أنظمة التحكم الصناعية

المفاتيح الكهربائية "Switches":

هي عبارة عن معدات تستخدم لإقفال أو فتح أو تغيير توصيلات كهربائية أو عملية صناعية حيث يوجد منها عدة أنواع وأحجام تستخدم حسب وظائفها.

كما يمكن القول أنها أجهزة ميكانيكية لديها مخرجان أو أكثر يمكن التحكم في وضعيتها (إيقاف / وتشغيل)

بصفة عامة جميع المفاتيح الكهربائية يتم تصنيفها إلى نوعين:

1. أولاً: مفاتيح كهربائية لحظية: وهي المفاتيح التي يتم تفعيلها عند الضغط عليها باستمرار مثل "مفاتيح جرس المنزل، لوحة الكمبيوتر"
2. ثانياً: مفاتيح كهربائية مستمرة: هذه المفاتيح تبقى على حالة واحدة حتى يتم تفعيلها مرة أخرى مثل "مفاتيح الإنارة الموجودة في المنازل" ويطلق عليها toggel switches (بتبديل) أو ON/OFF switches

* أنواع المفاتيح:

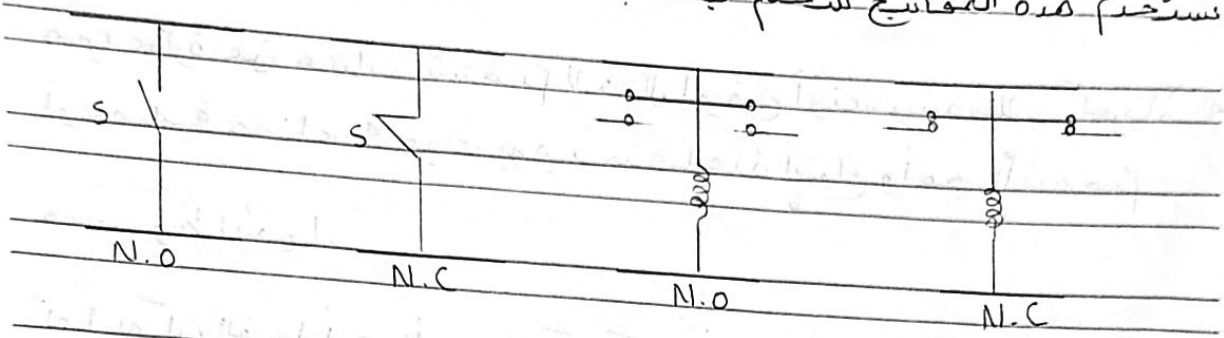
1. الضوابط والمفاتيح اليدوية "Push Button":

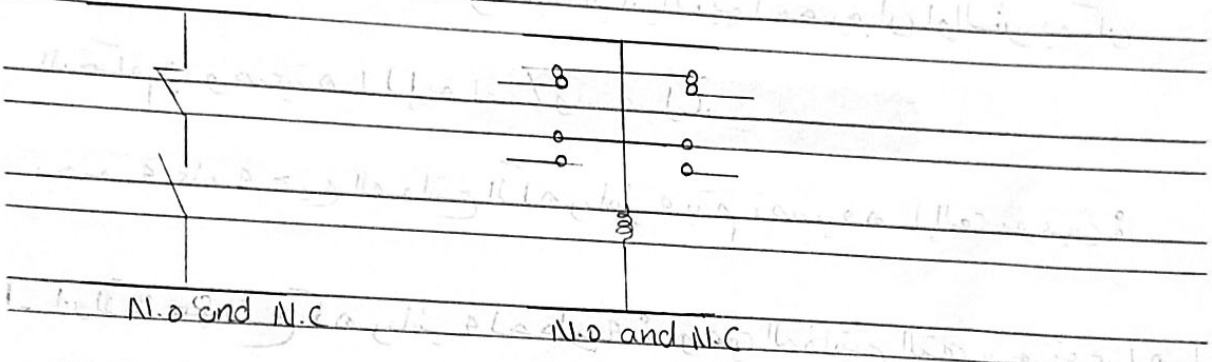
تعمل هذه المفاتيح بالضغط عليها باستمرار فتعكس أوضاع التلامسات

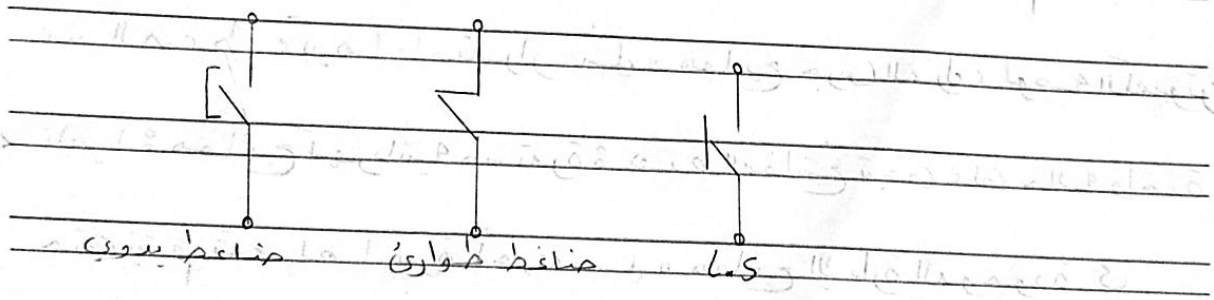
الموجودة بها وعند ازالة الضغط تعود التلامسات لوضعها الطبيعي

2. المفاتيح المحددة او مفاتيح نهاية المشوار: Limit switch

تستخدم هذه المفاتيح للتحكم في الاجسام المتحركة او العربة المتررة







3. المفاتيح التقاربية Proximity switch:

وهي تنقسم الى 3 أنواع طبقا لنظرية عملها:

P مفاتيح تقاربية حثية: وتبنى فكرة عملها على توليد مجال مغناطيسي يعمل على تغيير التلامسات عند اقتراب جسم معدني على سبيل المثال عملية عد البراميل الحديدية

ب. مفاتيح تقاربية سعوية: وتبقى خارة عملها على نوليد مجال كهربائي يعمل على تغيير التلامسات عند اقتراب جسم عازل مثل عملية عد الصناديق

ج. مفاتيح تقاربية مغناطيسية.

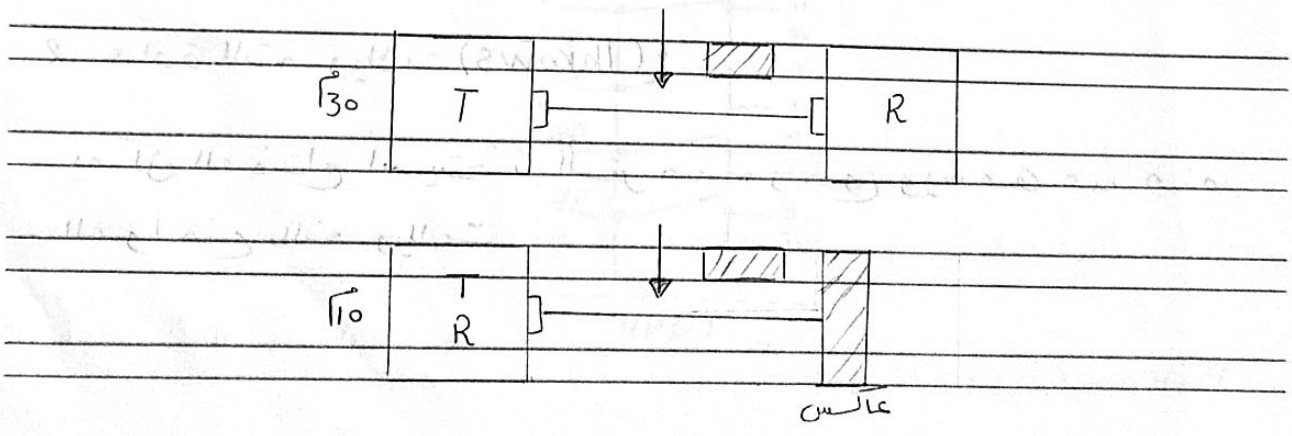
بصفة عامة فإن المفاتيح التقاربية لها مسافة تراوح من 0 إلى 40 ملم

4. مفاتيح الخلايا الضوئية:

وهي تتميز عن المفاتيح التقاربية بمدى تشغيل يتراوح ما بين عدة ميليمترات إلى عدة أمتار كما أنها تعمل مع أي نوع من الأجسام سواء كانت عازلة أم موصلة وهي تنقسم إلى:

أ. نظام الطريقة الواحدة: حيث يكون المرسل والمستقبل في الخلية الضوئية عند طرفي المنطقة المراد التشاف أي جسم غريب يمر فيها وتصل مسافتها إلى 30 متر

ب. نظام الانعكاس: حيث يكون المرسل والمستقبل في جهة واحدة وتصل مسافته إلى 10 أمتار



5- مفاتيح العوامات: تستخدم في تشغيل المضخات الكهربائية تبعا لمستوى السائل في الخزانات

6- مفاتيح الحرارة: تستخدم في الافران الكهربائية وأنظمة التبريد والتكييف

7- المفاتيح الإلكترونية: وهي تستخدم في توصيل وفصل التيار الكهربائي بين القطع الإلكترونية

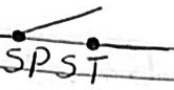
الخواص العامة للمفاتيح:

من اهم الصفات الأساسية للمفاتيح

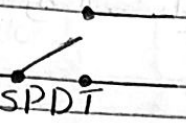
١- عدد الأقطاب ولذلك تسمى نقاط التلامس (Number of Poles) بصفة عامة لابد أنه تحتوي المفاتيح على طرفين على الأقل وفي اغلب الأحيان يحتوي المفتاح على أكثر من طرفين أو قطبين ومن خلال نقاط التلامس يمكن القول ان المفتاح يمكن أن يتحكم في دائرة واحدة أو دائرتين

٢- عادة التحويلات (Throws):

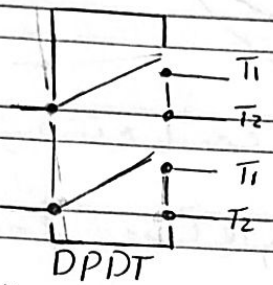
يمكن للمفتاح أن يتخذ أكثر من موضوع ويسمى عدد هذه المواضع بالتحويلات



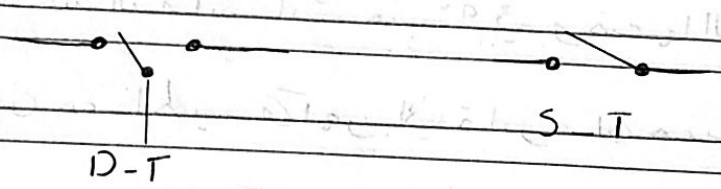
مفتاح يحتوي نقطة تلامس واحدة Singl Poles وتحويلة واحدة Single Throws

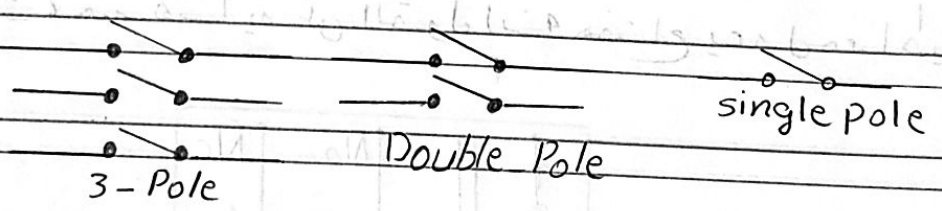


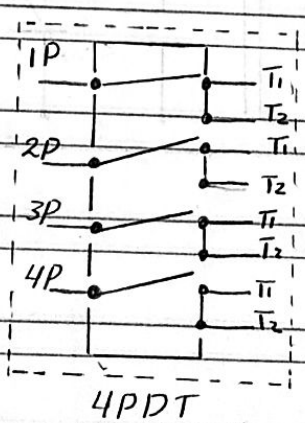
مفتاح يحتوي على نقطة تلامس واحدة وتحويلتين DUPPel Throws



مفتاح يحتوي على نقطتي تلامس وتحويلتين



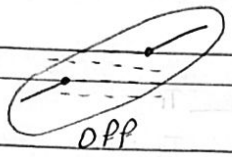


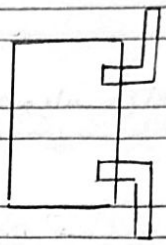


4 تلامسات تحويلتين

3- نوع التلامس :

هناك عدة أنواع من طرق التلامس أو عناصر التلامس للمفاتيح منها تلامس شفرة السكين وتلامس المفتاح الزئبقي

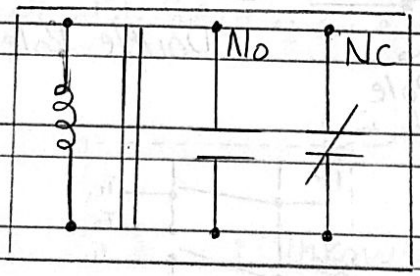




تلامس شفرة السكين

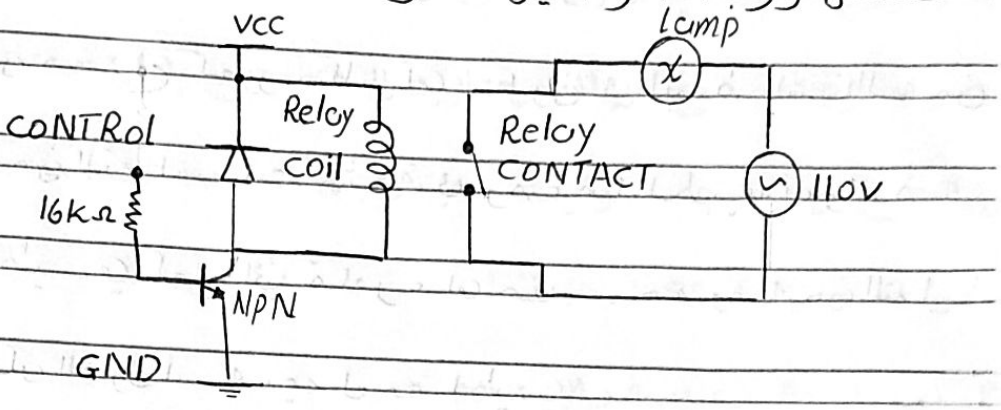
المرحل (Relay) :

هو عبارة عن مفتاح كهرو ميكانيكي يتكون في ابسط أشكاله من مجموعة من التماسات مثبتة في وضعها الطبيعي بواسطة ملف من مغناطيس كهربائي قادر على جذب مجموعة من التماسات، من هنا يمكن القول أنه مفتاح يعمل مغناطيسياً



- استخدامات المرحل:

1- فصل وربط (توصيل) دائرة القدرة عن دائرة التحكم



2- التحكم كهربائيا في فصل وتشغيل الأجهزة

3- حماية دائرة التحكم الإلكترونية من مصادر القدرة الكهربائية العالية

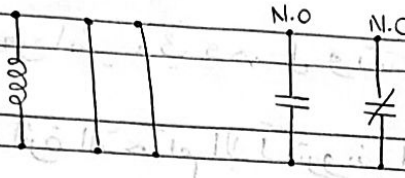
المحاضرة (2)

المرحل (Relay):

تستخدم حتى في شكل تحليلي ينعكس في المرحل NO ← NC

هو عبارة عن مفتاح كهرو ميكانيكي يتكون في أبسط أشكاله من مجموعة من التماسات مثبتة في وضعها الطبيعي بواسطة نابض مغناطيسي كهربائي قادر على جذب مجموعة من التماسات

من هنا يمكن القول أنه يعمل مغناطيسيا



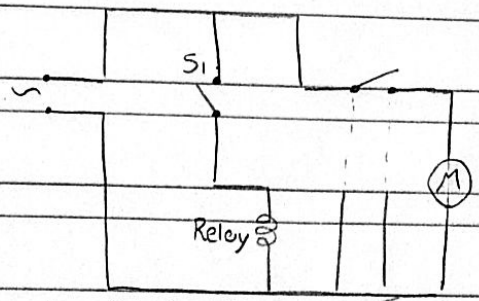
عند تشغيله تتغير التماسات

من N.O إلى N.C والعكس

من استخدامات المرحل:

1. فصل وتوصيل دائرة القدرة عن دائرة التحكم
2. التحكم الكهربائي في فصل وتشغيل الأجهزة
3. حماية دائرة التحكم الإلكترونية من مصادر القدرة الكهربائية العالية

استخدام المرحل لتشغيل محرك



عند الضغط على المفتاح S1 يتكون مجال مغناطيسي يعمل على تغيير تماس المرحل من N.O إلى N.C وبمجرد الفصل يرجع لوضعه الطبيعي

المحاضرة (3)

أنواع المرحلات :

1- المرحل الزمني (Time Relay)

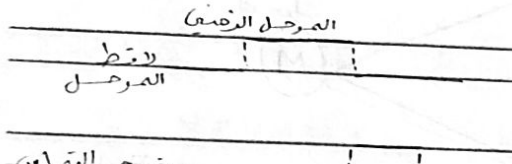
هو عبارة عن نوع من المرحلات التي تسمح بإجراء عمليات القفل والفتح وتلامسها بتوقيت محدود من استخدامه

من استخداماته :

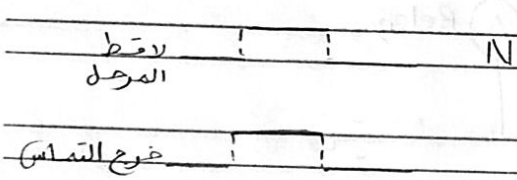
P- لوحات الدعاية والإعلام

*هناك نوعان أساسيان للمرحل الزمني :

- النوع الأول (oN Delay)



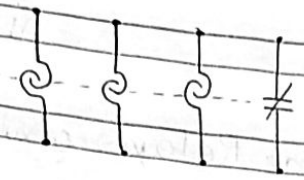
- النوع الثاني (oFF Delay)



بعد زمن معين يشتغل التماس ويطفئ المصباح

2- مرحل زيادة الحمل الحراري (Thermal overlood Relay)

صممت منه المرحلات لتعمل عند زيادة // المستمرة للأحمال
الصغيرة

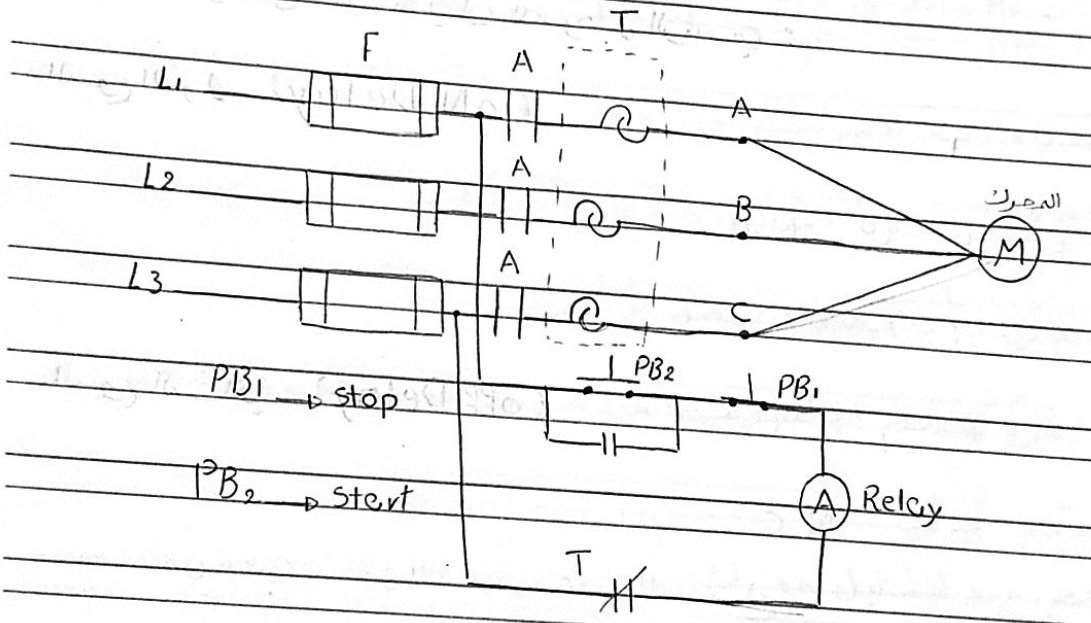


عند زيادة الحرارة يتطفى N.C

3- المرحلات المغناطيسية الحرارية (Thermal mogrtic Relay)

صممت هذه المرحلات لحماية المحركات التي تعمل على التيار المتناوب «المتردد» والمستمر عند زيادة الحمل

* مثال: استخدام المرحل الحراري لحماية محرك ثلاثي الطور



عندما يسخن المرحل يفصل على الدائرة كلها

عند الضغط على PB2 يشتغل المرحل ويتحول إلى N.C

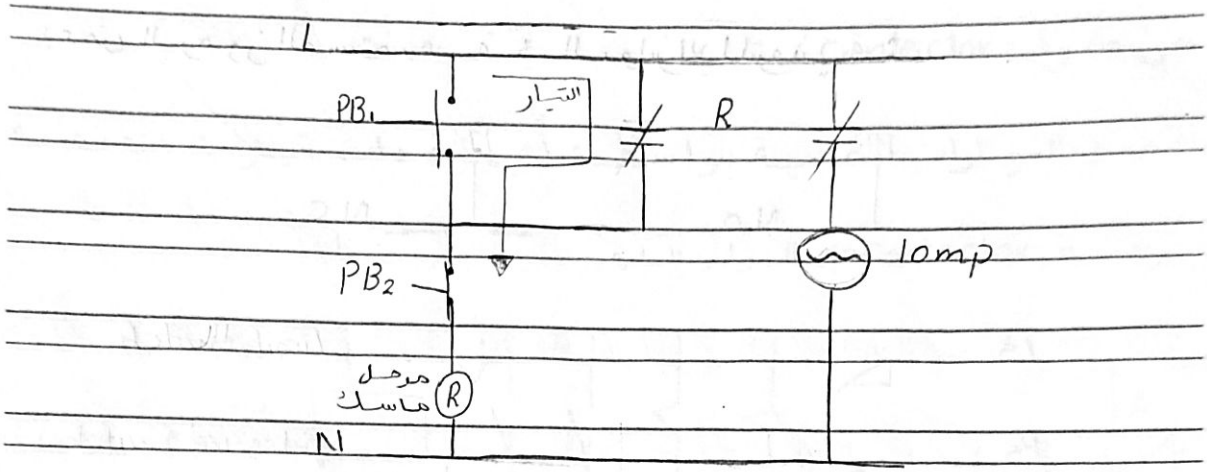
يستخدم PB1 لحماية الدائرة (يقوم بفصل الدائرة)

- دائرة الماسك (latch circuit) عنصر أساسي في (Relay)

تعتبر دائرة الماسك من أهم الدوائر المستخدمة في الصناعة

ولتصميم دائرة الماسك يتم توصيل احد التماسات على التوازي

مع زر التشغيل المغذي للمرحل



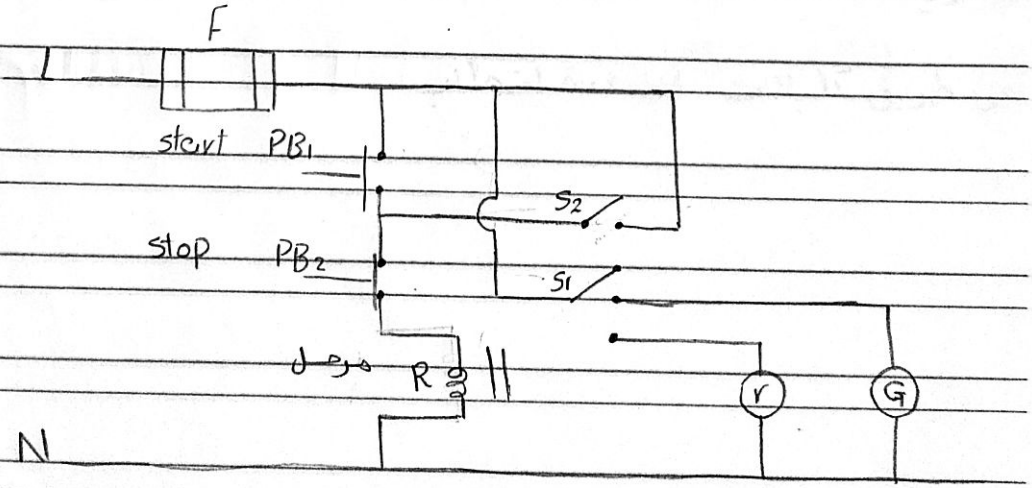
دائرة الماسك «latch»

عند الضغط على المفتاح PB1 يمر التيار وتتغير من N.O إلى N.C يمر

التيار ماسك يشغل المصباح lamp

*مثال:

استخدام دائرة الماسك لتبديل بين إضاءتين ؟

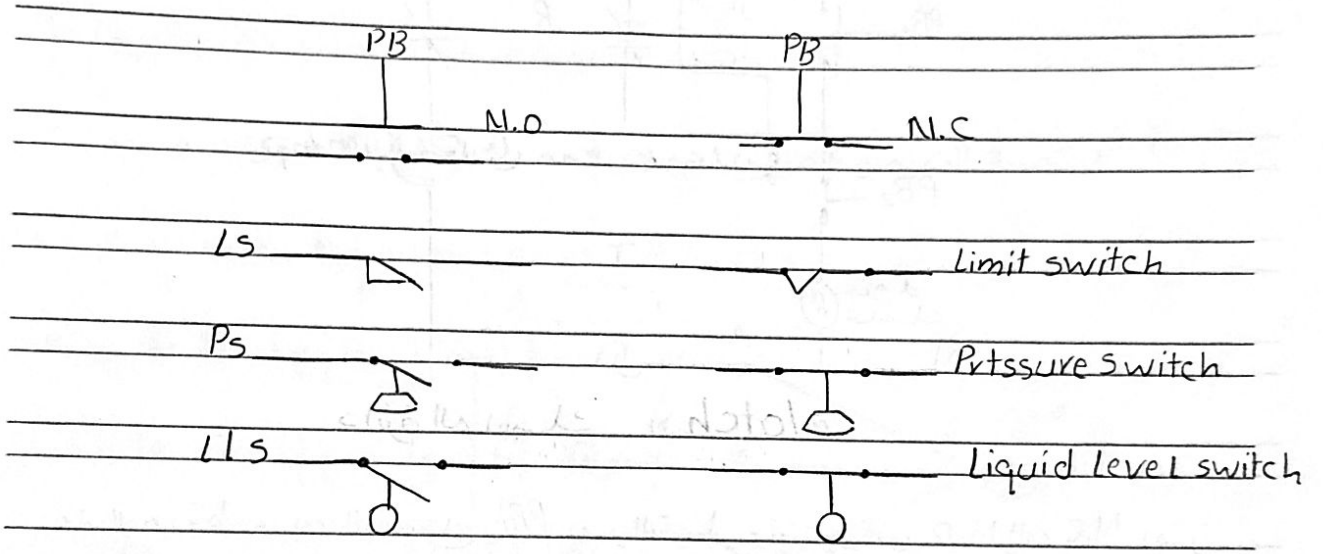


عند توصيل الدائرة في بداية التيار يتجه إلى G

عند الضغط على PB1 تستغل الدائرة وتحول منه G إلى ٢ و ٢١ من N.C

إلى N.O والتماس الأول والثاني من N.O إلى N.C ليشتغل المصباح

بعض الرموز المستخدمة في الدوائر الإلكترونية :



* مثال :

صمم دائرة توضح كيف يمكن

المحاضرة 5

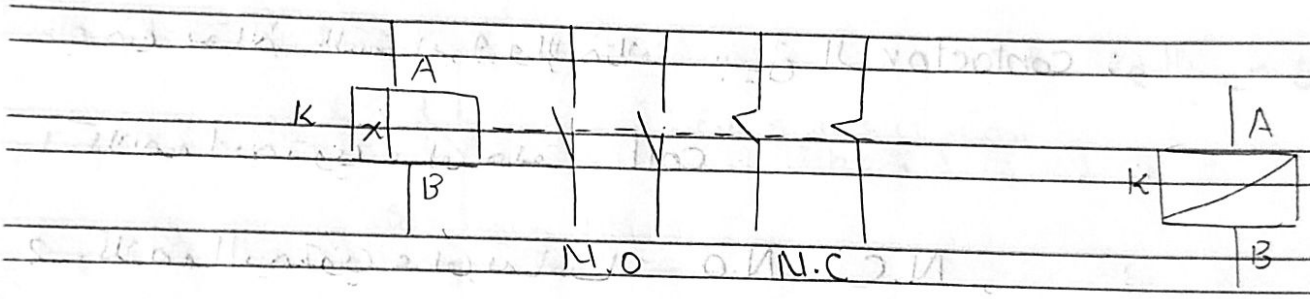
Contactor :

هو جهاز فصل ووصل ميكانيكي كهربائي يتم التحكم به عن طريق شحنات مغناطيسية ومن خلال التماسات تكتمل الدائرة الكهربائية

من مميزات Contactor :

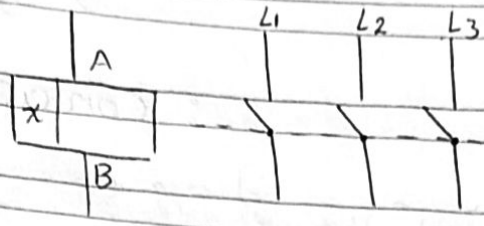
فصل التيارات العالية بواسطة أجهزة ذات تيارات منخفضة

يرمز لـ Contactor في الدوائر الكهربائية بالرمز K

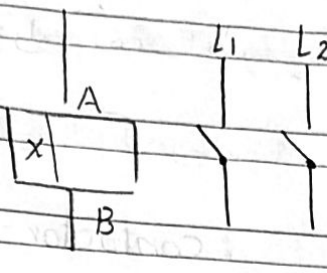


والـ Contactor عدة أنواع وأحجام مختلفة حيث يعتمد إختياره على على مواصفات الحمل ونوعه وقيمة قدرته على الكيلوواط

يحتوي الـ Contactor على عدد من الأقطاب توصل مع الأحمال عن طريق كابلات لها عدة أقطاب.



ثلاثي الطور (3phases)



أحادي الطور (single phase)

يتشابهان في التركيب ويختلفان أحدهما يستغل بالتيارات العالية والآخر لا

بعض نقاط التشابه والإختلاف بين الـ contactor والمرحل:

1_ كلاهما يحتوي على ملف coil

2_ كلاهما يحتوي على تماسات N.C _ N.O

الكهربائية

1_ الـ contactor يحمل تيارات عالية لذا يستخدم في دوائر أما Relay يستخدم تيارات منخفضة لذا يستخدم في الدوائر الإلكترونية

2_ المرحل يحتاج إلى قاعدة تركيب أما الـ contactor لا يحتاج

3_ الـ contactor # # # يقبل زيادة نقاط مساعدة إضافية أما المرحل لا يقبل

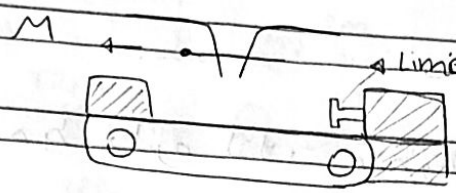
* مثال:

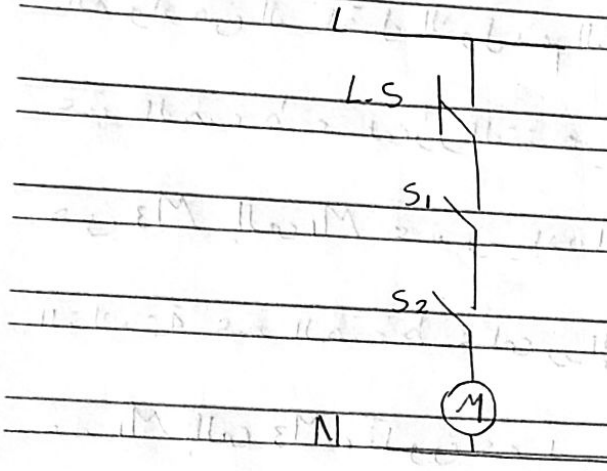
خط سير لتعبئة صناديق الادوية ولتعبئة الحبوب

يجب تحقيق الاتي؟

1- حنان وصول الصندوق للمكان المناسب

2- الضغط على مفتاحان لبداية التعبئة

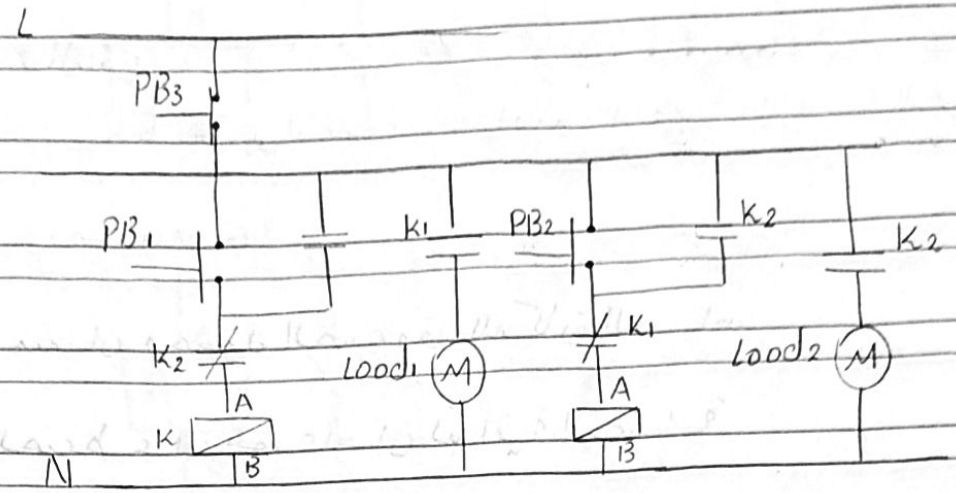




يتحكم في عملية التعبئة فقط

* مثال (2):

تصميم نظام تبادل الاحمال الكبيرة حيث لايمكن تشغيل الحملين في نفس الوقت عندما يبدأ تشغيل الاول لايمكن تشغيل الحمل الثاني والعكس الا بعد الضغط على المفتاح الرئيسي



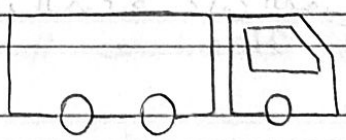
مثال (3):

صمم مخطط دائرة لثلاث خطوط نقل بحيث تنتقل المواد من الناقل الاول ثم الثاني ثم الثالث ومن الثالث إلى العربة عند الضغط على زر التشغيل تبدأ المحركات بالعمل بالتسلسل من M_3 إلى M_1 عند زيادة الحمل على أي ناقل تقف الخطوط الثلاثة عند الضغط على زر الإيقاف تقف المحركات بالترتيب من M_1 إلى M_3، تكون عملية الإيقاف والتشغيل بفارق دقيقتين بين كل محركين

M_1 O

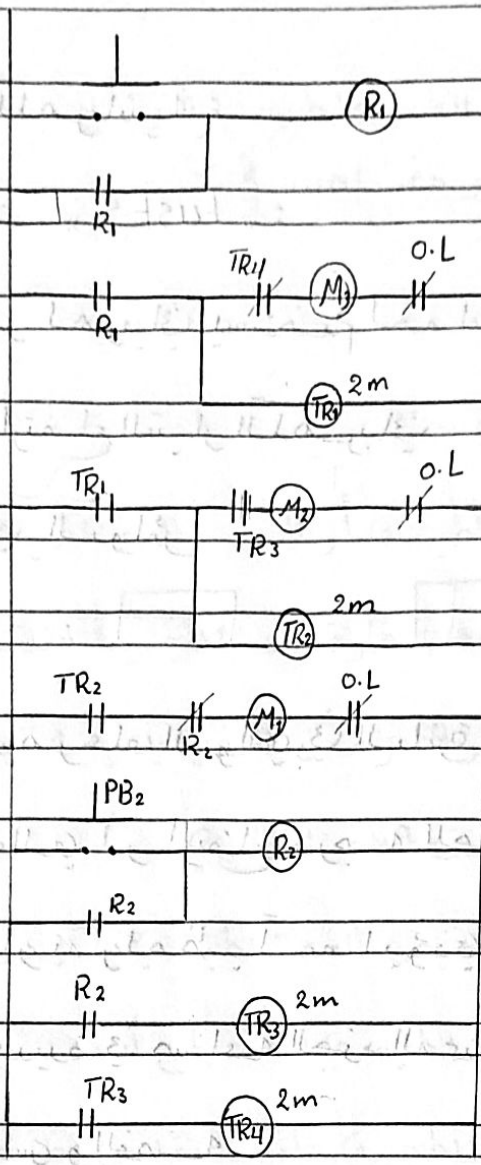
M_2 O

M_3 O



لضمان تفريغ الناقلات من المواد

O.L يفصل على
السلنرة لوزاد الحمل

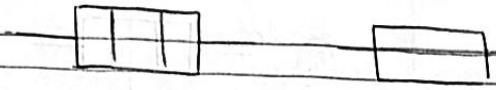


حماية الدوائر الكهربائية :

أولاً - المصهرات "FUSES" :

مواداة أو عنصر كهربائي يستخدم لحماية الأجهزة والدوائر الكهربائية ضد ارتفاع التيار الكهربائي

أشكال المنصهري الدوائر



حيث يوصل المصهر على التوالي في الدائرة الكهربائية وهو يضمر عند مرور تيار عالي أو ارتفاع درجة الحرارة، ويعرف تيار القطع بأنه أقصى تيار يمر لمظياً مما يؤدي إلى انصهار سلك المصهر وتستخدم مواد عديدة في صناعة الجزء المعدني من المصهر وأهم منه المواد النحاس والفضة

*أنواع المصهرات:

تنقسم المصهرات من حيث الجهد إلى جهد عالي وجهد منخفض كذلك تنقسم إلى مصهرات محددة التيار وغير محددة التيار كما تصنف حسب مجمعها الفيزيائي إلى :

1. مصهرات ذات الشفرة
2. مصهر اسطواني (زجاجي، خزفي)
3. مصهر صناعي

أسس المغناطيسية و الكهرومغناطيسية

المجال المغناطيسي

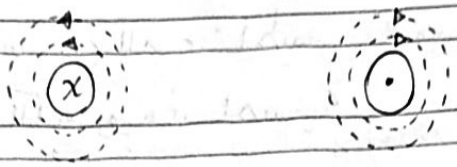
ويسمى المقل المغناطيسي أو الحث المغناطيسي او الفيض المغناطيسي (Magnatic Pield) هو قوة مغناطيسية تنشأ في الحيز المحيط بالجسم المغناطيسي أو الموصل الذي يمر به تيار كهربائي

* خواص خطوط الفيض المغناطيسي:

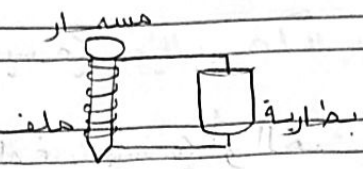
1. كل خط من خطوط الفيض المغناطيسي يشكل دورة كاملة
2. خطوط الفيض المغناطيسي لا تتقاطع أبداً
3. خطوط الفيض المغناطيسي دائماً تقلص نفسها
4. خطوط الفيض المغناطيسي المتوازيا وبنفس الإتجاه تتنافر مع بعضها

المجال المغناطيسي و التيار الكهربائي:

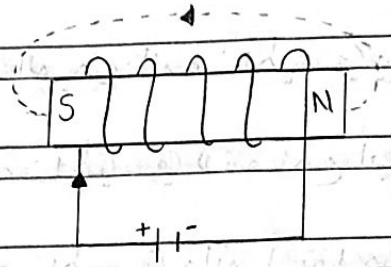
عند مرور تيار كهربائي في موصل فانه ينتج مجال مغناطيسي حول ذلك الموصل حيث تتشكل خطوط المغناطيسية في دوائر متحدة المركز



كيف يمكن صناعة مغناطيس بواسطة كهرباء ؟



إذا تم لف قطعة من الحديد بموصل كهربائي ووصل بمصدر جهد فان الحديد يتمغنط ويتصرف كمغناطيس ويتم تحديد أقطابه بحسب اتجاه مرور التيار وطريقة اللف



كلما زادت عدد لفات السلك زادت شدة المجال المغناطيسي

القوة المؤثرة على موصل يحمل تيار خلال مجال مغناطيسي

عند وضع قطعة من الحديد بشكل عمودي داخل ملف يمر فيه تيار كهربائي يشتد المجال المغناطيسي وبذلك تزيد كمية القوة المؤثرة على الموصل ومن هنا فان القوة المؤثرة تتناسب مع التيار المار وكثافة الفيض وطول الموصل

حيث :

القوة ← F نيوتن

التيار ← I أمبير

طول الموصل ← l متر

كثافة الفيض ← Tesla(T) B

$F = B.I.l.\sin(90)$

القوة = التيار * الطول * الكثافة * جا(90)

*مثال :

موصل يحمل تيار 80 أمبير وضع بزاوية عمودية على مجال مغناطيسي بكثافة (0.5Tesla) احسب القوة المؤثرة على الموصل لكل متر

$F = 0.5 * 80 * 1 * \sin 90^\circ = 40N$

تعتمد كثافة الفيض المغناطيسي على الخواص المغناطيسية للمادة سواء محيطة بالسلك أو الموضوعة في المجال المغناطيسي وتسمى هذه الخاصية بالنفاذية ويرمز لها بالرمز «μ»

حيث تستعمل نفاذية الفراغ كمرجع ورمزها «μ_0»

$$\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} \quad H/m \qquad \text{Henry / meter}$$

وقيمة نفاذية الهواء قريبة جداً من μ_0 ويرمز لها μ_r

وتسمى بالنفاذية النسبية حيث

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r \qquad \mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

جميع المواد على اختلاف أنواعها (الغازات / السوائل المواد الصلبة) لها خواص مغناطيسية مختلفة وبدرجات متفاوتة

شدة المجال المغناطيسي

شدة المجال المغناطيسي في نقطة ما هي النسبة بين كثافة الفيض المغناطيسي والنفاذية المطلقة للمادة الموجودة في تلك النقطة، حيث:

$$H = \frac{B}{\mu} \quad A/m$$

*مثال:-

ينتج مغناطيس مجالاً شدته «$H = 20\ A/m$» في نقطة معينة من الفضاء احسب كثافة الفيض في هذه النقطة إذا كانت نفاذية الفضاء المحيط بها هي:

1- μ_0 نفاذية الهواء في الفراغ

2- μ_0 = 1.000022 الألمونيوم

3- μ_0 = 5000 للحديد

* الحل

1

$$B = 4\pi * 10^{-7} * 20$$

$$B = \mu_0 * \mu_r * H = 1.000022$$

أسس المغناطيسية و
الكهرومغناطيسية

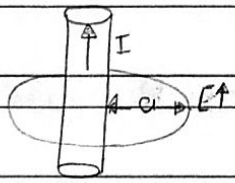
* شدة المجال الناتج عن محرك مستقيم يحمل تياراً ترتبط خطوط القوة المغناطيسية باتجاه التيار حسب قاعدة اليد اليمنى والتي تنص على أنه عند القبض على سلك يحمل تياراً باليد اليمنى فإن الإبهام يشير إلى اتجاه التيار وأطراف الأصابع الأخرى تشير إلى اتجاه المجال

* ويعطى الحث المغناطيسي الناتج عن التيار (I) المار في سلك مستقيم

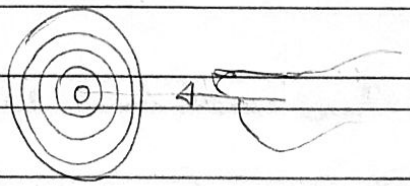
$$B = \frac{\mu I}{2\pi a}$$

a هي المسافة ما بين الخط المستقيم ونهاية المجال

حيث:
a هي المسافة بين النقطة التي نحسب عندها الحث المغناطيسي والمسقط العمودي لهذه النقطة على محور السلك



شكل مغناطيسي الناتج عن مرور التيار في سلك مستقيم طويل



اتجاه التيار
اتجاه المجال

$$B = \mu H \longrightarrow B = \frac{4\pi * 10^{-7} * I}{2\pi a}$$

$$H = \frac{I}{2\pi 4 * 10^{-2}}$$

*مثال:

يمر تيار كهربائي في شدته 15A في سلك مستقيم موضوع في الهواء أحسب قيمة الحث المغناطيسي وشدة المجال الناتجين على بعد 4cm من السلك

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15}{2\pi(4\times10^{-2})} = \frac{0.000006}{0.25} = 7.5\,10^{-5}$$

$$H = \frac{I}{2\pi 4\times10^{-2}} = \frac{15A}{2\pi 4\times10^{-2}} = 59.7\,A/m$$

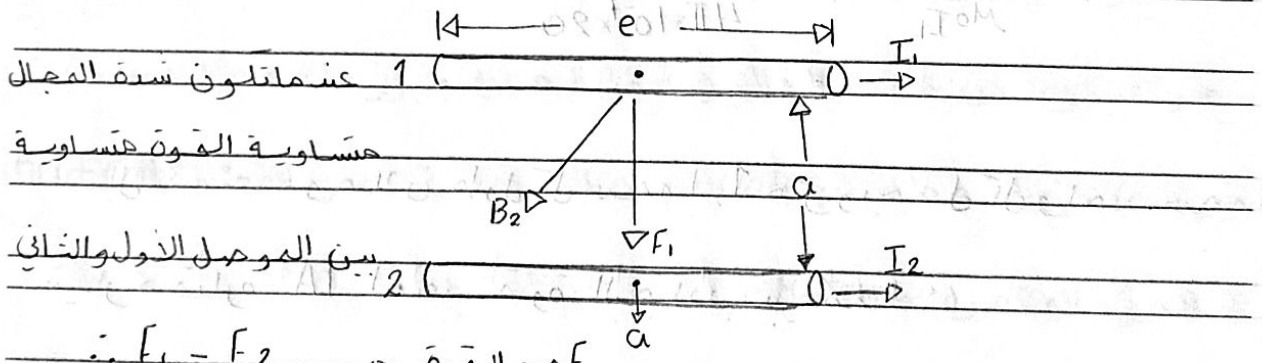
- القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين يمر بهما تيار

$$F = I \times l \times B \times \sin(A)$$

l طول الحث

I التيار

B الحث المغناطيسي



1 عندما تكون شدة المجال متساوية القوة متساوية بين الموصل الأول والثاني

$\therefore F_1 = F_2$ ← قيمة القوة F

إذا كان لدينا سلكان موصلان يمر بكل منهما تيار كهربائي I_1 و I_2 فإن المجال المغناطيسي B_2 الناشئ عن التيار الثاني I_2 يأثر بقوة مقدارها F_1 حيث:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a}$$

$$F_1 = B.l.I$$

القوة المؤثرة مابين السلكين

$$F = \frac{\mu_0 . I_1 . I_2 . l}{2\pi a}$$

عند قياس قوة تجاذب بين سلكين متوازيين يمر فيهما تيارات موضوعان في الفراغ على بعد 30cm من بعضهما وجدأنها تساوي $20*10^{-7}$ N/m احسب شدة التيار المار في السلك الثاني إذا كانت شدة التيار المار في السلك الاول هي 2A

$I_2 = ?$, $F = 20*10^{-7}$ N/m, $a = 30cm$, $I_1 = 2A$

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a}$$

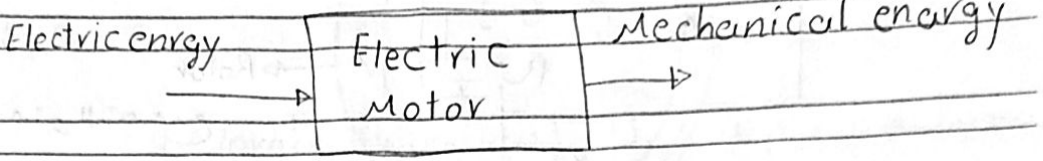
$$I_1 = \frac{2\pi a F}{\mu_0 I_1} \rightarrow \frac{2\pi * 30cm * 20*10^{-7}}{4\pi*10^{-7} * 2a} = 5A \quad 2*10^{-7} \text{ N/m}$$

مثال «3» : موصلان طول كل منهما 1 متر ويحمل كل واحد منهما تيار مقداره 1A احسب قوة التجاذب بينهما

$$F = \frac{4\pi * 10^{-7} * 1 * 1}{2*\pi*1} = 2*10^{-7} \text{ N/m}$$

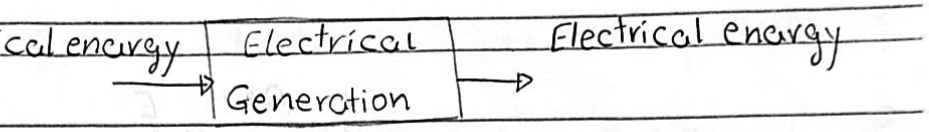
- المحركات الكهربائية :

هو آلة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكيا



- المولد الكهربائي :

هو آلة تحول الطاقة الميكانيكيا إلى طاقة كهربائية



أولا - محركات التيار المستمر «Dc Motor» :

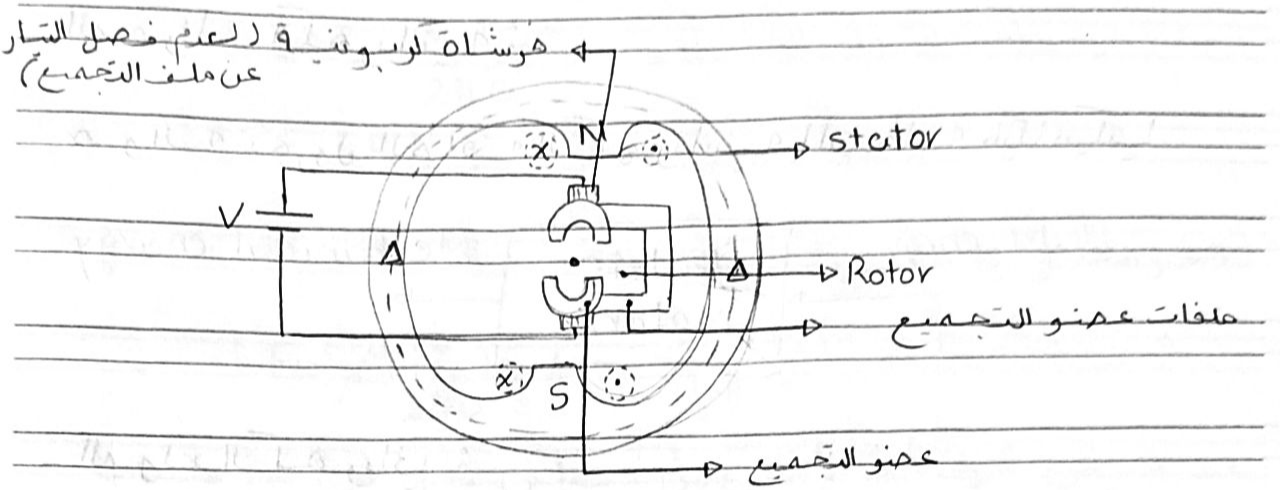
يتكون المحرك الكهربائي من جزئين رئيسيين هما :

1- الجزء الثابت «stetor»

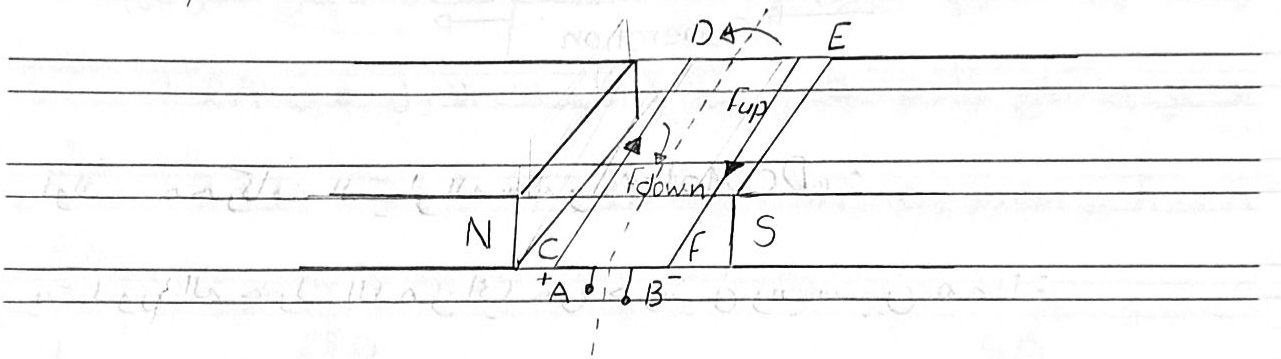
هو عبارة عن حلقة دائرية من الحديد يبرز داخلها عدد زوجي من الأقطاب (poles) وكذلك ملفات من المجال (Field coils)

2- الجزء المتحرك «Rotor»

هو الجزء الذي ينتج الحركة الدورانية ويسمى (Armeimre coils) وهو متصل بجزء التجميع



الشكل التالي يوضح مبدأ عمل محرك التيار المستمر



Axis of rotation

عند تسليط جهد كهربائي عند النقطة A و B بالقطبية الموضحة على الرسم فان ذلك يتسبب في سريان تيار كهربائي من النقطة C الى النقطة D ومن النقطة E الى النقطة F، مرور التيار في هذه الإتجاهات سيولد قوة حول ذلك السلك أو الموصل لزواج هذه القوة سيحرك الملف حركة دورانية.

بعد أن يدور الملف 180° درجة سيتبدل وضعية الأقطاب A و B ولهذا الغرض تستخدم الفرش الكربونية التي تحافظ على استمرار

توصيل التيار الكهربائي إلى سلك ولذلك نظم من دورانه وحتى لا يسبب بعرقلة الدوران

معادلة العزم للمحرك (Torque Equation)

$$T = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{m} NA \cdot \emptyset \cdot IA \ [N/m]$$

حيث:

T : العزم

P : عدد الأقطاب

m : عدد المسارات المتوازية للفات عضو الإنتاج

NA : عدد لفات عضو الإنتاج

$\emptyset$: الفيض المغناطيسي

IA : تيار عضو الإنتاج

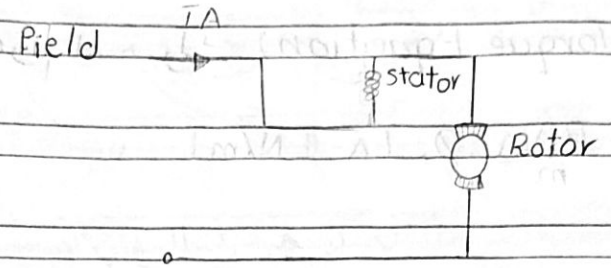
$$T = K_T \cdot \emptyset \cdot IA$$

$$K_T = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{m} NA$$

أنواع محركات التيار المستمر:

تنقسم محركات التيار المستمر حسب التوصيل الداخلي

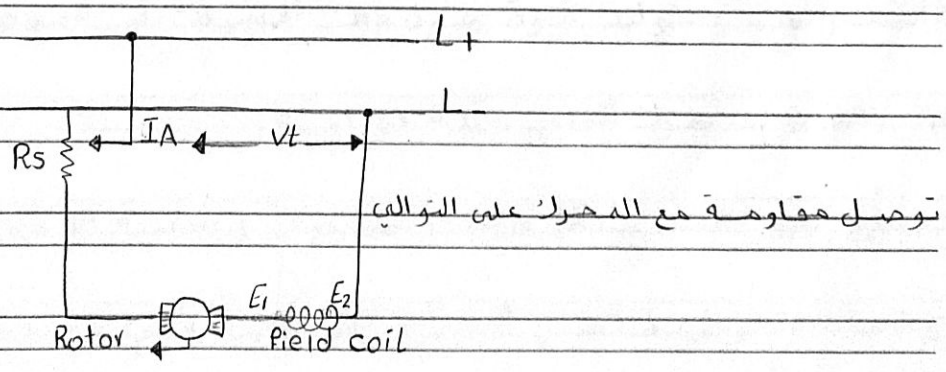
1- محرك التوالي Dc series motor



يمتاز هذا النوع بقوة دوران كبيرة عند بدء الحركة ولذلك يستعمل في المركبات التي تحتاج إلى قوة كبيرة لإدارتها ومن عيوبه عدم انتظام سرعته حيث تقل السرعة إذا زاد الحمل على المحرك

في حالة التوصيل على التوالي يكون التيار متساوياً في كل مجموع اللفات حتى يحصل المجال المغناطيسي لمرحلة التشبع عندما يكون العزم في حالة تناسب طردي مع التيار

$$T \propto \emptyset . I_A$$



عندما يكون المحرك في حالة سكون حان القوة الدافعة الكهربائية عندئذ تكون صفر ولذلك حان قيمة التيار IA الذي يدخل عضو الإنتاج يكون كبير جداً وهذا يشكل مخطورة على المحرك ولذلك توصل مقاومة متغيرة Rs مع عضو الإنتاج للحد من قيمة التيار عند بدء التشغيل.

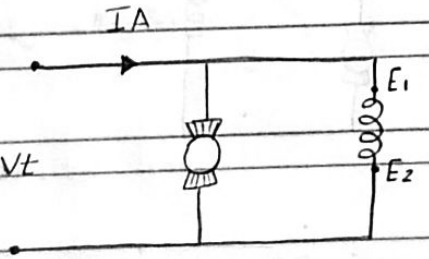
$$Vt = EA + IA\,RA$$

EA : القوة الدافعة الكهربائية

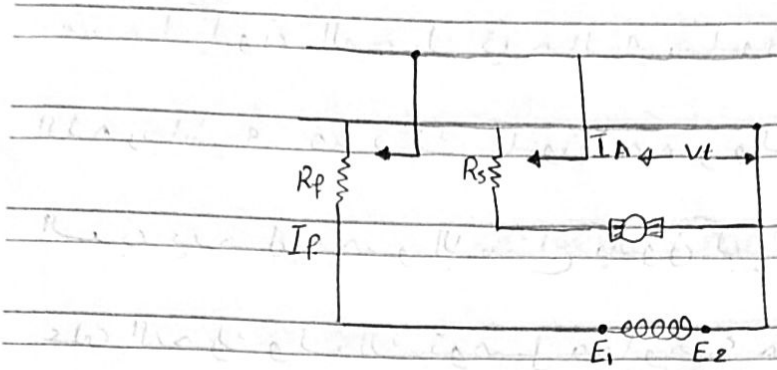
RA : مقاومة عضو الإنتاج

Rf : مقاومة (Field coil)

2- محرك التوازي Dc shunt motor



يعطي هذا النوع من المحركات سرعة دوران ثابتة مع تغير الحمل ولذلك يستخدم في المعدات الميكانيكيا ولا يستخدم مع الأحمال التي تتطلب عزم عالي



لما مايعطيش قيمة لـ Rp

اعتبرها 1

$$Vt = EA + I(RA+Rp)$$

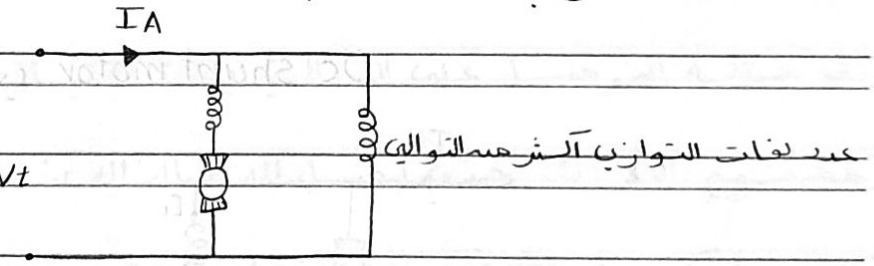
$$\therefore EA = \frac{PNA}{m} \phi . n$$

قانون القوة الدافعة الكهربائية بدلالة السرعة :

$$n = \frac{EA\, m}{PNA\phi}$$

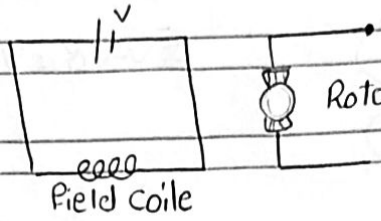
$$EA = Vt - IA\,RA$$

3- المحرك المركب compound



يحتوي هذا النوع على مجموعتين من ملفات الأقطاب الأولى موصلة على التوالي وتكون ملفاتها قليلة والثانية موصلة على التوازي وتكون لفاتها أكثر

4- المحرك ذو المنفصل



عيوب محركات التيار المستمر:

1- التكلفة عالية مقارنة بمحركات التيار المتردد.

2- ترتيب معقد بحيث وجود الريش الكربونية.

3- صيانة واصلاح مكلف.

4- بما أن مصدر الطاقة هو تيار متغير فانه لتشغيل محرك تيار مستمر يحتاج الى تحويل التيار المتردد الى مستمر.