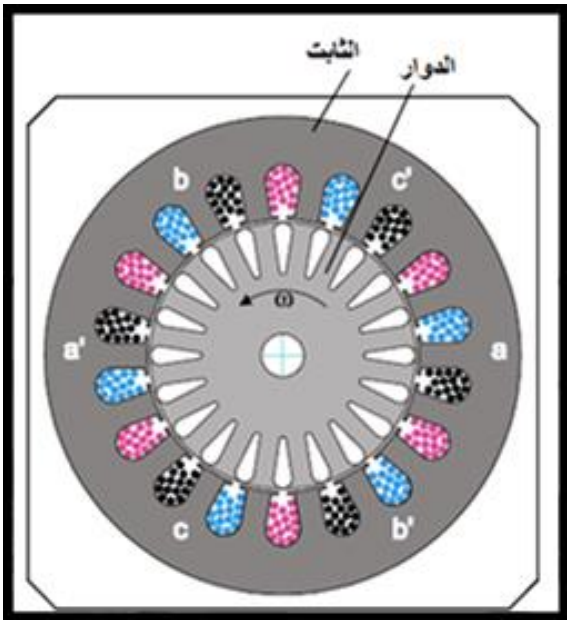


شكل 2-12 الجزء الدوّار المقصور

ويتميز هذا النوع بإمكانية التكيف تلقائيا مع عدد الأقطاب والأطوار للجزء الثابت ولا يوجد فيه حلقات آنزلاقية وبالتالي لا يمكن ربطه بدائرة خارجية، ومن ميزاته أن معامل القدرة فيه عالٍ في الأحمال البسيطة ولكن سرعته تتغير مع تغير الحمل وغالبا ما يستخدم في محركات المصاعد الكهربائية.

نظرية التشغيل للمحركات الحثية الثلاثية الأطوار:

المجال المغناطيسي الدوّار: عند مرور تيار متناوب ذي ثلاثة أطوار i_a, i_b, i_c متساوي المقدار ولكن مختلف في الطور بـ (120^0) في ملفات الجزء الساكن لمحرك حثي ذي ثلاثة أطوار، كل تيار ينتج عنه فيض مغناطيسي, و فيزياوياً هناك فرق بالطور بينها (120^0) ونتيجة مرور هذه التيارات في تلك الملفات التي تفصل بين كل ملف وآخر زاوية مقدارها (120^0) درجة كهربائية. ينتج مجال مغناطيسي دوّار يدور بسرعة ثابتة وبمقدار ثابت تتوقف على عدد الأقطاب (P) وتردد المصدر (f)، تسمى هذه السرعة بالسرعة التوافقية أو التزامنية (Ns)، والشكل (2-13) يبين موضع الملفات على محيط الجزء الثابت.



شكل 2-13 موضع ملفات الجزء الثابت والدوّار في المحرك ألحثي

$$f = \frac{2P.N_s}{120} \text{ Hz}$$

$$N_s = \frac{120f}{2P} \quad 1$$

وهذا المجال يدور في الفجوة الهوائية متقاطعاً مع كل من ملفات الجزء الدوّار والجزء الثابت وهذا يشبه المجال المغناطيسي المتبادل في ملفي المحول الابتدائي والثانوي.

نظرية عمل المحرك ألحثي:

المحرك ألحثي هو كالمحول الكهربائي فيهما دائرة مغناطيسية منفصلة بوساطة فجوة هوائية بين أجزاء متحركة نسبياً، الملف الأول الابتدائي الذي يوصل بالمصدر الثلاثي الطور، والآخر ثانوي، الذي تكون ملفاته مقصورة على نفسها، عند تجهيز تيار متناوب على الملف الابتدائي من مصدر قدرة كهربائية, يحث تيار معاكس في الملف الثانوي.

عند تسليط جهد متناوب ذي ثلاثة أطوار على أطراف الجزء الثابت ينشأ مجال مغناطيسي دوّار, هذا المجال سيقطع موصلات العضو الدوّار وينشأ قوة دافعة كهربائية ثلاثية الأطوار. وسيمر فيها تيارات ثلاثية الأطوار محتثة بينهما زاوية (120^0) درجة، بنتيجة ذلك سيتولد مجال مغناطيسي دوّار آخر في الفجوة الهوائية, وبذلك أصبح هناك مجالان مغناطيسيان, دوران احدهما ناتج من الجزء الثابت و يدور بسرعة تزامنية (Ns) و الآخر ناتج من الجزء الدوار و يدور بسرعة (Ns-Nr) بالنسبة للجزء الدوّار, وأن هذين المجالين المغناطيسيين يدوران بنفس السرعة والاتجاه, يتولد عزم فعال يؤدي إلى دوران الجزء الدوار بنفس اتجاه و دوران المجالين. هذا العزم يتناسب طرديا مع شدة المجالين وجيب الزاوية بينهما، فعند

ازدياد سرعة الجزء الدوّار فإن سرعة قطع موصلاته لخطوط المجال المغناطيسي تقل حسب المعادلة:

$$Nf = N_s - N_r$$

حيث أن (Nf) تمثل سرعة قطع خطوط المجال المغناطيسي لموصلات الجزء الدوّار, نتيجة ذلك ستقل القوة الدافعة الكهربائية ثم تقل قيمة التيارات المارة في موصلات الجزء الدوّار وبالتالي ستقل شدة المجال المغناطيسي المتولد منها، ومن ثم يقل العزم المؤثر على الجزء الدوّار، حتى تصل سرعة الجزء الدوّار إلى سرعة قريبة من السرعة التزامنية، وبهذا تكون التيارات المتولدة في موصلات الجزء الدوّار صغيرة، بما يؤدي ذلك إلى ضعف المجال الناشئ فيها، ثم انخفاض العزم المؤثر على الجزء الدوّار.

وعند تحميل المحرك تقل سرعة الجزء الدوّار مما يؤدي إلى زيادة القطع، ثم إلى زيادة قيم التيارات في الموصلات وبالتالي زيادة شدة المجال المغناطيسي الناشئ منها, مما يؤدي إلى زيادة العزم المؤثر في الجزء الدوّار، حتى تصل سرعة الجزء الدوّار إلى سرعة جديدة ويكون العزم المؤثر عليه مساوياً لعزم الحمل المسلط.

إنتاج العزم:

عند تسليط تيار متناوب على ملفات الجزء الثابت لمحرك حثي، فإن مجال مغناطيسي دوّار سوف ينمو, هذا المجال يقطع موصلات (قضبان) الجزء الدوّار ويحث تيار فيها. اتجاه هذا التيار يمكن إيجاده باستخدام قاعدة اليد اليمنى، وهذا التيار المحتث سَيُنْتِج مجالاً مغناطيسياً معاكساً في القطبية لمجال الجزء الثابت حول موصلات الجزء الدوّار، محاولا الاصطفاف مع المجال المغناطيسي للجزء الثابت، بما أن مجال الجزء الثابت يدور باستمرار، فمجال الجزء الدوّار لا يستطيع الاصطفاف مع مجال الجزء الثابت ويظل متخلفاً عنه.

الانزلاق:

كما أسلفنا سابقا فإن مفهوم الانزلاق لا يختلف بين مختلف أنواع المحركات في الطور الواحد أو الثلاثة أطوار, إذ في الواقع لا يمكن للجزء الدوّار في محرك تيار متناوب حثي أن يدور بنفس سرعة المجال المغناطيسي الدوّار. فإذا كانت سرعة الجزء الدوّار بنفس سرعة المجال المغناطيسي في الجزء الثابت، لن تكون حركة نسبية بينهما، ولن يكون هناك (EMF) محتثة في الجزء الدوّار، وبدون (EMF) المحتثة فلا يكون تفاعل للمجالات لتوليد الحركة، ولذلك يجب أن يدور الجزء الدوّار بسرعة أقل من تلك التي في الجزء الثابت، الفرق المئوي بين سرعة الجزء الدوّار وسرعة المجال المغناطيسي

الدوّار يسمى الانزلاق (Slip). كلّما كانت النسبة المئوية أصغر تكون سرعة الجزء الدوّار أقرب إلى سرعة المجال المغناطيسي الدوّار. النسبة المئوية للآنزلاق يمكن إيجادها من المعادلة الآتية:

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

حيث أن

N_s = السرعة التزامنية (rpm)

N_r = سرعة العضو الدوّار (rpm)

سرعة المجال المغناطيسي الدوّار أو السرعة التزامنية للمحرك يمكن إيجادها بالمعادلة

$$N_s = \frac{120}{2P} F_1$$

مثال 2-2

محرك حثي ثلاثي الأطوار ذو قطبين تردده (60)هرتز، سرعته في الحمل الكامل (3554) دورة في الدقيقة. ماهي نسبة الانزلاق في حالة الحمل الكامل؟

$$N_s = \frac{120f}{2P}$$

$$N_s = \frac{120 \times 60}{2}$$

$$N_s = 3600\ rpm$$

$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

$$Slip = \frac{3600 - 3554}{3600} \times 100\%$$

$$Slip = 1.3\%$$

العزم (Torque):

العزم في المحرك ألحثي ثلاثي الأطوار يعتمد على قوة تفاعل مجالات الجزء الدوّار والجزء الثابت وعلاقة الطور بينهما ويمكن حساب العزم باستخدام المعادلة الآتية:

$$T = K\Phi_r I_r cos\Theta_r$$

حيث أن:

T **= العزم**

K **= ثابت, تعتمد قيمته على عدد لفات الجزء الثابت وعدد الأطوار وتركيبة الدائرة المغناطيسية.**

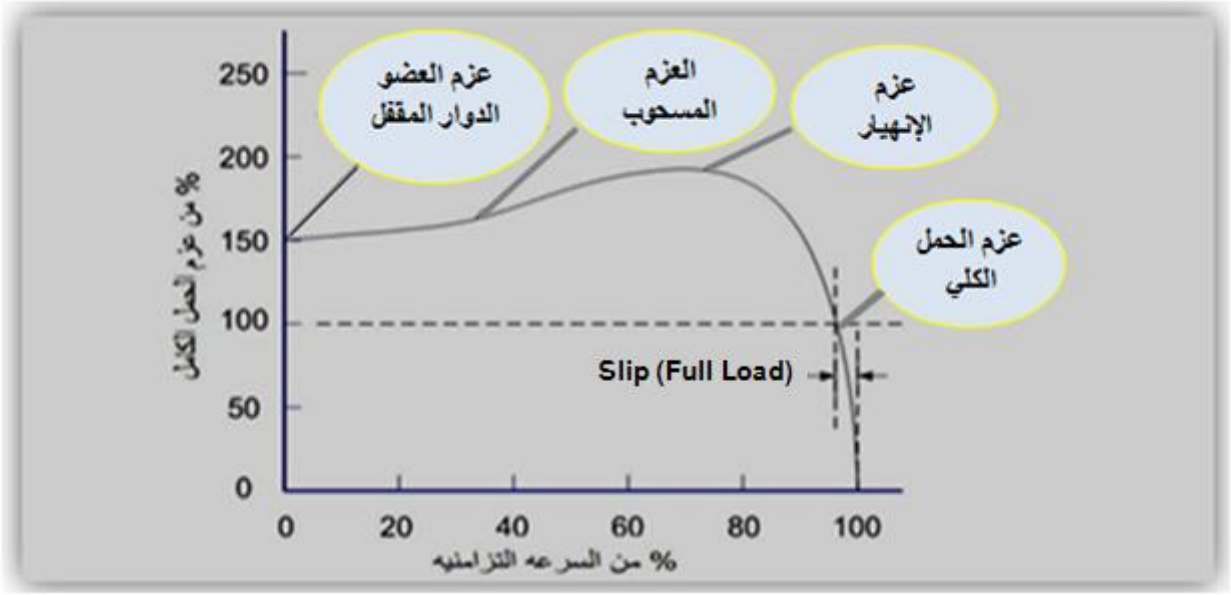
Φ_r **= المجال المغناطيسي للجزء الدوّار**

I_r **= تيار الجزء الدوّار (A)**

$cos\Theta_r$ **= معامل القدرة للجزء الدوّار**

عند التشغيل الاعتيادي $cos\Theta_r$، Φ_r، K لأي غرض أو قصد ثابتة, لذلك العزم يتناسب طردياً مباشرة مع تيار الجزء الدوّار، تيار الجزء الدوّار يزداد في الغالب طردياً مع الانزلاق.

التغيّر بالعزم مع الأخذ بنظر الاعتبار الانزلاق، مبين في الشكل (2-14)، عندما يزداد الانزلاق من الصفر إلى (10%) فإن العزم يزداد خطياً, عند زيادة العزم والانزلاق بعد عزم الحمل الكامل فإن العزم يصل إلى القيمة العظمى عندما يصل الانزلاق إلى (25%) تقريباً، والقيمة العظمى للعزم تسمى عزم الانهيار (breakdown torque) للمحرك. عندما يزداد الحمل بعد هذه النقطة، المحرك سيتباطأ ويصل إلى توقف سريع إن عزم البدء هو قيمة العزم عند الانزلاق (100%) تصل إلى (150 – 200)% من عزم الحمل الكامل. عند تسارع الجزء الدوّار فإن العزم سيزداد إلى عزم الانهيار وبعدها يقل إلى القيمة المطلوبة لتحمل المحرك عند السرعة الثابتة عادة بين (0- 10)%، وكما مبين في الشكل (2-13).



شكل 2-14 العلاقة بين العزم والسرعة التزامنية

مثال 2-3

محرك حثي ثلاثي الأطوار ذو أربعة أقطاب، موصل على شكل نجمة، يغذى من مصدر جهده (240) فولت وتردد (50) هرتز، فإذا كانت قيمة الانزلاق عند الحمل الكامل (%5)، أحسب ما يأتي:

1- السرعة المتزامنة للمحرك.

2- سرعة الجزء الدوّار عند الحمل الكامل.

$$N_s = \frac{120f}{2P}$$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500\ rpm$$

$$N_r = N_s(1 - S)$$

$$N_r = 1500(1 - 0,.05)$$

$$N_r = 1425\ rpm$$

مثال 2-4

محرك حثي ثلاثي الأطوار ذو أربعة أقطاب يعمل على مصدر تردده (60) هرتز وسرعته عند الحمل الكامل (1740) دورة / دقيقة، أحسب سرعة الانزلاق ومعامل الانزلاق عند الحمل الكامل.

$$N_s = \frac{120f}{2P}$$

$$N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\ rpm$$

$$N_{slip} = N_s - N_r$$

$$N_{slip} = 1800 - 1740$$

$$N_{slip} = 60\ rpm$$

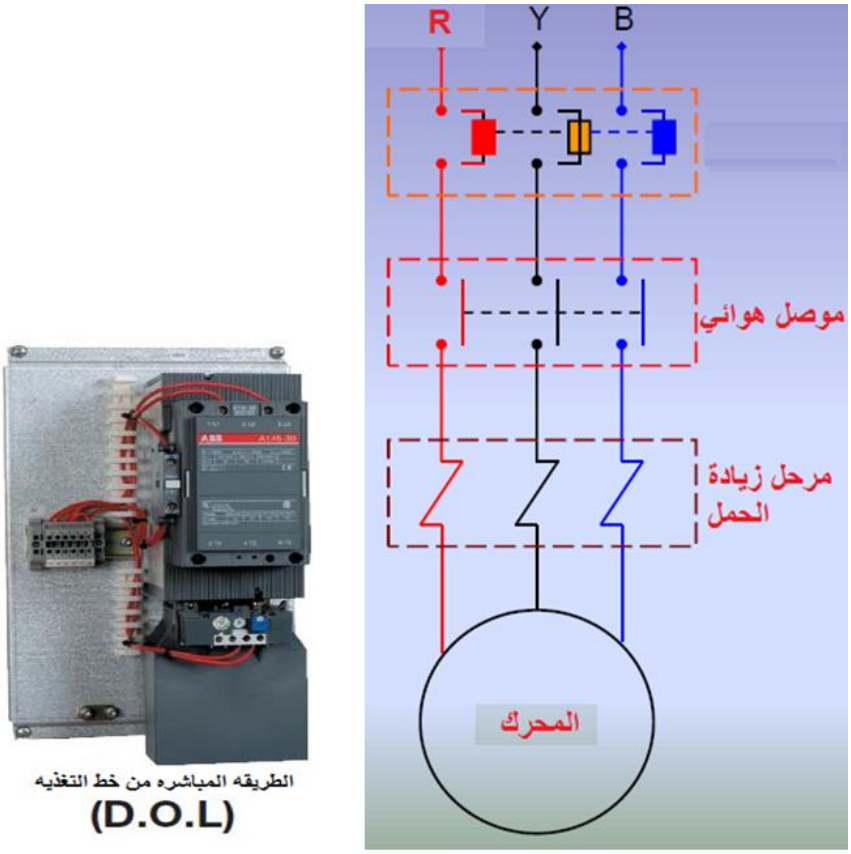
$$Slip = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\%$$

$$Slip = \frac{1800 - 1740}{1800} \times 100\%$$

$$Slip = 0.0333 \times 100\% = 3.3\%$$

طرق بدء تشغيل المحرك ألحثي:

عند بداية التشغيل للمحرك ألحثي، المربوط العضو الثابت فيه مباشرة بمصدر الجهد الرئيس المبينة بالشكل رقم (2-15), فإن تياراً عالياً يصل إلى أكثر من (5-8) مرّات من قيمة تيار الحمل الكامل يمر في ملفات التشغيل، مما يؤدي إلى مشاكل في منظومة شبكة الكهرباء يسبب الهبوط الكبير في الجهد الكهربائي.

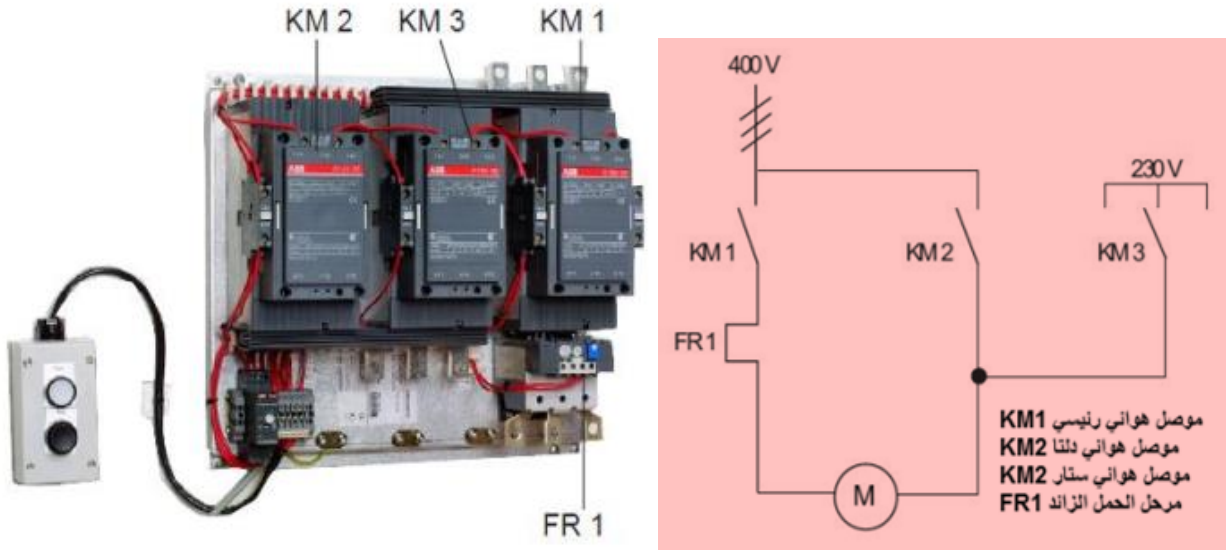


شكل رقم (2-15) ربط التغذية المباشر

ولغرض تقليل تيار البدء وجعل هبوط جهد المصدر لايتجاوز (4%)، ولمعالجة المشاكل التي تحصل في المنظومة الكهربائية, لا بد من إيجاد طرق لذلك, ومن أهم هذه الطرق:

1- بدء التشغيل باستعمال توصيلة (Star -Delta):

في هذه الطريقة يوصل المحرك توصيلة النجمة (Star) ولفترة زمنية محددة لا تتجاوز (15) ثانية ثم يربط مثلث (Delta) باستعمال مفتاح (نجمة - مثلث)، أو باستعمال الموصلات الهوائية، عند توصيل المحرك نجمة في بدء التشغيل فإن الفولتية المسلطة على طرفي ملف المحرك يقل بمقدار ($\sqrt{3}$) عن ضغط المصدر وبذلك فإن تيار الخط يقل إلى ($\frac{1}{3}$) وبهذه الطريقة يمكن التخلص من تيار البدء العالي ثم يربط المحرك بتوصيلة المثلث وكأن المحرك موصل مباشرة إلى المصدر، والشكل (2-16) يبين كيفية توصيل المحرك (نجمة – مثلث) باستعمال الموصلات الهوائية.



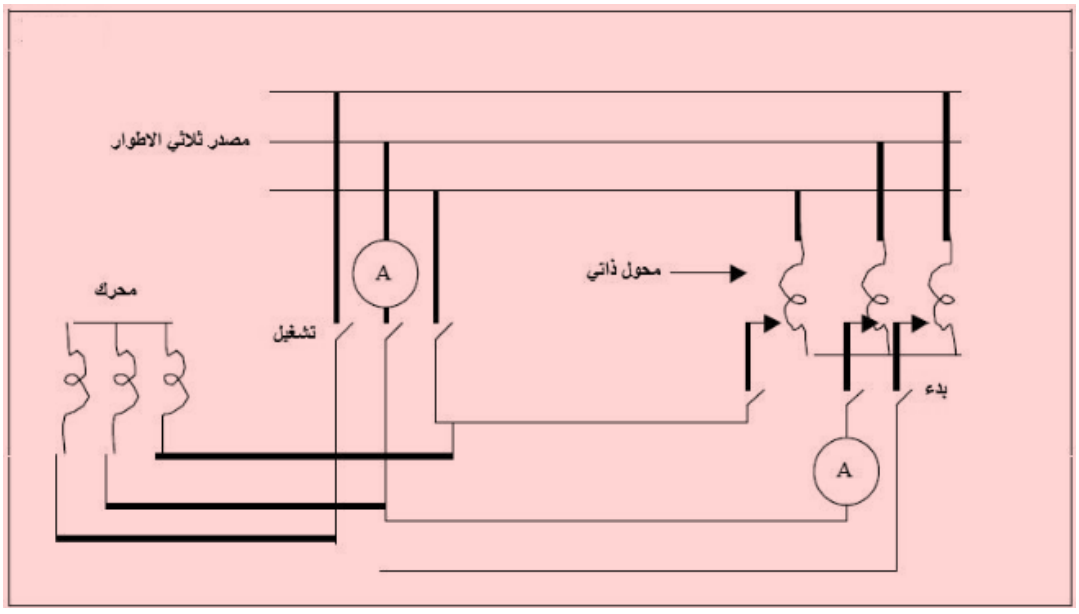
بدء ستار ـ دلتا بموصلات هوائية ومرحل

شكل 2 ـ 16 توصيلة (نجمة – مثلث) لمحرك حثي

ومن مميزات هذه الطريقة هي بساطة تركيبها نسبيا وقلة كلفتها، ومن عيوبها أن قيمة عزم البدء تكون (65%) من عزم الحمل الكامل.

2- طريقة محول الأوتو (Auto Transformer) :

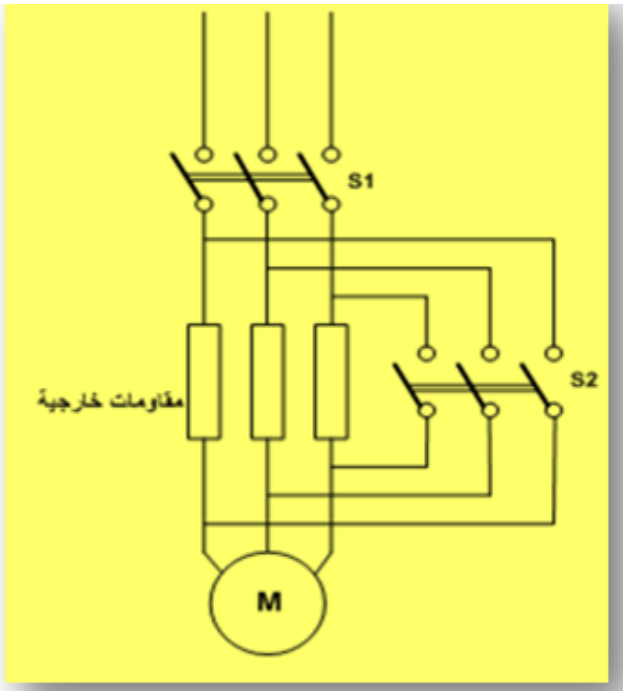
طريقة المحول الذاتي هي طريقة أخرى لتقليل تيار البدء بتقليل الفولتية خلال فترة بداية التشغيل، وبما أن هذا يقلل عزم البدء أيضاً، فان الفولتية تقلل فقط بكمية كافية لتقليل تيار البدء، حيث يربط المحول الذاتي بالتوالي مع المحرك في بدء التشغيل وبعد فترة زمنية يخرج المحول الذاتي من الدائرة ويبقى المحرك يعمل على فولتية المصدر، ومن مميزات هذه الطريقة أنها تجهز المحرك بالفولتية على مراحل (50%, 70% إلى 100%) من الفولتية المسلطة إلى المحرك، ومن عيوبها الحجم والكلفة العالية وعزم البدء قليل والشكل رقم (2-17) يبين الدائرة الخاصة لهذه الطريقة.



شكل (2-17) طريقة ربط المحول الذاتي

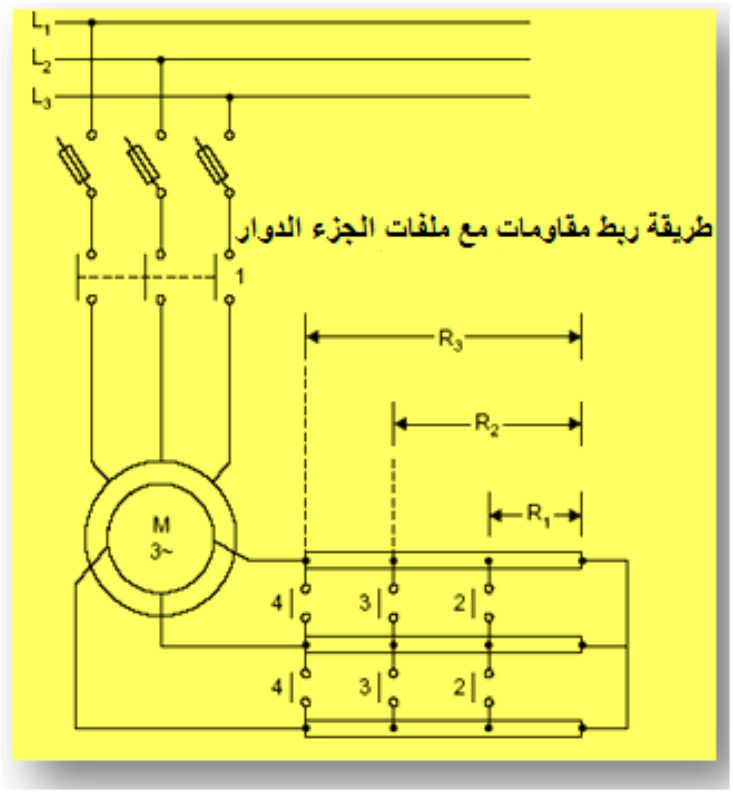
3- طريقة ربط المقاومات:

في هذه الطريقة تربط مجموعة من المقاومات على التوالي مع ملفات الجزء الثابت للمحرك الحثي، وهذا يسبب تخفيض الجهد المسلط على المحرك (10-30) %، من الجهد المقرر وبذلك يقل تيار البدء بنفس النسبة، ولكن العزم يقل إلى النصف، فلو فرضنا أن الجهد المسلط على المحرك يقل بنسبة (K) بسبب وجود المقاومات فإن تيارالبدء يقل بنفس النسبة (K) ولكن العزم يقل بنسبة (K/2) ، وتستخدم هذه الطريقة في المحركات الحثية ذات القفص السنجابي والشكل (2 - 18) يبين كيفية ربط هذه المقاومات مع المحرك الحثي.



شكل 2 - 18 ربط محرك حثي مقصور مع مقاومات البدء

أما في حالة المحرك ألحثي ذي الحلقات الآنزلاقية فإن المقاومات تربط مع ملفات الجزء الدوّار على التوالي وبالتالي فان تيار البدء سوف يقل نتيجة لزيادة المقاومة, وبعد اجتياز المحرك فترة البدء يتم فصل المقاومات تدريجيا لتجنب زيادة المفاقيد في دائرة الجزء الدوار, وتمتاز هذه الطريقة أيضاً في زيادة عزم البدء للمحرك, والشكل (2 - 19) يبين طريقة ربط هذه المقاومات مع هذا النوع من المحركات.



شكل 2 - 19 ربط محرك حثي ذي الحلقات الآنزلاقية مع مقاومات البدء

4- طريقة البدء الناعم (Soft Starter):

في الطرق السابقة قد نلاحظ صدمات ميكانيكية خاصة على محور الدوران للمحرك والحمل مما يؤدي إلى حدوث صدمات لا تناسب بعض الأحمال. وهي طريقة تعتمد على فكرة تقليل الجهد المسلط على ملفات المحرك لحظة البدء لغرض تقليل تيار البدء.

تتكون دوائر أو أجهزة البدء الناعم من مجموعة من الدايودات أو الثايرستورات ودوائر الكترونية تعطي نبضات تشغيل لها.

تكون الدايودات أو الثايرستورات موصلة بين الجهد المسلط والمحرك, والدوائر تتحكم بزاوية تشغيل الثايرستور, وبالتالي يتم التحكم في قيمة الجهد المسلط على أطراف المحرك.

طريقة البدء الناعم مصممة لتجهيز الفولتية القابلة للتعديل للمحرك, وزيادة الفولتية تدريجياً حسب فترة التعجيل المطلوبة, إذ إن وقت التعجيل يعتمد على الخصائص والتطبيقات, فائدة هذه الطريقة هي

للسيطرة على تقليل الفولتية, كما أن المحرك يمكن أيضا توقفه تدريجيا بوساطة تقليل الفولتية ببطء (التوقف الناعم)، ميزة هذه الطريقة هي التوقف السلس في العمليات الصناعية مثل محركات المصاعد الكهربائية، لأن عند التوقف السريع يؤدي إلى إرتجاج في المحرك الكهربائي مما يسبب إرتجاجاً في عربة المصعد مما يؤثر على الأشخاص داخل العربة، ومن مميزات هذه الطريقة تقلل تيار البدء، والعزم، وتحقق السيطرة على التعجيل في بداية الحركة والتباطؤ قبل الوقوف، وهذا ما نحتاجه في آنسابية حركة المصعد الكهربائي.

طرق البدء الناعم تقسم حسب المعايير الآتية:

1- عدد الأطوار المتحكم بها , طور واحد (طرق البدء الناعم لطور واحد), طوران, ثلاثة أطوار.

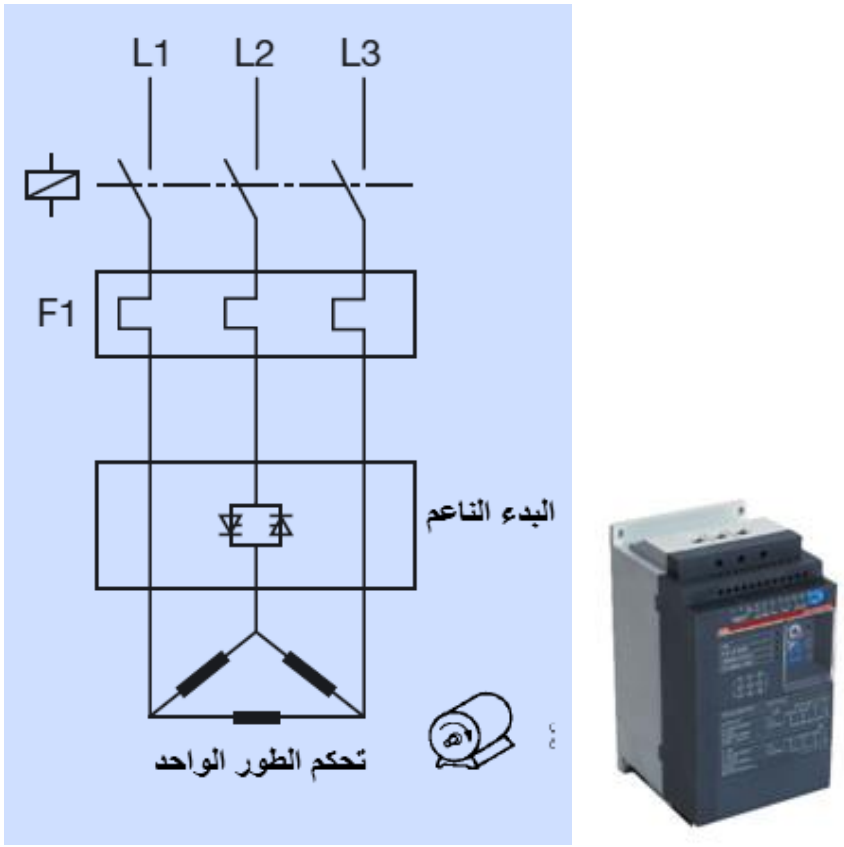
2- نوع شبه الموصل الثاني مع عكس القطبية, فإذا اختير الموحد (Diod) تسمى سيطرة البدء الناعم على نصف الموجة, وإذا أختير الثايروستور (Thyristor) يسمى البدء الناعم بالسيطرة على موجه كاملة. والطرق التالية أمثلة على ذلك:

أ- طريقة البدء الناعم في التحكم بالموجة الكاملة للطور الواحد:(ingle Phase fullwave control soft starter).

في هذه الطريقة تستخدم دائرة الكترونية تربط بالخط (L2) وباقي الخطوط تربط مباشرة بالمحرك عند البدء يمر تيار في الطورين (L1,L2) بمقدار (6) أضعاف التيار المقنن, من الممكن تقليل التيار إلى (3) أضعاف التيار المقنن عند الطور المتحكم.

وإذا ما قارنّا هذه الطريقة مع طريقة البدء المباشر, زمن النهوض يكون أطول, ولكن معدل التيار الكلي لا يمكن تقليله, وهذا يعني تقريبا التيار المار نفسه في البدء المباشر.

تحكم طور واحد أو طورين يستخدم خاصة بمعدل قدرة لغاية (5.5Kw) ويكون بدء ناعم لتجنب التأثير الميكانيكي للشبكة, في هذه الطريقة تيار بدء الحركة للمحرك ألحثي لا يقل.

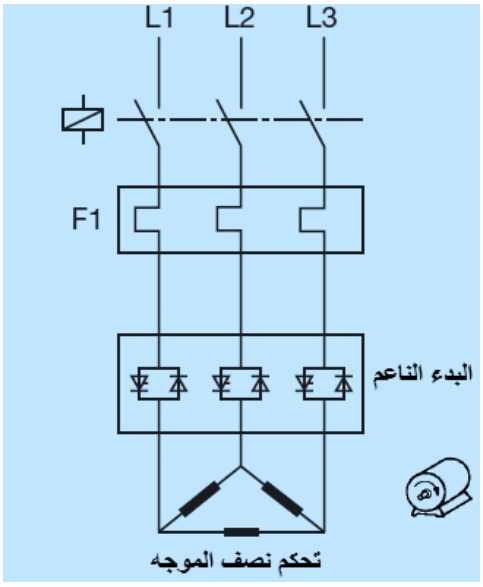


شكل (2-20) مخطط دائرة البدء الناعم في التحكم بالموجة الكاملة للطور الواحد

وإن هذه الطريقة ملائمة لمحركات لغاية (5.5KW) وملائمة لتخفيف التأثير الميكانيكي للمنظومة. في هذه الطريقة تيار البدء في المحرك ألحثي لايقل. الشكل (2-20) يوضح دائرة البدء الناعم في التحكم بالموجة الكاملة للطور الواحد.

ب- التحكم بالنصف موجة لثلاثة أطوار (Three phase half wave controlled)

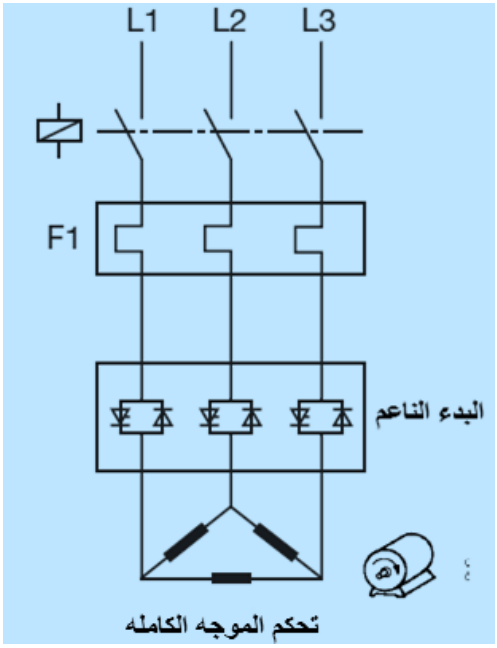
تربط الدائرة الالكترونية بالأطوار الثلاثة, المتكونة من ثايروستور مع موحد وتعمل كشبه موصل قدرة, وان التحكم يتم بنصف طور واحد, هذا يعني أن الفولتية تقل فقط خلال نصف الموجه عندما الثايروستور يعمل, وان الموحد يعمل خلال النصف الموجة الثانية التي عندها الفولتية الرئيسة تسلط على المحرك، وهذه الطريقة ملائمة للمحركات لغاية (45KW)، والشكل (2-21) يبين دائرة التحكم بالنصف موجة لثلاثة أطوار.



شكل (2-21) دائرة التحكم بالنصف موجة لثلاث أطوار.

ج- التحكم بالموجة الكاملة لثلاثة أطوار (Three phase Full- wave controlled) :

في هذه الطريقة، التحكم في الطور يتم بالأطوار الثلاثة باستعمال ثايرستور عدد 2 يربطان العكس بالعكس (Back to Back) والموضحة بالشكل رقم (2-22) تستخدم كشبه موصل قدرة, هذا يعني أن فولتية الطور تتم السيطرة عليها في كلا نصفي الموجة (السيطرة بالموجة الكاملة). كنتيجة للتوافقيات العلوية التي تحدث خلال سيطرة الطور, بالرغم من ذلك المحرك يوضع تحت حمل حرارة أعلى مقارنة بطريقة التشغيل المباشر. هذه الطريقة ملائمة للمحركات لغاية (630Kw).



شكل رقم (2-22) يوضح دائرة التحكم بالموجه الكاملة للثلاث أطوار

3-2 طرق السيطرة على سرعة المحركات وتقليل تيار البدء فيها

المعادلة في أدناه تبين كيفية السيطرة على سرعة المحركات الحثية.

$$N_s = \frac{120 f_1}{2P}$$

كما نلاحظ فإن السرعة تتناسب طرديا مع التردد وعكسيا مع عدد الأقطاب، فضلاً عن العوامل الأخرى مثل الفولتية وغيرها، إن مدى عمل المحرك ألحثي يكون فيه الانزلاق أقل من (5%) وتغير السرعة أكثر أو أقل مع الحمل.

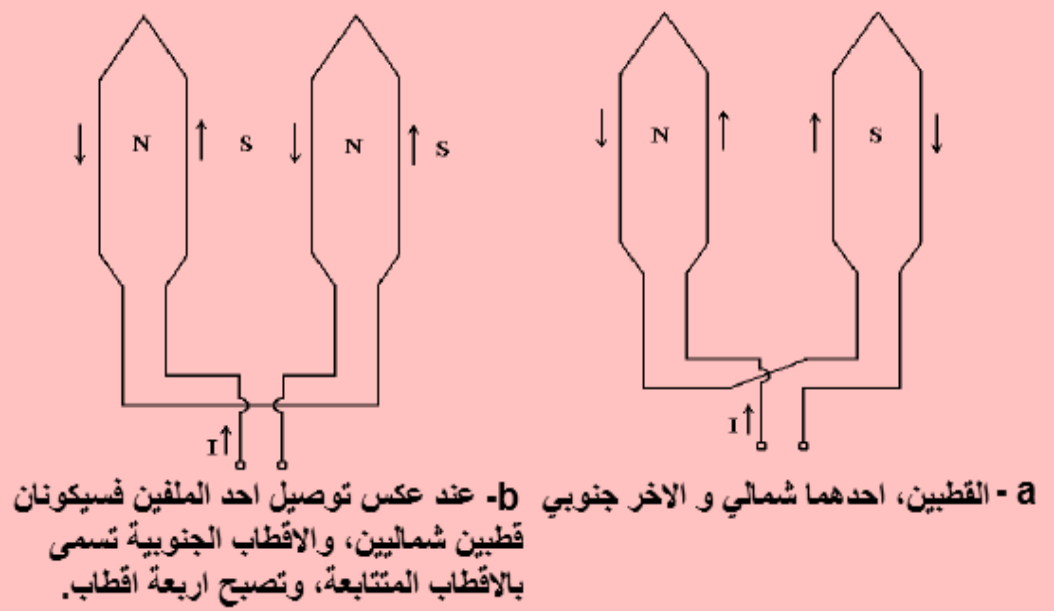
مما تقدم يمكن تقسيم طرق السيطرة على سرعة المحرك ألحثي كما يأتي:

آ ـ تغيير سرعة المجال المغناطيسي للجزء الثابت.

تغيير سرعة المجال المغناطيسي يمكن الحصول عليها بتغيير عدد الأقطاب وتغيير التردد.

1- تغيير عدد الأقطاب المغناطيسية :

أ- طريقة الأقطاب المتتابعة (طريقة دالندر): تتم بوساطة تغيير جريان التيار عند احد أجزاء ملفات العضو الثابت مثل تلك المشابهة لجريان التيار في الجزء المعاكس للعضو الثابت، مما يولد زوجاً من الأقطاب الإضافية أنظر الشكل رقم (2 ـ 23).



a - القطبين، احدهما شمالي و الاخر جنوبي b- عند عكس توصيل احد الملفين فسيكونان قطبين شماليين، والاقطاب الجنوبية تسمى بالاقطاب المتتابعة، وتصبح اربعة اقطاب.

شكل 2 ـ 23 طريقة تغيير الأقطاب

ويتم ذلك عن طريق إعادة توصيل بطريقة يمكننا الحصول على نصف عدد الأقطاب أو الضعف وبهذا يصبح لدينا سرعتان تزامنيتان الواحدة نصف الأخرى.

ب- طريقة إضافة ملفات أخرى أو وضع طبقتين منفصلتين من الملفات في مجاري العضو الثابت مختلفة بعدد الأقطاب.

ويمكن دمج هاتين الطريقتين للحصول على أربع سرع متزامنة للمحرك ألحثي.

من عيوب هذه الطريقة أن السرعة تتغير بنسبة (2 : 1)، وأن إضافة الملفات يمكن أن تستخدم أو لا للحصول على تغيير في عدد الأقطاب وبذلك ستكون هذه الطريقة مكلفة.

إن هذه الطريقة غير مناسبة للمحرك ذي العضو الدوار الملفوف ـ التي يحتاجها لغرض إعادة التوصيل، في حين تكون مناسبة للعضو الدوّار ذي القفص السنجابي لملائمتها تلقائياً لعدد الأقطاب وتستخدم هذه الطريقة في محركات المصاعد الكهربائية ومحركات السحب.

2- تغيير التردد (frequency voltage control):

إن السرعة التزامنية للمحرك ألحثي يمكن الحصول عليها وعلاقتها بالتردد من المعادلة الآتية :

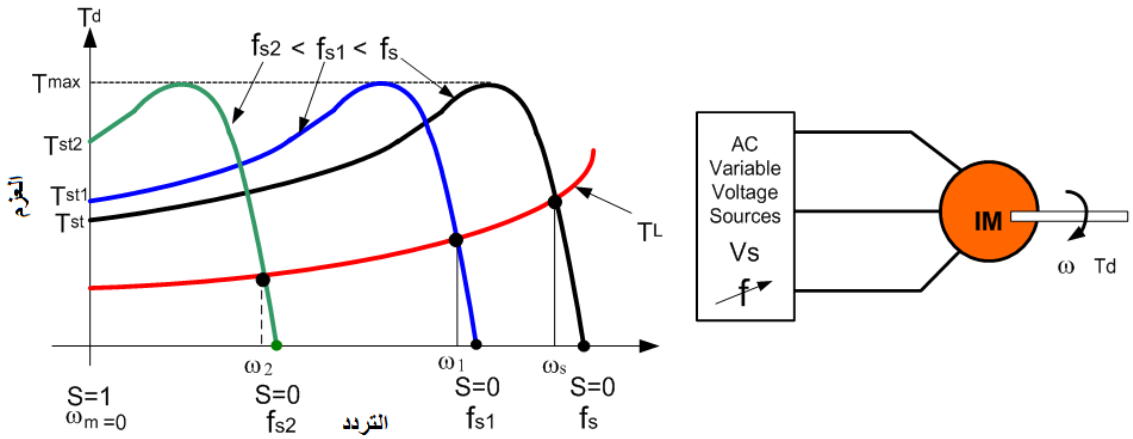
$$N_s = \frac{120 f_1}{2P}$$

ومن الواضح أن سرعة المحرك يمكن التحكم بها عن طريق تغيير التردد, إن هذه الطريقة فيها مجال واسع للتحكم بالسرعة, بتغير متدرج من خلال هذا المجال إذ يمكن الحصول على أقل سرعة إلى السرعة المقننة للمحرك، ولكن الصعوبة تكمن بكيفية الحصول على تغيّر التردد للمصدر المجهز، فإن تغيّر التردد بدون تنظيم فولتية المصدر يمكن أن يعطي تأثيرين مختلفين:

A- تغير التردد، والفولتية لملفات الجزء الثابت (Variable frequency –Variable voltage):

يمكن التحكم بسرعة المحرك ألحثي ثلاثي الأطوار بتغير الفولتية والتردد بوساطة جهاز العاكس (Inverter)، وهذا ما نستفيد منه في عملية التعجيل (Acceleration)، وبداية حركة المصعد الكهربائي وكذلك أثناء عملية التباطؤ والوقوف.

B- تغير التردد، وبقاء فولتية الجزء الثابت قادرة على الحصول على سرع عالية ولكن بعزم قليل عند زيادة السرعة، وفي بعض الأحيان يمكن دمج هذين التأثيرين لتشغيل المحرك للحصول على التغير في السرعة مع ضمان توازن قيمة العزم. والشكل (2 - 24) يبين الحالتين.



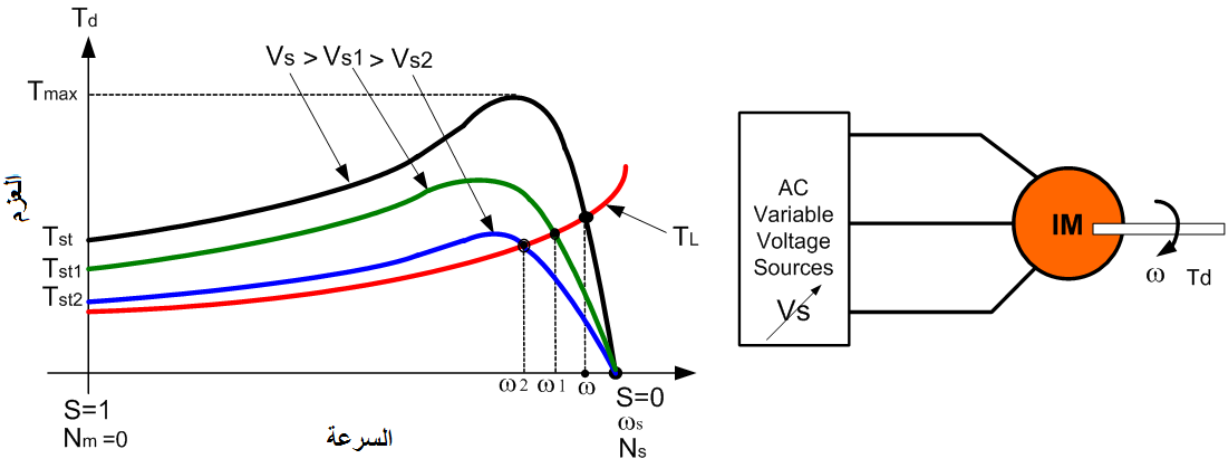
شكل 2 - 24 تغير سرعة المحرك بتغير التردد

ب- تغيير بالانزلاق:

لغرض السيطرة على المحركات الحثية من خلال التحكم بالانزلاق بالطرق الآتية:

1- التحكم في فولتية خط المصدر (Line Voltage Control):

تعد هذه الطريقة من الطرق البسيطة للسيطرة على سرعة المحرك إذ تتم من خلال تقليل الجهد المسلط على العضو الثابت، وبذلك سوف يقل العزم المتولد وبالتالي تقل السرعة، والشكل (2 - 25) يبين كيفية التحكم بالسرعة من خلال تغير الجهد على طرفي الجزء الثابت.



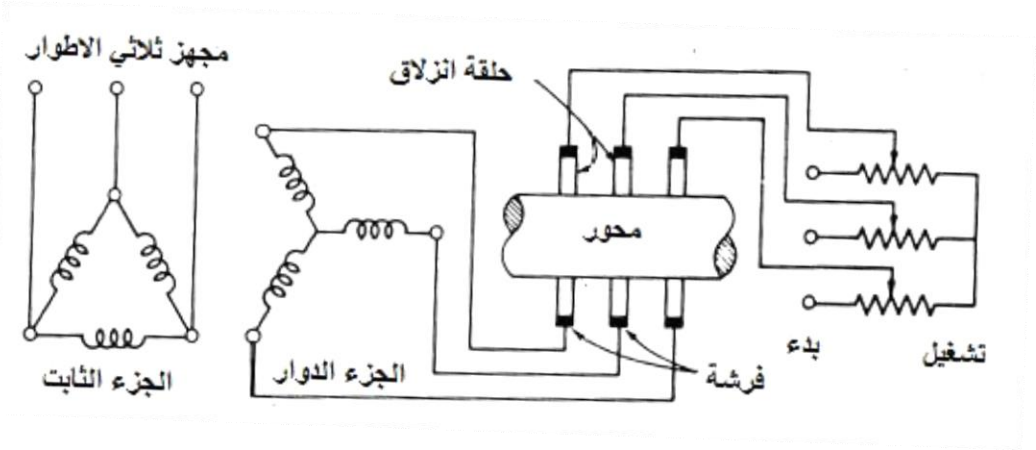
شكل 2 - 25 السيطرة على سرعة المحرك بتغير الجهد

تتميز هذه الطريقة بالتكلفة القليلة و بساطة الصيانة، ولكن التغير في السرعة لهذه الطريقة محدودة وقليلة بسبب أن العزم المتولد يتناسب مع مربع الجهد، وتستخدم فقط في محركات القفص السنجابي ومن تطبيقاتها المراوح والمضخات.

2 - التحكم في مقاومة الجزء الدوّار (Rotor Resistor Control):

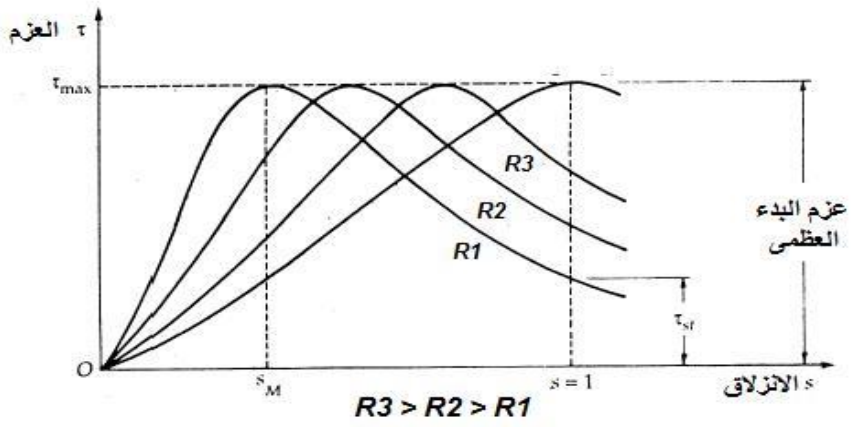
هذه الطريقة لها خصائص مشابهة لتلك التي في محركات التوازي للتيار المستمر، تتم بوساطة ربط مقاومات متغيرة خارجية ثلاثية الطور بالتوالي مع الحلقات الآنزلاقية في الجزء الدوّار كما في الشكل رقم (2-26)، هذه المقاومة تستخدم في السيطرة على بدء و إيقاف المحرك لمختلف المحركات ذات القدرات الصغيرة أو الكبيرة كما في الرافعات بمختلف الأحجام.

التطبيقات الأكثر شيوعا لهذا النوع من التحكم هي في محركات التيار المتناوب الحثية ذات الجزء الدوار الملفوف إذ توصل المقاومة بالحلقات الآنزلاقية وتجهز بدء ناعم حيث المقاومة تزال بالتدريج. وان هذه الطريقه غير ملائمة للمحركات ذات القفص السنجابي.

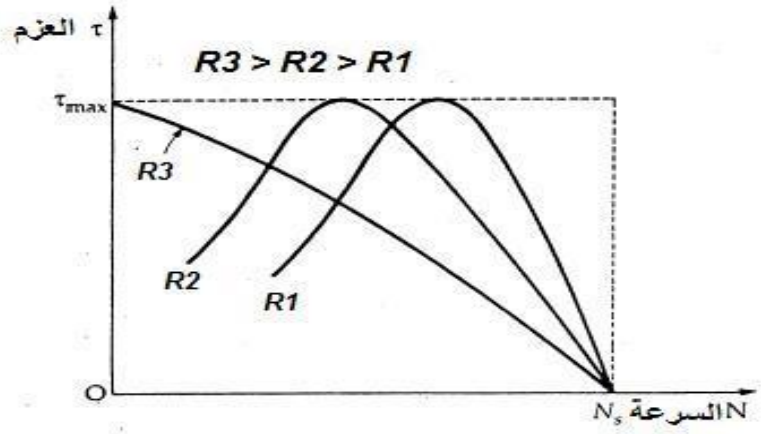


شكل رقم 2-26 محرك حثي ذات الحلقات الآنزلاقية

من منحنيات (الانزلاق – العزم) المبينة بالشكل (2-27), لقيم مختلفة لمقاومة الجزء الدوار, والشكل رقم (2-28) يبين منحنيات (العزم – السرعة), نجد إن موقع القيمة العظمى للعزم يتغير بتغير مقاومة الجزء الدوار, مع ثبات قيمته, وان الانزلاق يزيد بزيادة مقاومة الجزء الدوار التي تظهر فيها قيمة العزم العظمى, وأيضا نجد أن السرعة تقل بزيادة مقاومة الجزء الدوار, في حين القيمة العظمى للعزم تبقى ثابتة.



شكل رقم 2-27 منحنيات (العزم - الانزلاق) لقيم مختلفة من مقاومة الجزء الدوار



شكل رقم 2- 28 منحنيات (العزم - السرعة) لقيم مختلفة من مقاومة الجزء الدوار

من المساوئ الرئيسة لهذه الطريقة هي أن الكفاءة قليلة بسبب المفقودات الآضافية في المقاومات المربوطة في دائرة الجزء الدوار, وخاصة عند السرعات القليلة بسبب الانزلاقات العالية, وتستخدم في الرافعات بسبب كلفتها القليلة و عزمها العالي في السرعات المنخفضة, وأيضاً تستخدم في المراوح والمضخات.

3 - التحكم في الفولتية الثانوية الخارجية (Secondary Foreign Voltage Control):

تتم السيطرة على سرعة المحرك ألحثي في هذه الطريقة بوساطة حقن (Injecting) فولتية في الدائرة الثانوية (الجزء الدوار). عندما تكون القوة الكهرومغناطيسية (EMF) المحقونة (Injected) متطابقة بنفس الطور مع القوة الكهرومغناطيسية المحتثة للدائرة الثانوية، الانزلاق سوف يقل وتزداد السرعة, وإذا كانت بطور معاكس للقوة الكهرومغناطيسية للدائرة الثانوية, الانزلاق سوف يزداد وبذلك سوف تنخفض السرعة, تكون هذه الطريقة مكلفة للحاجة إلى مكائن خارجية للحقن, وتستخدم هذه الطريقة للمحركات العالية القدرة كما هو الحال للمحركات المستخدمة في المطاحن.

4 - التحكم بالسرعة بوساطة التنظيم المتتالي (Speed Control by Cascade Arrangement):

تتطلب هذه الطريقة محركين على الأقل أحدهما من نوع الجزء الدوّار الملفوف يرتبط المحركين معا ميكانيكيا لتشغيل حمل مشترك، عمليا يتم ربط مخرج الجزء الدوّار في للمحرك الأول مع الجزء الثابت في المحرك الثاني، بطريقة يكون المجال الدوّار لكلا المحركين بنفس الاتجاه، تحت هذا الشرط يمكن الحصول على السرعة التوافقية:

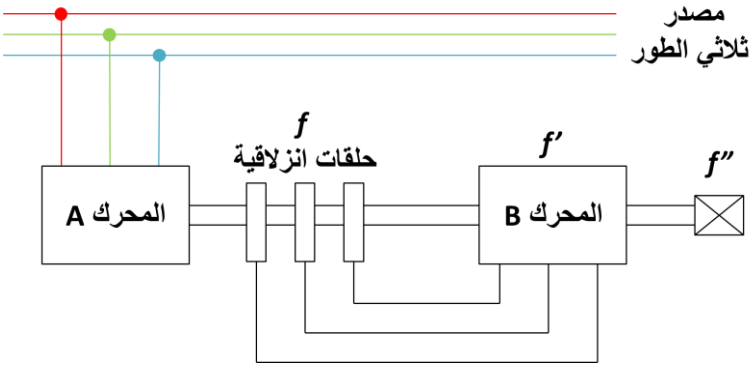
$$N_s = \frac{120f}{P_1 + P_2}$$

حيث أن:

$P_1 + P_2$ **= عدد أقطاب الماكينتين.**

في هذه الطريقة يمكن السيطرة على السرعة بشكل أوسع ويمكن إضافة مقاومة لدائرة الجزء الدوّار للماكنة الثانية.





الشكل 2 - 29 البدء الناعم التحكم بالسرعة بوساطة التنظيم المتتالي

أسئلة الفصل الثاني

س1 - علل ما يأتي:

1- إضافة مقاومة إلى ملفات العضو الدوّار يؤدي إلى تقليل تيار البدء.

2- استخدام ألواح رقيقه معزولة من الحديد السليكوني لتصنيع الجزء الدوّار والساكن في المحرك.

3- استخدام قضبان من النحاس أو الألمنيوم مقصورة في العضو الدوّار.

4- تكون قضبان العضو الدوّار مائلة.

5- لا يفضل استعمال توصيلة دالندر في السيطرة على سرعة محرك السحب في المصعد الكهربائي.

س2 - ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخاطئة ثم صحح الخطأ إن وجد.

1- يزداد الانزلاق في المحركات عند زيادة الحمل.

2- يقل تيار البدء بزيادة مقاومة العضو الدوّار.

3- تزداد سرعة المجال المغناطيسي الدوّار عند زيادة تردد المصدر.

4- تزداد سرعة المجال المغناطيسي الدوّار عند زيادة عدد الأقطاب في العضو الساكن.

5- المحرك ألحثي يمكن أن يدور بالسرعة التزامنية.

6- يمكن زيادة عزم البدء في المحرك ألحثي ذي الحلقة الآنزلاقية.

7- القيمة الطبيعية للانزلاق عند تشغيل المحرك ألحثي بالحمل الكامل يزيد عن (10%).

س3- ما هي الطرق المناسبة للتحكم بسرعة المحركات الحثية ذوات القفص السنجابي؟ اشرح واحدة منها بالتفصيل؟

س4- ما هي الطريقة المناسبة للتحكم بسرعة المحرك ألحثي ذي القفص السنجابي؟ وضحها؟

س5- ما هي العوامل المؤثرة في السرعة التزامنية للمحركات؟

س6- ما هي مميزات أجهزة البدء الناعم للمحركات؟

س7- وضح سبب ضرورة تغيير الفولتية في المحركات الحثية عند تغيير تردد المصدر للسيطرة على السرعة .

س8- وضح أساس تشغيل المحرك ألحثي ذي الثلاثة أطوار.

س9- لماذا يُجَهَّز المحرك ألحثي ذو الطور الواحد بمفتاح طرد مركزي؟

س10- عدد طرق بدء المحركات الحثية ذات الطور الواحد, واشرح واحدة منها بالتفصيل.

س11- كيف يمكن زيادة عزم البدء للمحرك ألحثي ذي الحلقة الآنزلاقية؟

س12- ماذا يحصل عند زيادة كثافة الفيض المغناطيسي الفجوة الهوائية للمحرك ألحثي؟

س13- ما هو الانزلاق في المحرك ألحثي؟

س14- لماذا لا يمكن أن تكون سرعة الجزء الدوّار للمحرك ألحثي مساوية لسرعة المجال المغناطيسي الدوّار؟

س15- ماهي مميزات المحرك ألحثي ذي القفص السنجابي مقارنة بذي الحلقة الآنزلاقية؟

س16- كيف يمكن تقليل مفاقيد التيار ألدوامي من خلال تصميم المحرك ألحثي؟

س17- عدد طرق بدء تشغيل المحرك ألحثي وأشرح واحدة منها تعتقد أنها الأفضل لمدى واسع من المحركات. ثم علل ذلك.

س18- ما الطريقة الملائمة لبدء التشغيل للمحرك ألحثي المستخدم غالبا في المصاعد الكهربائية؟

س19- ما مميزات طريقة استخدام المحول الذاتي في البدء للمحرك ألحثي؟

س20- أشرح طريقة (ستار – دلتا) لبدء تشغيل المحرك ألحثي.

س21- ما مميزات طريقة مكثف البدء ذي الملفات المساعدة للمحرك ألحثي ذي الطور الواحد و مقارنتها بطريقة مكثف البدء ومكثف التشغيل؟

س22- ماهي نظرية عمل المحرك ذي القطب المظلل؟

س23- ما هي أنواع المحركات الحثية التي تسمى بنوع العضو الدوّار فيها؟

س24- ما هي أنواع المحركات الحثية الأكثر استخداما في التطبيقات الصناعية والمنزلية, والمصاعد الكهربائية وما سبب ذلك ؟

س25- ما هو تأثير زيادة مقاومة العضو الدوّار على تيار البدء وعزم البدء ؟

س26- ما هي العلاقة بين السرعة التزامنية وعدد الأقطاب؟

س27- محرك ثلاثي الأطوار ذو أربعة أقطاب يعمل على مصدر تردده (60Hz)، وسرعته عند الحمل الكامل (1740 دورةالدقيقة)، احسب نسبة الانزلاق عند الحمل الكامل.

ج: S=%3.3

س28- محرك حثي ذو ستة أقطاب يعمل على مصدر تردده (50Hz)، القوة الدافعة الكهربائية في الجزء الدوّار ترددها (2.5Hz)، احسب نسبة الانزلاق وكذلك سرعة الجزء الدوّار.

ج :S=5%

Nr = 500 دورة لكل دقيقة

س29- لماذا يفضل استخدام طريقة الملفات المنفصلة في محركات المصاعد الكهربائية؟

س30- عدد أنواع محركات التيار المتناوب ذوات الطور الواحد, واشرح واحدة منها بالتفصيل.

س31- أذكر فوائد و عيوب المحركات الحثية ذوات الطور الواحد.

س32- ممن يتكون المحرك ألحثي ذو الطور الواحد وضح ذلك مع الشرح؟

س33- عدد طرق بدء تشغيل المحرك ألحثي ذي الثلاثة أطوار, واشرح واحدة منها بالتفصيل.

الفصل الثالث

دوائر التحكم في لوحة الصيانة والطلبات ومجهز القدرة الاضطراري

أهداف الفصل:

يكون الطالب بعد دراسة الفصل قادرا على أن :-

1 ـ يتعرف على أهمية عمل لوحة الصيانة والدوائر الموجودة فيها.

2 ـ يتعرف على مكونات ودوائر لوحات الطلبات الداخلية والخارجية.

3 ـ يتعرف على عمل مجهز القدرة الآضطراري في حالة آنقطاع التيار عن المصعد.



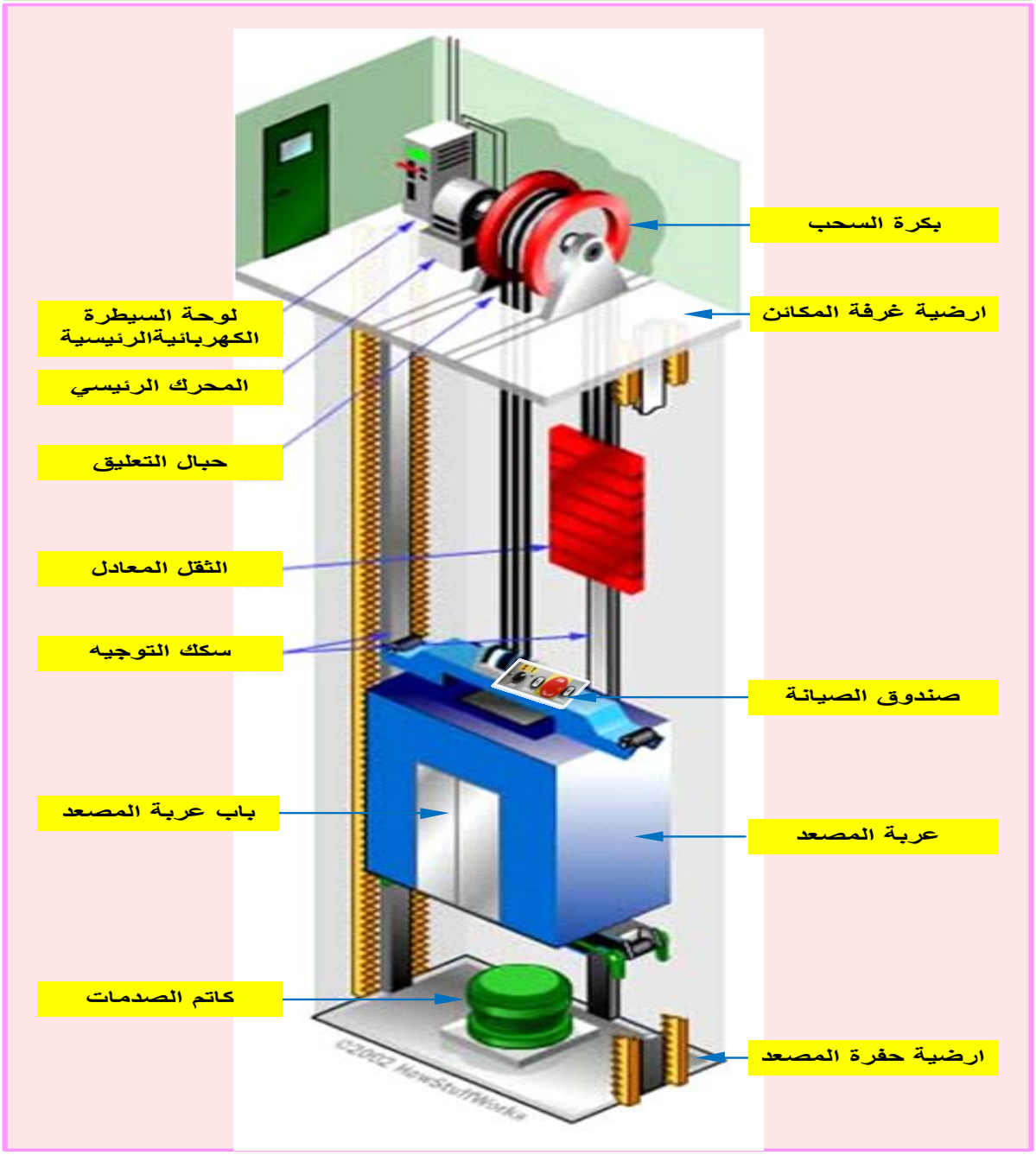
مفردات الفصل:

3-1 لوحة الصيانة.

3-2 لوحة الطلبات الداخلية ولوحات الطلبات الخارجية.

3-3 مجهز القدرة الآضطراري.

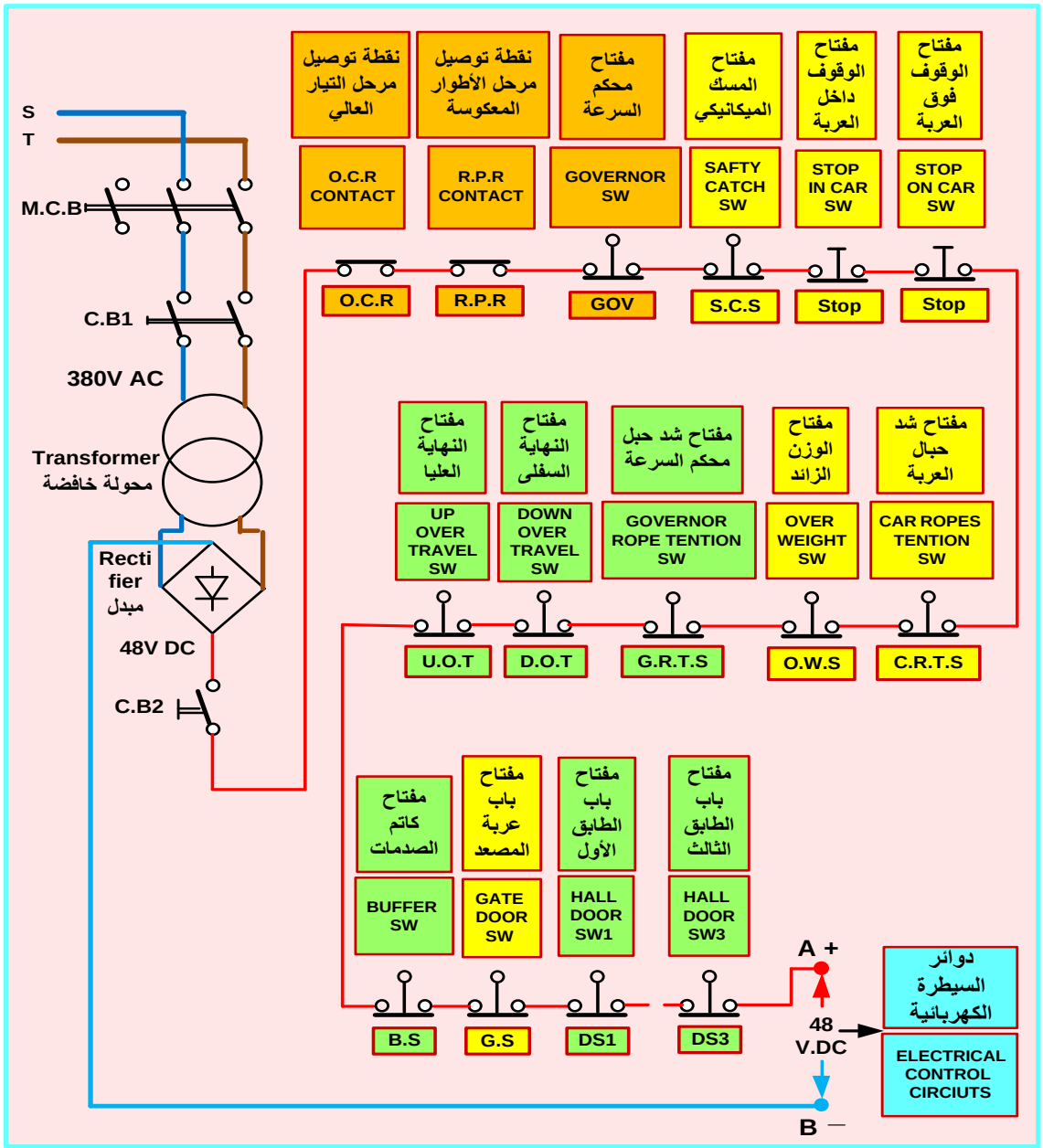
3-4 أسئلة الفصل.



1-3 لوحة الصيانة

دائرة مصدر التغذية لدوائر السيطرة الكهربائية (Power Supply Circuit):

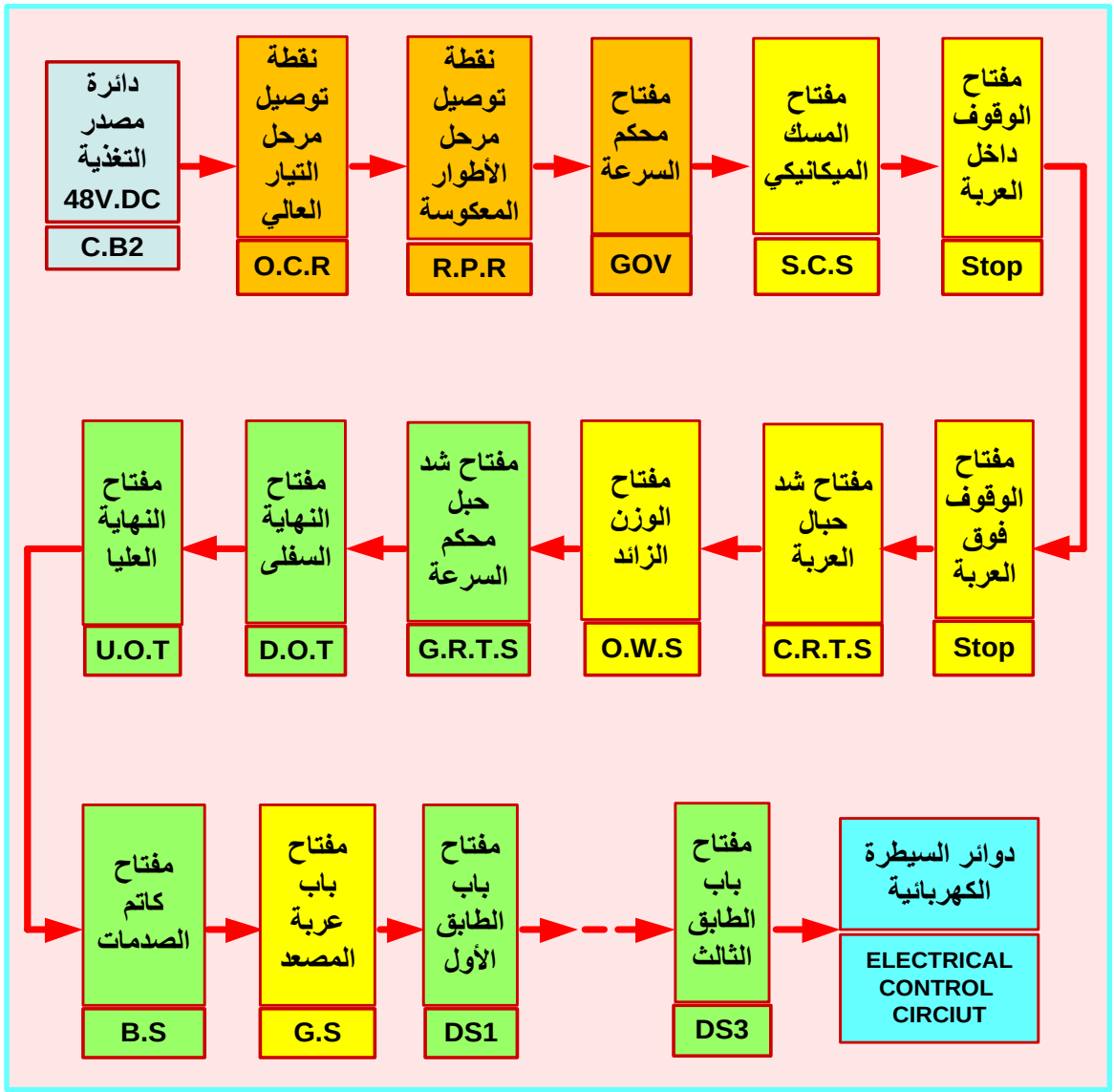
يربط قاطع دورة التغذية (C.B1) إلى قاطع دورة مصدر التيار الرئيس (M.C.B) وتتكون دائرة التغذية من محولة خافضة تحول فولتية المصدر من (380V) إلى (48V) ومبدل قنطري يحول التيار المتناوب (A.C) إلى تيار مستمر (D.C) الذي يربط طرفه الموجب لقاطع الدورة (C.B2) الذي يغذي دائرة الأمان والتي بدورها تغذي دوائر السيطرة الكهربائية كما مبين في الشكل (3-1).



شكل 3 - 1 دائرة الأمان

دائرة الأمان (Safety Circuit) :

تربط دائرة الأمان إلى قاطع دورة مصدر التغذية (C.B2) وتتكون من أجهزة ومفاتيح الأمان للمصعد الكهربائي وتربط بشكل سلسلة على التوالي وان أي خلل في التوصيل يؤدي إلى إيقاف المصعد عن العمل ومن غير الممكن بدء أي حركة للمصعد في حالة وجود قطع في دائرة الأمان لأن دائرة الأمان هي التي توصل تيار التغذية إلى دوائر السيطرة الكهربائية في بورد السيطرة الرئيس (Electrical control Circuit) والتي تعمل بجهد (48V-D.C). لذلك يجب على فريق الصيانة أن يتأكد من عمل هذه الدائرة بشكل دوري ومعايرة جميع الأجهزة والمفاتيح التي تدخل في دائرة الأمان، وتتكون دائرة الأمان من الأجزاء التالية كما مبين في الشكل (1-3) وفي المخطط التوضيحي شكل (2-3).



شكل 3 - 2 مخطط توضيحي لدائرة الأمان

1- مُرَحِّل التيار العالى (Over Current Relay) :

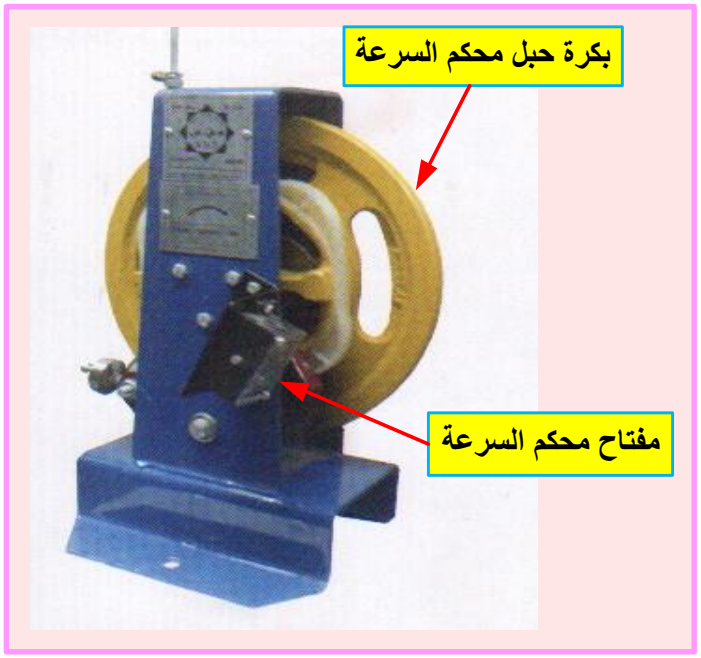
يُعَدُّ مُرَحِّل التيار العالي (O.C.R) من أجهزة حماية المحرك الرئيس من التلف في حالة زيادة الحمل على المحرك، ويربط هذا الجهاز في دائرة القدرة الكهربائية مع الأطوار الثلاثة الرئيسة للمصدر (R,S,T) ويركب في بورد السيطرة الرئيس. فعند زيادة التيار المار بملفات المحرك فأن هذا الجهاز يتحسس تلك الزيادة ويؤدي إلى عدم توصيل نقطة التوصيل (O.C.R. Contact) المربوطة في دائرة الأمان فيتوقف المصعد عن الآشتغال.

2- مُرَحِّل الأطوار المعكوسة (Reverse Phase Relay) :

وهو من أجهزة الحماية المهمة للمصعد الكهربائي, ويربط هذا الجهاز (R.P.R) في دائرة القدرة الكهربائية مع الأطوار الثلاثة الرئيس للمصدر (R,S,T), وبما أن المحرك المتناوب الثلاثي الأطوار يدور بالاتجاه المعاكس عند تغيير طورين احدهما مكان الآخر من الأطوار الثلاثة يتم تضبيط آتجاه دوران المحرك بآتجاه الصعود وبآتجاه النزول. لكن عند تغيير طورين من الأطوار الثلاثة (R,S,T) ولنفرض بأن عربة المصعد متوقفة في الطابق الأرضي وهناك طلب إلى الطابق الأعلى فالمحرك سيدور بآتجاه النزول بدلا من آتجاه الصعود فيؤدي إلى ضرر عربة المصعد والأشخاص الركاب، ولتجنب حدوث ذلك لكي لا يشتغل المصعد يربط مُرَحِّل الأطوار المعكوسة (R.P.R) إلى الأطوار الثلاثة للمصدر الرئيس و تربط نقطة التوصيل (R.P.R. Contact) إلى دائرة الأمان.

3- مفتاح مُحَكّم السرعة (Speed Governor SW) :

يثبت هذا المفتاح (GOV.SW) مع جهاز مُحَكّم السرعة الموجود في غرفة الماكينات فعندما تزداد سرعة عربة المصعد عن الحد المقرر فأن هذا الجهاز سيؤدي إلى دفع عتلة المفتاح الذي يؤدي إلى عدم توصيل نقطة توصيل مفتاح مُحَكّم السرعة (GOV.SW) المربوطة بالتوالي مع دائرة الأمان وايقاف آشتغال المصعد وكما مبين في الشكل (3-3).



شكل 3 - 3 جهاز مُحَكّم السرعة

4 - مفتاح المسك الميكانيكى (Safety Catch SW) :

يركب جهاز المسك الميكانيكي (S.C.S) إما فوق عربة المصعد أو في أسفل عربة المصعد (أسفل أرضية عربة المصعد) ويعمل هذا الجهاز في حالة آتجاه النزول فقط عندما تزداد سرعة عربة المصعد عن الحد المقرر لجهاز مُحَكّم السرعة لسبب زيادة الوزن أو زيادة سرعة المحرك الرئيس أو السقوط الحر لعربة المصعد, وحصول المسك الميكانيكي لعربة المصعد سيؤدي إلى دفع ذراع مفتاح المسك الميكانيكي الذي يؤدي إلى عدم توصيل نقطة توصيل هذا المفتاح (S.C.S) المربوطة بالتوالي مع دائرة الأمان وإيقاف آشتغال المصعد, ويُعَد هذا الجهاز مهماً جداً لسلامة الأشخاص داخل عربة المصعد الكهربائي.

5- مفتاح الوقوف داخل العربة (Stop In Car SW) :

يركب هذا المفتاح (Stop) في لوحة الآشتغال داخل عربة المصعد ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان. فعندما يضغط على كبسة مفتاح الوقوف الآضطراري يؤدي إلى عدم توصيل نقطة توصيل هذا المفتاح (Stop) وقطع سلسلة دائرة الأمان وتوقف عمل المصعد الكهربائي.

6- مفتاح الوقوف فوق العربة (Stop On Car SW) :

يركب هذا المفتاح (Stop) في لوحة الصيانة فوق عربة المصعد ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان ويحتوي هذا المفتاح على نقطتين إحداهما تربط ضمن سلسلة دائرة الأمان والنقطة الأخرى تربط بالتوالي مع مفتاح الآشتغال في لوحة الصيانة فوق عربة المصعد. فعندما يضغط على مفتاح الوقوف يؤدي إلى عدم توصيل نقطة توصيل هذا المفتاح (Stop) وقطع سلسلة دائرة الأمان وتوقف عمل المصعد الكهربائي لسلامة عامل المصعد.

7- مفتاح شد حبال عربة المصعد (Car Rope Tention SW) :

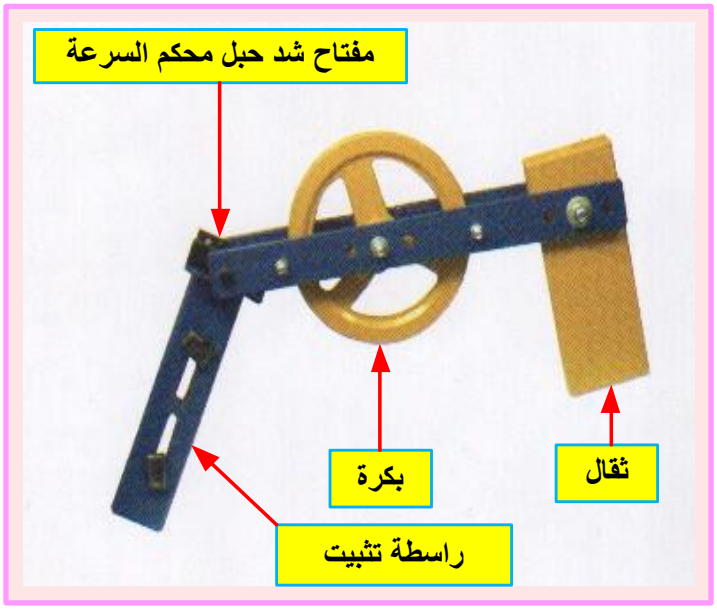
يركب هذا المفتاح (C.R.T.S) أسفل قاعدة تثبيت الحبال فوق عربة المصعد ويربط بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة آرتخاء أي حبل من حبال المصعد يؤدي إلى دفع عتلة شد الحبال التي بدورها تضغط على ذراع المفتاح مما يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (C.R.T.S) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد.

8- مفتاح زيادة الوزن (Over Weight SW) :

يركب هذا المفتاح (O.W.S) أسفل أرضية عربة المصعد ويربط بالتوالي مع دائرة الأمان وعند زيادة الوزن داخل عربة المصعد (زيادة عدد الأشخاص) أو الحمولة الزائدة عن الحد المقرر لسعة حمولة المصعد سوف تنزل أرضية عربة المصعد وتضغط على ذراع المفتاح مما يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (O.W.S) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد.

9- مفتاح شد حبل مُحَكّم السرعة (Governor Rope Tension SW) :

يركب هذا المفتاح (G.R.T.S) أسفل بكرة شد حبل مُحَكّم السرعة في حفرة شفت المصعد ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة آرتخاء الحبل يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد وكما مبين في الشكل (3-4).



شكل 3 ـ 4 بكرة شد حبل محكم السرعة

10- مفتاح النهاية السفلى (D.O.T) :

يركب هذا المفتاح (D.O.T) في النهاية السفلى لنزول عربة المصعد أي في حفرة شفت المصعد ويربط بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة نزول عربة المصعد عن مستوى الوقوف للطابق الأرضي بمسافة معينة يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (D.O.T) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد.

11- مفتاح النهاية العليا (U.O.T) :

يركب هذا المفتاح (U.O.T) في النهاية العليا لصعود عربة المصعد أي في نهاية شفت المصعد ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة صعود عربة المصعد عن مستوى الوقوف للطابق الأخير بمسافة معينة يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (U.O.T) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد.

12- مفتاح كاتم الصدمات (B.S) :

يركب هذا المفتاح (B.S) في الجزء الثابت (أسطوانة الزيت) لكاتم الصدمات المثبت في حفرة شفت المصعد ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة نزول عربة المصعد عن مستوى الوقوف للطابق الأرضي وتجاوز مفتاح النهاية السفلى فإن العربة ستصدم بكاتم الصدمات مما يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (B.S) و بالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد وكما مبين في الشكل (3-5).



شكل 3 - 5 جهاز كاتم الصدمات

13- مفتاح باب عربة المصعد (G.S) :

يسمى مفتاح الباب الداخلية يركب هذا المفتاح (G.S) في ماكينة تشغيل باب عربة المصعد ويغلق هذا المفتاح عندما تكون باب عربة المصعد مغلقة بالكامل ويربط هذا المفتاح بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة عدم آكتمال غلق الباب يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (G.S) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد, وذلك للحفاظ على سلامة الأشخاص الموجودين داخل عربة المصعد الكهربائي.

14- مفاتيح أبواب الصالة (D.S) :

يسمى مفتاح قفل الباب الخارجي وهو عبارة عن قفل ميكانيكي يحتوي على مفتاح كهربائي ويركب هذا المفتاح (D.S) في باب كل طابق من طوابق المصعد ويغلق عندما يكون باب الطابق مغلقاً بالكامل وتربط مفاتيح كل الطوابق (DS1, DS2, DS3) بالتوالي وتربط هذه المفاتيح أيضا بالتوالي مع دائرة الأمان وفي حالة عدم اكتمال غلق باب أي طابق يؤدي إلى عدم توصيل المفتاح (D.S) وبالتالي عدم توصيل دائرة الأمان وعدم آشتغال المصعد.

محتويات لوحة الصيانة:

تركب لوحة الصيانة فوق عربة المصعد وتسمى (لوحة تشغيل المصعد يدوياً) وتستخدم أثناء عملية صيانة المصعد وكذلك عند تصليح المصعد في حالة عطل المصعد الكهربائي وكذلك عند فحص مفاتيح دائرة الأمان ومعاينة حركة عربة المصعد والثقل المعادل والأجزاء الرئيسة الأخرى والأبواب الخارجية وكل ما يتعلق بمعايير السلامة المهنية حفاظا على سلامة الناس وتحتوي هذه اللوحة على المفاتيح الآتية كما مبين في الشكل (3 - 6) :



شكل 3 - 6 الأجزاء الرئيسة لصندوق الصيانة

1 - مفتاح الإنارة فوق العربة (Light)

يتم تحويل المفتاح من وضع (OFF) إلى (ON) أثناء عملية الصيانة وذلك لغرض الإنارة فوق عربة المصعد أثناء عملية تصليح عطل المصعد أو صيانة وفحص المصعد الكهربائي.

2 -مفتاح الوقوف (STOP)

يسمى مفتاح الوقوف الآضطراري فوق عربة المصعد الكهربائي حيث يتم تحويل المفتاح من وضع (ON) إلى (OFF) أثناء الوقوف الآضطراري أو أثناء إجراء عملية الصيانة أوالتصليح وذلك من أجل سلامة عامل الصيانة وبعد أكمال أعمال الصيانة يتم إعادة المفتاح إلى حالة (ON) كما مبين في الشكل (3-7).

3 - مفتاح الآشتغال (Operation switch) ويسمى أيضاً حسب الشركات المصنعة:

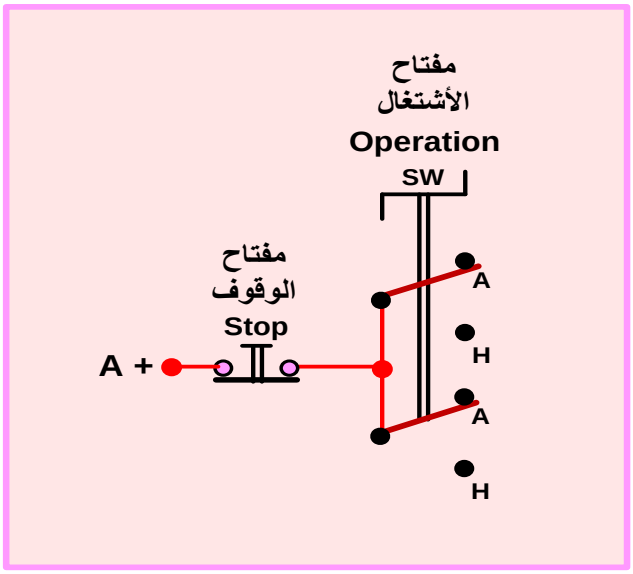
- **مفتاح اليدوي (Hand – Switch)**
- **مفتاح الصيانة (Maintenance – Switch)**
- **مفتاح الفحص (Inspection – Switch)**
- **مفتاح الخدمة (Service – Switch)**
- **مفتاح المعاينة (Revision – Switch)**

يكون وضع مفتاح الآشتغال في احد الحالتين:

حيث يتم تحويل المفتاح من الأوتوماتك (AUTO) أو الآعتيادي (NORMAL) إلى اليدوي (HAND) أي من نقطة التوصيل (A) إلى نقطة التوصيل (H) أو بالعكس.

1- حالة الآشتغال الأوتوماتكي:

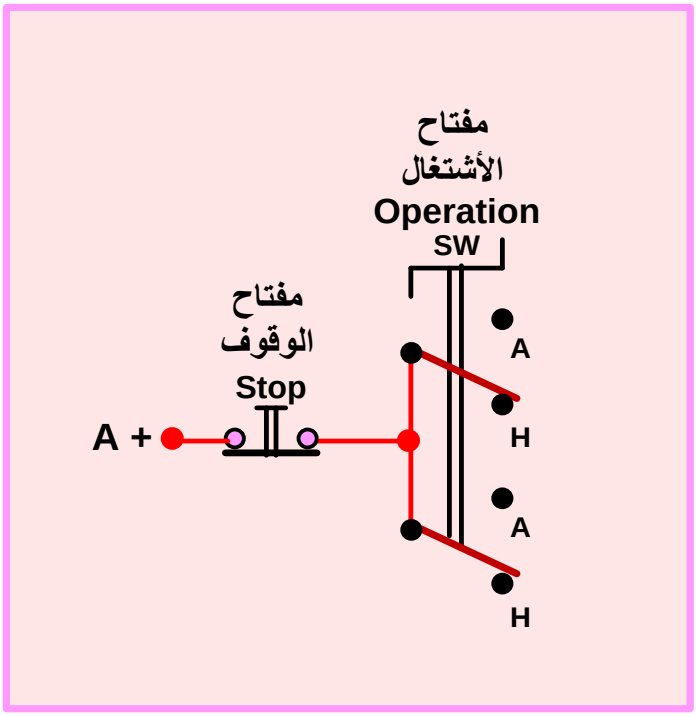
يكون وضع المفتاح في حالة الأوتوماتك عند التشغيل الآعتيادي (A) حيث يوصل تيار المصدر من النقطة (A+) إلى النقطة (A) التي تغذي دائرة الطلبات أي أن المصعد يعمل على ضوء الطلبات الداخلية والخارجية أوتوماتيكيا كما مبين في الشكل (3-7) التي سندرسها بالتفصيل لاحقاً.



شكل 3-7 مفتاح الوقوف ومفتاح الآشتغال في حالة الاوتوماتيك

2- حالة الآشتغال اليدوي:

وهنا يكون وضع المفتاح في حالة اليدوي (H) حيث يوصل تيار المصدر من النقطة (A+) إلى النقطة (H) التي تغذي كبستي الصعود (PB.UP) والنزول (PB.DOWN) كما مبين في الشكل (3-8). وهناك بعض الشركات تضع مفتاح الآشتغال في بورد السيطرة الرئيس في غرفة الماكينات أو في لوحة الآشتغال داخل عربة المصعد بالإضافة إلى صندوق الصيانة فوق عربة المصعد.



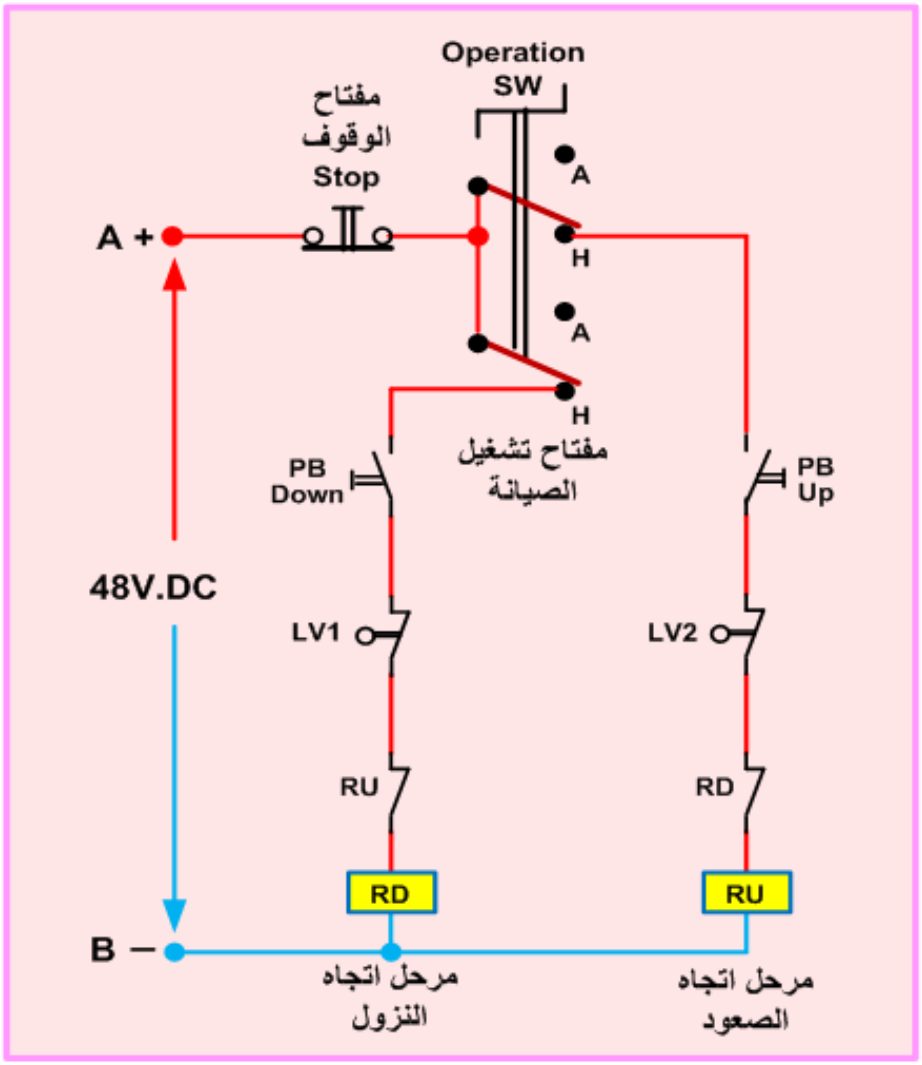
شكل 3-8 مفتاح الوقوف ومفتاح الاشتغال فى حالة

4 - كبسة الصعود (PB.UP)

عندما يضغط على كبسة الصعود (UP) سيؤدي إلى آشتغال المحرك الرئيس وبذلك ستتحرك عربة المصعد بآتجاه الصعود وعند رفع الضغط عن كبسة الصعود (UP) تتوقف العربة عن الحركة كما مبين في الشكل (3-9).

5 - كبسة النزول (PB.DOWN)

عندما يضغط على كبسة النزول (DOWN) سيؤدي إلى آشتغال المحرك الرئيس وبذلك ستتحرك عربة المصعد بآتجاه النزول وعند رفع الضغط عن كبسة النزول (DOWN) تتوقف العربة عن الحركة كما مبين في الشكل (3-9).



شكل 3-9 دائرة الآشتغال اليدوي (الصيانة)

دائرة سيطرة آشتغال المصعد يدوياً (حالة الصيانة) (Maintenance – HAND):

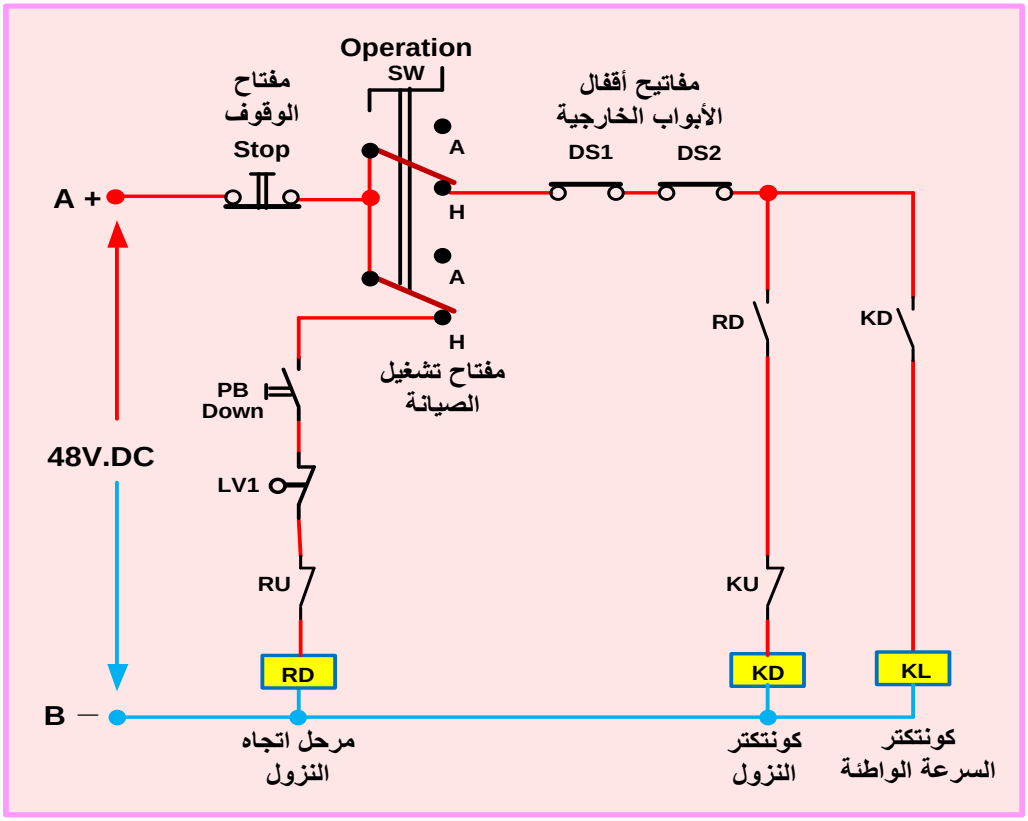
يتم تحويل مفتاح الآشتغال (Operation SW) من حالة الآعتيادي إلى حالة الصيانة, وهناك حالتان لآشتغال المصعد يدويا كما مبين في الشكل (3-9).

حالة النزول (DOWN):

إن آشتغال المصعد في حالة الصيانة بآتجاه النزول مبين في الشكل (3-10).

1 – دائرة مُرَحِّل آتجاه النزول:

في حالة الضغط على كبسة النزول (DOWN) فإن التيار الكهربائي سيمر من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H) ثم يمر التيار خلال الكبسة (DOWN) ثم خلال مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) ثم إلى ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه النزول (RD)، كما مبين في الشكل (3 - 10).



شكل 3 -10 دائرة الآشتغال اليدوي (الصيانة)

2– دائرة موصل هوائي (كونتكتر) النزول الرئيس :

إن آشتغال مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H) ثم يمر التيار خلال مفاتيح أقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً للمُرَحِّل (RD) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لموصل هوائي الصعود الرئيس (KU) ثم إلى ملف موصل هوائي النزول الرئيس (KD) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل موصل هوائي النزول الرئيس (KD) كما مبين في الشكل (3 - 10).

3- دائرة موصل هوائي (كونتكتر) السرعة الواطئة:

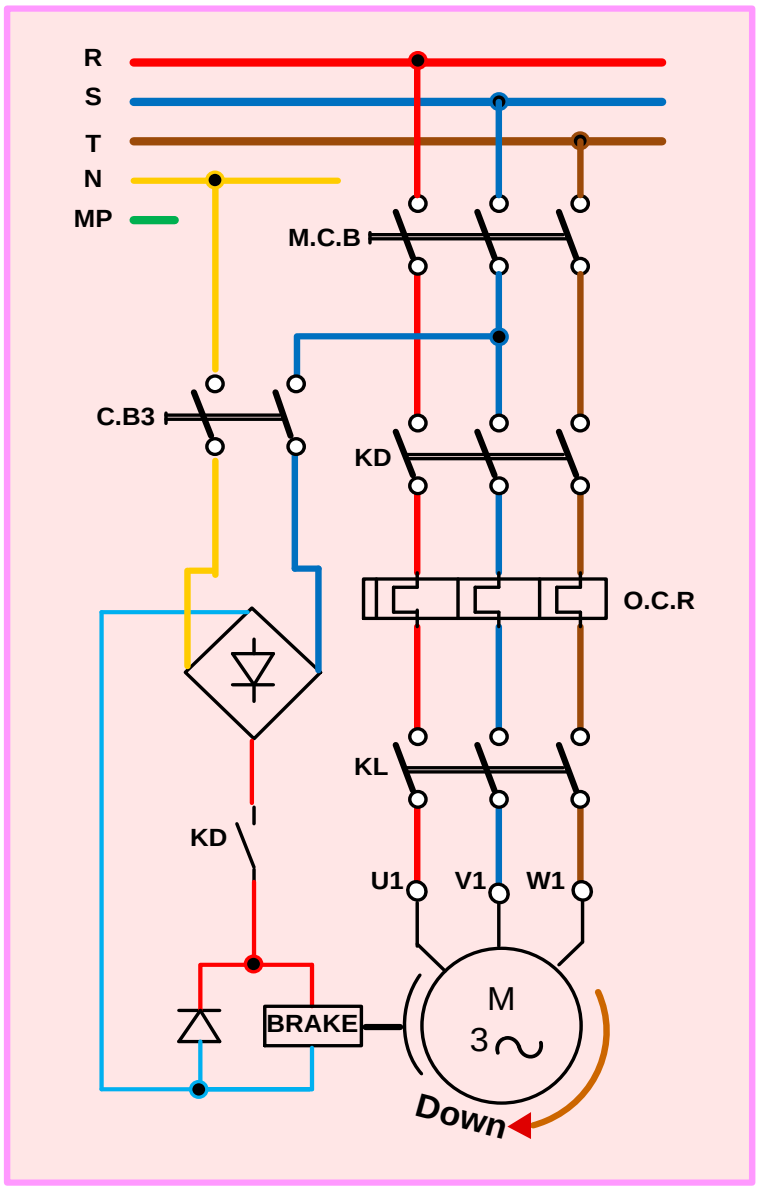
إن آشتغال موصل هوائي النزول الرئيس (KD) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H) ثم يمر التيار خلال مفاتيح أقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لموصل هوائي النزول الرئيس (KD) ثم إلى ملف موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3 - 10).

4 – دائرة المحرك الرئيس :

إن آشتغال موصل هوائي النزول الرئيس (KD) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى آشتغال محرك المصعد, حيث يمر تيار المصدر الرئيس (R,S,T) خلال قاطع الدورة الرئيس (M.C.B) ثم خلال نقاط توصيل موصل هوائي النزول الرئيس (KD) ثم خلال مُرَحِّل التيار العالي (O.C.R) ثم خلال نقاط توصيل موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) حتى يصل تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات السرعة الواطئة للمحرك (U1,V1,W1) بالتتابع, وآشتغال محرك المصعد. وبنفس اللحظة آشتغال الكابح حيث يجهز المصدر الرئيس (S,N) بفولتية (220V) قاطع الدورة (C.B3) الذي بدوره يغذي المبدل القنطري الذي يقوم بتحويل تيار المصدر المتناوب (A.C) إلى تيار مستمر (D.C) والذي يمر خلال نقطة توصيل موصل هوائي النزول الرئيس (KD) ثم إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) حتى النقطة السالبة فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه آلنزول وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-11).

5 – دائرة الوقوف:

عند رفع الضغط عن كبسة النزول (DOWN) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) فيسقط المُرَحِّل (RD), ويؤدي بدوره إلى سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD) والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3 - 10), وإن سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح فيتوقف المحرك الرئيس للمصعد الكهربائي عن الدوران ووقوف عربة المصعد كما مبين في الشكل (3-11).



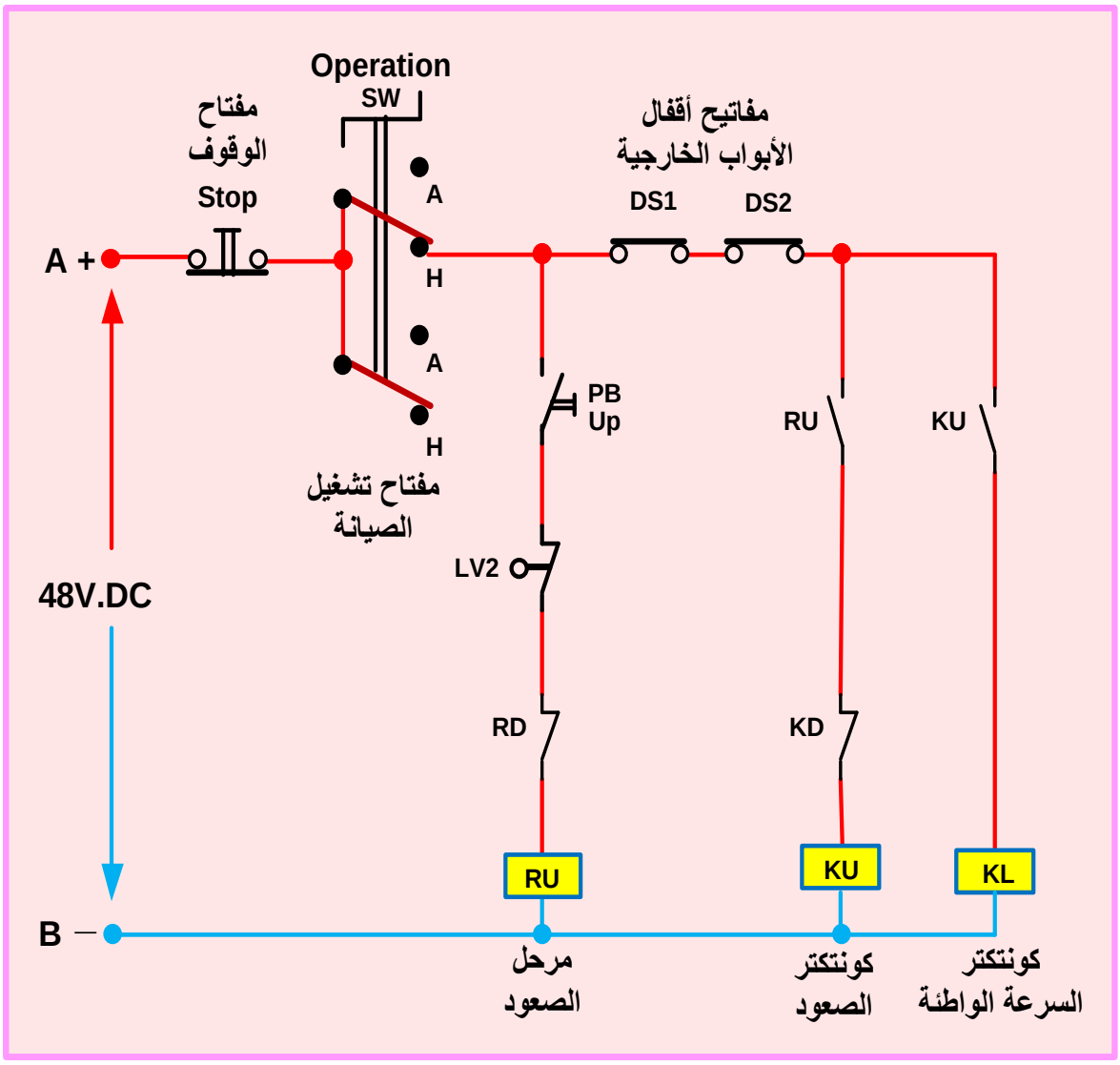
شكل 3 - 11 دائرة اشتغال المحرك الرئيس بآتجاه النزول

حالة الصعود (UP):

إن آشتغال المصعد في حالة الصيانة بآتجاه الصعود كما مبين في الشكل (3-12).

1 – دائرة مُرَحِّل آتجاه الصعود:

في حالة الضغط على كبسة الصعود (UP) فإن التيار الكهربائي سيمر من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H) ثم يمر التيار خلال الكبسة (UP) ثم خلال مفتاح وقوف الطابق الثالث (LV2) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) ثم إلى ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B–) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) كما مبين في الشكل (3-12).



شكل 3-12 دائرة الاشتغال اليدوي (الصيانة) باتجاه الصعود

2 – دائرة موصل هوائي (كونتكتر) الصعود الرئيس :

إن آشتغال مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H) ثم يمر التيار خلال مفاتيح أقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً للمُرَحِّل (RU) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لموصل هوائي النزول الرئيس (KD) ثم إلى ملف موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) كما مبين في الشكل (3-12).

3- دائرة موصل هوائي (كونتكتر) السرعة الواطئة:

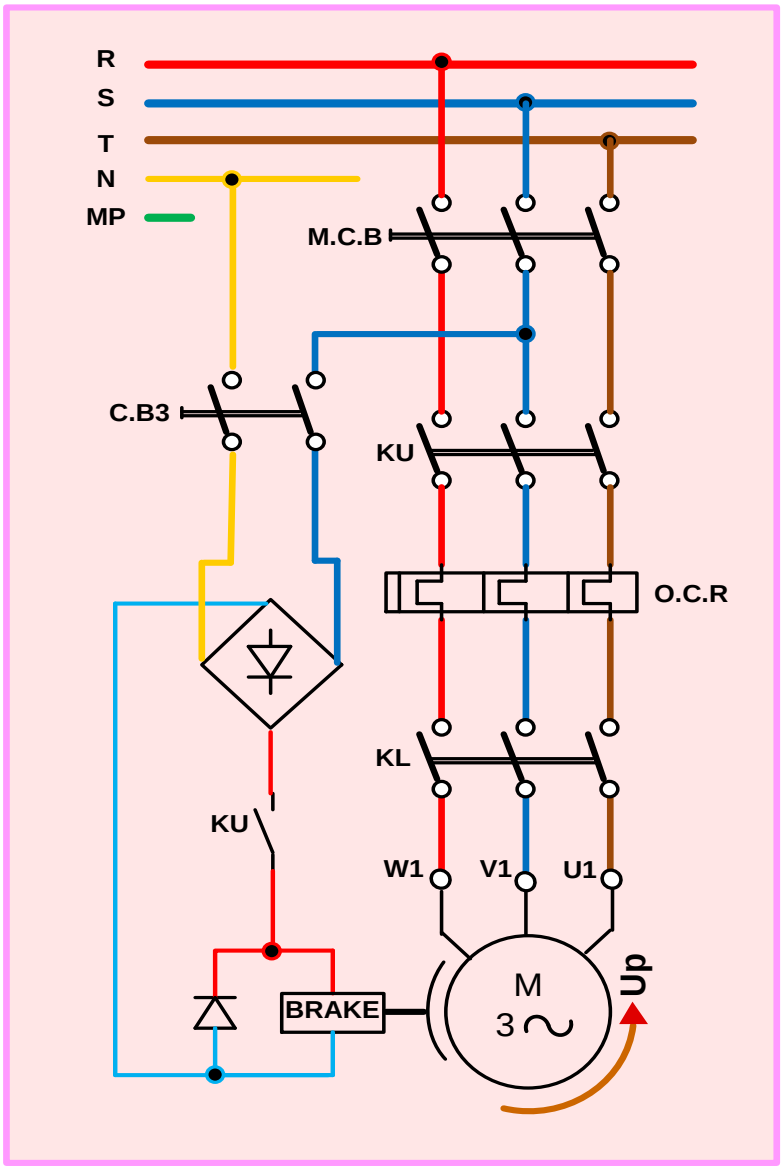
إن آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (STOP) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation SW) حتى يصل التيار إلى نقطة (H), ثم يمر التيار خلال مفاتيح أقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لموصل هوائي الصعود الرئيس (KU) ثم إلى ملف موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-12).

4– دائرة المحرك الرئيس :

إن آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى آشتغال محرك المصعد, حيث يمر تيار المصدر الرئيس (R,S,T) خلال قاطع الدورة الرئيس (M.C.B) ثم خلال نقاط توصيل موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) ثم خلال مُرَحِّل التيار العالي (O.C.R) ثم خلال نقاط توصيل موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) حتى يصل تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات السرعة الواطئة للمحرك (W1,V1,U1) بالتتابع, وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة آشتغال الكابح حيث يمر تيار المصدر الرئيس (S,N) خلال قاطع الدورة (C.B3) ثم خلال المبدل القنطري الذي يقوم بتحويل تيار المصدر المتناوب (A.C) إلى تيار مستمر (D.C) الذي يمر خلال نقطة توصيل موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) ثم إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) حتى النقطة السالبة فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه آلنزول وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-13).

5 – دائرة الوقوف:

عند رفع الضغط عن كبسة الصعود (UP) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) فيسقط المُرَحِّل (RU), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU). والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-12), وإن سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح فيتوقف المحرك الرئيس للمصعد الكهربائي عن الدوران ووقوف عربة المصعد كما مبين في الشكل (3-13).



شكل 3-13 دائرة اشتغال المحرك الرئيسي باتجاه الصعود

2-3 لوحة الطلبات الداخلية ولوحات الطلبات الخارجية

محتويات لوحة الطلبات الداخلية:

تسمى لوحة الطلبات الداخلية (Inside Calls) أيضاً لوحة تشغيل المصعد آعتيادياً أو آلياً (Automatic) وتركب داخل عربة المصعد وتحتوي هذه اللوحة على الأجزاء التالية، كما مبين في الشكل (3 - 14):

1- مفتاح الإنارة.

2 - كبسة الجرس.

3 - مفتاح ساحبة الهواء.

4 - مفتاح الوقوف.

5 - كبسة إعادة فتح الباب.

6 - كبسة غلق الباب.

7- كبسات الطلبات الداخلية.

8 - مؤشر الطوابق.

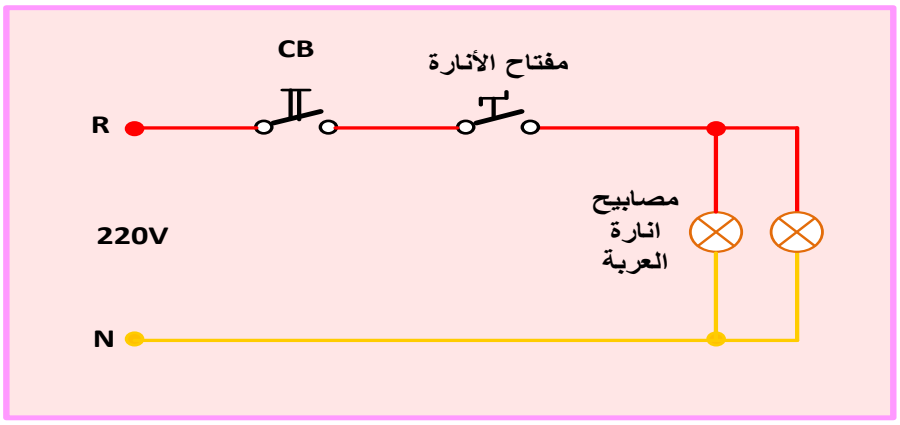
9 - حاكية



شكل 3 - 14 أجزاء لوحة الطلبات الداخلية لمصعد ستة طوابق وباب آلي

1- دائرة إنارة العربة:

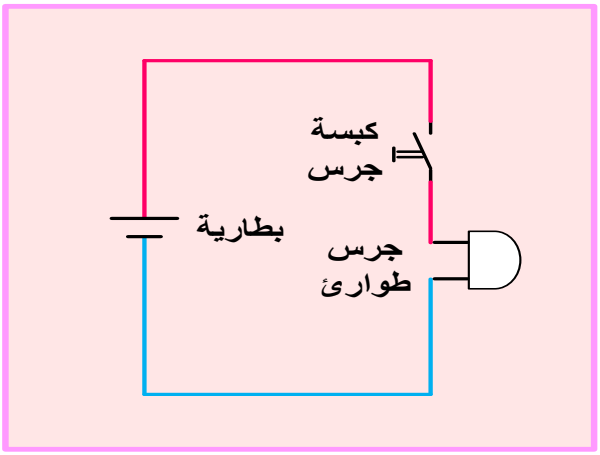
يتم تشغيل الإنارة داخل عربة المصعد من خلال مفتاح الإنارة (Light sw) الموجود في لوحة التشغيل داخل العربة المربوط بالتوالي مع قاطع الدورة (CB) كما مبين في الشكل (3 -15).



شكل 3 -15 دائرة إنارة عربة المصعد

2- دائرة جرس الطوارئ:

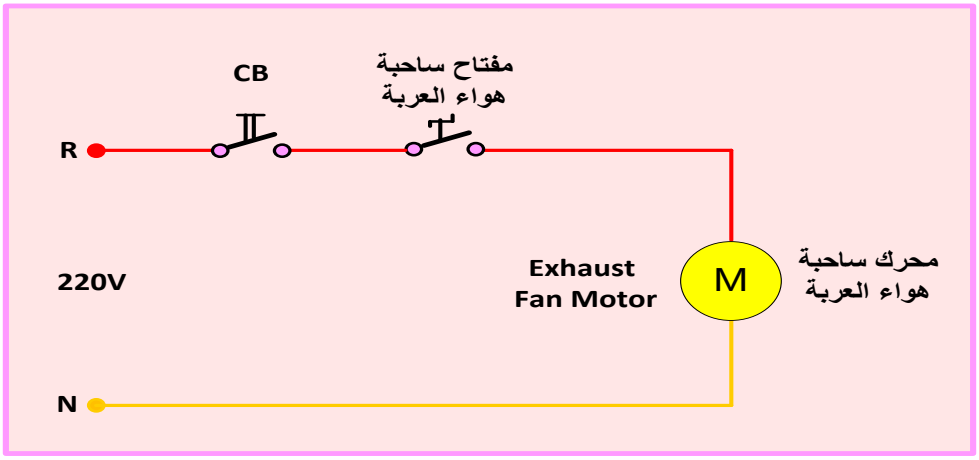
عندما يضغط على كبسة جرس الطوارئ (Alarm) الموجودة في لوحة التشغيل داخل العربة في حالة حدوث عطل طارئ في المصعد من قبل الراكب لتنبيه عمال الصيانة بحدوث عطل كما مبين في الشكل (3 -16).



شكل 3 -16 دائرة جرس الطوارئ

3- دائرة محرك ساحبة هواء العربة:

يتم تشغيل ساحبة هواء عربة المصعد من خلال مفتاح الساحبة (Fan sw) الموجود في لوحة التشغيل داخل العربة والمربوط بالتوالي مع قاطع الدورة (CB) كما مبين في الشكل (3 -17).



شكل 3 -17 دائرة محرك ساحبة هواء عربة المصعد

4-مفتاح الوقوف (STOP) :

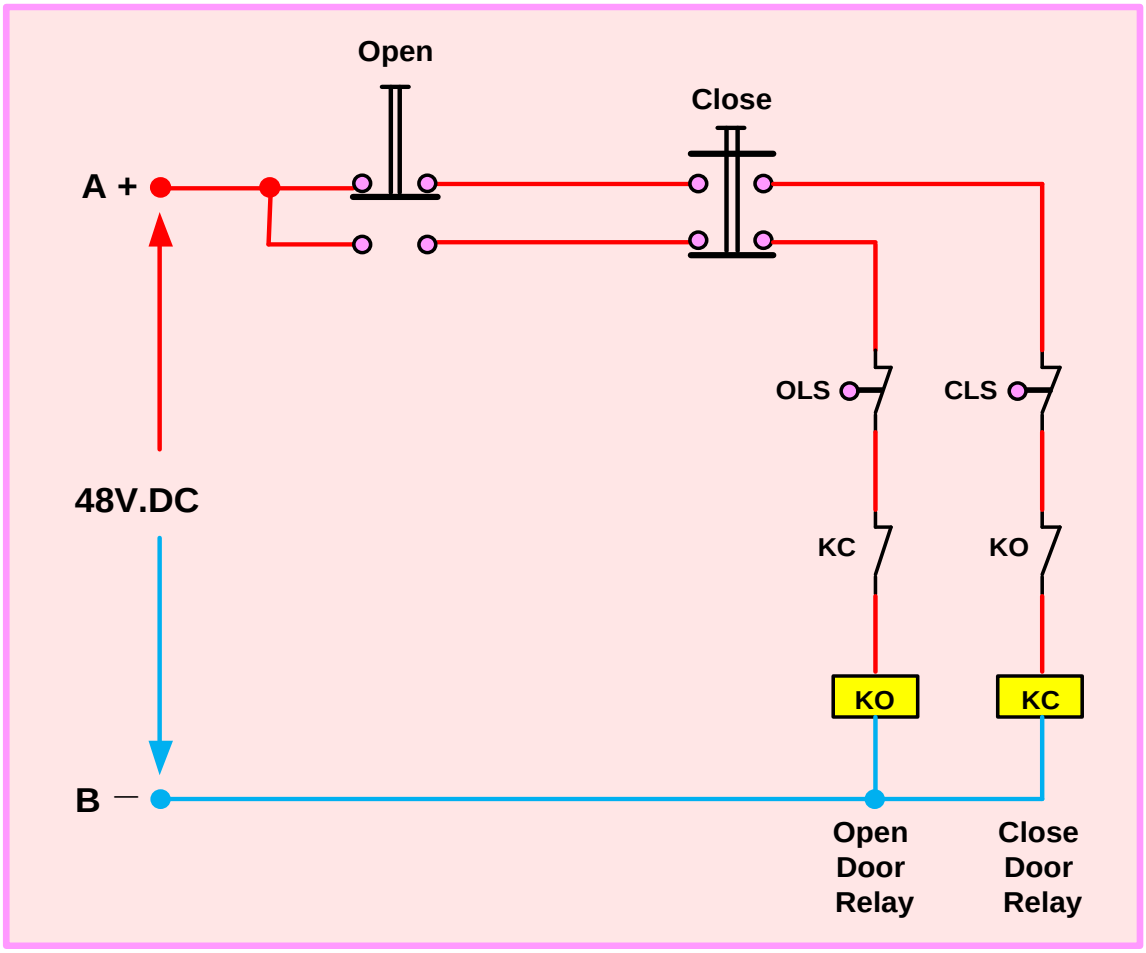
يتم الضغط على كبسة الوقوف الآضطراري (Emergency SW) من قبل الأشخاص الموجودين داخل عربة المصعد في الحالات الآضطرارية لغرض وقوف عربة المصعد عن الحركة وتربط هذه الكبسة بالتوالي مع دائرة الأمان.

5- كبسة إعادة فتح الباب (Reopen) :

عندما يضغط على كبسة فتح الباب (Open) الموجودة في لوحة الطلبات الداخلية حينما تكون الباب الداخلية لعربة المصعد نوع أوتوماتك (فتح مركزي أو فتح جانبي), فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A+) خلال كبسة الفتح (Open) ثم خلال النقطة المغلقة لكبسة الغلق (Close) ثم يمر التيار خلال مفتاح الحد الأقصى لفتح الباب (OLS) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل غلق الباب (KC) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل فتح الباب (KO) ثم إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل فتح الباب (KO) كما مبين في الشكل (3 - 18).

6- كبسة غلق الباب (Close):

عندما يضغط على كبسة غلق الباب (Close) الموجودة في لوحة الطلبات الداخلية حينما تكون الباب الداخلية لعربة المصعد نوع أوتوماتك (فتح مركزي أو فتح جانبي), فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A+) خلال النقطة المغلقة لكبسة الفتح (Open) ثم خلال كبسة الغلق (Close) ثم يمر التيار خلال مفتاح الحد الأقصى لغلق الباب (CLS) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل فتح الباب (KO) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل غلق الباب (KC) ثم إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل غلق الباب (KC) كما مبين في الشكل (3 - 18).



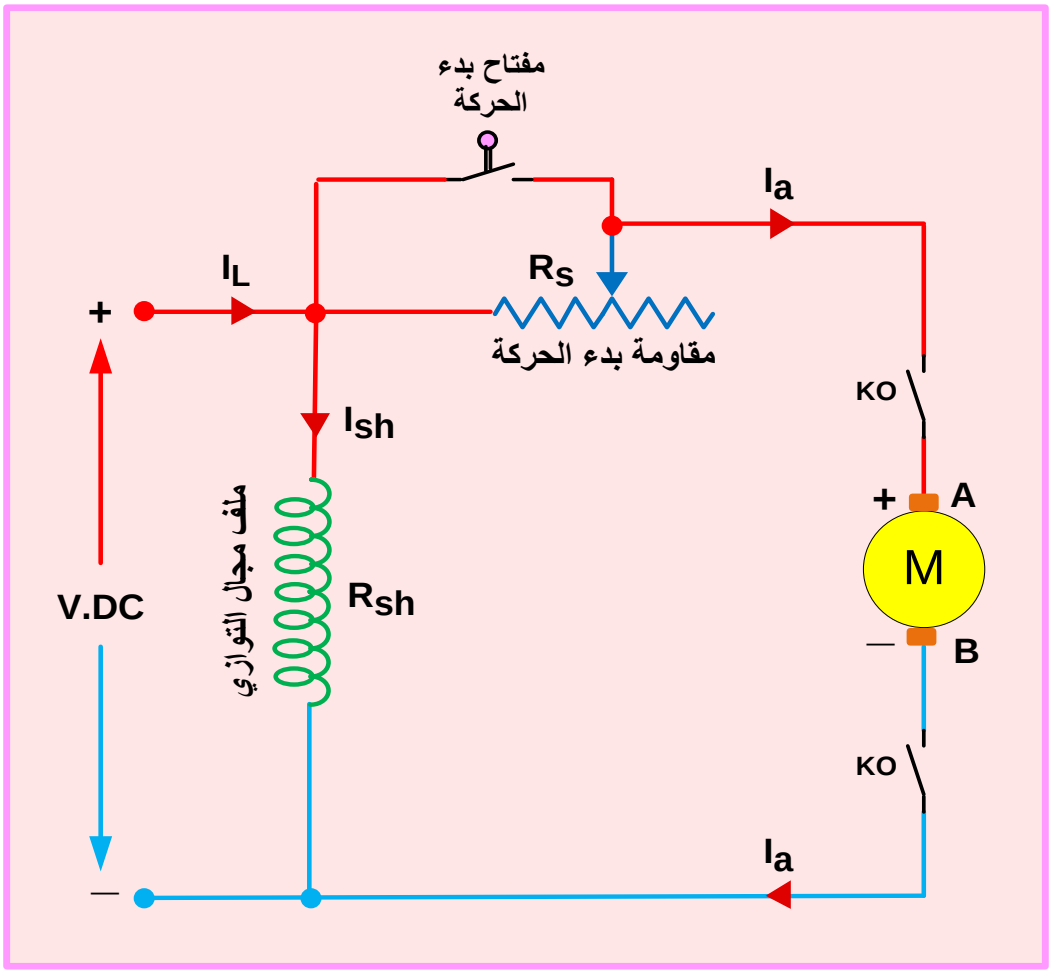
شكل 3 -18 دائرة مرحل فتح ومرَحّل غلق باب عربة المصعد

دائرة محرك الباب الداخلية لعربة المصعد (Car Door Motor Circuit):

يستخدم محرك التيار المستمر (D.C Motor) في فتح وغلق الباب الداخلية لعربة المصعد . حيث يغذى ملف الجزء الثابت لمحرك الباب مباشرة من المصدر (أي إن نوع ربط المحرك توازي) إذ يمر التيار الكهربائي (I_{sh}) من النقطة (+) ثم ملف الجزء الثابت لمحرك الباب (R_{sh}) حتى النقطة السالبة (-) فيتولد الفيض المغناطيسي في ملف الجزء الثابت (ملف مجال التوازي) لمحرك الباب ويكون آتجاهه ثابتاً. وبما أن عملية فتح الباب هي عكس عملية غلق الباب لذا فإن المحرك سيدور بآتجاه ما يؤدي إلى فتح الباب وإن دورانه بالآتجاه المعاكس سيؤدي إلى غلق الباب, ويمكن السيطرة على آتجاه دوران المحرك من خلال السيطرة على آتجاه التيار المار خلال ملف الجزء الدوار (I_a) لمحرك الباب وكما مبين في أدناه.

دائرة فتح الباب (Door Open):

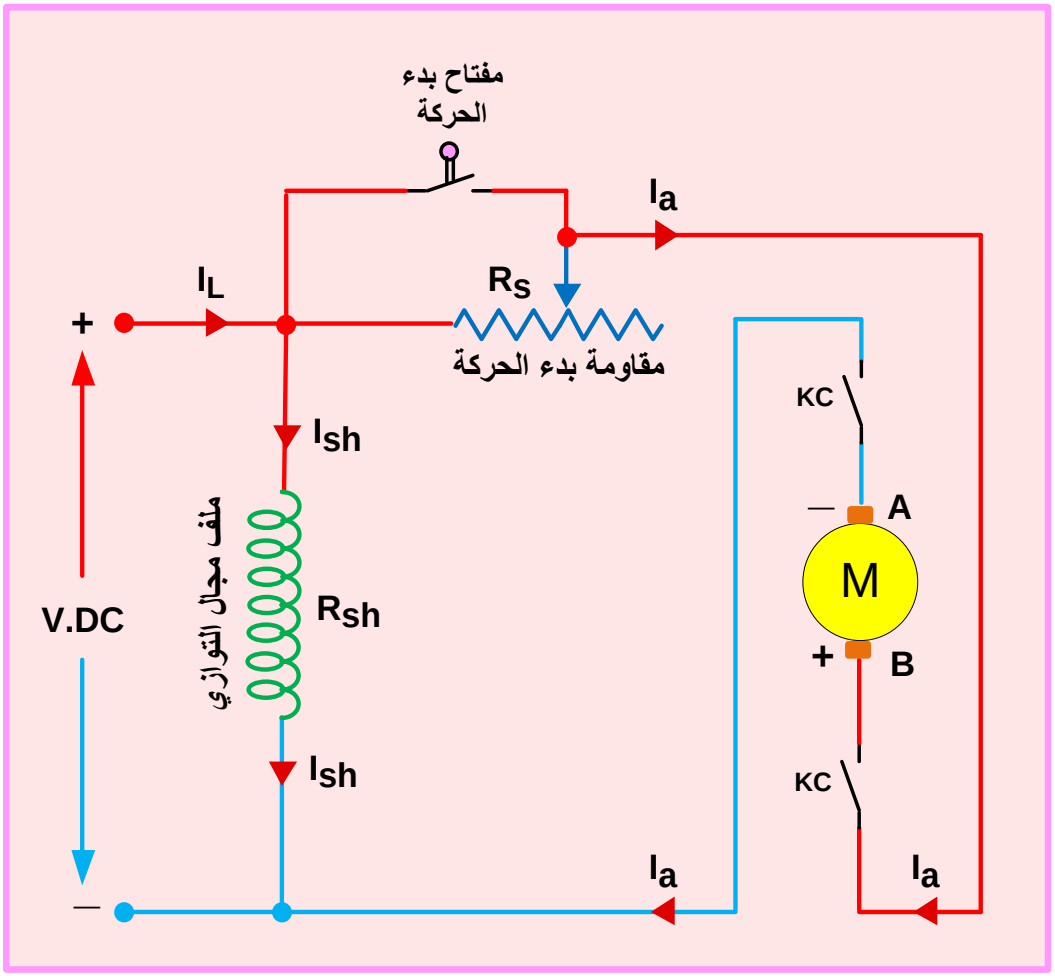
عند آشتغال مُرَحِّل فتح الباب (KO) فإن تيار الجزء الدوار (I_a) سيمر من النقطة (+) خلال مقاومة بدء الحركة (R_S) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل فتح الباب (KO) حتى يصل إلى الفحمة (A) ثم يمر التيار (I_a) خلال ملف الجزء الدوار (M) حتى يصل إلى الفحمة (B) ثم يمر التيار خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل فتح الباب (KO) حتى يصل إلى النقطة السالبة (—) فسوف يبدأ المحرك بالدوران بآتجاه الفتح ثم يغلق مفتاح بدء الحركة فيمر التيار (I_a) بالمفتاح بدلا من المقاومة (R_S) وبعد آكتمال عملية فتح الباب سيسقط مُرَحِّل الفتح (KO) والذي بدوره سيقطع تيار الجزء الدوار (I_a) عن ملف الجزء الدوار (M) عندها يتوقف المحرك عن الدوران كما مبين في الشكل (3-19).



شكل 3 -19 دائرة آشتغال محرك باب عربة المصعد بآتجاه الفتح

دائرة غلق الباب (Door Close):

عند آشتغال مُرَحِّل غلق الباب (KC) فإن تيار الجزء الدوار (I_a) سيمر من النقطة (+) خلال مقاومة بدء الحركة (R_S) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل غلق الباب (KC) حتى يصل إلى الفحمة (B) ثم يمر التيار (I_a) خلال ملف الجزء الدوار (M) حتى يصل إلى الفحمة (A) ثم يمر التيار خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل غلق الباب (KC) حتى يصل إلى النقطة السالبة (—) سوف يبدأ المحرك بالدوران باتجاه الغلق ثم يغلق مفتاح بدء الحركة فيمر التيار (I_a) بالمفتاح بدلا من المقاومة (R_S) وبعد آكتمال عملية غلق الباب سيسقط مُرَحِّل الغلق (KC) والذي بدوره سيقطع تيار الجزء الدوار (I_a) عن ملف الجزء الدوار (M) عندها يتوقف المحرك عن الدوران كما مبين في الشكل (3 - 20).



شكل 3 - 20 دائرة آشتغال محرك باب عربة المصعد بآتجاه الغلق

7-كبسات الطلبات الداخلية (Inside Calls) :

تسمى كبسات الطلبات الداخلية (Inside Calls) أيضا كبسات العربة (Car Calls) ويكون عددها بعدد طوابق المصعد كما مبين في الشكل (3 - 21) ويرمز لها مثلا لمصعد ثلاثة طوابق:

1 - كبسة طلب الطابق الأول (PBC1) ويرمز لها رقم (1).

2 - كبسة طلب الطابق الثاني (PBC2) ويرمز لها رقم (2).

3 - كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) ويرمز لها رقم (3).

وهناك شركات تستخدم رموزا أخرى حسب موقع الطابق فمثلا :

1 - كبسة طلب الطابق الأرضي يرمز لها رقم (0).

2 - كبسة طلب الطابق الأرضي يرمز لها حرف (G).

3 - كبسة طلب الطابق السرداب الأول يرمز لها رقم (-1).

4 - كبسة طلب الطابق السرداب الثاني يرمز لها رقم (-2).



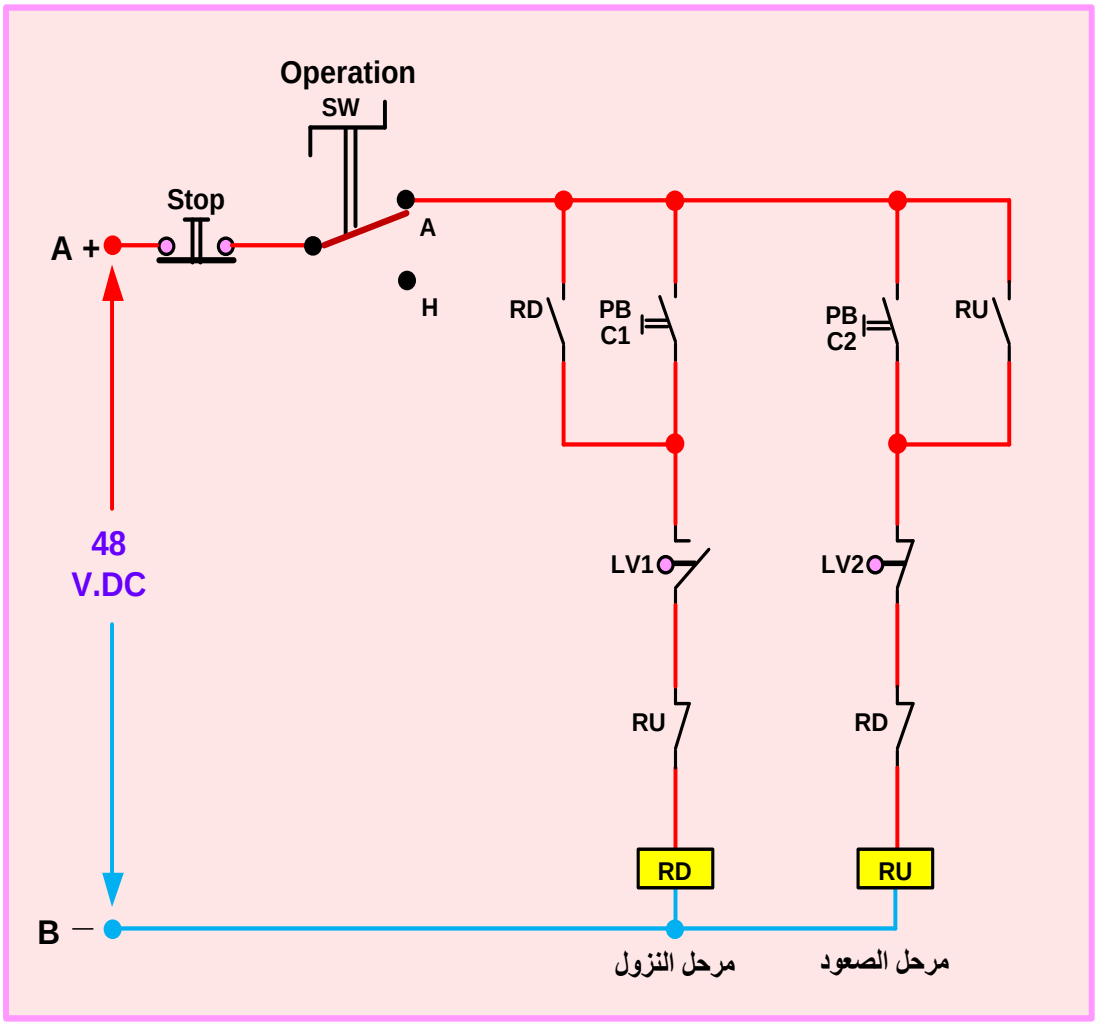
شكل 3 - 21 نماذج لوحات الطلبات الداخلية

دائرة الطلبات الداخلية (Car Calls):

عند تحويل مفتاح الآشتغال (Operation SW) من حالة الصيانة إلى حالة الأوتوماتك فإن تيار المصدر (A+) سينقطع عن النقطة (H) وسيوصل إلى النقطة (A) التي تغذي الطلبات الداخلية كما مبين في الشكل (3-22). وهناك عدة دوائر للطلبات الداخلية مختلفة بعضها عن بعض حسب آستخدام المصعد الكهربائي ونوعه، ومن هذه الدوائر :

A- دائرة بسيطة للطلبات الداخلية لمصعد طابقين:

تربط كبسة الطلب الداخلي للطابق الأول (PBC1) إلى مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) وكذلك تربط كبسة الطلب الداخلي للطابق الثاني (PBC2) إلى مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) كما مبين في الشكل (3 - 22).



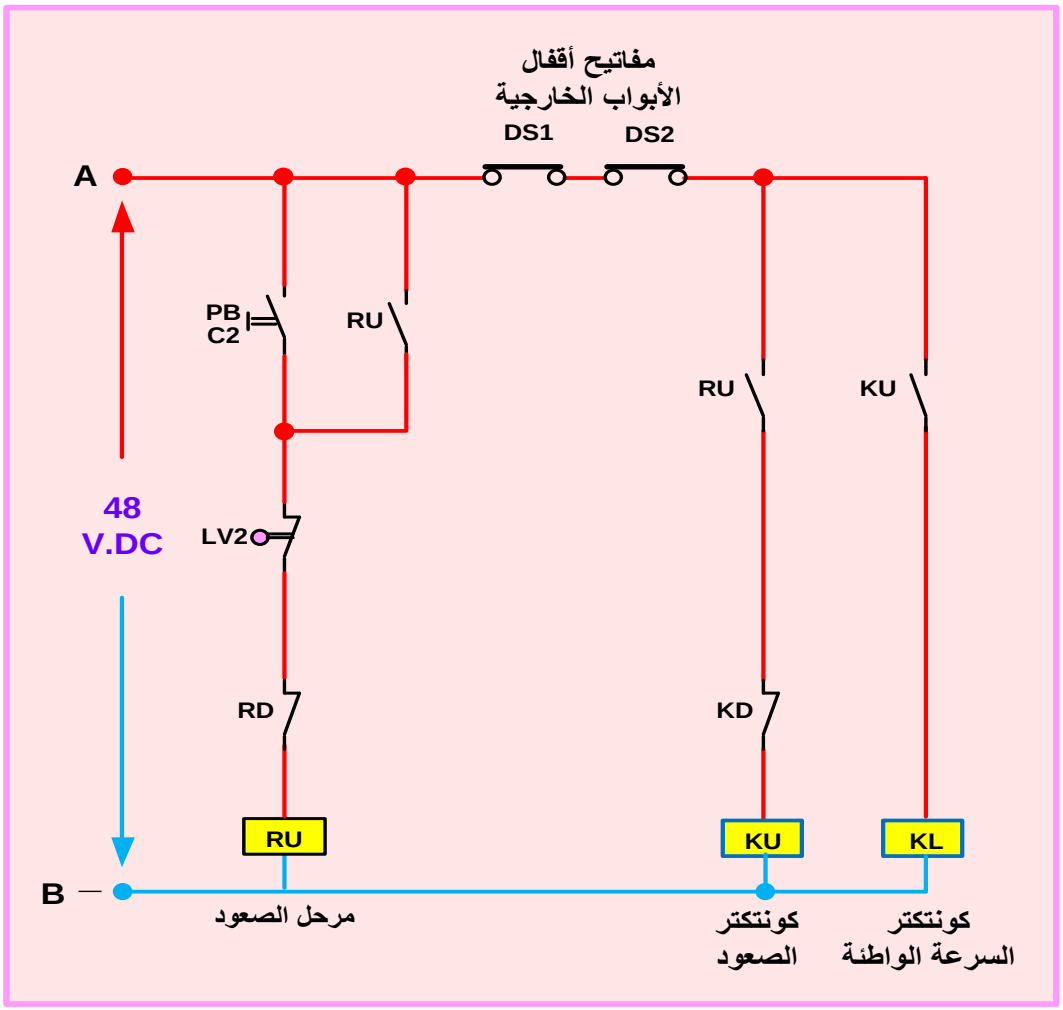
شكل 3 - 22 دائرة الطلبات الداخلية لمصعد طابقين

مثال 3-1

نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول وهناك طلب للطابق الثاني لمصعد طابقين وبسرعة واحدة (السرعة البطيئة):

1 – دائرة مُرَحِّل آتجاه الصعود:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الثاني (PBC2) فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A) خلال كبسة طلب الطابق الثاني (PBC2) وخلال مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) ثم يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU), وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل (RU) مشتغلا عن طريق نقطة التغذية الذاتية وكما مبين في الشكل (3-23).



شكل 3 - 23 دائرة آشتغال المصعد بآتجاه الصعود

2– دائرة موصل هوائي (كونتكتر) الصعود الرئيس و موصل هوائي (كونتكتر) السرعة البطيئة:

إن آشتغال المُرَحِّل (RU) سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) الذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي السرعة البطيئة (KL) كما مبين في الشكل (3-23).

3– دائرة المحرك الرئيس:

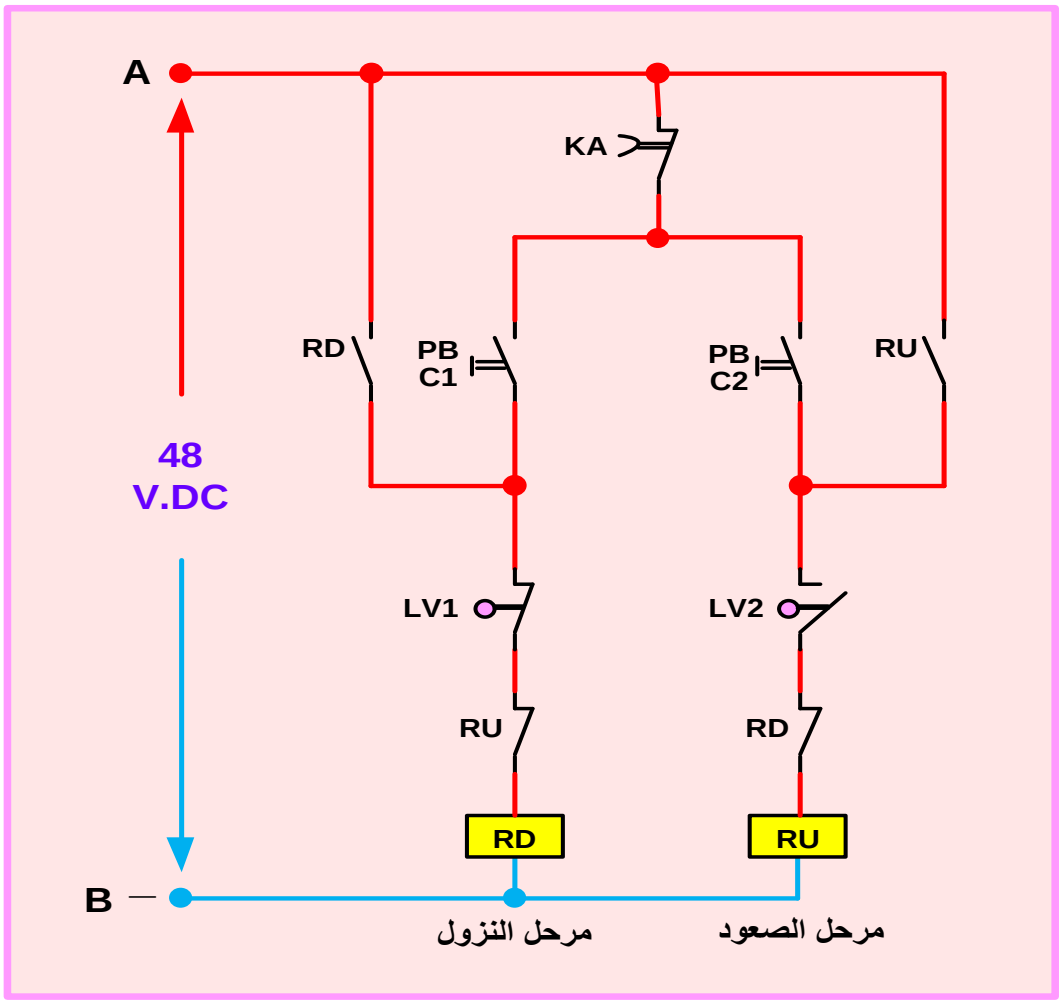
إن آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات المحرك (W1,V1,U1) بالتتابع وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة وصول تيار المصدر إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عكس عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه الصعود وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-13).

4 – دائرة الوقوف:

عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثاني فإن مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) سيصبح غير موصل وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) فيسقط المُرَحِّل (RU), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-23), وأن سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق الثاني كما مبين في الشكل (3-13).

B- دائرة بسيطة للطلبات الداخلية لمصعد طابقين تعمل بعد فترة معينة من وقوف المصعد:

تربط نقطة مغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل زمني تأخيري (KA) بالتوالي مع كبسات الطلبات الداخلية, حيث عند وقوف المصعد يبدأ المُرَحِّل الزمني (KA) بحساب الزمن ثم يسقط فتغلق نقطته المغلقة آعتيادياً وتوصل تيار المصدر من النقطة (A) إلى كبسات الطلبات الداخلية كما مبين في الشكل (3-24).



شكل 3 – 24 دائرة الطلبات الداخلية لمصعد طابقين مع المرَحّل الزمني

مثال 3-2

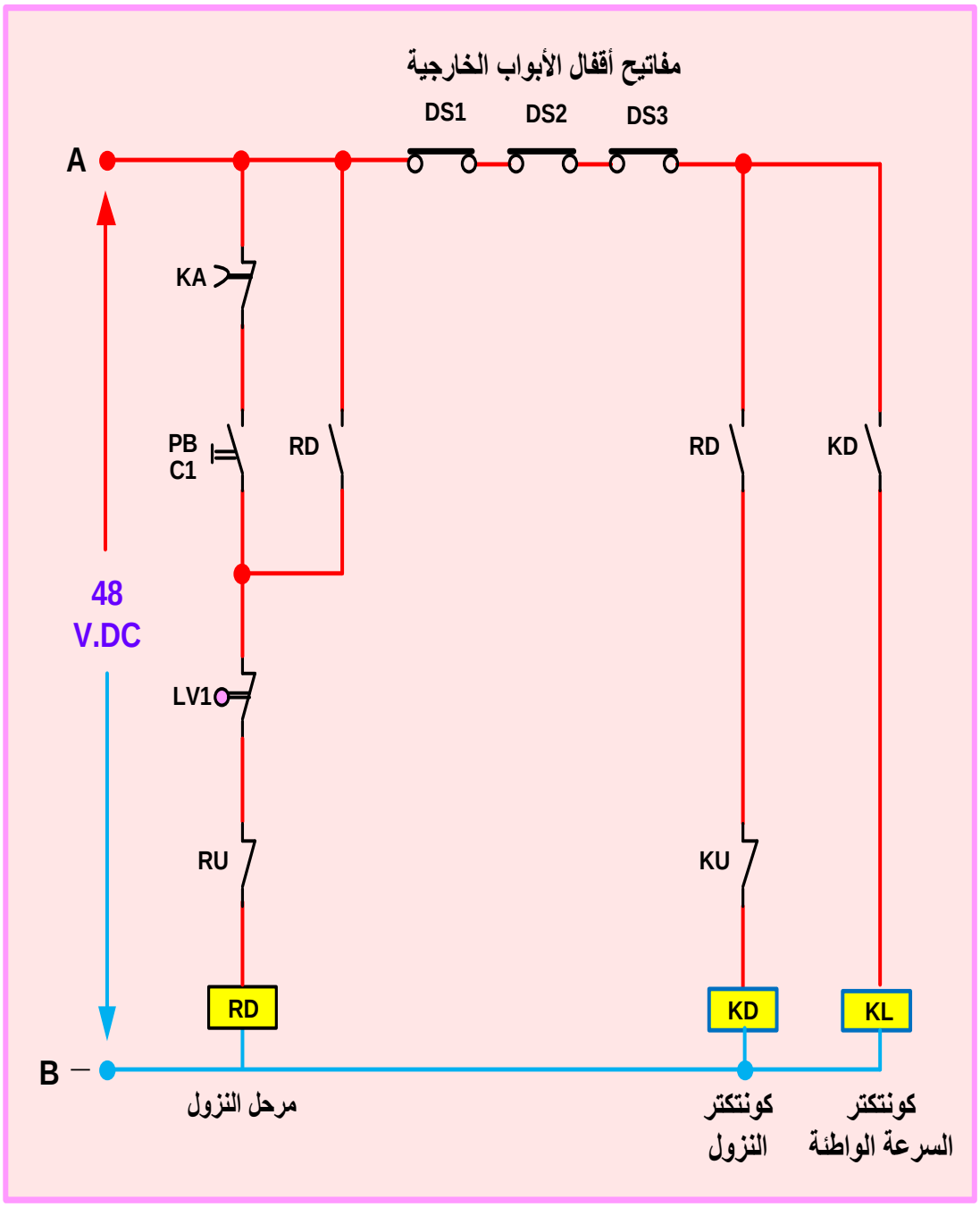
نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الثاني وهناك طلب للطابق الأول لمصعد ثلاثة طوابق :

1 – دائرة مُرَحِّل آتجاه النزول:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الأول (PBC1) فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A) خلال النقطة المغلقة آعتيادياً للمُرَحِّل الزمني (KA) ثم خلال كبسة طلب الطابق الأول (PBC1) وخلال مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) ثم يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل (RD) مشتغلاً عن طريق نقطة التغذية الذاتية, كما مبين في الشكل (3 -24).

2– دائرة موصل هوائي (كونتكتر) النزول الرئيس وموصل هوائي (كونتكتر) السرعة البطيئة:

إن آشتغال المُرَحِّل (RD) سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي (كونتكتر) النزول الرئيس (KD) والذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي (كونتكتر) السرعة البطيئة (KL). كما مبين في الشكل (3 -25).



شكل 3 - 25 دائرة اشتغال المصعد باتجاه النزول

3– دائرة المحرك الرئيس:

إن آشتغال موصل هوائي النزول الرئيس (KD) و آشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات المحرك (U1,V1,W1) بالتتابع وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة وصول تيار المصدر إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه النزول وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-11).

4– دائرة الوقوف:

عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الأول فإن مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1) سيصبح غير موصل وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) فيسقط المُرَحِّل (RD), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-25), وأن سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق الأول كما مبين في الشكل (3 -11).

C - دائرة الطلبات الداخلية لمصعد ثلاثة طوابق:

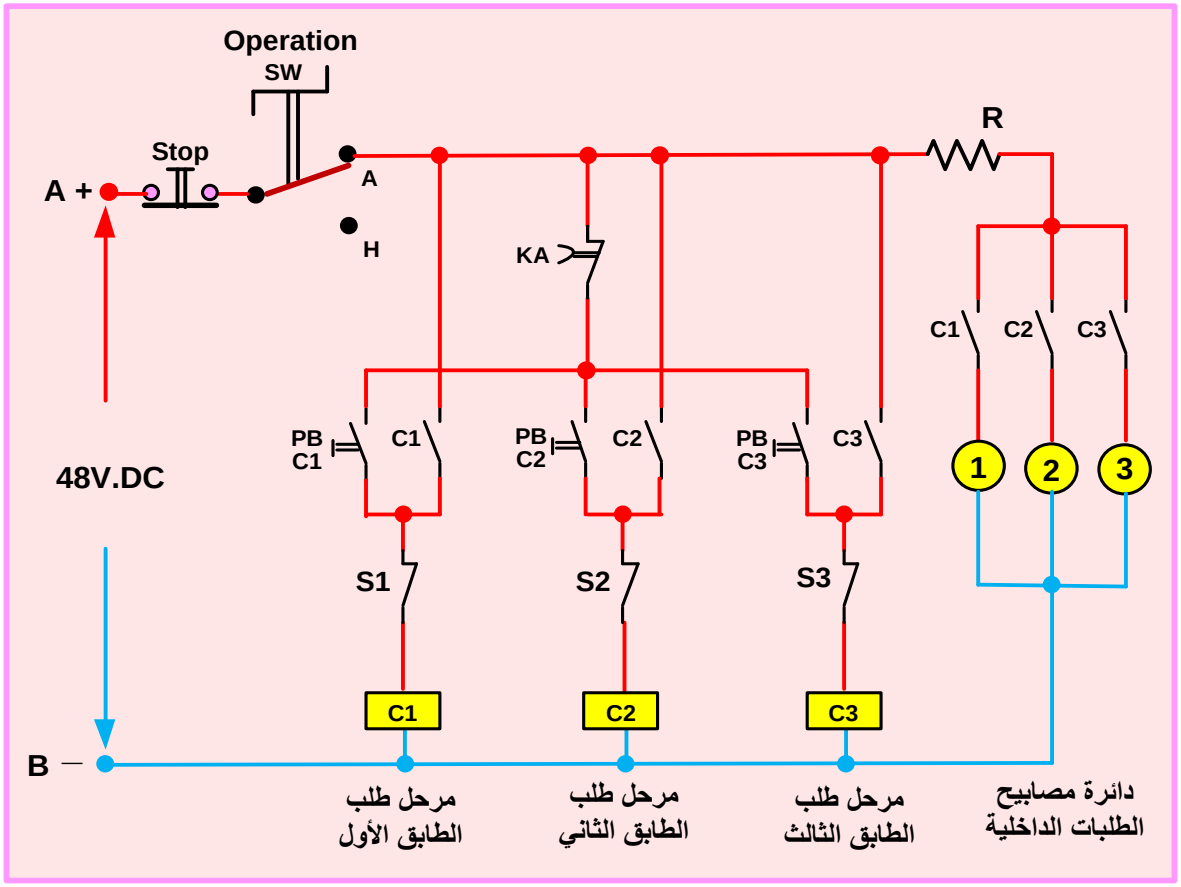
إن دائرة الطلبات الداخلية لمصعد ثلاثة طوابق هي نفس دائرة الطلبات الداخلية لمصعد بطابقين مضافا إليها طابق وسطي (ثاني) بين الطابق الأول والطابق الثالث مع مراعاة النقطتين الآتيتين.

1 - ربط مفاتيح أقفال الأبواب الخارجية الثلاثة بالتوالي (DS1, DS2, DS3) والمربوطة بالتوالي مع مفاتيح دائرة الأمان التي تغذي الموصلين الهوائيين الرئيسين للنزول (KD) والصعود (KU) .

2 – دائرة مُرَحِّلات الطلبات الداخلية:

يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الأول (C1) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل آختيار الطابق الأول (S1) ثم إلى كبسة طلب الطابق الأول (PBC1). وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثاني (C2) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل آختيار الطابق الثاني (S2) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثاني (PBC2). وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل آختيار الطابق الثالث (S3) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) كما مبين في الشكل (3-26).

وإن آشتغال المُرَحِّل (C1) سيؤدي إلى توهج مصباح الكبسة (1), وعندما يعمل المُرَحِّل (S1) فإن النقطة المغلقة آعتيادياً سوف تفتح مما يؤدي إلى سقوط المُرَحِّل (C1) وكذلك سينطفئ المصباح (1). وكذلك إن آشتغال المُرَحِّل (C2) سيؤدي إلى توهج مصباح الكبسة (2), وعندما يعمل المُرَحِّل (S2) فإن النقطة المغلقة آعتيادياً سوف تفتح مما يؤدي إلى سقوط المُرَحِّل (C2) وكذلك سينطفئ المصباح (2). وكذلك إن آشتغال المُرَحِّل (C3) سيؤدي إلى توهج مصباح الكبسة (3), وعندما يعمل المُرَحِّل (S3) فإن النقطة المغلقة آعتيادياً سوف تفتح مما يؤدي إلى سقوط المُرَحِّل (C3) وكذلك سينطفئ المصباح (3), كما مبين في الشكل (3-26).



شكل 3 -26 دائرة الطلبات الداخلية لمصعد ثلاثة طوابق

مثال 3-3

نفرض أن عربة المصعد متوقفة في الطابق الثاني وهناك طلب للطابق الثالث لمصعد ثلاثة طوابق :

دائرة مُرَحِّل طلب الطابق الثالث:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) فإن تيار المصدر يمر من النقطة الموجبة (A+) خلال مفتاح الوقوف (Stop) ثم خلال مفتاح الآشتغال (Operation Sw) حتى يصل النقطة (A) ثم يمر التيار خلال النقطة المغلقة آعتيادياً للمُرَحِّل الزمني (KA) و خلال كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل اختيار الطابق الثالث (S3) ثم خلال ملف مُرَحِّل نداء الطابق الثالث (C3) حتى يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل مشتغلا عن طريق نقطة التغذية الذاتية, وإن آشتغال المُرَحِّل (C3) سيؤدي إلى توهج مصباح الكبسة (3), حيث يمر التيار من نقطة (A) خلال المقاومة (R) ثم النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل الطلب الثالث (C3) حتى يصل إلى المصباح فيتوهج مصباح الكبسة (3). وعندما يعمل مُرَحِّل آختيار الطابق الثالث (S3) فإن النقطة المغلقة آعتيادياً سوف تفتح وتقطع مرور التيار إلى ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) مما يؤدي إلى سقوط المُرَحِّل (C3) وكذلك سينطفئ المصباح (3) وإن فائدة المقاومة (R) المربوطة بالتوالي مع المصباح هو لتجزئة فولتية المصدر (48V) فتصبح الفولتية المسلطة على طرفي المصباح (24V) كما مبين في الشكل (3-26). ويمكن أن يسجل أكثر من طلب واحد فمثلا عند الضغط على كبسة طلب الطابق الأول (PBC1) سوف يشتغل مُرَحِّل طلب الطابق الأول (C1) وعندما يعمل مُرَحِّل آختيار الطابق الأول (S1) فإن النقطة المغلقة آعتيادياً سوف تفتح وتقطع مرور التيار إلى ملف مُرَحِّل طلب الطابق الأول (C1) مما يؤدي إلى سقوط المُرَحِّل (C1) ويستخدم هذا النوع من المصاعد الكهربائية للأشخاص كما مبين في الشكل (3-26).

محتويات لوحات الطلبات الخارجية:

تسمى لوحات الطلبات الخارجية (Outside Calls) أيضا لوحات طلبات الصالة (Hall Calls) ويكون عددها حسب عدد طوابق المصعد حيث تركب في كل طابق لوحة الطلب الخارجي التي تحتوي كما مبين في الشكل (3-27):

1- كبسة طلب الطابق.

2- مؤشر موقع عربة المصعد (Indicator).



شكل 3 -27 نماذج لوحات الطلبات الخارجية

دائرة الطلبات الخارجية (Hall Calls):

هناك عدة دوائر للطلبات الخارجية مختلفة بعضها عن بعض حسب آستخدام ونوعية المصعد الكهربائي, وكذلك حسب نوع لوحة طلب الطابق فمثلا هناك دائرة بسيطة للطلبات الخارجية ونوع آخر يسمى دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية بدائرة آختيار النزول (Down Collective) التي تحتوي على كبسة طلب واحدة في كل طابق ونوع آخر يسمى دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية بدائرة الأختيار الكامل (Full Collective) والتي تحتوي على كبستين طلب أحداهما للنزول والأخرى للصعود في الطوابق الوسطية للمصعد (عدا الطابق السفلي الذي يحتوي على كبسة الصعود والطابق العلوي الذي يحتوي على كبسة النزول). وهناك لوحات طلبات خارجية تحتوي على مؤشر الطوابق وعلى سهم آتجاه حركة المصعد نزولا أو صعودا كما مبين في الشكل (3-27).

A- دائرة بسيطة للطلبات الخارجية لمصعد طابقين:

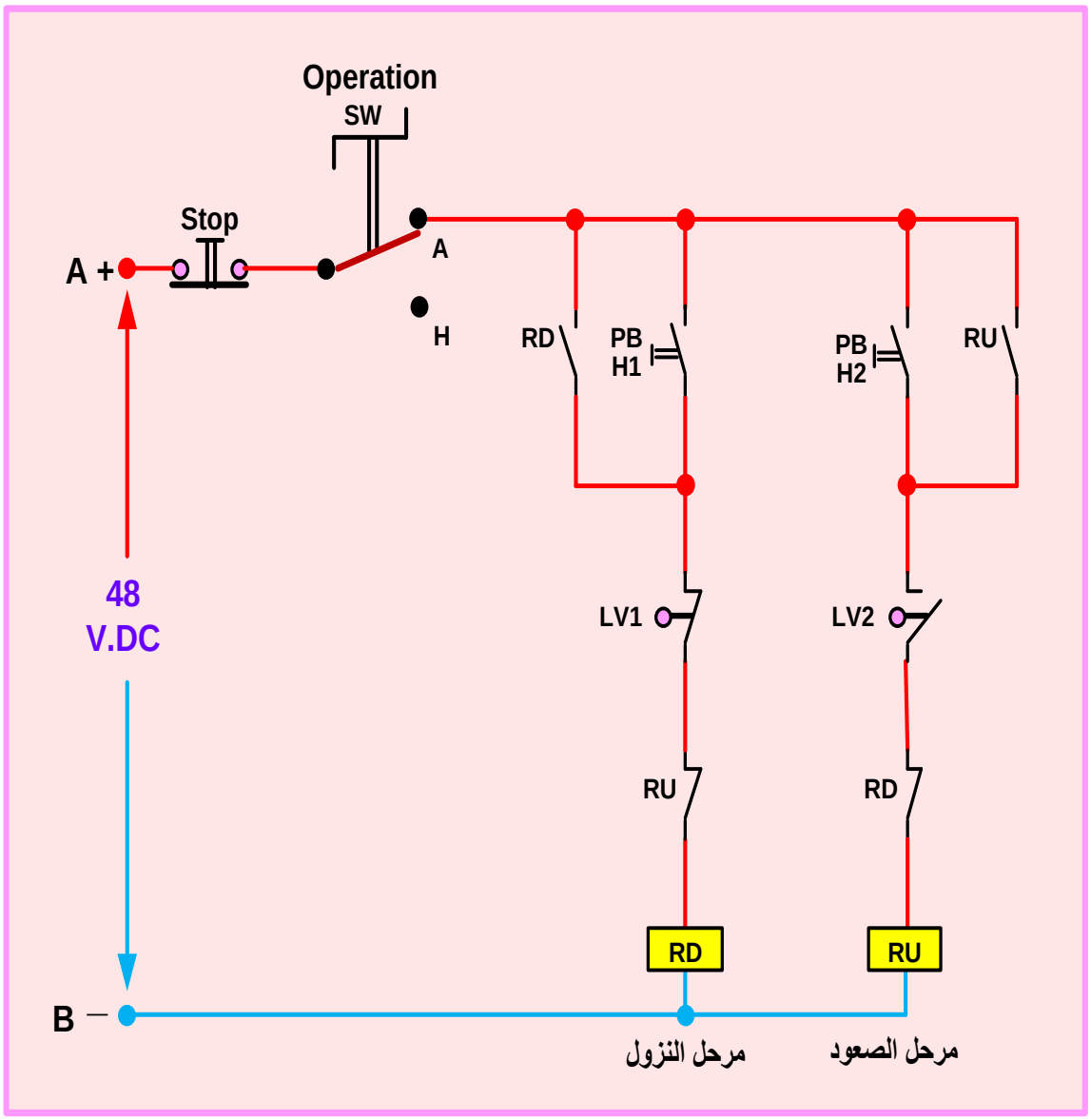
تربط كبسة طلب الطابق الأول (PBH1) إلى مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) وكذلك تربط كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) إلى مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) كما مبين في الشكل (3-28).

1 – دائرة مُرَحِّل آتجاه الصعود:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A) خلال كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) وخلال مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) ثم يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل (RU) مشتغلاً عن طريق نقطة التغذية الذاتية, كما مبين في الشكل (3 -28).

2 – دائرة مُرَحِّل آتجاه النزول:

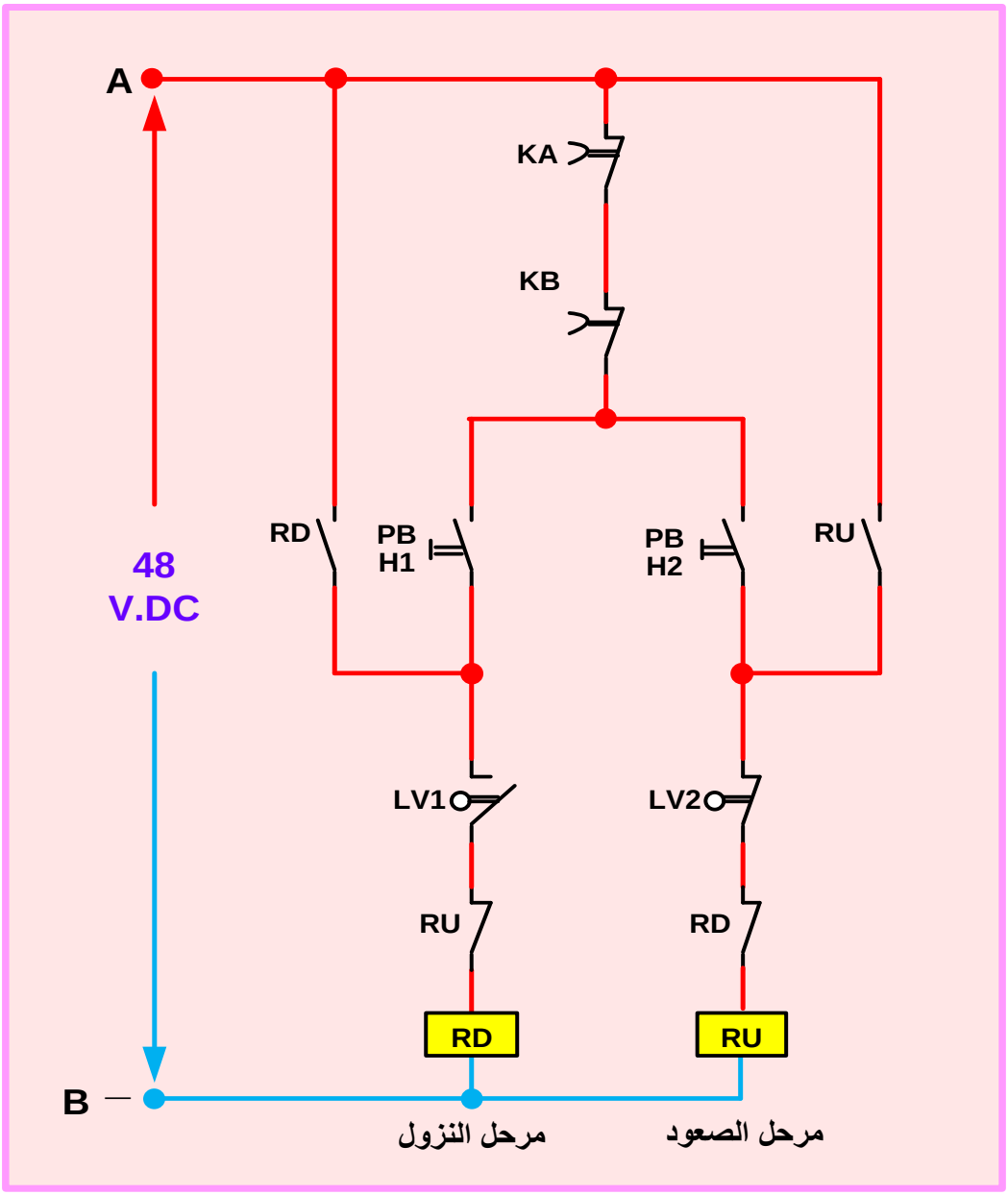
عند الضغط على كبسة طلب الطابق الأول (PBH1) فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A) خلال كبسة طلب الطابق الأول (PBH1) وخلال مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) ثم يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل (RD) مشتغلاً عن طريق نقطة التغذية الذاتية, كما مبين في الشكل (3 -28).



شكل 3 -28 دائرة الطلبات الخارجية لمصعد طابقين

B- دائرة بسيطة للطلبات الخارجية لمصعد طابقين تعمل بعد فترة معينة من وقوف المصعد:

تربط نقطة مغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل زمني تأخيري (KB) بالتوالي مع كبسة الطلب الخارجي للطابق الأول (PBH1) ومع كبسة الطلب الخارجي للطابق الثاني (PBH2), حيث عند وقوف المصعد يبدأ المُرَحِّل الزمني (KB) بحساب الزمن ثم يسقط فتغلق نقطته المغلقة آعتيادياً وتوصل تيار المصدر من النقطة (A) إلى كبسات الطلبات الخارجية وأن الغاية من ذلك هو لتأخير آشتغال الطلبات الخارجية فترة زمنية معينة بعد وقوف عربة المصعد كما مبين في الشكل (3-29).



شكل 3 -29 دائرة الطلبات الخارجية لمصعد طابقين مع المُرَحّل الزمني

مثال 3-4

نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول وهناك طلب للطابق الثاني لمصعد طابقين :

1– دائرة آتجاه الصعود:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) فإن تيار المصدر يمر من النقطة (A) خلال النقطة المغلقة آعتيادياً للمُرَحِّل الزمني (KA) ثم خلال النقطة المغلقة آعتيادياً للمُرَحِّل الزمني (KB)

ثم خلال كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) وخلال مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) حتى يصل التيار إلى ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) ثم يصل إلى النقطة السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) وعند رفع الضغط عن الكبسة سيبقى المُرَحِّل (RU) مشتغلاً عن طريق نقطة التغذية الذاتية, كما مبين في الشكل (3 -29).

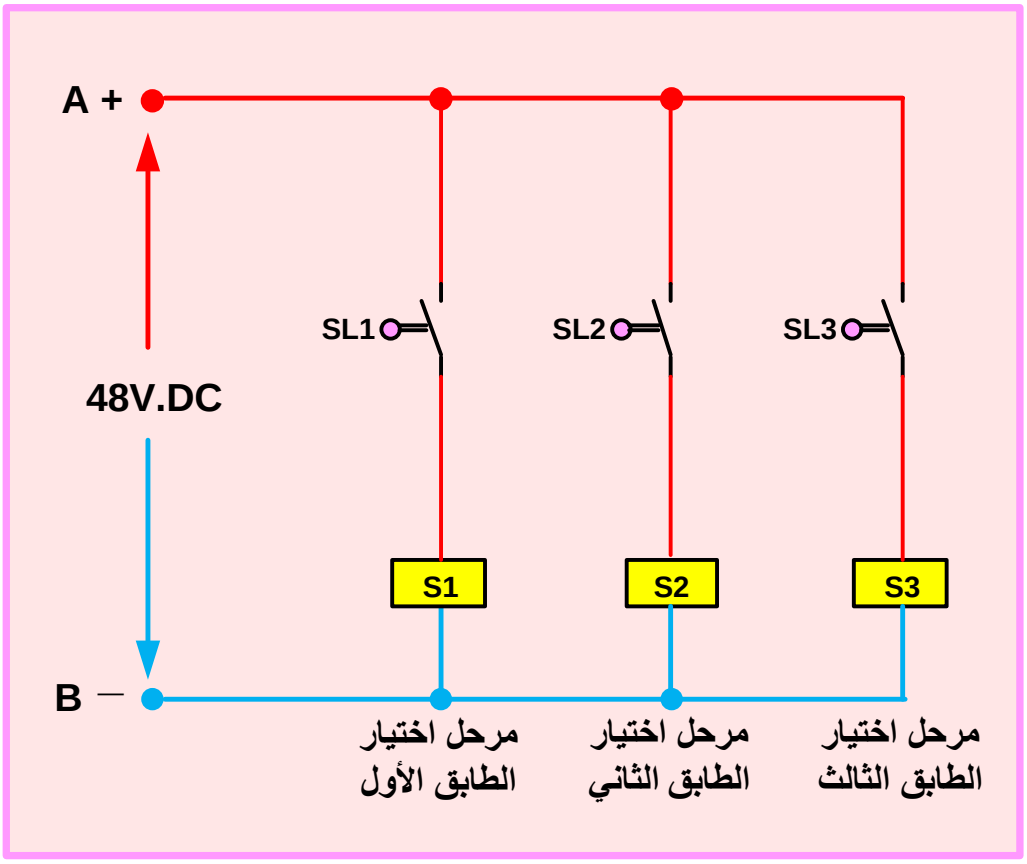
إن آشتغال المُرَحِّل (RU) سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) الذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي السرعة البطيئة (KL), إن آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات المحرك (W1,V1,U1) بالتتابع وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة وصول تيار المصدر إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عكس عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه الصعود وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-13).

2– دائرة الوقوف:

عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثاني فإن مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) سيصبح غير موصل وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) فيسقط المُرَحِّل (RU) كما مبين في الشكل (3-29), الذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU), الذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL), وأن سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق الثاني كما مبين في الشكل (3-13).

C- دائرة مُرَحِّلات أختيار الطوابق لمصعد ثلاث طوابق :

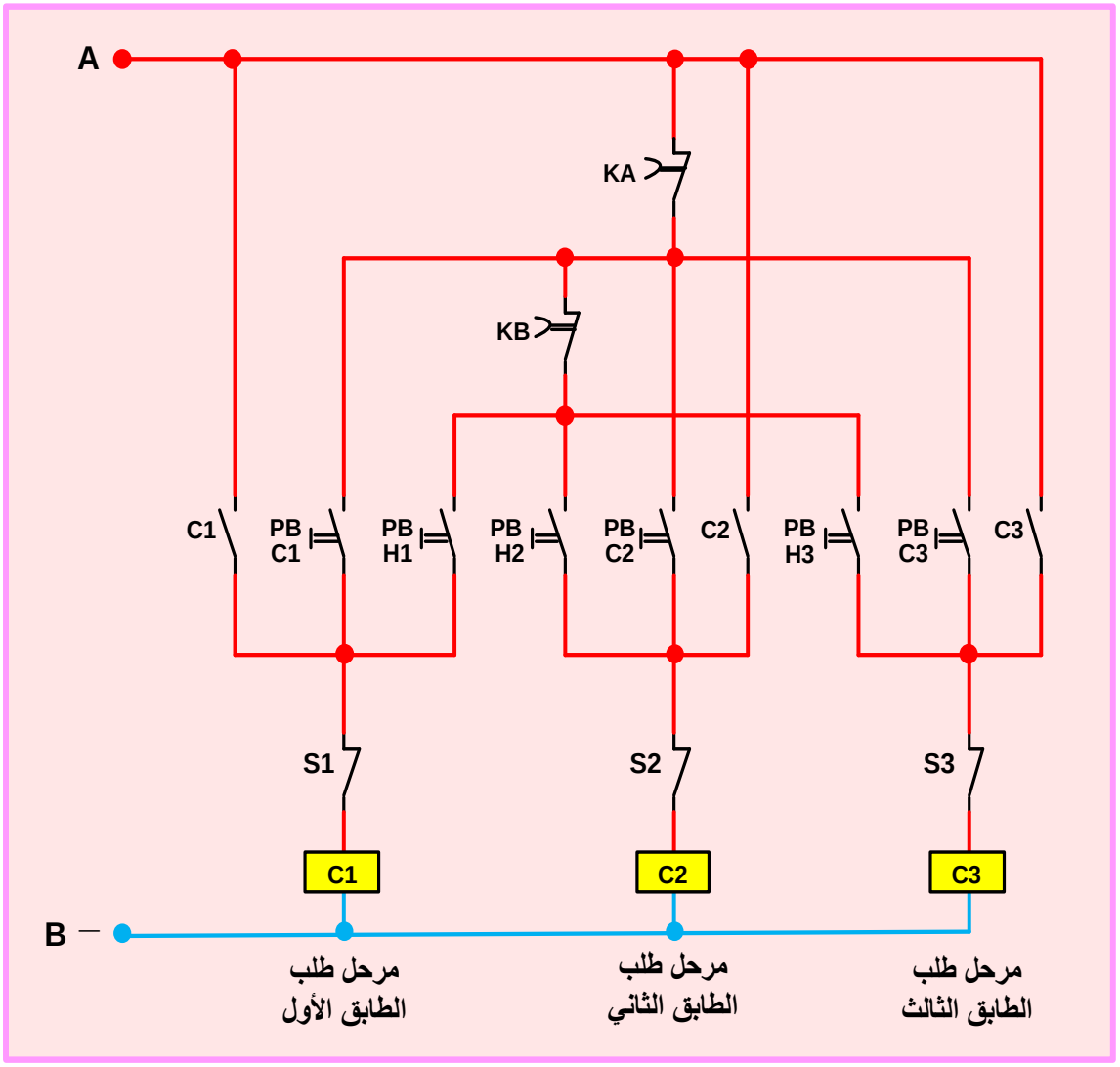
تستخدم نقاط توصيل مُرَحِّلات أختيار الطوابق في دوائر مُرَحِّلات الطلبات ومُرَحِّلي الأتجاه ومصابيح الأشارة, فقبل وصول عربة المصعد مستوى الطابق بمسافة يغلق مفتاح آختيار الطابق وآشتغال مُرَحِّل آختيار ذلك الطابق, فقبل وصول عربة المصعد الطابق الأول بمسافة معينة يغلق مفتاح آختيار الطابق الأول (SL1) وآشتغال مُرَحِّل آختيار الطابق الأول (S1), وكذلك قبل وصول عربة المصعد الطابق الثاني بمسافة معينة يغلق مفتاح آختيار الطابق الثاني (SL2) وآشتغال مُرَحِّل آختيار الطابق الثاني(S2), وكذلك قبل وصول عربة المصعد الطابق الأول بمسافة معينة يغلق مفتاح آختيار الطابق الثالث (SL3) وآشتغال مُرَحِّل آختيار الطابق الثالث (S3), وكما مبين في الشكل (3-30).



شكل 3 - 30 دائرة مرَحّلات اختيار الطوابق لمصعد ثلاثة طوابق

D– دائرة مُرَحِّلات الطلبات الداخلية والخارجية لمصعد ثلاثة طوابق:

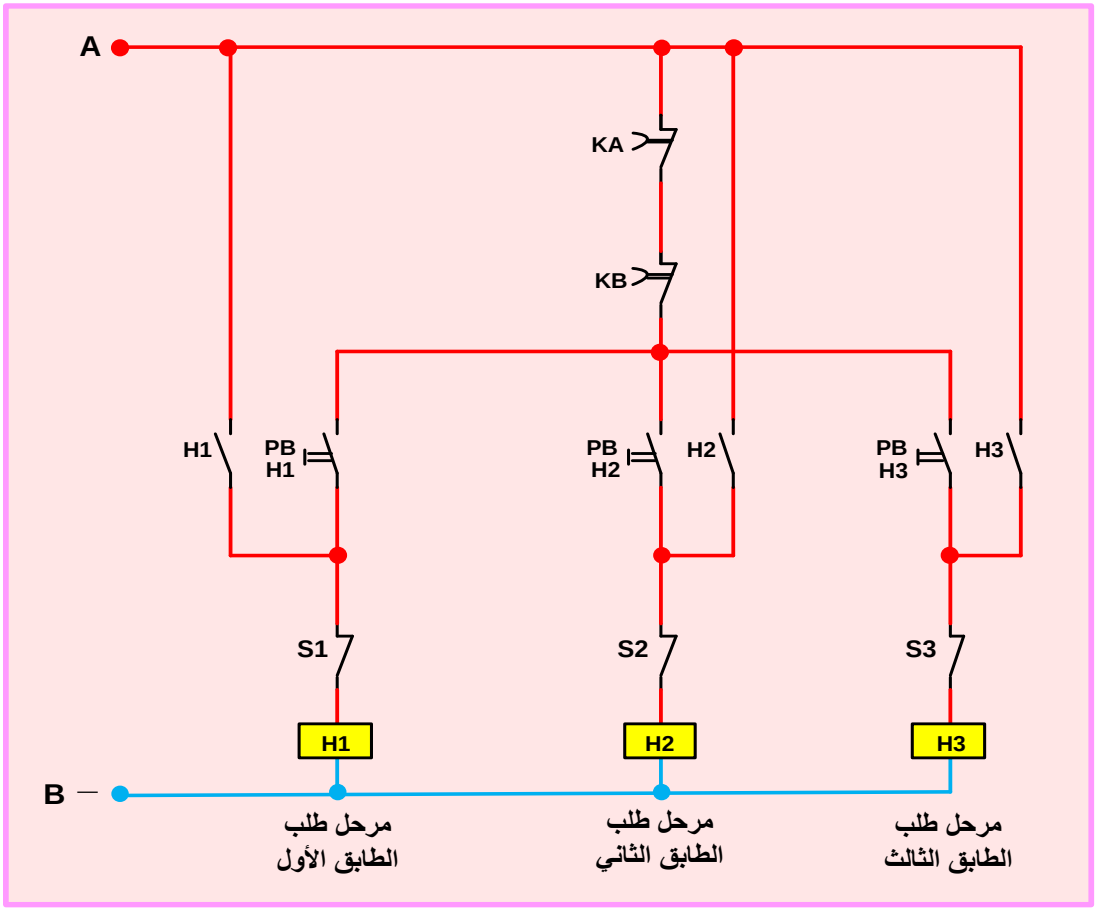
حيث يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الأول (C1) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل آختيار الطابق الأول (S1) ثم إلى كبسة طلب الطابق الأول (PBC1) و (PBH1) وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثاني (C2) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل آختيار الطابق الثاني (S2) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثاني (PBC2) و (PBH2) وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل اختيار الطابق الثالث (S3) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) و (PBH3). فعندما يعمل مُرَحِّل آختيار الطابق فإن نقاطه المغلقة آعتيادياً سوف تفتح وتقطع مرور التيار إلى ملف مُرَحِّل طلب ذلك الطابق . ويمكن أن يسجل أكثر من طلب واحد ويستخدم هذا النوع من المصاعد الكهربائية للأشخاص كما مبين في الشكل (3-31).



شكل 3 - 31 دائرة مرَحّلات الطلبات الداخلية والخارجية لمصعد ثلاثة طوابق

E– دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية لمصعد ثلاثة طوابق:

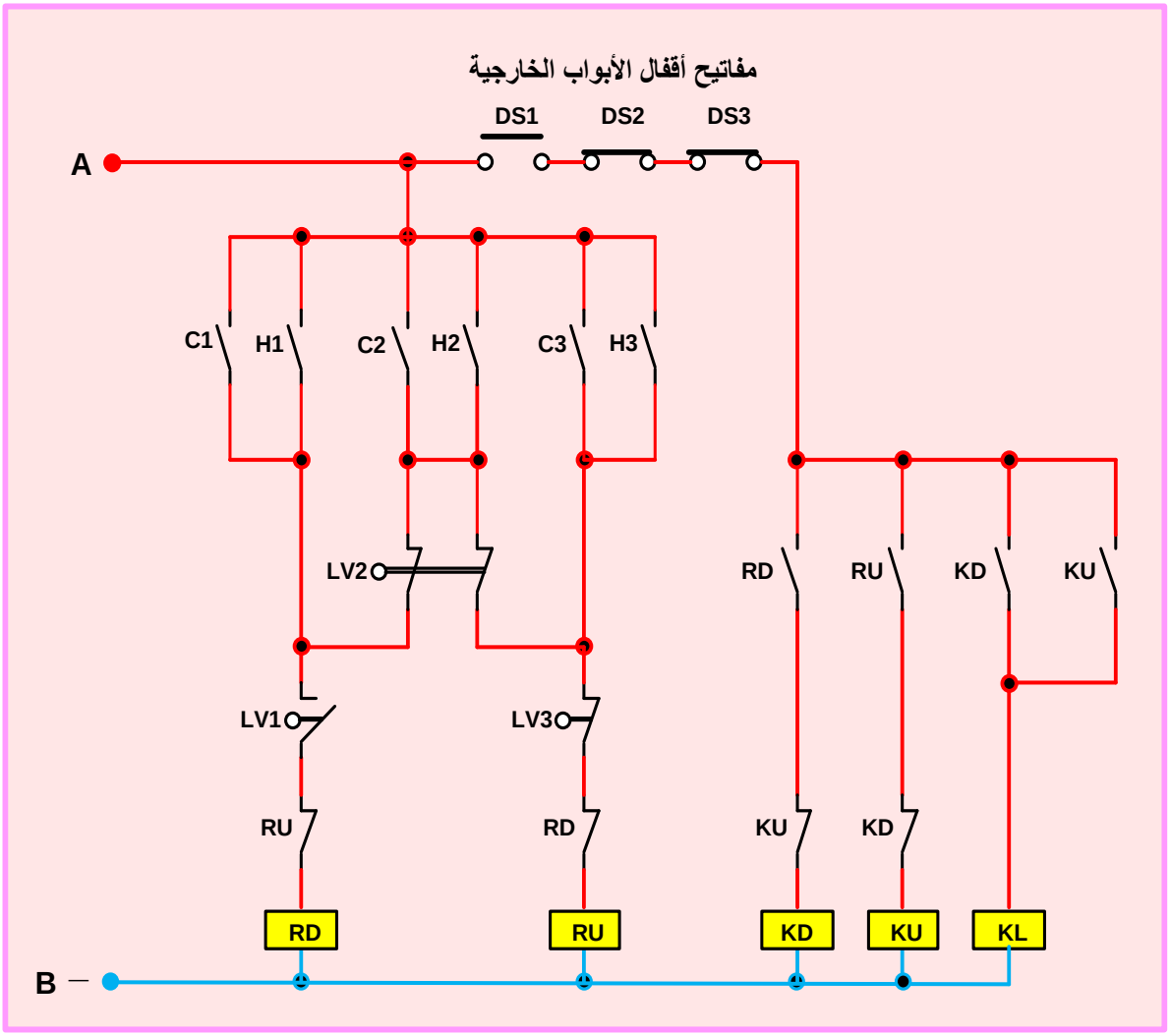
فضلاً عن دائرة مُرَحِّلات الطلبات الداخلية هناك دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية ولها أهمية في عمل وأستخدام المصاعد الكهربائية حيث يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الأول (H1) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل اختيار الطابق الأول (S1) ثم إلى كبسة طلب الطابق الأول (PBH1). وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثاني (H2) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل اختيار الطابق الثاني (S2) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثاني (PBH2) . وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (H3) بالتوالي مع النقطة المغلقة لمُرَحِّل اختيار الطابق الثالث (S3) ثم إلى كبسة طلب الطابق الثالث (PBH3) ويسمى هذا النوع من دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية بدائرة أختيار النزول (Down Collective) كما مبين في الشكل (3-32).



شكل 3 ـ 32 دائرة مرَحّلات الطلبات الخارجية لمصعد ثلاثة طوابق

دائرة مُرَحِّلات الطلبات الداخلية والخارجية والآتجاه لمصعد ثلاثة طوابق:

توضح هذه الدائرة كيفية ربط نقاط توصيل مُرَحِّلات الطلبات الداخلية مع نقاط توصيل مُرَحِّلات الطلبات الخارجية وكيفية السيطرة على تحديد آشتغال مُرَحِّل الأتجاه (RU) او (RD) والذي بدوره يسيطر على آشتغال موصل هوائي الأتجاه الرئيس (KU) او (KD), حيث تربط نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الداخلي للطابق الأول (C1) بالتوازي مع نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الخارجي للطابق الأول (H1), وتربط هاتان النقطتان بالتوالي مع مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1). كذلك تربط نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الداخلي للطابق الثاني (C2) بالتوازي مع نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الخارجي للطابق الثاني (H2), وتربط هاتان النقطتان بالتوالي مع مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2). وكذلك تربط نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الداخلي للطابق الثالث (C3) بالتوازي مع نقطة التوصيل المفتوحة أعتياديا لمُرَحِّل الطلب الخارجي للطابق الثالث (H3), وتربط هاتان النقطتان بالتوالي مع مفتاح وقوف الطابق الثالث (LV3). كما مبين في الشكل (3-33).



شكل 3 -33 دائرة مرَحّلات الطلبات الداخلية والخارجية والآتجاه لمصعد ثلاثة طوابق

مثال 3-5

نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول وهناك طلب داخلي للطابق الثالث وطلب خارجي من الطابق الثاني لمصعد ثلاثة طوابق :

طلب داخلي الطابق الثالث:

1– دائرة آتجاه الصعود:

عند الضغط على كبسة طلب الطابق الثالث (PBC3) من داخل عربة المصعد سيلقط مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) وستغلق نقاطه المفتوحة آعتيادياً. وسيمر تيار المصدر من النقطة (A) خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) وخلال مفتاح وقوف الطابق الثالث (LV3) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) ثم ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) حتى

النقطة السالبة, فيلقط مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU), إن آشتغال المُرَحِّل (RU) سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) الذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي السرعة البطيئة (KL), كما مبين في الشكل (3-33).

2– دائرة المحرك الرئيس :

إن آشتغال موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات المحرك (W1,V1,U1) بالتتابع وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة وصول تيار المصدر إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عكس عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه الصعود وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-13).

3– دائرة الوقوف:

عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثالث فإن مفتاح وقوف الطابق الثالث (LV3) سيصبح غير موصل وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) فيسقط المُرَحِّل (RU) والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-33), وأن سقوط موصل هوائي الصعود الرئيس (KU) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق الثالث كما مبين في الشكل (3-13).

طلب خارجي الطابق الثاني:

1– دائرة آتجاه النزول:

عند الضغط على كبسة طلب صالة الطابق الثاني (PBH2) سيلقط مُرَحِّل طلب الطابق الثاني (H2) وستغلق نقاطه المفتوحة آعتيادياً. وسيمر تيار المصدر من النقطة (A) خلال النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل طلب الطابق الثاني (H2) وخلال مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) وخلال مفتاح وقوف الطابق الأول (LV1) وخلال النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) ثم ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) حتى النقطة السالبة, فيلقط مُرَحِّل آتجاه النزول (RD). إن آشتغال المُرَحِّل (RD) سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي النزول الرئيس (KD) والذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال موصل هوائي السرعة البطيئة (KL), كما مبين في الشكل (3-33).

2– دائرة المحرك الرئيس:

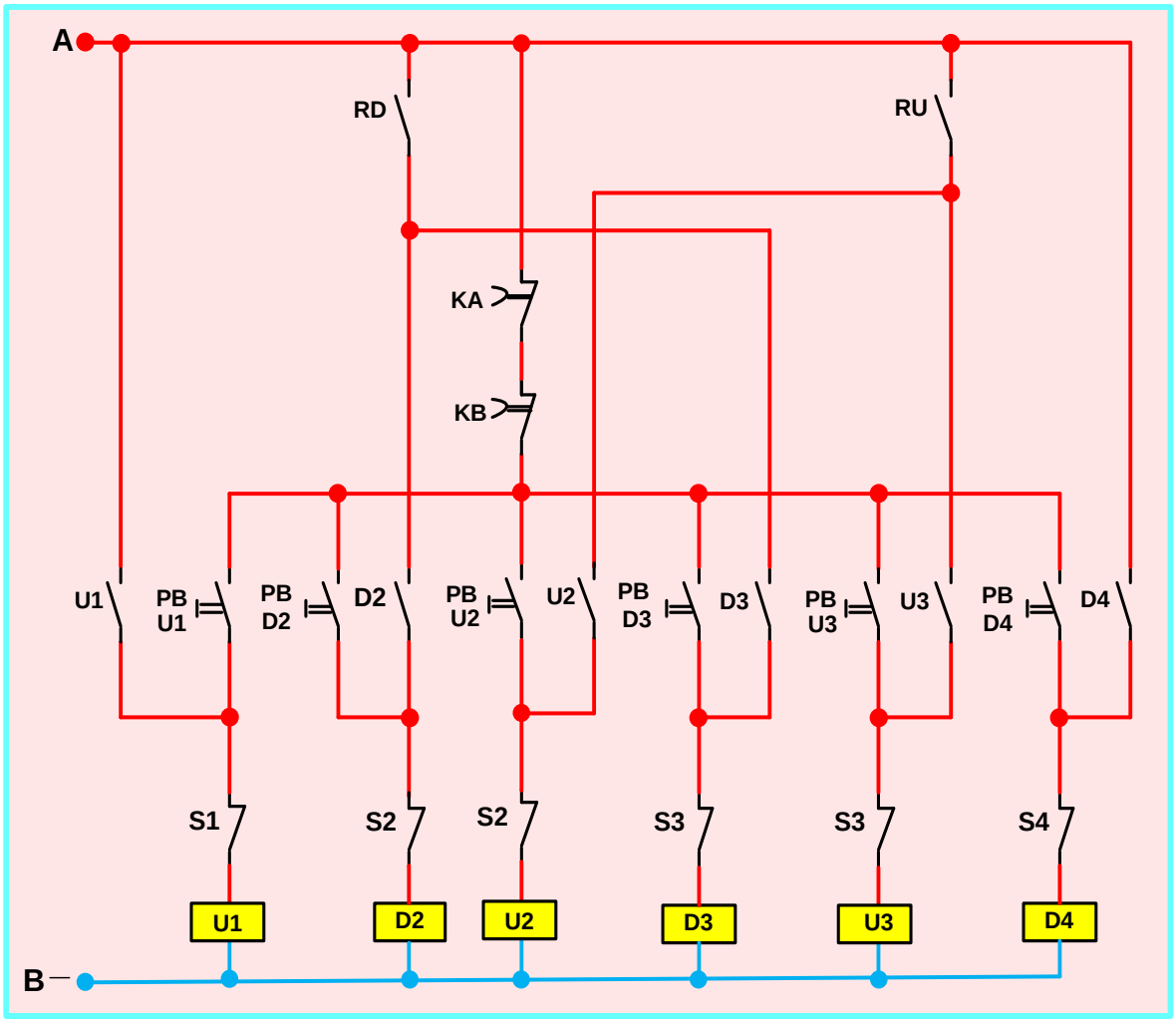
إن آشتغال موصل هوائي النزول الرئيس (KD) وآشتغال موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس (R,S,T) إلى ملفات المحرك (U1,V1,W1) بالتتابع وآشتغال محرك المصعد وبنفس اللحظة وصول تيار المصدر إلى ملف الكابح المغناطيسي (Magnet Coil Brake) فيعمل الكابح ويصبح المحرك الرئيس حر الحركة فيدور المحرك بآتجاه عقارب الساعة فتتحرك عربة المصعد بآتجاه النزول وبسرعة واطئة كما مبين في الشكل (3-11).

3– دائرة الوقوف:

عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثاني فإن مفتاح وقوف الطابق الثاني (LV2) سيصبح غير موصل وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) فيسقط المُرَحِّل (RD), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي السرعة الواطئة (KL) كما مبين في الشكل (3-33), وأن سقوط موصل هوائي النزول الرئيس (KD) وموصل هوائي السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى قطع تيار المصدر الرئيس (R,S,T) عن محرك المصعد وملف الكابح ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق الأول كما مبين في الشكل (3 -11).

A-دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية لمصعد اربعة طوابق:

إن لوحات الطلبات الخارجية لها أهمية في عمل وأستخدام المصاعد الكهربائية في الأبنية العالية الأرتفاع حيث أن لوحة الطلب للطوابق الوسطى تحتوي على كبستين طلب إحداهما للصعود والأخرى للنزول أما لوحة طلب الطابق الأرضي و الطابق الأخير فتحتوي على كبسة واحدة, حيث يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الأول للصعود (U1) إلى كبسة طلب الطابق الأول للصعود (PBU1). وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثاني للصعود (U2) إلى كبسة طلب الطابق الثاني للصعود (PBU2) . وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثاني للنزول (D2) إلى كبسة طلب الطابق الثاني للنزول (PBD2) وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث للصعود (U3) إلى كبسة طلب الطابق الثالث للصعود (PBU3) وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الثالث للنزول (D3) إلى كبسة طلب الطابق الثالث للنزول (PBD3) وكذلك يربط ملف مُرَحِّل طلب الطابق الرابع للنزول (D4) إلى كبسة طلب الطابق الرابع للنزول (PBD4) ويسمى هذا النوع من دائرة مُرَحِّلات الطلبات الخارجية بدائرة الأختيار الكامل (Full Collective) كما مبين في الشكل (3-34).



شكل 3 -34 دائرة مرَحّلات الطلبات الخارجية لمصعد أربعة طوابق

مثال 3-6

نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول وهناك طلب خارجي للطابق الرابع وأثناء بداية حركة عربة المصعد تم طلب خارجي من الطابق الثاني للنزول وطلب خارجي من الطابق الثالث للصعود لمصعد أربعة طوابق :

بما أن هناك طلباً خارجياً للطابق الرابع (D4) فأن مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) سيلقط وستغلق نقطته المفتوحة أعتياديا المربوطة بالتوالي مع نقاط التغذية الذاتية لمُرَحِّلات الطلبات الخارجية للصعود للطابقين الوسطين (U2) و (U3) واشتغال المصعد باتجاه الصعود وعند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثالث ستتوقف عربة المصعد تلبية للطلب (U3), ثم تستمر عربة المصعد بأتجاه الصعود لتلبية طلب الطابق الرابع (D4) وعند وصول عربة المصعد مستوى

الطابق الرابع ستتوقف عربة المصعد. وبعد ذلك سيلقط مُرَحِّل آتجاه النزول (RD) واشتغال المصعد باتجاه النزول تلبية لطلب الطابق الثاني للنزول (D2) وعند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثاني ستتوقف عربة المصعد, كما مبين في الشكل (3-34).

B– دائرة سيطرة اشتغال مصعد ثلاثة طوابق بسرعتين:

تختلف هذه الدائرة عن الدوائر السابقة للمصاعد الكهربائية وذلك بآختلاف نوعية المحرك الرئيس للمصعد الكهربائي حيث يحتوي المحرك الحثي الثلاثي الأطوار على نوعين من الملفات, ملفات السرعة العالية وملفات السرعة الواطئة, ويسمى بالمحرك المتناوب ذي السرعتين (AC2). لذلك تكون دائرة السيطرة الكهربائية متناسبة مع هذا الآختلاف وأن تكون هذه الدائرة الأكثر شيوعا في أشتغال المصاعد الكهربائية ويمكن استخدام هذه الدائرة في مصاعد البنايات المرتفعة لأكثر من ثلاثة طوابق, حيث يبدأ المحرك الرئيس بالدوران بسرعة عالية ويستمر بالدوران ولكن قبل وصول عربة المصعد مستوى الطابق المطلوب بمسافة معينة سيتم تحويل سرعة دوران المحرك من السرعة العالية إلى السرعة الواطئة فيستمر المحرك بالدوران بسرعة واطئة وبنفس الآتجاه حتى وصول عربة المصعد مستوى الطابق المطلوب فيتم توقف المحرك عن الدوران من خلال الوقوف الكهربائي (قطع تيار المصدر الرئيس عن ملفات السرعة الواطئة للمحرك) وبنفس الوقت الوقوف الميكانيكي (قطع تيار المصدر عن ملف الكابح ومسك ذراعي الكابح قارنة المحرك) مما يؤدي إلى وقوف عربة المصعد بمستوى الطابق المطلوب.

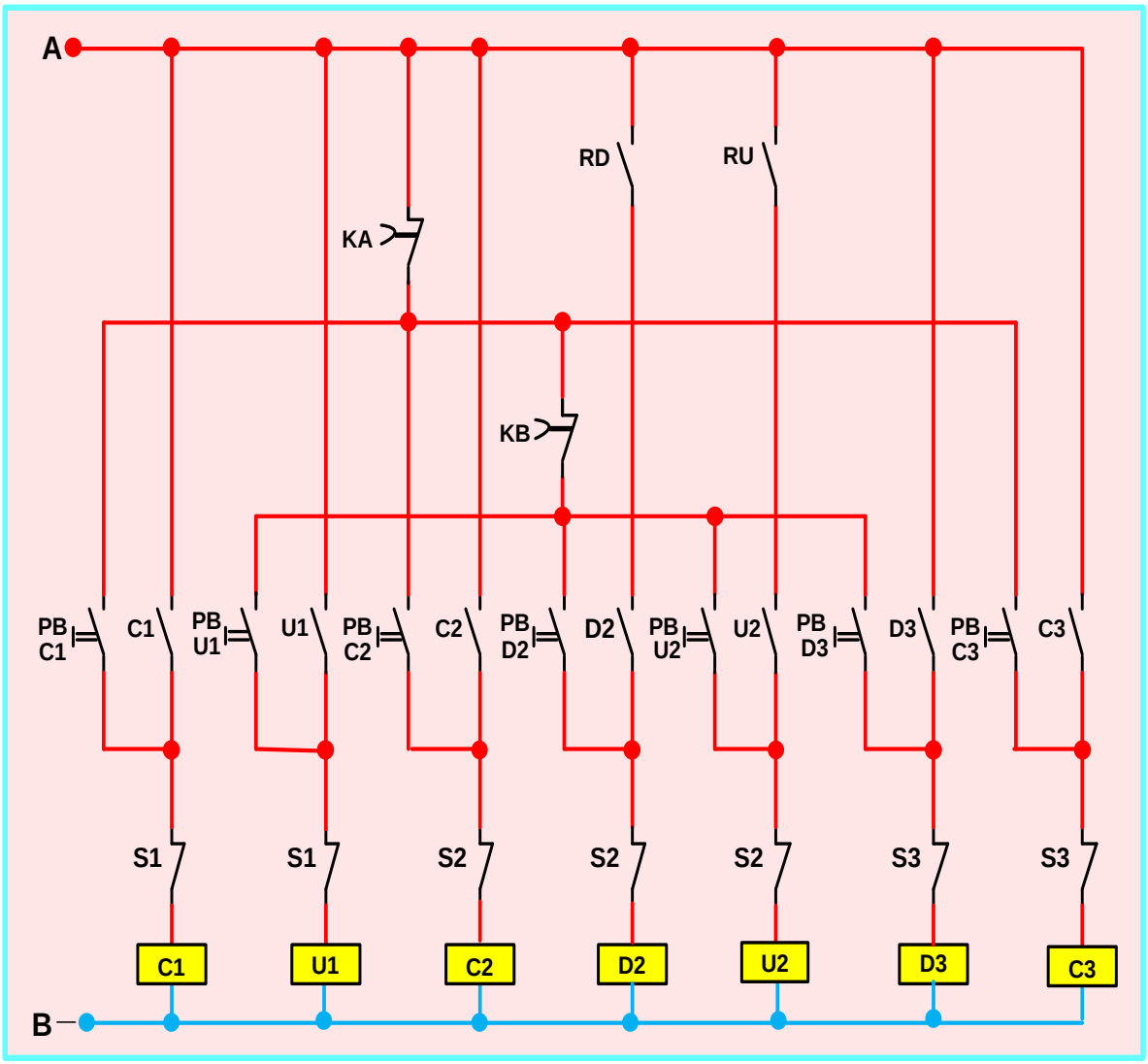
مثال 3-7

- نفرض عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول وهناك طلب داخلي للطابق الثالث:

بما أن عربة المصعد متوقفة في الطابق الأول فأن مفتاح أختيار الطابق الأول سيكون مغلقاً (SL1) الذي بدوره سيوصل التيار إلى ملف مُرَحِّل اختيار الطابق الأول فيلقط المُرَحِّل (S1), وكما مبين في الشكل (3-30).

1 – دائرة مُرَحِّلات الطلبات :

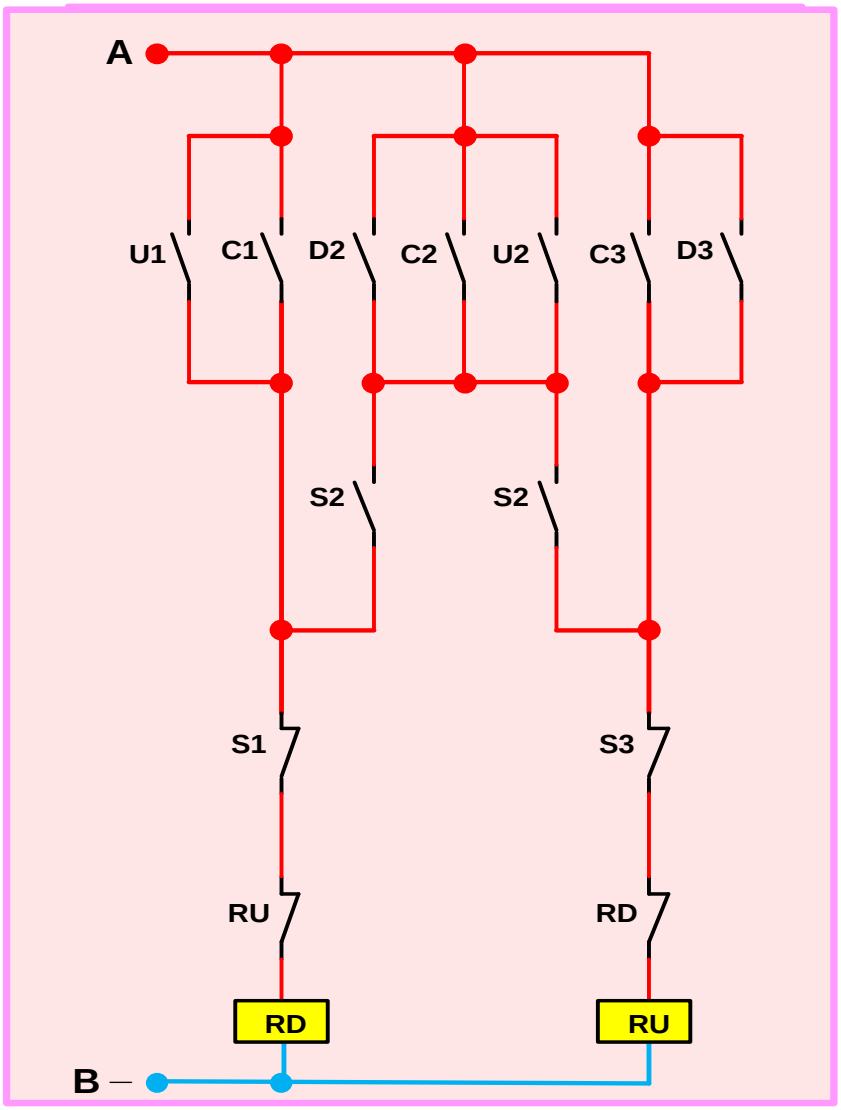
إن الضغط على كبسة الطلب الداخلي للطابق الثالث (PBC3) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A) خلال النقطة المغلقة آعتياديا للمُرَحِّل الزمني (KA) ثم خلال الكبسة (PBC3) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لمُرَحِّل أختيار الطابق الثالث (S3) و إلى ملف مُرَحِّل (C3) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل (C3) وعند رفع الضغط عن الكبسة يبقى المُرَحِّل (C3) مشتغلا, وكما مبين في الشكل (3-35).



شكل 3 - 35 دائرة الطلبات الداخلية والخارجية

2 – دائرة مُرَحِّلات الأتجاه :

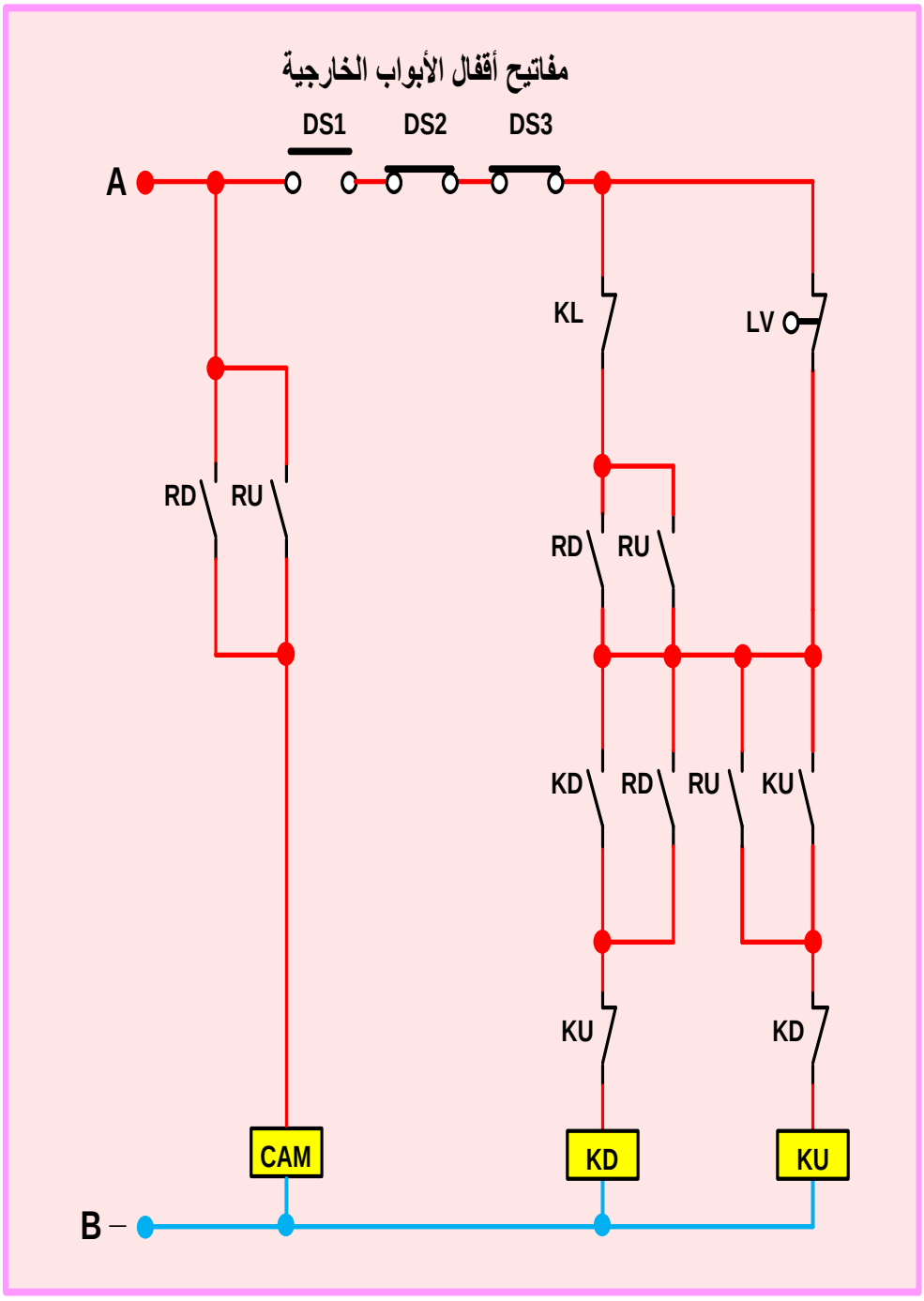
ان اشتغال مُرَحِّل طلب الطابق الثالث (C3) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A) خلال النقطة المفتوحة اعتياديا لمُرَحِّل (C3) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لمُرَحِّل (S3) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لمُرَحِّل آتجاه النزول (RD) ثم إلى ملف مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU), وكما مبين في الشكل (3-36).



شكل 3 - 36 دائرة مرحلات الأتجاه

2 – دائرة كونتكترات الأتجاه الرئيسة:

إن آشتغال مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) سيوصل التيار إلى ملف الكامة (CAM) فيتمغنط الملف وتعمل الكامة على سحب العتلة فيغلق قفل باب الطابق الأول (DS1). وكذلك اشتغال مُرَحِّل آتجاه الصعود (RU) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A) خلال مفاتيح اقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2, DS3) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لكونتكتر السرعة الواطئة (KL) ثم خلال النقطة المفتوحة اعتياديا للمُرَحِّل (RU) ثم خلال النقطة المفتوحة اعتياديا للمُرَحِّل (RU) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لكونتكتر النزول الرئيس (KD) ثم إلى ملف كونتكتر الصعود الرئيس (KU) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل كونتكتر الصعود الرئيس (KU), وكما مبين في الشكل (3-37).

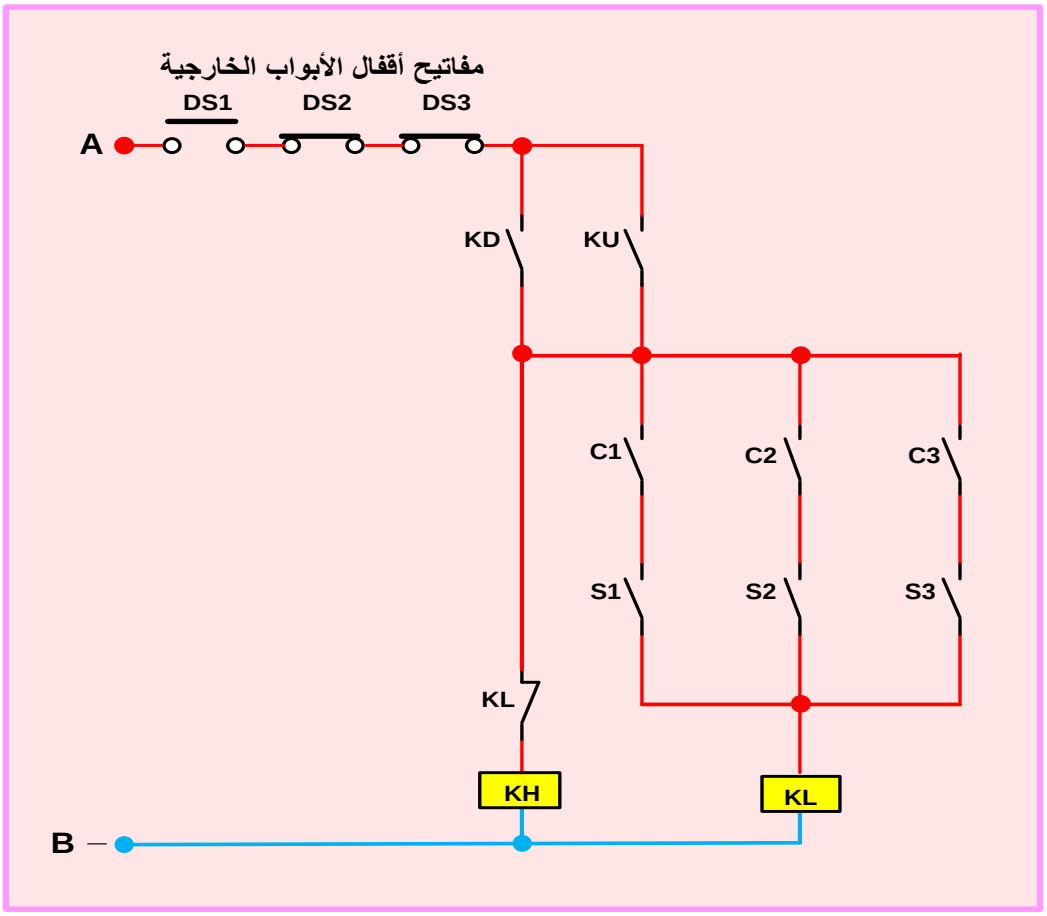


شكل 3 - 37 دائرة كونتكترات الآتجاه الرئيس

3 – دائرة كونتكترات السرعة:

أ- كونتكتر السرعة العالية :

أن اشتغال كونتكتر الصعود الرئيس (KU) سيؤدي إلى مرور التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A) خلال مفاتيح اقفال أبواب الطوابق (DS1, DS2, DS3) ثم خلال النقطة المفتوحة اعتياديا لكونتكتر الصعود الرئيس (KU) ثم خلال النقطة المغلقة اعتياديا لكونتكتر السرعة الواطئة (KL) ثم إلى ملف كونتكتر السرعة العالية (KH) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل كونتكتر السرعة العالية (KH) وكما مبين في الشكل (3-38), والذي بدوره سيؤدي إلى وصول تيار المصدر الرئيس إلى ملفات السرعة العالية للمحرك الرئيس (U2,V2,W2) فيبدأ المحرك بالدوران بسرعة عالية باتجاه الصعود, وكما مبين في الشكل (3-39).



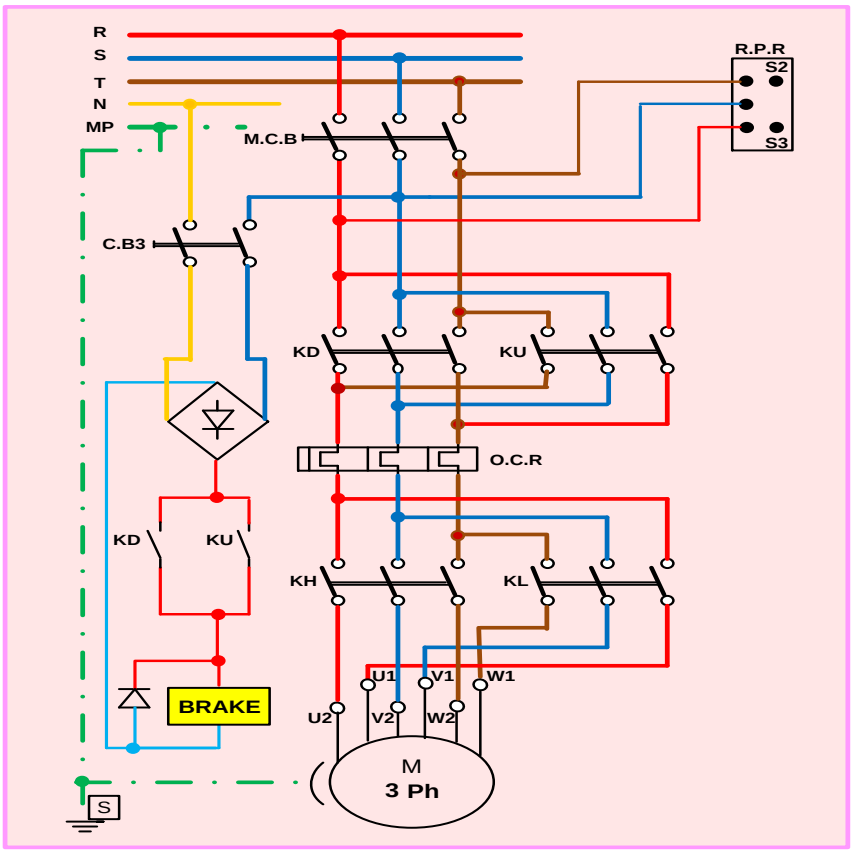
شكل 3 - 38 دائرة كونتكترات السرعة العالية والسرعة الواطئة

ب- مُرَحِّل اختيار الطابق (تحويل السرعة) :

قبل وصول عربة المصعد الطابق الثالث فأن مفتاح اختيار الطابق الثالث (SL3) سيغلق وسيؤدي إلى اشتغال مُرَحِّل اختيار الطابق الثالث (S3), وكما مبين في الشكل (3-30).

ج- كونتكتر السرعة الواطئة :

ان اشتغال مُرَحِّل اختيار الطابق (S3) سيؤدي إلى اشتغال كونتكتر السرعة الواطئة (KL) . حيث يمر التيار الكهربائي من نقطة المصدر الموجبة (A) خلال مفاتيح اقفال أبواب الطوابق (الصالة) الثلاثة (DS1, DS2, DS3) ثم خلال النقطة المفتوحة اعتياديا لكونتكتر الصعود الرئيس (KU) ثم خلال النقطة المفتوحة اعتياديا للمُرَحِّل (C3) ثم خلال النقطة المفتوحة آعتياديا للمُرَحِّل (S3) ثم إلى ملف كونتكتر السرعة الواطئة(KL) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (B-) فيشتغل كونتكتر السرعة الواطئة (KL), وان اشتغال كونتكتر السرعة الواطئة (KL) سيؤدي إلى سقوط كونتكتر السرعة العالية (KH),وكما مبين في الشكل (3-38).وبذلك يتم قطع تيار المصدر الرئيس عن ملفات السرعة العالية (U2,V2,W2) وبنفس الوقت وصول تيار المصدر الرئيس إلى ملفات السرعة الواطئة (U1,V1,W1) فيستمر محرك المصعد بالحركة باتجاه الصعود وبسرعة واطئة, وكما مبين في الشكل (3-39).



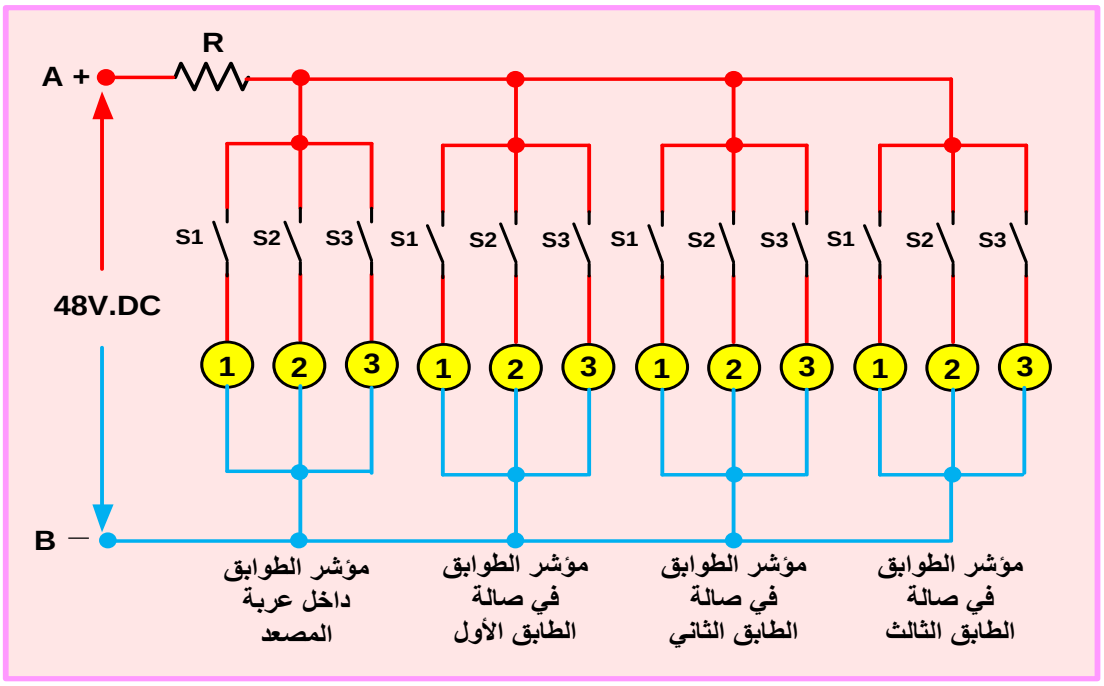
شكل 3 - 39 دائرة محرك مصعد بسرعتين

4 – دائرة الوقوف:

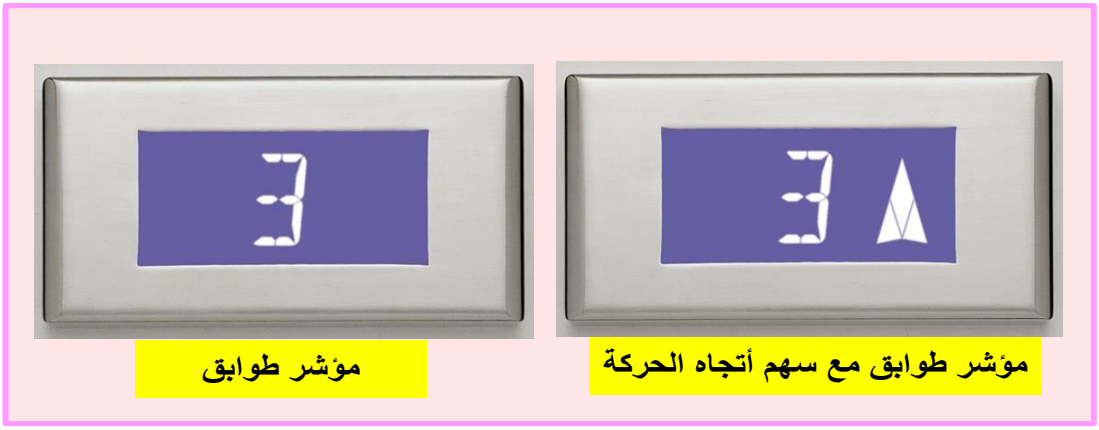
يركب مفتاح وقوف عربة المصعد (LV) فوق العربة, فعند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الثالث فأن مفتاح وقوف الطابق (LV) سيفتح وسيؤدي إلى قطع تيار المصدر عن ملف كونتكتر الصعود الرئيس (KU), فيسقط الكونتكتر (KU) وكما مبين في الشكل (3-37), والذي بدوره سيؤدي إلى سقوط كونتكتر السرعة الواطئة (KL), وكما مبين في الشكل (3-38), وبذلك يتم قطع تيار المصدر الرئيس عن ملفات السرعة الواطئة لمحرك المصعد (U1,V1,W1) وبنفس الوقت قطع تيار المصدر عن ملف الكابح فيتوقف المحرك عن الدوران ووقوف عربة المصعد بمستوى الطابق الثالث, وكما مبين في الشكل (3-39).

8- دائرة مؤشر الطوابق (Floors Indicator circuit):

هي الدائرة التي توضح موقع عربة المصعد من خلال مصابيح الدلالة للراكب داخل عربة المصعد وللأشخاص في صالة الطوابق حيث يتوهج مصباح الطابق الذي تكون فيه عربة المصعد. وتربط مصابيح مؤشر الطابق بالتوازي مع مصابيح مؤشر الطوابق الأخرى ومع مؤشر الطوابق داخل عربة المصعد. حيث يربط مصباح الطابق مع نقطة مفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل آختيار ذلك الطابق فمثلا تتوهج مصابيح رقم (3) عندما تصل عربة المصعد الطابق الثالث كما مبين في الشكل (3-40) وكذلك يوضح مؤشر الطوابق سهم آتجاه حركة عربة المصعد صعودا أو نزولا كما مبين في الشكل (3-41).



شكل 3 - 40 دائرة مؤشر الطوابق لمصعد ثلاثة طوابق



شكل 3 - 41 مؤشر طوابق رقمي

3-3 اشتغال المصعد الكهربائي أثناء انقطاع المصدر الكهربائي الرئيس

مجهز القدرة الكهربائية الآضطراري للمصعد الكهربائي (Emergency Power Supply):

هو جهاز يقوم بتجهيز لوحة السيطرة الكهربائية الرئيسة الخاصة بأشتغال المصعد عندما يتم آنقطاع المصدر الكهربائي الرئيس بالقدرة الكهربائية اللازمة لتشغيل المصعد وإيصال عربة المصعد لأقرب طابق وفتح باب عربة المصعد. وتركب لوحة مجهز القدرة الكهربائية الآضطراري في غرفة ماكينة المصعد قرب لوحة السيطرة الكهربائية الرئيسة كما مبين في الشكل (3-42).



شكل 3 - 42 لوحة مجهز القدرة الآضطراري للمصعد

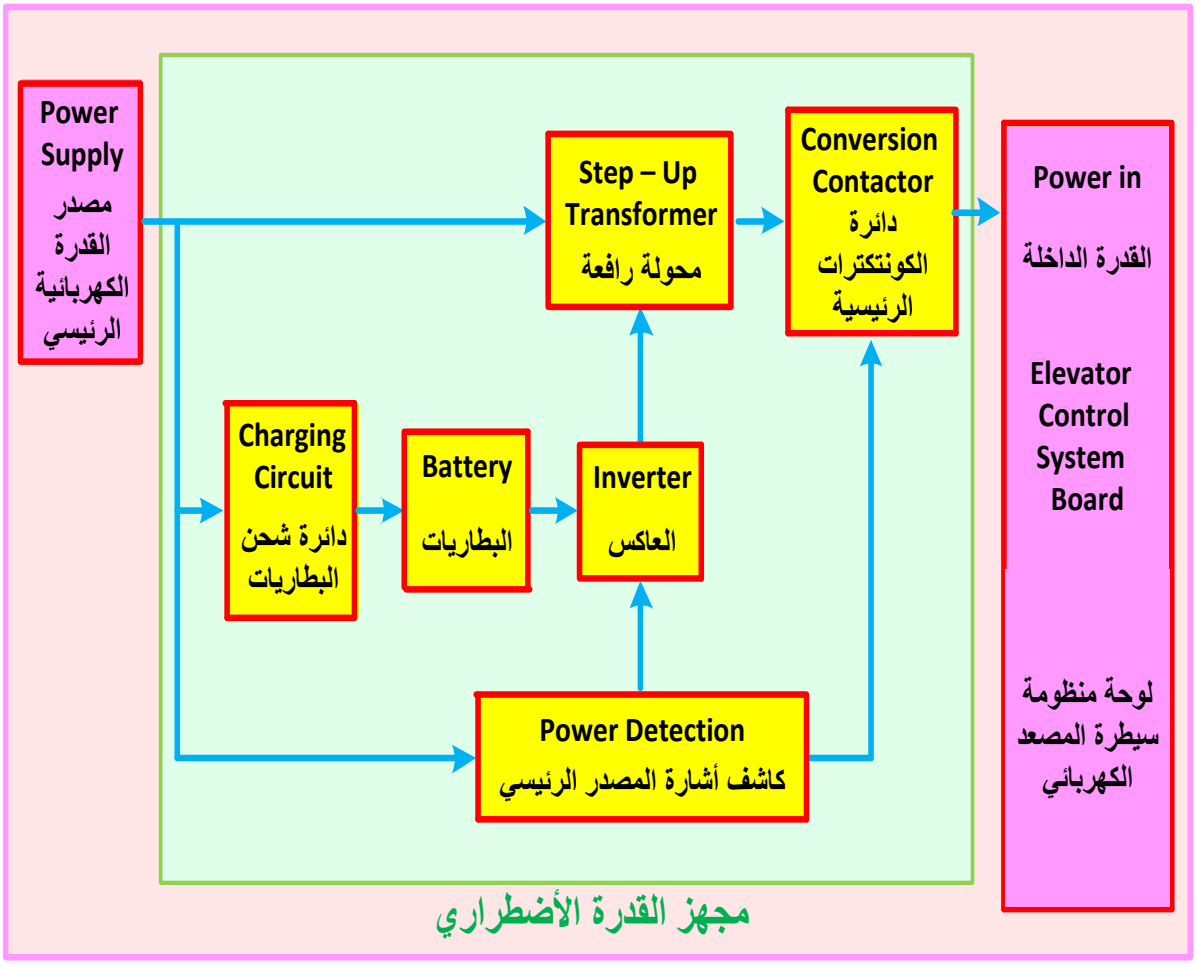
وتتركب هذه اللوحة من الدوائر التالية وكما مبين في الشكل (3-43) :

1- دائرة قدرة المصدر (Power Supply):

هي دائرة قدرة المصدر الكهربائي الرئيس التي تعمل على آشتغال المصعد الكهربائي وكذلك تغذي دائرة شحن البطاريات وتعطي الإشارة إلى لوحة مجهز القدرة الآضطراري.

2- دائرة شحن البطاريات (Charging Circuit):

هي عبارة عن دائرة الكترونية (Electronic Board) تقوم بتحويل فولتية المصدر الكهربائي الرئيس المتناوب (220V- A.C) إلى (48V- D.C) لغرض شحن البطاريات الأربع وعند آكتمال عملية الشحن يتوقف الشحن آلياً (أوتوماتيكياً).



شكل 3 -43 مخطط توضيحي لدائرة مجهز القدرة الاضطراري للمصعد الكهربائي

3- دائرة البطاريات (Battery):

تتكون هذه الدائرة من عدة بطاريات مربوطة بالتوالي ويعتمد عدد البطاريات على قيمة فولتية دائرة لوحة منظومة سيطرة آشتغال المصعد الكهربائي, وبما إن فولتية السيطرة هي (48V-D.C) لذا يكون عدد البطاريات (4) لأن فولتية كل بطارية هي (12V) وهذه الدائرة هي التي تغذي دائرة العاكس (Inverter) ويسمى أيضا (Converter) بالقدرة الكهربائية اللازمة.

4- دائرة كاشف أشارة قدرة المصدر الرئيس (Power Supply Detection):

في حالة انقطاع المصدر الكهربائي الرئيس فإن هذه الدائرة تعطي أشارة إلى دائرة العاكس لكي تعمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري.

5- دائرة العاكس (Inverter Circuit):

وتسمى أيضا دائرة المغير (Converter Circuit) وتتكون هذه الدائرة من ستة ثايرسترات (Thyristor) تقوم بتغيير التيار المستمر (D.C) إلى تيار متناوب (A.C).

6- دائرة المحولة الرافعة (Set- Up Transformer):

تقوم هذه الدائرة برفع الفولتية الخارجة من العاكس إلى فولتية محرك المصعد أي تحول الفولتية من (48V-A.C) ثلاثي الأطوار إلى (380V-A.C) ثلاثي الأطوار.

7- دائرة الموصلات الهوائية (الكونتكترات) الرئيسة (Conversion Contactors):

تتكون هذه الدائرة من ثلاثة موصلات هوائية (كونتكترات) رئيسة تقوم بتنظيم عمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري وهي:

أ- كونتكتر مصدر القدرة الرئيس (Main Power Supply Contactor): ويرمز له (MC1).

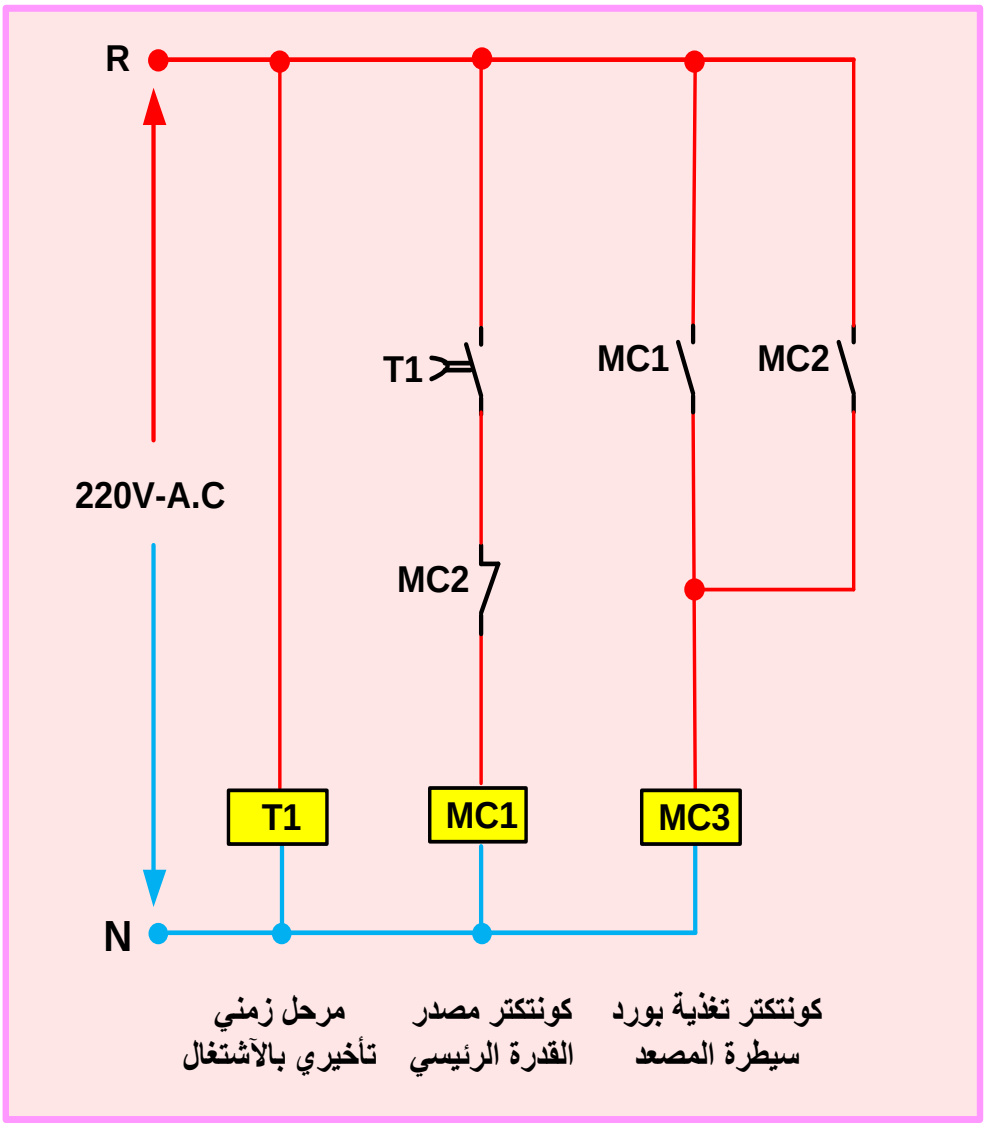
ب- كونتكتر مجهز القدرة اللآضطراري (Emergency Power Supply Contactor): ويرمز له (MC2).

ج- كونتكتر تغذية لوحة سيطرة المصعد الرئيسة (Elevator Control Board Contactor): ويرمز له (MC3).

دائرة السيطرة لآشتغال مجهز القدرة الآضطراري:

1- دائرة آنقطاع مصدر القدرة الكهربائية الرئيس :

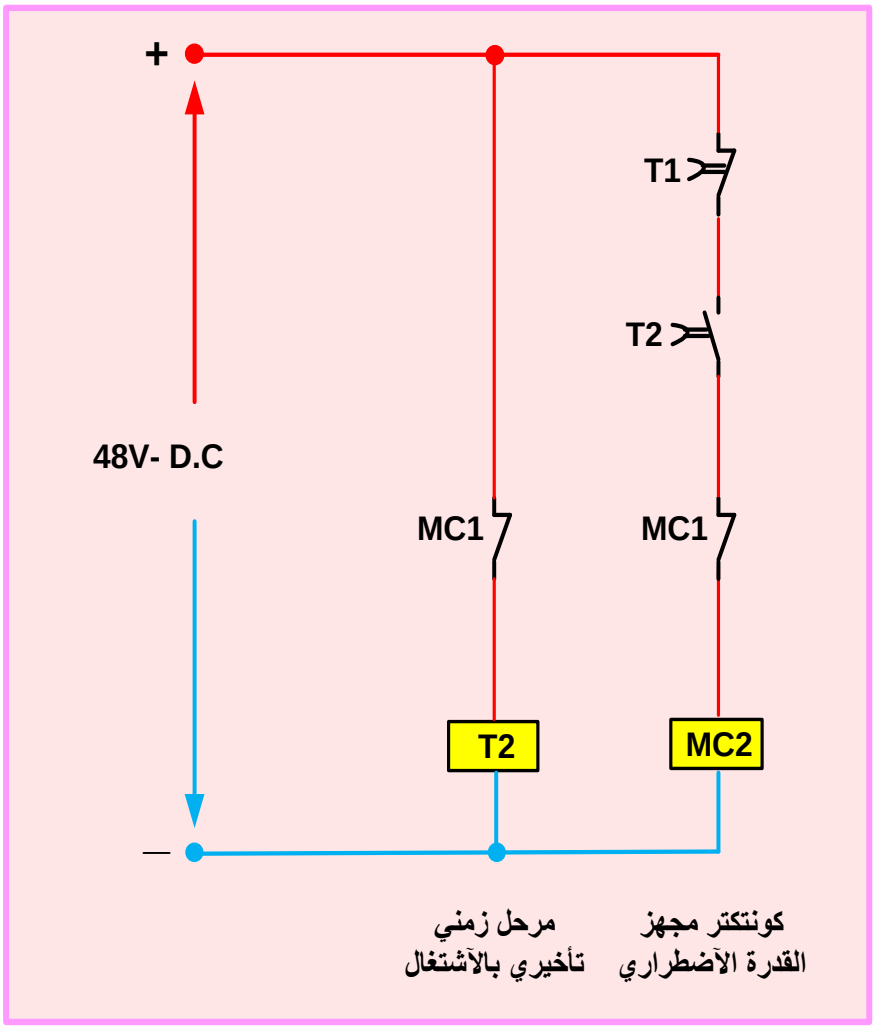
إن آنقطاع مصدر القدرة الكهربائية الرئيس سيؤدي إلى سقوط المُرَحِّل الزمني (T1) نوع تأخيري الآشتغال (ON-DELAY) وبدوره سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي (كونتكتر) مصدر القدرة الكهربائي الرئيس (MC1) كما مبين في الشكل (3-44).



شكل 3 -44 دائرة سيطرة آشتغال مصدر التغذية والقدرة الرئيس

2- دائرة آشتغال مجهز القدرة الآضطراري:

إن سقوط الكونتكتر (MC1) يؤدي إلى مرور التيار من نقطة المصدر (+) خلال النقطة المغلقة آعتياديا للكونتكتر (MC1) ثم يمر التيار خلال ملف المُرَحِّل الزمني (T2) نوع تأخيري الآشتغال (ON-DELAY) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر السالبة (—) فيبدأ المُرَحِّل الزمني بحساب الزمن المحدد (3-5 Sec) ثم يلقط المُرَحِّل الزمني (T2) . وعند ذلك سيمر التيار من نقطة المصدر (+) خلال النقطة المغلقة أعتياديا للمُرَحِّل الزمني (T1) ثم خلال النقطة المفتوحة أعتياديا للمُرَحِّل الزمني (T2) ثم خلال النقطة المغلقة أعتياديا للكونتكتر (MC1) ثم يمر التيار خلال ملف موصل هوائي (كونتكتر) مجهز القدرة الآضطراري (MC2) حتى يصل التيار إلى النقطة السالبة (—) , فيلقط الكونتكتر (MC2) كما مبين في الشكل (3-45).



شكل 3 -45 دائرة سيطرة آشتغال مجهز القدرة الآضطراري

وإن آشتغال كونتكتر (MC2) سيوصل تيار المصدر إلى ملف موصل هوائي (كونتكتر) تغذية لوحة سيطرة المصعد الرئيسة (MC3) فيلقط الكونتكتر (MC3) الذي يقوم بتغذية لوحة السيطرة الرئيسة بالقدرة الكهربائية الكافية لتشغيل المصعد الكهربائي وبعد إكمال عملية وصول عربة المصعد مستوى أقرب طابق ووقوف المصعد (الإنقاذ) يتوقف مجهز القدرة الآضطراري من تغذية لوحة السيطرة الرئيسة كما مبين في الشكل (3-44).

3- دائرة إعادة مصدر القدرة الكهربائية الرئيس :

إن إعادة مصدر القدرة الكهربائية الرئيس سيؤدي إلى وصول تيار المصدر(R) إلى ملف المُرَحِّل الزمني (T1) نوع تأخيري الآشتغال (ON-DELAY) حتى يصل التيار إلى نقطة المصدر (N) فيبدأ المُرَحِّل الزمني بحساب الزمن المحدد (30-50 Sec) ثم يلقط المُرَحِّل الزمني (T1), وإن آشتغال المُرَحِّل الزمني (T1) يؤدي إلى سقوط الكونتكتر (MC2) وآشتغال كونتكتر (MC1) الذي بدوره سيؤدي إلى آشتغال كونتكتر (MC3) والذي يقوم بتغذية لوحة السيطرة الرئيسة بالقدرة الكهربائية لتشغيل المصعد بحالة أعتيادية كما مبين في الشكل (3-44).

عمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري:

إن آنقطاع مصدر التيار الرئيس سيؤدي إلى سقوط موصل هوائي (كونتكتر) المصدر الرئيس (MC1), وبعد فترة زمنية معينة يبدأ بالآشتغال موصل هوائي (كونتكتر) مجهز القدرة الآضطراري (MC2) الذي يوصل التيار من البطاريات إلى دائرة العاكس والتي بدورها ستشغل موصل هوائي (كونتكتر) تغذية لوحة سيطرة المصعد الرئيسة (MC3) لتغذية لوحة سيطرة المصعد الرئيسة بالقدرة الكافية لإعادة آشتغال المصعد وإيصال عربة المصعد إلى أقرب طابق, حسب الخطوات الآتية:

1- يحتوي مجهز القدرة الآضطراري الخاص بالمصعد على نظام التشغيل الآضطراري والذي سيكون بمقدوره الآستجابة إلى تشغيل المصعد بعد قطع القدرة الكهربائية الرئيسة وآختيار آتجاه حركة المصعد على ضوء الحمل القليل لمحرك المصعد آلياً (أوتوماتيكياً).
2- يقوم مجهز القدرة الآضطراري بتغذية لوحة السيطرة الرئيسة للمصعد بقدرة متناوبة ثلاثية الأطوار عند قطع المصدر الكهربائي الرئيس.

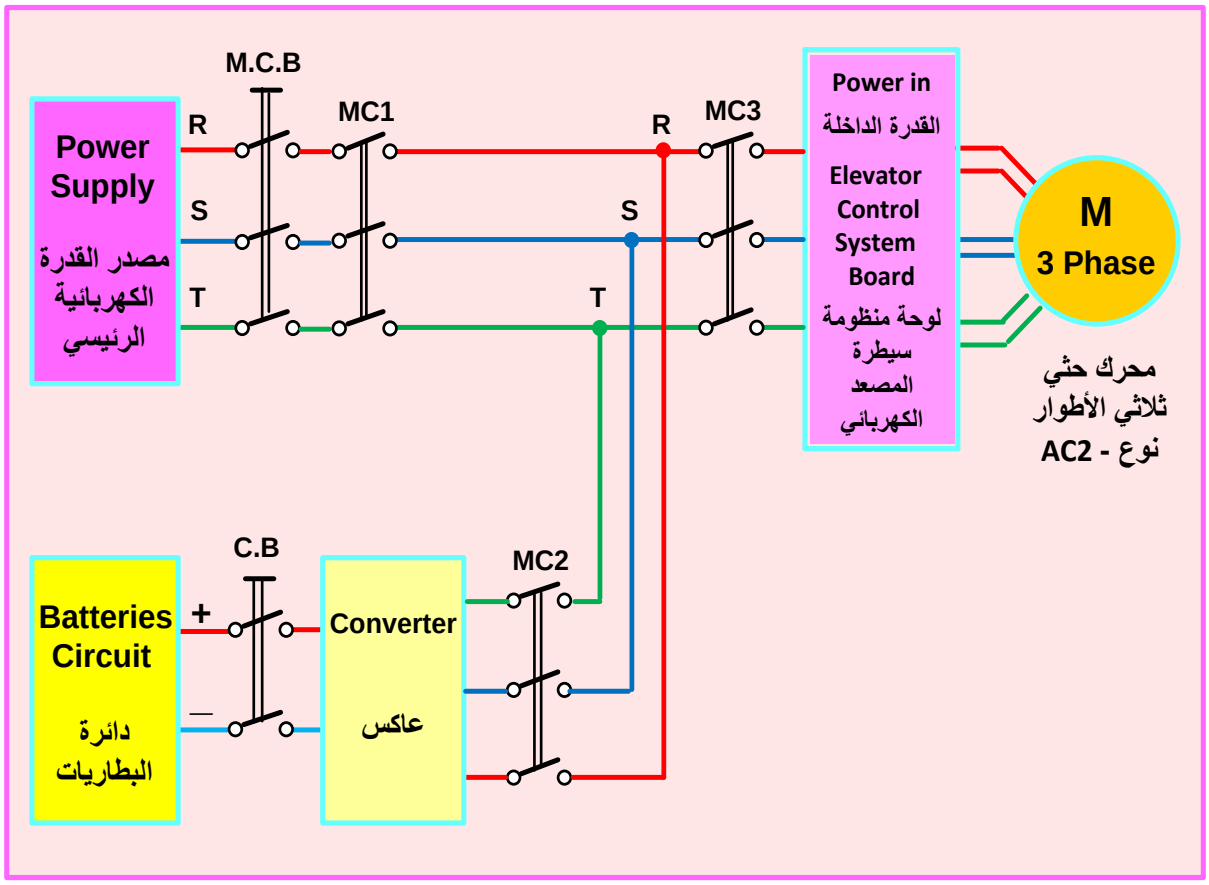
3- يبدأ المحرك الرئيس للمصعد بالآشتغال بقدرة مجهز القدرة الآضطراري وعند وصول عربة المصعد مستوى أقرب طابق ووقوف المصعد يتوقف مجهز القدرة الآضطراري من تغذية لوحة السيطرة الرئيسة آلياً (أوتوماتيكياً).

4 - بعد إكمال عملية الوقوف وعند عودة تيار المصدر الرئيس ستبدأ عملية شحن البطاريات آلياً (أوتوماتيكياً) ويكون مجهز القدرة الآضطراري على استعداد كامل لتشغيل المصعد مرة أخرى .

5- يجب أن يكون هناك فترة زمنية معينة بين آنقطاع المصدر الرئيس وآشتغال مجهز القدرة الآضطراري وكذلك هناك فترة زمنية معينة بين توقف مجهز القدرة الآضطراري من تغذية لوحة السيطرة الرئيسة وإعادة المصدر الرئيس .

عمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري في حالة محرك المصعد نوع- (AC2):

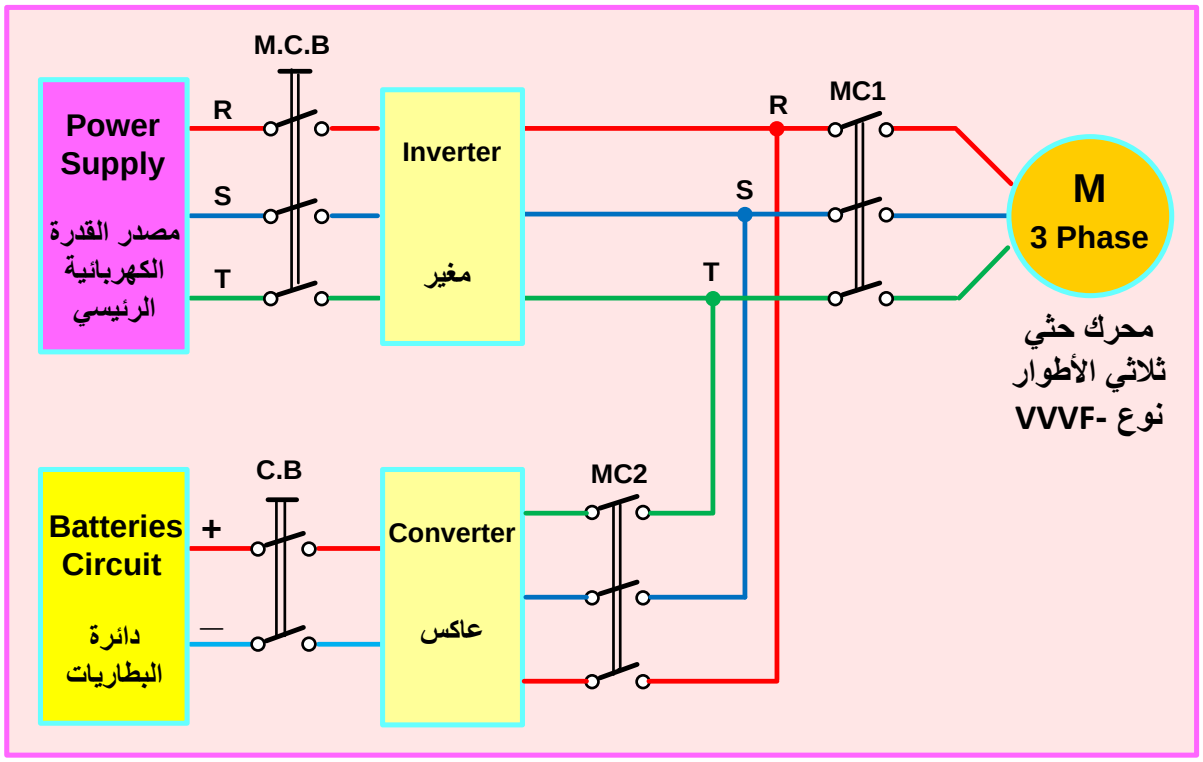
إن المحرك نوع (AC2) يعني أن المحرك متناوب ثلاثي الأطوار وإن ملفات المحرك نوعان ملفات للسرعة العالية وملفات للسرعة الواطئة, عندما يغذي مصدر القدرة الكهربائية الرئيس لوحة سيطرة المصعد الكهربائي فأن محرك المصعد يبدأ الحركة والدوران بالسرعة العالية وقبل وصول عربة المصعد مستوى الطابق المطلوب تتغير سرعة المحرك إلى السرعة الواطئة ثم يليها وقوف المحرك عن الدوران عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق المطلوب. أما عندما يغذي مجهز القدرة الآضطراري لوحة سيطرة المصعد الكهربائي فأنه يغذي ملفات السرعة الواطئة لمحرك المصعد لأن قدرتها أقل من قدرة ملفات السرعة العالية لمحرك المصعد تصل إلى (25-30) في المئة فمثلا أذا كانت قدرة المحرك للسرعة العالية (10 KW) تكون قدرة المحرك للسرعة الواطئة تقريبا (2.8 KW) كما مبين في الشكل (3-46).



شكل 3 -46 دائرة عمل مجهز القدرة الآضطراري (محرك نوع - AC2)

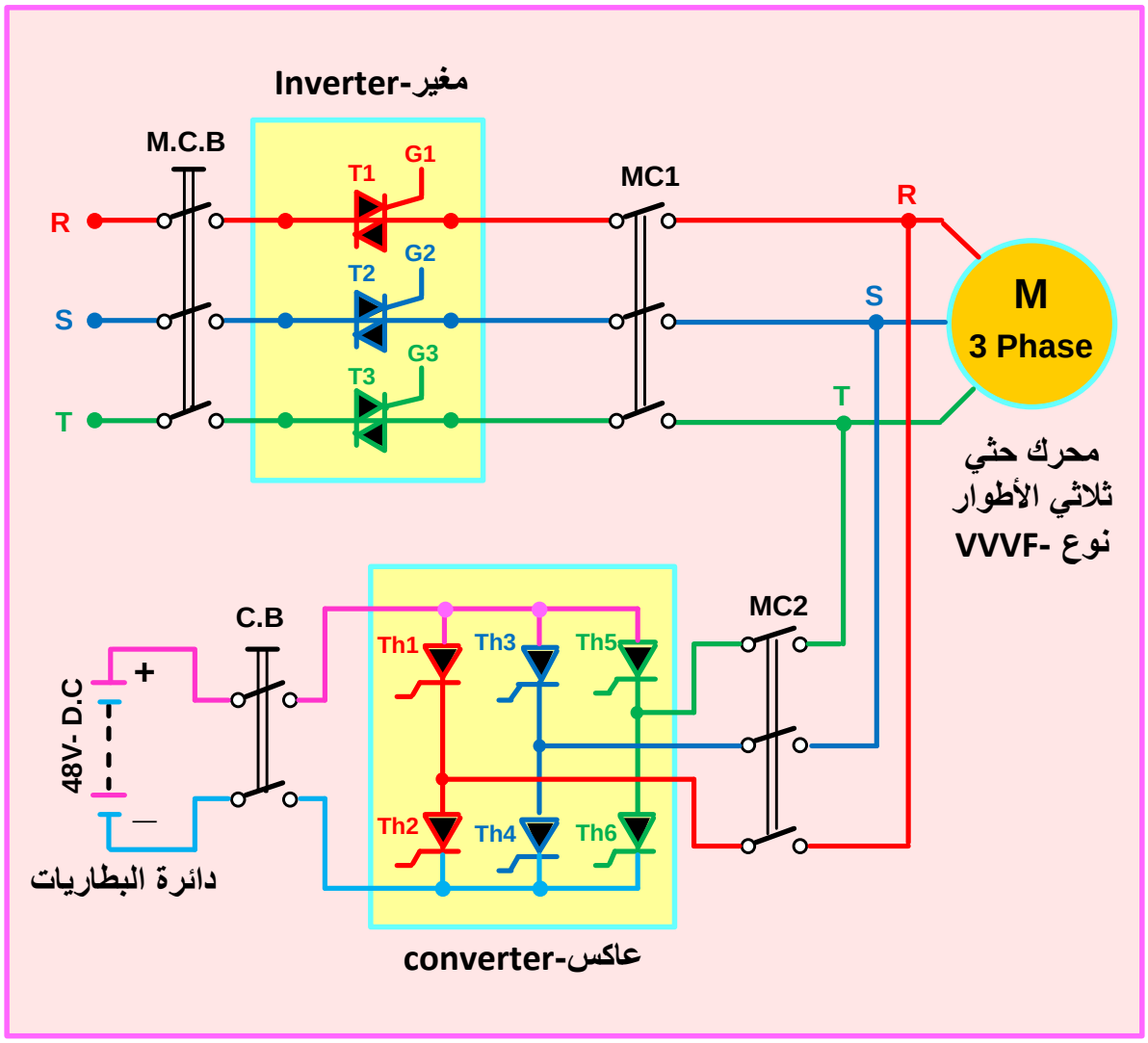
عمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري في حالة محرك المصعد نوع- (VVVF):

إن المحرك نوع (VVVF) يعني (Varible Voltage Varible Frequency) أي أن الفولتية (V) والذبذبة (F) المسلطة على المحرك متغيرة, التي يمكن التحكم بقيمها حسب متطلبات السرعة المطلوبة بواسطة جهاز المغير والذي يسمى أيضا العاكس (Inverter). ويستخدم هذا المحرك المتناوب الثلاثي الأطوار من النوع (VVVF) في مجال المصاعد الكهربائية لسهولة السيطرة على سرعة المحرك كما مبين في الشكل (3-47).



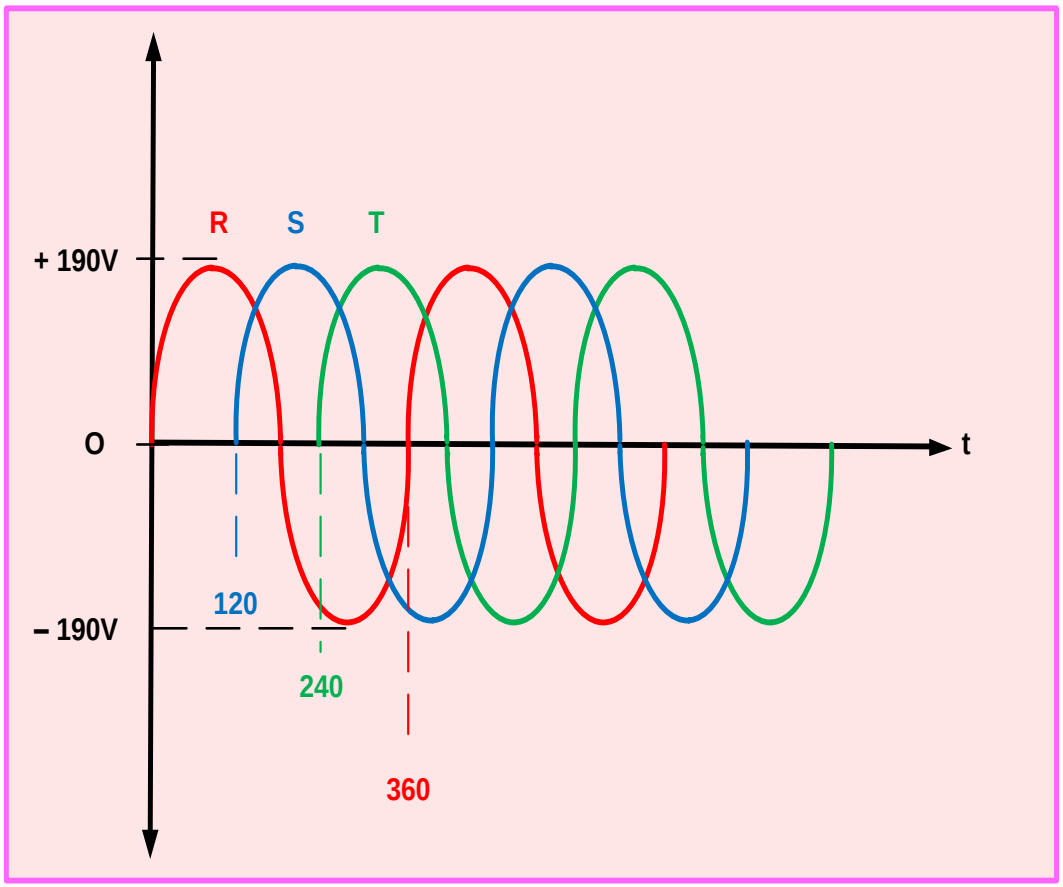
شكل 3 -47 دائرة عمل مجهز القدرة الآضطراري (محرك نوع - VVVF)

فعندما يبدأ المحرك بالدوران من حالة السكون حتى الوصول إلى السرعة العالية تغيير السرعة بشكل آنسيابي, من خلال تحكم جهاز العاكس بزيادة قيمة الفولتية والذبذبة تدريجيا التي تسمى بالتعجيل (Acceleration), وقبل وصول عربة المصعد مستوى الطابق المطلوب تتغير السرعة بشكل آنسيابي من السرعة العالية من خلال تحكم جهاز العاكس بتقليل قيمة الفولتية والذبذبة تدريجيا التي تسمى بالتباطؤ (Decceleration) حتى الوصول إلى سرعة بقيمة الصفر والوقوف الميكانيكي ووقوف عربة المصعد في مستوى الطابق المطلوب كما مبين في الشكل (3-48).



شكل 3 -48 دائرة عمل جهاز العاكس لمجهز القدرة الآضطراري (محرك نوع - VVVF)

إن عملية السيطرة والتحكم بسرعة محرك المصعد تتم من خلال عمل جهاز العاكس (Inverter) بالسيطرة على قيمة الفولتية والذبذبة من خلال التحكم بزاوية قدح نبضة الدخول (G1) للترايك (T1) للطور الأول (R) بزاوية (0), وكذلك قدح نبضة الدخول (G2) للترايك (T2) للطور الثاني (S) بزاوية (120) , وكذلك قدح نبضة الدخول (G3) للترايك (T3) للطور الثالث (T) بزاوية (240). وبنفس هذه الطريقة يعمل جهاز العاكس (Converter) والذي يقوم بعملية تغيير التيار المستمر (D.C) من دائرة البطاريات إلى التيار المتناوب (A.C) الثلاثي الأطوار(R,S,T) حيث تسيطرالثايرسترات (TH1,TH3,TH5) على نصف الموجة الموجبة وتسيطر الثايرسترات (TH2,TH4,TH6) على نصف الموجة السالبة كما مبين في الشكل (3-49).



شكل 3 -49 دائرة سيطرة عمل جهاز العاكس لمجهز القدرة الآضطراري

هناك عدة أنواع مختلفة من القدرات الكهربائية لمجهّز القدرة الآضطراري ويتم آختيار مجهز القدرة الآضطراري حسب القدرة الكهربائية للمحرك الرئيس للمصعد، كما مبين في الشكل (3-45).



شكل 3 -50 لوحة مجهز القدرة الآضطراري للمصعد الكهربائي بقدرات مختلفة

السلامةالمهنية في المصاعد الكهربائية:

يُعَد الآهتمام بالسلامة المهنية للمصاعد الكهربائية ضرورياً جداً لحماية الاشخاص الذين يستخدمون المصاعد الكهربائية من الأضرار والحوادث, لذا يستدعي الآنتباه والآلتزام بتعليمات السلامة في المصاعد الكهربائية وكما يأتي :

اولا :

التقيد بالتعليمات المكتوبة على لوحة التعليمات التي تتضمن :

أ- يفضل عدم استخدام المصعد من قبل الاطفال.

ب- ممنوع الضغط عل كبسات لوحة التشغيل داخل عربة المصعد اثناء حركة المصعد .

ج- في حالة الوقوف المفاجئ للمصعد لاي سبب كان, يضغط على كبسة التنبيه او الحاكية او التلفون الدخلي لطلب المعونة من قبل ملاك المختص.

ح – عدم استخدام كبسات التوقف داخل المصعد الا عند الحالات الطارئة.

ء – المحافظة على نظافة المصعد وعدم رمي مخلفات السكائر لمنع حدوث اعاقة في فتح وغلق الابواب.

ثانيا :

تدريب حراس المبنى وملاك الدفاع المدني على كيفية تحريك عربة المصعد يدويا لاقرب طابق عند حدوث عطل مفاجئ للمصعد الكهربائي مع تأمين فتح باب عربة المصعد بمفتاح الباب الخارجي.

ثالثا :

يجب ان تكون غرفة المكائن مُحَكّمة الغلق للحفاظ عليها من الاتربة ولا تستخدم هذه الغرفة إلاّ من قبل ملاك المتخصص بالصيانة فقط.

رابعا :

قطع التيار الكهربائي عن المصعد عند سماع اصوات غريبة واستدعاء ملاك الصيانة.

خامسا :

الصيانة الدورية والوقائية .

1. **الالتزام بمواعيد الصيانة الدورية والوقائية للمصعد من قبل ملاك الصيانة المتخصص في مجال صيانة المصاعد الكهربائية.**
2. **وضع بطاقات صيانة دورية او وقائية لأي مصعد مع تثبيت الملاحظات او الاجراءات التي تمت أثناء اجراء عملية الصيانة الدورية.**
3. **التركيز على الاجزاء الحساسة للمصعد عند اجراء الصيانة الدورية للمصعد والمتمثلة بوسائل الامان وشروط السلامة لمستخدمي المصعد وتبديل الأجزاء التالفة.**
4. **وضع ملصقات من قبل ملاك الصيانة في الطابق الأول مع تثبيت رقم هاتف لغرض الآتصال بهم وقت حصول اي حادث طارئ.**
5. **ضرورة تركيب باب داخلي لعربة المصعد يعمل بطريقة آلية.**
6. **الالتزام بعمل الفحص الدوري للمصاعد لجميع مكوناتها.**

أعطال المصاعد الكهربائية:

- يتوقف المصعد عن العمل في الحالات الآتية:

1 - عدم وجود القدرة الكهربائية الرئيسة.

2 – عدم توصيل نقطة توصيل مُرَحِّل الأطوار المعكوسة بسبب:

A- نقص أو هبوط جهد أحد الأطوار الثلاثة لمصدرالتيار الرئيس.

B- اختلاف في تتابع الأطوار الثلاثة (Phase Sequence).

3- عدم توصيل نقاط التوصيل المغلقة أعتياديا والمفتوحة أعتياديا لمُرَحِّلات ولكونتكرات بورد السيطرة الكهربائية.

4- عدم توصيل نقطة توصيل مُرَحِّل التيار العالي (زيادة تيار المحرك).

5- عدم غلق الباب الخارجي بإحكام (يكون مفتاح القفل غير موصل).

6- عدم غلق الباب الداخلي بإحكام (يكون المفتاح غير موصل).

7- سلسلة دائره الامان مفتوحة.

ظواهر وأعطال :

1- عدم توقف المصعد عند مستوى الطابق بسبب :

A- تحرك مفتاح الوقوف.

B- إستطالة حبال تعليق العربة.

C- وجود خلل في عمل منظومة البريك (الكابح).

2- يعمل المصعد في حاله الصيانة فقط.

نقطة توصيل مفتاح الأشتغال غير موصلة مع نقطة الأوتوماتيك.

3- المصعد يعمل بآتجاه الصعود فقط.

بسبب عطل مُرَحِّل أو كونتكتر النزول.

أسئلة الفصل الثالث

س1 - ضع علامة (صح) حول الإجابة الصحيحة :

1- وظيفة لوحة الصيانة :

أ- وقوف المصعد عند مستوى الطابق.

ب- آشتغال المصعد أثناء الصيانة.

ج- فتح وغلق الباب.

2- تركب لوحة الصيانة :

أ- أسفل العربة.

ب- الطابق الأرضي.

ج- فوق العربة.

3- تربط مفاتيح أقفال أبواب المصعد:

أ- مباشرة مع مصدر التغذية.

ب- بالتوازي مع دائرة الأمان.

ج- بالتوالي مع دائرة الأمان.

4- يربط ملف مُرَحِّل آتجاه النزول :

أ- بالتوالي مع النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود.

ب- بالتوازي مع النقطة المغلقة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود.

ج - مباشرة إلى كبسة طلب الطابق الأول.

5- يربط ملف موصل هوائي (كونتكتر) آتجاه الصعود:

أ- بالتوازي مع ملف موصل هوائي (كونتكتر) آتجاه النزول.

ب- بالتوالي مع النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه النزول.

ج- بالتوالي مع النقطة المفتوحة آعتيادياً لمُرَحِّل آتجاه الصعود.

6- تتوهج مصابيح مؤشر الطابق الأول:

أ- قبل وصول عربة المصعد مستوى الطابق الأول.

ب- عند وصول عربة المصعد مستوى الطابق الأول.

ج- بعد وصول عربة المصعد مستوى الطابق الأول.

7- رمز مفتاح وقوف الطابق الثاني:

أ- (DS2)

ب- (SL2)

ج- (LV2)

8- تعتمد الطلبات الخارجية بعد وقوف المصعد على:

أ- (KA)

ب- (KB)

ج- (KA) و(KB)

9- يعتمد تحكم العاكس بسرعة محرك المصعد الكهربائي بالسيطرة على قيمة:

أ- التيار

ب- الفولتية

ج-الفولتية والتردد

10- تكون زاوية الطور لمصدر ثلاثي الأطوار:

أ- 90

ت- 180

ج- 120

س2 - علل ما يأتي :

1 - من الضروري وضع مفتاح الوقوف في لوحة الصيانة.

2 - ربط مقاومة بالتوالي مع مصابيح مؤشر الطوابق.

3 - تيار المجال يكون ثابت الاتجاه أثناء غلق أو فتح باب عربة المصعد.

4 - تشغيل المصعد بسرعة بطيئة أثناء الصيانة.

5 - ضرورة تركيب مفتاحي النهاية العليا والسفلى.

6 - وضع تعليمات السلامة داخل عربة المصعد الكهربائي.

7 - ربط مفتاح زيادة الوزن بالتوالي مع دائرة الأمان.

8- لا يعمل مجهز القدرة الآضطراري مباشرة بعد آنقطاع مصدر القدرة الكهربائية الرئيس .

9- يغذي مجهز القدرة الآضطراري ملفات السرعة الواطئة.

10- يجب التحويل من السرعة العالية إلى الواطئة قبل وقوف المصعد.

س3 - عدد مفاتيح الأمان لعربة المصعد.

س4 - عدد مفاتيح الأمان في مسار (شفت) المصعد.

س5 - ما هي أجهزة الأمان الموجودة في غرفة الماكينات؟

س6 - إرسم مخطط يوضح مكونات دائرة الأمان.

س7 - عدد الأجزاء الرئيسة للوحة الصيانة.

س8 - عدد الأجزاء الرئيسة الموجودة في لوحة الطلبات الداخلية, واشرح أثنين منها.

س9 - كيف يشتغل المصعد في حالة الصيانة وضح ذلك بالرسم؟

س10 - عدد الدوائر المهمة في آشتغال المصعد أثناء الصيانة باتجاه الصعود, وضح ذلك بالرسم.

س11 - وضح كيفية حركة عربة المصعد باتجاهين النزول أو الصعود.

س12- اشرح دائرة وقوف عربة المصعد أثناء حركتها باتجاه النزول أثناء عملية الصيانة.

س13- لماذا يتأخر الطلب الداخلي بعد وقوف المصعد موضحا ذلك بالرسم؟

س14- لماذا هناك أسبقية للطلب الداخلي عن الطلب الخارجي موضحا ذلك بالرسم؟

س15- اشرح دائرة مفاتيح وقوف المصعد آلياً (أوتوماتيكياً).

س16- عند الضغط على كبسة الطلب لنفس الطابق الذي تقف فيه عربة المصعد لماذا لا يتوهج مصباح الكبسة ؟

س17- لماذا يتوهج مصباح مؤشر الطابق قبل وصول عربة المصعد ذلك الطابق؟

س18- اشرح دائرة مُرَحِّلات أختيار الطوابق لمصعد ثلاثة طوابق, موضحا ذلك بالرسم.

س19- كيف يمكن حماية ملفات الجزء الدوار من التلف في بداية حركة محرك باب عربة المصعد موضحا ذلك مع الرسم؟

س20- وضح كيفية تزامن آشتغال الكابح المغناطيسي مع المحرك الرئيس ولماذا؟

س21- ارسم دائرة الطلبات الخارجية لمصعد ثلاثة طوابق.

س22- ما هي فائدة مؤشر الطوابق؟

س23- كيف يبقى مصباح الكبسة متوهجاً بعد رفع الضغط عن تلك الكبسة ومتى ينطفئ؟

س24- اشرح دائرة غلق باب عربة المصعد الداخلية.

س25- ماهي فائدة كبسة إعادة فتح باب عربة المصعد؟

س26- وضح دائرة السرعة لمصعد ذات سرعتين,معززا ذلك بالرسم.

س27- كيف يتم غلق قفل الباب الخارجي؟

س 28- ارسم مخططاً يوضح الأجزاء الرئيسة لمجهز القدرة الآضطراري للمصعد الكهربائي.

س29- اشرح بآختصار عمل دائرة مجهز القدرة الآضطراري.

س30- وضح كيف يتم تغيير التيار المستمرلدائرة البطاريات إلى تيار متناوب .

س31- لماذا يفضل آستخدام المحرك المتناوب نوع (VVVF) في المصاعد الكهربائية ؟

س32- ارسم دائرة سيطرة آشتغال جهاز مجهز القدرة الآضطراري.

س33- وضح كيف تعمل دائرة إعادة مصدر القدرة الكهربائية الرئيس.

س34- ما هي النقاط المهمة لتعليمات السلامة المهنية للمصاعد الكهربائية؟

الفصل الرابع

الدوائر الالكترونية في السيطرة على سرعة المحركات
(الكترونيات القدرة Power Electronics)

أهداف الفصل:

يكون الطالب بعد دراسة الفصل قادراً على أن:

1- يتعرف على تطبيقات الثايرستور في دوائر القدرة لتشغيل المحركات.

2- يتعرف على تطبيقات الترياك والدياك في تشغيل دوائر القدرة.

3- يتعرف على طرق التحكم في سرعة محركات السحب التي تستعمل التيار المستمر.

4 - يتعرف على طرق التحكم في سرعة محركات السحب التي تستعمل التيار المتناوب.

5 - يستعمل جهاز عاكس القدرة لتشغيل محركات التيار المتناوب ذات القفص السنجابي والمحركات التزامنية.

6 - التعرف على مكونات وطرائق عمل الدوائر المفتوحة والمغلقة في تشغيل محركات التيار المستمر والمتناوب.



ماكنة السحب المستعملة في المصاعد

مفردات الفصل:

4-1 الثايرستر (تركيبه، خواصه، استخداماته).
4-2 الترياك (تركيبه، خواصه، استخداماته).
4-3 الدایاك(تركيبه، خواصه، استخداماته).
4-4 التحكم بسرعة المحركات باستخدام اشباة الموصلات.
4-5 التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثايرستر.
4-6 التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثنائي والثايرستر.
4-7 السيطرة المفتوحة والسيطرة المغلقة في التحكم بسرعة المحركات.
4-8 أسئلة الفصل الرابع.

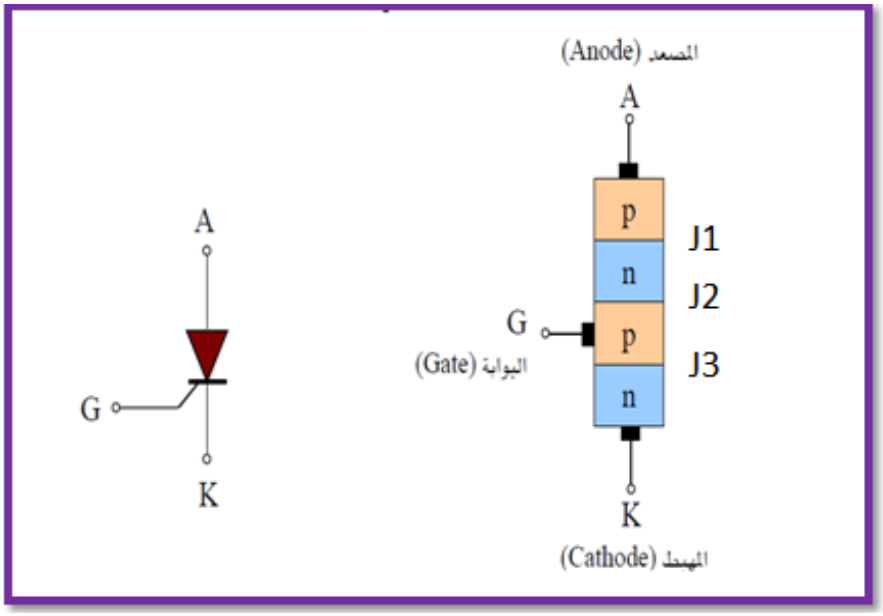


ماكنة السحب المستعملة في المصاعد بدون محول السرعة

في هذا الفصل سنتناول موضوع العناصر الالكترونية التي تستعمل في دوائر التحكم بالقدرة المنقولة إلى حمل كهربائي وتمتاز هذه العناصر بقابلية التحمل لمرور التيار العالي وصغر الحجم وقلة الكلفة, ومن هذه العناصر (الثايرستور, الدياك, الترياك).

4 – 1 الثايرستور (THYRISTOR)

ويسمى أيضاً (الموحد السليكوني المحكوم) (Silicon Controlled Rectifier)، ويختصر (SCR) وأن كلمة (ثايرستور) تعني (باب) في اللغة الإغريقية، وهي أداة مصنوعة من أشباه الموصلات تعمل كمفتاح الالكتروني ويتكون من أربع طبقات من مادة شبه الموصل (P,N) ويسمى الطرف الأول المتصل بالمنطقة الموجبة (P) بالانود (Anode) و الطرف الآخر بالكاثود (Cathode) وهي نقطة التوصيل الثانية مع دائرة القدرة وتمثل النقطة (G) الموجودة في الوسط بالبوابة (Gate)، وكما مبين في الشكل (4 - 1).



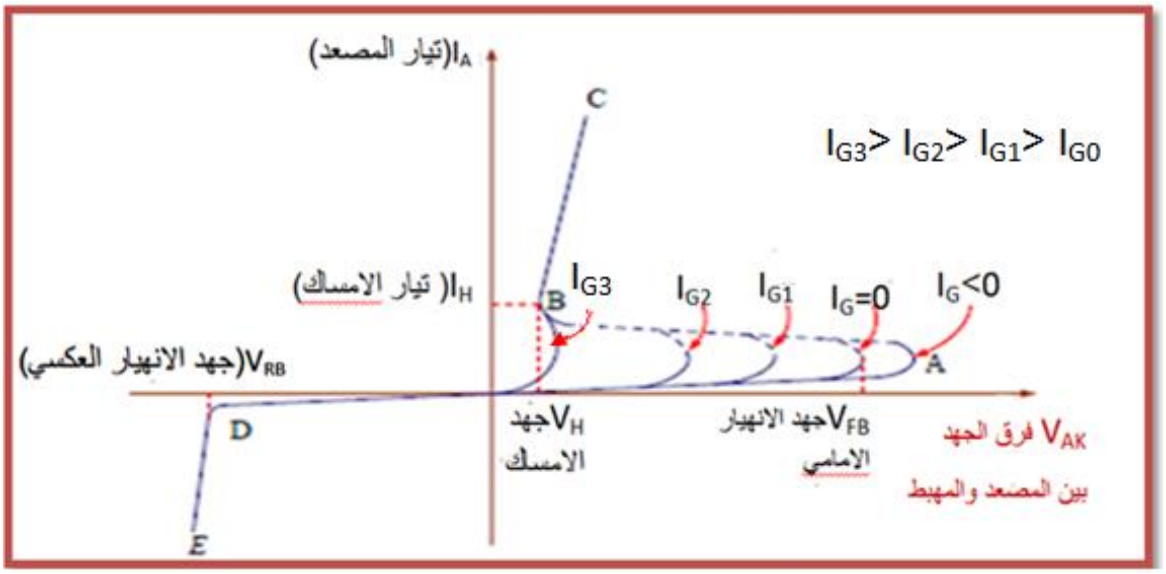
شكل 4 - 1 مكونات ورمز الثايرستور

ويتلخص مبدأ عمل الثايرستور بالحالات الآتية:-

1. عندما يكون جهد البوابة صفراً:-

عند توصيل الطرف الأول من الثايرستور (Anode) إلى مصدر جهد موجب والطرف (J_1) وتكون وصلة الاتصال (N_1P_2) في الوسط في حالة انحياز عكسي وتمثل نقطة الاتصال (J_2) ،وتوصل الطبقة

(P_2) بطرف خارجي تسمى البوابة (Gate (G)) في حين تكون وصلة (P_2N_2) في حالة انحياز أمامي وتمثل نقطة الاتصال (J_3) ويوصل الأخير من الثايرستور(N_2)(Cathode) إلى الطرف السالب للمصدر. عند زيادة الفولتية المسلطة على طرفي الثايرستور فأن التيار يزداد ببطء إلى أن تصل إلى قيمة معينة حيث يزداد التيار بصورة فجائية ،وتسمى هذه القيمة بفولتية القدح (Firing or Break Over Voltage) ويرمز لها (VBO) وهكذا يتحول الثايرستور من القطع إلى التوصيل.



شكل 4 - 2 علاقة بين فرق الجهد الثايرستور وتيار المصعد

2. عند توصيل البوابة (G) الجهد موجب:-

تعمل هذه الفولتية على حقن كمية كافية من التيار على تقليل مقاومة المنطقة المنحازة عكسيا, (J_2)حيث تسمح بمرور التيار من الانود إلى الكاثود عند جهد انهيار أمامي أقل من جهد الانهيار الأمامي الاسمي , وبذلك ينقل حالة الثايرستور من حالة الإطفاء إلى حالة التوصيل وتدعى هذه الحالة بـ (قدح الثايرستور) لاحظ الشكل (4 - 2) حيث يبين منحنيات لتيار الثايرستور لعدد من فولتيات القدح بالبوابة (G) حيث يتناسب جهد الانهيار الأمامي عكسياً مع تيار البوابة (I_G).

يجب توفر شرطين لتتم عملية قدح الثايرستور وهما:-

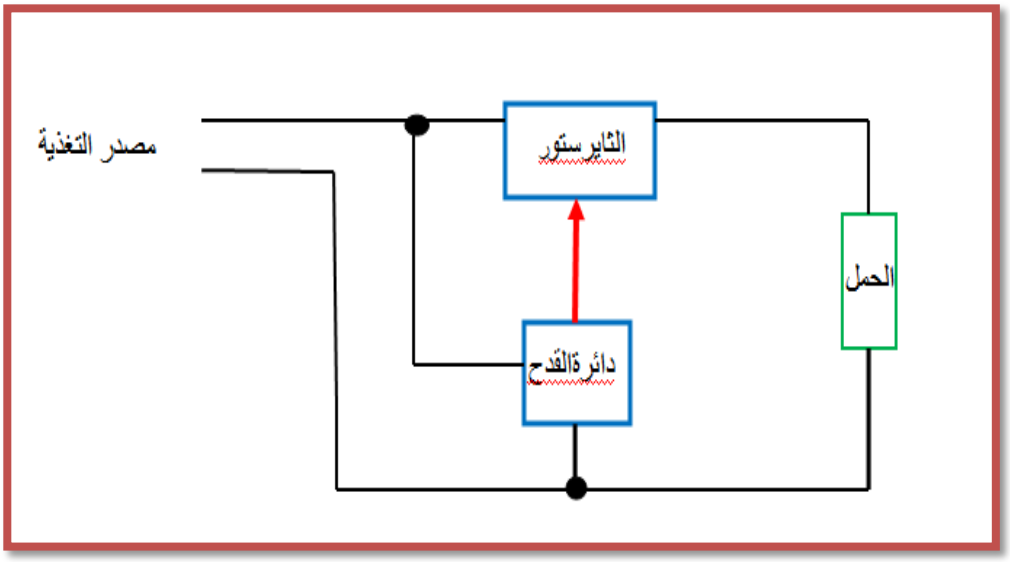
أ. أن يكون جهدا لانود موجبًا بالنسبة للكاثود.

ب. توفر نبضة قدح موجبة مناسبة على البوابة الثايرستور (Gate) .

وتوجد عدة طرائق مستخدمة في قدح الثايرستور، وهي:-

1. القدح بالتيار المستمر.
2. القدح بالنبضات (مذبذب).
3. القدح بالتيار المتناوب.

حيث تتكون دائرة التشغيل من دائرة القدرة (الثايرستور والحمل) ودائرة القدح، وكما مبين في الشكل (3- 4).



شكل 4 - 3 مكونات دائرة تشغيل الثايرستور

إطفاء الثايرستور.

لإعادة الثايرستور من حالة الانحياز الأمامي إلى حالة الانحياز العكسي (الإطفاء), يتم ذلك بتقليل التيار المار فيه إلى قيمة محددة يسمى بتيار الإمساك (Holding Current I_H) ويطلق على عملية تحويل الثايرستور من حالة إلى أخرى بعملية التبديل (Commutation) وهذه الخاصية تجعله ملائماً لتطبيقات التحكم في دوائر التيار المتناوب أما في التيار المستمر فنحتاج إلى دائرة مساعدة لتحويل الثايرستور من التوصيل إلى الفصل وسوف يتم شرحها لاحقاً.

تطبيقات الثايرستور.

أدناه بعض الدوائر المهمة لتطبيقات الثايرستور:-

1. مُقَوّم موجة كاملة محكومة.
2. التحكم بالقدرة.
3. المحول الالكتروني.
4. دوائر الإنذار.

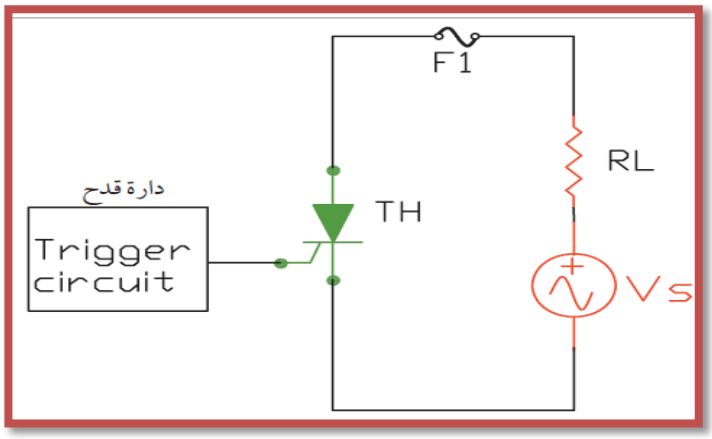
5. المفاتيح الساكنة (الثايرستور يعمل كمفتاح توصيل في الدوائر الكهربائية) .
6. الحماية من ارتفاع الجهد.
7. تحويل الجهد المستمر إلى جهد متناوب.
8. التحكم بسرعة محركات التيار المستمر والمتناوب.

مُقَوّم الموجة المحكومة :

تُعَد دوائر مُقَوّمات الموجة المحكومة من أهم تطبيقات الثايرستور للحصول على القيم المتوسطة للجهد (Average Voltage). ومن هذه الدوائر:

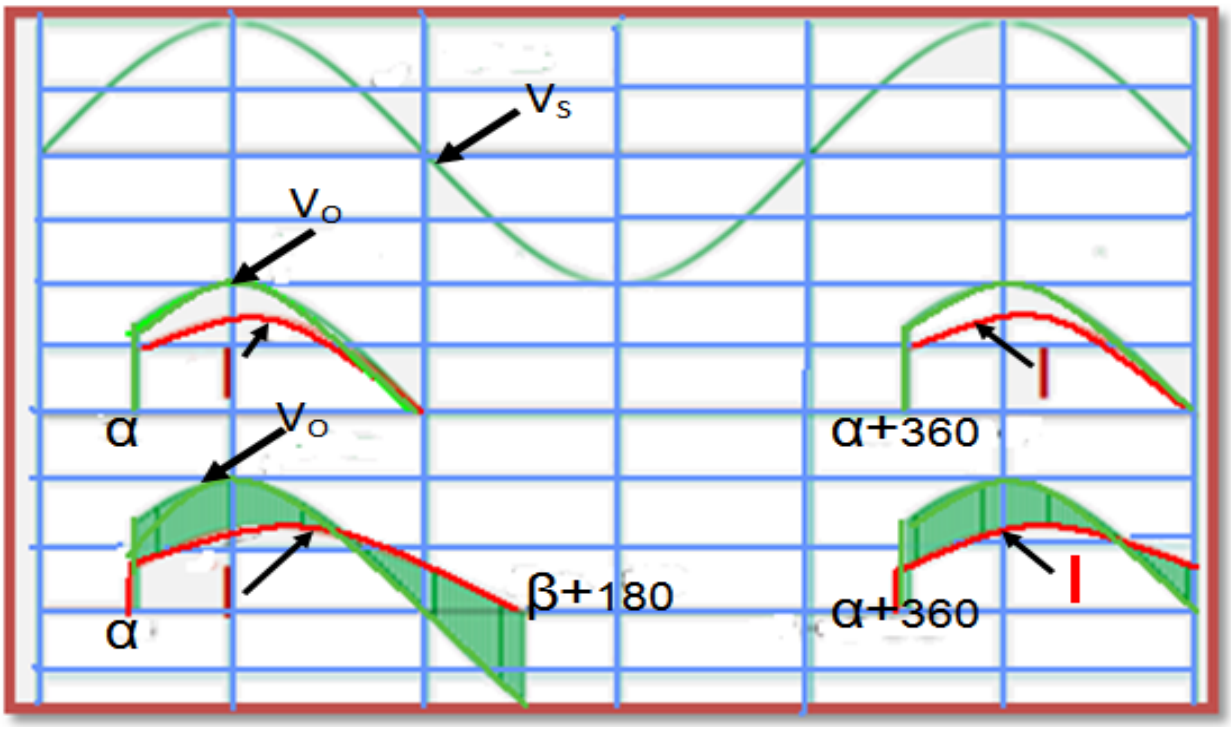
دائرة مُقَوّم نصف موجة محكوم.

تتكون هذه الدائرة من ثايرستور واحد ومصدر للتيار المتناوب والحمل وتسمى بدائرة القدرة المجهزة, ودائرة القدح (Trigger Circuit) للتحكم بزاوية القدح البوابة (G) كما مبين في الشكل (4 – 4).



شكل 4 - 4 ثايرستور يستعمل في دائرة موحد نصف موجة

في النصف الموجب موجة التيار المتناوب يكون الثايرستور في حالة قطع (OFF), وعند قدح الثايرستور بزاوية معينة (α) بوساطة دائرة التحكم يمر تيار في الحمل, وعند نهاية النصف الموجب للموجة قد يستمر أو يتوقف التيار في الدائرة معتمداً على نوعية الحمل فإذا كان أومياً يتوقف التيار, وإذا كان الحمل حثياً فأن موجة الجهد تتقدم على موجة التيار بزاوية (β) تعتمد على مكونات الحمل، وعليه يستمر مرور التيار بعد انتهاء النصف الموجب للموجة مصدر المجهز. وعندما تكون قيمة التيار اقل من تيار الإمساك (I_H) يتوقف الثايرستور عن التوصيل, وتكون الزاوية التي يتوقف عندها عن التوصيل (β) كما مبين في الشكل (4 - 5).



شكل 4 - 5 موجة الجهد قبل وبعد التعديل

وتحسب القيمة المتوسطة لجهد الخرج بالعلاقة الآتية :

$$Vo = \frac{V_{max}}{2\pi}[\cos\alpha + \cos\beta]$$

حيث أن:

V_{max} =القيمة العظمى لمصدر الجهد المتناوب

α= زاوية القدح

β= زاوية الإطفاء وتكون صفر في حالة الحمل الأومي

مثال 4-1

أحسب الجهد المتوسط لمُقَوّم نصف الموجة المحكوم عندما يوصل لمصدر جهد متناوب مقداره (220) فولت،

للحالات الآتية:-

1 - أ ذا كانت زاوية القدح ($\alpha = 30^o$) والحمل مقاومة طبيعية.

2 - إذا كانت زاوية القدح ($\alpha = 45^o$) والحمل حثي وزاوية الإطفاء ($\beta = 15^o$)

الحل:

1. إذا كان الحمل مقاومة طبيعية فأن ($\beta = 0^{o}$) لذلك تكون

$$VO = \frac{V_{max}}{2\pi}[\cos\alpha + 1]$$

$$V_{max} = \sqrt{2} \times VS$$

$$V_{max} = 220 \times \sqrt{2}$$

$$V_{max} = 311V$$

$$V_m = \frac{311}{2\pi}[\cos 30 + 1]$$

$$V_m = \frac{311}{2\pi}[o.87 + 1]$$

$$V_m = \quad 92.6 \quad V$$

2. إذا كانت زاوية القدح ($\alpha = 45^{o}$) وزاوية الإطفاء ($\beta = 15^{o}$)

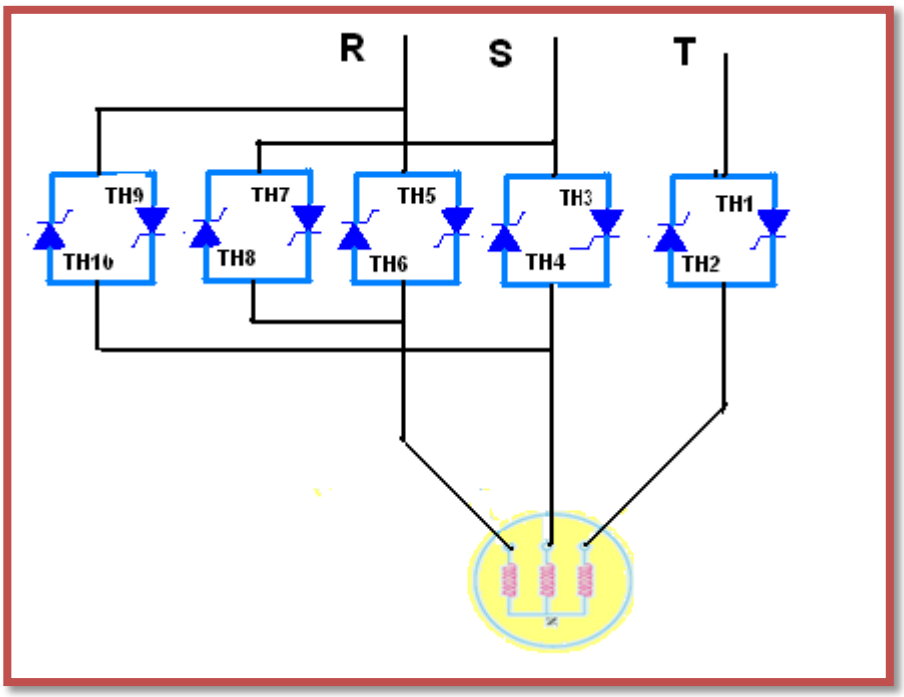
$$V_m = \frac{311}{2\pi}[\cos 45 + \cos 15]$$

$$V_m = \frac{311}{2\pi}[0.707 + 0.97] = 83 \ V$$

المفاتيح الساكنة (Static Contactor):

المفاتيح الساكنة هي عناصر الكترونية تصنع من أشباه الموصلات (PN) تتحول من حالة العزل إلى التوصيل عند حقن كمية من التيار داخل منطقة الاتصال بين الطبقات ولا تحتوي على أجزاء ميكانيكية أو كهر وميكانيكية. إن أحدى تطبيقات الثايرستور في دوائر القدرة وعمل المفاتيح الساكنة حيث تمتاز بصغر الحجم وقلة الكلفة وخلوها من الأجزاء الميكانيكية، ويتم توصل كل ثايرستورين توازي وبشكل

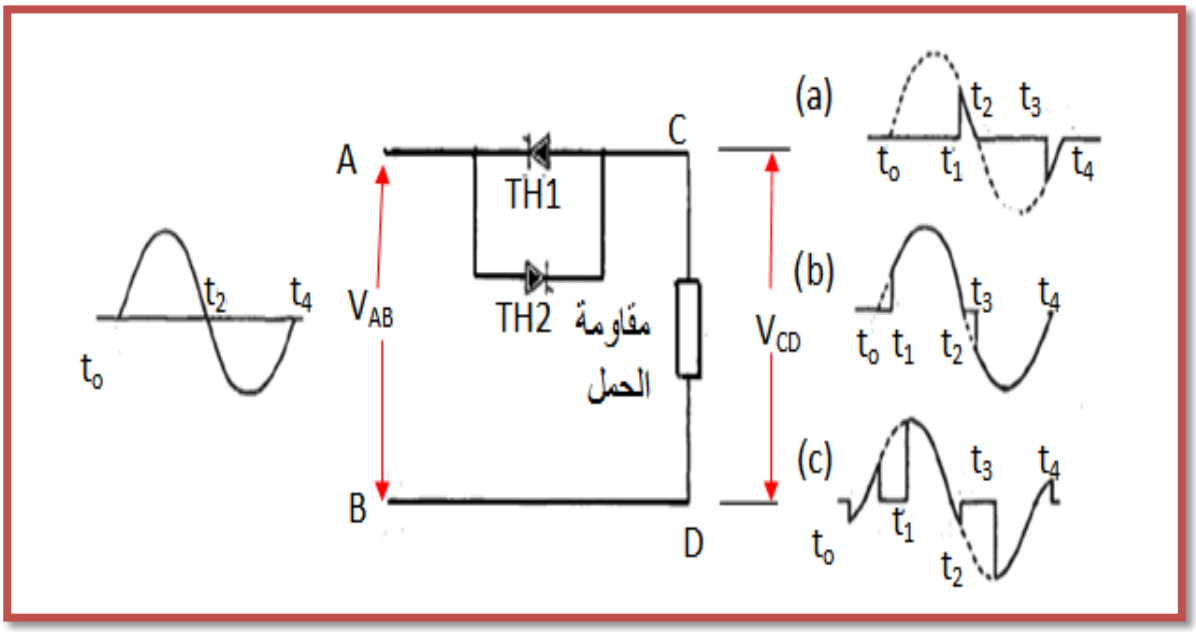
متعاكس للخط لاحظ الشكل (4 ـ 6)، حيث يبين دائرة القدرة لتشغيل وعكس الدوران لمحرك ثلاثي الأطوار وتوصل البوابة (Gate) للثايرستورات إلى دائرة تحكم رقمية أو معالج مايكروي.



شكل 4 ـ 6 دائرة تشغيل محرك حثي باستعمال الثايرستور (المفاتيح الساكنة)

التحكم بالقدرة.

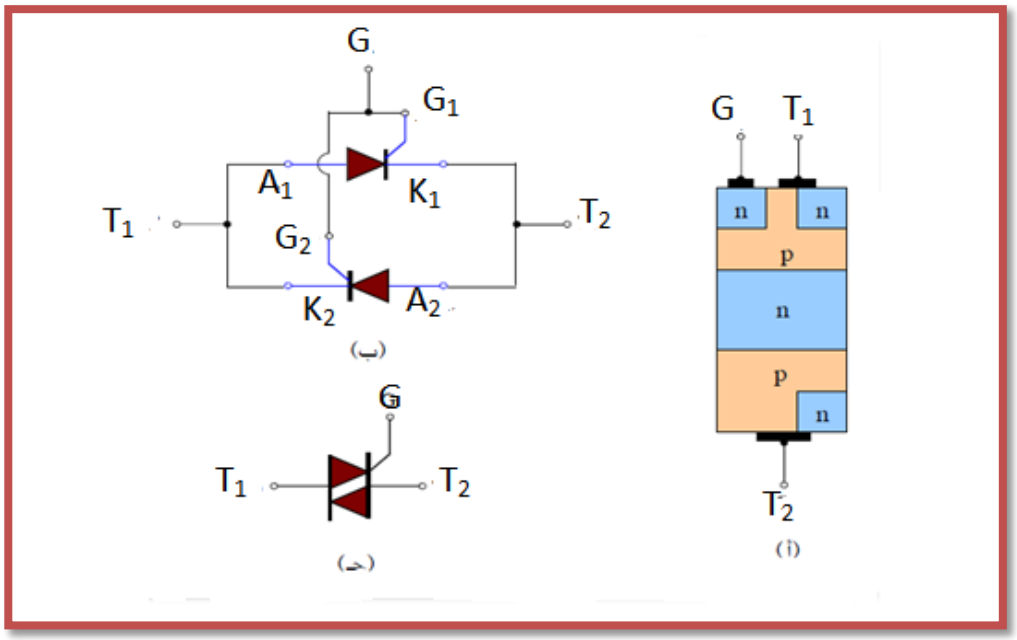
يستعمل الثايرستور في تنظيم القدرة الكهربائية من مصدر التيار المتناوب والمغذية إلى حمل يعمل على التيار المتناوب كما مبين في الشكل (4 ـ 7) حيث يبين ثايرستورين موصلين بشكل متعاكس على التوازي يعمل على تنظيم القدرة من مجهز للتيار المتناوب عند المدخل (A وB) إلى الحمل عند نقاط التوصيل (C و D)، يتم تغيير القيمة الفعلية للجهد (V_{rms}) عند تغيير زاوية قدح البوابة لكل ثايرستور خلال فترة زمنية محددة لكل موجة هي القاعدة الأساسية للحصول على قيم متغيرة لفولتية الحمل كما هو مبين في موجات خرج (a وb وc) .



شكل 4 -7 تغير القيمة الفعلية لجهد الخرج

4 - 2 الترياك Triac

هو أحد عناصر أشباه موصلات القدرة يتكون من عدة طبقات من شبه الموصل (الموجب والسالب) ويكافئ ثايريستورين موصلين على التوازي وبشكل متعاكس كما مبين في الشكل (4- 8)، حيث يعمل كمفتاح ثلاثي الأطراف يتحكم بمرور التيار باتجاهين ويتم قدح الترياك بنبضة موجبة أو سالبة.



شكل 4 - 8 مكونات ورمز الترياك

خواص الترياك:-

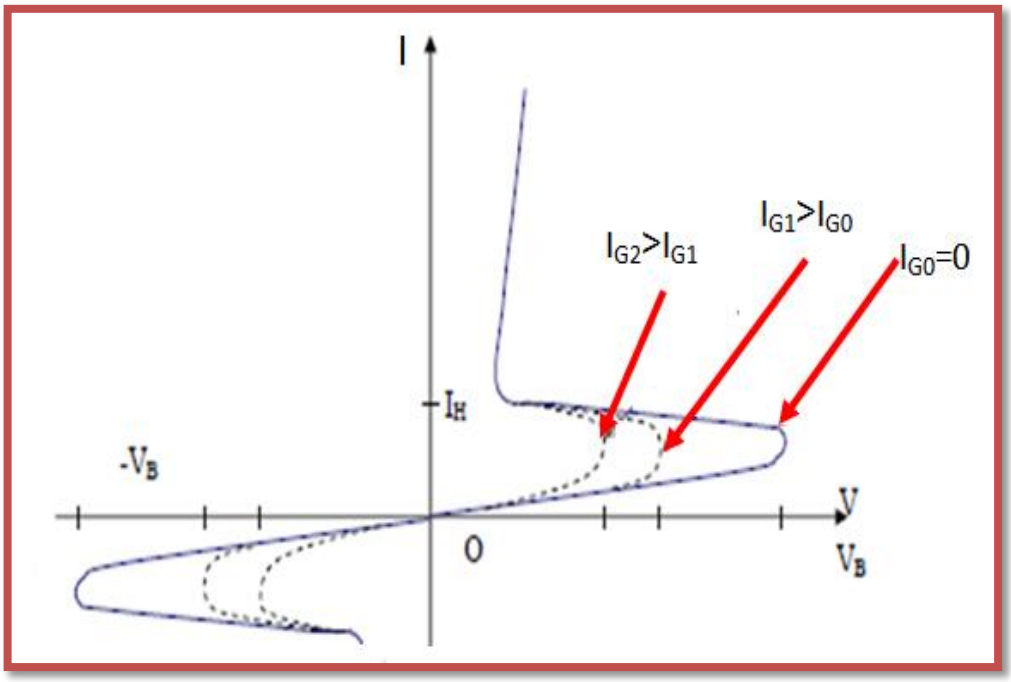
يوصل الترياك في كلا الاتجاهين وكما مبين في أدناه:

توجد عدة أنواع لقدح الترياك تعتمد على إشارة أطراف الترياك (T_1,T_2)، وأن أكثر الأنواع استعمالا هي:-

أ ـ إذا كانت إشارة جهد الطرف (T_2) موجبة بالنسبة للطرف (T_1) وتكون إشارة البوابة (G) موجبة بالنسبة للطرف (T_1).

ب ـ إذا كانت إشارة جهد الطرف (T_2) سالبة بالنسبة للطرف (T_1) وتكون إشارة البوابة (G) سالبة بالنسبة للطرف (T_1) .

منحني الخواص للترياك يشابه مواصفات الثايرستور في الانحياز الأمامي كما مبين في الشكل (4- 9).



شكل 4 -9 خواص الترياك

تطبيقات الترياك

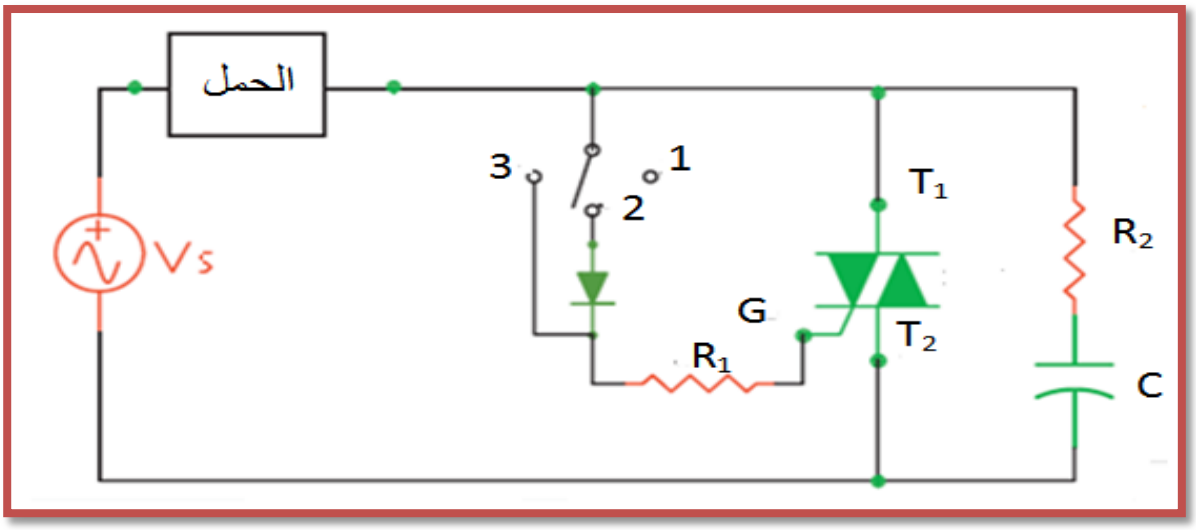
يستعمل الترياك في التحكم بدوائر التيار المتناوب لأنه يمرر التيار في الاتجاهين، لذلك تصمم دوائر القدح بحيث تتشابه إشارة جهد البوابة مع إشارة الطرف (T_2)، وللترياك زاوية قدح في النصف الموجب لمصدر التغذية وزاوية قدح في النصف السالب، ومن تطبيقاته التحكم بالقدرة المنقولة للأحمال الكهربائية كالتحكم بالإنارة، ودرجة الحرارة، وسرعة المحركات. ومن تطبيقاته:-

دائرة التحكم بالقدرة

يبين الشكل (4 - 10) دائرة تستعمل الترياك للتحكم في قدرة الحمل من (50% - 100%) وذلك بتغير موضع المفتاح كما يأتي :

1ــ عندما يكون المفتاح في وضع (2) فأن الثنائي يعمل على تمرير النصف الموجب من التيار المتناوب حيث يعمل الترياك في النصف الموجب فقط وفي هذه الحالة تكون القدرة الواصلة للحمل بنسبة (50%)من القدرة الاسمية.

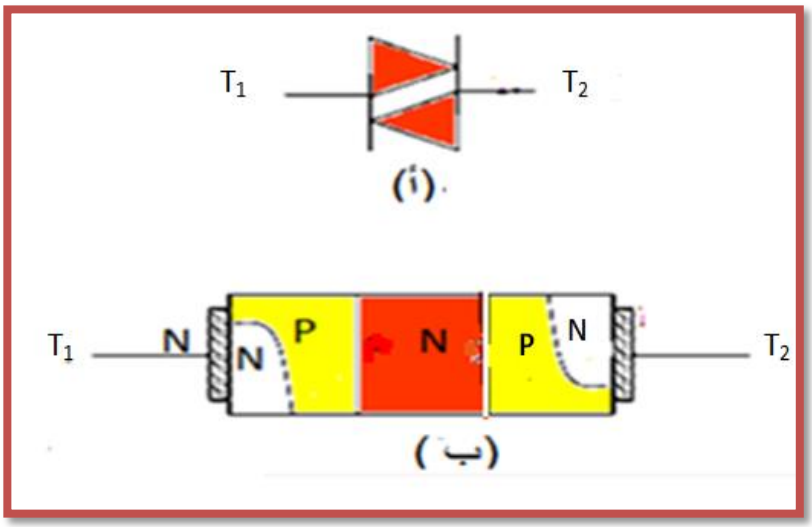
2 - عندما تغير وضعية المفتاح إلى الوضع (3) فأن الترياك يعمل في النصف الموجب والسالب للتيار المتناوب وفي هذه الحالة تكون القدرة الواصلة للحمل بنسبة (100%) من القدرة الاسمية.



شكل 4 - 10 دائرة التحكم بقدرة الحمل باستعمال الترياك

4-3 الدایاك Diac

كلمة دایاك مشتقة من اختزال التسمية الانكليزية (Diode Alternating Current Switch) وتعني مفتاحاً ثنائياً للتيار المتناوب وهو أحد عناصر أشباه الموصلات القدرة وهو عبارة عن ترياك بدون بوابة, وله طرفان متماثلان هما المصعد الأول (T_1) والمصعد الثاني (T_2) كما مبين في الشكل (4 - 11)، يوصل التيار الكهربائي في كلا الاتجاهين عن طريق زيادة الجهد عليه إلى قيمة تتجاوز قيمة جهد الانهيار الأمامي، وللدایاك جهدا انهيار موجب وسالب.



شكل 4 - 11 مكونات ورمز الدایاك

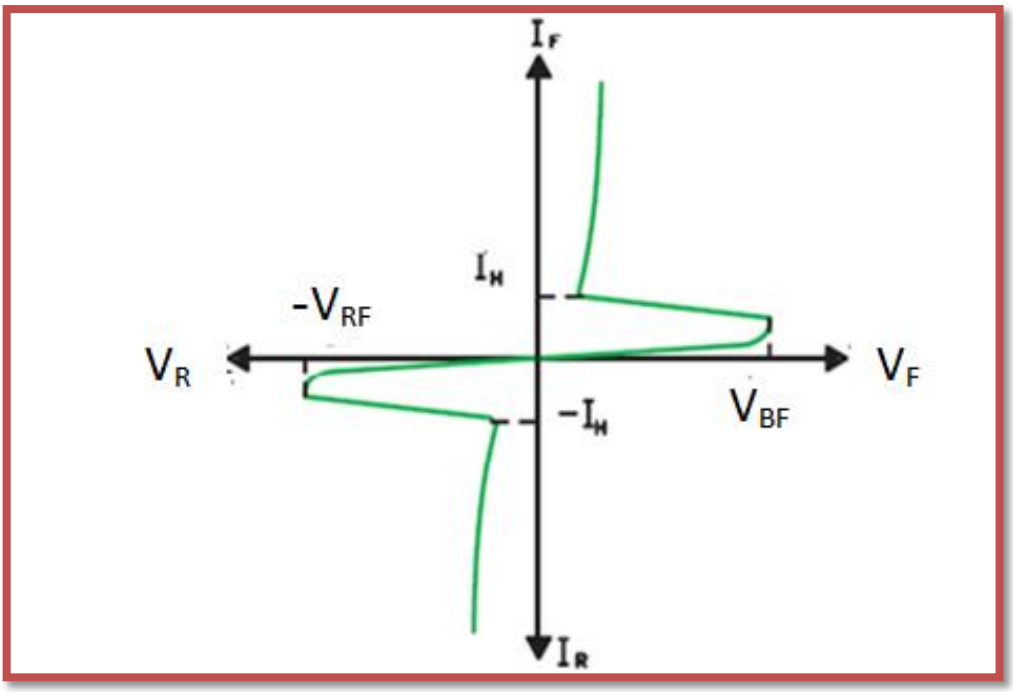
إذا كان جهد الطرف (T_1) أعلى من الجهد الطرف (T_2) بقيمة مساوية على الأقل بجهد الانهيار. سوف يسري التيار من (T_1) إلى (T_2) وإذا كان العكس يسري التيار من (T_2) إلى (T_1) كما مبين في الشكل (4 - 12).

أما خواص الدایاك فتكون مشابه إلى خواص التریاك عند إلغاء تيار البوابة لان قيمة جهد الانهيار تكون أصغر ويستعمل الدایاك في دوائر التحكم بقدح الثايرستور والتریاك حيث يستفاد من قيمة جهد الانهيار في تحديد زاوية القدح حيث يوصل الدایاك إلى دائرة الكترونية تتغذى من مصدر للتيار المتناوب ويكون خرج الدائرة فولتية تتغير مع الزمن إلى أن تصل إلى قيمة معينة تسمى فولتية الانهيار الأمامي وبذلك يتحول الدایاك من حالة الفصل إلى التوصيل حينئذٍ تعمل على قدح التریاك بعد ذلك تتناقص الفولتية إلى أن يتحول إلى حالة الفصل مرة ثانية ثم تعاد الدورة مرة أخرى لكن بالاتجاه المعاكس عند نصف الموجة السالب . وللدایاك تطبيقات عديدة منها :-

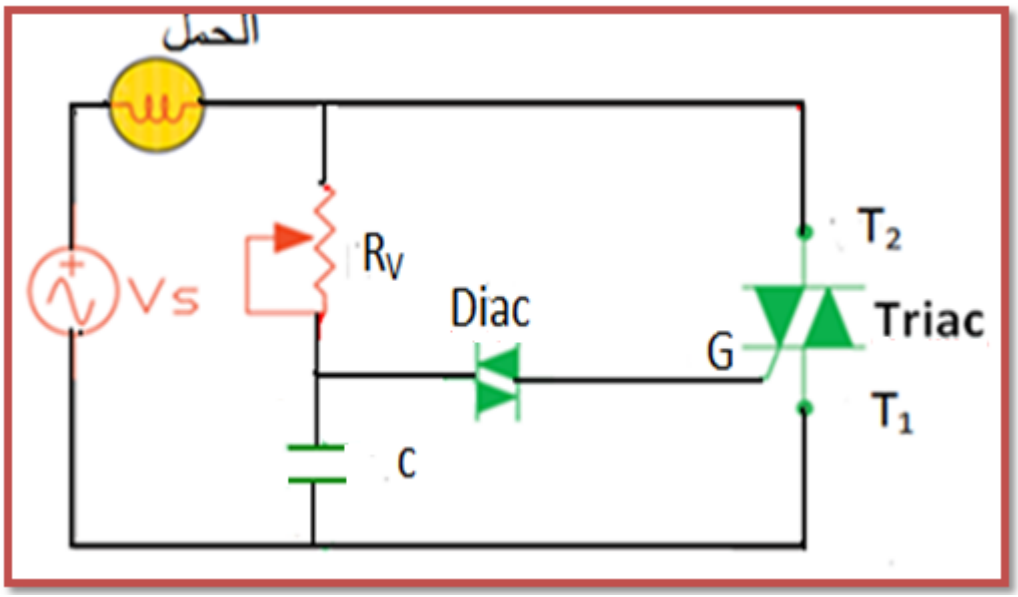
1 - يستعمل كمفتاح للتيار المتناوب باتجاهين.

2 - يستعمل في دوائر التحكم الالكتروني كعنصر مساعد للتحكم في قدح التریاك كما في الشكل (4 - 13 أ).

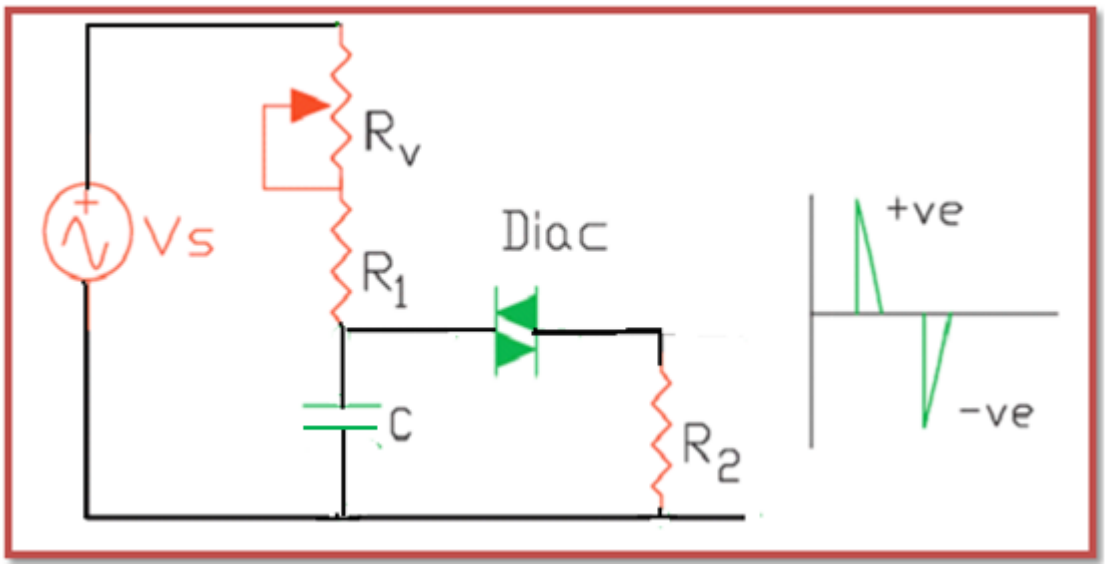
3 - يستخدم في دوائر توليد النبضات كما في الشكل (4 - 13 ب)



شكل 4 - 12 منحني الخواص الدياك



شكل 4 - 13 أ يستعمل الدياك في دوائر قدح التريك كمذبذب



شكل 4 - 13ب دائرة مذبذب تستعمل الدایاك

4-4 التحكم بسرعة المحركات باستخدام أشباه الموصلات

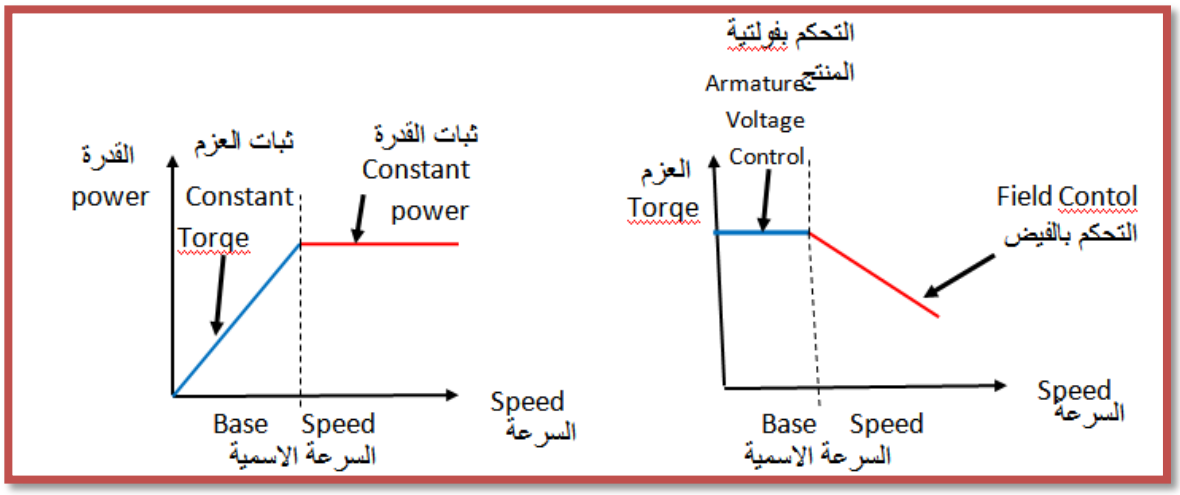
أصبح مؤخراً استعمال تطبيقات الدوائر الالكترونية في التحكم بسرعة المحركات بدلاً من دوائر التحكم الكهربائية والكهروميكانيكية حيث تتميز هذه الدوائر بما يأتي:-

1. ذات دقة عالية.
2. استجابة سريعة للمتغيرات الفيزيائية كالسرعة والضوء.
3. ذات حجم صغير مقارنة مع الدوائر الكهروميكانيكة مثل الملامسات الهوائية (Contactors).
4. لا تحتوي على أجزاء متحركة.
5. قلة المفاقيد في الطاقة الكهربائية حيث لا تستعمل مقاومات سلكية ذات قدرات كبيرة.
6. قلة أعطالها وصيانتها مقارنة مع الدوائر الكهروميكانيكية.

التحكم بسرعة محركات التيار المستمر .

يمكن ملاحظة علاقة القدرة والعزم مع السرعة كما هو مبين في الشكل (4 - 14) حيث يمكن تغير السرعة بإحدى الطرق الآتية:-

1. تغير الجهد الواصل إلى المنتج.
2. تغير التيار المار في الأقطاب المغناطيسية.
3. باستعمال كلا الطريقتين في آن واحد.



شكل 4 - 14 علاقة السرعة مع العزم والقدرة في تحديد نوع التحكم

تستعمل أشباه الموصلات في دوائر التحكم الالكتروني لبادئ الحركة حيث يعمل على تقليل تيار البدء المار في المنتج كما مبين في الشكل (4 - 15) حيث تتكون الدائرة من :-

1- الثايرستور (T_1) كمفتاح تشغيل.

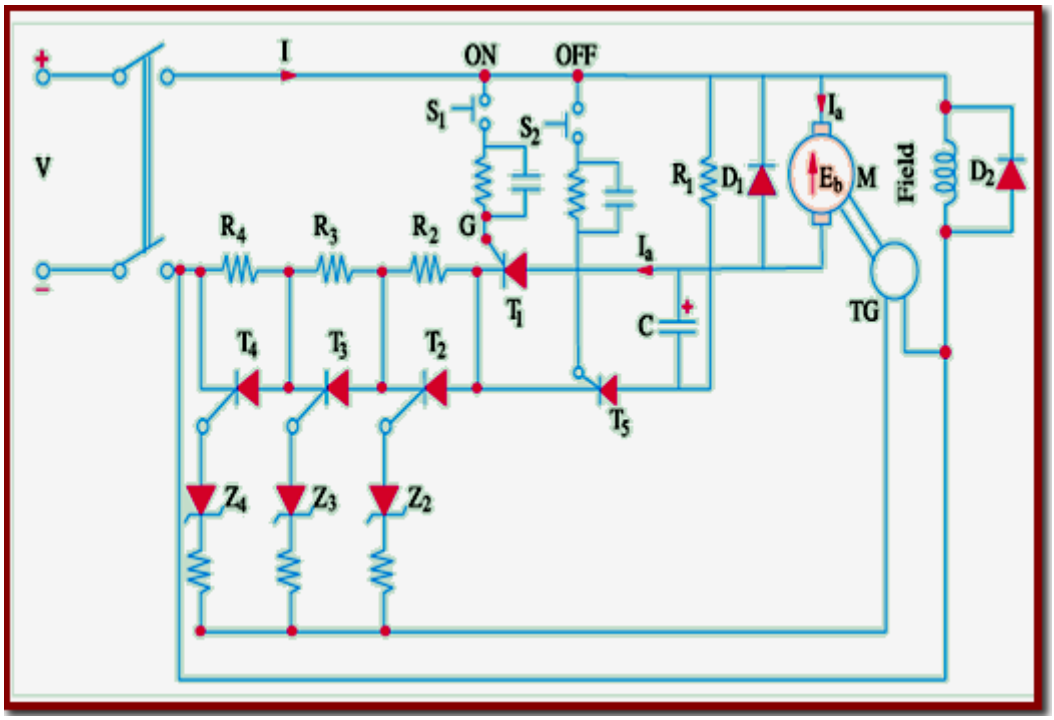
2- المقاومات (R_2,R_3,R_4) لتقليل تيار البدء

3- ثنائي الزينر (Z_2,Z_3,Z_4) ذات قيم فولتية مختلفة لقدح بوابة الثايرستورات المتصلة بها .

4- الثايرستور (T_2,T_3,T_4) كل واحد منهما موصل على التوازي مع مقاومات اللبدء (R_2,R_3,R_4) وعند قدح كل ثايرستور يعمل على إلغاء المقاومة المتوازية معه.

5- مولد الإشارة (TG) موصل ميكانيكياً مع الجزء الدوار للمحرك ، وتتولد فيه قوة دافعة كهربائية تتناسب مع سرعة الدوران ويعمل على تغذية دوائر ثنائي الزينر (Z_2,Z_3,Z_4)

6- الثايرستور (T_5) يعمل كمفتاح لفصل المحرك من مصدر التغذية للتيار المستمر.



شكل 4 – 15 بادئ الحركة في محركات التيار المستمر

التحكم بسرعة محركات التيار المستمر باستعمال دوائر تقطيع التيار المستمر

(Speed Control DC Motor Using Circuit(D.C chopper))

تعمل دوائر التقطيع على تحويل الجهد المستمر الثابت القيمة إلى جهد مستمر متغير القيمة بترددات ثابتة أو متغيرة عن طريق التحكم في دورة التشغيل (Duty Cycle) وتتكون هذه الدوائر من عدد من الثايرستورات . تنقسم دوائر تقطيع التيار المستمر إلى نوعين أساسيين:

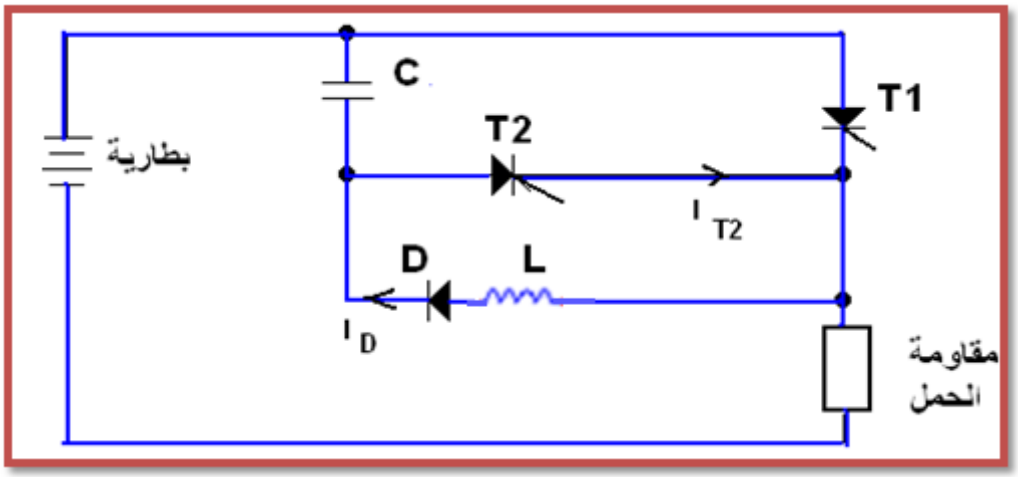
1ـ مقطعات خافضة للجهد (Step Down Chopper) تعمل على تحويل الجهد المستمر الثابت القيمة إلى جهد مستمر متغير القيمة وبقيمة اقل من جهد الدخل.

2 ـ مقطعات رافعة للجهد (Step- Up Chopper) وتعمل على الحصول على قيم جهد مستمر متغير له قيمة اكبر من الجهد المستمر.

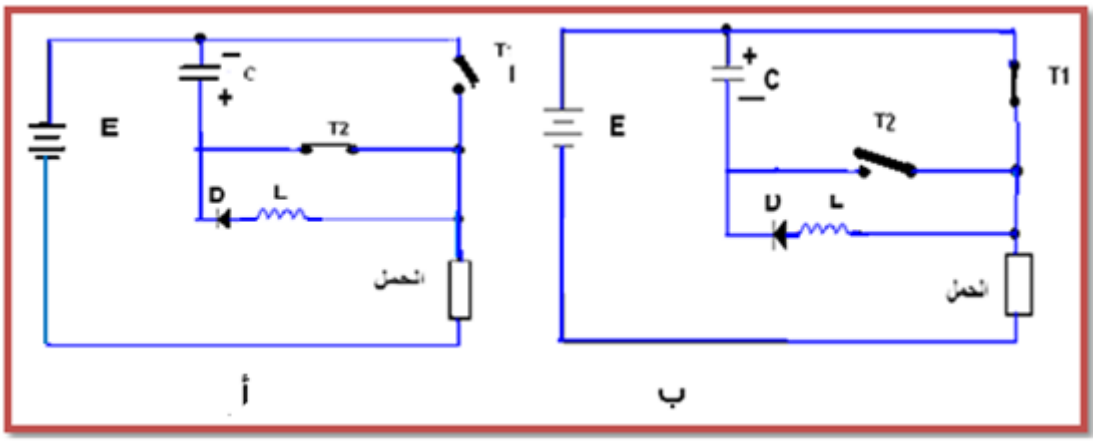
دائرة تقطيع التيار المستمر الأساسية

لغرض توضيح عمل دوائر التقطيع يتطلب تناول ابسط دائرة تحتوي على ثايرستور كما مبين في الشكل (4 – 16) حيث تتكون من ثايرستور (T1) لحمل تيار الحمل ودائرة مساعدة (Auxiliary Circuit) لإطفاء (فصل) الثايرستور التي تتكون من الثايرستور المساعد (T2) (Auxiliary Thyristor) ومتسعة (C) والملف والثنائي (D)، عندما توصل الدائرة إلى مصدر التغذية للتيار المستمر يكون

التيار في كلا الثايرستورين يساوي صفراً وإن المتسعة (C) تشحن أولاً من خلال قدح الثايرستور (T2) تكون الدائرة كما مبين في الشكل (4ـ 17أ) وعندما يقدح الثايرستور (T1) يوصل مصدر الجهد المستمر إلى الحمل وفي نفس الوقت يعمل الملف (L) مع الثنائي (D) على عكس القطبية على طرفي المتسعة كما مبين في الشكل (4- 17ب) ولتحويل الثايرستور (T_1) من حالة التوصيل إلى الفتح يقدح الثايرستور (T_2) حيث يعمل على توصيل شحنة المتسعة على طرفي الثايرستور (T_1) وتسمى هذه العملية بالتبديل (Commutation).



شكل 4 ـ 16 دائرة تقطيع التيار المستمر



شكل 4 ـ 17 الدائرة المكافئة لقدح الثايرستور (T1 , T2)

دورة التشغيل (Duty Cycle)

يمكن الحصول على القيمة المطلوبة لجهد الخرج لدائرة التقطيع عن طريق التحكم في زمن الفصل (T_{OFF}) وزمن الإغلاق (T_{ON}) للمفتاح الالكتروني حيث يتم التحكم في إغلاق وفتح المفتاح عن طريق إعطاء نبضة كهربائية لدائرة التحكم الخاصة بالثايرستور كما مبين في الشكل (4 – 18)، ويكون عرض النبضة (T_{ON}) متغيراً حيث أن هذا الزمن يمثل زمن إغلاق المفتاح الالكتروني بينما الزمن الدوري (T) لهذه النبضة ثابت، ويمثل هذا الزمن زمن الفتح (الفصل) والغلق ($T_{ON}+T_{OFF}$) للمفتاح الالكتروني، وتعرف دورة التشغيل (D) بأنها عبارة عن قيمة زمن غلق المفتاح الالكتروني مقسوم على الزمن الدوري ويمكن كتابة الصيغة الرياضية لدورة التشغيل كما يأتي:

$$D = \frac{T_{ON}}{T_{ON}+T_{OFF}} = \frac{T_{ON}}{T}$$

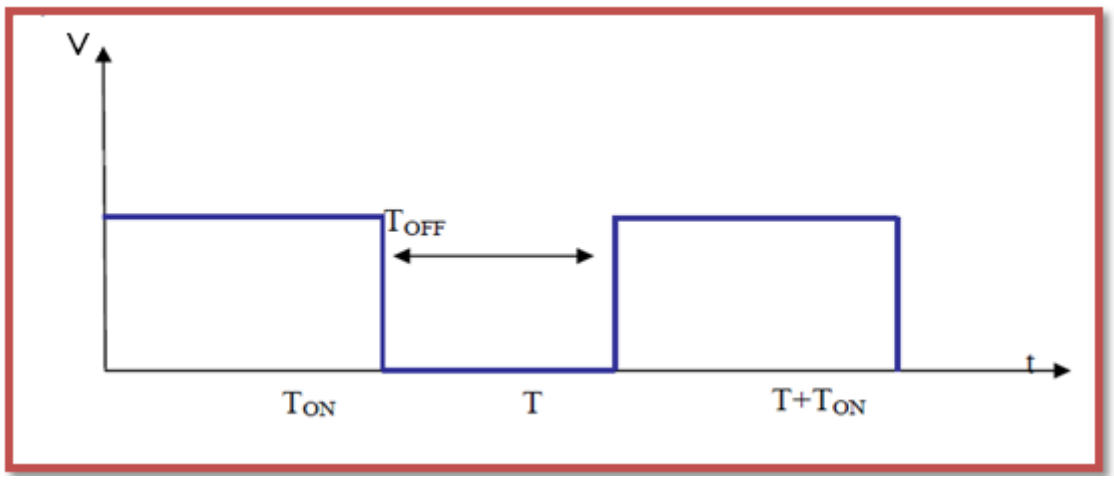
حيث أن :

D : نسبة التقطيع

T : هي الزمن الإغلاق والفصل

T_{ON}: هي زمن إغلاق المفتاح الالكتروني

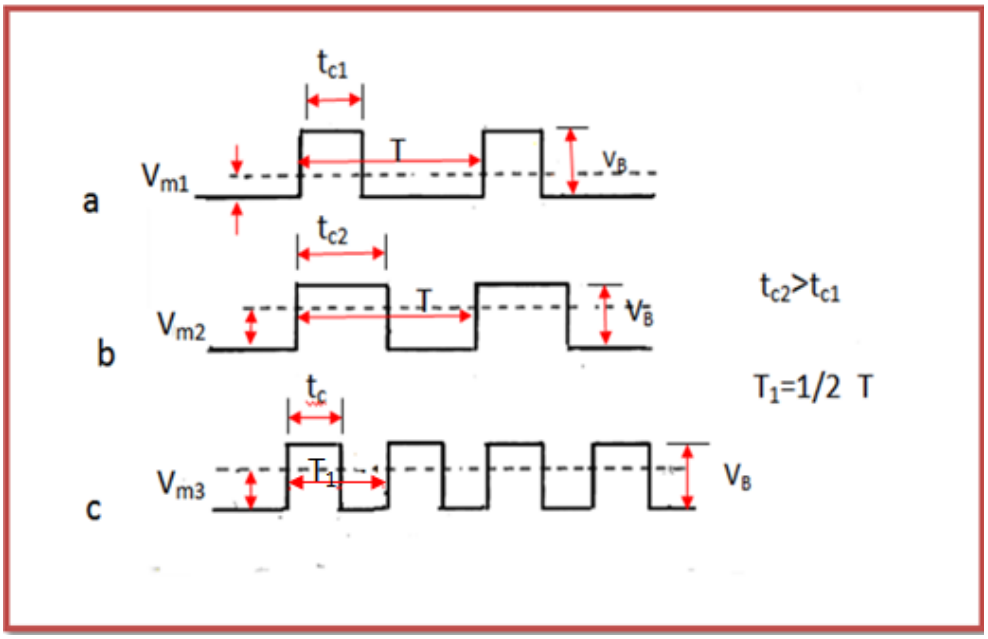
T_{OFF}: زمن فصل المفتاح الالكتروني



شكل 4 – 18 خرج دائرة التقطيع

القيمة المتوسطة للجهد والتيار لخرج مقطع التيار المستمر

يبين الشكل (4 - 19) ثلاثة أنواع من موجات الخرج لمقطعات التيار، ويختلف مقدار القيمة الوسطية تبعاً إلى زمن التوصيل والفصل بثبات الزمن الدوري للدورة (التردد) أو بتغير التردد.



شكل 4 - 19 خرج مقطعات التيار المستمر (a ,b) زمن التوصيل والفصل متغير مع ثبات الزمن الدوري (c) زمن التوصيل والفصل ثابت مع تغير الزمن الدوري

يمكن حساب القيمة المتوسطة للجهد (V_O) كما يأتي:

$$V_O = DV_S$$

وكذلك يمكن حساب التيار(I_O)

$$I_O = \frac{V_O}{R} = \frac{D}{R} \times V_S$$

حيث أن:

V_S : جهد المصدر

V_o : القيمة المتوسطة لجهد الخرج لدائرة مقطع التيار

I_O : القيمة المتوسطة لتيار الخرج لمقطع التيار

R : مقاومة الحمل

القيمة الفعالة لجهد وتيار الخرج لمقطع التيار المستمر

يمكن حساب قيمة جهد الخرج الفعالة ($V_{O\ rms}$) وتيار الخرج الفعال ($I_{O\ rms}$) كما يأتي:

$$V_{o\ rms} = V_S\sqrt{D}$$

$$I_{O\ rms} = \frac{V_S}{R}\sqrt{D} = I_S\sqrt{D}$$

IS : تيار المصدر الكهربائي

مثال 4-2

مقطع للتيار المستمر يتغذى من مصدر كهربائي مستمر قيمة جهده (220) فولت ويتصل هذا المُقَطّع بحمل طبيعي قيمته (10) أوم. إذا علمت بأن قيمة تردد الفصل والغلق للمفتاح الالكتروني 1K Hz (S) وقيمة دورة التشغيل 0.5 فأوجد:

1- القيمة المتوسطة لجهد الخرج (V_O)

2- القيمة الفعالة لجهد الخرج ($V_{O\ rms}$)

الحل:

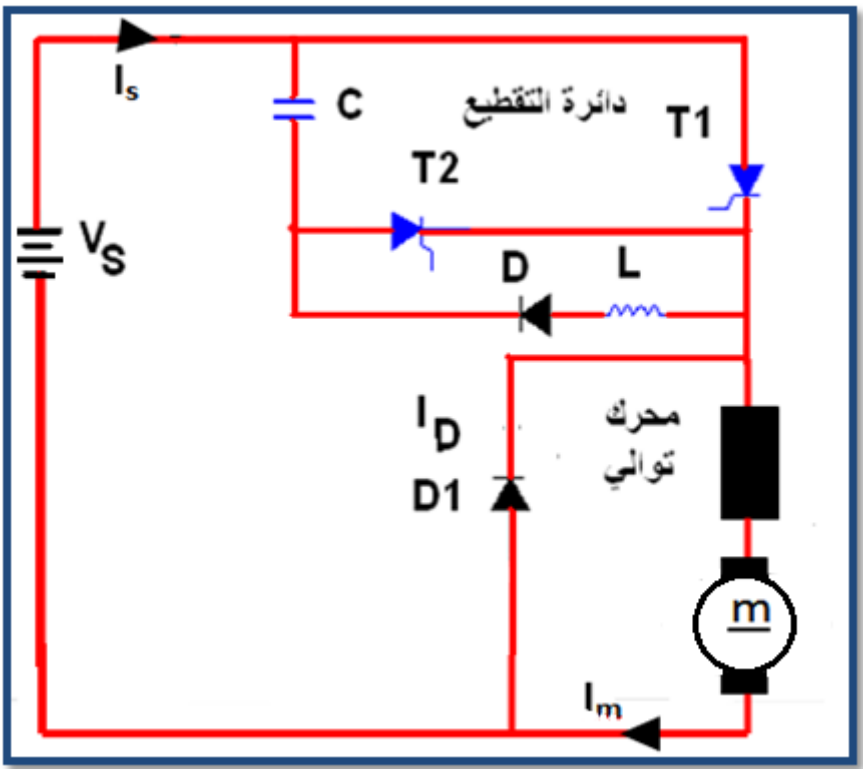
القيمة المتوسطة لجهد الخرج

$$V_O = DV_S = 0.5 \times 220 = 110V$$

القيم الفعالة لجهد الخرج

$$V_{Orms} = V_S\sqrt{D} = 220\sqrt{0.5} = 155.6V$$

التحكم بسرعة محرك تيار مستمر توالي بآستعمال دائرة تقطيع التيار المستمر



شكل 4 – 20 محرك تيار مستمر توالي يعمل بدائرة تقطيع

تتم تغذية المحرك عبر دائرة تقطيع تستعمل الثايرستور (Thyristor Chopper Circuit) من مصدر للتيار المستمر كما مبين في الشكل (4 - 20)، أن مبدأ العمل لدائرة المُقَطّع تم تناوله في الفقرة السابقة، وتم إضافة ثنائي شبه موصل على طرفي المحرك لتقليل تأثير تيار المحرك ألحثي خلال فترة الفصل (Off Period) لأن موجة التيار تتأخر بزاوية (90^{o})عن موجة الجهد، خلال فترة الفصل يكون جهد النبضة يساوي صفر بينما التيار يستمر في المحرك بسبب تأثير ممانعة المحاثة للملفات ولحذف تأثير هذا التيار تم استعمال الثنائي، لاحظ الشكل (4 - 21) حيث يبين موجة الجهد الخارجة من المُقَطّع والتيار الكلي والتيار المار في الثنائي خلال فترة الفصل وتيار المحرك. تكون قيمة الجهد المتوسط على طرفي المحرك مساوياً إلى:

$$V_{mean} = v_s\left(\frac{t_1}{t_1+t_2}\right)$$

حيث (V_S) هو جهد المصدر

t_1 : فترة الغلق (التوصيل) (ON)

t_2 : فترة الفصل (OFF)

وأن (t_1+t_2) : زمن الدورة الكاملة

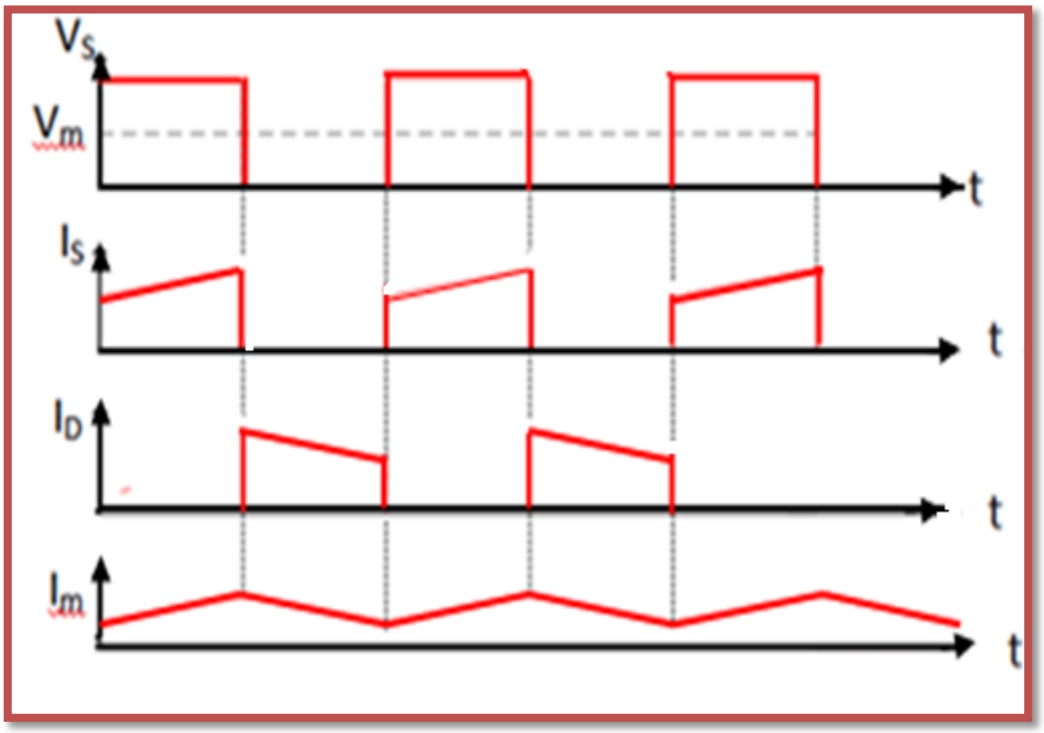
تردد دائرة المُقَطّع يرمز لها بـ (f) ويساوي

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

وأن تيار المحرك (Im) يساوي إلى

$$I_m = \frac{V_{mean} - E}{R}$$

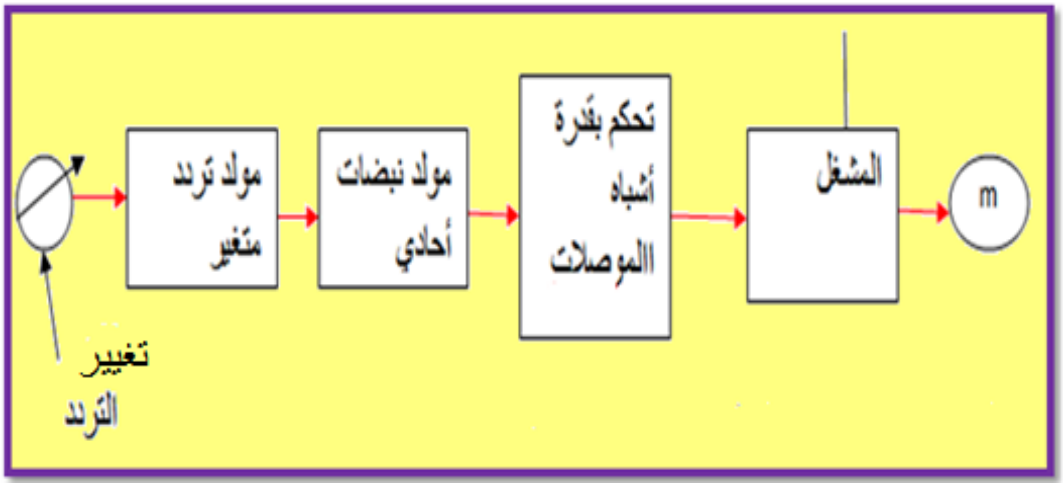
نلاحظ من المعادلة المذكورة آنفاً أن القوة الدافعة الكهربائية العكسية (E) تكون مساوية إلى الصفر عندما يبدأ المحرك بالدوران وان التيار يزداد بصورة فجائية لذلك تجهز دائرة المُقَطّع بدائرة تحكم منطقية لتشغيل الدائرة مع الحفاظ على قيمة ثابتة للتيار .



شكل 4 - 21 موجة الجهد والتيار لخرج مقطع التيار لمحرك تيار مستمر توالي

دوائر التحكم في المُقَطّع (Chopper Control Circuit).

لغرض التحكم في دوائر القدرة لتشغيل وإطفاء الثايرستور تستعمل دوائر السيطرة والتحكم تحتوي على آلية للبدء بتشغيل شبه الموصل الرئيسي بشكل دوري، فإذا كان الثايرستور يستعمل كمفتاح فيمكن تحويله من الغلق (التوصيل) إلى الفصل بواسطة قدح الثايرستور المساعد. للمقطع تطبيقين أساسيين هما الحصول على استقرار مجهز القدرة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر بواسطة تغيير الفولتية وتتطلب هذه التطبيقات بعض أنواع متحسسات الفولتية للمحافظة على بقاء فولتية الحمل ثابتة عند تغير التيار أو تذبذب الفولتية، يضاف إلى ذلك فأنه يتحسس لتيار الحمل ويعمل على تحديده عندما يتجاوز القيمة المحددة له مسبقاً ويبين الشكل (4 – 22) ترتيب المخطط الكتلي لمحكم فولتية لمقطع يتحكم بتغير التردد(Variable – Frequency Control) يمكن تغيير تردد المُقَطّع عبر مولد التردد المتغير الذي يغذي مولد نبضات أحادي Monostable Pulse Generator) ليكن الخرج نبضة ذات عرض ثابت ومحدد بتردد المولد . تكبر هذه النبضة باستعمال دوائر التكبير لغرض تشغيل بوابة الثايرستور (الغلق والفصل).



شكل 4 - 22 المخطط الكتلي لمكونات دائرة المُقَطّع

طرائق التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب.

إن أكثر المحركات المستعملة في التطبيقات المنزلية والصناعية وفي محركات السحب في المصاعد هي محركات حثية ذات القفص السنجابي كما مبين في الشكل (4 - 23) حيث يمكن تحديد سرعة دورانها من العلاقة الآتية:

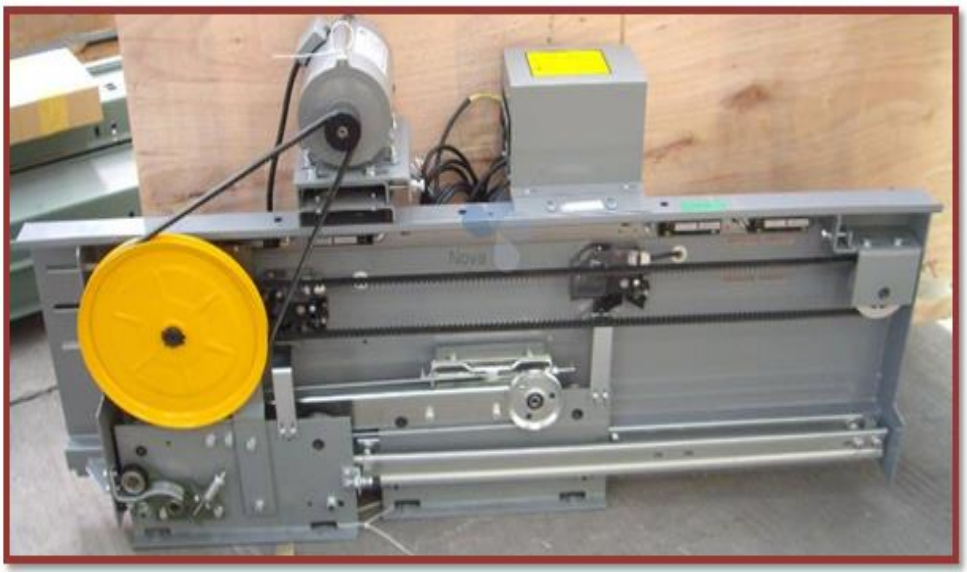
$$N = \frac{120f}{P(1-S)}$$

N = سرعة دوران المحرك في الدقيقة.

f= تردد التيار المار في ملفات الجزء الثابت.

S= الانزلاق (الفرق بين سرعة دوران المجال المغناطيسي في الجزء الثابت ودوران الجزء الدوار).

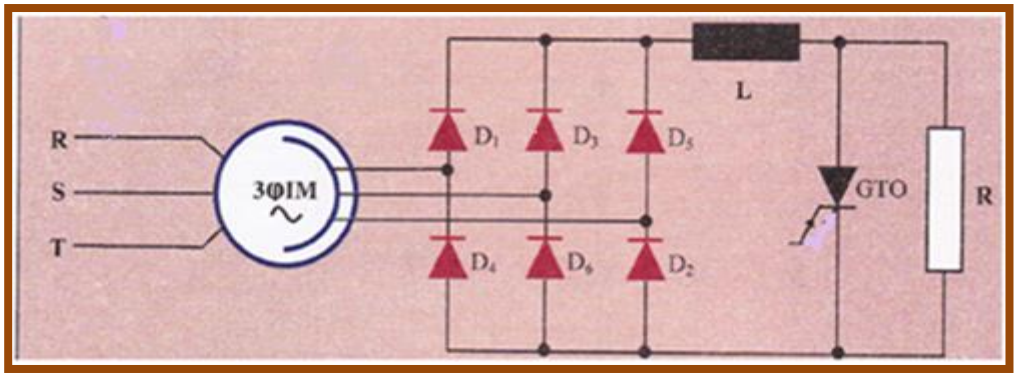
P = عدد الاقطاب المغناطيسية في المحرك.



شكل 4 - 23 المحركات المستعملة لفتح وغلق باب عربة المصاعد

5-4 التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثايرستور

إذا كان نوع المحرك ذا الحلقات الانزلاقية فيمكن تغيير الانزلاق وذلك بتوصيل مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات الجزء الدوار تعمل على زيادة المقاومة الكلية مما تعمل على تقليل القوة الدافعة الكهربائية المتولدة وخفض التيار الذي يكون القوة الدافعة المغناطيسية في الجزء الدوار حيث يزداد الانزلاق وكذلك رفع قيمة عزم البدء ومن عيوب هذه الطريقة هو زيادة المفاقيد النحاسية وارتفاع درجة الحرارة داخل الملفات، ولغرض تقليل المفاقيد أعلاه استعملت الدوائر الالكترونية في التحكم حيث توصل ملفات الجزء الدوار إلى موحد ثلاثي الأطوار يتصل بدائرة توازي تتكون من ثايرستور ومقاومة كما مبين في الشكل (4– 24) حيث يتم التحكم بزاوية التشغيل للثايرستور عن طريق دائرة الإشارة الرقمية والمعالجة الماكروية والمسيطرات الصغيرة.



شكل 4 - 24 دائرة التحكم بسرعة محرك باستعمال الانزلاق

4ـ 6 التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثنائي والثايرستور

يمكن التحكم بسرعة مكائن السحب للمصاعد الكهربائية التي تستعمل محركات التيار المتناوب ذات القفص السنجابي بالطرائق الآتية:-

1 ـ تغيير الجهد بثبات التردد الواصل إلى ملفات المحرك.

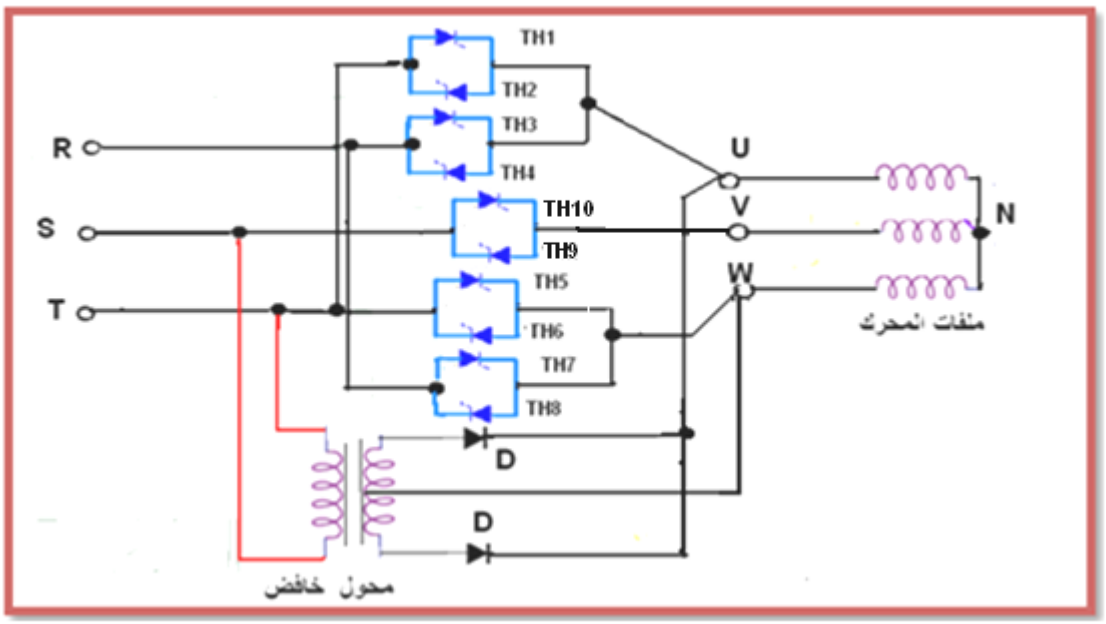
2 ـ تغيير الجهد والتردد بآن واحد والذي يعرف بخاصية (Variable voltage variable frequency).

التحكم بسرعة المحرك ألحثي بتغيير الجهد

يتم التحكم بالفولتية الواصلة إلى ملفات المحرك باستعمال دوائر الثايرستور والثنائي ويستعمل هذا النوع في محركات السحب الذي يتطلب تحكماً عالي الدقة لغرض الاستجابة للطلبات الداخلية والخارجية كما مبين في الشكل (4 ـ 25) حيث تتكون هذه الدائرة من جزأين :-

1 ـ دائرة التحكم بالجهد بثبات التردد باستعمال الثايرستور.

2 ـ دائرة الفرملة باستعمال ثنائي شبه الموصل.



شكل 4 ـ 25 استعمال الثايرستور والثنائي في التحكم بسرعة المحرك الحثي

دائرة التحكم بالجهد

يتم التحكم بالجهد الواصل إلى ملفات المحرك من خلال تغيير زاوية القدح للثايرستور حيث تكون القيمة الفعالة للجهد تعتمد على زاوية الموجة للتيار المتناوب ، إضافة إلى ذلك فأنه يتم تغيير اتجاه الدوران للمحرك مع الحفاظ على عزم ثابت .

دائرة التوقف باستعمال الثنائي شبه الموصل

إن إيقاف مكائن السحب للمصاعد الكهربائية في الطابق المحدد تتطلب تقليل السرعة للمحرك ثم التوقف وتتم بتغذية ملفي المحرك بتيار مستمر عن طريق محولة ذات نقطة وسطية وموحد موجة كاملة توصل إلى مصدر التيار المتناوب، عندما يسري التيار المستمر في الملفات يعمل على إحداث مجال مغناطيسي ثابت في الجزء الثابت ونتيجة لدوران الجزء الدوار (rotor) يتولد قوة دافعة كهربائية تمرر تياراً عالياً مكونة مجال مغناطيسي آخر في الجزء الدوار، وتكون محصلة المجالين هو توقف المحرك.

التحكم بسرعة المحرك بتغيير الجهد والتردد(الانفيرتر) Inverter

(Variable voltage variable Frequency) (VVVF)

هو جهاز متكامل مخصص للتحكم بالمحركات الكهربائية التي تعمل على التيار المتناوب وأدى ظهوره إلى إلغاء جميع الطرق السابقة في تشغيل المحركات (ستار دلتا، الملامسات المغناطيسية، مقاومات بدء الحركة) وطبيعة عمله تعتمد على التحكم بالتردد والجهد. وقد استعملت هذه الأجهزة في التحكم بسرعة محركات السحب وغلق وفتح أبواب العربة في المصاعد ويوصل مع لوحة التحكم الرئيسة كما مبين في الشكل (4 – 26).



شكل 4 – 26 جهاز العاكس في لوحة التحكم الرئيسة للمصعد

ويصمم بأحجام مختلفة وبما يتناسب مع قدرت المحركات. ويمتاز الجهاز بما يأتي:-

1 - وجود برامج ضمن هذا الجهاز للتحكم بسرعة المحرك من دورة واحدة في الدقيقة إلى أعلى سرعة تصل إلى أضعاف سرعة المحرك الاسمية.

2 - وجود برامج ضمن الجهاز تقوم بحماية المحرك من الأعطال منها :-

ا- انقطاع أحد الأطوار الثلاثية.

ب - انعكاس الأطوار.

ج - زيادة الحمل أكثر من قدرة المحرك.

د - ارتفاع درجة حرارة المحرك أعلى من الحد المسموح به.

3 - وجود شاشة مثبتة على مقدمة الجهاز تقوم بإظهار المتغيرات المراد التحكم بها مثل:

أ - سرعة الدوران الحالية.

ب - مقدار التيار الكهربائي الذي يمر خلال ملفات المحرك أثناء العمل.

ج - اتجاه دوران المحرك (يميناً أو يساراً).

4 - يعمل الجهاز بمدخل طور واحد (220) فولت أو ثلاثة أطوار وذات مخرج ثلاثي الأطوار (380) فولت.

5 - يحتوي على ذاكرة لخزن المتغيرات المتحكمة التي تقوم بأعمال خاصة حسب طبيعة الحاجة وبيئة المكان الذي يعمل به المحرك. ويمكن برمجتها لتغطية متطلبات العمل.

مكونات جهاز العاكس (Inverter) الرئيسة

يتكون الجهاز من الأجزاء الرئيسة كما مبين في الشكل (4 - 27) وكما يأتي: -

1- مدخل مجهز القدرة ويكون دائما مجهز بمصهر حماية يتناسب مع مقدار التيار الاسمي.

2 - دائرة موحد موجة كاملة لتعديل التيار المتناوب إلى تيار مستمر .

3 - دائرة الكترونية لأشباه موصلات القدرة (الثايرستور) تعمل على تحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب ذات تردد متغير باستعمال دائرة تقطيع.

4 - نقاط توصيل عدد(2) تستعمل لتوصيل مقاومة تستعمل لإيقاف المحرك (DC Braking).

5- دائرة القدرة الرئيسة وتحتوي على ثايرستورات تعمل على توليد جهد ثلاثي الأطوار وتردد متغيرين.

6- مقبس ثلاثي الأطوار للتوصيل مع الحمل.

7- مفاتيح توصيل (ON ,OFF) تستعمل كمتغيرات (Parameter) لإدخال حالات التشغيل.

8 ـ مدخل لتوصيل طرفي المقاومة المتحسسة للحرارة الموجودة في المحرك إلى الجهاز لغرض فصل التيار الكهربائي عند زيادة درجة الحرارة عن الحد المسموح به.

9 ـ مقاومة متغيرة تستعمل لتحديد التردد المطلوب العمل.

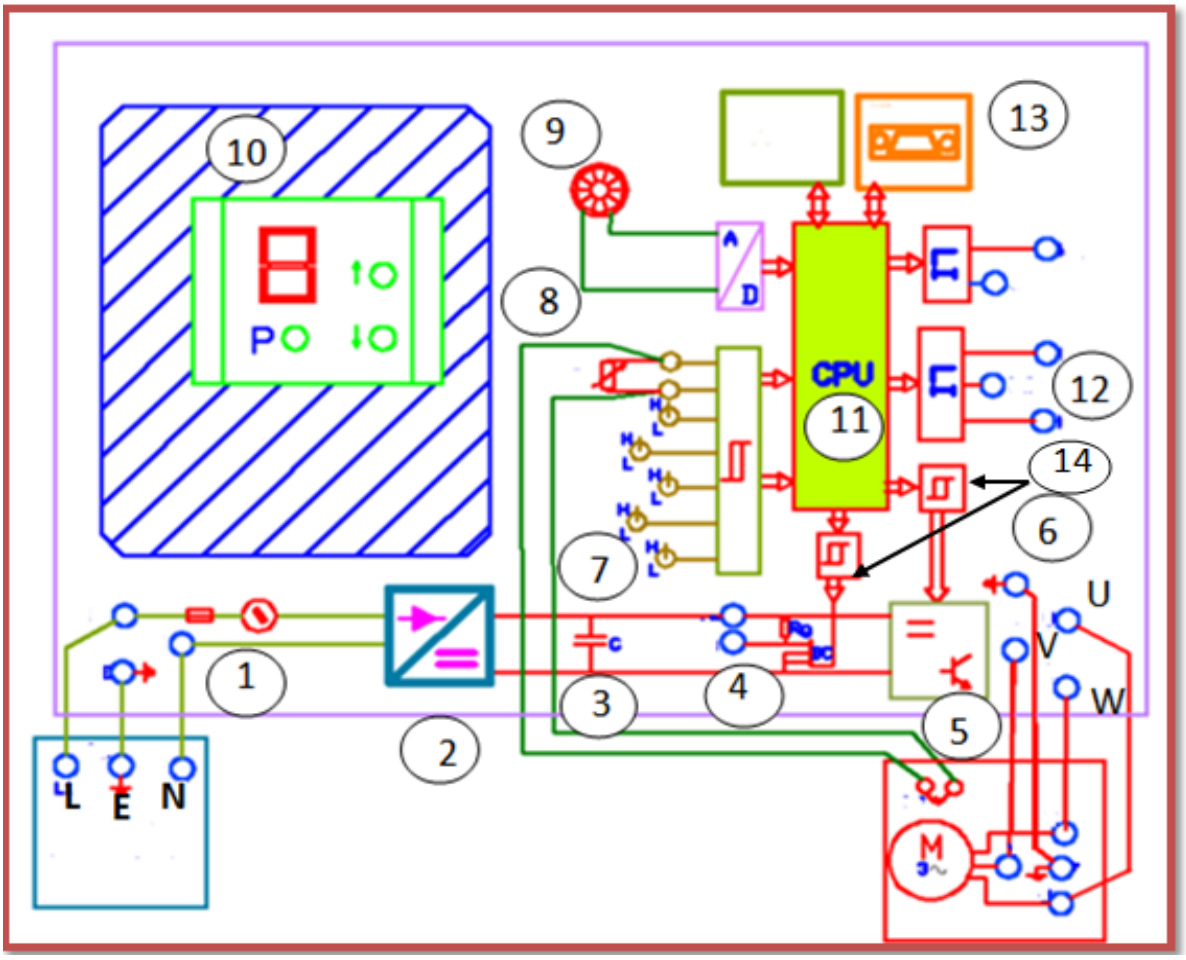
10 ـ تحتوي واجهة الجهاز على شاشة (LCD) لقراءة وإدخال المتغيرات (Parameter) المطلوب التحكم بها من خلال ثلاثة مفاتيح لمس (Toggle switch).

11ـ وحدة معالجة مايكروية (CPU) تستعمل لتوليد نبضات إشارات للتحكم بتشغيل الثايرستور وفق برامج مجهزة من المجهز وكذلك حفظ المعلومات الاسمية للمحرك الموصل معه.

12 ـ وحدة إدخال برامج التحكم المنطقية(PLC).

13 ـ وحدة ربط مع الحاسوب.

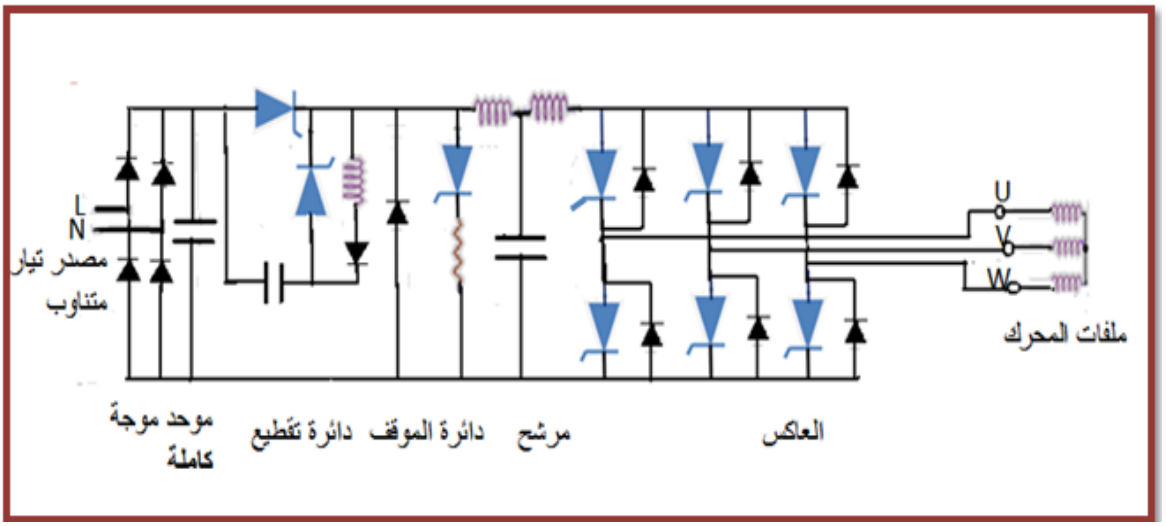
14 ـ دائرة الكترونية لتحويل الإشارة التحكم الرقمية إلى إشارة كهربائية للتحكم بعمل المشغل.



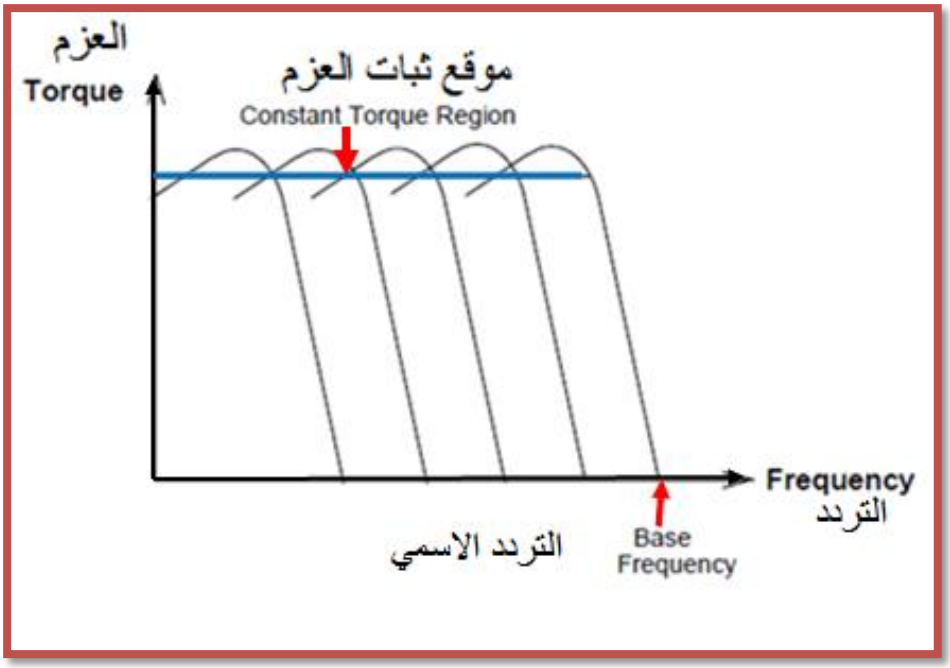
شكل 4-27مكونات جهاز العاكس المشغل للمحركات (Inverter)

عمل جهاز العاكس (Inverter):

لتشغيل المحرك ألحثي (Induction Motor) بتردد وجهد متناوب متغيرين (Variable voltage variable Frequency)، لاحظ الدائرة الموضحة في الشكل (4 – 28) و التي يطلق عليها دائرة القدرة لجهاز العاكس (Inverter) ومن خاصية هذه الدوائر أن تكون نسبة التغير في الفولتية الخارجة إلى التردد نسبة ثابتة وذلك للحفاظ على قيمة ثابتة للفيض المغناطيسي في الفجوة الهوائية (Air Gap Flux) للمحركات الحثية ذات القفص السنجابي للحصول على عزم ثابت كما مبين في الشكل (4 - 29) عن طريق دائرة تقطيع (Chopper) حيث يتم التحكم بزاوية الإشعال لبوابة الثايرستور حيث تعمل على تغيير معدل القيمة الوسطية لفولتية الموحد (DC Voltage) من خلال التحكم بعرض النبضة ويتبع هذا تغير في مقدار التردد في دائرة العاكس حيث يتم التحكم في تشغيل الثايرستور من خلال دوائر منطقية تعمل ببرامج تحكم يتم إدخالها كمتغيرات في وحدة المعالجة المركزية (CPU).



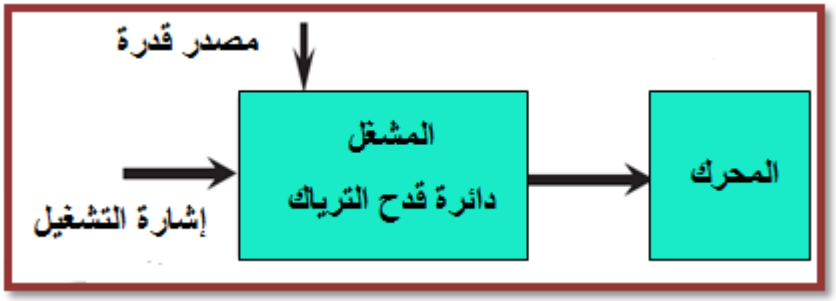
شكل 4 – 28 دائرة القدرة للعاكس



شكل 4 ـ 29 علاقة السرعة مع العزم

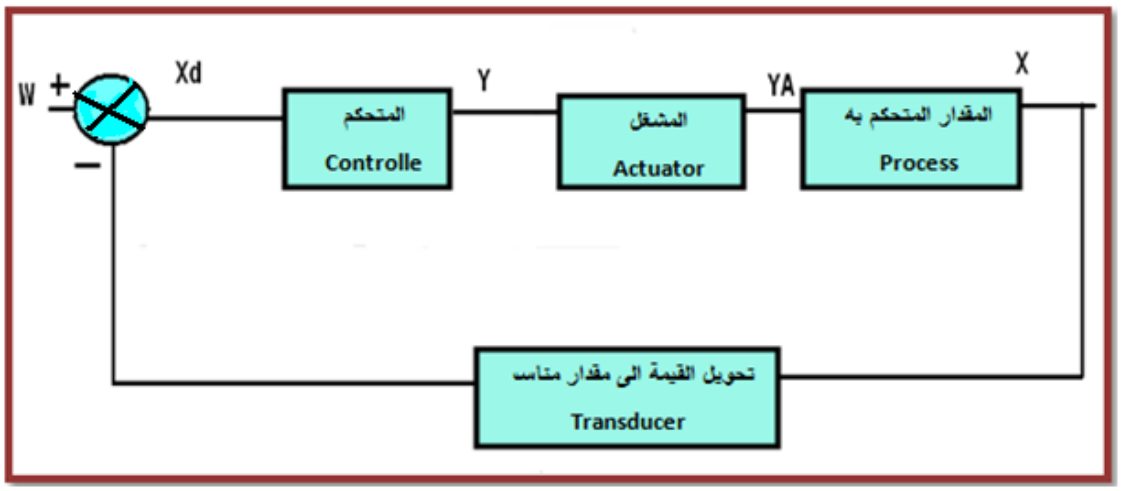
4 ـ 7 السيطرة المفتوحة والسيطرة المغلقة في التحكم بسرعة المحركات.
(Open & Closed Loop Control)

إن جميع دوائر التحكم التي مر ذكرها تتحكم فقط بإيصال الطاقة الكهربائية إلى المعدات سواء كانت محركات أو أجهزة ساكنة يطلق عليها آسم دوائر التحكم المفتوحة (Open Loop Control) وتعرف بالدوائر الكهربائية التي تولد إشارة التحكم بمعزل عن المقدار المراد التحكم فيه ولا تتأثر فيه إطلاقاً سواء كان المقدار المتحكم فيه في الحدود المرغوب فيها أو تجاوزها كما مبين في الشكل (4 ـ 30) حيث تتكون الدائرة من مصدر للطاقة الكهربائية ومفتاح توصيل ومحرك بحيث يمكن التحكم في إيصال الطاقة الكهربائية.



شكل 4 ـ 30 مكونات دائرة التحكم المفتوحة

أما الدوائر التحكم المغلقة (Closed Loop Control) تعرف بالدوائر التي تولد فيها إشارات التحكم بعد مقارنة القيمة الواقعية للمقدار المراد التحكم فيه بإشارة مرجعية كما مبين في الشكل (4- 31).



شكل 4 – 31 مكونات دائرة التحكم المغلقة

مكونات دوائر التحكم المغلقة

تتكون دائرة التحكم المغلقة من الأجزاء الآتية:-

1- المقدار أو العملية التي تتطلب التحكم به (Process) هو آخر جزء في دائرة التحكم ويمثل المقدار الذي يمكن التأثير به.

2 - المحول (Transducer) وهو تحويل للقيم الفيزيائية مثل (الحرارة، السرعة، الضوء ... الخ) إلى إشارة كهربائية (فولتية أو تيار) للمقارنة مع القيمة المرجعية ((w) Set-point).

3- المتحكم (Controller) هو عنصر يوصل في الدائرة يعمل على التحكم في العملية (Process) بواسطة مواصفات ومكافئات وكذلك إشارة الدخل و تكون فيه إشارة الخرج تعتمد على مواصفات الإشارة الداخلة.

4 – المشغل (Actuator) عبارة عن دائرة قدرة تغذي العنصر المتحكم (Process) به و تعتمد في تشغيله على إشارة كهربائية من المتحكم (Controller) ويعمل على تحويلها إلى كميات فيزياوية مثل (الحرارة، السرعة، الخ) ويختلف من عملية إلى أخرى ويعمل معاكس مع المحول (Transducer).

5 – نقطة التشغيل (Set Point) هي القيمة المحددة التي يتطلب الوصول إليها خرج العملية المتحكم بها ويرمز لها (w).

6- قيمة المتغير المتحكم به ((Controlled Variable (Actual Value) هو خرج العملية المتحكم بها ويرمز له (X).

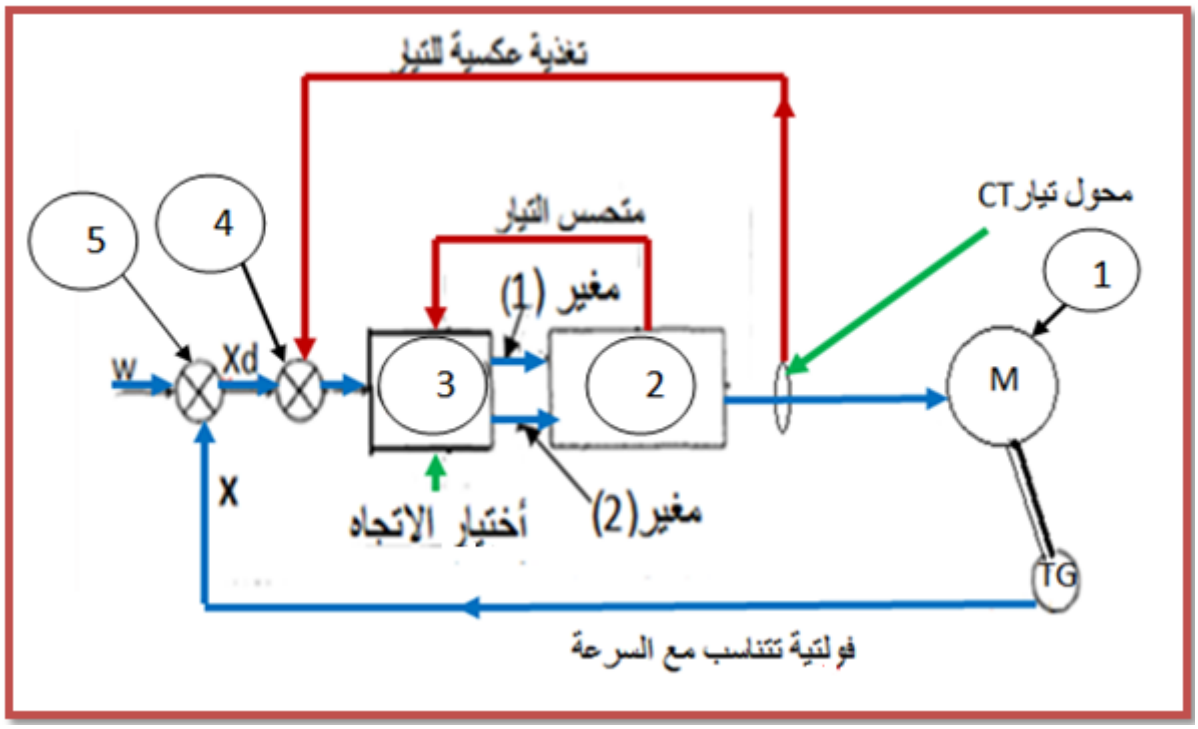
7 - الخطأ (Error) (Xd) هو مقدار الاختلاف بين القيمة المرغوب فيها مع قيمة المتغير المتحكم به ويمكن أن يكون المقدار موجب أو سالب.

ويمكن حسابه كما يأتي:-

$$Xd = W - X$$

التحكم بسرعة محركات التيار المستمر باستعمال الدوائر المغلقة

تختلف دوائر التحكم المغلقة من دائرة إلى أخرى معتمدة على نوع العمل المطلوب نلاحظ في الشكل (4 - 32) دائرة تحكم مغلقة لمحرك تيار مستمر يستعمل في محركات السحب للمصاعد ذات الارتفاعات العالية .

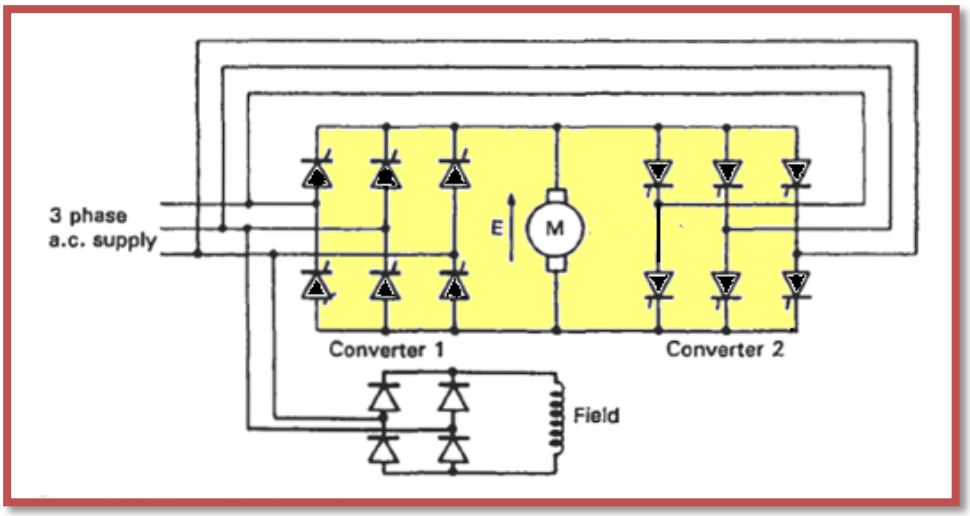


شكل 4 - 32 المخطط الكتلي لدائرة تحكم مغلقة بسرعة محرك تيار مستمر

تتكون هذه الدائرة من:-

1- محرك تيار مستمر ويمثل العملية التي تتطلب التحكم به.

2- المشغل حيث يعمل على تغير قطبية الفولتية المغذية لدائرة المنتج للحصول على اتجاه الدوران المطلوب وكذلك تحديد السرعة كما مبين في الشكل (4 - 33).



شكل 4 - 33 مكونات المشغل

3- المتحكم يعمل على التحكم بدائرة المشغل من خلال إشارات كهربائية تلبية لطلبات لوحة التحكم الرئيسة في المصعد المتعلقة بماكنة السحب إضافة إلى تحديد السرعة المرغوب فيها.

4 - مقارن بين إشارة محول التيار (CT) وإشارة الخطأ لتحديد مقدار التيار المار في المحرك ضمن حدود التيار الاسمي.

5 - مقارن بين إشارة الكهربائية المماثلة لسرعة المحرك الحقيقية مع فولتية نقطة التشغيل.

التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستعمال الدوائر المغلقة

تستعمل المحركات التزامنية ثلاثية الأطوار ذوات المغناطيس الدائم في محركات السحب للمصاعد التي لا تحتوي على مبدل السرعة (Gear Less) في الوقت الحاضر بما يمتاز من كفاءة وعزم عالٍ ومعامل قدرته مساوياً إلى واحد، إضافة إلى ذلك استعماله المغناطيس الدائم في توليد المجال المغناطيسي في الجزء الدوار بدلاً عن الملفات التي تتغذى من مصدر للتيار المستمر. تتكون دائرة التحكم المغلقة من الأجزاء الآتية:-

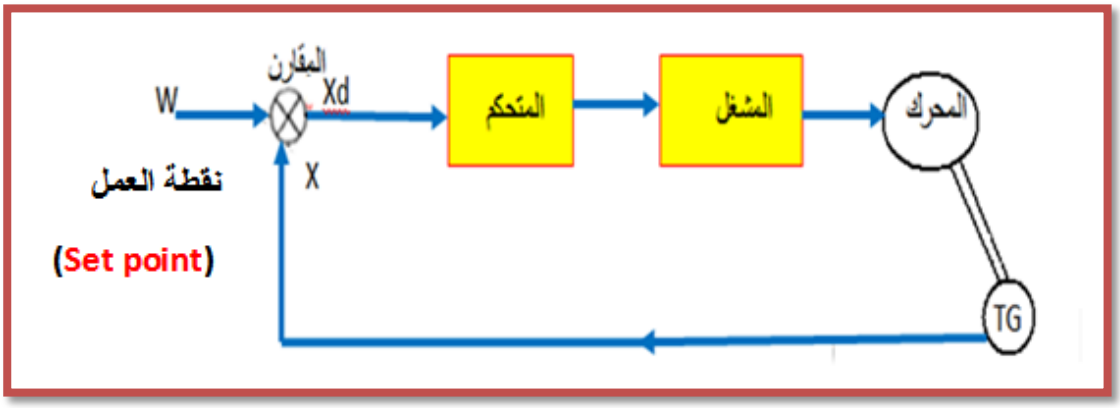
1- نقطة العمل (Set point) إشارة كهربائية تتناسب مع السرعة المطلوبة للمحرك.

2- دائرة مقارنة بين الإشارة الكهربائية لنقطة العمل (W) والإشارة التي تتناسب مع سرعة الحقيقة للمحرك (X).

3- المتحكم وهي دائرة تعمل على تكبير إشارة الخطأ.

4 ـ المشغل وهو عاكس القدرة (Inverter) الذي تعمل بخاصية (Variable voltage variable Frequency) (VVVF)، يتغذى من مصدر التغذية الرئيس ويعمل استجابة لإشارة المتحكم في تحديد السرعة المطلوبة للمحرك ألتزامني.

5ـ مولد الإشارة (Tacho Generator) يوصل ميكانيكياً مع الجزء الدوار للمحرك ويعمل على تحويل السرعة إلى إشارة كهربائية .



شكل 4 ـ 34 مكونات الدائرة المغلقة للمحركات التزامنية

أسئلة الفصل الرابع

س1 ـ ما هو الثايرستور؟

س2 ـ ما هي الشروط اللازم توفرها لعمل الثايرستور؟

س3 ـ كيف يتم إيقاف الثايرستور عن التوصيل؟

س4 ـ اذكر بعض التطبيقات العملية للترياك؟

س5 ـ اذكر تطبيقات الثايرستور؟

س6 ـ ارسم شكل موجات كل من جهد المصدر المتناوب (V_{AC}) وجهد خرج الحمل (V_L) وتيار الحمل (I_L) .فرق الجهد عبر أطراف الثايرستور في حالة استعمال موحد نصف محكوم أحادي الطور بحمل طبيعي.

س7ـ عدد أنواع قدح الترياك مبيناً ذلك بالرسم.

س8ـ بين كيفية آستخدام الترياك في دائرة التحكم بقدرة الحمل موضحاً ذلك بالرسم .

س9 ـ ارسم دائرة تجهيز قدرة تيار متناوب بنسبة (50%).

س10 ـ ارسم دائرة داياك يعمل كمذبذب.

س11 ـ اذكر مزايا استعمال أشباه موصلات القدرة في التحكم بسرعة المحركات.

س12 ـ ارسم علاقة السرعة مع العزم والقدرة لمحركات التيار المستمر وأذكر طرق التحكم بسرعة محركات التيار المستمر.

س13 ـ اذكر فوائد دوائر تقطيع التيار المستمر.

س14 ـ ما هي نسبة التقطيع وكيف يتم حسا بها؟

س15 ـ كيف يتم حساب القيم المتوسطة والفعالة للجهد وتيار المُقَطّع؟

س16 ـ ارسم المخطط الكتلي لدائرة التحكم في المُقَطّع.

س17 ـ اذكر طرق التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب.

س18 ـ ارسم دائرة التحكم بالجهد لتغير سرعة محرك ثلاثي الأطوار.

س19 ـ ارسم دائرة توقف محرك ثلاثي الأطوار.

س20 ـ اذكر مزايا استعمال جهاز عاكس القدرة في التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب.

س21 ـ ارسم مكونات جهاز عاكس القدرة.

س22 ـ كيف يتم إدخال المتغيرات في جهاز العاكس؟

س23 ـ ما هو عمل جهاز العاكس؟

س24ـ ما المقصود بالسيطرة المفتوحة والمغلقة؟

س25 ـ ما هي مكونات الدوائر المغلقة؟

س26 ـ ارسم الدائرة المغلقة للتحكم بسرعة محرك تيار مستمر مع ذكر عمل كل جزء.

س27 ـ يتغذى مقطع تيار مستمر من مصدر جهد مستمر جهده (200) فولت ويتصل هذا المُقَطّع بحمل قيمة مقاومته الطبيعية (4) أوم إذا علمت أن القيمة المتوسطة لتيار الحمل (20) أمبيراً وأن هذا المُقَطّع يعمل عند تردد قيمته (100) هرتز وزمن توصيل المفتاح الالكتروني (T_{ON}) يساوي (4) ملي ثانية. اوجد :-

1 ـ قيمة دورة التشغيل (D)؟ الإجابة D=0.4ms

2 ـ قيمة زمن فصل المفتاح (T_{OFF})؟ T_{OFF}=6ms

Is=8A

س28ـ يعمل مقطع جهد مستمر عند تردد(1000) هرتز ويتصل هذا المُقَطّع بمصدر جهد مستمر قيمته (110) فولت وقيمة جهد الخرج المتوسط 75 فولت. أوجد :-

1 ـ زمن التوصيل (T_{ON}) الإجابة T_{ON} = 0.68ms

2 ـ زمن الفصل (T_{OFF}) T_{OFF} = 0.32 ms

س29 ـ مقطع تيار مستمر يغذي محرك تيار مستمر من مصدر تيار مستمر ذات جهد (V_S=220V) إذا كانت ثوابت الحمل:ـ

Ra=0.3 OHM La=15mH Kb=0.04v/rpm

أوجد قيمة تردد القاطع عندما يكون (TON=1ms) في حالة دوران المحرك N=200rpm مع ثبوت تيار المحرك بقيمة (25) أمبير؟

الإجابة f=400HZ

س30 ـ مصدر تيار متناوب جهده 120 فولت موصل الى مُقَوّم نصف موجة محكوم يغذي حمل طبيعي ، أوجد القيمة المتوسطة V_o (avg) عند زوايا القدح الآتية:ـ

أ ـ α= 0 ب ـ α =45˚ ج α=90˚

الاجابة 54 فولت

46.1 فولت

27 فولت

الفصل الخامس

وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC)

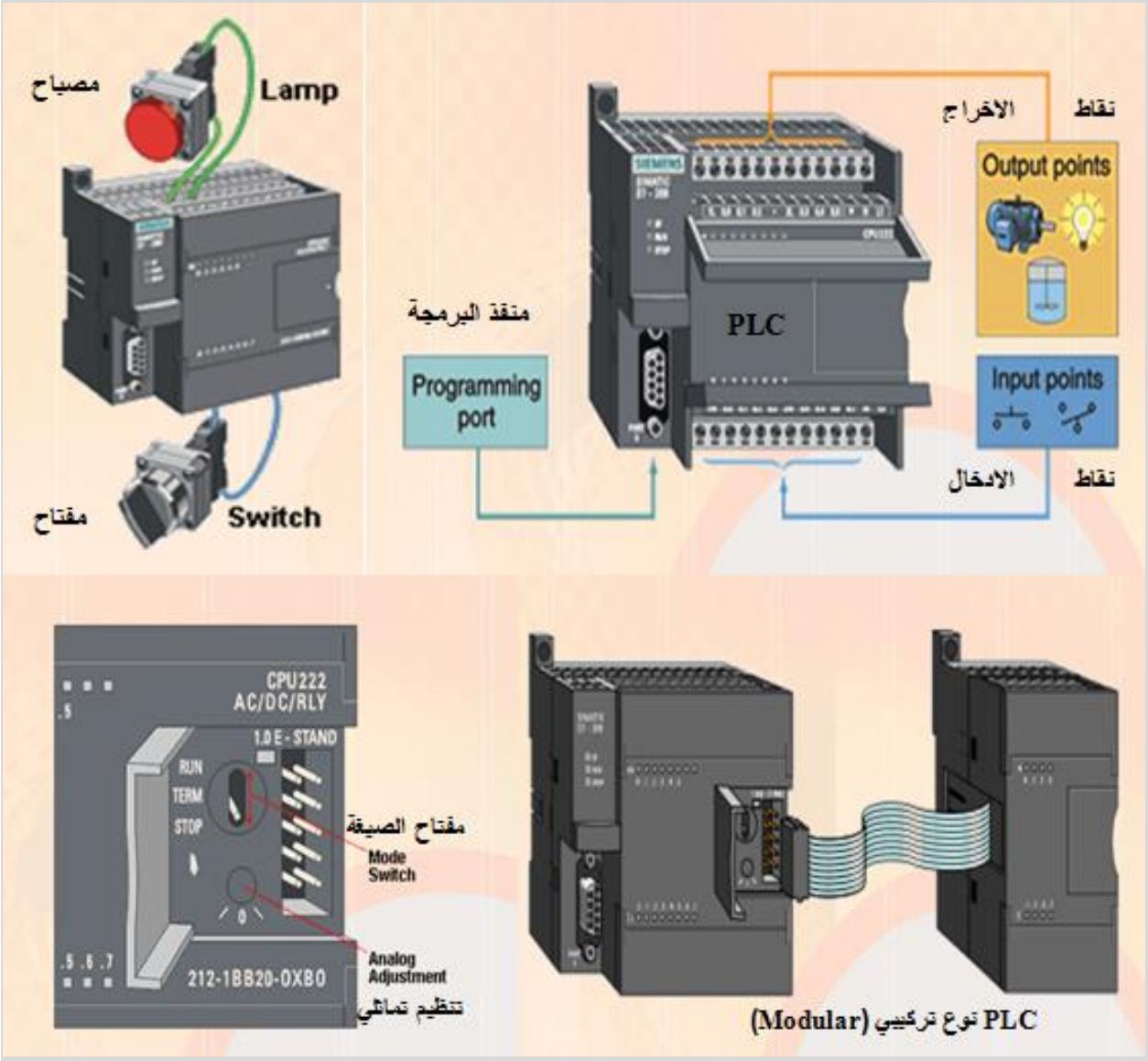
أهداف الفصل:

يكون الطالب بعد دراسة الفصل قادراً على أن:-

1- يتعرف على مكونات وأنواع وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC).

2- يتعرف على برمجة وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC).

3- يتعرف على تطبيقات وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC) في دوائر السيطرة.



مفردات الفصل:

5-1 مكونات (PLC).

5-2 أنواع الـ (PLC) واللغة المستخدمة.

5-3 الرموز (Symbols) المهمة في (PLC) بلغة المخطط السلمي.

5-4 برمجة (PLC) والتطبيقات لبعض الدوائر.

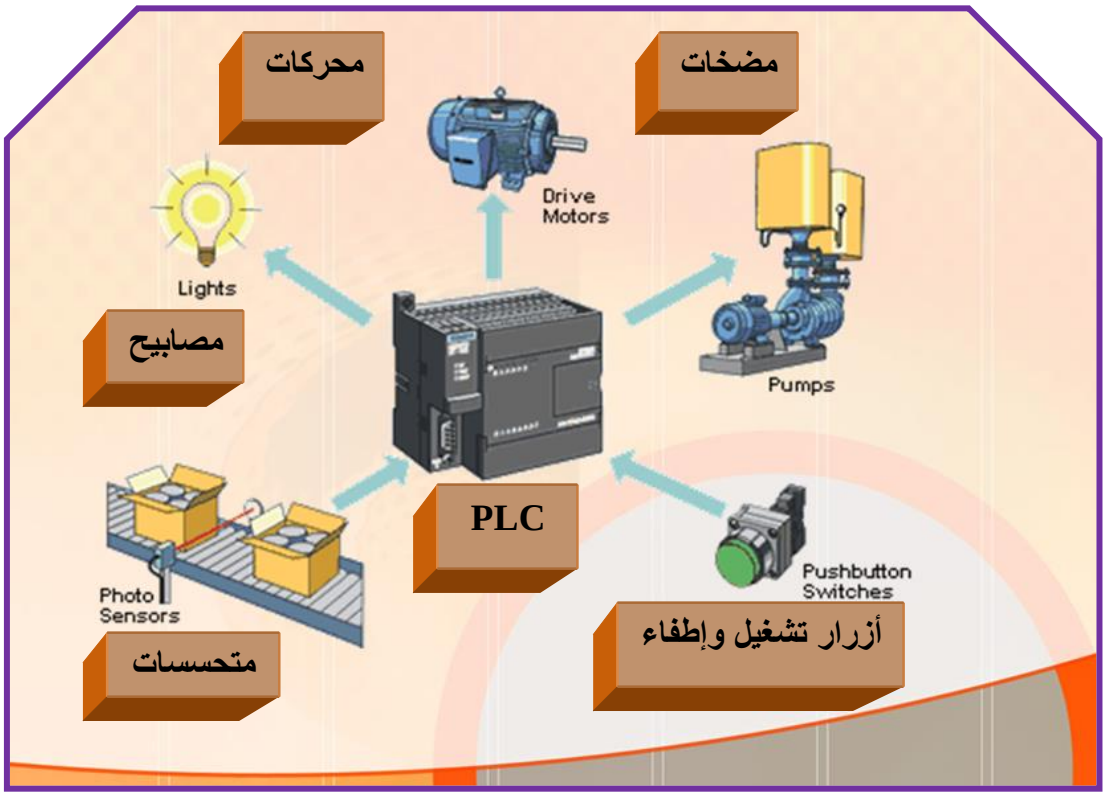
5-5 أسئلة الفصل الخامس.



PLC

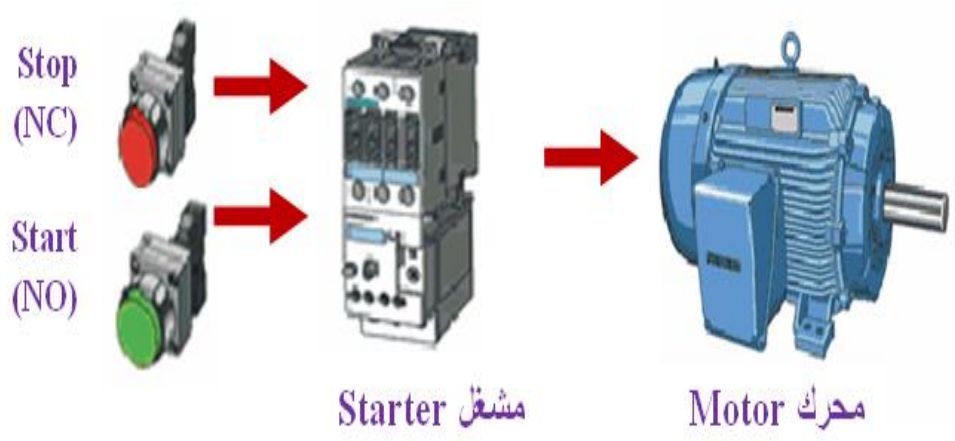
إن (PLC) هو آختصار لـ (Programmable Logic Controller)، ينتمي لعائلة الحاسوب وهو عبارة عن معالج دقيق وذاكرة يستخدم للتحكم بالآلات والعمليات الصناعية في المجالين الصناعي والتجاري مثل (المصاعد الكهربائية، المعامل، المصانع، المستشفيات، الفنادق، المحطات الكهربائية)، وله القدرة على تخزين التعليمات لينفذ وظائف تحكم مثل (التوقيت، العد، معالجة البيانات، الإزاحة، الحساب).

(PLC) يعمل على مراقبة وحدة الإدخال ثم آتخاذ القرارات بناءً على التوصيات أو الأوامر المعطاة له ثم تنفيذ تلك القرارات على وحدة الإخراج، وذلك بآستخدام (البرنامج) من خلال لغة البرمجة المناسبة حيث أن كل شركة مصنعة أو منتجة للـ (PLC) تتميز ببرنامجها الخاص الذي يعطي نفس العمل أو الغرض المطلوب للـ (PLC). كما مبين في الشكل (1-5).



شكل 1-5 عمل (PLC)

في أنظمة التحكم أو السيطرة التقليدية تكون كل الأجهزة مربوطة ببعضها حسب دائرة السيطرة بآستخدام الأسلاك مباشرةً، كما مبين في الشكل (2-5).



شكل 2-5 السيطرة التقليدية

أما في أنظمة التحكم أو السيطرة بآستخدام (PLC) حيث يتم ربط جميع الأجهزة أو المعدات إلى (PLC) بوساطة الأسلاك ويقوم برنامج السيطرة داخل الـ (PLC) بالسيطرة على عمل هذه الاجهزة، كما مبين في الشكل (3-5).



شكل 3-5 ربط الأجهزة أو المعدات مع (PLC)

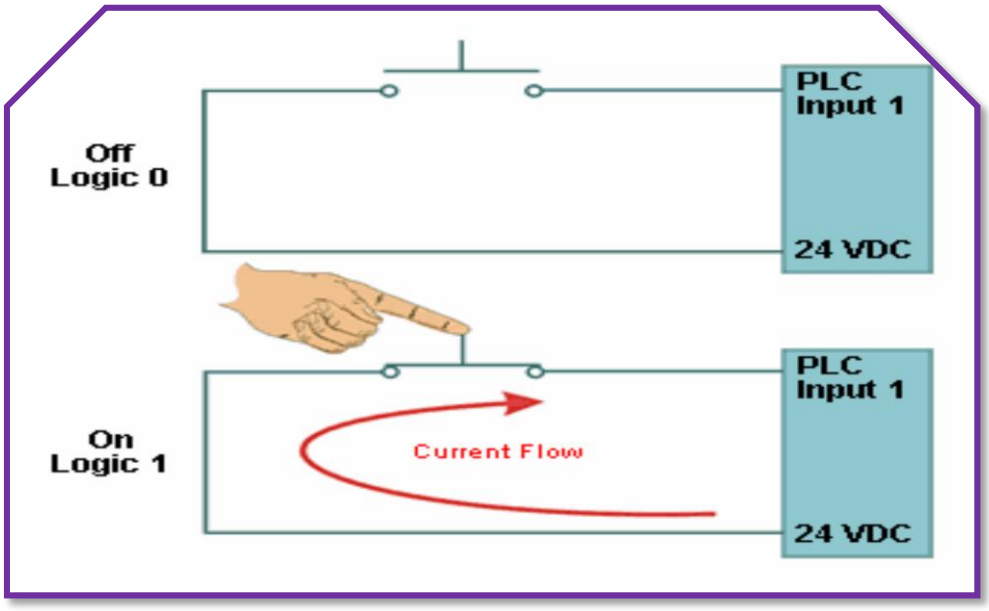
وللـ (PLC) أنواع وأحجام وقدرات مختلفة حسب نوع الشركة المنتجة آعتماداً على مواصفات وحدة الإدخال، وحدة الإخراج، وحدة المعالجة المركزية، كما مبين في الشكل (4-5).



شكل 4-5 أنواع وأحجام (PLC)

بما أن (PLC) تنتمي لعائلة الحاسوب فهي تقوم بتخزين المعلومات على شكل أو هيئة (1, 0) وهو ما يقابل كهربائياً (On, Off) ويسمى بـ (النظام الثنائي).

يستطيع (PLC) التعامل مع الإشارات الرقمية والتماثلية (Analoge & Digital) ولكن وحدة المعالجة المركزية (CPU) لا تستطيع التعامل إلا مع الإشارات الرقمية (On, Off) ويستخدم النظام الثنائي لتعريف الإشارات الرقمية (1, 0) حيث يعبر المنطق (1) عن وجود الإشارة (On)، والمنطق (0) عن عدم وجود الإشارة (Off)، كما مبين في الشكل (5-5).



شكل 5-5 الإشارات الرقمية

المصطلحات المستخدمة فى (PLC)

Ladder	سلمي
Input	الإدخال
Output	الإخراج
Digital	رقمي
Actuator	مشغل
Delay	تأخير
Alarm	إنذار
Binary	ثنائي
Counter	عداد
Timer	مؤقت
Relay	مرحل
C P U	وحدة معالجة مركزية
Data	بيانات
Error	خطأ
Analog	تماثلي
Bit	خانة رقمية واحدة
Clear	محي أو حذف
Command	أمر
Buffer	عازل
Description	وصف
Display	شاشة إظهار
Eeprom	ذاكرة ثابتة تبرمج وتمحى كهربائياً
Indicator	مؤشر
Emergency Stop Button	مفتاح توقف للطوارئ
Lift or Elevator	مصعد
Memory	ذاكرة
Pause	توقف مؤقت
PC	حاسوب شخصي
Signal	إشارة
Pneumatic	يستخدم الهواء المضغوط

Rung	درجة
Valve	صمام
Remote	بعيد
Address	عنوان

1-5 مكونات (PLC)

تتكون وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC) كما مبين في الشكل (6-5) من الوحدات الرئيسة الآتية:

1 - وحدة الإدخال (Input Unit)

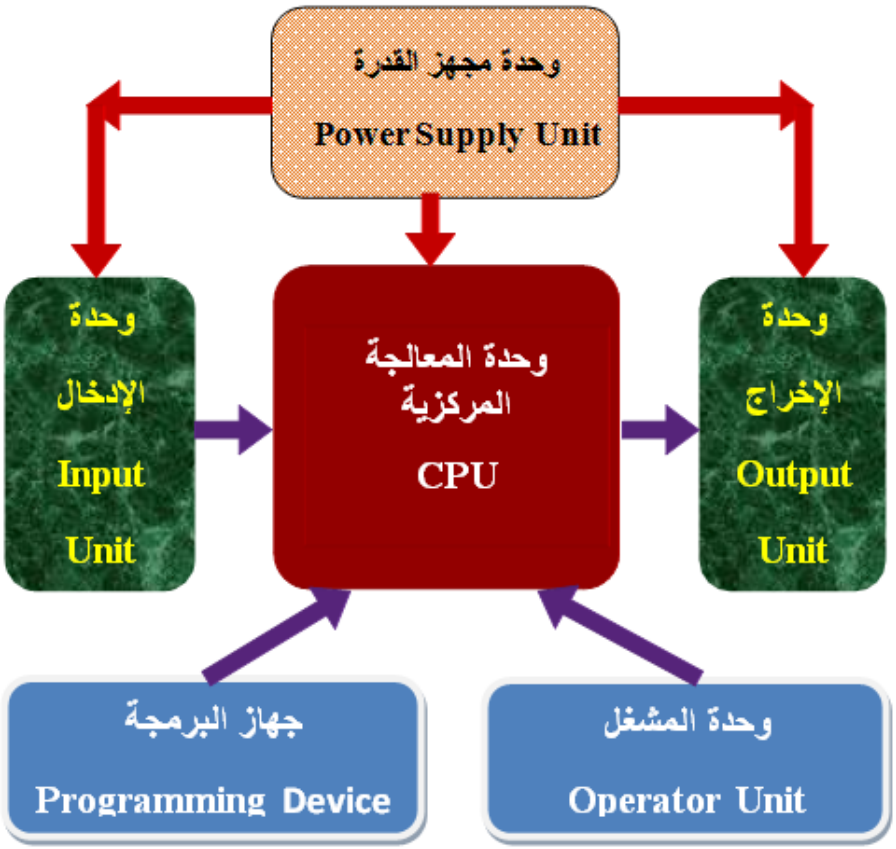
2 - وحدة المعالجة المركزية (CPU) Central Processing Unit

3 - وحدة الإخراج (Output Unit)

4 - وحدة مجهز القدرة (Power Supply Unit)

5 - وحدة المشغل (Operator Unit)

6 - جهاز البرمجة (Programming Device)



شكل 6-5 مكونات (PLC)

الآن سوف نشرح بالتفصيل مكونات (PLC) وكما يأتي :



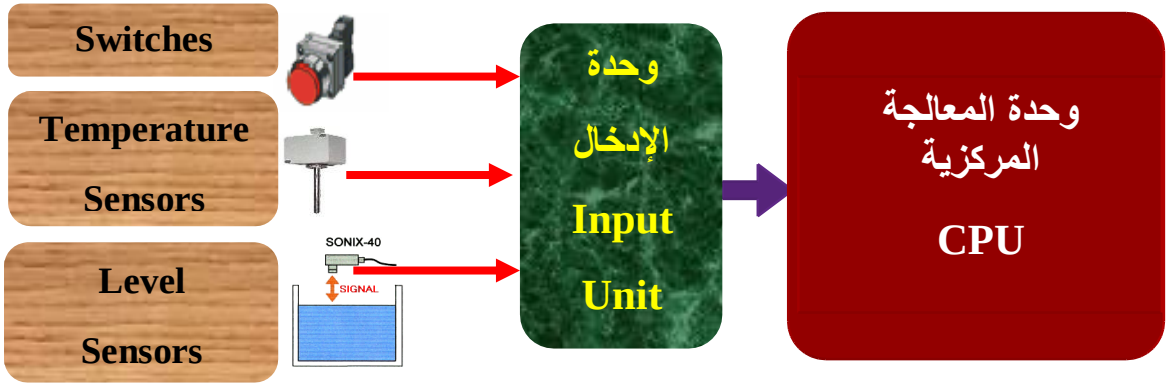
الشكل (5-7) يبين وحدة الإدخال، يتم توصيل وحدة الإدخال بمجموعة من الأجهزة (العناصر الفيزيائية) مثل :

1- المفاتيح الكهربائية. مثل مفتاح تحكم السرعة لعربة المصعد (Governor Switch).

2- متحسسات (حساسات) الحرارة والوزن. مثل متحسس حراري موجود داخل ملفات المحرك الداخلية (Thermal Main Motor).

3- متحسسات (حساسات) مستوى السوائل. مثل متحسس مستوى الماء في الخزان.

حيث تعمل وحدة الإدخال بآستقبال الإشارات التماثلية والرقمية المرسلة من هذه العناصر و تحويلها إلى إشارات منطقية يمكن أن تتعامل معها وحدة المعالجة المركزية (CPU).



شكل 5-7 وحدة الإدخال

إن وحدة الإدخال تكون على نوعين وهي :-

أ- الإدخال الرقمية Digital Input

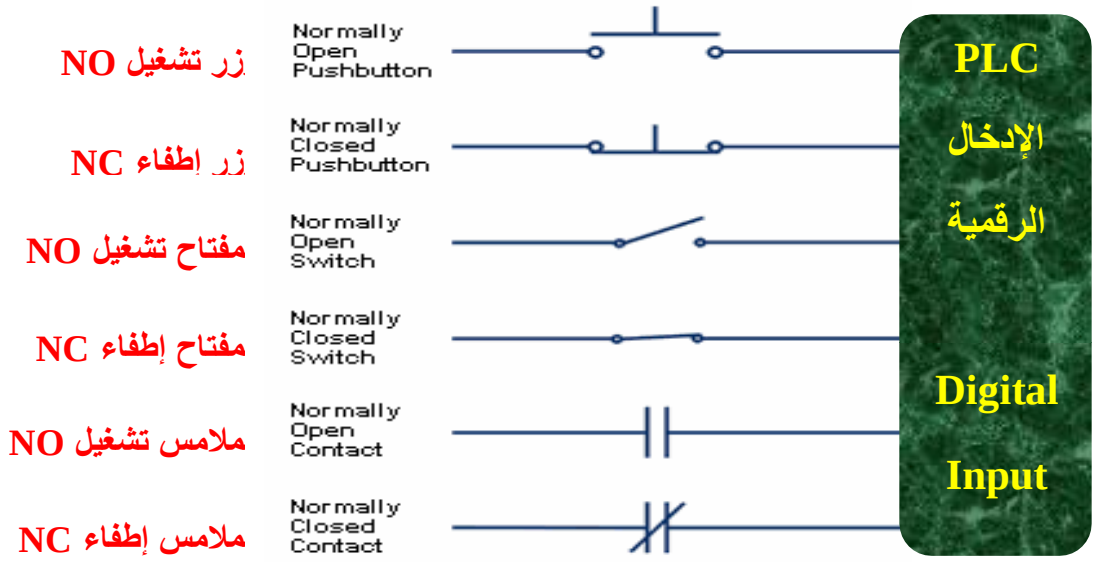
تكون إشارات الإدخال بحالتين (On، Off) أي (1, 0)، إن أجهزة الإدخال الرقمية هي :

1- كاشف التقرب الحثي. يعمل عندما يقترب من المعادن.

2- كاشف التقرب السعوي. يعمل عندما يقترب من العازل.

3- الكاشف البصري. يعمل عندما يقطع الجسم حزمة الضوء أو أن ينعكس منه.

4- الملامسات الميكانيكية. مثل (أزرار تشغيل وإطفاء، المفاتيح)، كما مبين في الشكل (5-8).



شكل 8-5 الملامسات الميكانيكية

ب- الإدخال التماثلية Analog Input

حيث تتغير من قيمة صغيرة إلى قيمة كبيرة ولها عدة أشكال قياسية مثل :

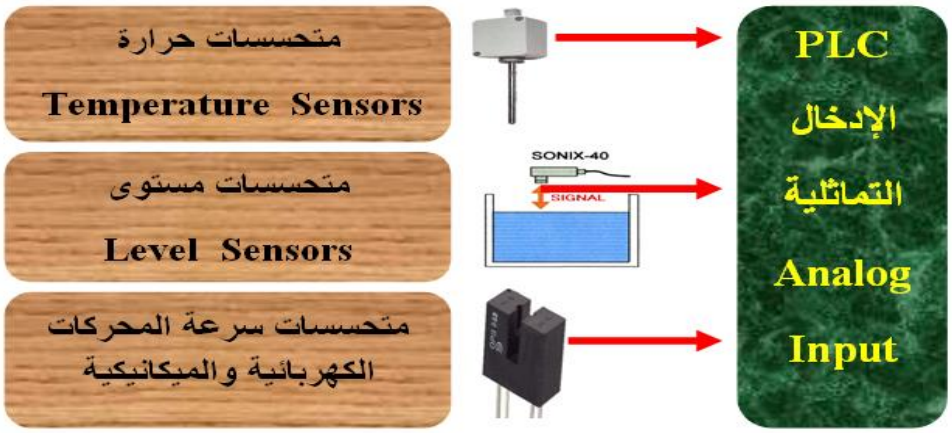
(0 ⟹ 20mA), (4 ⟹ 20mA), (0⟹ 10V)

إن أجهزة الإدخال التماثلية كما مبين في الشكل (9-5) هي :

1- متحسسات قياس مستوى السوائل، إن آنخفاض وآرتفاع مستوى السوائل يؤدي إلى آنخفاض وآرتفاع الجهد عند وحدة الإدخال التماثلي لجهاز (PLC).

2- متحسسات حرارة الأفران والمحركات.

3- متحسسات سرعة المحركات الكهربائية والميكانيكية.

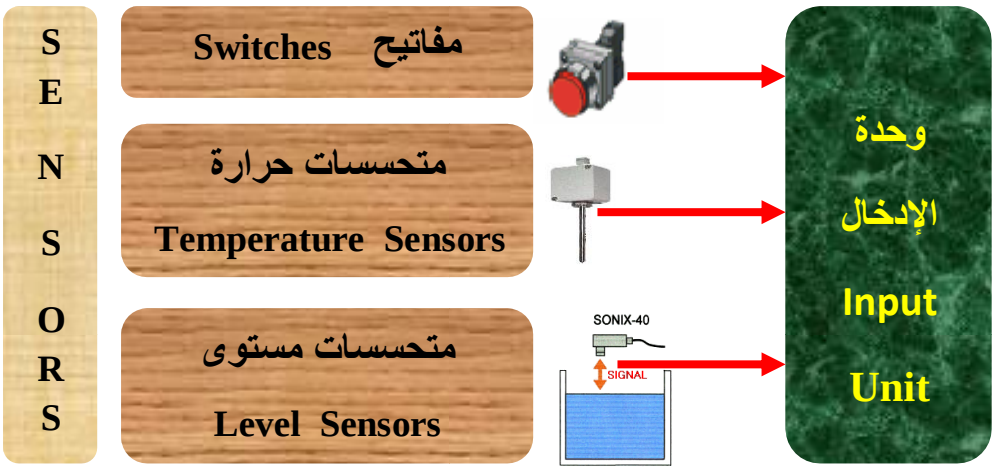


شكل 9-5 الادخال التماثلية

المتحسسات (الحساسات) Sensors

لايمكن التعامل مع (PLC) واعتبارها مستقلة ونستطيع فهمها بدون معرفة العناصر والأجهزة والوحدات التي تستخدم معها في المجال الصناعي.

إن عمل المتحسسات هو تحويل الحالات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية يستطيع (PLC) التعامل معها عن طريق وحدة الإدخال، مثل (أزرار تشغيل وإطفاء، المفاتيح، متحسسات الحرارة والمستوى والسرعة). كما مبين في الشكل (5-10).



شكل 5-10 المتحسسات

وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit (CPU)

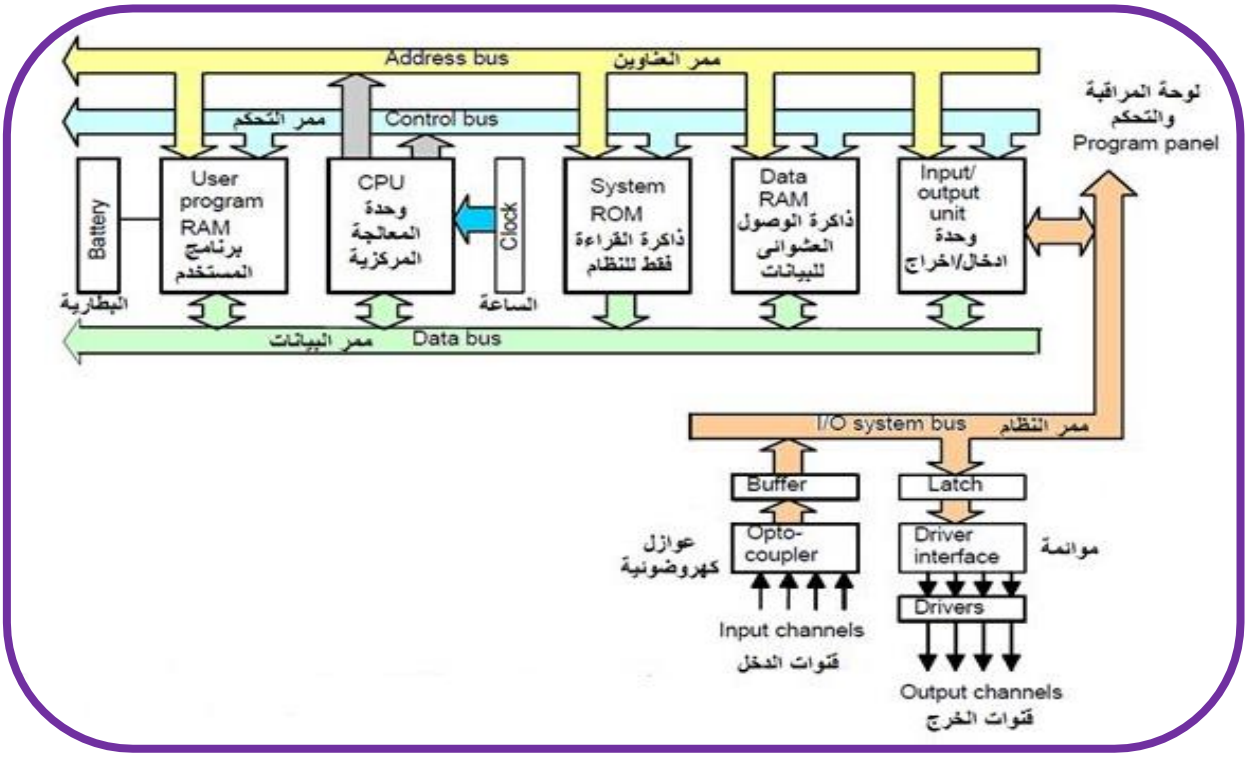
وهي عبارة عن معالج دقيق يحتوي على ذاكرة النظام ومركز آتخاذ القرارات لوحدة الـ (PLC) كما مبين في الشكل (5-11)، وتعمل على :

1- استقبال و معالجة الإشارات المنطقية المرسلة من وحدة الدخل.

2- اتخاذ القرارات المناسبة حسب التعليمات المخزنة في ذاكرة البرنامج.

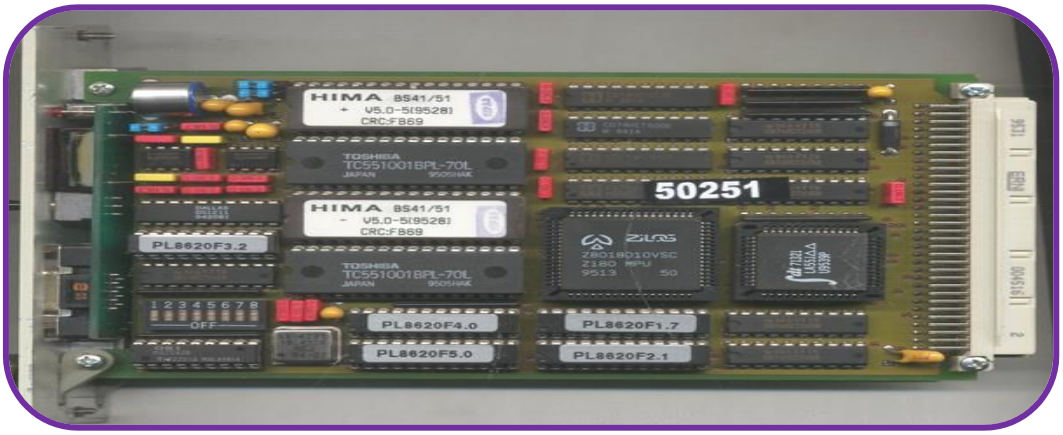
3- إصدار أوامر التحكم لوحدة الخرج حسب تعليمات البرنامج المخزونة في الذاكرة.

4- تعمل وحدة الـ (CPU) بعدد من العمليات مثل (العد، التوقيت، مقارنة البيانات، العمليات الحسابية، الإزاحة).



شكل 11-5 وحدة المعالجة المركزية (CPU) وكيفية دخول وخروج المعلومات

أما أنواع الذاكرة (Memory) في وحدة المعالجة المركزية (CPU) فيوجد نوعان رئيسان من الذاكرة. كما مبين في الشكل (12-5) وهي :



شكل 12-5 أنواع الذاكرة في وحدة المعالجة المركزية (CPU)

1- الذاكرة العشوائية (RAM) Random Access Memory.

وهي الذاكرة التي يمكن إدخال البيانات (Data) لها مباشرة من أي عنوان (Address). كما أنه يمكن كتابة وقراءة البيانات من هذه الذاكرة، وهي ذاكرة غير دائمة أي مؤقتة يعني هذا أن البيانات

المخزنة فيها ستفقد في حالة فقدان الطاقة الكهربائية المشغلة لها ولذلك يتم تركيب بطارية لتجنب فقدان البيانات في حالة فقدان الطاقة الرئيسة المشغلة لها.

2- ذاكرة القراءة فقط (ROM) Read Only Memory.

وهي الذاكرة التي يمكن قراءة البيانات منها ولكن لا يمكن كتابة البيانات فيها. هذه الذاكرة تستخدم لحماية البيانات أو البرامج المخزنة فيها من المسح (الفقدان) أو الحذف، وهي ذاكرة دائمة وهذا يعني أن البيانات المخزنة فيها لن تفقد في حالة فقدان الطاقة الكهربائية. تنقسم هذه الذاكرة إلى :

أ- ذاكرة للقراءة فقط قابلة لإعادة البرمجة (PROM)

Programmable Read Only Memory

هذه الذاكرة للقراءة لكن لا تتم برمجتها في الشركة المنتجة وإنما يقوم المبرمج نفسه ببرمجتها. تستخدم كنظام تخزين نظراً لثباتها ووثوقيتها العالية.

ب- ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والمسح (EPROM) Erasable PROM.

وهي ذاكرة للقراءة فقط ولكن يمكن مسح البيانات منها وذلك بتعريضها للأشعة فوق البنفسجية لتصبح جاهزة لآستقبال بيانات جديدة بوساطة كاتب بيانات خاص بها.

ت- ذاكرة القراءة فقط القابلة للمسح والبرمجة إلكترونياً (EEPROM).

Erasable EPROM

وهي كذلك ذاكرة للقراءة فقط ولكن يمكن أن يتم مسح البيانات المخزونة فيها وذلك بوضعها على (صيغة عدم الحماية Unprotected Mode) ومن ثم إدخال بيانات جديدة لها لعدد محدد من المرات.

ث- ذاكرة برامج التطبيقات الخاصة أو برامج المستخدمين (Firmware).

يتم تركيبها من قبل الشركة المنتجة للـ (PLC) للمحافظة على سرية البرامج المستخدمة في عملية التحكم بالإنتاج.

الجدول (5-13) يبين أنواع الذاكرة في وحدة المعالجة المركزية (CPU).

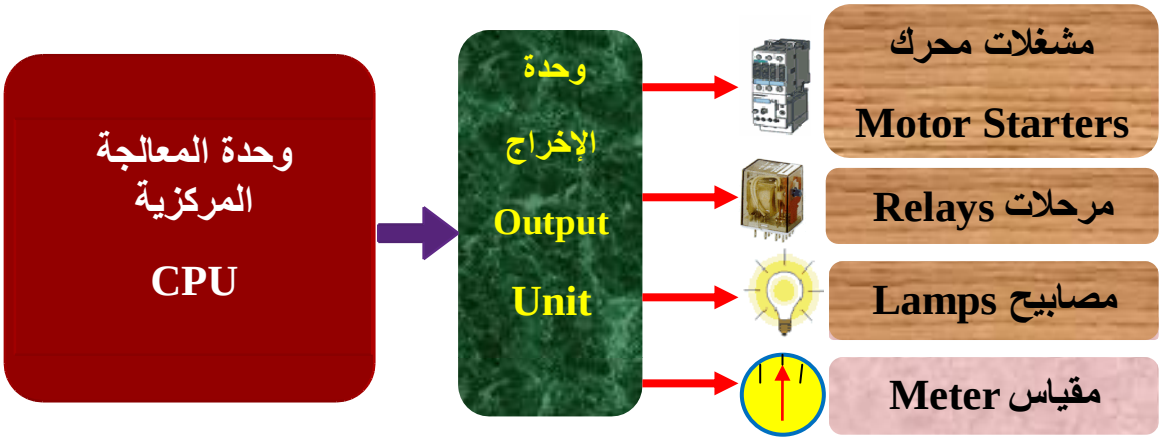
نوع الذاكرة	البرمجة	مسح البيانات (حذف)	محتوى الذاكرة أثناء انقطاع التيار
RAM	من قبل المبرمج في جهاز التحكم والبرمجة	بآنقطاع التيار	تمسح
ROM	من قبل الشركة المنتجة	غير قابلة للمسح	تبقى
PROM	من قبل المبرمج بوساطة جهاز البرمجة	غير قابلة للمسح	تبقى
EPROM	من قبل المستخدم بوساطة جهاز البرمجة	بوساطة الأشعة فوق البنفسجية	تبقى
EEPROM	من قبل المستخدم بوساطة جهاز البرمجة	كهربائياً	تبقى
Firmware	من قبل الشركة المنتجة	غير قابلة للمسح	تبقى

جدول 5-13 أنواع الذاكرة في وحدة المعالجة المركزية

وحدة الإخراج Output Unit

تعمل وحدة الإخراج كما مبين في الشكل (5-14) بآستقبال تعليمات التحكم المنطقية المرسلة من وحدة (CPU) وتحويلها إلى إشارات رقمية أو تماثلية يمكن آستخدامها للتحكم في مجموعة متنوعة من الأجهزة التي يتم توصيلها بوحدة الإخراج مثل :

1- المشغلات (Actuators).
2- المرحلات.
3- المصابيح وصفّارات التنبيه.
4- الصمامات (Valves) والمقياس (Meter).



شكل 5-14 وحدة الإخراج

إن وحدة الإخراج تكون على نوعين وهي :

أ- الإخراج الرقمية (Digital Output)

تكون إشارات الإخراج بحالتين (On، Off) أي (1, 0)، إن أجهزة الإخراج الرقمية كما مبين في الشكل (5-15) هي :

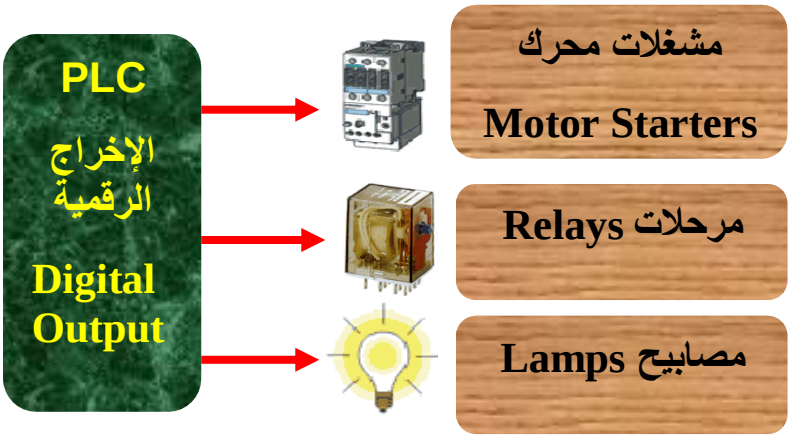
1- المشغلات.

2- المرحلات.

3- مصابيح الإشارة وصفارات التنبيه.

4- الملف اللولبي (Solenoid).

5- الصمامات (Valves) مثل (صمامات الغازات، الوقود، الهيدروليكي).



شكل 5-15 الإخراج الرقمية

ب- الإخراج التماثلية (Analog 0utput)

تعمل على تحويل الإشارة المنطقية المرسلة من وحدة المعالجة المركزية (CPU) إلى إشارة تماثلية

(0 ⟹ 20 mA), (4 ⟹ 20mA), (0 ⟹10V)

بواسطة المحول من رقمي إلى تماثلي يسمى (ADC Analog Digital Convertor)

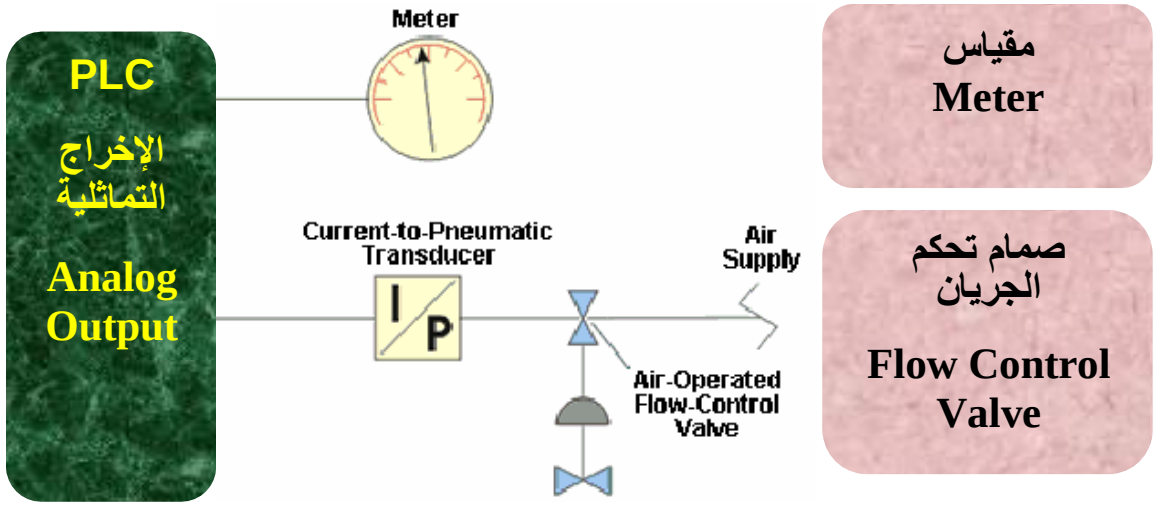
ثم ترسل هذه الإشارة التماثلية إلى الأجهزة التي يتم التحكم بها كما مبين في الشكل (16-5) مثل :

1- مقياس (الحرارة، الفولتية، التيار، الجريان، مستوى السوائل).

2- التحكم بسرعة المحركات الكهربائية (Motor Speed Control) وذلك بتغيير الفولتية المجهزة للمحرك أو بتغيير الفولتية والتردد المجهزة إلى المحرك (VVVF) في نفس الوقت.

3- المشغل الميكانيكي الخطي (Linear Actuator) الذي يتحكم بمقدار الوقود المار من خلاله (Current Fuel Transducer). أو التحكم بكمية الغازات المارة من خلاله (Current Pneumatic Transducer).

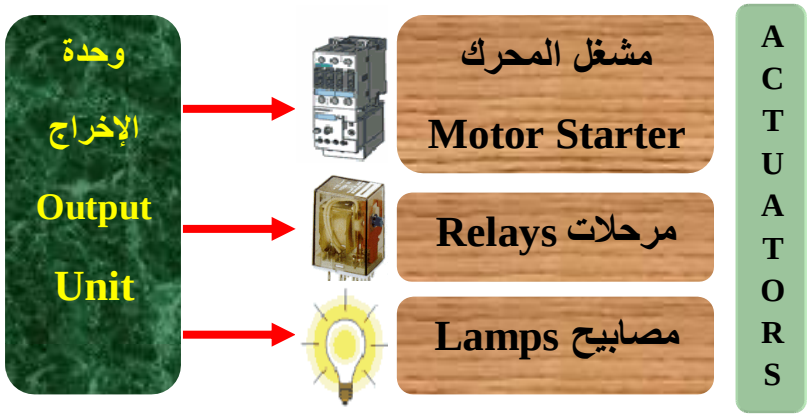
4- المشغلات الناعمة (Soft Starters) تستخدم لتشغيل المحركات الكبيرة ذات الثلاثة أطوار التي يبدأ عملها تحت حمل كبير مثل (محركات ضخ المياه الثقيلة).



شكل 16-5 الإخراج التماثلية

Actuator المشغل

إن عمل المشغل هو تحويل الإشارات الكهربائية القادمة من وحدة الإخراج لـ (PLC) إلى حالات فيزيائية، مثل (مشغل المحرك). كما مبين في الشكل (17a-5).



شكل 17a-5 مشغل المحرك

المشغل على أنواع مثل :-

1- المشغل الكهربائي (Electrical Actuator)

يوجد منها عدة أنواع :

- مشغل محرك التيار المستمر DC Motor
- مشغل محرك التيار المتناوب أو المتردد AC Motor

هذه المحركات تتطلب قدرة كهربائية عالية لتشغيلها ولا يمكن توفير هذه القدرة من (PLC) مباشرةً بل يتم آستخدام جهاز وسيط (المشغل الكهربائي) يتولى عملية توفير القدرة الكهربائية العالية، وينحصر عمل (PLC) في توفير إشارات التحكم اللازمة ثم إرسالها للاجهزة الوسيطة وهي ما تعرف بأجهزة (AC/DC Drive) أو (Starter) وتكون على اشكال حسب نوعية المحرك وعملية التحكم كما مبين في الشكل (17b-5).





Starter AC/DC Drive

شكل 5-17b مشغل محرك

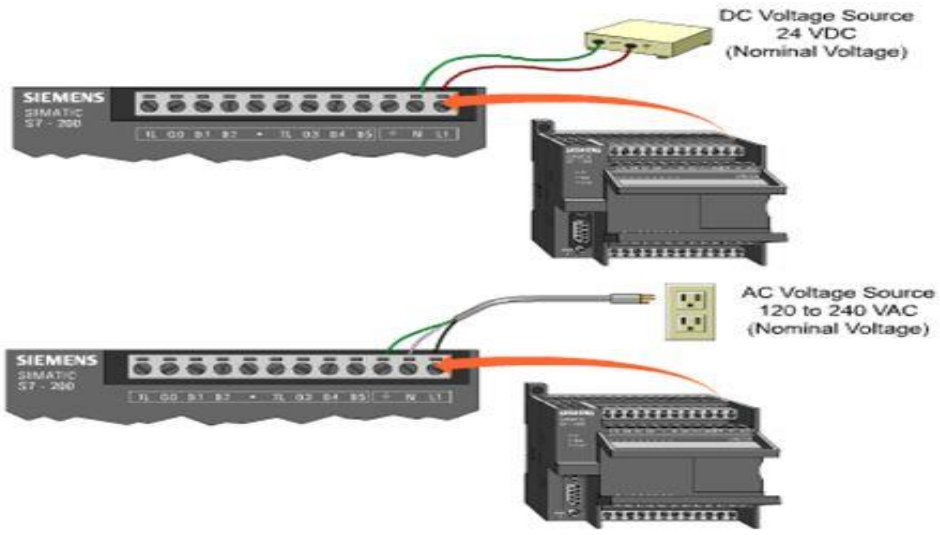
2- مشغل هوائي (Pneumatics Actuator)

يوجد منها عدة أنواع :

- المحركات الهوائية (Rotary Motor)
- الصمامات (Valves)

وحدة مجهز القدرة Power Supply Unit

هذه الوحدة تغذي وحدات الإدخال والإخراج ووحدة المعالجة المركزية (CPU) بالمصدر الكهربائي المطلوب، حيث تتصل هذه الوحدة بمصدر جهد للتيار المتناوب (220 إلى 240) فولت ثم يحول إلى جهد منخفض للتيار مستمر (24) فولت، أو تتصل مباشرة بمصدر جهد للتيار المتناوب (120 إلى 240) فولت. كما مبين في الشكل (5-18).



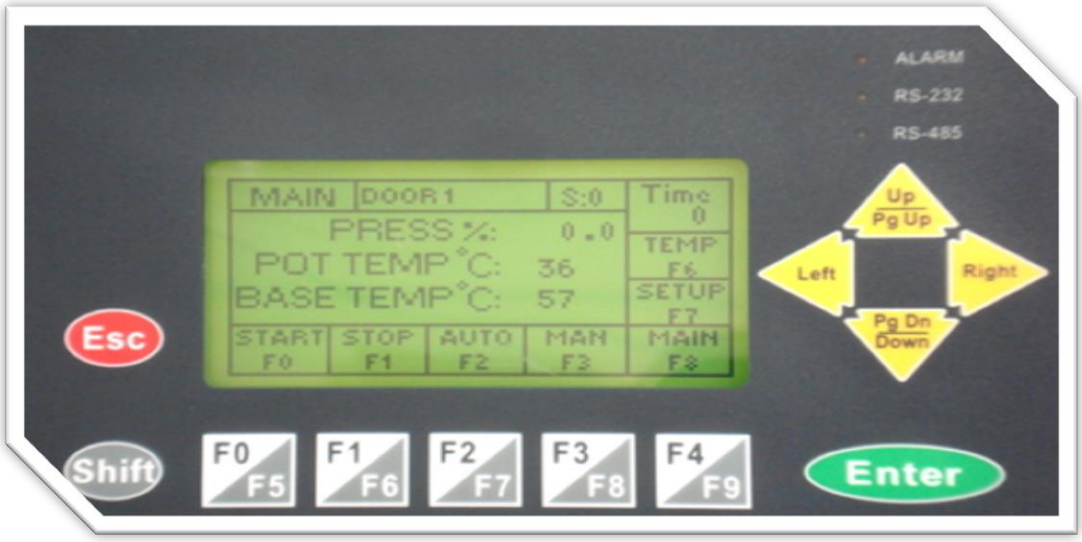
شكل 5-18 مجهز القدرة

وحدة المشغل Operator Unit

تتيح هذه الوحدة للمشغل كما مبين في الشكل (5-19) ما يلي :

1- عرض معلومات العمليات المختلفة المتحكم فيها.

2- إدخال عوامل جديدة (Parameters) أو تعديل العوامل المستخدمة مثل عدد طوابق المصعد، عدد الأشخاص داخل عربة المصعد.



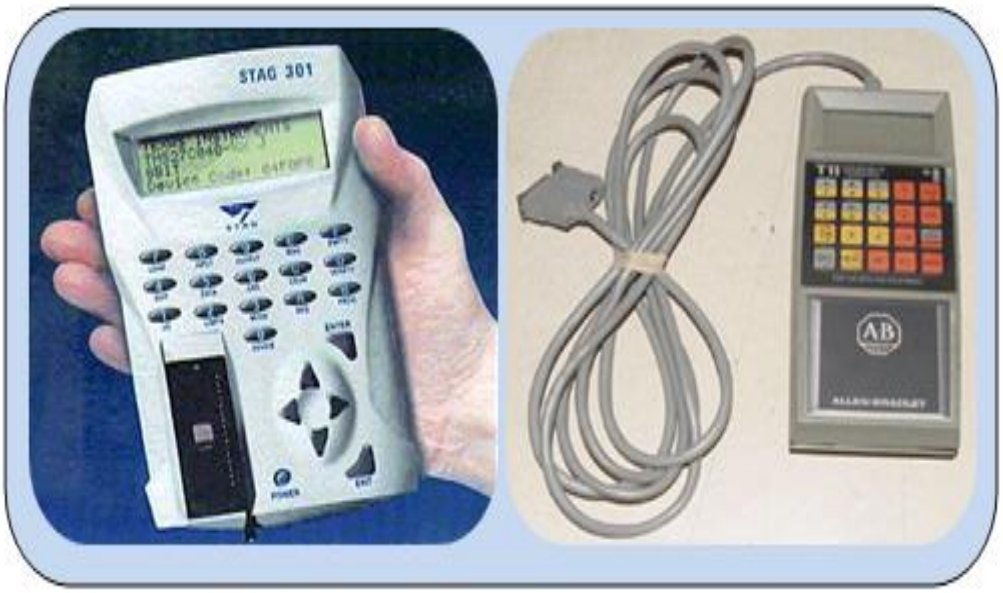
شكل 5-19 وحدة المشغل

جهاز البرمجة Programming Device

يكون على عدة أنواع مختلفة وهي :-

1- جهاز البرمجة المحمول Hand Held Programming Device

هذا النوع يكون صغير الحجم، رخيص الثمن. يستخدم لأعمال البرمجة عندما يتصل بـ (PLC) لإجراء تعديلات في برنامج التحكم. وهو محدود الأوامر ولا يمكنه إظهار عدة أوامر في نفس الوقت على الشاشة. كما مبين في الشكل (5-20).



شكل 5-20 أنواع مختلفة من جهاز البرمجة المحمول

2- جهاز البرمجة الخاص Dedicated Programming Device

وهو سهل الآستعمال يمكن نقله من مكان إلى آخر، ذو حجم كبير نسبياً وتكلفته ليست منخفضة، يقوم بإظهار عدة أجزاء من برنامج التحكم في نفس الوقت.

يتم توصيل هذا الجهاز بـ (PLC)، كما مبين في الشكل (5-21) ويستخدم فيما يأتي :

1- يتم كتابة البرنامج فيه ومراقبة (PLC).

2- يتم بواسطته نقل البرنامج إلى (PLC) عن طريق قابلو بيانات.



شكل 5-21 برمجة (PLC) بوساطة جهاز البرمجة الخاص

3- جهاز الحاسوب (Computer Device)

انتشر آستخدام جهاز الحاسوب كمبرمج للـ (PLC) كما مبين في الشكل (5-22)، إن مميزات هذا الجهاز هي :

أ- إمكانية الطباعة وتخزين البرامج أو ضغطه على القرص (الصلب، الثابت، قرص مضغوط CD) حيث يمكن عمل نسخه بسهولة.

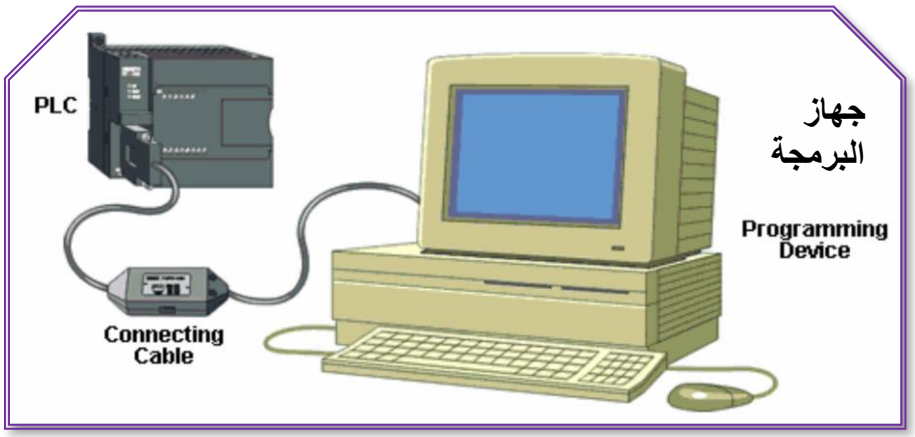
ب- إعادة برمجة (PLC) بسهولة عند حدوث أي خلل في برنامج التحكم الأصلي.

ت- تحويل برنامج التحكم من لغة إلى أخرى بسهولة ويسر مما يمكّن المبرمج من دراسة وتحليل وتعديل برنامج التحكم باللغة التي تناسبه.

ث- القيام بعمليات الفحص لحالات الإدخال والإخراج.

ج- القيام بعمليات فحص تتابع عمل برنامج التحكم بعد كل خطوة.

ح- التحكم بعمل الـ (PLC) ومراقبة عمله خلال التشغيل (Online Monitoring).



شكل 5-22 برمجة (PLC) بوساطة جهاز الحاسوب

الإحتياجات أو الأجهزة التى تتعامل مع الـ (PLC)

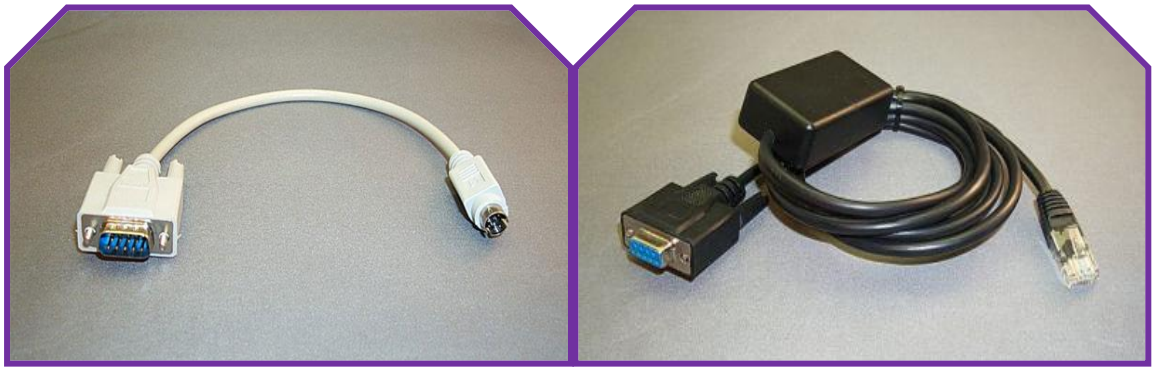
1- PLC.

2- جهاز برمجة.

3- البرمجة (Software).

4- قابلو البيانات (Data Cable) ويكون على أشكال وأحجام مختلفة.

كما مبين في الشكل (23-5).

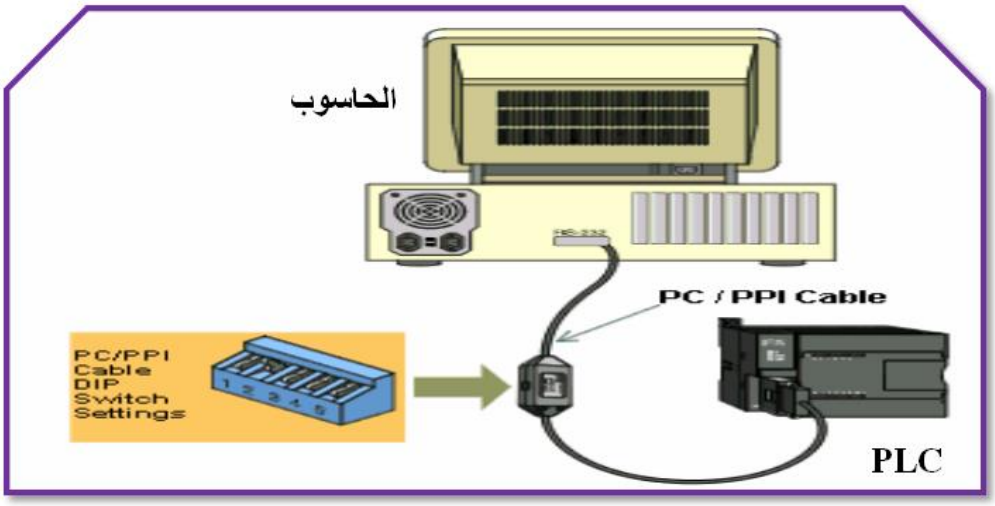


شكل 23-5 قابلو البيانات

يستخدم قابلو البيانات للتوصيل بين :

أ- (PLC) والحاسوب (PC) ويسمى (PC / PPI) وتعني (Point To PointInterface)،
كما مبين في الشكل (24-5).

يحتوي هذا القابلو أحياناً على مفاتيح من نوع (DIP) لتحديد معدل نقل البيانات (Band Rate).



شكل 5-24 ربط القابلو بين (PLC) والحاسوب الشخصي

ب- (PLC) وجهاز البرمجة (Programming Device).

فوائد آستخدام (PLC)

1- حجم (PLC) صغير مقارنة بحجم السيطرة التقليدية حيث يستطيع تشغيل عدد كبير من الأجهزة بوساطة البرنامج المكتوب.

2- كفاءة ودقة في التحكم أكثر من السيطرة التقليدية.

3- عند حدوث خطأ ما يمكن صيانته بسهوله أكبر بكثير لأننا لا نملك الكثير من التوصيلات والأجهزة التي يجب تفقدها كما في دوائر السيطرة التقليدية.

4- في حال أردنا تغيير طريقة عمل النظام فإننا لا نحتاج إلى إعادة التوصيل أو بناء دائرة جديدة إنما فقط برنامج جديد يوضع مكان البرنامج القديم بسهولة فائقة.

5- كلفة أقل مقارنةً بالسيطرة التقليدية.

6- قابلية تحمل محيط عمل قاسي حيث يعمل (PLC) في جميع الأجواء وبدرجات حرارية مختلفة.

7- سهولة مراقبة النظام حيث أننا يمكن أن نكتشف العطل بمجرد النظر إلى (PLC).

8- سهولة أكبر في بناء الدوائر العملية وذلك بسبب قلة العناصر.

9- سهولة تعامل (PLC) مع الأرقام الثنائية، الثمانية، العشرية، الستة عشر ويمكنه التحويل من أي رقم إلى رقم آخر.

طريقة عمل وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC)

تعمل (PLC) بإجراء عملية مسح مستمر (Scanning) للبرنامج وتستغرق زمناً يقدر بعدد قليل من الملي ثانية. عملية المسح تتكون من أربع خطوات رئيسة مهمة وهي كالتالي :

◄ الخطوة الأولى : قراءة حالة الإدخال . حيث تقوم (PLC) بقراءة حالة الإدخال الآتية من (المفاتيح، المتحسسات، وأزرار تشغيل وإطفاء) وذلك لتحديد ما إذا كانت في وضعية (On أو Off) ثم تقوم بتخزين البيانات في الذاكرة لآستعمالها في الخطوة التالية.

◄ الخطوة الثانية : تنفيذ البرنامج. حيث تقوم (PLC) بتنفيذ البرنامج بعد تحديد حالة الإدخال وقراءة أوامر البرنامج المترتبة على كل حالة من حالات كل إدخال ومن ثم تخزين نتائج التنفيذ لآستخدامها في الخطوة التالية.

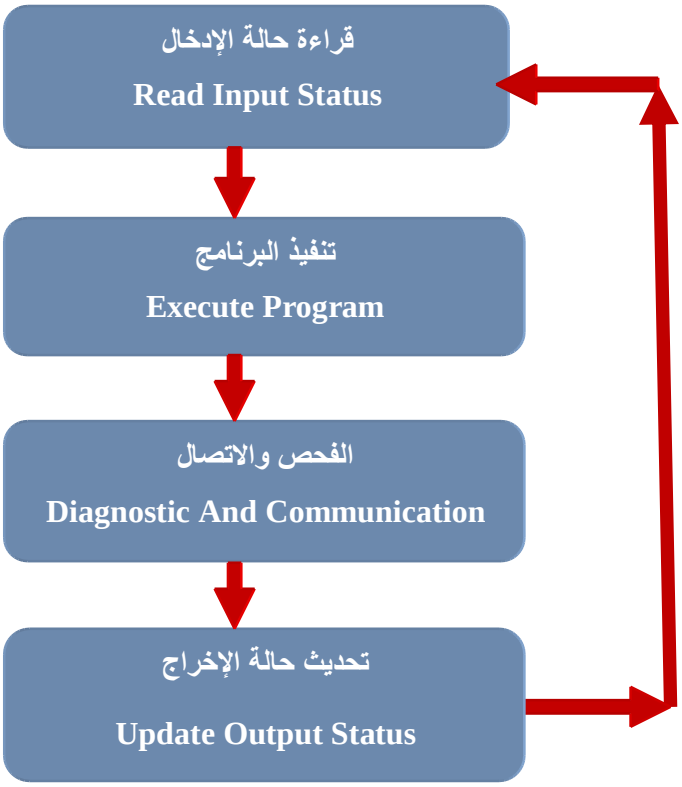
◄ الخطوة الثالثة : الفحص والاتصال . حيث تقوم (PLC) بالفحص والاتصال للمكونات الداخلية التي يعمل بها نظام التشغيل.

◄ الخطوة الرابعة : تحديث حالة الاخراج . حيث تقوم (PLC) بتحديث حالات الإخراج وفقاً لأوامر البرنامج الصادرة في الخطوة الثانية.

بعد الإنتهاء من الخطوة الرابعة تقوم (PLC) بالرجوع للخطوة الأولى لتعيد نفس الخطوات بصورة مستمرة. الشكل (5-25) يبين عملية المسح التي تقوم بها (PLC).

يعرف زمن المسح الواحد على أنه الزمن الذي تأخذه (PLC) لتنفيذ الخطوات الأربع المذكورة سابقاً، وهذا الزمن يستغرق أجزاء من الثانية تتراوح من أعشار الملي ثانية إلى بضع عشرات الملي ثانية. إن زمن المسح الواحد يعتمد على :

- حجم البرنامج.
- عدد عمليات الإدخال والإخراج المستخدمة.
- حجم متطلبات الاتصال المطلوبة.



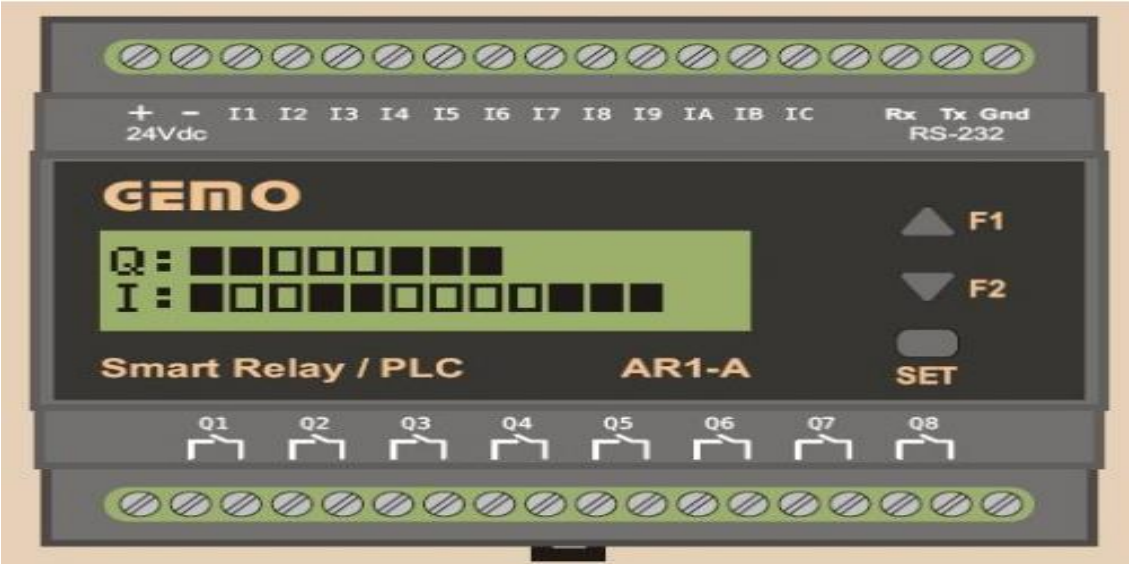
شكل 5-25 عملية المسح لـ (PLC)

5-2 أنواع الـ (PLC) واللغة المستخدمة

أنواع الـ (PLC)

تقسم أجهزة الـ (PLC) إلى ثلاثة أقسام أساسية وهي :

1- المتكاملة أو المدمجة (Compact). تمتاز بأكثر آقتصادية وأقل كلفة وأقل تعقيداً ومقدرة على تنفيذ العمليات الصعبة والمعقدة، وهي عبارة عن كتلة واحدة لا تتجزأ تحتوي على عدد محدود من الإدخال والإخراج والمعالج والذاكرة. كما مبين في الشكل (5-26).



شكل 5-26 أجهزة (PLC) نوع المتكاملة

2- التركيبية أو المجزئة (Modular). أحسن أنواع (PLC) بسبب مرونتها الشديدة وقابليتها للتوسيع بشكل كبير دون الحاجة للتعديلات على البنية الأساسية، وتتميز بأنها تصل لأعداد كبيرة من الإدخال والإخراج لـ (PLC). وتكون كل وحدة من وحدات (الإدخال، الإخراج، المعالجة المركزية) مستقلة عن الأخرى وتوضع ضمن منفذ معين (Slot). كما مبين في الشكل (5-27).



شكل 5-27 أجهزة (PLC) نوع التركيبية

3- الهجينة (Hybrid). وهي تركيبة هجينة بين النوعين (المدمجة والتركيبية)، تتميز بأن عدد الإدخال والإخراج أكبر من (المدمجة) ولكنها لا ترتقي لمستوى (التركيبية) من حيث الذاكرة وعدد الإدخال والتطبيقات التي يمكن إنجازها. كما مبين في الشكل (5-28).



شكل 5-28 أجهزة (PLC) نوع الهجينة

اللغة المستخدمة في (PLC)

تبدأ عملية البرمجة بتحديد دراسة النظام المراد التحكم فيه وتحليله من خلال تحديد نقاط الإدخال (مفاتيح، أزرار تشغيل وإطفاء، متحسسات)، كما يتم تحديد نقاط الإخراج (مرحلات، مؤقتات، عدادات). ثم ترقيم هذه النقاط بما يتناسب مع وحدة الإدخال والإخراج المستخدمة، ثم نبدأ بتحديد طريقة البرمجة المناسبة، وتوجد ثلاث طرق لكتابة لغة البرنامج وهي :

1 - المخطط السلمي (Ladder Diagram Method) وآختصارها (LAD).

2 - مخطط البوابات المنطقية (Function Block Diagram) وآختصارها (FBD).

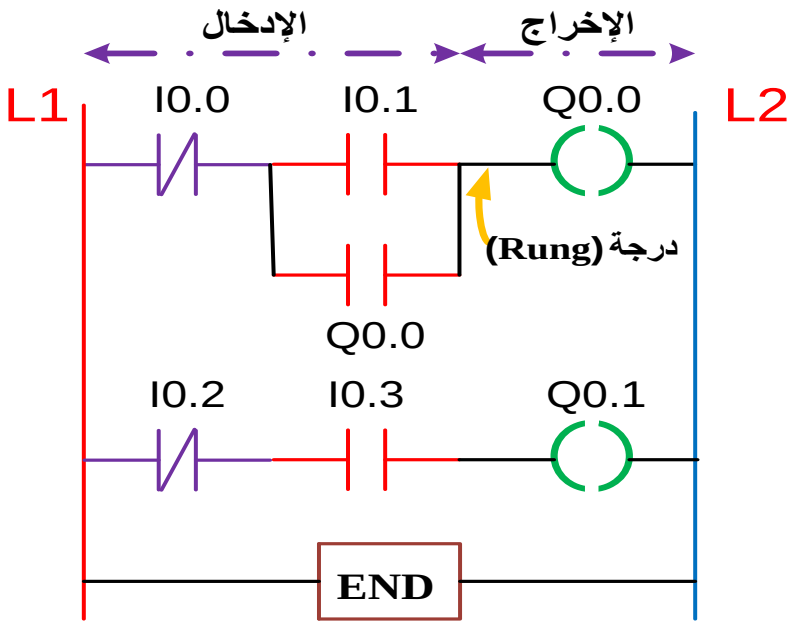
3 - قائمة الإجراءات (Statement List) وآختصارها (ST L).

الآن سوف نشرح بالتفصيل طرق كتابة لغة البرنامج لـ (PLC) وهي :

1 - المخطط السلمي (Ladder Diagram) وآختصارها (LAD)

هذه الطريقة أكثر الطرق آستخداماً وذلك لقربها من مخطط مسار التيار المستخدم في تمثيل الدوائر الكهربائية ودوائر التحكم في الآلات الكهربائية المختلفة مع آختلاف أساسي حيث ترسم بشكل أفقي ويسمى الخطان العموديان بخطي الممر (Bus Line) ويمثلان توصيلات التغذية، ولتشابه الرموز المستخدمة فيها مع رموز التحكم في دوائر السيطرة مما سهل آستخدامها من قبل الفنيين والمهندسين.

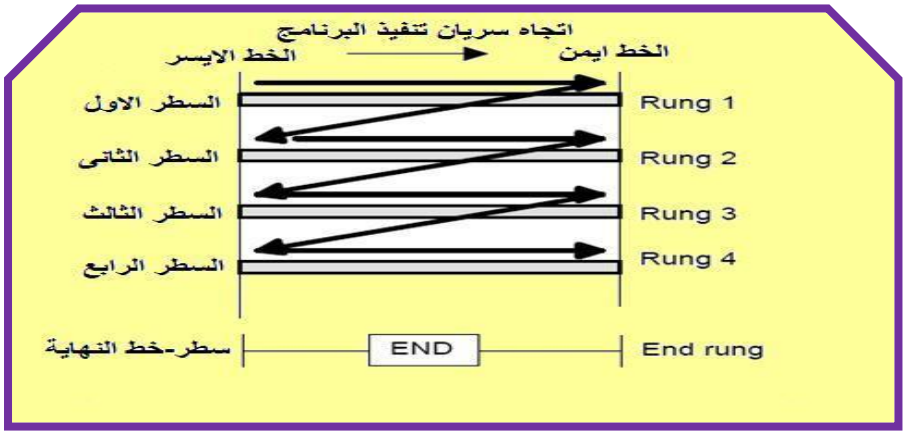
سميت بالمخطط السلمي لكونها عبارة عن مجموعة من الخطوات المتتالية بمعنى أن تتم خطوة بخطوة أي تتم الخطوة الأولى وبناءً عليها تتم الخطوة الثانية وهكذا حتى النهاية تماماً كالحركة على درجات السلم درجة درجة. كما مبين في الشكل (29-5) (Rungs).



شكل 29-5 المخطط السلمي

ولمعرفة كتابة هذه اللغة نتبع الخطوات الآتية :

- الرموز الموجودة على الطرف الأيسر من المخطط السلمي تمثل الإدخال (Input) والرموز الموجودة على الطرف الأيمن تمثل الإخراج (Output).
- الخط العمودي الأيسر يمثل الخط الحي أو القدرة (Power Conductor) ونرمز له (L1).
- الخط العمودي الأيمن يمثل الخط المتعادل أو الطبيعي (Neutral) ونرمز له (L2).
- الرموز التي في كل درجة (Rung) أو سطر من درجات السلم تمثل عناصر التحكم.
- كل درجة (Rung) أو سطر من السلم تمثل عملية واحدة في عمليات التحكم.
- كل درجة (Rung) أو سطر من السلم يجب أن تبدأ بإدخال أو أكثر وتنتهي بإخراج واحد على الأقل.
- يتم تنفيذ البرنامج (مسح Scan) من اليسار إلى اليمين ومن الأعلى إلى الأسفل كما مبين في الشكل (30-5).



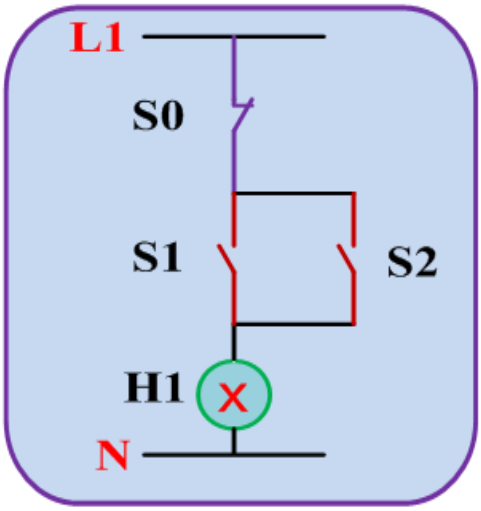
شكل 5-30 عملية المسح (Scan)

- يرمز للإدخال والإخراج في المخطط السلمي بعدة رموز حسب الشركة المنتجة للـ (PLC).
- لسريان التيار (منطقي) من اليسار إلى اليمين يجب أن تكون الحالة المنطقية للعناصر في المسار بين العمودين (1) أي (حقيقي – True) وبالتالي يتم تفعيل الإخراج.
- في حالة وجود الحالة المنطقية (0) أي (False) في المسار فإن التيار (منطقي) لن يمر من اليسار إلى اليمين وبذلك فإن الإخراج لن تفعل.
- الدرجة الأخيرة من السلم تمثل نهاية البرنامج (END)، تتكرر عملية المسح (Scan) من البداية.

مثال 5-1

الشكل (5-31) يبين مخطط مسار التيار لدائرة تشغيل مصباح من مكانين وإطفاء من مكان واحد.

المطلوب : حول الدائرة من مخطط مسار التيار إلى المخطط السلمي (LAD).



شكل 5-31 مخطط مسار التيار

الحل :

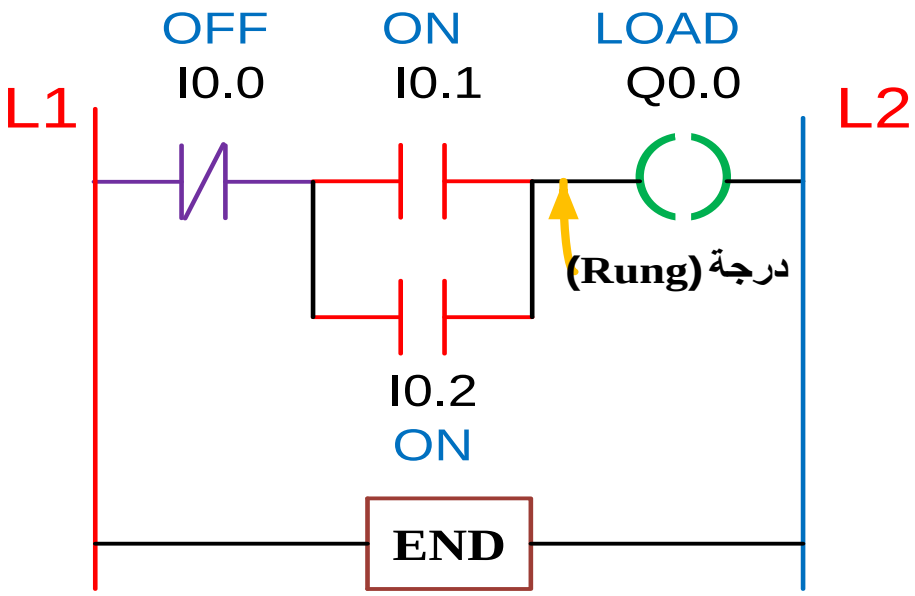
1) الرموز

الرموز المستخدمة في المخطط السلمي (LAD)	الوصف	الرموز المستخدمة في مخطط مسار التيار
I0. 0	مفتاح إطفاء	S0
I0. 1	مفتاح تشغيل	S1
I0. 2	مفتاح تشغيل	S2
Q0.0	مصباح	H1

2) رسم المخطط السلمي (LAD)

نرسم دائرة السيطرة بآستخدام لغة (LAD) حسب الخطوات الموضحة سابقاً.

كما مبين في الشكل (32-5).



شكل 32-5 المخطط السلمي

2- مخطط البوابات المنطقية (Function Block Diagram) واختصارها (FBD)

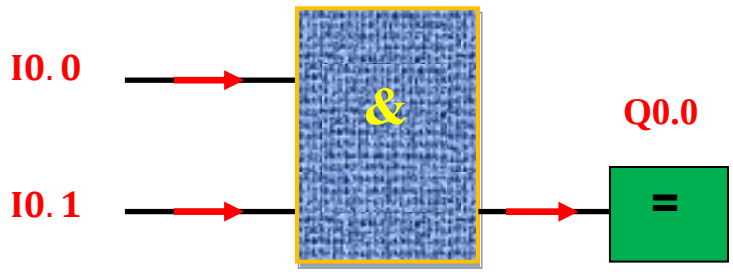
نستخدم في هذه الطريقة البوابات المنطقية المختلفة في تنفيذ عمليات التحكم. ويسمى أيضاً بالمخطط الصندوقي الوظيفي حيث تمثل عمل كل بوابة على شكل صندوق مستطيل ويكون الإدخال للبوابة من جهة اليسار والإخراج من جهة اليمين.

الصندوق الوظيفي هو عبارة عن وحدة من تعليمات البرنامج التي تعطي عند تنفيذها قيمة إخراج واحدة أو أكثر.

يمكن أن يكون المخطط الصندوقي الوظيفي المكافئ على شكل حلقة تغذية عكسية (Feedback Loop)، وكذلك يمكن رسم المخططات الصندوقية الوظيفية للعدادات (Counters) والمؤقتات (Timers). توجد عدة أنواع من البوابات المنطقية الأساسية وهي :

أ- بوابة (و) (AND Gate)

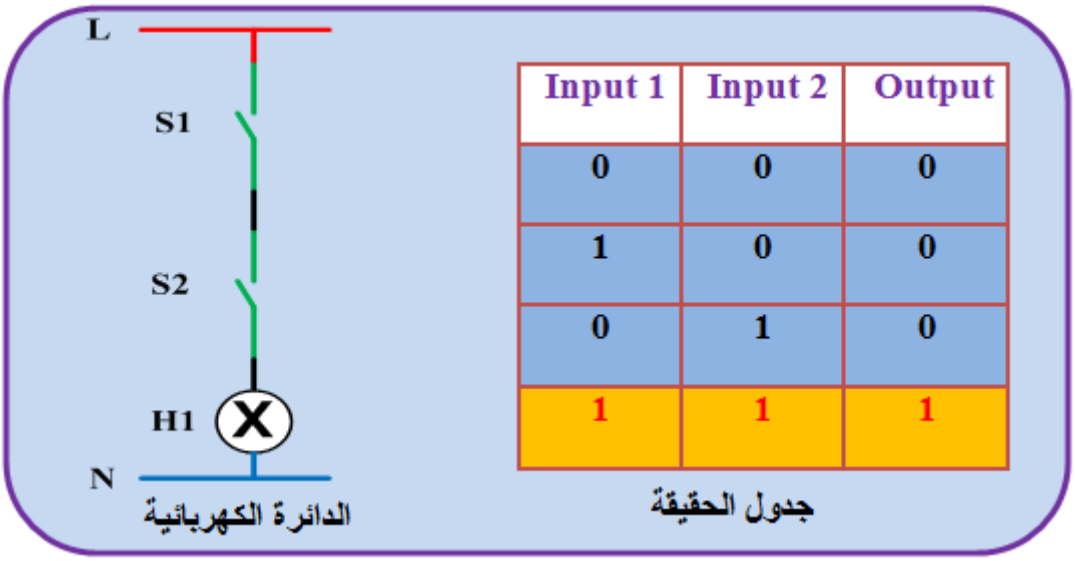
الشكل (5-33) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية. نرمز لبوابة (AND) الرمز (&)، الرمز (=) يمثل الإخراج (Q0.0) لجميع أنواع البوابات المنطقية.



شكل 5-33 رمز بوابة AND

لهذه البوابة على الأقل إدخالان، وهي تكافئ ربط أو توصيل مفتاحين على التوالي إذا كان لها إدخالان. وتكافئ ربط أو توصيل ثلاثة مفاتيح إذا كان لها ثلاثة إدخالات وهكذا. إن أقصى عدد الإدخالات لها هو (8).

الإخراج يساوي (1) فقط عندما يكون جميع الإدخال في حالة (1) كما مبين في الشكل (5-34).

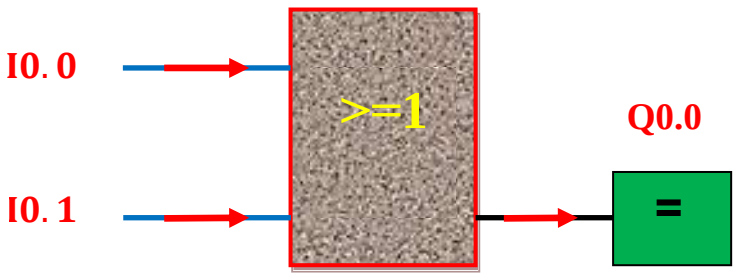


Input 1	Input 2	Output
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

شكل 5-34 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة AND

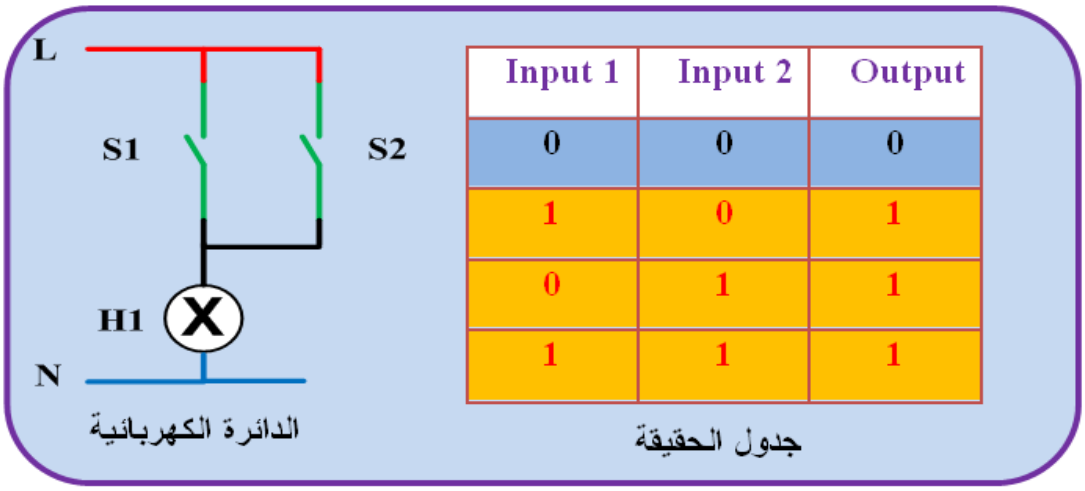
ب- بوابة (أو) OR Gate

الشكل (5-35) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية. نرمز لبوابة (OR) الرمز (>=1) لأن الإخراج يحدث إذا كان الإدخال أكبر أو يساوي (1).



شكل 5-35 رمز بوابة OR

لهذه البوابة على الأقل إدخالان، وهي تكافئ ربط أو توصيل مفتاحين على التوازي إذا كان لها إدخالان. وتكافئ ربط أو توصيل ثلاثة مفاتيح إذا كان لها ثلاثة إدخالات وهكذا. إن أقصى عدد الإدخال لها هو (8). الإخراج يساوي (1) عندما يكون أحد الإدخال في حالة (1) كما مبين في الشكل (5-36).



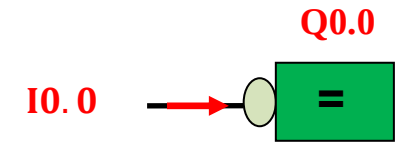
Input 1	Input 2	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

شكل 5-36 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة OR

ت- بوابة (لا) NOT Gate

الشكل (5-37) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية.

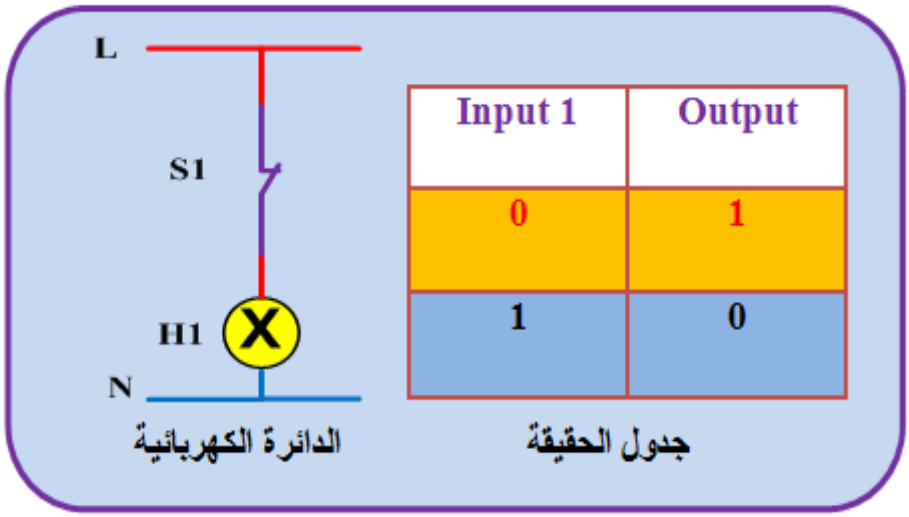
نرمز لبوابة (NOT) الرمز ().



شكل 5-37 رمز بوابة NOT

عدد الإدخال لهذه البوابة واحد فقط، ويكون دائماً عكس الإخراج. حيث تمثل مفتاحاً مغلقاً (Normally Closed) ويرمز له (NC).

الإخراج يساوي (1) عندما يكون الإدخال في حالة (0) كما مبين في الشكل (5-38).

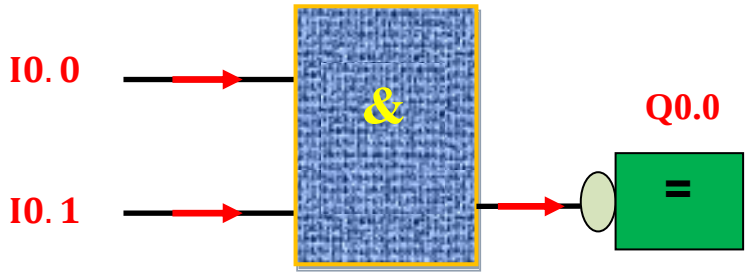


Input 1	Output
0	1
1	0

شكل 5-38 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة NOT

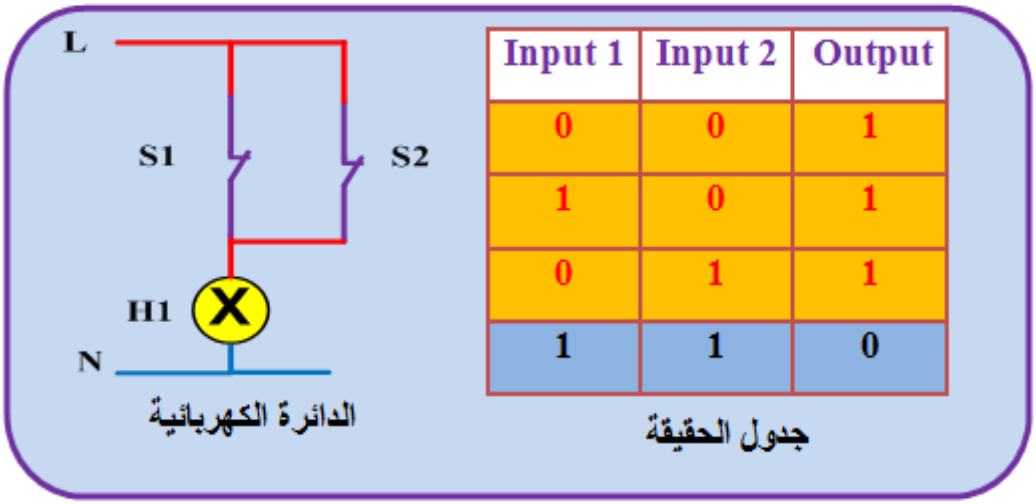
ث- بوابة (و لا) NOT AND Gate (NAND)

الشكل (5-39) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية. لهذه البوابة على الأقل إدخالان، إن أقصى عدد الإدخال لها هو (8). ويكون إخراج (Q0.0) هذه البوابة عكس إخراج بوابة (AND).



شكل 5-39 رمز بوابة NAND

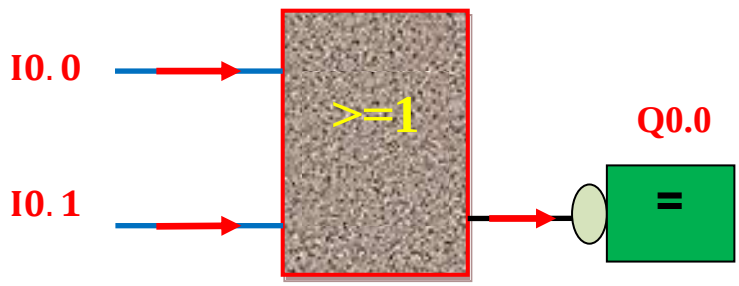
الإخراج يساوي (0) فقط عندما يكون جميع الإدخال في حالة (1) كما مبين في الشكل (5-40).



شكل 5-40 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة NAND

ج- بوابة (أو لا) NOT OR Gate (NOR)

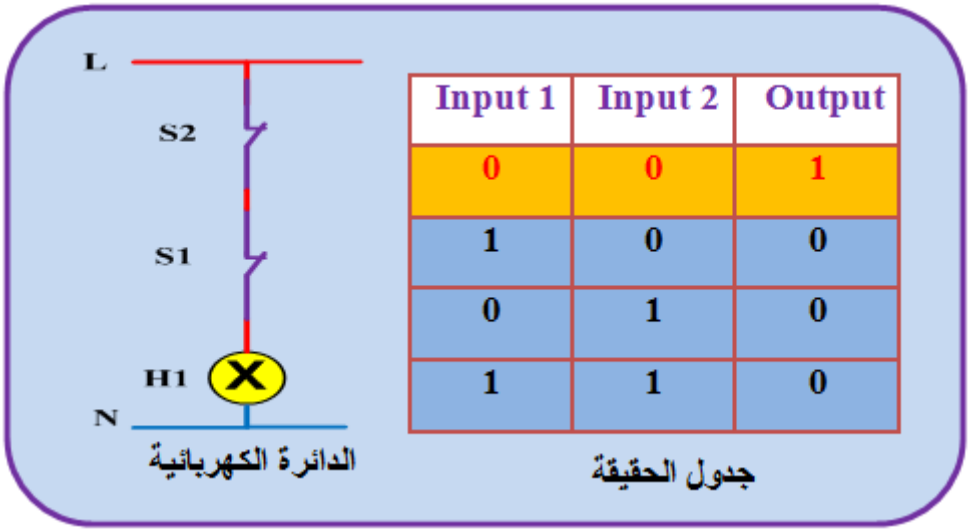
الشكل (5-41) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية.



شكل 5-41 رمز بوابة NOR

لهذه البوابة على الأقل إدخالان، إن أقصى عدد الإدخالات لها هو (8). ويكون إخراج (Q0.0) هذه البوابة عكس إخراج بوابة (OR).

الإخراج يساوي (1) عندما يكون جميع الإدخال في حالة (0) كما مبين في الشكل (42-5).

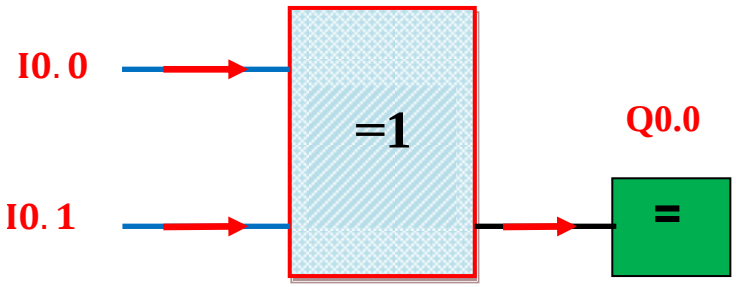


شكل 42-5 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة NOR

ح- بوابة (أو الحصرية) EX-OR Exclusive - OR Gate

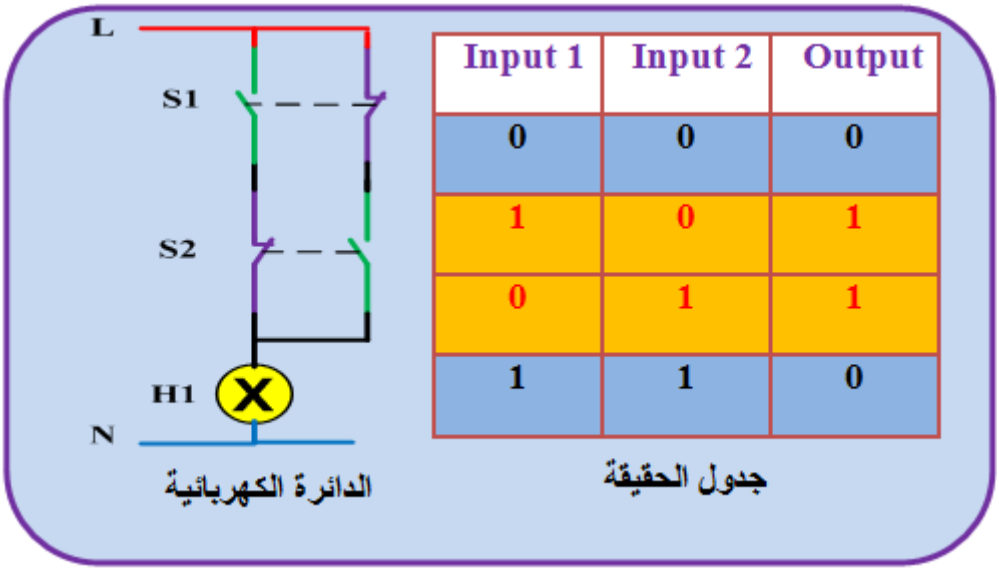
الشكل (43-5) يبين رمز البوابة في مخطط البوابات المنطقية.

نرمز لبوابة (EX-OR) الرمز (=1).



شكل 43-5 رمز بوابة EX-OR

لهذه البوابة إدخالان فقط. الإخراج يساوي (1) فقط عندما يكون الإدخالان مختلفين كما مبين في الشكل (44-5).



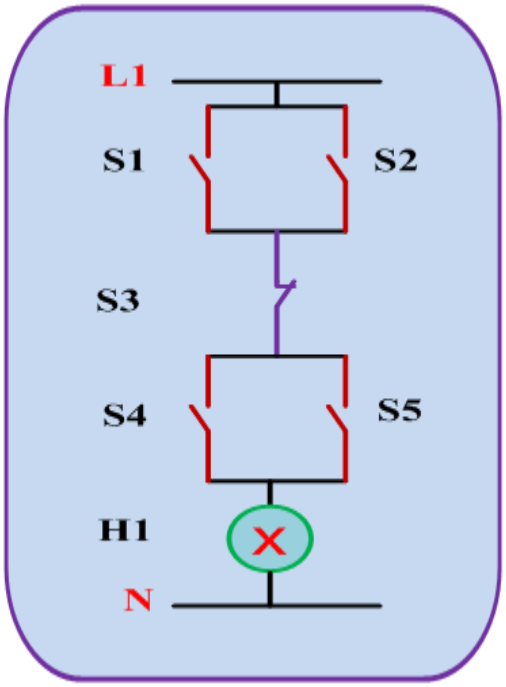
Input 1	Input 2	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

شكل 5-44 جدول الحقيقة والدائرة الكهربائية لبوابة EX- OR

مثال 5-2

الشكل (5-45) يبين مخطط مسار التيار لدائرة تشغيل مصباح من أربعة أماكن وإطفاء من مكان واحد.

المطلوب : حول الدائرة من مخطط مسار التيار إلى مخطط البوابات المنطقية (FBD).



شكل 5-45 مخطط مسار التيار

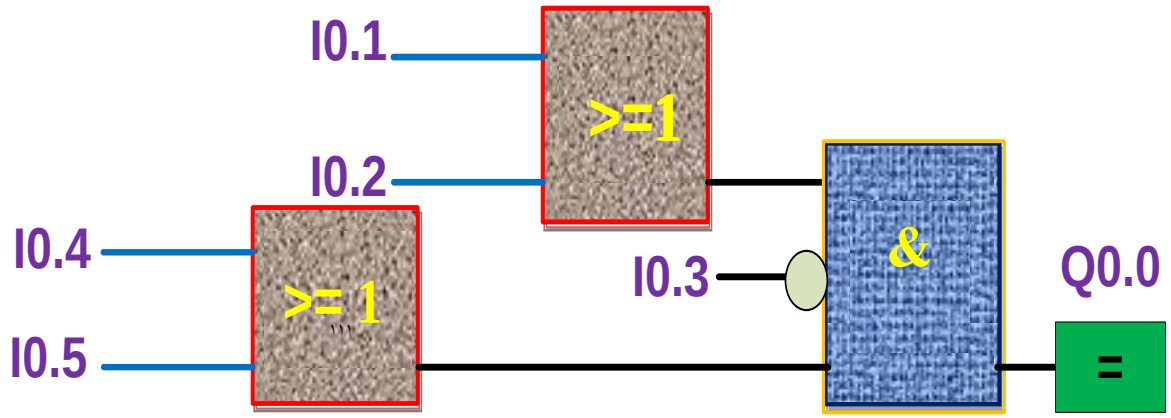
الحل :

1) الرموز

الرموز المستخدمة في مخطط البوابات المنطقية (FBD)	الوصف	الرموز المستخدمة في مخطط مسار التيار
I0. 1	مفتاح تشغيل	S1
I0. 2	مفتاح تشغيل	S2
I0. 3	مفتاح إطفاء	S3
I0. 4	مفتاح تشغيل	S4
I0. 5	مفتاح تشغيل	S5
Q0.0	مصباح	H1

2) رسم مخطط البوابات المنطقية (FBD).

نرسم مخطط البوابات المنطقية كما مبين في الشكل (5-46).



شكل 5-46 مخطط البوابات المنطقية

3 - قائمة الإجراءات (Statement List) واختصارها (STL)

حيث يتم وصف الدائرة المراد التحكم بها بمجموعة أوامر وهذه الطريقة أقرب ما يمكن إلى لغة التجميع (Assembly Language) للبوابات المنطقية المستخدمة في برمجة الحاسبات، وهي عبارة عن مجموعة من الأوامر يعبر عنها بحروف مثل :

(AND) مفاتيح على التوالي (Normaly Open) ويرمز لها (NO).

(OR) مفاتيح على التوازي (Normaly Open) ويرمز لها (NO).

(NOT) مفتاح مغلق (Normaly Closed) ويرمز لها (NC).

وتتكون من خطوط إجرائية منفصلة لتكون القائمة الكلية، هذه الطريقة تختلف عن (LAD) و (FBD) حيث لا تستخدم أي مخططات أو رسومات.

يتم ترقيم الخطوط الإجرائية في قائمة الإجراءات، إن مجموعة الخطوط الإجرائية تشمل الشروط وخطوات التنفيذ المطلوبة لذا يتم التعبير عنها برمز آختصاراً للحالة المطلوب تنفيذها.

يتم وضع الأمر أو العملية في جهة اليسار، ووضع الإدخالات والإخراجات في جهة اليمين.

الجدول (5-47) يبين الآختصارات المستخدمة في البرمجة بطريقة (STL).

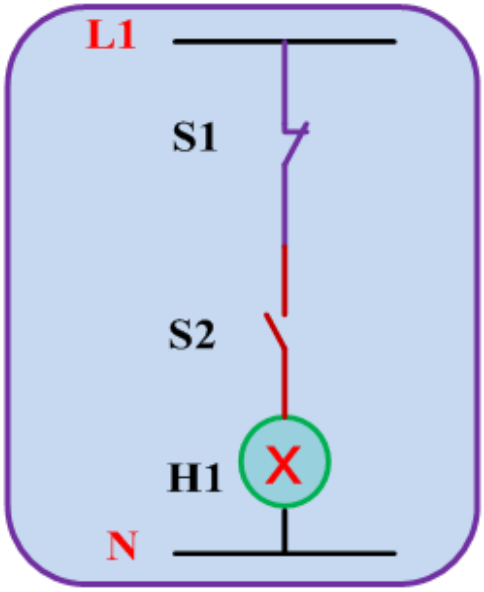
الرموز	العمل
A	تعبر عن دائرة (AND)
O	تعبر عن دائرة (OR)
N	تعبر عن دائرة (NOT)
AN	تعبر عن نفي الدائرة (AND)
XO	تعبر عن دائرة (XOR) عدم التكافؤ
=	تعبر عن يساوي
(	بدء البرمجة على التوازي (فتح قوس)
)	نهاية البرمجة على التوازي (غلق قوس)
BE	نهاية البرنامج

جدول 5-47 الرموز المستخدمة بطريقة (STL)

مثال 5-3

الشكل (5-48) يبين مخطط مسار التيار لدائرة تشغيل مصباح من مكان واحد وإطفاء من مكان واحد.

المطلوب : حول الدائرة من مخطط مسار التيار إلى مخطط قائمة الإجراءات (STL).



شكل 5-48 مخطط مسار التيار

الحل :

1) الرموز

الرموز المستخدمة في مخطط قائمة الإجراءات (STL)	الوصف	الرموز المستخدمة في مخطط مسار التيار
I0. 0	مفتاح إطفاء	S1
I0. 1	مفتاح تشغيل	S2
Q0.0	مصباح	H1

2) رسم مخطط قائمة الإجراءات (STL)

نرسم مخطط قائمة الإجراءات كما مبين في الشكل (5-49).

```
AN    I0.0
A     I0.1
=     Q0.0
BE
```

شكل 5-49 مخطط قائمة الإجراءات

3-5 الرموز (Symbols) المهمة في (PLC) بلغة المخطط السلمي

تتكون لغة البرمجة بالمخطط السلمي لوحدات الـ (PLC) من مجموعة من الرموز تستخدم لتمثل عناصر التحكم والتعليمات ويجب أن نعلم أن هذه الرموز ليست عناصر فيزيائية بل هي عبارة عن برمجيات (Software). هذه الرموز هي :

■ الملامسات (Contacts)

وهي من أكثر الرموز المستعملة في البرمجة و تنقسم إلى :

1- الملامسات المفتوحة طبيعياً (NO) Normally Open Contacts

تكون الحالة المنطقية لهذا الملامس (حقيقي- True) أي (مغلق) عندما تكون حالة البت (Bit) الذي يتحكم في هذا الملامس (1). كما مبين في الشكل (5-50).



شكل 5-50 الملامسات المفتوحة طبيعياً

2- الملامسات المغلقة طبيعياً (NC) Normally Closed Contacts

تكون الحالة المنطقية لهذا الملامس (حقيقي - True) أي (مغلق) عندما تكون حالة البت (Bit) الذي يتحكم في هذا الملامس (0). كما مبين في الشكل (5-51).



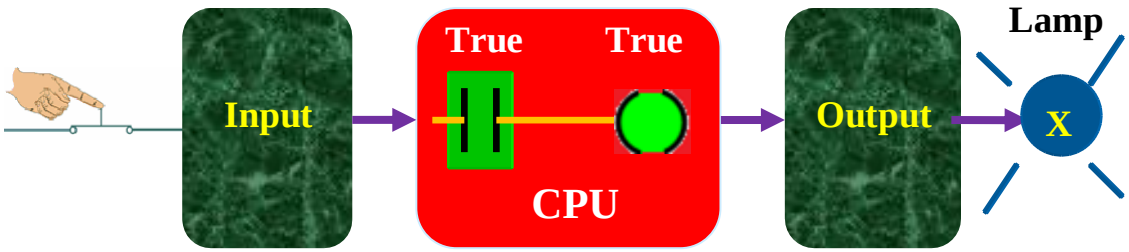
شكل 5-51 الملامسات المغلقة طبيعياً

■ الملفات (Coils)

الملفات تمثل المرحلات (Relays) التي يتم تفعيلها أو عملها (Energized) عندما يتم توصيل المصدر الكهربائية لها. كما مبين في الشكل (52-5).

عندما تعمل الملفات يؤدي ذلك إلى تشغيل المخرج (Output) المتعلق بالملفات وذلك بتغيير حالة البت (Bit) الذي يتحكم في هذا المخرج إلى المنطق (1).

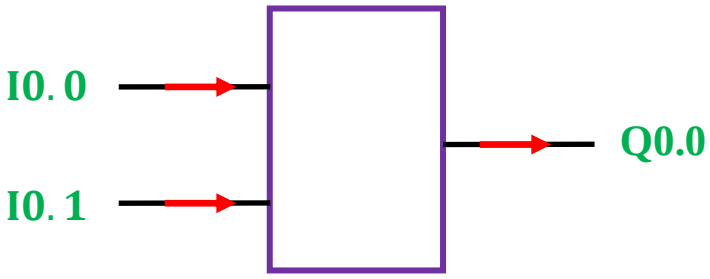
يمكن أن يكون لهذه الملفات عدد من الملامسات (Contacts) المفتوحة والمغلقة (NO & NC) والتي ستتغير حالتها عند عمل الملفات.



شكل 52-5 الملفات أو المرحلات

■ الصناديق (Boxes)

تمثل الصناديق عدة تعليمات أو وظائف والتي يتم تنفيذها عندما يتم توصيل القدرة الكهربائية إلى الصندوق، مثل المؤقتات (Timers) والعـــدادات (Counters) والعمليات الحسابية (Math Operations). كما مبين في الشكل (53-5).

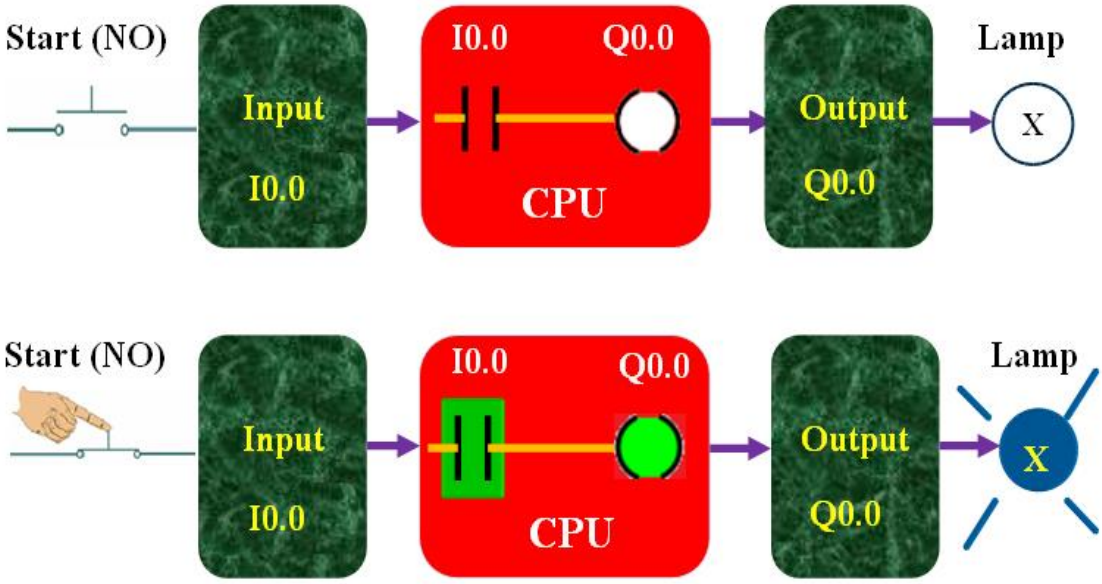


شكل 53-5 الصناديق

الأوامر الرئيسية Basic Instructions في (PLC) بلغة المخطط السلمي

- (LD) LOAD

الأمر (LD) : ملامس مفتوح طبيعياً (Normally Open Contact). يستخدم عندما يكون العنصر الفيزيائي مثل (المفتاح) في حالة تشغيل (مغلق Closed) وتكون الحالة المنطقية لهذا الأمر حقيقي (True) والعكس صحيح. كما مبين في الشكل (5-54).



شكل 5-54 الأمر (LD)

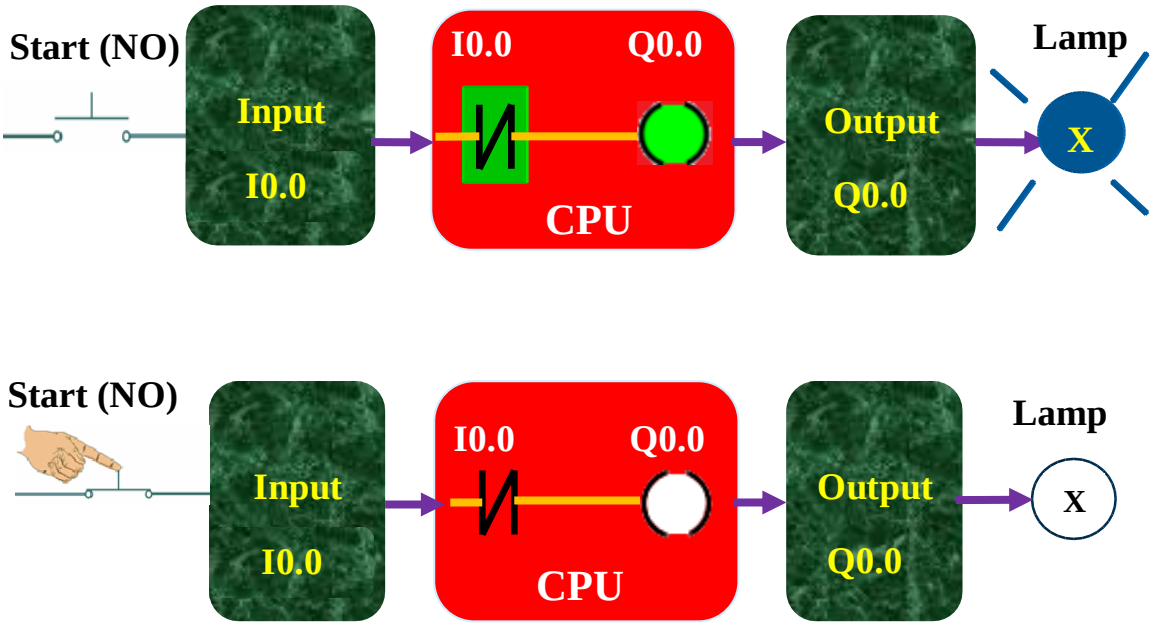
إن وضعية التشغيل (True) تعني الحالة المنطقية (1)، أما وضعية الإيقاف (False) تعني الحالة المنطقية (0). كما مبين في الجدول (5-55).

الأمر LD	الحالة المنطقية State Logic
False	0
True	1

جدول 5-55 الحالة المنطقية للأمر (LD)

LDI LOAD Inverse -

الأمر (LDI) : ملامس مغلق طبيعياً (Normally Closed Contact). يستخدم عندما يكون العنصر الفيزيائي مثل (المفتاح) في حالة توقف (مفتوح Off) وتكون الحالة المنطقية لهذا الأمر حقيقي (True) والعكس صحيح. كما مبين في الشكل (5-56).



شكل 5-56 الأمر (LDI)

إن وضعية الإيقاف (True) تعني الحالة المنطقية (0)، أما وضعية التشغيل (False) تعني الحالة المنطقية (1). كما مبين في الجدول (5-57).

الأمر LDI	الحالة المنطقية Logic State
True	0
False	1

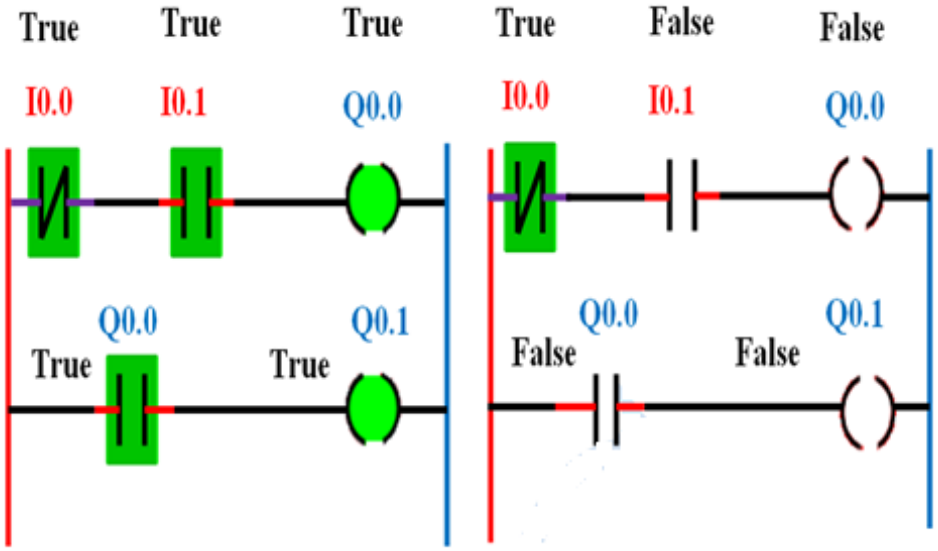
جدول 5-57 الحالة المنطقية للأمر (LDI)



OUT -

الأمر (OUT) : تفعيل مكونات الإخراج (Output Instruction Energize). يستخدم هذا الأمر لتفعيل الملفات الداخلية والعناصر الخارجية، وهو مشابه لملفات المرحلات (Relay).

يتم تفعيل الأمر (OUT) عندما تكون الحالة المنطقية للعناصر التي تسبقه في درجة السلم المنطقي (الإدخال) حقيقي (True). كما في الشكل (58a-5).



شكل 58a-5 الأمر (OUT)

الجدول (58b-5) يبين الحالة المنطقية للأمر (OUT).

I0. 0	I0. 1	Q0.0
True	True	True
True	False	False

Q0.0	Q0.1
True	True
False	False

الجدول 58b-5 الحالة المنطقية للأمر (OUT)

الأعداد العشرية المشفرة الثنائية BCD (Binary Coded Decimal)

يمكن تمثيل الأعداد العشرية بالأعداد العشرية المشفرة الثنائية وذلك بتمثيله بعدد ثنائي له أربع خانات.

مثال 5-4

حول العدد العشري $(7493)_{10}$ إلى العدد العشري المشفر الثنائي.

$(7493)_{10}$ = (0111 0100 1001 0011) BCD

حيث أن :-

1	1	1	1
يدُل على	يدُل على	يدُل على	يدُل على
2^3	2^2	2^1	2^0

لذلك لحساب العدد (7) سيكون :-

0	1	1	1	= 7
0	2^2	2^1	2^0	= 7

وبنفس الطريقة يكون :-

0 1 0 0 = 4 , 1 0 0 1 = 9 , 0 0 1 1 = 3

دالة التشغيل (S) ودالة الإطفاء (R) في (PLC)

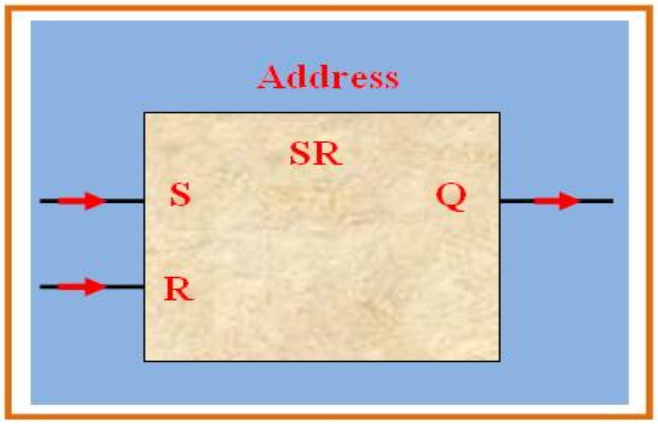
الشكل (5-59) يبين دالة التشغيل والإطفاء، ويكتب العنوان (Address) في أعلى الدالة.

1- دالة التشغيل : S (Set)

هذه الدالة تحافظ على حالة التشغيل أو التوصيل للإخراج (Q)، عندما نعطي إشارة إلى الطرف (S) وقيمتها تتحول من (0) إلى (1) فإن الإخراج (Q) يتحول من (0) إلى (1) ويستمر على هذه الحالة حتى عندما يتم إطفاء أو فصل (S) أي (0).

2- دالة الإطفاء: R (Reset)

هذه الدالة تعمل على إطفاء أو فصل حالة التشغيل للإخراج (Q)، عندما نعطي إشارة إلى الطرف (R) وقيمتها تتحول من (0) إلى (1) فإن الإخراج (Q) يتحول من (1) إلى (0) ويستمر في الإطفاء حتى يتم تشغيل الدائرة عن طريق الطرف (S) مرة ثانية وهكذا.



شكل 5-59 دالة التشغيل ودالة الإطفاء

أنواع دالة التشغيل (S) ودالة الإطفاء (R)

يوجد نوعان وهما :-

1- نوع S – R

يمكن تلخيص عمل هذا النوع من خلال جدول الحقيقة كما مبين في الجدول (5-60).

الإدخال S	الإدخال R	الإخراج Q
0	0	حسب الحالة السابقة
1	0	1
0	1	0
1	1	0

جدول 5-60 جدول الحقيقة نوع (S – R)

حيث يتم أولاً التشغيل (S) ثم الإطفاء (R) ثانياً، وبذالك يكون الإطفاء (R) هو المؤثر النهائي للإخراج (Q) ويكون الاحتمال النهائي هو الإطفاء (0).

2- نوع R – S

يمكن تلخيص عمل هذا النوع من خلال جدول الحقيقة كما مبين في الجدول (5-61).

الإخراج Q	الإدخال S	الإدخال R
حسب الحالة السابقة	0	0
0	0	1
1	1	0
1	1	1

جدول 5-61 جدول الحقيقة نوع (R – S)

حيث يتم أولاً الإطفاء (R) ثم التشغيل (S) ثانياً، وبذلك يكون التشغيل (S) هو المؤثر النهائي للإخراج (Q) ويكون الاحتمال النهائي هو التشغيل (1).

المؤقتات والعدادات Timers And Counters فى (PLC)

تحتوي الـ (PLC) على عدد من المؤقتات والعدادات حسب نوعية ومواصفات الشركة المنتجة للـ (PLC) والتي تستخدم في عمليات السيطرة والتحكم للمعامل والمنشئات الصناعية مثل (حساب الزمن والعد).

المؤقتات (الزمنية) Timers

تُعَد من العناصر المهمة في عمليات التحكم الصناعي والدوال المتقدمة (Advanced Functions) لـ (PLC). تستخدم هذه المؤقتات في :

- ❖ حساب الفرق الزمني لإضاءة المصابيح الكهربائية مثل الإشارات المرورية.
- ❖ تحديد الزمن بين كل عملية وأخرى مثل ضبط الزمن بين إيقاف محرك كهربائي وتشغيل محرك آخر.
- ❖ ضبط الزمن في تشغيل المحرك الكهربائي ذي الثلاثة أطوار من ستار إلى دلتا.

إن آستخدام الـ (PLC) في عملية المؤقتات تمتاز بما يأتي :

- الدقة العالية.
- يمكن تغيير قيمة الزمن المضبوط وذلك بتغيير القيمة بسهولة ولا يحتاج إلى توصيلات.

ولدراسة عمل المؤقتات يجب معرفة الملاحظات المهمة الآتية:

1 نرمز للمؤقت بالرمز (T) ثم نحدد رقمه مثل (T_1)، (T_2) وهكذا.

2 للمؤقت ثلاثة أطراف إدخال وهي:

أ- (S) التشغيل أو بدء العمل وتعني (Start)، وهو طرف التشغيل للمؤقت حيث يتم تشغيل المؤقت عندما تتغير إشارة الإدخال من الحالة (0) إلى الحالة (1).

ب- (R) إيقاف المؤقت (الفصل) أو إعادة الوضع وتعني (Reset)، وهو طرف إيقاف المؤقت عندما تتغير حالته من الحالة (0) إلى الحالة (1).

ت- (TV) قيمة التوقيت أو زمن التشغيل وتعني (Time Value)، وهو طرف يحدد الفترة الزمنية والتي يتم تحديدها مسبقاً ليعمل خلالها المؤقت. البت (Bit) من (0) إلى (11) من كلمة الذاكرة الخاصة للمؤقت تستخدم لحفظ قيمة التوقيت على صورة شفرة ثنائية تمثل عدد الوحدات.

وعندما يتم تحديث المؤقت يتم إنقاص قيمة التوقيت بمقدار واحد خلال مدة زمنية يتم تحديدها من خلال قاعدة التوقيت.

3 (Time Base) قاعدة التوقيت. البت (12, 13) من كلمة الذاكرة الخاصة للمؤقت، تستخدم لحفظ قاعدة التوقيت في صورة شفرة ثنائية كما مبين في الجدول (5-62).

Time Base	Binary Code For The Time Base
10 ms	00
100 ms	01
1 s	10
10 s	11

جدول 5-62 تشفير قاعدة التوقيت

4 للمؤقت طرف واحد للإخراج وهو (Q) حيث يتم توصيله إلى دائرة التحكم.

5 في أي عملية تشغيل على إدخال التشغيل (S) يجب أن تصل إشارة كهربائية يمتد زمنها على حسب نوع المؤقت المستخدم.

6 في أي لحظة تشغيل (أي عندما تصل إشارة كهربائية) إلى إدخال الإيقاف (R) فإن المؤقت سوف يتوقف عن العمل مباشرةً.

7 يتم حجز كلمة ذاكرة لكل مؤقت في ذاكرة الـ (PLC) ويعتمد عدد المؤقتات على نوعية وقابلية وحدة المعالجة المركزية (CPU).

8 (BI) تمثل زمن المؤقت الثنائي.

9 (BCD) تمثل زمن المؤقت الثنائي العشري المشفر.

10 (T no.) تمثل رقم تعريف المؤقت.

11 يتم كتابة زمن المؤقت بالطريقة الآتية:

S5T#aH bbM ccS dddMS

حيث أن :

S5T# : صيغة برمجية تستخدمها الشركات المنتجة للـ (PLC) مثل شركة سيمنس لحساب زمن المؤقت.

a: ساعة.

bb : دقيقة.

cc : ثانية.

ddd : ملي ثانية.

علماً إن أكبر مدة توقيت يتم تحميلها هي :

(9990) ثانية أو 2H 46M 30S

حيث يتم تحديد قاعدة التوقيت آلياً.

مثال 5-5

اكتب زمن المؤقت

(40) ثانية = S5T#40S

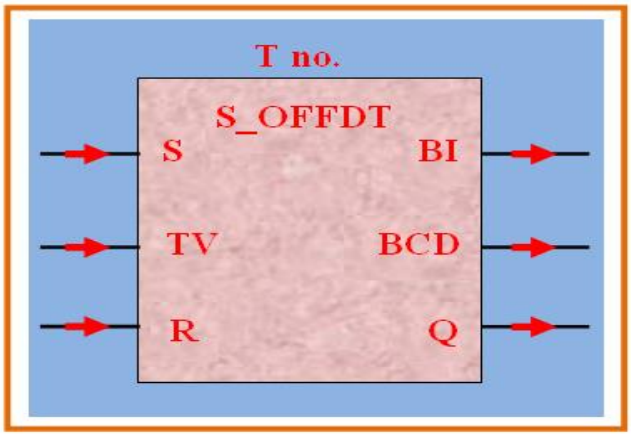
(15) دقيقة و(20) ثانية = S5T#15M 20S

(1) ساعة و(46) دقيقة و(30) ثانية S5T#1H 46M 30S

أنواع المؤقتات

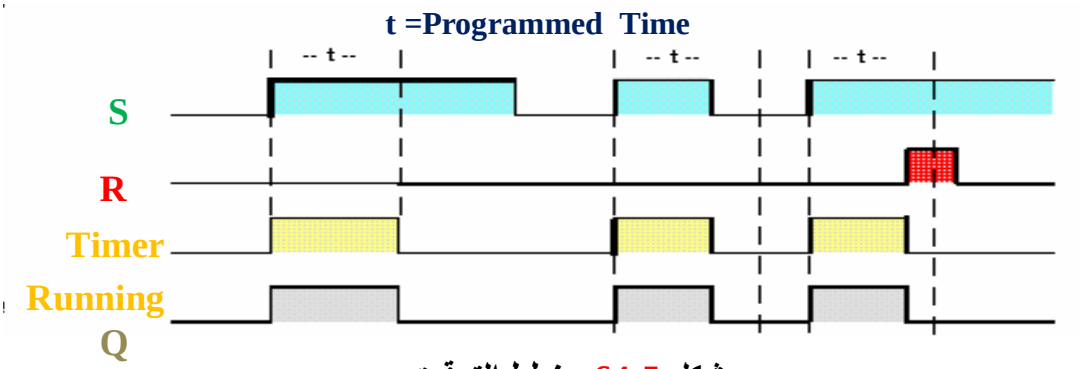
إن أنواع المؤقتات المهمة هي :-

1- مؤقت الفصل المتأخر (OFFDT) (OFF Delay Timer):



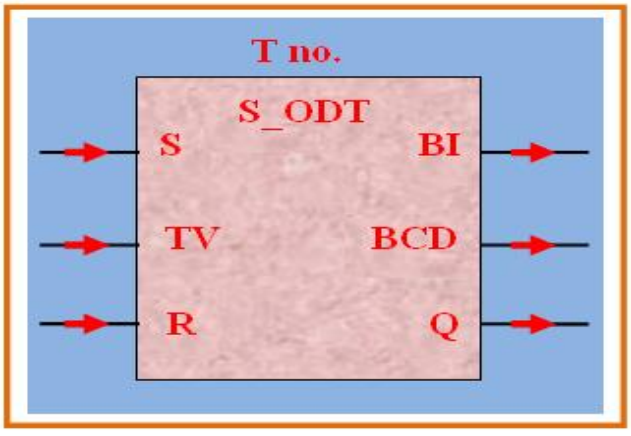
شكل 5-63 يبين رمز مؤقت الفصل المتأخر

- الشكل (5-63) يبين رمز مؤقت الفصل المتأخر.
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) فإن الإخراج (Q) يتحول من (0) إلى (1).
- عند تغير (S) من (1) إلى (0) فإن الإخراج (Q) يظل على (1) لمدة زمنية محددة بـ (TV).
- إذا تحول (R) من (0) إلى (1) والمؤقت يعمل فإن المؤقت يتوقف عن العمل أي الإخراج (Q) ينتقل إلى (0) فوراً.
- يستخدم في دوائر المصاعد الكهربائية لتأخير الطلبات الداخلية عن الطلبات الخارجية أثناء وقوف عربة المصعد.
- يستخدم في ماكنة الخراطة.
- الشكل (5-64) يبين مخطط التوقيت (Timing Diagram).



شكل 5-64 مخطط التوقيت

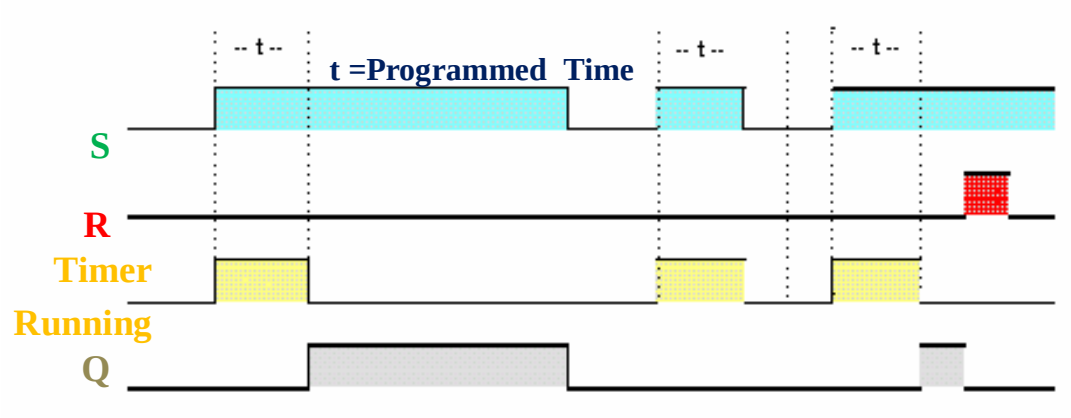
2- مؤقت التشغيل (التوصيل) المتأخر (ODT) (On Delay Timer):



شكل 5-65 رمز مؤقت التشغيل المتأخر

- الشكل (5-65) يبين رمز مؤقت التشغيل المتأخر.
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) فإن المؤقت يبدأ لإكمال الفترة الزمنية للتوقيت المحددة بـ (TV).

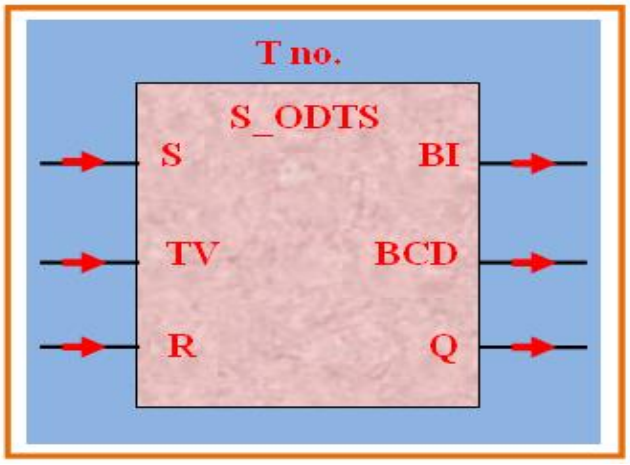
- عند الآنتهاء من حساب الفترة الزمنية للتوقيت فإن الإخراج (Q) يكون في حالة (1) بشرط أن يستمر (S) على الحالة (1).
- عندما يكون المؤقت يعمل وتغير (S) من (1) إلى (0) فإن المؤقت يتوقف عن العمل ويكون الإخراج (Q) في حالة (0).
- عند تغير (R) من (0) إلى (1) والمؤقت يعمل فإنه يتم حساب التوقيت من البداية.
- يستخدم في المحركات التي تعمل في حالة (نجمة / مثلث) أي (Star/Delta) حيث يعمل المحرك في حالة (نجمة) أولاً ثم بعد فترة زمنية محددة يعمل في حالة (مثلث).
- يستخدم لإعطاء وقت لإخلاء عربة المصعد من الركاب أثناء التوقف وضمان عدم تشغيل العربة من الداخل والخارج أثناء التوقف.
- يستخدم في تحديد وقت وقوف عربة المصعد في أحد الطوابق.
- الشكل (5-66) يبين مخطط التوقيت (Timing Diagram).



شكل 5-66 مخطط التوقيت

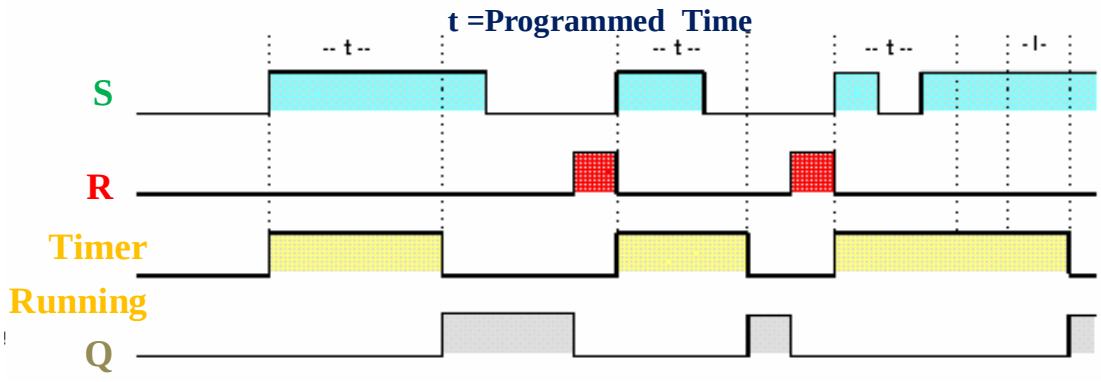
3- مؤقت التشغيل (التوصيل) المتأخر المخزون On Delay Timer Stored.

- الشكل (5-67) يبين رمز مؤقت التشغيل المتأخر المخزون.



شكل 5-67 رمز مؤقت التشغيل المتأخر المخزون

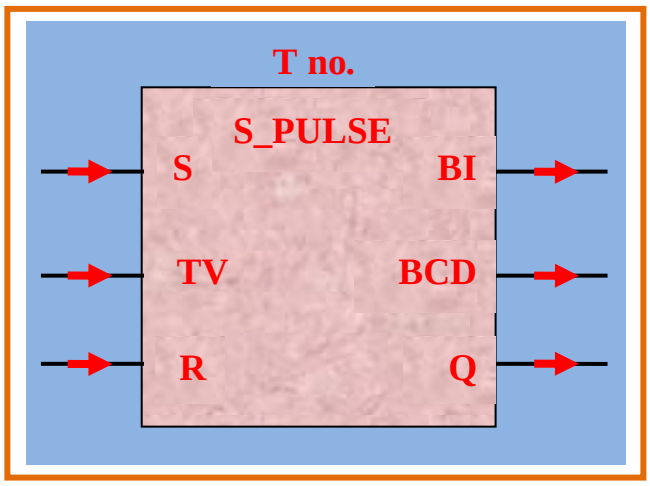
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) فإن المؤقت يبدأ لإكمال الفترة الزمنية للتوقيت المحددة بـ (TV)، بدون التأثير بتحول (S) من (1) إلى (0).
- لكن عند تغير (S) أو (R) من (0) إلى (1) والمؤقت يعمل فسوف يتم حساب التوقيت من البداية.
- الإخراج (Q) يكون (1) عند الانتهاء من حساب التوقيت بشرط أن يكون (R) في حالة (0).
- يستخدم في المحركات التي تعمل في حالة (نجمة / مثلث) حيث يعمل المحرك في حالة (نجمة) أولاً ثم بعد فترة زمنية محددة يعمل في حالة (مثلث).
- يستخدم في المحركات التي تعمل في اتجاه وبعد فترة زمنية محددة يعمل في الاتجاه الآخر ويستمر في العمل.
- الشكل (5-68) يبين مخطط التوقيت (Timing Diagram).



شكل 5-68 مخطط التوقيت

4- المؤقت النبضي (Pulse Time):

❖ الشكل (5-69) يبين رمز المؤقت النبضي.



شكل 5-69 يبين رمز المؤقت النبضي

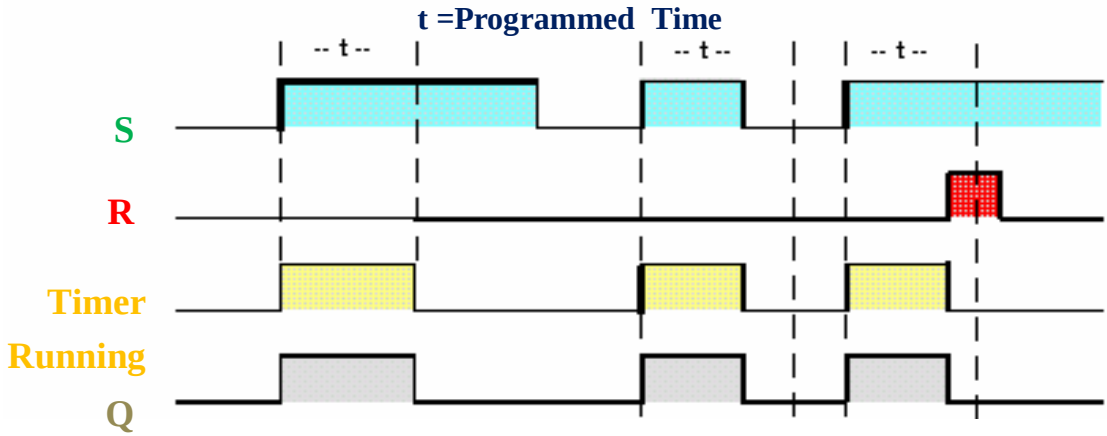
❖ عند تغير (S) من (0) إلى (1) فإن الإخراج (Q) يتحول من (0) إلى (1) ويبدأ المؤقت بإكمال الفترة الزمنية للتوقيت المحددة بـ (TV) بشرط أن يستمر (S) على الحالة (1).

❖ عندما يكون المؤقت يعمل وتغير (S) من (1) إلى (0) أو تغير (R) من (0) إلى (1) فإن المؤقت يتوقف عن العمل.

❖ طالما المؤقت يعمل فإن الإخراج (Q) يكون في حالة (1).

❖ يستخدم في مكائن تعبئة المواد الغذائية والمشروبات الغازية والمرطبات وذلك بالتحكم في عمليات المكائن وخطواتها.

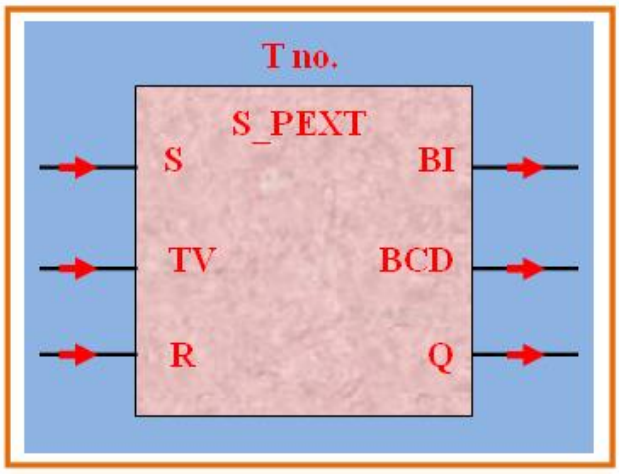
❖ الشكل (5-70) يبين مخطط التوقيت (Timing Diagram).



شكل 5-70 مخطط التوقيت

5- المؤقت النبضي الممتد (Extended Pulse Timer):

❖ الشكل (5-71) يبين رمز المؤقت النبضي الممتد.



شكل 5-71 رمز المؤقت النبضي الممتد

❖ عند تغير (S) من (0) إلى (1) فإن المؤقت يبدأ لإكمال الفترة الزمنية للتوقيت المحددة بـ (TV)، بدون التأثير بتحول (S) من (1) إلى (0).

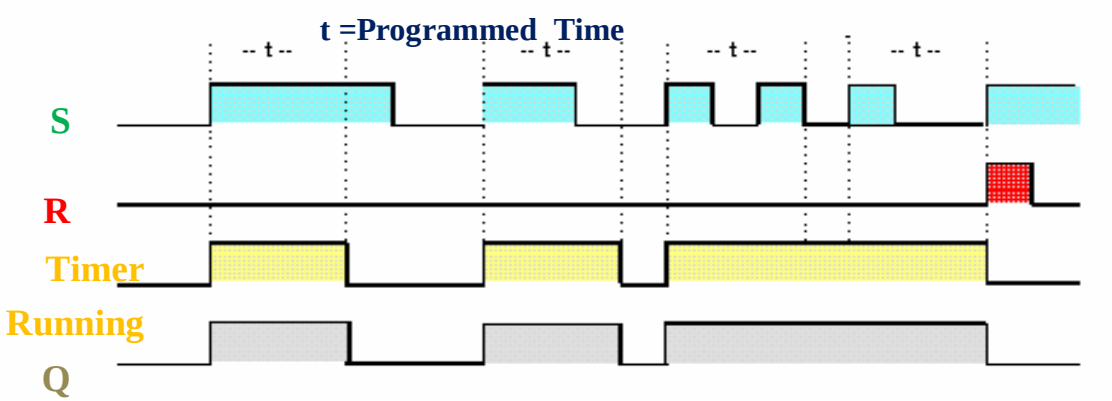
❖ عندما يكون المؤقت يعمل وتغير (S) من (0) إلى (1) فإن المؤقت يقوم بحساب التوقيت من البداية.

❖ عند تغير (R) من (0) إلى (1) فإن الإخراج (Q) يتحول إلى (0)، أي نستخدم (R) لإيقاف المؤقت.

❖ طالما المؤقت يعمل فإن الإخراج (Q) يكون (1).

❖ يستخدم في مكائن كبس البلوك ومناخل الرمل وذلك بالتحكم في آلية عمل المكائن لحين اكمال الانتاج من البداية إلى النهاية بوقت معلوم.

❖ الشكل (5-72) يبين مخطط التوقيت (Timing Diagram).



شكل 5-72 مخطط التوقيت

العدادات Counters

العدادات لها مكان محجوز في ذاكرة وحدة المعالجة المركزية (CPU)، هذا المكان طوله (16) خلية لكل عداد وعدد العدادات يختلف من (PLC) إلى (PLC) آخر تبعاً لنوعية وحدة المعالجة المركزية.

إن قيمة العداد تتراوح بين (0 - 999)، قيمة العداد تكتب بالطريقة الآتية : C#XXX

حيث أن :

XXX : قيمة العداد.

إن فائدة العدادات هي :

- العد حتى القيمة المعطاة لـ (PLC) ثم تنفيذ أمر ما.
- تنفيذ آمر ما ثم التوقف بعد الوصول إلى عد القيمة المعطاة لـ (PLC).

حيث تستخدم العدادات في :

- عد عدد مرات حدوث ظاهرة معينة ضمن النظام المتحكم به عن طريق متحسسات مناسبة تقوم بتحويل الظاهرة الفيزيائية إلى نبضات كهربائية قابلة للعد. مثل معرفة عدد الأشخاص المارين عبر الباب عن طريق متحسس ضوئي يتكون من جزأين (المرسل والمستقبل)، المرسل يمثل المصدر الضوئي، المستقبل يمثل المتحسس الضوئي ويكون بمثابة الاخراج (الخرج) لهذا المتحسس. يثبت المرسل والمستقبل عند ركني الباب ويقوم المتحسس بالكشف عن الاشخاص المارين بين المرسل والمستقبل.
- عد الاعطال الحاصلة للمصعد خلال شهر باستخدام (PLC) التي عند عرضها على شاشة (PLC) يتعرف كادر الصيانة على الاعطال المتكررة لغرض تصليحها.

- عد عدد دوران محور محرك كهربائي باستخدام متحسس يسمى إنكودر (Encoder) فائدته تحويل الحركة الميكانيكية (الدورانية أو الخطية) إلى نبضات كهربائية تتناسب مع عدد دورات محور دوران المحرك.

مبدأ عمله هو عبارة عن قرص له محور مشترك مع محور المحرك وهذا القرص مثقب وفي الوجه الأول يوجد مصدر ضوئي وفي الوجه الثاني يوجد متحسس ضوئي وعند دوران المحرك يدور هذا القرص بنفس السرعة وبالتالي يمر الضوء عبر الثقوب ويستقبل المتحسس الضوئي الضوء عند مرور كل ثقب أمام المتحسس وبالتالي نحصل على نبضات تعتمد على عدد الفتحات. يمكن معرفة سرعة المحرك باستخدام عداد (Counter) لحساب عدد النبضات وبقسمة عدد النبضات على عدد الفتحات نحصل على عدد دورات المحرك, وبالقسمة على الزمن نحصل على السرعة بـ (دورة لكل ثانية أو دورة لكل دقيقة).

- عد عدد العلب في الصندوق الواحد عن طريق متحسس ضوئي.

لدراسة عمل العدادات بصورة عامة على آختلاف أنواعها يجب معرفة الملاحظات المهمة الآتية:

1 (C no.) رقم تعريف العداد.

2 العداد يحتوي على (5) أطراف إدخال وهي :

أ- (CU) يستخدم في حالة العداد التصاعدي ويعني (Counter Up). يستمر العد في الزيادة حتى القيمة المحددة مسبقاً. أو حتى الرقم (999) الذي هو أكبر قيمة للعد.
ثم يتوقف العداد عن العد. أو عند وصول إشارة التوقف (الفصل) إلى الطرف (R) حيث يتوقف العداد مباشرةً عن العمل.

ب- (R) توقف العداد (الفصل) وتعني (Reset)، يستخدم لتوقف العداد عن العمل في أي لحظة.

ت- (CD) يستخدم في حالة العداد التنازلي ويعني (Counter Down). يستمر العد في النقصان من القيمة المحددة مسبقاً. أو من الرقم (999) الذي هو أكبر قيمة للعد إلى أن يصل إلى الصفر.
ثم يتوقف العداد عن العد. أو عند وصول إشارة التوقف (الفصل) إلى الطرف (R) حيث يتوقف العداد مباشرةً عن العمل.

ث- (S) أمر تحميل (إعادة تصفير) العداد التصاعدي أو التنازلي.

ج- (PV) تحدد القيمة العددية للعد، للعداد التصاعدي أو التنازلي وتكتب بصيغة (C#Value).

3 العداد يحتوي على (3) أطراف إخراج وهي :

أ- (Q) حالة العداد على شكل إشارة كهربائية.

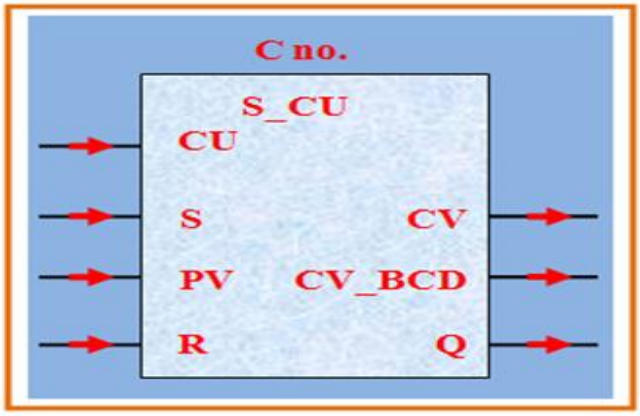
ب- (CV) قيمة العد الحالية بالنظام السداسي عشر (عدد صحيح).

ت- (CV_BCD) قيمة العد الحالية بالنظام العشري المشفر الثنائي (BCD).

أنواع العدادات

تقسم العدادات إلى ثلاثة أنواع وهي :

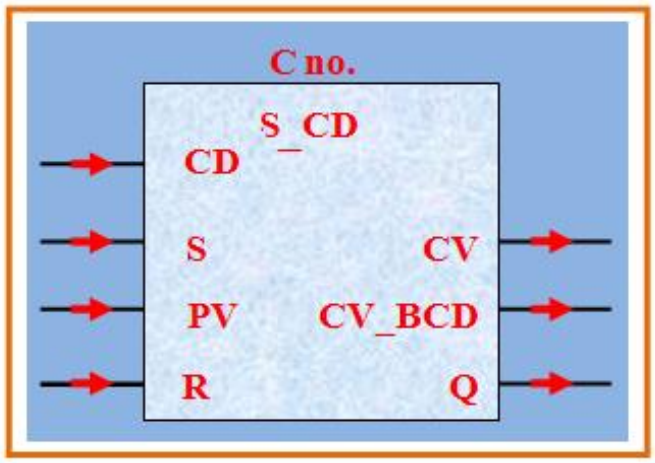
1- العداد التصاعدي Counter Up (CU).



شكل 5-73 رمز العداد التصاعدي

- الشكل (5-73) يبين رمز العداد التصاعدي.
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) سوف يتم تحميل العداد بالقيمة المحددة بـ (PV).
- عند تغير (CU) من (0) إلى (1) فإن قيمة العداد تزداد بمقدار (1) ما عدى عندما تكون قيمة العداد تساوي (999).
- عند تغير (R) من (0) إلى (1) فإنه يتم ضبط العداد على القيمة (0).
- أما حالة العداد (Q) فإنها تساوي (1) طالما قيمة العداد لا تساوي (0)

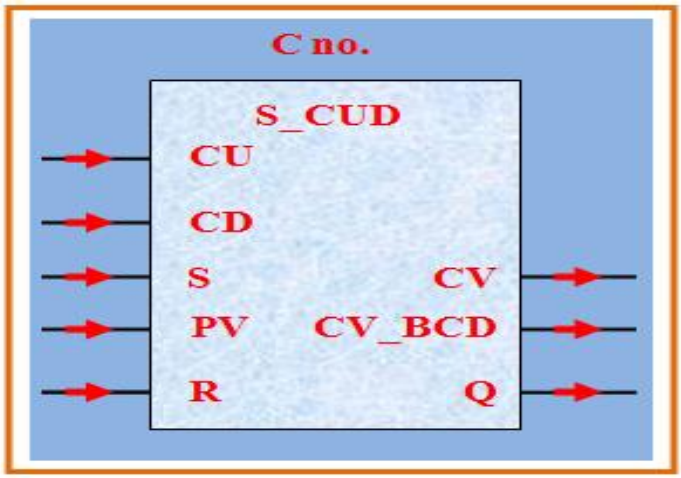
2- العداد التنازلي (CD) Counter Down).



شكل 5-74 رمز العداد التنازلي

- الشكل (5-74) يبين رمز العداد التنازلي.
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) سوف يتم تحميل العداد بالقيمة المحددة بـ (PV).
- عند تغير (CD) من (0) إلى (1) فإن قيمة العداد تقل أو تنقص بمقدار (1) ما عدى عندما تكون قيمة العداد تساوي (0).
- عند تغير (R) من (0) إلى (1) فإنه يتم ضبط العداد على القيمة (0).
- أما حالة العداد (Q) فإنها تساوي (1) طالما قيمة العداد لا تساوي (0).

3- العداد التصاعدي التنازلي (CUD) Counter Up / Down.



شكل 5-75 رمز العداد التصاعدي التنازلي

- الشكل (5-75) يبين رمز العداد التصاعدي التنازلي.
- عند تغير (S) من (0) إلى (1) سوف يتم تحميل العداد بالقيمة المحددة بـ (PV).

- عند تغير (CU) من (0) إلى (1) فإن قيمة العداد تزداد بمقدار (1) ما عدى عندما تكون قيمة العداد تساوي (999).
- عند تغير (CD) من (0) إلى (1) فإن قيمة العداد تقل أو تنقص بمقدار (1) ما عدى عندما تكون قيمة العداد تساوي (0).
- عند تغير (R) من (0) إلى (1) فإنه يتم ضبط العداد على القيمة (0).
- أما حالة العداد (Q) فإنها تساوي (1) طالما قيمة العداد لا تساوي (0).

4-5 برمجة (PLC) والتطبيقات لبعض الدوائر

برمجة (PLC)

إن البرنامج الذي تنفذه (PLC) لا يتم شراؤه مع (PLC) بل يتم إدخاله من قبل المبرمج أو المستخدم عن طريق وحدة برمجة أو الحاسوب، وتحتفظ الـ (PLC) ببرنامجها في ذاكرة لا تتأثر بآنقطاع التيار الكهربائي.

إن ذاكرة (PLC) تنقسم إلى ثلاثة أقسام وهي :

1) قسم البرنامج : هذا القسم مسؤول عن :

- تخزين أوامر البرنامج.
- طريقة التحكم بقسم البيانات ونقاط الإدخال ونقاط الإخراج.

حيث يتم كتابة البرنامج بإحدى الطرق وهي (LAD, FEB, STL) ثم عن طريق الحاسوب (PC) أو جهاز البرمجة (PG) يتم تحميل البرنامج إلى قسم البرنامج بذاكرة (PLC). كما مبين في الشكل (5-76).



شكل 5-76 كتابة وتحميل البرنامج لـ (PLC)

2) قسم البيانات :

عبارة عن منطقة عمل حيث تستخدم الذاكرة به لـ (العمليات الحسابية، تخزين القيم الثابتة Constants، التخزين المؤقت، النتائج الابتدائية).

هذا القسم يحتوي على عناوين (العدادات، المؤقتات، الإدخال والإخراج التماثلية) ومن خلال التحكم بالبرنامج يمكن الوصول إلى هذه العناوين.

3) قسم المعاملات القابلة للتعريف:

يستخدم لتخزين معاملات التجهيز الأساسية أو المعدلة (تعريف أنواع ومواصفات وحدة الإدخال ووحدة الإخراج المتصلة التي تم شراؤها مع PLC).

لتنفيذ عملية تحكم وسيطرة معينة بآستخدام (PLC) فإنه يتم تقسيم خطوات الحل (العمل) إلى خمس مراحل متعاقبة وهي كما يأتي:

1- الدراسة المبدئية.

تُعَد هذه من أهم مراحل تنفيذ البرنامج حيث إن الدراسة الشاملة لعملية التحكم تمثل أهمية كبيرة يترتب عليها نجاح المبرمج في تنفيذ البرنامج.

من خلال هذه الدراسة نعرف البيانات التي تعطي فكرة عن القياسات وعناصر القوى وكيفية عمل وتشغيل المتحسسات.

2- تجهيز قائمة الإجراءات.

وتشمل ما يأتي :

أ- دراسة عملية التشغيل وتحديد تتابع خطوات التشغيل.

ب- تحديد قائمة بإشارات الإدخال والإخراج لتنفيذ عملية التشغيل وإعطاء كل منها رمزاً معيناً.

ت- تحديد رموز وأرقام مناظرة لهذه الإشارات لاستخدامها في (PLC).

3- البرمجة.

نختار طريقة البرمجة المناسبة للتحكم بحيث تكون ملائمة مع طبيعة الهدف أو الغرض من عملية التحكم للمشكلة المراد حلها، وتتم البرمجة من قبل الشخص المبرمج بوساطة جهاز البرمجة المناسب، ويتم آختيار نوع البرمجة المناسب من بين الأنواع الثلاثة وهي :

أ- طريقة المخطط السلمي (LAD). تكون مناسبة في عملية التحكم للمشكلة التي يمكن رسم دائرة سريان أو مسار التيار الكهربائي وتستخدم بصورة واسعة في التحكم الكهربائي.

ب- طريقة مخطط البوابات المنطقية (FBD). تكون مناسبة في عملية التحكم للمشكلة التي يمكن تمثيلها ببوابات منطقية.

ت- طريقة قائمة الإجراءات (STL). تكون مناسبة في عملية التحكم للمشكلة التي يمكن تمثيلها بمعادلة منطقية.

4- مراجعة وآختبار البرنامج.

يجب التأكد من أن البرنامج صحيح، ويتم من خلال المحاكاة (Simulation) للتعرف على حالة الإدخال والإخراج وإن هذا البرنامج جاهز للتنفيذ التطبيقي.

5- تنفيذ البرنامج.

يتم ربط أو توصيل جهاز البرمجة بـ (PLC) بوساطة قابلو بيانات لنقل البرنامج إلى (PLC) وتوصيل المفاتيح والمتحسسات إلى وحدة الإدخال، وتوصيل الحمل (محرك، مصباح) إلى وحدة الإخراج وتغذية الدائرة بالمصدر الكهربائي المناسب ثم تنفيذ البرنامج.

مسجلات العلامات (وحدة التخزين)

تُعَد من العناصر المساعدة في عملية البرمجة والتشغيل في عمليات التحكم والسيطرة المبرمج، حيث تعمل على نقل حالات الإدخال إلى الإخراج.

وهي عبارة عن أماكن موجودة في الذاكرة الخاصة بـ (PLC)، وتسمى (Flag) يرمز لها (F) أو تسمى (Memory) يرمز لها (M).

مسجلات العلامات تتكون من (8) بت (8 Bit) كما مبين في الشكل (5-77).

0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

شكل 5-77 مسجلات العلامات

أي تحتوي على (8) علامات ويستخدم النظام الثماني في ترقيمها وهي :

F0.0 F0.1 F0.2 F0.3 F0.4 F0.5 F0.6 F0.7

M0.0 M0.1 M0.2 M0.3 M0.4 M0.5 M0.6 M0.7

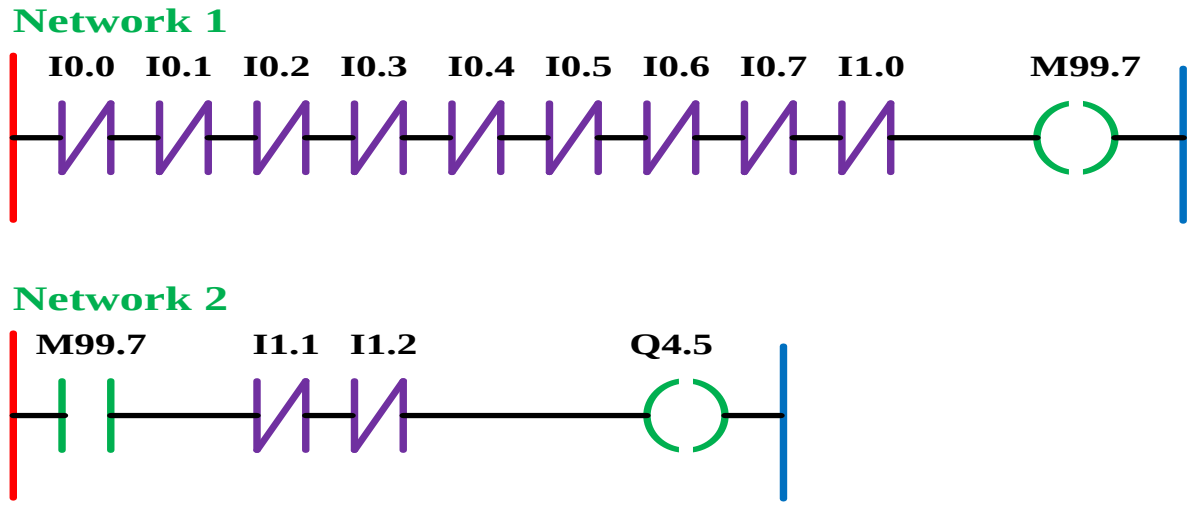
أما إستخدامات مسجلات العلامات فهي :

1- إذا كان عدد دوائر التوالي في حالة استخدام (M) أكثر من (9) دوائر.

مثال 5-6

عدد مفاتيح إطفاء طوارئ في مصنع ما هي (11) مفتاح إطفاء.

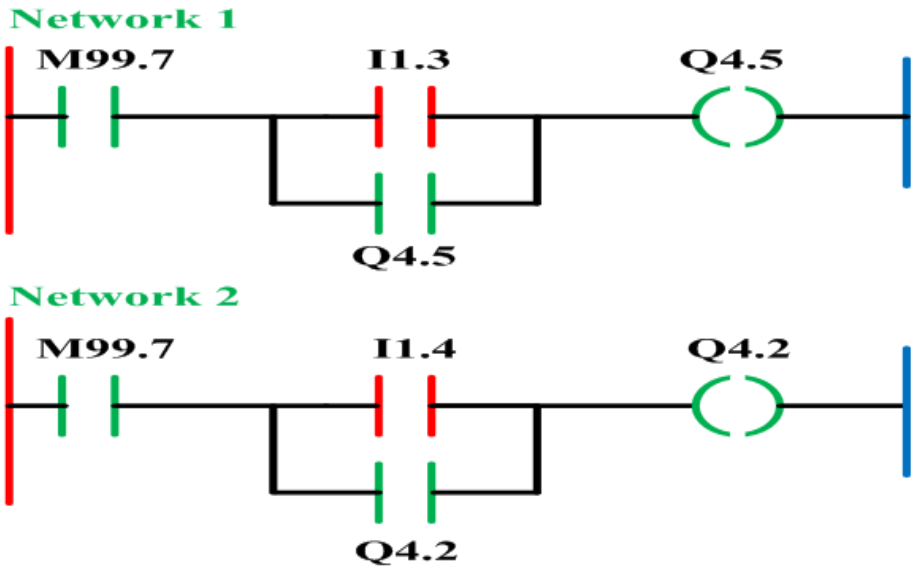
الجواب : سوف يتم توصيل (9) مفاتيح على التوالي والإخراج (Output) لها يكون على شكل (M) في الشبكة الأولى (Network 1)، أما إدخال الشبكة الثانية (Network 2) يكون عبارة عن إخراج الشبكة الأولى (M) + مفاتيح الإطفاء الباقية وعددها (2). كما مبين في الشكل (5-78).



شكل 5-78 إستخدامات مسجلات العلامات (M)

2- عدم آستخدام نقاط الإخراج لإخراج غير مستخدم أي غير مستفاد منه لتشغيل الحمل.

3- إختصار تكرار النقاط في أكثر من شبكة كما مبين في الشكل (5-79) حيث نلاحظ مفاتيح الإطفاء تتكرر في كل شبكة من البرنامج لذلك تكون هذه المفاتيح على شكل (M) وتتكرر في كل شبكة جديدة.



شكل 5-79 إستخدامات مسجلات العلامات (إختصار تكرار)

شاشات اللمس Touch Screen

تستخدم الـ (PLC) الحديثة شاشات اللمس عن طريق الضغط بأصابع اليد أو بآستخدام أقلام خاصة بها تسمى (Stylus). تتيح هذه الشاشات آستخدام الفأرة (الماوس) ولوحة المفاتيح جنباً إلى جنب مع خاصية اللمس دون الحاجة إلى فصل أحدهم عن الآخر.

تُعَد الأصابع أكثر المساحات الجلدية حساسية للمس لكثرة عدد أعضاء الإستقبال الجلدية فيها، ومن هنا جاءت فكرة آستخدام هذه الميزة فبدأ عصر شاشات اللمس. هذه الشاشات تكون ذات أنواع وأشكال وأحجام مختلفة حسب الشركة المنتجة كما مبين في الشكل (5-80).



شكل 5-80 شاشات اللمس

ولكل نوع من الشاشات لها برمجة خاصة بها. الشاشات لا تحتوي على أي نوع من المعالجة، فقط قادرة على سحب البيانات من الـ (PLC) وعرضها. والشاشات تتكون من :

1) شاشة الإظهار.

2) مفاتيح قابلة للبرمجة وهي (F1, F2, F3, F4) وكذلك أسهم الإتجاهات الأربعة.

3) مفاتيح غير قابلة للبرمجة وهي (ENT, SET, ALM, ESC).

أما آستخدامات شاشات اللمس فهي :

1- جهاز إدخال وإخراج مع الـ (PLC) بحيث يتم إظهار معلومات مختلفة مثل (حالة الإدخال والإخراج للـ (PLC)، قيم المؤقتات والعدادات والذاكرة المؤقتة).

2- إظهار رسوم توضيحية مثل (هيكل الآلة المتحكم بها).

3- إظهار رسائل ونصوص مكتوبة على الشاشة بأي لغة.

4- إدخال للـ (PLC) حيث يمكن الآستعاضة عن المفاتيح الخارجية بمختلف أنواعها بمفاتيح تعمل بلمس مكان محدد على الشاشة.

5- توصل الشاشة إلى (PLC) عن طريق قابلو بيانات بهدف ربط ومراقبة المتغيرات المشتركة بين الشاشة والـ (PLC). كما مبين في الشكل (5-81).

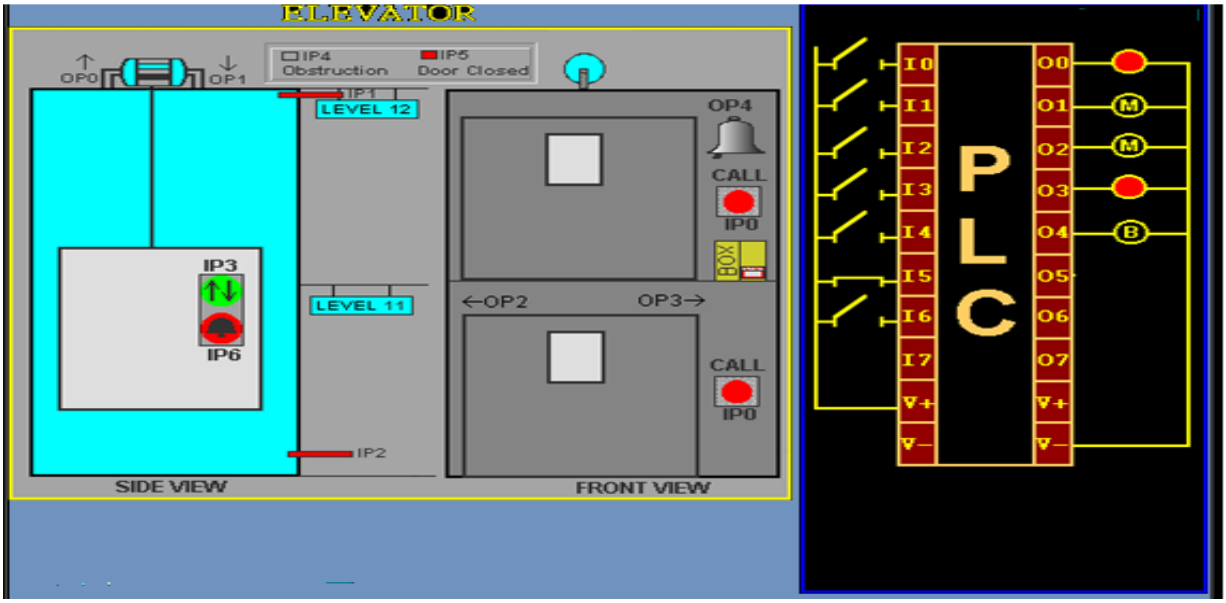


شكل 5-81 توصيل الشاشة إلى (PLC)

تطبيقات (PLC) فى دوائر السيطرة

1) المصاعد الكهربائية (Electrical Elevators)

إن النظام القديم في التحكم بالمصاعد الكهربائية يستخدم المرحلات والموصلات الهوائية. أما النظام الحديث فيستخدم نظام تحكم بوساطة الحاسوب أو وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC) كما مبين في الشكل (82-5).



شكل 82-5 استخدام (PLC) في المصاعد الكهربائية

حيث يمكن التحكم في حركة وسرعة المحرك الكهربائي بنظام الحبال، ولكي يقوم نظام التحكم بهذه العملية يجب أن تتوفر لدية المعلومات الآتية :-

1) موقع كل طابق.
2) الطابق الذي يريد الراكب الذهاب إليه.
3) موقع المصعد الحالي (الطابق).

عندما يضغط الراكب على رقم الطابق الذي يريد الذهاب إليه يقوم نظام التحكم بإجراء الحسابات اللازمة لتحديد المكان والوجهة ومن ثم أعطاء الأوامر للوحة التحكم الخاصة بتحريك المحرك الكهربائي، ويتم تحديد هذا الموقع عن طريق مفتاح مغناطيسي يثبت فوق عربة المصعد، وتوضع القطعة المغناطيسية على مسار عربة المصعد لكل طابق.

قبل وصول عربة المصعد مسافة معينة عن مستوى الطابق يكون المفتاح المغناطيسي مقابل القطعة المغناطيسية مما يؤدي إلى تغيير حالة المفتاح المغناطيسي اثناء صعود ونزول عربة المصعد حيث أن الاقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب. بهذه الطريقة يتم تحديد الوجهة للمصعد بشكل دقيق جداً.

كما يتم التحكم بسرعة المحرك وتقليل سرعته قبل وصول عربة المصعد الطابق المطلوب بمسافة قليلة وذلك لضمان عدم إحساس راكب المصعد بالوقوف المفاجئ أو الإنطلاق المفاجئ.

عربة المصعد تزود بمتحسسات لحساب الأحمال حيث تقوم هذه المتحسسات بإيقاف نظام التحكم في حال وجود حمولة زائدة داخل العربة، وإلى حين التخلص من الحمولة الزائدة عندئذ يمكن لنظام التحكم البدء بعملية الصعود أو الهبوط.

إن نظام التحكم بالمصعد لا يسمح نهائياً بفتح الأبواب الداخلية والخارجية عندما يكون المصعد يعمل، ويسمح فقط عند توقف المصعد وقوفاً تاماً.

2) إشارة المرور (Traffic Light):

لا يمكن الاستغناء عن إشارة المرور حيث تستخدم بالقرب من الجامعات والمدارس والوحدات السكنية والصناعية والسياحية والتقاطعات.

إن إشارة المرور المزدوجة تحتوي على إشارتين، وكل إشارة تحتوي على ثلاثة مصابيح ملونة هي:

أ- حمراء : وقوف السيارات.

ب- خضراء : مرور السيارات.

ت- صفراء : إستعداد السيارات للوقوف.

أما بالنسبة إلى إشارة المشاة فتحتوي على مصباحين ملونين هي :

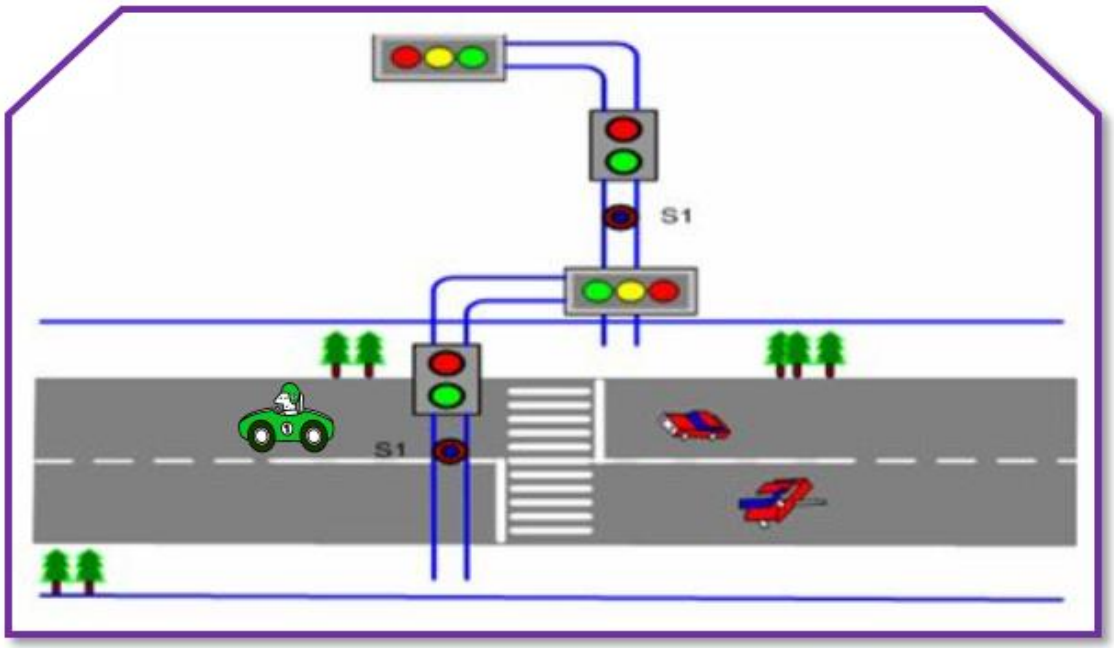
أ- حمراء : عدم عبور المشاة.

ب- خضراء : عبور المشاة.

إن نظرية تشغيل هذه الإشارات تعتمد على :

الحالة الأولى : عند الوضع الطبيعي تكون الإشارة خضراء بالنسبة لطريق السيارات، والإشارة حمراء بالنسبة لطريق المشاة.

الحالة الثانية : عند عبور المشاة للطريق فإنه يقوم بالضغط على المفتاح الضاغط للمشاة (S_1) المثبت على عامود حامل الإشارة. كما مبين في الشكل (83-5).



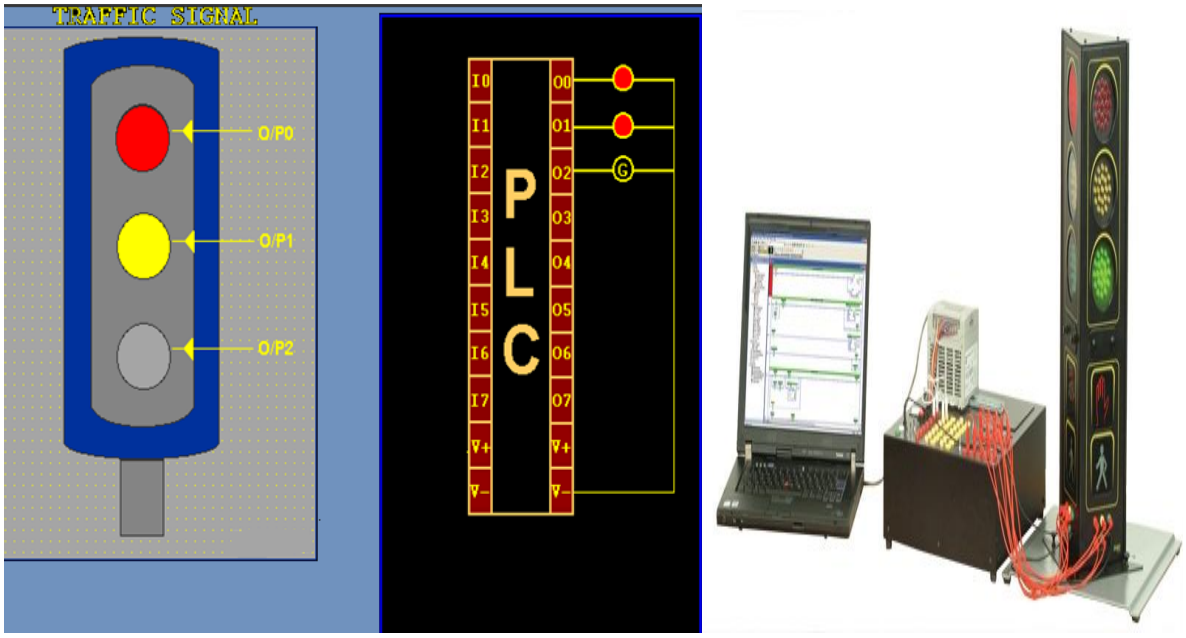
شكل 5-83 إشارة المرور بآستخدام (PLC)

الحالة الثالثة : إشارة السيارات تتغير من اللون الأخضر إلى اللون الأصفر في حين تبقى إشارة المشاة حمراء وتستمر لفترة من الزمن (T_1) كافية لآستعداد السيارات للتوقف.

الحالة الرابعة : بعد آنتهاء الفترة الزمنية (T_1) تتغير إشارة السيارات من اللون الأصفر إلى اللون الأحمر. في نفس اللحظة تتغير إشارة المشاة من اللون الأحمر إلى اللون الأخضر، يستمر لفترة من الزمن (T_2) كافية لعبور المشاة الشارع.

الحالة الخامسة : بعد إنتهاء الفترة الزمنية (T_2) تتغير إشارة المشاة من اللون الأخضر إلى اللون الأحمر وتستمر إشارة السيارات حمراء لفترة زمنية (T_3) بحيث يكون الطريق خالياً من المشاة. ثم تتغير إشارة السيارات إلى اللون الأخضر. وتبقى على هذا الوضع إلى أن يتم الضغط على المفتاح الضاغط للمشاة (S_1) من قبل المشاة.

كما مبين في الشكل (5-84).



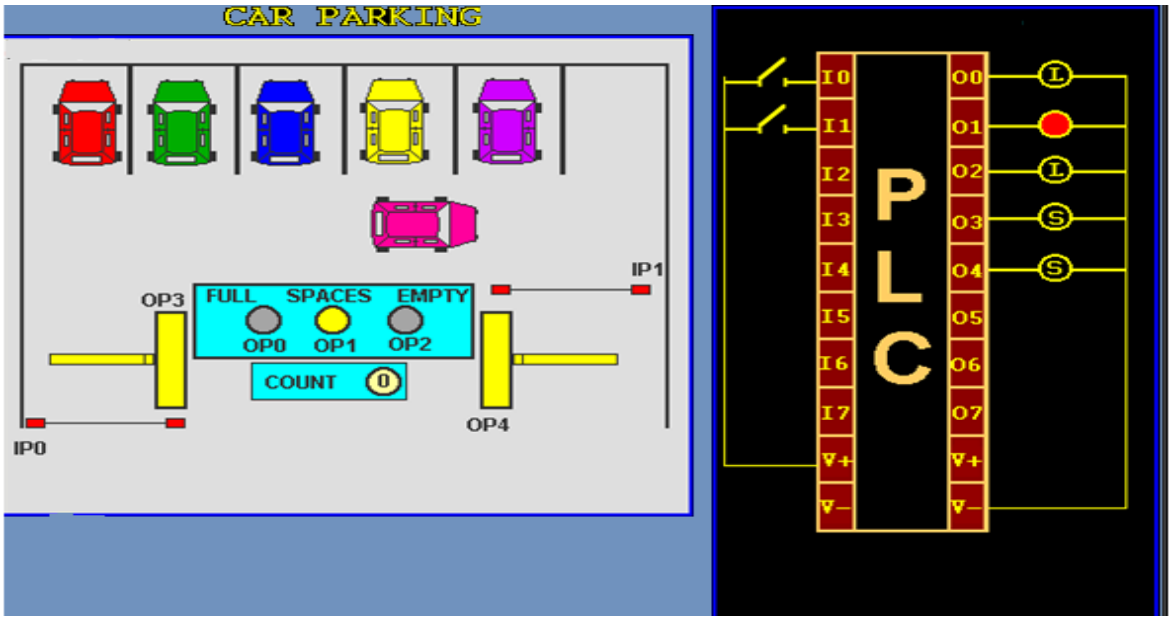
شكل 5-84 تطبيقات (PLC) لإشارة المرور

3) مرأب السيارات (Cars Parking)

يحتوي على (3) إدخال و (1) إخراج، ويوجد على كل إدخال وإخراج متحسس (Sensor) لمرور السيارات. يوجد على كل بوابة إدخال وإخراج حاجز آلي يتم التحكم (فتح، غلق) به من قبل مسؤول مرأب السيارات ويتم التحكم من غرفة مسؤول المرأب عن طريق آستخدام (PLC) بالإضافة إلى شاشة لمس لتحقيق الأعمال الآتية:

- ✓ عد السيارات الداخلة من كل إدخال حيث تزداد محتويات العداد بمقدار (1) وخزن هذه الأرقام إلى أن يتم تصفيرها من قبل المسؤول.
- ✓ عد السيارات الخارجة من البوابة الرئيسة حيث تنقص محتويات العداد بمقدار (1) وخزن هذه الأرقام إلى أن يتم تصفيرها من قبل المسؤول.
- ✓ معرفة عدد السيارات الموجودة داخل المرأب في أي لحظة بحيث لا يتجاوز سعة المرأب، وإذا حدث ذلك يتم إعطاء أمر آلي بإغلاق بوابات الإدخال مع إضاءة مصابيح موجودة عند كل بوابة إدخال تدل على امتلاء المرأب بالسيارات.
- ✓ يتم إغلاق أي بوابة من قبل المسؤول.

الشكل (5-85) يبين مرآب السيارات.



شكل 5-85 مرأب السيارات بآستخدام (PLC)

أسئلة الفصل الخامس

س1- عرف الـ (PLC)، وأين يستخدم؟

س2- كيف يعمل الـ (PLC)؟

س3- ما الفرق بين السيطرة التقليدية والسيطرة بآستخدام (PLC)، وضح ذلك مع الرسم؟

س4 - عدد مكونات وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC)، مع الرسم.

س5 - ما فائدة وحدة الإدخال (Input Unit)، وما هي أنواعها مع الرسم؟

س6 - اشرح عمل المتحسسات (Sensors)، مع الرسم.

س7 - عرف وحدة المعالجة المركزية (CPU)، وما فائدتها؟

س8 - عدد أنواع الذاكرة (Memory) في وحدة المعالجة المركزية (CPU) مع الشرح.

س9 - عدد أعمال وحدة الإخراج (Output Unit)، وما هي أنواعها مع الرسم؟

س10 - عرف المشغل (Actuator) مع الرسم.

س11 - ما هي الوحدات التي تغذيها وحدة مجهز القدرة في (PLC)، مع ذكر نوع المصدر الكهربائي.

س12 - عرف وحدة المشغل (Operating Unit).

س13 - اذكر أنواع جهاز البرمجة (Programming Device).

س14 - ما هي مميزات :

أ- جهاز البرمجة الصغير.

ب- جهاز البرمجة الخاص.

ت- جهاز الحاسوب.

س15 - أذكر الأجهزة التي تتعامل مع الـ (PLC).

س16 - عدد فوائد آستخدام (PLC) في عمليات التحكم والسيطرة.

س17 - اشرح بالتفصيل خطوات طريقة عمل الـ (PLC) مع الرسم.

س18 - عرف زمن المسح (Scan)، وعلى ماذا يعتمد؟

س19 - اشرح أنواع الـ (PLC).

س20 - أجب بعبارة (صح) أو (خطأ) :-

أ- (PLC) لا ينتمي لعائلة الحاسوب.

ب- حجم (PLC) كبير مقارنة بحجم السيطرة التقليدية.

ت- يتم توصيل المفاتيح والمتحسسات بوحدة الإخراج للـ (PLC).

ث- تطبيقات (PLC) في دوائر السيطرة هي (المصاعد الكهربائية، مرآب السيارات، إشارة المرور).

ج- (PLC) يعمل على مراقبة وحدة الإدخال ثم آتخاذ القرارات بناءً على الأوامر المعطاة له ثم تنفيذ تلك القرارات.

س21 ـ أكمل الفراغات الآتية:

أ- (PLC) تقوم بتخزين المعلومات على شكل _____.

ب- تتكون (PLC) من _____.

ت- إن عمل المتحسسات _____.

ث- إن عمل المشغل _____.

ج- خطوات عملية المسح (Scan) في (PLC) _____.

ح- الأجهزة التي تتعامل مع (PLC) _____.

خ- أنواع وحدة الإدخال في (PLC) _____.

س22 ـ اذكر أنواع اللغة المستخدمة في عملية البرمجة للـ (PLC).

س23 ـ وضح مع الرسم المخطط السلمي (LAD) لكتابة لغة البرمجة للـ (PLC).

س24 ـ اذكر أنواع البوابات المنطقية المستخدمة في مخطط البوابات المنطقية (FBD) لكتابة لغة البرمجة للـ (PLC) مع الرسم، واكتب جدول الحقيقة لكل واحدة منها.

س25 ـ اشرح قائمة الإجراءات (STL) لكتابة لغة البرمجة (PLC) مع ذكر الرموز المستخدمة.

س26 ـ عدد وأشرح أنواع الرموز (Symbols) المستخدمة في (PLC) بلغة المخطط السلمي (LAD)، مع الرسم.

س27 ـ متى نستخدم الأوامر الآتية المستخدمة في (PLC) بلغة المخطط السلمي (LAD) مع الرسم:

أ- LD LOAD

ب- LDI LOAD Inverse

ت- OUT

س28 ـ اشرح دالة التشغيل (S) ودالة الإطفاء (R) مع الرسم.

س29 ـ عدد آستخدامات المؤقتات (Timers) في (PLC)، وبماذا تمتاز.

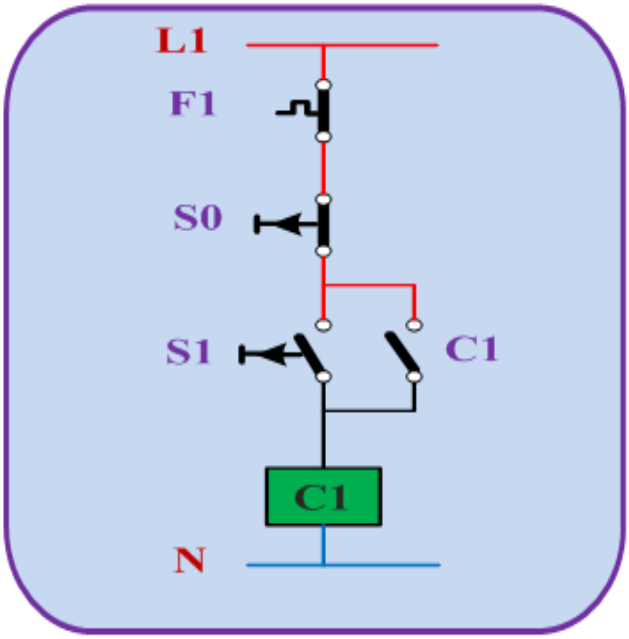
س30 ـ وضح أطراف الإدخال للمؤقتات (Timers) في (PLC).

س31 ـ الشكل أدناه يمثل دائرة السيطرة لمخطط مسار التيار لتشغيل محرك كهربائي، المطلوب تحويل هذه الدائرة إلى :

أ- المخطط السلمي (LAD).

ب- مخطط البوابات المنطقية (FBD).

ت- قائمة الإجراءات (STL).



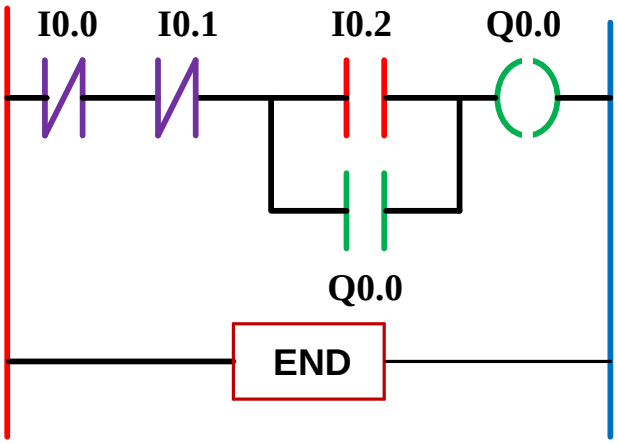
الجواب :-

أ- المخطط السلمي (LAD).

1) الرموز.

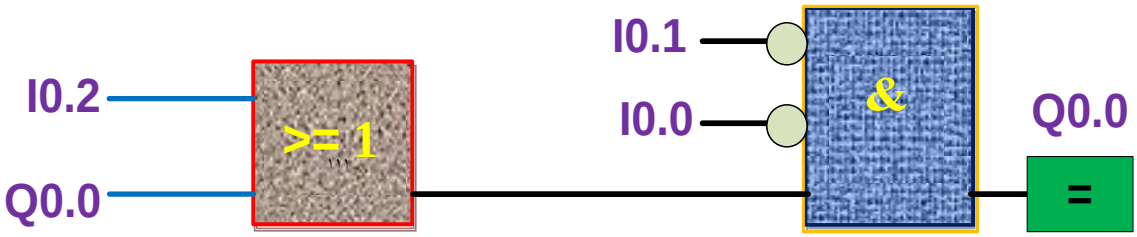
الرموز المستخدمة في المخطط السلمي (LAD)	الوصف	الرموز المستخدمة في مخطط مسار التيار
I0.0	قاطع حراري لدائرة التحكم	F1
I0.1	زر الإطفاء	S0
I0.2	زر التشغيل	S1
Q0.0	ملف الموصل الهوائي	C1

2) رسم المخطط السلمي (LAD).



ب- مخطط البوابات المنطقية (FBD).

1) رسم مخطط البوابات المنطقية (FBD).



ت- قائمة الإجراءات (STL).

1) رسم قائمة الإجراءات (STL).

```
AN    I0.0
AN    I0.1
A(
O     I0.2
O     Q0.0
)
=     Q0.0
BE
```

س32 - وضح أطراف الإخراج للمؤقتات (Timers) في (PLC).

س33 - إذا كان الزمن = (15) ثانية و (2) دقيقة، المطلوب كتابة زمن المؤقت.

الجواب : S5T#aH bbM ccS dddMS

S5T# 2M 15MS

س34 - عدد أنواع المؤقتات (Timers) في (PLC)، وآشرح اثنين منها مع الرسم.

س35 - كيف نكتب قيمة العدادات (Counters) في (PLC)؟

س36 - أين تستخدم العدادات (Counters) في (PLC)؟

س37 - اشرح أطراف الإدخال للعدادات (Counters) في (PLC).

س38 - اشرح أطراف الإخراج للعدادات (Counters) في (PLC).

س39 - اذكر مع الشرح أنواع العدادات (Counters) في (PLC) مع الرسم.

س40 - ما هي أنواع الذاكرة في (PLC)، وضح ذلك؟

س41 - وضح مراحل تنفيذ عملية تحكم بآستخدام (PLC).

س42 - ما فائدة مسجلات العلامات (وحدة التخزين) وآستخداماتها؟

س43 - ممن تتكون شاشات اللمس؟ وما هي آستخداماتها؟

س44 - عدد تطبيقات (PLC) في دوائر السيطرة، ووضح واحدة منها بالتفصيل.

س45 - من تطبيقات (PLC) في دوائر السيطرة المهمة هي المصاعد الكهربائية، اشرح ذلك.

المصادر

1 ـ مكانيكية المصعد/ التدريب/ المهندس علي رؤوف 1987.

2 ـ مخططات ودليل المواصفات لشركة (OTIS) للمصاعد الكهربائية الأمريكية.

3 ـ مخططات المواصفات لشركة (Mitsubishi) للمصاعد الكهربائية اليابانية.

4 ـ مخططات شركة (Fortes) اللبنانية.

5 ـ المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، الكهرباء، "مبادئ الالات والمعدات الكهربائية"، الصف الثالث، نسخة اولية 1426 هـ

6 ـ المملكة العربية السعودية، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، الادارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، "*الات التيار المتردد*"، تخصص الات ومعدات كهربائية، 210 كهر، 1429 هـ

7- Prof. Krishna Vasudevan, Prof. G. Sridhara Rao, Prof. P. Sasidhara Rao, "***Electrical Machines II***", Indian Institute of Technology Madras

8- EE1251- "***ELECTRICAL MACHINES – I***", KINGS COLLEGE OF ENGINEERING, PUNALKULAM, DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

9- EE 2302 "***ELECTRICAL MACHINES – II***", OM SATHI ADHIPARASAKTHI COLLEGE OF ENGINEERING

1o- Steven F. Reith,"***Navy Electricity and, Electronics Training Series***", Published by NAVAL EDUCATION AND TRAINING PROFESSIONAL DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY CENTER *1998 Edition*

11- Dr. Suad Ibrahim Shahl "***Three-Phase Induction Machines***", University of Technology, Baghdad, Iraq

12- "***Basics for practical operation Motor starting***", Publication WP Start, EN, January 1998, Rockwell Automation

13- "***Application basics of operation of three-phase induction motors***" Publication WP-Motors, Nov. 96

14- SIEMENS, "***AC Motors***", STEP 2000

15- Austin Hughes "***Electric Motors and Drives Fundamentals, Types and Applications***", Senior Fellow, School of Electronic and Electrical Engineering, University of Leeds, Third edition 2006

16- Tony R. Kuphaldt "***Lessons In Electric Circuits, Volume II AC***", Fifth Edition, last update January 18, 2006

17- *Rakesh Parekh* "***AC Induction Motor Fundamentals***", *Microchip Technology Inc.* 2003



الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول: ميكانيكية المصعد.	5
(1-1) عربة المصعد.	7
(1-2) الثقل المعادل.	34
(1-3) سكة التوجيه.	36
(1-4) كاتم الصدمات.	41
(1-5) أسئلة الفصل الأول.	47
الفصل الثاني: محركات التيار المتناوب.	49
(2-1) محركات التيار المتناوب الطور الواحد.	51
(2-2) محركات التيار المتناوب الثلاثة أطوار.	64
(2-3) طرق السيطرة على سرعة المحركات وتقليل تيار البدء فيها.	81
(2-4) أسئلة الفصل الثاني.	87
الفصل الثالث: دوائر التحكم في لوحة الطلبات ومجهز القدرة الاضطراري.	90
(3-1) لوحة الصيانة.	92
(3-2) لوحة الطلبات الداخلية ولوحات الطلبات الخارجية.	109
(3-3) اشتغال المصعد الكهربائي أثناء انقطاع المصدر الكهربائي الرئيس.	144
(3-4) أسئلة الفصل الثالث.	158
الفصل الرابع: الدوائر الالكترونية في السيطرة على سرعة المحركات (الكترونات القدرة).	163

(1-4) الثايرستر (تركيبه، خواصه، استخداماته).	165
(2-4) الترياك (تركيبه، خواصه، استخداماته).	172
(3-4) الدياك (تركيبه، خواصه، استخداماته).	174
(4-4) التحكم بسرعة المحركات باستخدام أشباه الموصلات.	177
(5-4) التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثايرستر.	188
(6-4) التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب باستخدام الثنائي والثايرستر.	189
(7-4) السيطرة المفتوحة والسيطرة المغلقة في التحكم بسرعة المحركات.	194
(8-4) أسئلة الفصل الرابع.	199
الفصل الخامس: وحدات التحكم المنطقي المبرمج (PLC).	202
(1-5) مكونات (PLC).	204
(2-5) أنواع الـ (PLC) واللغة المستخدمة.	225
(3-5) الرموز (Symbols) المهمة في (PLC) بلغة المخطط السلمي.	240
(4-5) برمجة (PLC) والتطبيقات لبعض الدوائر.	260
(5-5) أسئلة الفصل الخامس.	271
المصادر	276