www.eee-books.com

لتحميل المزيد من الكتب والمراجع باللغة العربية

تابعونا على

موقع عالم الهندسة الكهربية

www.eee-books.com

جروب عالم الهندسة الكهربية على الفيس بوك

www.facebook.com/groups/EEE.Arabic

كتاب التحكم الآلى

Siemens

باللغة العربية

مبادئ الكهرباء

منتجات الكهرباء

المواتير

المتحكم فى المواتير drives

مبادئ التحكم الآلى

الحساسات

التحكم المنطقى المبرمج PLC

الشبكات الصناعية

التحكم فى المحركات

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العلمين (الحمد لله الذى هدانا لهذا و ما كنا لنهتدى لولا ان هدانا الله)
ان اعمال نقل العلوم و ترجمتها هى دائما بداية انتقال الحضارات من مرحلة لاخرى و لذلك قمت بعمل هذا الكتاب و الذى يتناول مواضيع التحكم الالى فى الصناعة باللغة العربية و هذا ليساعد اى مواطن عربى على تفهم تلك الامور بطريقة سهلة توفر علية وقت و تساعدة على الانتقال لمرحلة جديدة اسرع

لذا اسأل الله ان يتقبلة ، و اى منكم يساعدة هذا الكتاب على فهم اى معنى او توضيح فكرة ان يدعوا لى بالمغفرة
ووفقنى اللة و اياكم لصالح الاعمال

م/ محمد حافظ

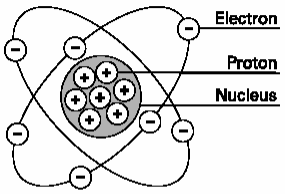
الفصل الأول

أساسيات الكهرباء

خلال هذا الفصل سوف تكون قادراً على

1- معرفة الفرق بين الموصلات و العازل
2- استخدام قانون أوم لحساب التيار و القولت و المقاومة
3- حساب المقاومة الكهربية المكافئة للمقاومات الموصلة على التوالى و على التوازى
4- حساب فرق الجهد خلال المقاومات
5- حساب القدرة
6- حساب العوامل المحددة لقوة و اتجاة التيار فى الملفات
7- تحديد القيمة العليا و اللحظية و المؤثرة فى الموجات المترددة
8- تحديد العوامل المؤثرة فى المعاوقة للملفات و المكثفاتفى دوائر التيار المتردد
9- حساب المعاوقة الكلية
10- معرفة الفرق بين القدرة الحقيقية و الظاهرة
11- حساب الفولت و التيار فى الملفات الابتدائية و الثانوية للمحولات ذات الفاز الواحدة و الثلاثية
12- حساب الـ KVA للمحول

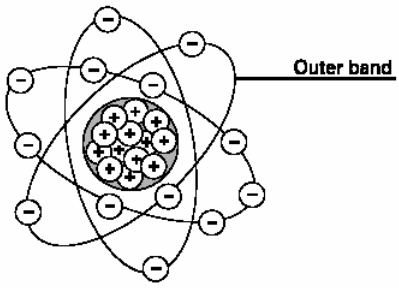
(1) نظرية الالكترون



مكونات الذرة

كل المواد مكونة من جزيئات و هذه الجزيئات عبارة عن مجموعة من الذرات
الذرة الواحدة تحتوى على نواة و يدور حولها الالكترونات
النواة مكونة من بروتونات و نيترونات
معظم الذرات تحتوى على عدد من الالكترونات مساوى لعدد البروتونات
الالكترونات تمتلك شحنه سالبة و البروتونات تحتوى على شحنة موجبة اما النيترونات فهى متعادلة الشحنات
(السالبة للالكترون تتزن مع الشحنات الموجبة للبروتونات) و الالكترونات مرتبطة بالمدار بواسطة الجذب عن طريق البروتونات

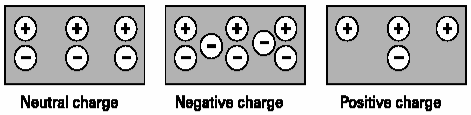
الشحنات الكهربية



الحالة المتعادلة مع الذرة
المواد يعبر عنها برقم الالكترونات فى المدار الخارجى و عدد البروتونات الموجودة فى النواة

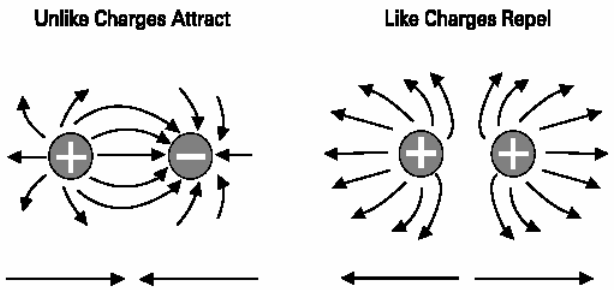
على سبيل المثال الهيدروجين يملك واحد الكترون و واحد بروتون
و الالومونيوم 13 الكترون و 13 بروتون مثل هذه الذرة تسمى متعادلة كهربية

الشحنات الموجبة و السالبة
عند مغادرة الالكترونات للذرة تترك اماكنها اماكن فارغة تسمى شحنات موجبة فيزداد النقص فى الالكترونات و زيادة عدد الالكترونات تسمى شحنات سالبة (عدد البروتونات يظل ثابت) لكن الشحنات الموجبة و السالبة تتكون بزيادة او نقصان الالكترونات



تجاذب و تنافر الشحنات الكهربية

القدماء يقولون المختلفون يتجاذبوا و هذا صحيح
الاجسام المشحونه تمتلك مجال كهربى غير مرئى حولها عندما يوضع جسمين من شحن متشابهة فان مجالتهم تقوم بعمل تنافر و عندما تكون مختلفة فانها تقوم بعمل تجاذب
المجال الكهربى يعبر عنه بخطوط غير مرئية من القوة
الخطوط الخاصة بهذا المجال تغادر الجسم المشحون بشحنات موجبة و تدخل الجسم المشحون بشحنه سالبة

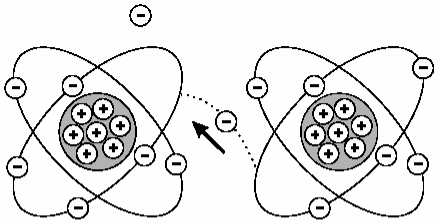


قانون كولوم

اكتشف ان الشحنات تتجاذب او تتنافر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الشحنتين و عكسيا مع مربع المسافة بينهما

$$F = Q1*Q2 /r2$$

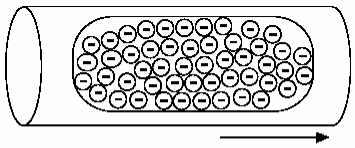
الالكترونات الحرة



الالكترونات فى الجزء الخارجى من الممكن ان تكون حرة عن طريق مؤثرات خارجية مثل مجال مغناطيسى و احتكاك ،حركات كيميائية
عند مغادرة الكترون المدار يترك مكانه خاليا لالكترون آخر من الممكن ان يحل محله ذرة آخرى
عند حركة الالكترونات يكون قد تكون انسياب و هذا هو مبدأ الكهرباء

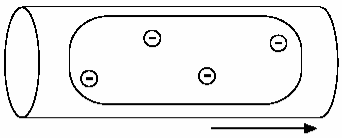
الموصلات و العازل و اشباه الموصلات

1- الموصلات



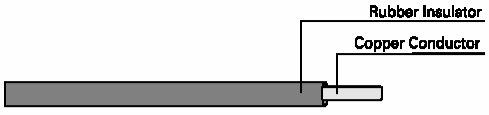
التيار الكهربى يتكون عند تحرك الالكترونات الحرة من ذرة الى اخرى
المواد تحدد بكمية عدد الالكترونات الحرة المتحركة
المواد التى تسمح بمرور كميات كبيرة من الالكترونات الحرة تسمى (موصلات)
امثال النحاس ، الفضة ، الالومونيوم ، الزنك ، النحاس الابيض ، الحديد تعتب موصلات جيدة
(النحاس) اكثرهم استخدام لرخصة

2- العازل

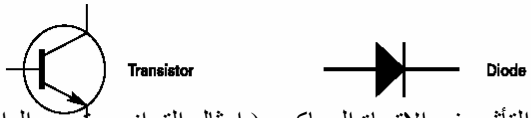


المواد التى تؤدى لمرور كميات قليلة تعتبر عازل مثل البلاستك و الربر و الزجاج و الميكا و السيراميك

الكابل الكهربى مثال للموصل و العازل و هم مستخدمان سويا
الالكترونات تتحرك خلال الموصل النحاس لاعطاء الطاقة للاجزة الكهربية مثل الراديو و اللمبات ، المحركات و العازل من حوله ليحول من خروج الالكترونات من الموصل النحاس



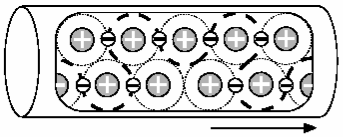
3- اشباه الموصلات



مثل السليكون يوصل و لا يوصل
يوصل عند تاثير قوة فى اتجاة معين و لا يوصل عند التأثير فى الاتجاة المعاكس (امثال الترانسيستورو الدايود)

التيار الكهربى

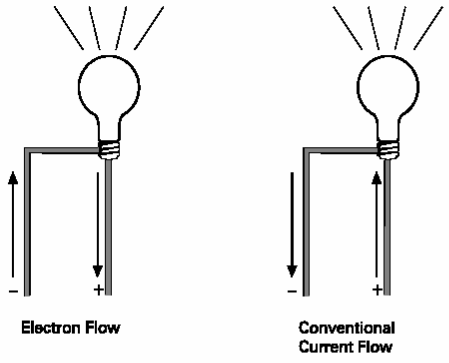
الكهرباء هى انسياب الالكترونات الحرة فى الموصل من ذرة الى التى تليها فى نفس الاتجاة و هذا يسمى التيار و يعبر عنه برمز (I) عبور التيار فى الموصل يكون بمعدلات مختلفة و يعبر عن هذا المعدل بعدد الالكترونات التى تعبر قطاع منه خلال الثانية الواحدة .....> وحدة القياس هى Amp
Amp تعنى ان فى خلال ثانية حوالى $6.24x10^{18}$ الكترون تحرك قطاع من الموصل



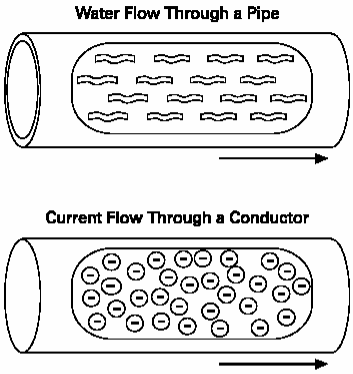
وحدات القياس

1KA 1000A
1Ma 1/1000A
1MA 1/1000 000 A

هناك فرق بين اتجاة الالكترونات و اتجاة التيار
التيار يتحرك من الموجب إلى السالب
الالكترونات تتحرك من السال للموجب



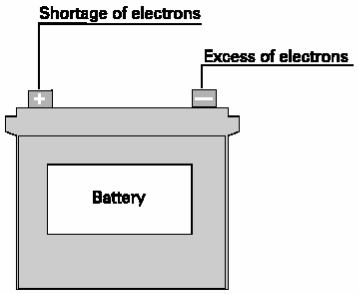
الفولت (V)



مثال المياة لمرورها تحتاج الى جاذبية او مضخة مياة ، الفولت بالمثل هو القوة المؤثرة على الموصل التى تؤدى لمرور التيار
الالكترونات سالبة و تجذب بالشحنات الموجبة
دائما تجذب من مصدر به زيادة فى الالكترونات اى لديه شحن سالبه الى مصدر له شحنه موجبه القوة المطلوبه لجعل الكهرباء تمر خلال موصل تسمى فرق الجهد او القوة الكهروحركيه (EMF) او الفولت
يأخذ رمز (V) ، (E) ووحدة قياس الفولت (volt)

مصدر الفولت

البطارية (تستخدم عملية الكتروكميائية) و هناك تستخدم شحن مغناطيسي كلها تتفق فى وجود زيادة فى الالكترونات فى احد الاطراف و نقص فى الآخر
هذا هو الفرق فى الجهد



الرمز الكهربى للفولت

وحدات القياس

1000V	1KV
1/1000 V	1Mv
1/1000 000V	1MV

المقاومة

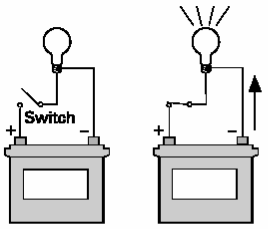
.

كل المواد تعوق مرور الكهرباء ، قدر هذه المقومة يعتمد على مكوناتها و طولها ، و مساحتها ، درجة حرارة المادة و هى تزيد مع زيادة الطول و تقل مع زيادة المساحة
رمزها (R) ووحدة قياسها Ohm (Ω) (أوم)

الرمز الكهربى لها

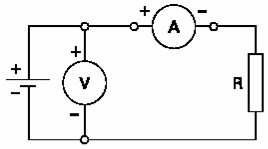
1000 Ω	1k Ω
1000 000 Ω	1M Ω

الدوائر الكهربية البسيطة



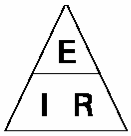
الدائرة الكهربية البسيطة مكونة من مصدر لفرق الجهد و حمل معين و موصل لمساعدة الالكترونات من الانتقال من المصدر الى الحمل فى هذا المثال بطارية هى مصدر الجهد و اسلاك كهربية هى الموصل . و لمبة هى المقاومة و مفتاح . عند غلق المفتاح الالكترونات تتحرك من الطرف السالب الى الموجب عبوراً باللمبة

تمثيل الدائرة الكهربية

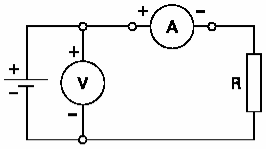


قانون أوم

هو العلاقة بين التيار و الفولت و المقاومة و ينص على التيار يتناسب طرديا مع الفولت و عكسيا مع المقاومة



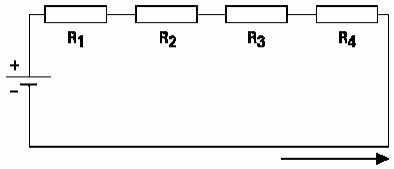
I=E/R



الفولت E=voltage
التيار I=current
R=resistance

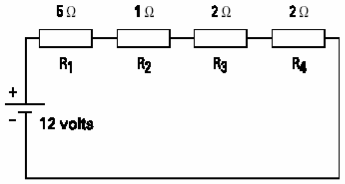
دوائر التيار المستمر المتوالية DC

تتكون عند توصيل عدد من القاومات تلى الاخر . النهاية للاول مع البداية للثانية و هكذا فيكون مرور التيار فى اتجاه واحد.
من الممكن ان تكون هذه المقاومات مقاومات فعلية او اجهزة ذات مقاومة

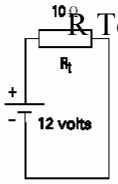


حساب المقاومات المتتالية

القيمة الكلية للمقاومات المتتالية = مجموعهم فى المثال الموضح



Original Circuit



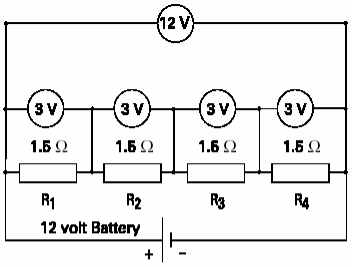
Equivalent Circuit

$R_{Total} = 11k\,\Omega + 2\,k\,\Omega + 2\,k\,\Omega + 0.1\,k\,\Omega + 1\,k\,\Omega$
$= 16.1\,k\,\Omega = 16100\,\Omega$

التيار فى الدوائر المتتالية

اى ان التيار فى اى مكان من الدوائر متساوى عند قياسه

الفولت فى الدوائر المتتالية

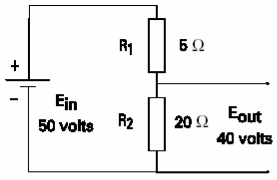


الفولت من الممكن قياسة بين كل مقاومة و يسمى هذا الفولت (voltage Drop)
العالم كيرشوف اوضح ان مجموع (منخفضات الفولت) فى الدائرة المغلقة يساوى قيمة مصدر الجهد الاصلى الموصل بالدائرة

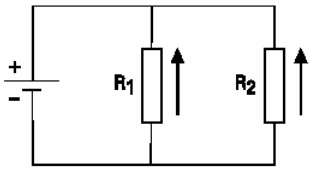
مثال

عند قياس فرق الجهد على احد المقاومات = 3 V
عند قياس فرق الجهد على مقاومة R1,R2 = 6V
عند قياس فرق الجهد على R1,R2,R3 = 9V
عند قياس فرق الجهد على R1,R2,R3,R4 = 12V = فولت المصدر

قانون لحساب فرق الجهد على احد المقاومات فى الدوائر المتوالية



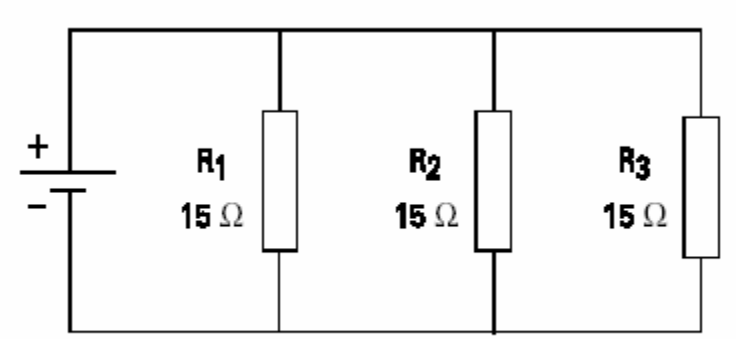
الدوائر المتوازية فى التيار المستمر



عند وضع مقاومات بجانب بعضها فى دائرة فالتيار يمر فى مسارات متعددة

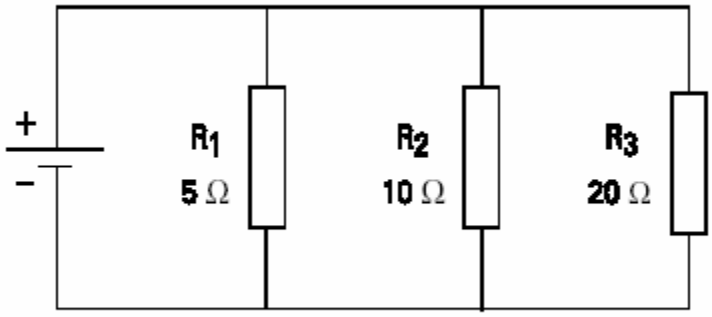
فى هذا المثال مسارين للتيار عند وضع مقاومتين بجانب بعضهما
المسارين من الطرف السالب الى الطرف الموجب احدهما يرمز R1 و الاخر R2

$$R_t = \frac{\text{Value of any one resistor}}{\text{Number of resistors}}$$

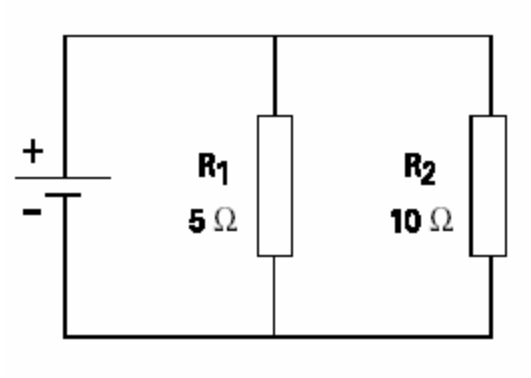


الصيغة العامة لقيمة مجموع المقاومات

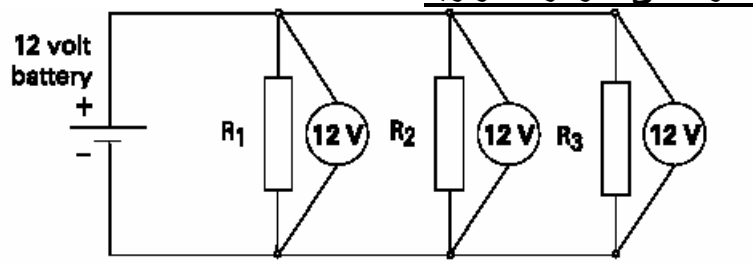
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

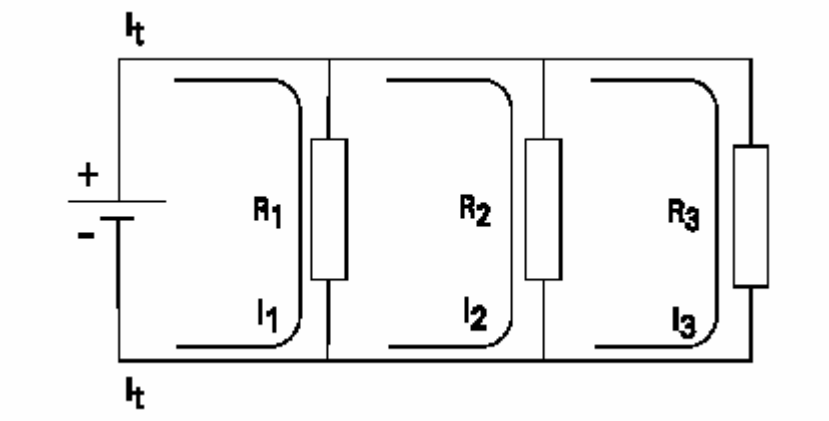


الفولت فى الدوائر المتوازية



كل مقاومة فرق الجهد عليها يساوى نفس قيمة المصدر

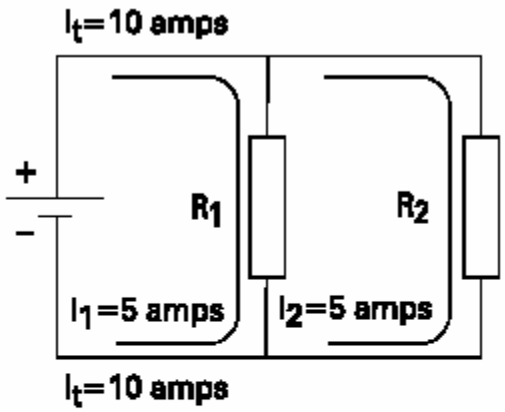
التيار فى الدوائر المتوازية



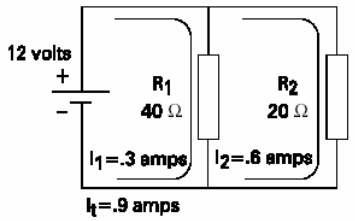
$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

التيار المسحوب فى جميع المسارات = التيار المسحوب كليا من المصدر فى الدوائر المغلقة (كيرشوف)

مثال



$$I_t = I_1 + I_2$$
$$I_t = 5\ amps + 5\ amps$$
$$I_t = 10\ amps$$



Using Ohm's Law, the total current for each circuit can be calculated.

$$I_1 = \frac{E}{R_1}$$
$$I_1 = \frac{12\ volts}{40\ \Omega}$$
$$I_1 = .3\ amps$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2}$$
$$I_2 = \frac{12\ volts}{20\ \Omega}$$
$$I_2 = .6\ amps$$

$$I_t = I_1 + I_2$$
$$I_t = .3\ amps + .6\ amps$$
$$I_t = .9\ amps$$

ممكن الحساب بطريقة اخرى

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_t = \frac{40\ \Omega \times 20\ \Omega}{40\ \Omega + 20\ \Omega}$$

$$R_t = \frac{800\ \Omega}{60\ \Omega}$$

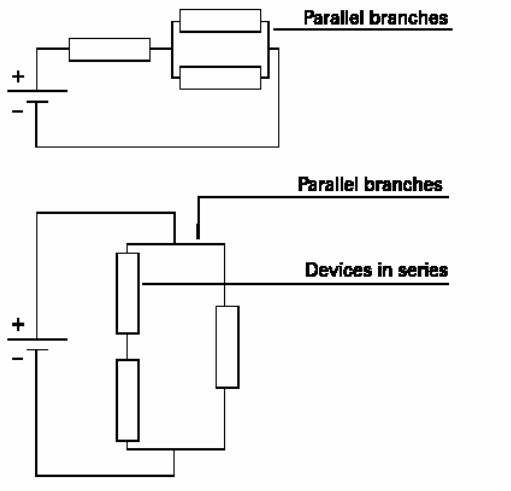
$$R_t = 13.333\ \Omega$$

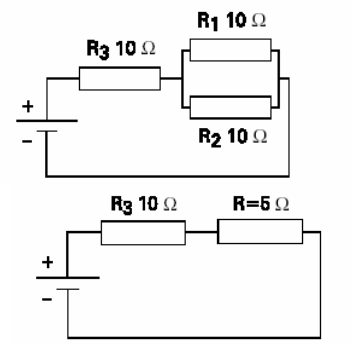
$$I_t = \frac{E}{R_t}$$

$$I_t = \frac{12\ volts}{13.333\ \Omega}$$

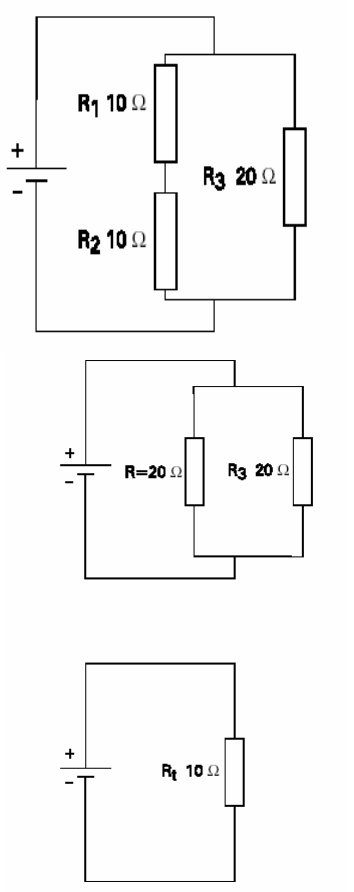
$$I_t = .9\ amps$$

الدوائر المتوالية و المتوازية



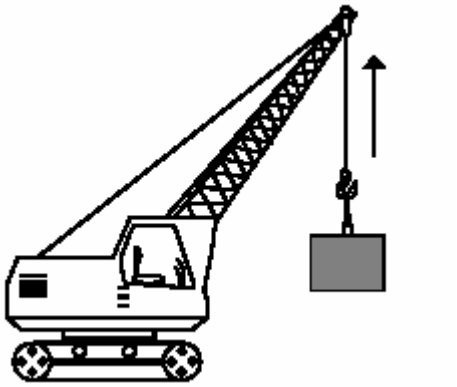


مثال 2



POWERالقدرة

1- الشغل : عندما يكون هناك قوة من اى نوع تسبب حركة ذلك يسمى شغل



2- القدرة الكهربية : فى الدوائر الكهربية عند وجود فرق الجهد على موصل الالكترونات سوف تسير لذلك فرق الجهد او الفولت هو القوة و سريان الالكترونات او التيار هو الحركة (معدل حدوث الشغل هو القدرة)

P وحدتها : Watt

حساب القدرة

$$P = E \times I$$

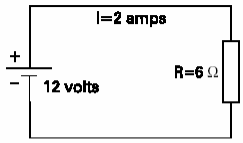
or

$$P = EI$$

$$P = I^2 R$$

and

$$P = \frac{E^2}{R}$$



$P = EI$

$P = 12\ volts \times 2\ amps$

$P = 24\ watts$

$P = I^2 R$

$P = (2\ amps)^2 \times 6\ \Omega$

$P = 4 \times 6$

$P = 24\ watts$

$P = \frac{E^2}{R}$

$P = \frac{(12\ volts)^2}{6\ \Omega}$

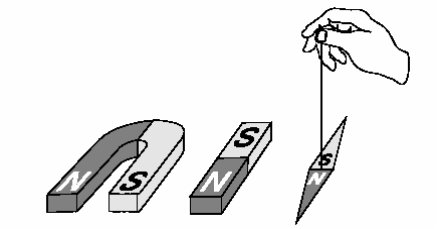
$P = \frac{144}{6}$

$P = 24\ watts$

معدل القدرة للاجهزة

هى معيار قدرة الاجهزة على تحويل الطاقة الكهربية الى صورة اخرى من الطاقة مثل ضوء او حرارة (على سبيل المثال اللمبة معيارة 120V 100Watt
>الحرارة ------
عند مرور التيار فى مادة مقاومة ينتج حرارة و هذه الحرارة قد تدمر المكونات الكهربية اذا زادت. لهذا السبب تعاير الاجهزة الكهربية كلما كانت المعايرة عالية معناها حرارة كثيرة تستخدم فى هذا الجهاز

المغناطيسية

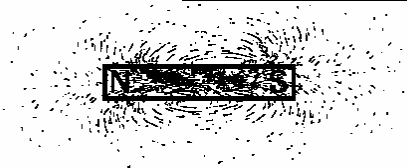


التيار المتردد لا يمكن فهمة الا بعد فهم المغناطيسية و هى جزء مكمل للكهرباء

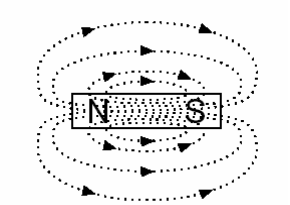
انواع المغناطيسيات

كل المغناطيسيات لة خاصية انها تجذب الحديد لو كان حر

خطوط الفيض المغناطيسية



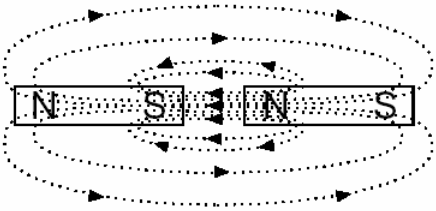
كل المغناطيسيات لها قطبين (شمالى و جنوبى)
الخيوط (الفيض) تتحرك من الشمال الى الجنوب
عند وضع ورقة بيضاء موجود عليها برادة حديد بالقرب من مغناطيس تظهر خطوط الفيض
التحرك من الجنوب الى الشمال داخل القضيب المغناطيسى فقط

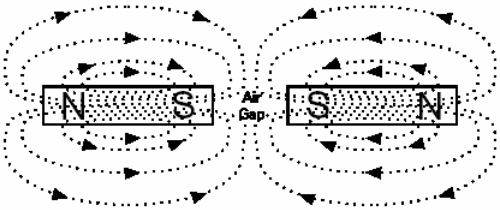


التجاذب بين مغناطيسين

تجاذب عند اختلاف الاقطاب

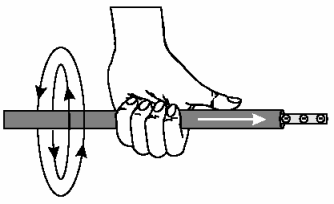
تنافر عند مواجهة الاقطاب المتشابهة القطبية





الكهرومغناطيسية

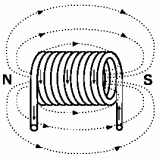
قاعدة اليد اليسرى



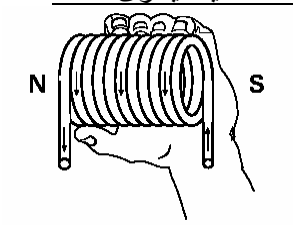
عند مرور الكهرباء فى موصل يتولد مجال مغناطيسى

هناك علاقة بين اتجاة المجال المغناطيسى و اتجاة التيار

ملف من الاسلاك يحمل كهرباء يمثل مغناطيس



قاعدة اليد اليسرى للملف

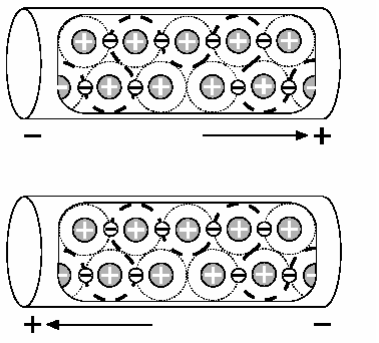


اصابع اليد اليسرى تلف على الملف
الابهام يدل على اتجاة المجال المغناطيسى او الشمال

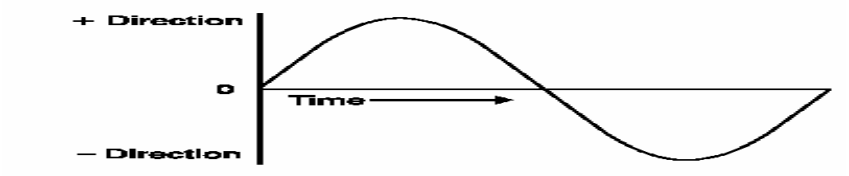
الكهرومغناطيسيات
تتكون من ملف ملفوف حول قطب (من حديد ناعم) لتمرر خطوط المغناطيسية بسهولة
عند مرور التيار فى الملف يتمغنط القلب . من الممكن التحكم فى القوة و الاتجاة
هناك العديد من الاجهزة الكهربية مثل المواتير و فواصل الكهرباء و الكونتاكتور و الريلاى و بوادئ المواتير تستخدم مبدأ الكهرو مغناطيسية

مقدمة عن التيار المتردد AC

مصدر التيار الكهربى ممكن ان يكون من مصدر تيار ثابت او متردد
فى مصدر الكهرباء الثابت dc الالكترونات تسير باستمرار فى اتجاة واحد من المصدر خلال الموصل الى الحمل و تعود مرة اخرى الى المصدر
الفولت يظل ثابت فى هذة الحالة امثال البطارية و المولد ال dc
فى التيار المتردد AC الالكترونات تسير فى اتجاة واحد ثم فى الاتجاة المعاكس
المصدر يعكس شحنة الاطراف عدد من المرات فى الثانية . الاليكترونات تتحرك من الطرف السالب الى الموجب ثم من الموجب الى السالب

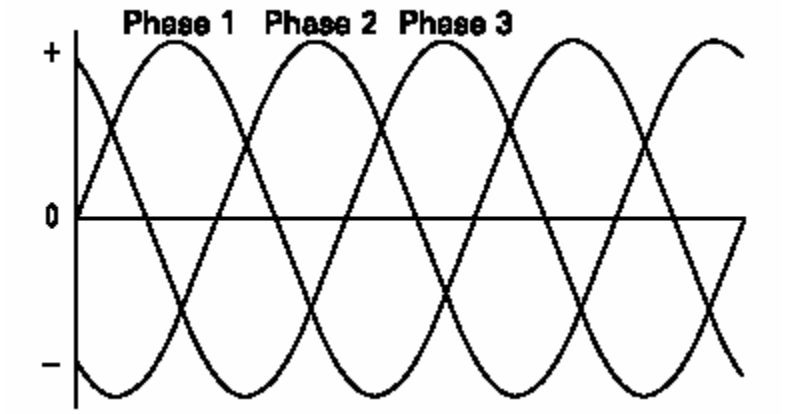


موجة الجيب ال AC SIN WAVE



الفولت و التيار يتغيران باستمرار
الرسم الموضح لمجة التيار المتردد هى sine
هناك محورين (المحور الافقى) هو الزمن و المحور (الراسى) هو الاتجاة و القيمة للتيار او الفولت
عندما تكون الموجة اعلى محور الوقت يكون التيار يسير فى اتجاة او الاتجاة الموجب و عندما تكون تحت محور الوقت تكون تسير فى التجاة المعاكس او الاتجاة السالب
الموجة تكمل دورة كاملة او 360 درجة اى دورة واحدة (التيار المتردد يعيد هذة الدورة مرات كثيرة فى الثانية الواحدة) ووحدة قياس عدد الدورات فى الثانية (HZ) hertz

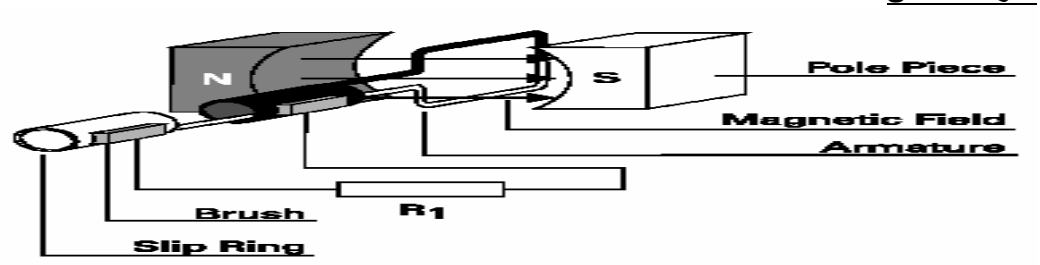
الطور الواحد و الطور الثلاثى single phase & 3 phase



الطور الواحد يستخدم فى احتياجات الكهرباء الصغيرة مثل فى المنازل و لكن الثلاثى الاطوار عند الاحتياج لكمية قدرة عالية مثل فى الاحتياجات الصناعية
الثلاثى الاطوار هو عبارة ثلاثة دورات مترددة و متداخلة كل واحدة تمثل طور و الفرق بينهم 120 درجة كهربية

مولد التيار المتردد

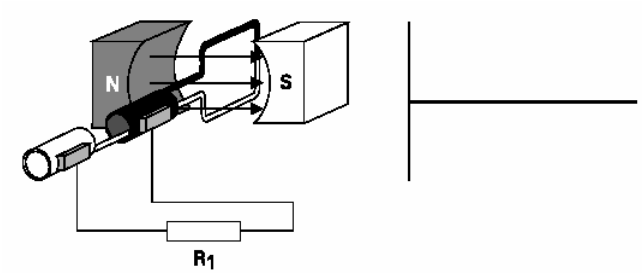
المولد الاساسي



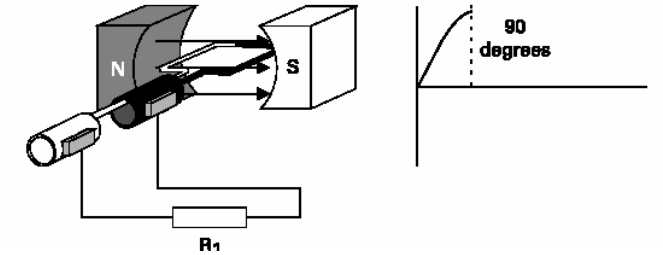
يتكون من مجال مغناطيسى و ذراع و حلقة منسابة و فرش و مقاومة
المجال المغناطيسى دائما كهرو مغناطيسى
الذراع عبارة عن عدد من الاسلاك الموصلة ملفوفة فى حلقات و تدور خلال المجال المغناطيسى
عند تحرك الموصل خلال المجال المغناطيسى هناك فولت بتولد فى الموصل بسبب مرور تيار
و هناك حلقة مرتبطة بالذراع و تدور معة و فرش كاربونية موجودة فوق هذة الحلقة لتوصيل التيار من الذراع الى المقاومة

مبدا التشغيل الاساسى للمولد

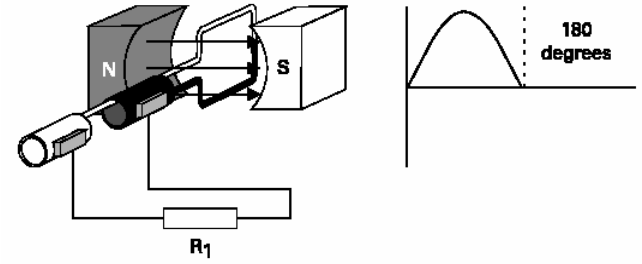
عند درجة 0 الذراع الموصل يكون موازى للمجال المغناطيسى و لا يقطع اى خطوط فيض مغناطيسى فيكون الفولت المتولد 0



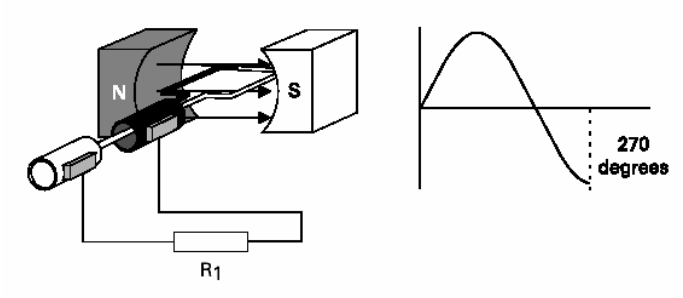
الذراع يدور من 0 الى 90 درجة
الذراع الموصل يقطع خطوط الفيض المغناطيسى حتى يحدث اعلى قيمة فولت فى الاتجاة الموجب



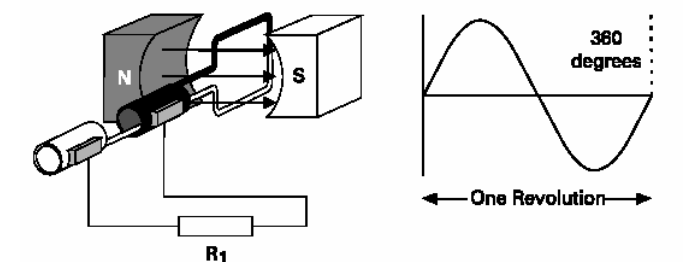
الذراع يدور من 90 الى 180 و الفولت يقل من اعلى قيمة موجبة الى 0



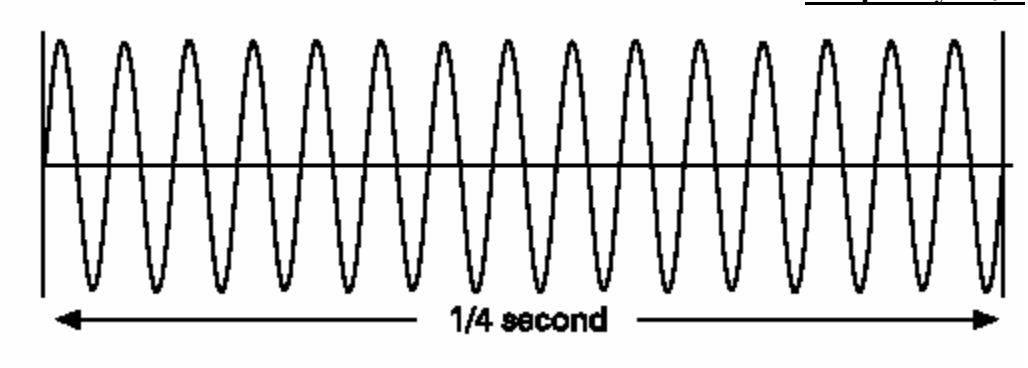
الذراع يستمر فى الدوران من 180 الى 270 يقطع خيوط فيض اكثر و لكن فى الاتجاة المعاكس حتى يحدث اعلى قيمة سالبة



الذراع يستمر فى الدوران من 270 الى 360 و الفولت التولد يقل من اعلى قيمة سالبة الى 0



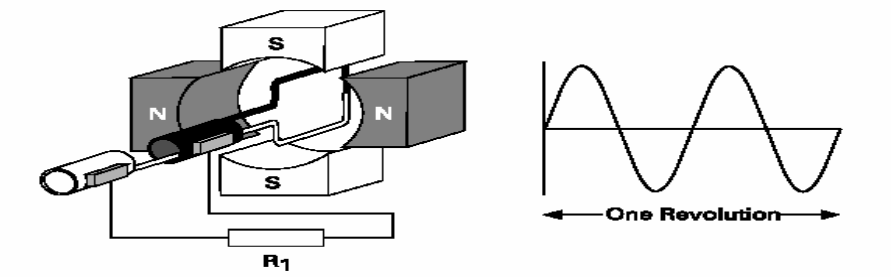
التردد frequency



عدد الدورات التى تتم فى الثانية الواحدة تسمى تردد

عندما يتكون 60 دورة فى الثانية معناها ان التردد 60 hz

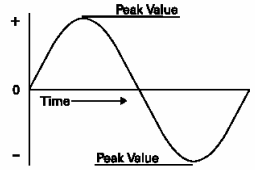
اربعة اقطاب لمولد تيار متردد



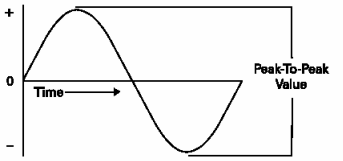
عند زيادة الاقطاب تزداد عدد الدورات فى اللفة الواحدة
فى حالة عدد اربع اقطاب يكون حدث عدد دورتين فى اللفة الواحدة (مولد التيار المتردد يكون دورة للفة الواحدة عند المرور بقطبين)

<u>الفولت و التيار</u>

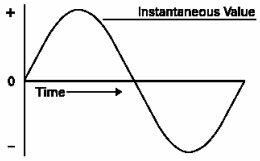
القيمة العيا : تحدث مرتين فى الاتجاة الموجب و السالب



القيمة العليا للعليا peak to peak



القيمة اللحظية



حسابها

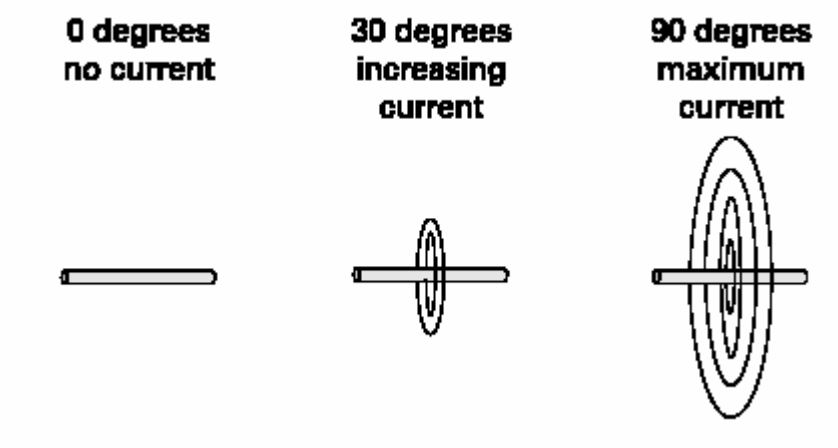
$E = V_{peak} \times \sin \Theta$

القيمة الفعالة للتيار المتردد RMS
لتحويل هذة القيمة التغيرة الى قيمة ثابتة مكافئة (اى اذا كان الفولت فى المتوسط 120 فولت
القيمة الفعالة = 0.707 *169.7
تعبر عنها بالتاثير الحرارى المكافئ عند المقارنة بال DC
1 A RMS= 1 A DC SAME RESISTANCE

الملفات inductance

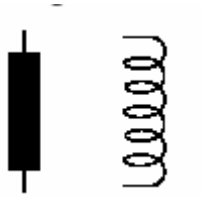
الذى تم دراستة من قبل هو الفولت و المقاومة و لكنهم ليسوا فقط المؤثرين فى سريان التيار (الملفات) ايضا لها خصائص فى معاوقة التغير فى التيار
المعاوقة تقاوم مرور التيار
الملفات تقاوم التغير فى سريان التيار و يعبر عنها l ووحدة القياس h hennery

سريان التيار و قوة المجال



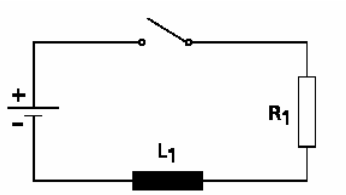
سريان التيار يولد مجال مغناطيسى فى الموصل و قيمة التيار تحدد قوة المجال
عند زيادة التيار تزداد قوة المجال و العكس
اى تغير فى التيار يطابق تغير فى المجال المحيط (التيار الثابت فى حالة ال dc) الا فى حالة فصل و توصيل الدائرة او اذا كان الحمل متغير
التيار يتغير بصورة ثابتة فى ال ac لذا فالتغير فى المجال المغناطيسى المحيط يولد فولت فى الموصل (فولت متولد بنفسة) و هذا الفولت يعوق التغير فى التيار و هذا يؤدى الى تاخير التيار فى وصولة للقيمة الثابتة المفترض الوصول لها
اذا زاد التيار هذة المعاوقة تحول ان تثبتة للاقل و اذا قل تحاول ان تثبتة للعلى مثل القصور الميكانيكى

الملف



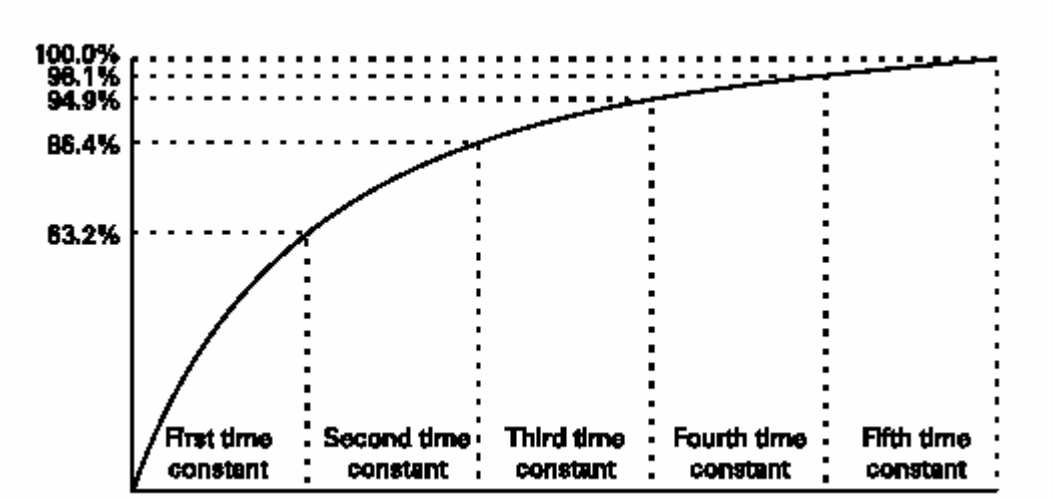
هو عبارة عن ملفات من السلك و ممكن ان تكون ملفوفة حول قلب و هى معاوقتة l تحدد بعدد اللفات و المسافة بين اللفات و قطر الملف و نوع مادة القللب و عدد طبقات اللف و نوعة و شكل الملف امثال الترنسات و المواتير و الفلاتر

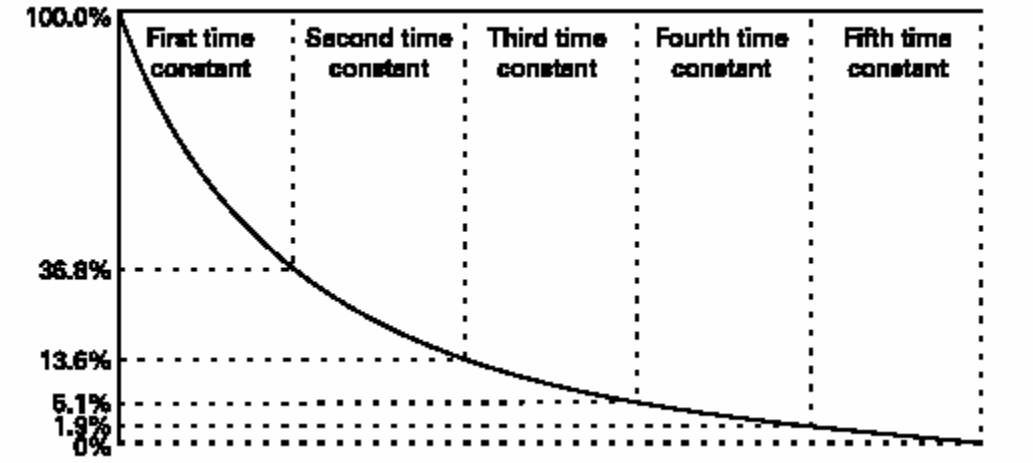
دائرة ملف بسيطة



فى الدوائر العادية للمقاومة تغير التيار لحظى
عند استخدام ملف التيار لا يتغير فى نفس الوقت
فى هذة الدائرة الحالة الابتدائية ان المفتاح مفتوح لذلك لا يمر تيار عند غلق المفتاح التيار سوف يعلو بسرعة ثم يبدا ان يقل معدل ارتفاعة عند القرب من القيمة العليا

ثابت الوقت للملفات(τ) = الوقت المطلوب للوصول للقيمة العليا = l/r

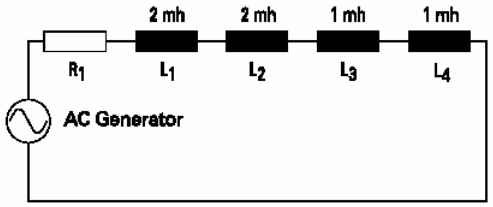




حساب الملفات المتوالية

Lt= L1+L2+L3+L4
=2mh+2mh+ 1mh+ 1mh=6mh

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$



$$L_t = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$
$$L_t = 2\ mh + 2\ mh + 1\ mh + 1\ mh$$
$$L_t = 6\ mh$$

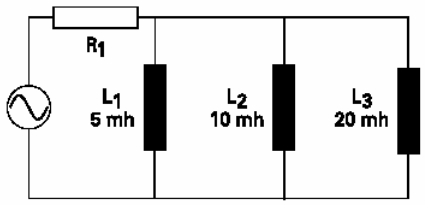
حساب الملفات المتوازية

1/LT=1/L1+1/L2+1/L3

= 7/20

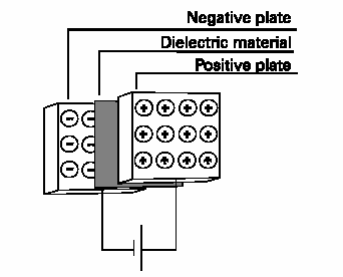
=2.86 MH

$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$



$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}$$
$$\frac{1}{L_t} = \frac{7}{20}$$
$$Lt = 2.86\ mh$$

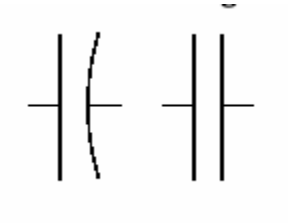
المكثفات



هى قدرة الدائرة على تخزين الشحنة الكهربية

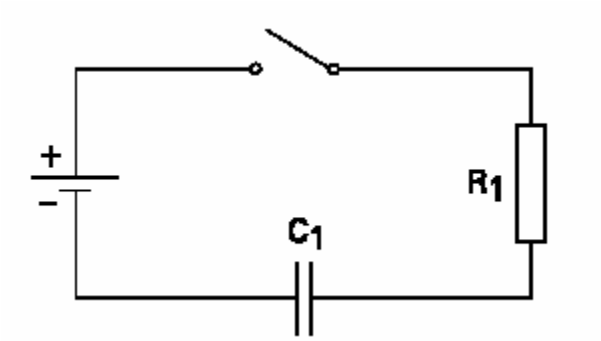
المكثف : مكون من شريحتين موصلتين بينهما طبقة رفيعة من مادة عازلة

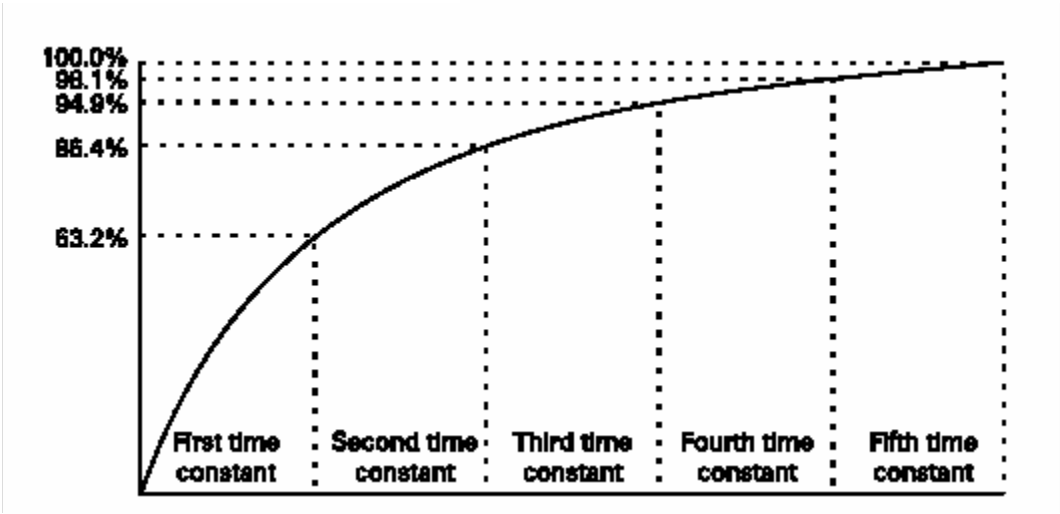
عند وجود فولت على الشرائح الموصلة فان احد الشرائح تحتوى على الكثير من الاليكترونات و الاخرى لا و لا يمر التيار فى حالة التيار الثابت
قيمة المكثف تعتمد على مساحة الشرائح و المسافة بينهما و نوع مادة العلزل
وحدة القياس farad F

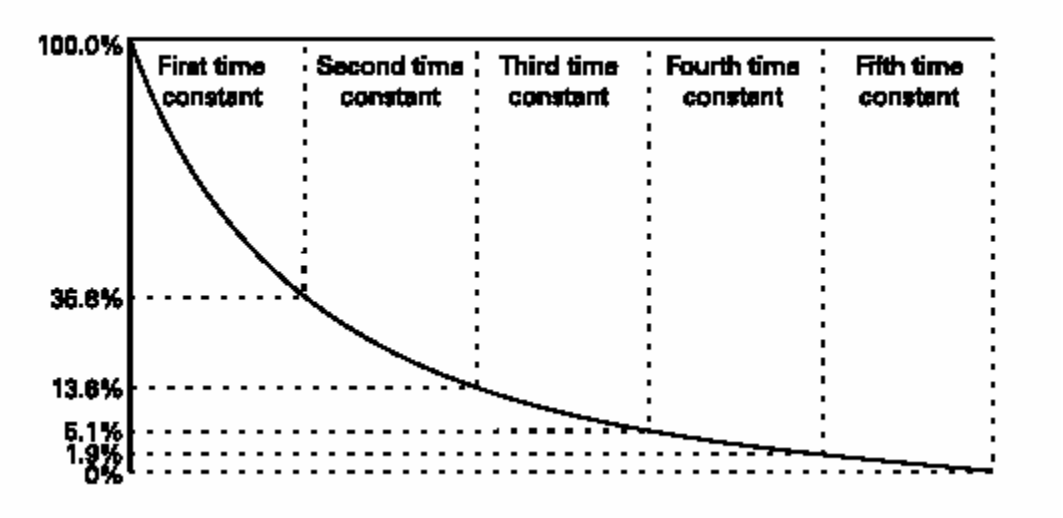


دائرة مكثف بسيطة

الدائرة مبدئيا المفتاح مفتوح لا فولت يوجد على المكثف ، الفولت سيزداد مرة واحدة حتى 63.2% و بعدها يزداد ببطء حتى يصل للقيمة العليا



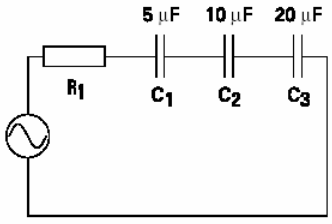




دائما عند فصل المفتاح يأخذ 6 اضعاف الوقت الثابتحتى يصل الى صفر

حساب المكثفات الموجودة على التوالى

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}$$

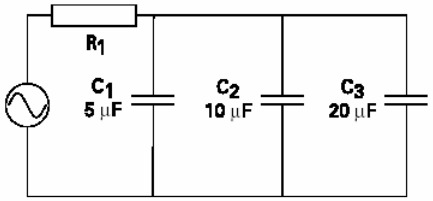
$$\frac{1}{C_t} = \frac{7}{20}$$

$$C_t = 2.86\ \mu F$$

حساب المكثفات الموجودة على التوازى

-

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$



$$C_t = 5\ \mu F + 10\ \mu F + 20\ \mu F$$
$$C_t = 35\ \mu F$$

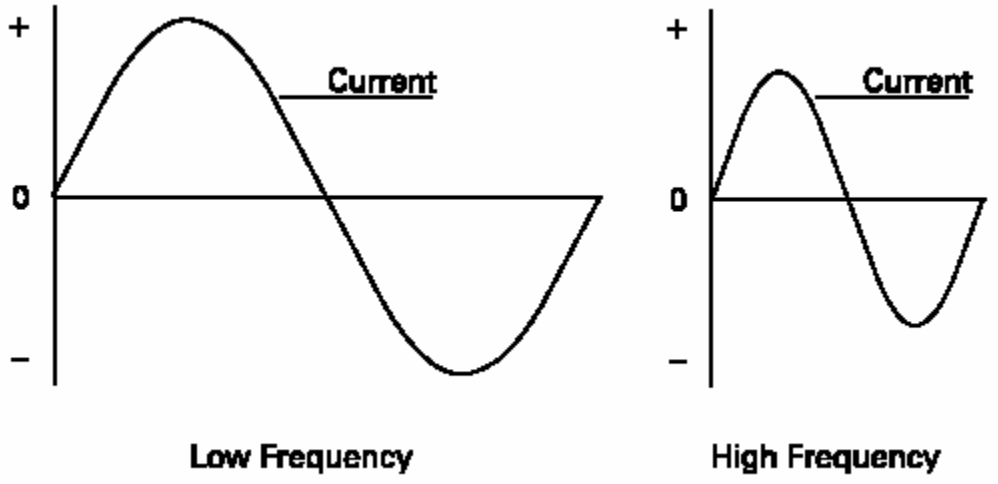
المعاوقة المتولدة بسبب الملفات و المكثفات

المقاومة فى دوائر التيار الثابت ، المعاوقة فى دوائر التيار المتردد المحسوبة على ملفات و مكثفات (Z)

المعاوقة المتولدة من الملفات XL

عند تغير التيار فى دوائر التيار المتردد فان الملفات تعاوق هذ هذا التغير فى التيار بصورة ثابتة
هذه المعاوقة تعتمد على قيمة (L) ، التردد

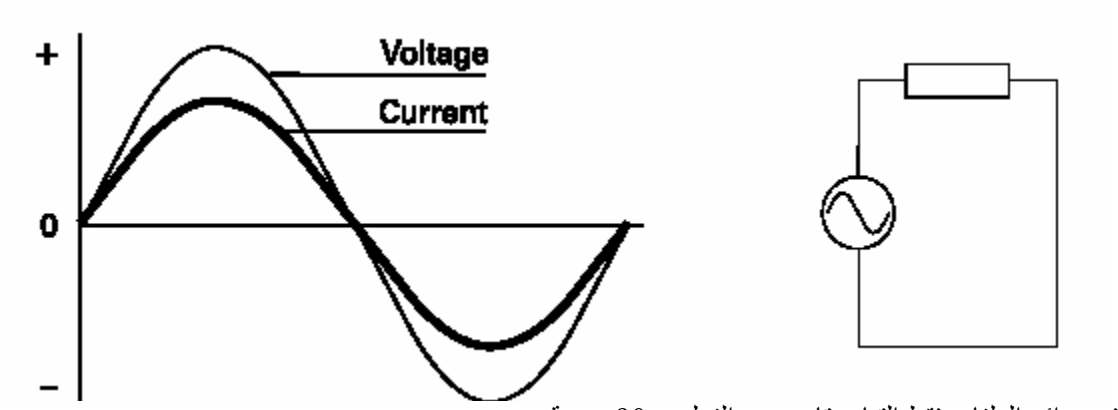
عندما يكون التردد منخفض يأخذ التيار وقت اعلى للوصول للقيمة العليا
عندما يكون التردد عالى التيار يصل للقيمة العليا بسرعه
و الفولت يظل ثابت و التيار يصل الى قيمة اعلى فى حالة التردد المنخفض



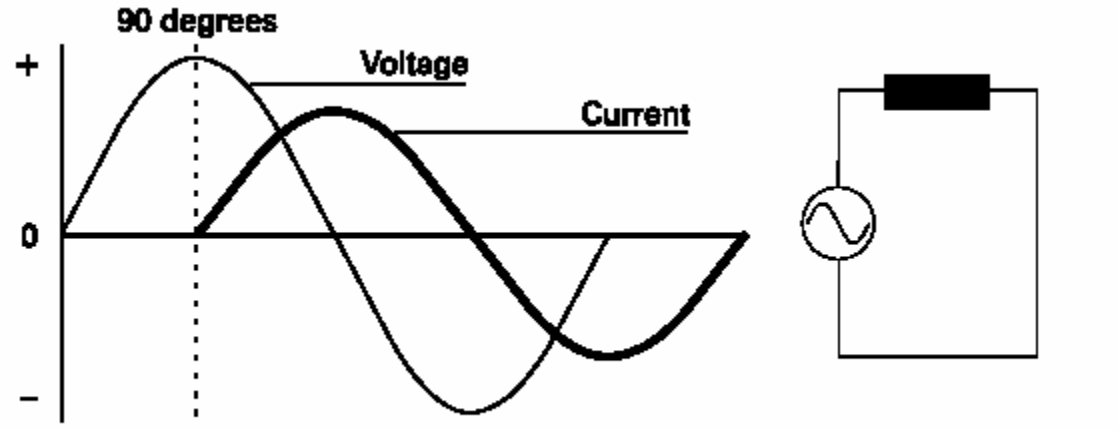
$$X_L = 2\pi fL$$
$$X_L = 2 \times 3.14 \times frequency \times inductance$$

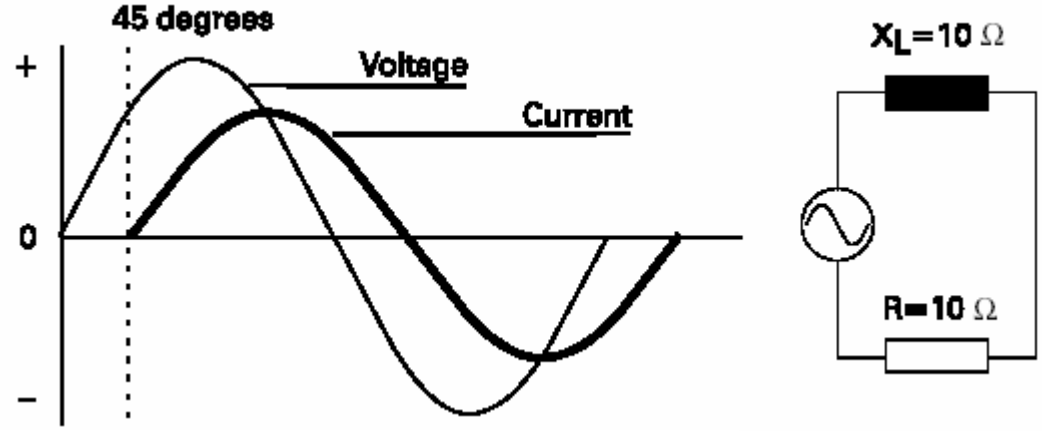
علاقة التيار و الفولت فى دوائر الملفات

فى دوائر المقاومة و التيار و الفولت يتغيران سويا فى نفس الوقت



فى دوائر الملفات فقط التيار يتاخر عن الفولت بـ90 درجة



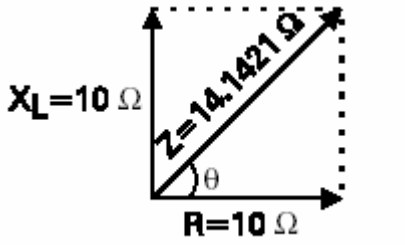


$$Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}$$

$$Z = \sqrt{10^2 + 10^2}$$
$$Z = \sqrt{200}$$
$$Z = 14.1421\ \Omega$$

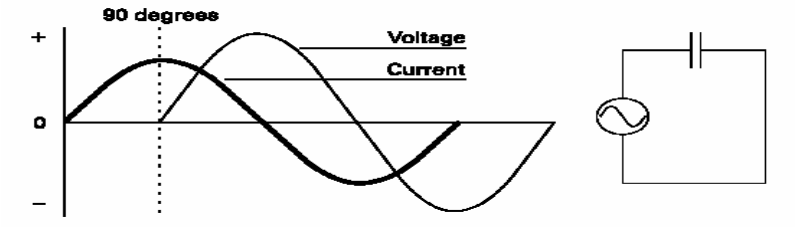
المتجهات

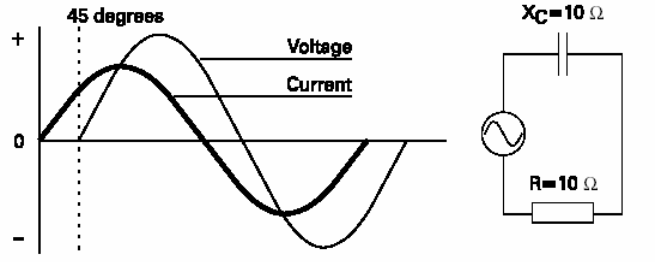
هى طريقة للتمثيل الرسمى للقيمة و الاتجاة



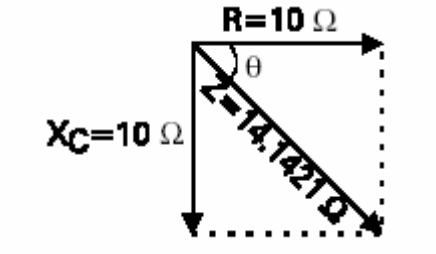
المعاوقة المتولدة من المكثفات

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$



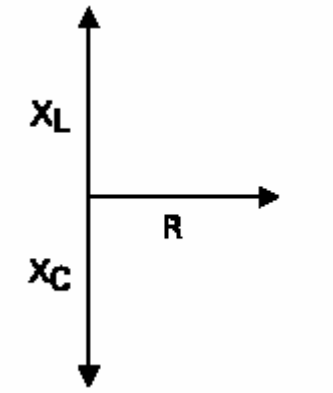


$$Z = \sqrt{R^2 + X_C{}^2}$$



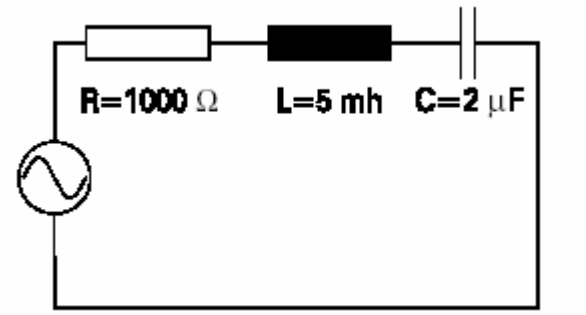
دوائر R, L , C متوالية

XL = XC الدائرة مقاومة



- Resistive if X_L and X_C are equal
- Inductive if X_L is greater than X_C
- Capacitive if X_C is greater than X_L

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$



$$X_L = 2\pi fL$$
$$X_L = 6.28 \times 60 \times .005$$
$$X_L = 1.884\ \Omega$$

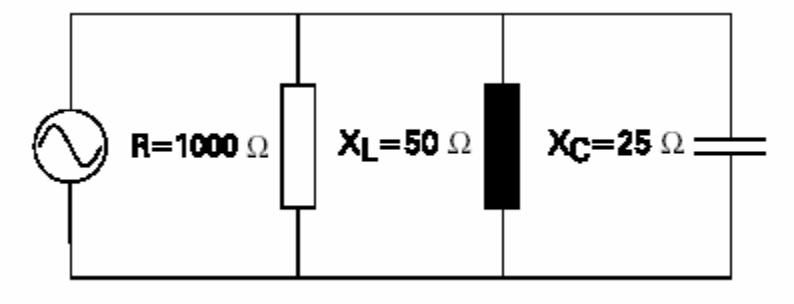
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$
$$X_C = \frac{1}{6.28 \times 60 \times .000002}$$
$$X_C = 1,327\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$
$$Z = \sqrt{1000^2 + (1.884 - 1,327)^2}$$
$$Z = \sqrt{1,000,000 + (-1,325.116)^2}$$
$$Z = \sqrt{1,000,000 + 1,755,932.41}$$
$$Z = \sqrt{2,755,932.41}$$
$$Z = 1,660.1\ \Omega$$

دوائر R, L , C المتوازية

$$Z_t = \frac{E_t}{I_t}$$

$$I_t = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$



$$I_R = \frac{E}{R}$$
$$I_R = \frac{120}{1000}$$
$$I_R = .12 \text{ amps}$$

$$I_L = \frac{E}{X_L}$$
$$I_L = \frac{120}{50}$$
$$I_L = 2.4 \text{ amps}$$

$$I_C = \frac{E}{X_C}$$
$$I_C = \frac{120}{25}$$
$$I_C = 4.8 \text{ amps}$$

$$I_t = \sqrt{I_R{}^2 + (I_C - I_L)^2}$$
$$I_t = \sqrt{.12^2 + (4.8 - 2.4)^2}$$
$$I_t = \sqrt{.0144 + 5.76}$$
$$I_t = \sqrt{5.7744}$$
$$I_t = 2.4 \text{ amps}$$

$$Z_t = \frac{E_t}{I_t}$$
$$Z_t = \frac{120}{2.4}$$
$$Z_t = 50\ \Omega$$

power & power factorالقدرة و معامل القدرة

القدرة المستهلكة فى المقاومة تستهلك كحرارة و لا تعود للمصدر و هى القدرة و هى معدل الطاقة المستخدم
فى حالة التيار المتردد (التيار يزداد للقيمة العليا و يعود الكثير من المرات فى الثانية)
الطاقة المخزنه فى المجال المغناطيسى للملف او المكثف تعود للمصدر عندما يتغير التيار فى الاتجاة (القدرة فى
حالة التيار المتردد) هى المجموع الاتجاهى للقدرة الحقيقة و الغير نشطة

The formula for apparent power is:

$$P = EI$$

$$P = EI \cos \theta$$

True power is measured in watts.

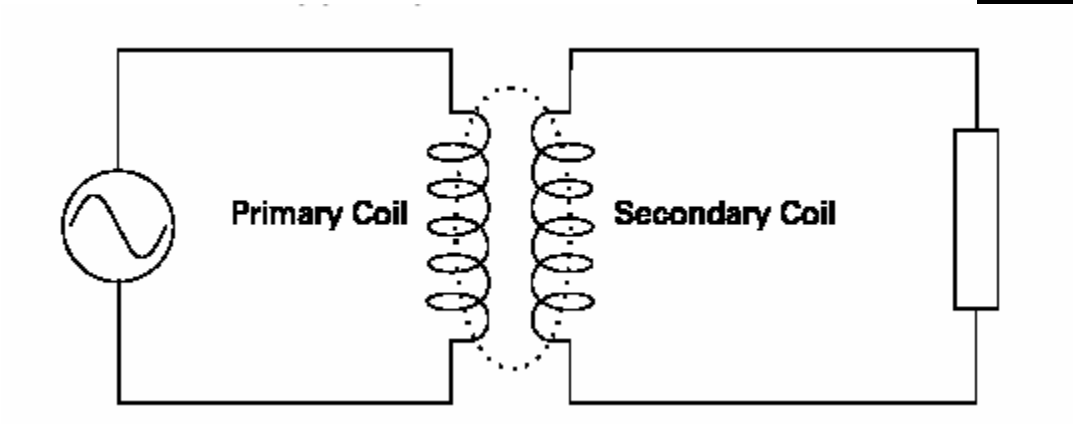
معامل القدرة PF

هو نسبة القدرة الحقيقة الى القدرة الغير نشطة فى دوائرAC
عندما تكون PF = 1 اى ان الوائر مقاومة
اى ان كل القدرة المسحوبة استهلكت فى حرارة

فى دوائر الملفات هذا معناه ان الدائرة رجعت كل القدرة المسحوبة الى المصدر مرة اخرى

$$PF = \frac{EI \cos \theta}{EI} \qquad PF = \frac{PT}{PA}$$
$$PF = \cos \theta$$

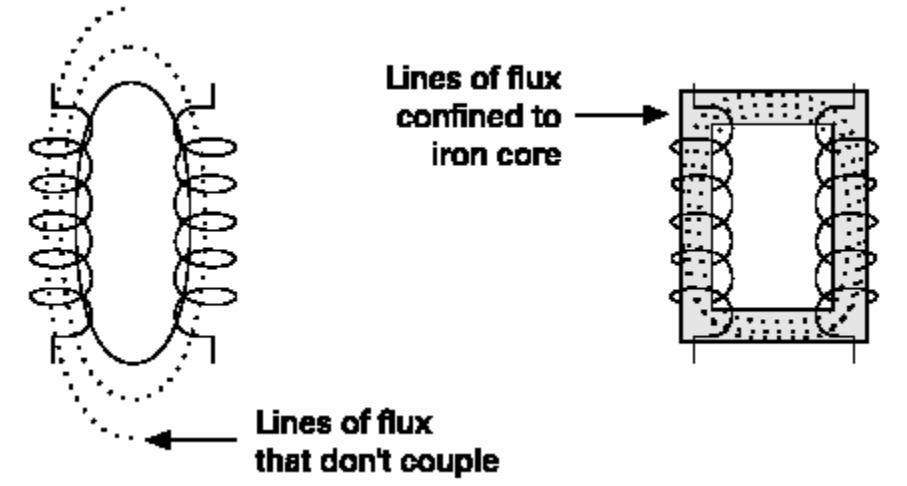
المحولات



هو جهاز كهرومغناطيسى ينقل الكهرباء بالشحن المتبادل
المحولات تستخدم لرفع الضغط (لنقلة) او لخفضه (لتوزيعه)
معظم استخداماتها فى نقل الكهرباء و توزيعها.

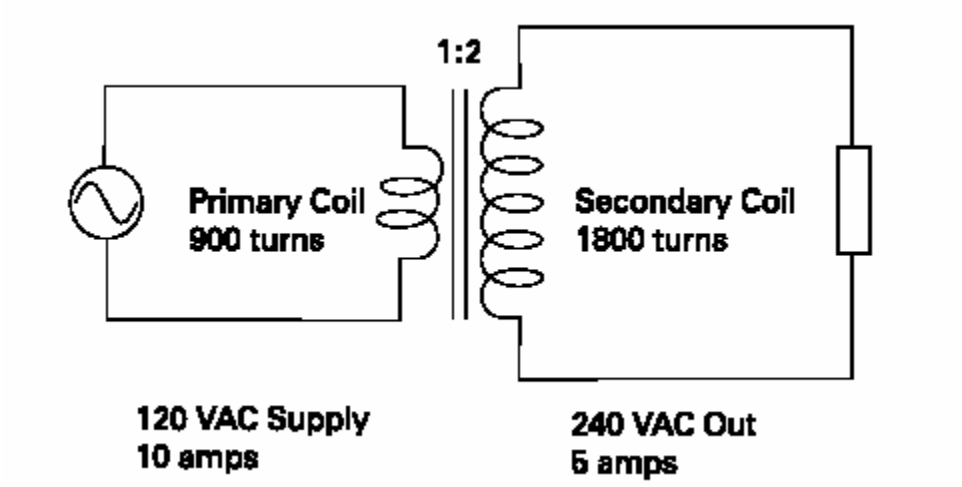
معامل التوصيل

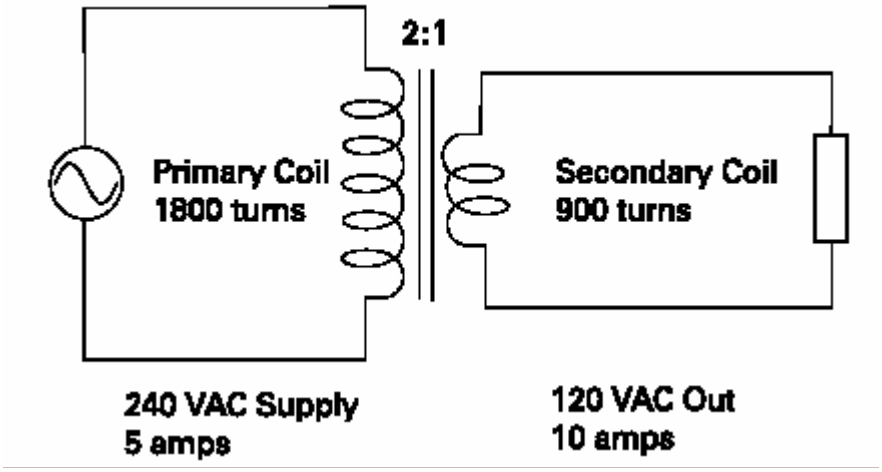
تعتمد على التوصيل بين الملفين (القيمة العليا تحدث عن انتقال كل الخطوط من الملف الابتدائى الى الثانوى ..
لزيادة هذا المعامل يستبدل القلب الهوائى بقلب حديد لحصر سريان الخطوط

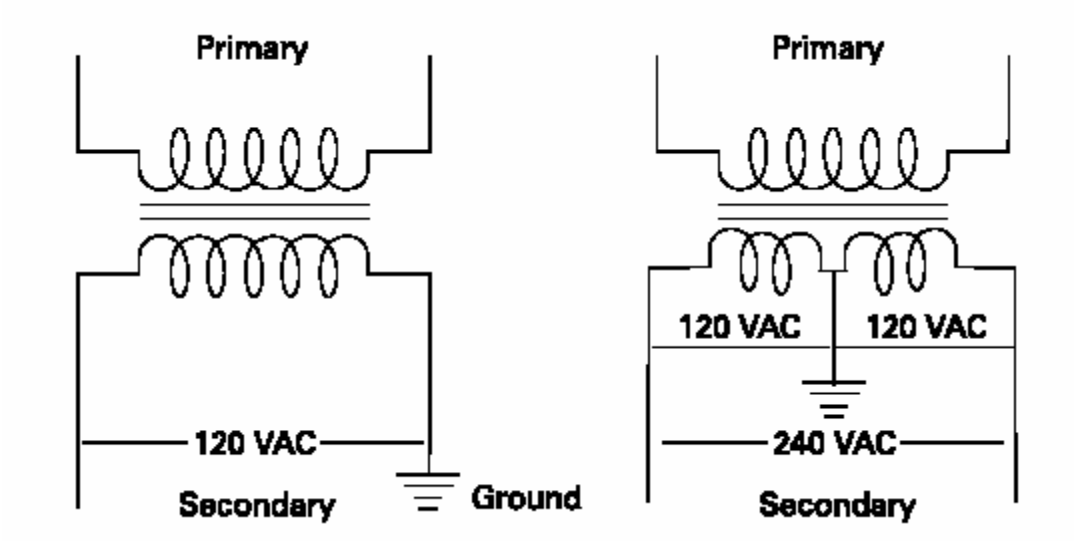


الفولت و التيار و عدد اللفات

1- محولات رفع الجهد : تكون عدد ملفات الملف الابتدائى اقل من عدد لفات الملف الثانوى
2- محولات خفض الجهد : تكون عدد ملفات الملف الابتدائى اكثر من عدد ملفات الملف الثانوى







حسابات

E_S = secondary voltage
E_P = primary voltage
I_S = secondary current
I_P = primary current
N_S = turns in the secondary coil
N_P = turns in the primary coil

To find voltage:

$$E_S = \frac{E_P \times I_P}{I_S} \qquad E_P = \frac{E_S \times I_S}{I_P}$$

To find current:

$$I_S = \frac{E_P \times I_P}{E_S} \qquad I_P = \frac{E_S \times I_S}{E_P}$$

To find the number of coil turns:

$$N_S = \frac{E_S \times N_P}{E_P} \qquad N_P = \frac{E_P \times N_S}{E_S}$$

Np/ns=ep/es=is/ip

معايرة المحولات

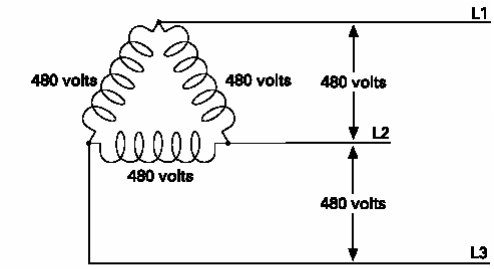
لان الاحمال ليست مقاومة (KVA)
للملف الابتدائى بالمثل للثانوى (KVA)

فقدان المحولات

فى الحرارة و القلب و الاسلاك بعض الفقدان فى القلب يقلل عن طريق تقسيم القلب الى اجزاء

محولات ثلاثية الاطوار

Deltta -1
احياناً يكون التيار المسحوب من جميع الاطوار متساوى و احيانا لا



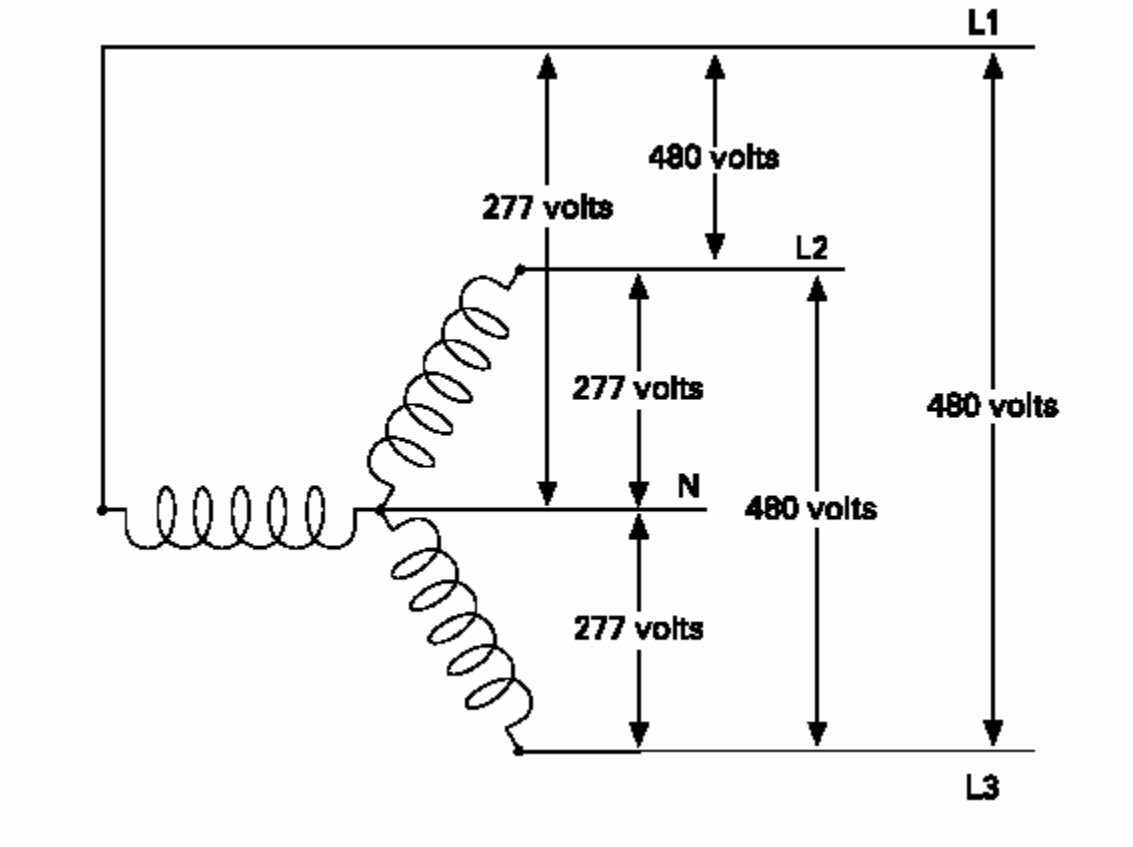
L1 to L2 = 480 volts
L2 to L3 = 480 volts
L1 to L3 = 480 volts

$$I_{L1} = \sqrt{I_A{}^2 + I_B{}^2 + (I_A \times I_B)}$$

$$I_{L2} = \sqrt{I_B{}^2 + I_C{}^2 + (I_B \times I_C)}$$

$$I_{L3} = \sqrt{I_A{}^2 + I_C{}^2 + (I_A \times I_C)}$$

STAR -2

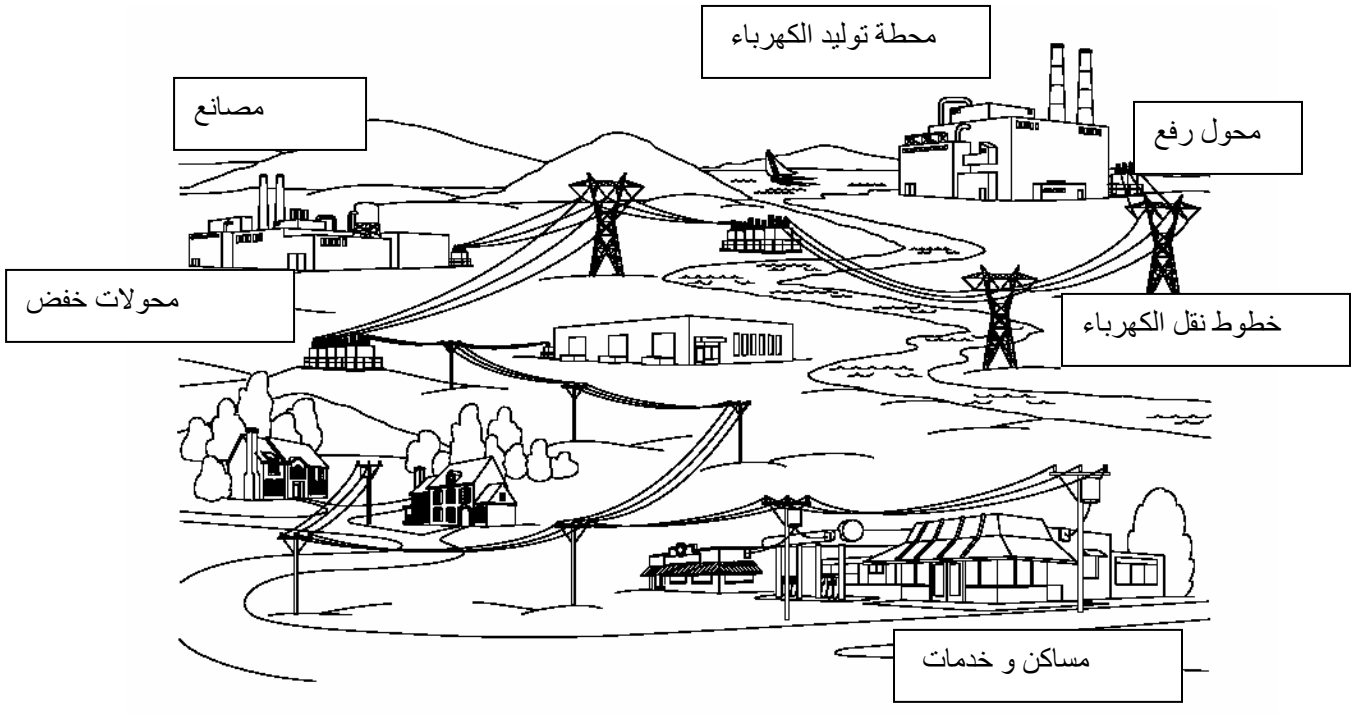


Vline to line >vline to ground

الفصل الثانى
المنتجات الكهربية

1-مواتير motors ، ضواغط compressor ، مضخات pumps
2- وصلات طويلة busway
3- قواطع الدوائر الكهربية circuit breakers
4- مكونات تحكم control component
5- مفاتيح كهرباء enclosed switches
6- لوحات اتصال بين الانسان و الماكينة HMI
7- تحكم فى الاضاءة lighting control
8- مركز الاحمال load centers
9- عدادات metering
10- متحكم فى السرعات motion control and servo drives
11-وحدات تحكم فى المواتير motor control center
12- لوحات الكهرباء panel board
13- مرابقة انظمة الكهرباء power monitoring system
14- مصادر الكهرباء power supplies
15- انظمة التحكم فى العمليات process control center
16- الوحدات المركزية فى التحكم المنطقى plc
17- لوحات الكهرباء switch board
18- توزيع الكهرباء switch gear
19- محولات transformers
20- تحكم فى تغير السرعات variable speed control

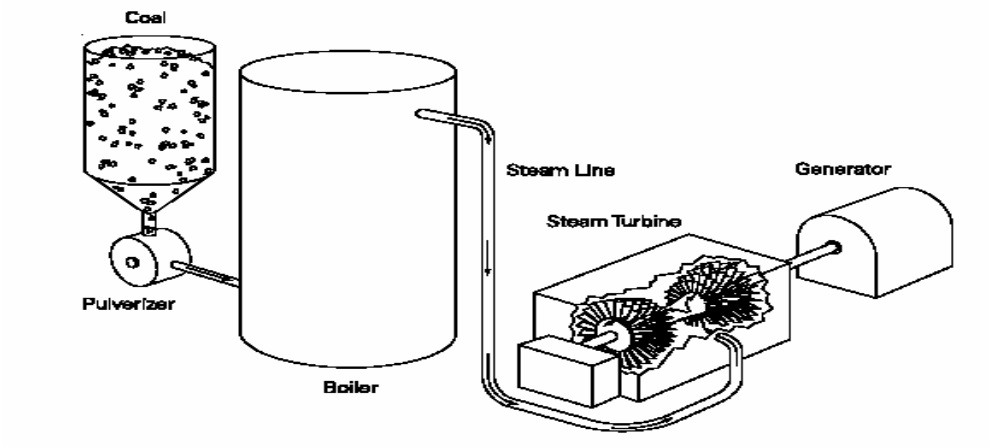
توليد الطاقة



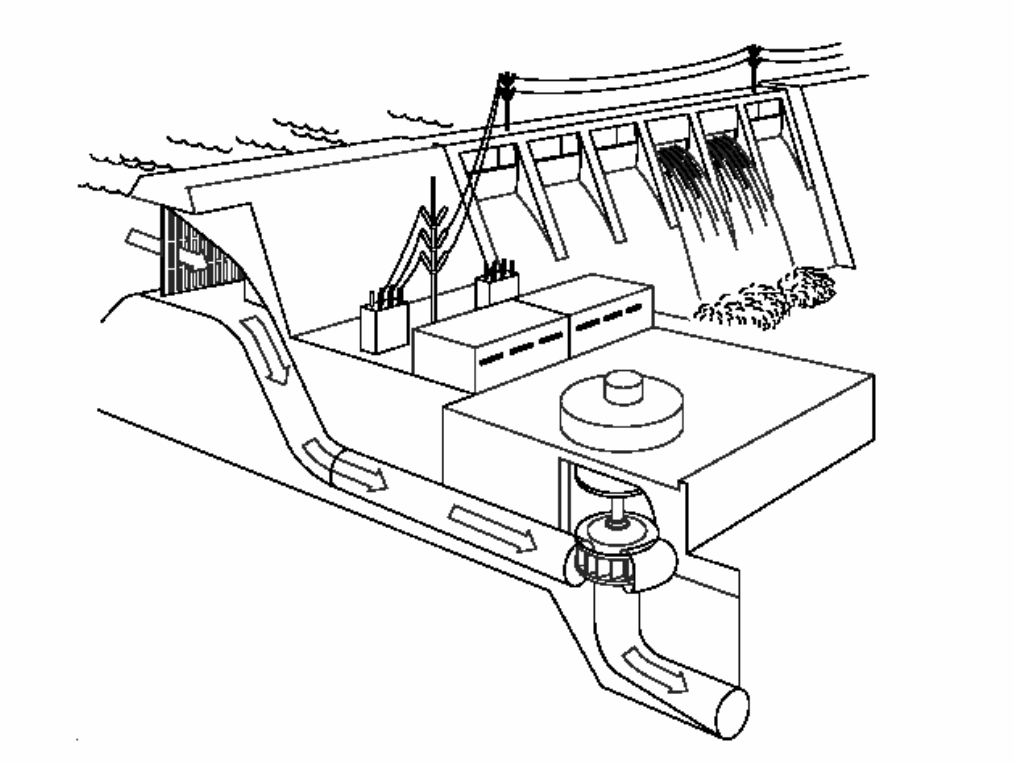
مصادر توليد الكهرباء

الفحم ، الزيوت ، اليورانيوم

التوليد عن طريق الفحم

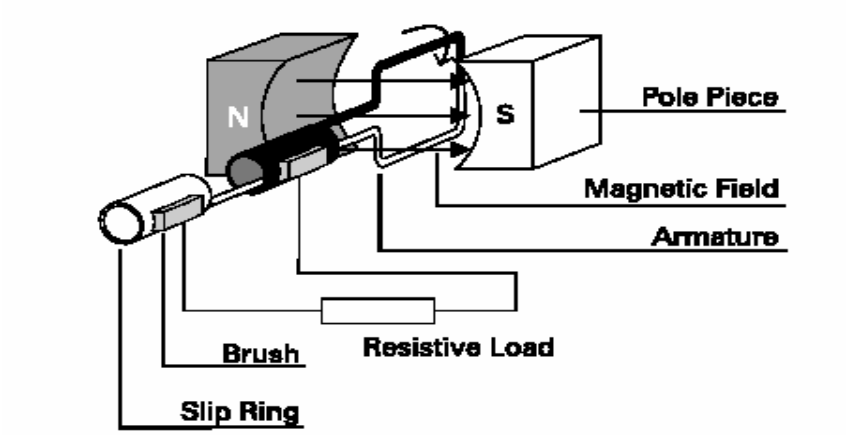


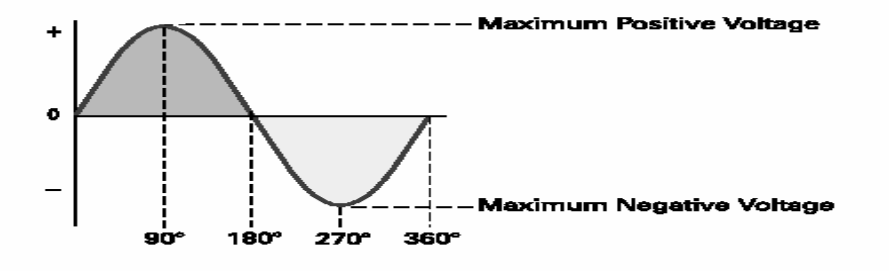
التوليد عن طريق الماء



مولد الكهرباء

تعمل بنظرية الكهرومغناطيسية
عند دوران موصل خلال مجال مغناطيسى يتولد فرق جهد على الموصل
عند دوران الملفات دورة كاملة يتولد موجة كهربية
عند دوران الملف 3600 مرة فى الدقيقة RPM يكون التردد 60 هرتز

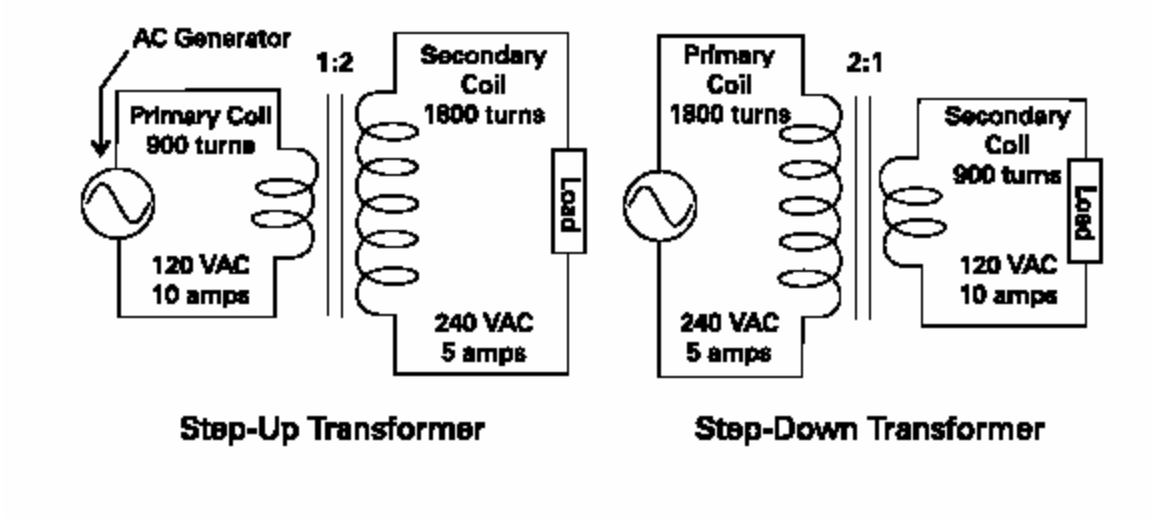




نقل الكهرباء

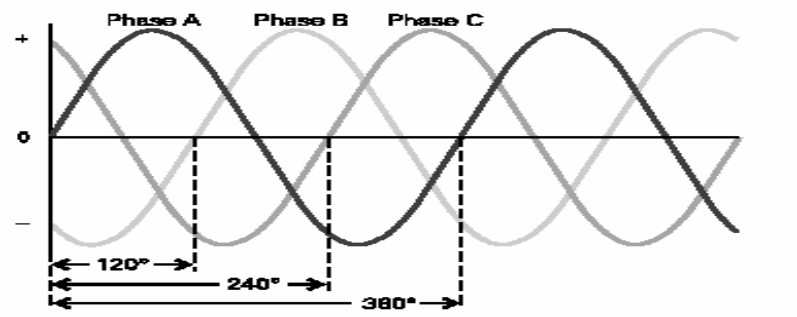
بعد ما تمكن المولد الكهربى من تحويل الطاقة الميكاتيكية الى طاقة كهربية نحتاج لنقها (لابد من رفع الجهد و تقليل التيار) لتقليل فقد الطاقة $I^2 T$ (مقدار فقد الطاقة فى كابلات نقل الكهرباء) و عند وصول الطاقة الى المكان المراد نحتاج الى تقليل الفولت و رفع التيار (محولات خفض)

المحولات

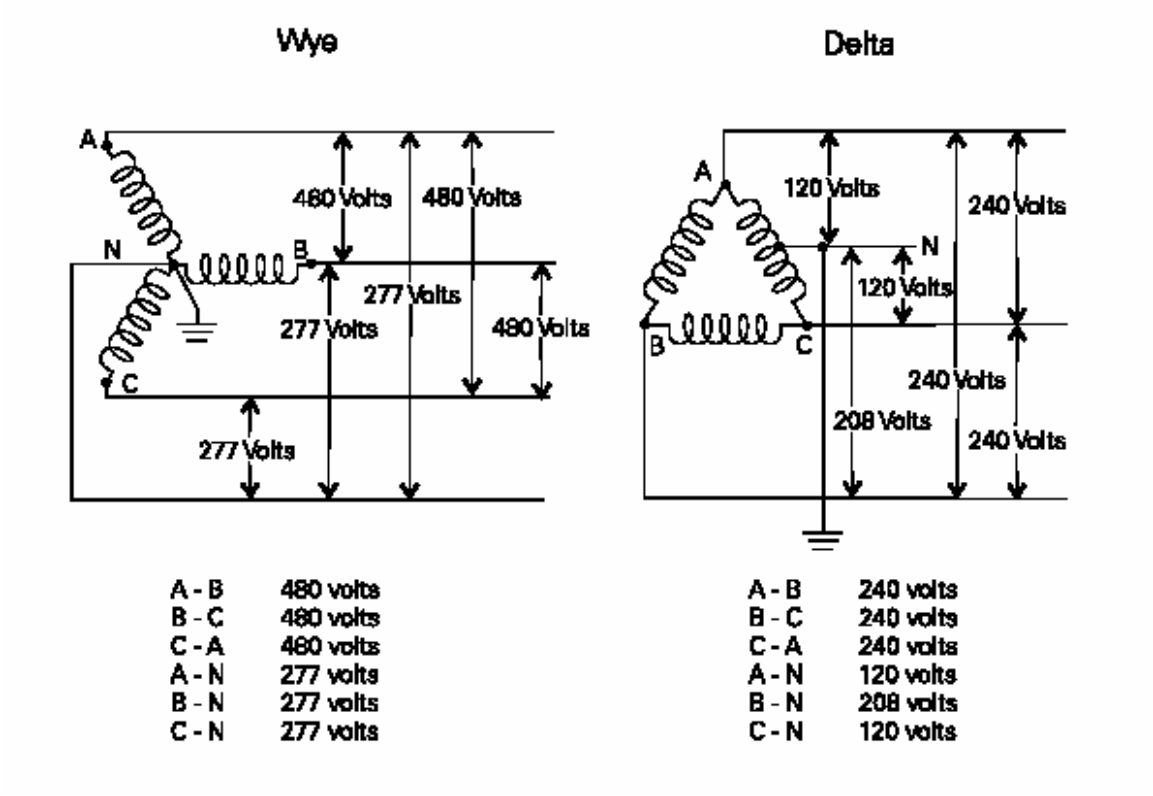


الكهرباء ثلاثية الاطوار 3 phase

كل طور يبعد عن الاخر ب 120 درجة

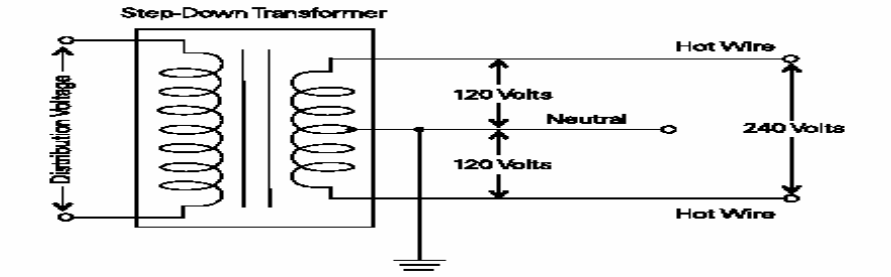


محولات ثلاثية الاطوار



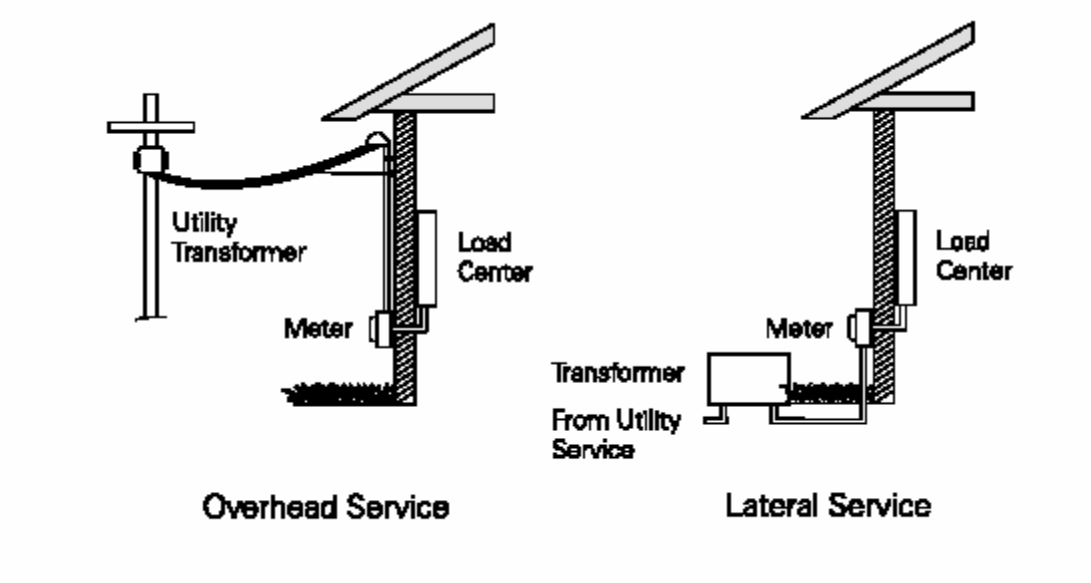
التطبيقات المدنية residential applications

مصدر الكهرباء المستخدم



تستخدم فى اغراض الاضاءة و التسخين و التبريد و الطهى

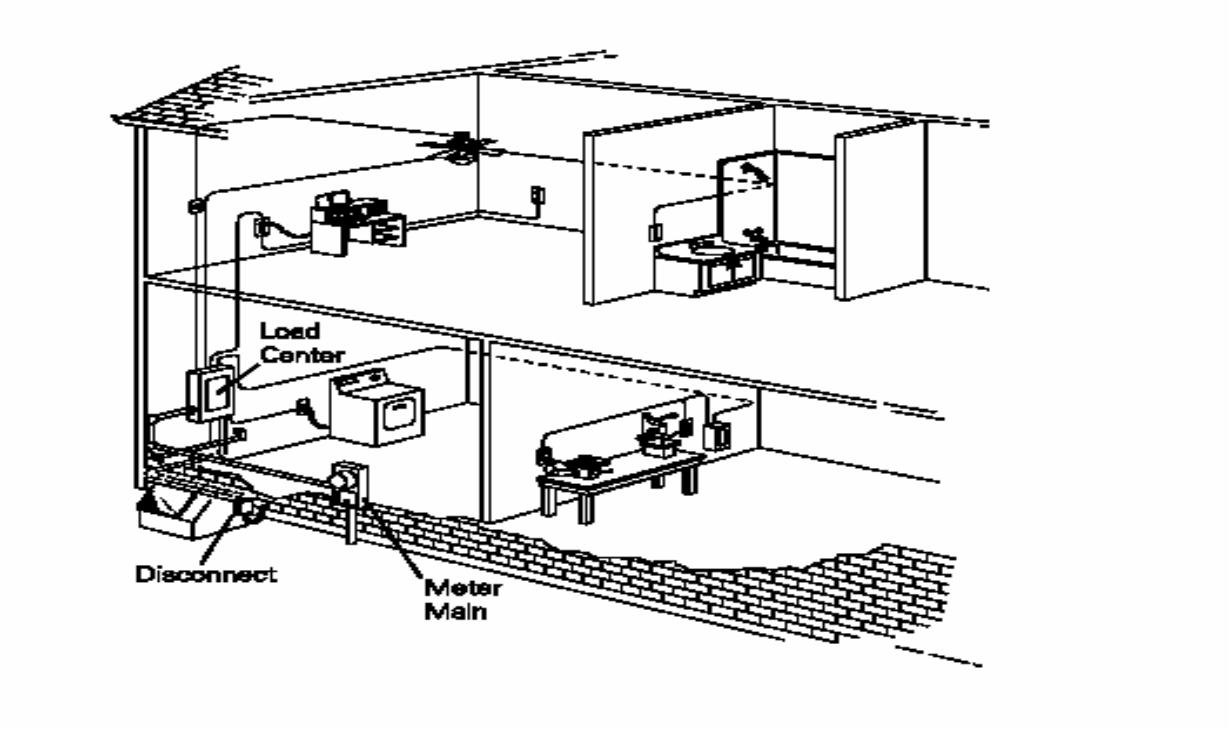
مدخل الخدمة



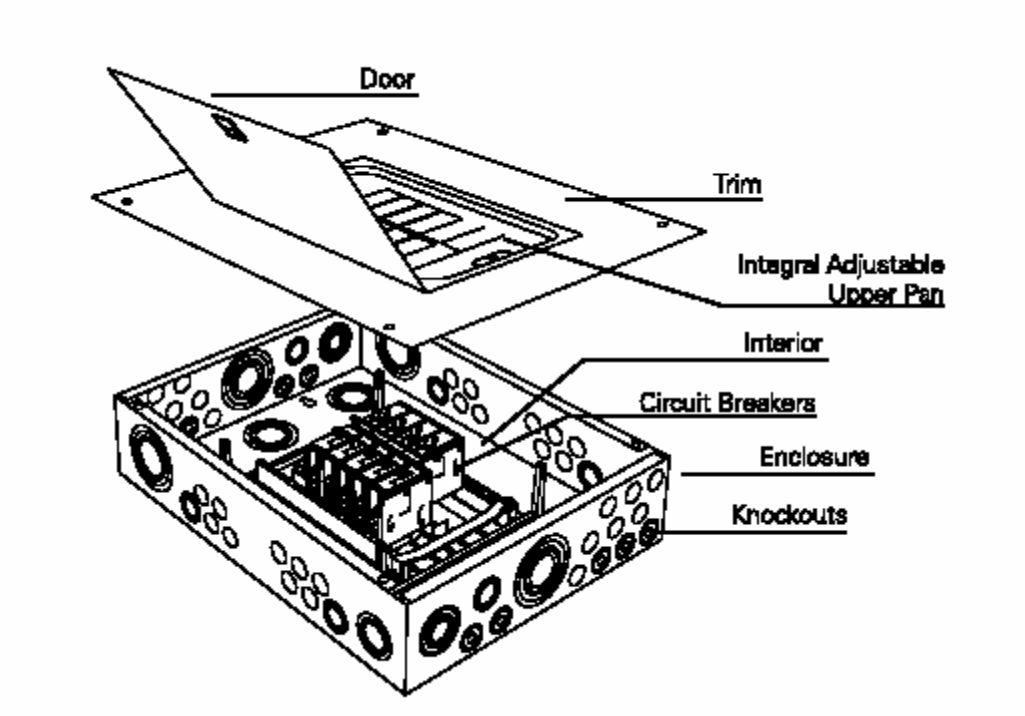
العداد

يستخدم لتحديد كمية الكهرباء المسحوبة لحساب الفاتورة

<u>مركز الاحمال و التوزيع</u>

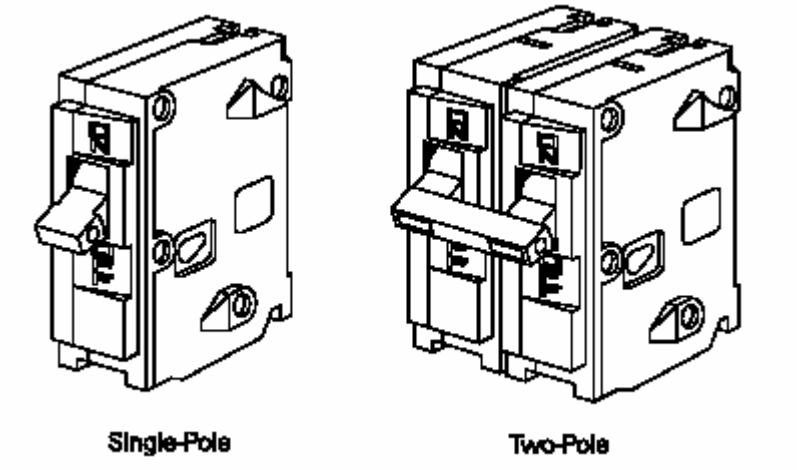


<u>مركز الاحمال</u>

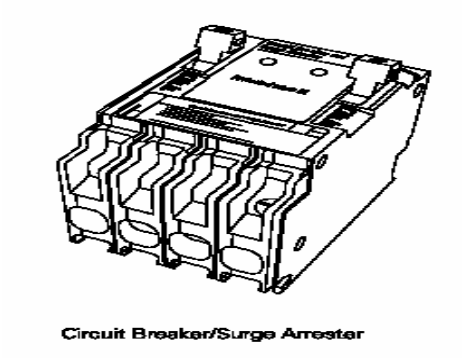


قواطع الدوائر الكهربية circuit breakers

هى طريقة لتوصيل الكهرباء و قطعها و ايضا يستخدم للحماية من زيادة سحب التيار
وهى متوفرة من 15-125 امبير و 120-230 فولت

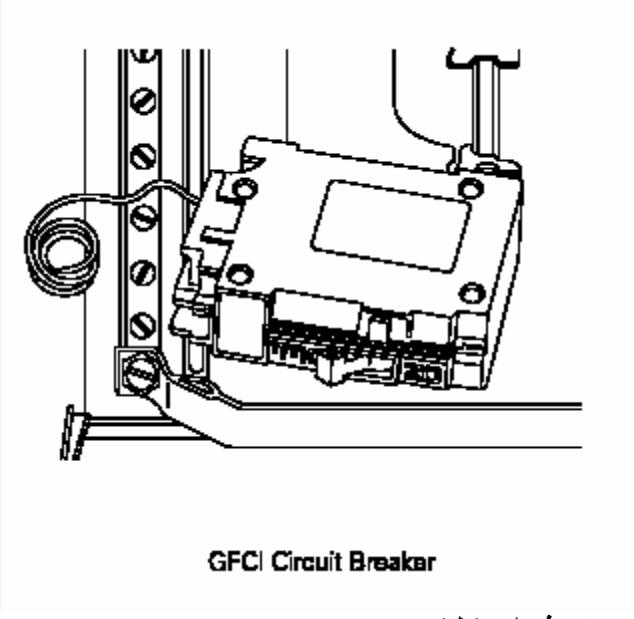


هناك ايضا منتج يقوم بقطع التيار و توصيلة و الحماية من العلو المفاجئ فى التيار



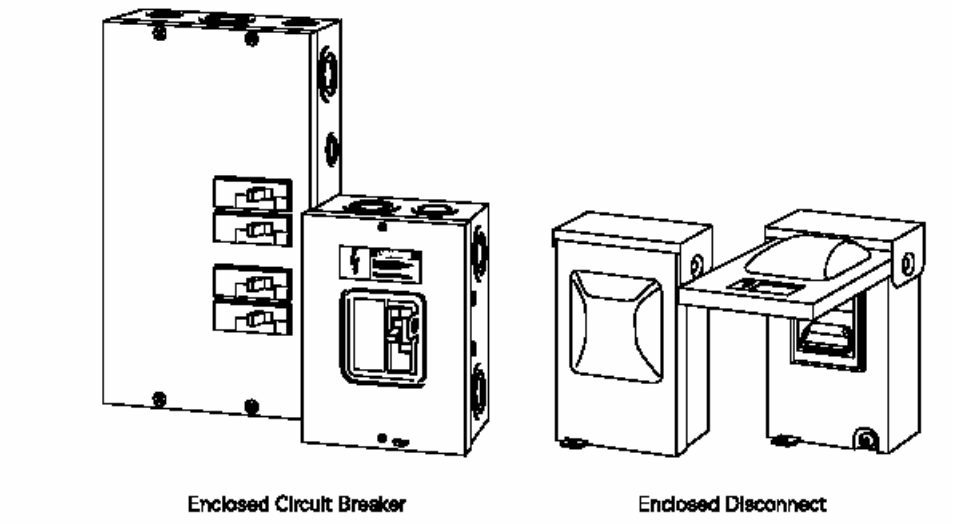
Circuit Breaker/Surge Arrester

ايضا يوجد بعضهم يحس من اخطاء الارضى ووصول الكهرباء فى الارضى و يوضع فى الحمام



GFCI Circuit Breaker

وحدات فصل مغطاة

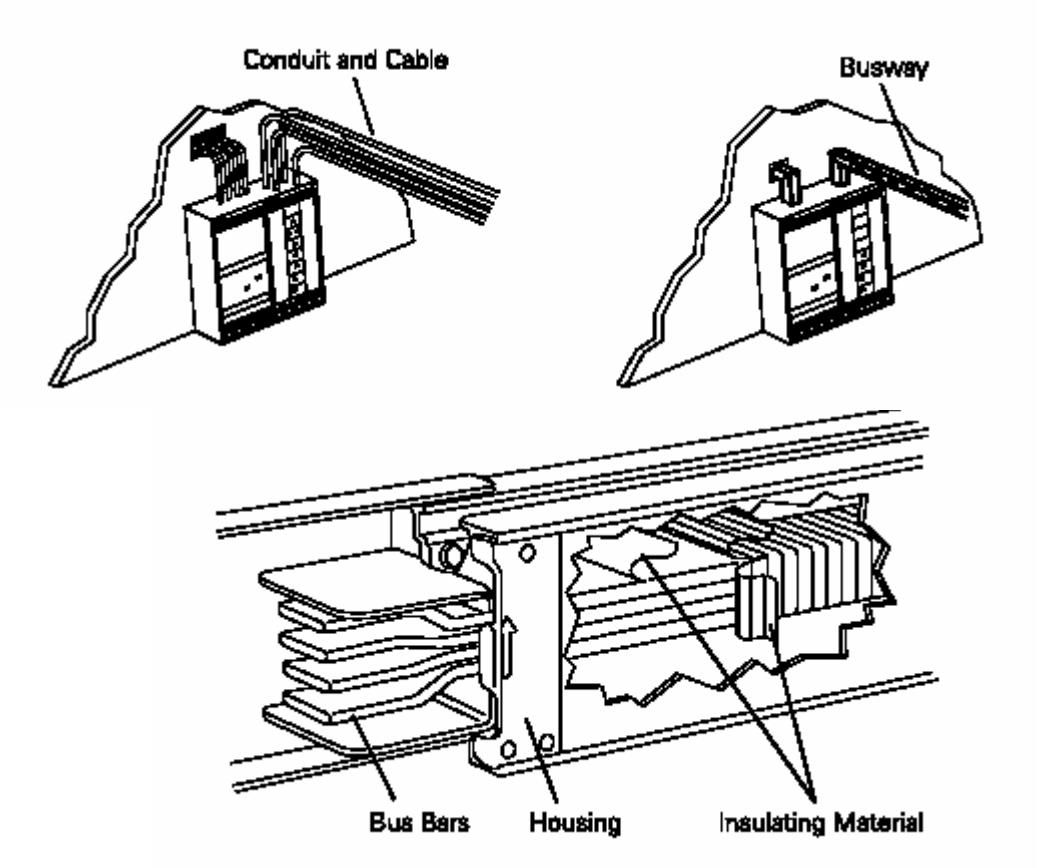


Enclosed Circuit Breaker

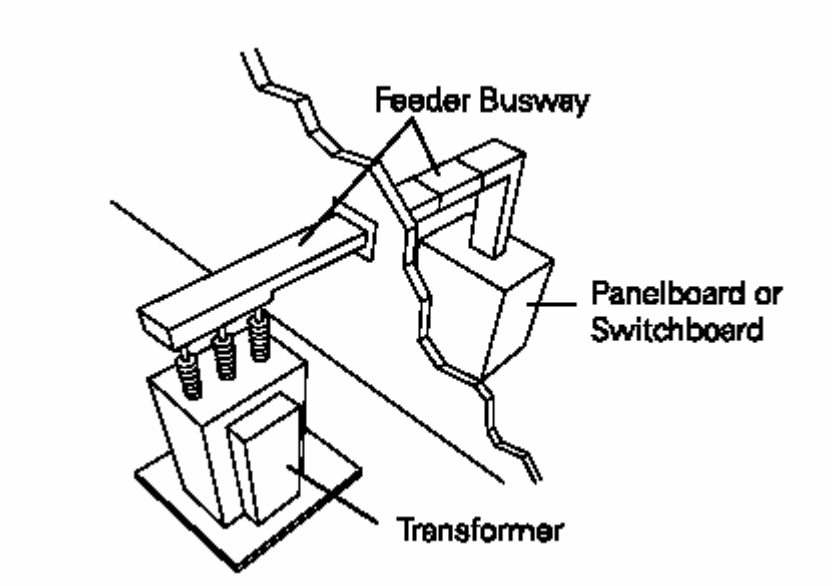
Enclosed Disconnect

التطبيقات الاستهلاكية commercial applications

المكاتب و الفنادق و المطاعم
الوصلات الكهربية busway

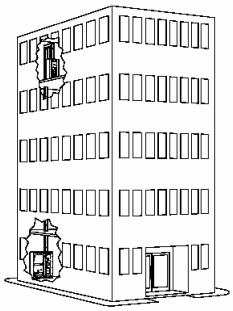


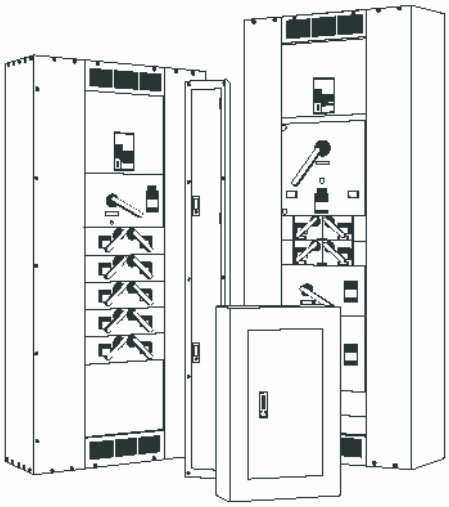
دخول الكهرباء



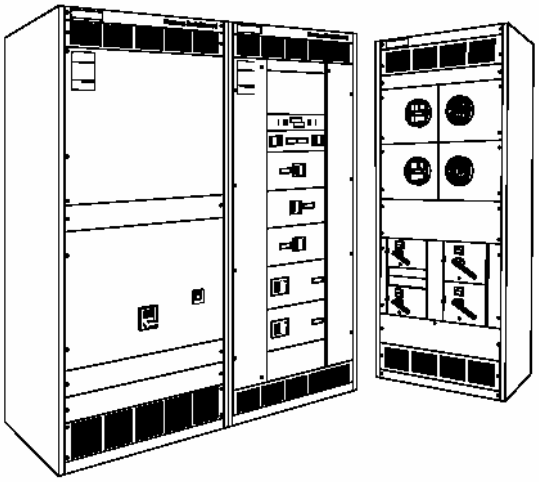
توزيع الكهرباء

الوصلات الكهربية





Panelboards

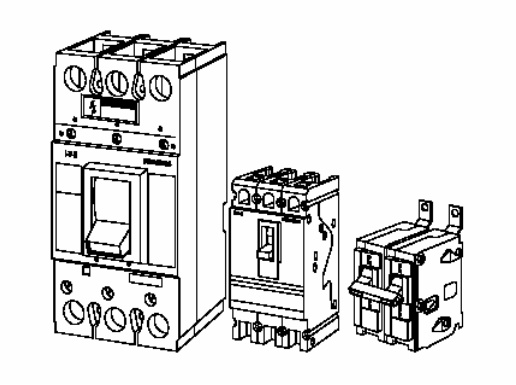


Switchboards

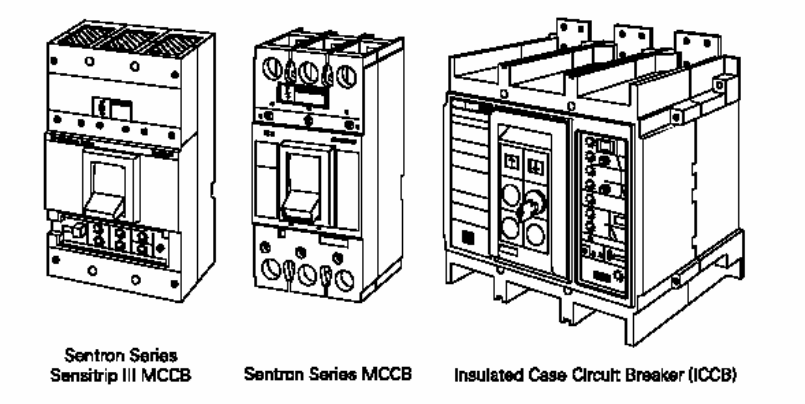
Switch board لوحات الكهرباء الكبيرة	لوحات الكهرباء المتوسطة **panelboard**	**Load center** مراكز الاحمال
تفتح من الامام و الجانب تثبت فى الامام مفاتيح و ايضا اجهزة قياس 6000A<<<<<…… 600 V	تثبت على الحائط 125 A ….1200 A 120 V…..600 V	تستخدم للاضاءة و الاشياء الصغيرة -تثبت على الحائط -تفتح من الامام - max 240 volt, 255 A

قواطع الكهرباء circuit breakers

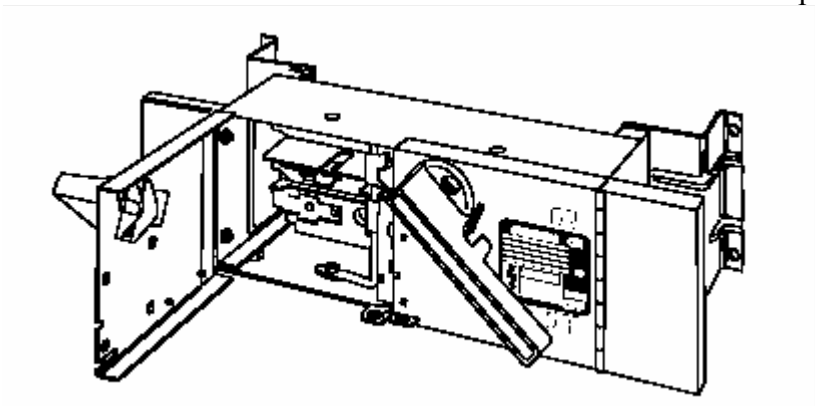
15--→ 1200 amp



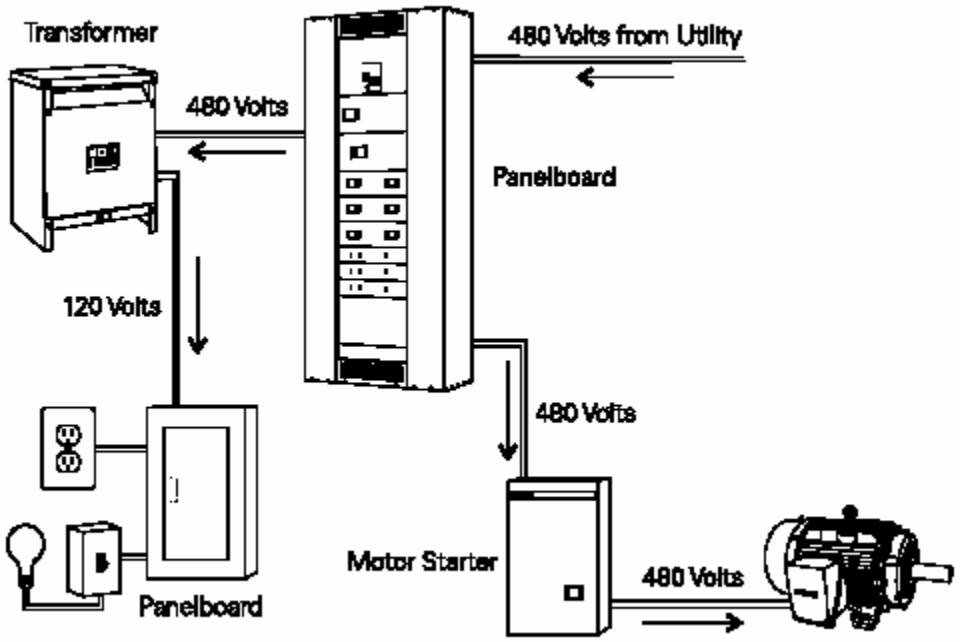
….>>>>> 5000 amp



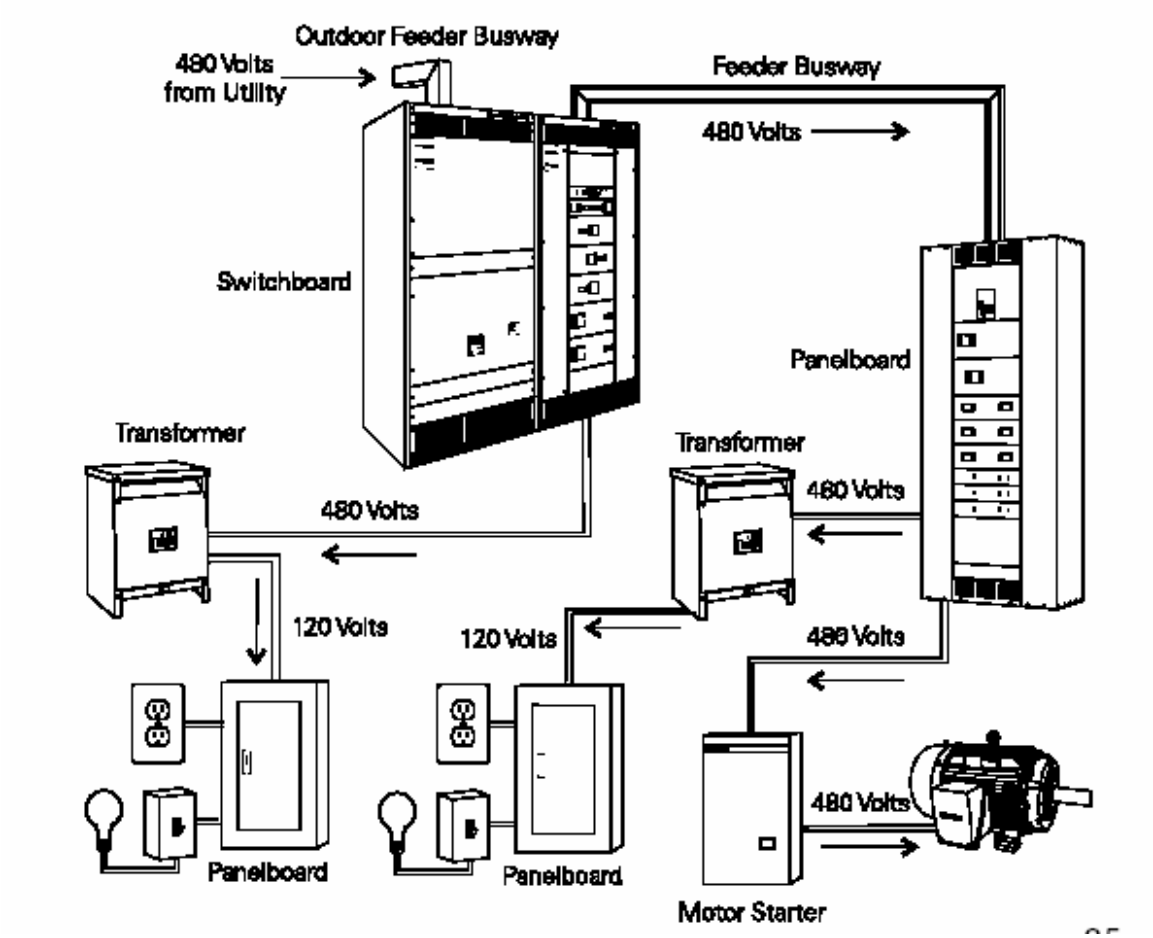
Fusable
30-→>>12000 amp



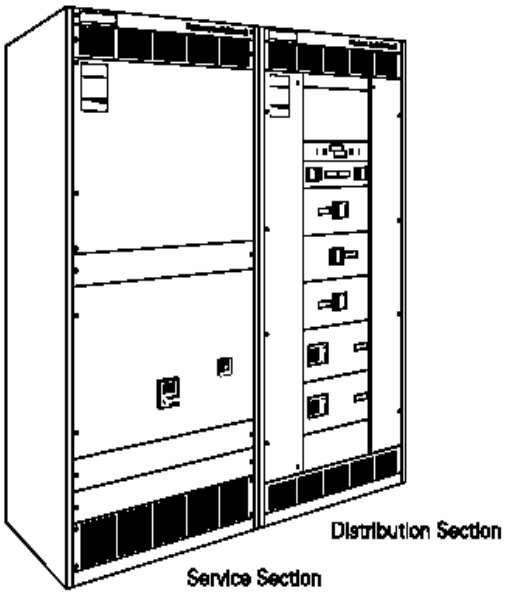
مثال ل panel board



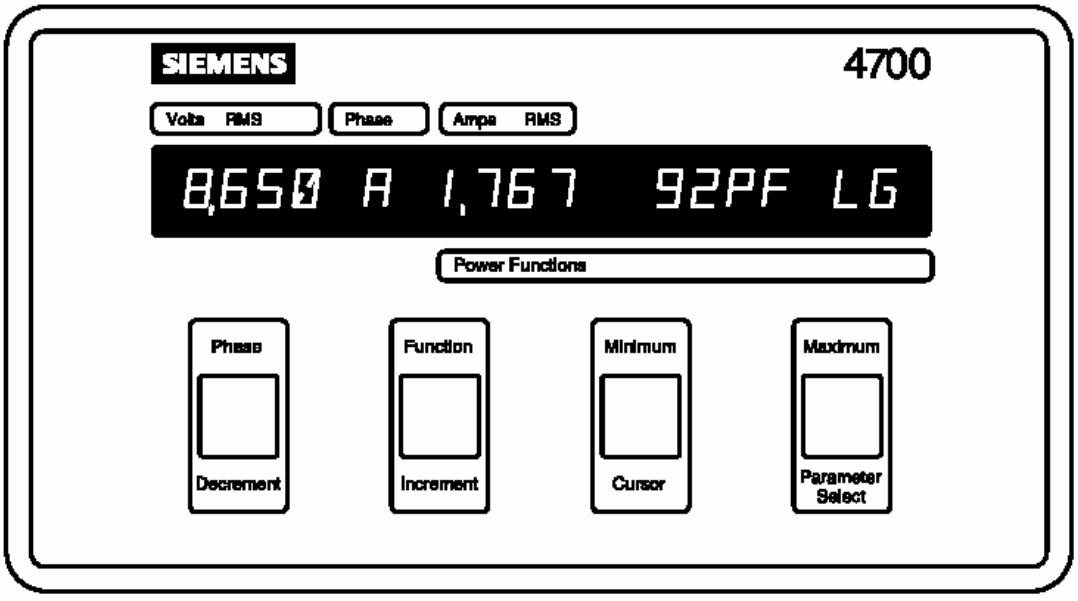
مثال ل switch board



Switch board construction

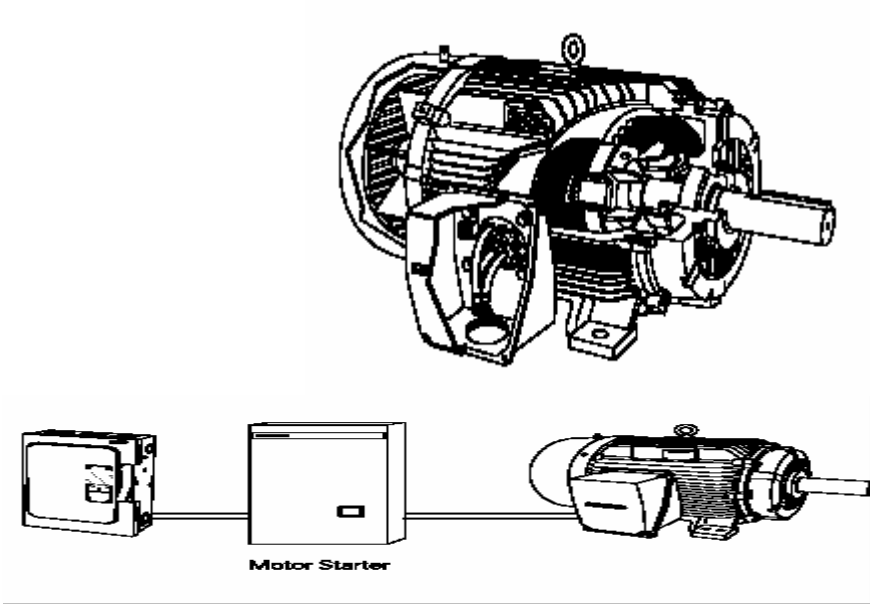


العدادات : لقياس القيمة المطلقة (rms) لقياس التيار و الفولت و الطاقة و معامل القدرة



اجهزة حماية زيادة الفولت اثناء التوصيل TBS
تثبت على وصلات الكهرباء

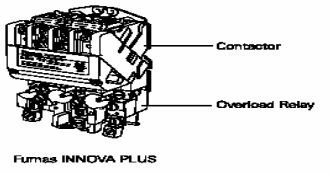
<u>مواتير الكهرباء</u>
يستخدم فى الاستهلاكيات امثال المراوح و المضخات و المصاعد و السيور



بادئ الماتور motor starter

يوجد منه متغير السرعاتو متغير الاتجاهات

يتكون من كونتاكتور لتوصيل و فصل الماتور عند الطلب و ايضا حامى من زيادة التيار لحماية الملفات و الكابلات الكهربية



التطبيقات الصناعية industrial application

الضغط المنخفض اقل من 1000 فولت low voltage

الضغط المتوسط 1000 فولت الى 100 كيلو فولت medium voltage

(الموزعين للمصانع)

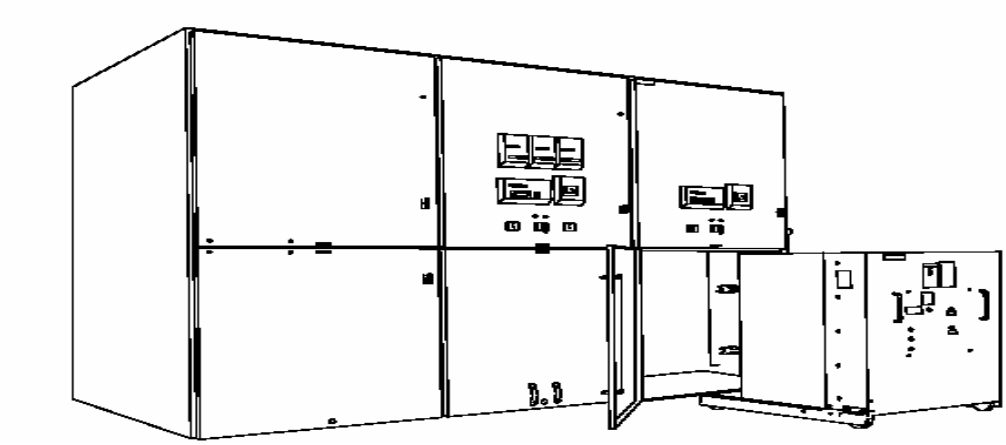
الضغط العالى 100 كيلو فولت الى 230 كيلو فولت high voltage

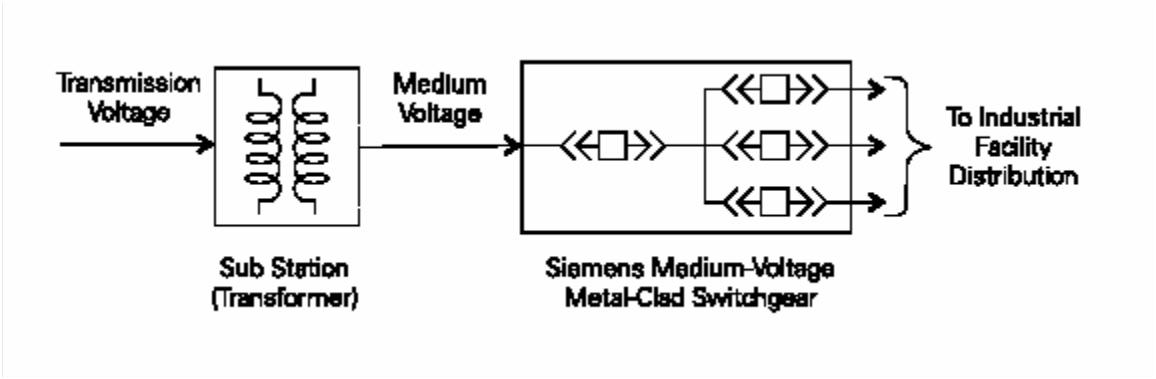
الضغط العالى اوى 240 كيلو فولت الى 800 كيلو فولت extra high voltage

Switch gear المفتاح العمومى (الذراعى)

يستخدم للتحكم فى التوزيع و حماية المحولات و المولدات و بنوك المكثفات و المواتير

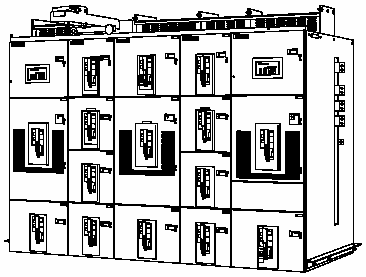
الضغط المتوسط 16.5 KV -> 38 KV



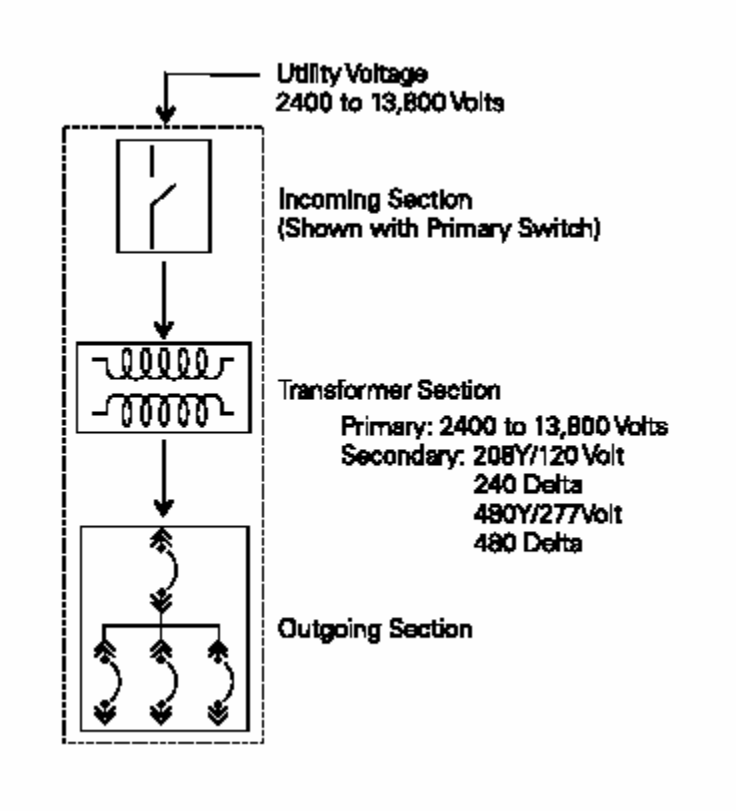


الضغط النخفض

الفولت 208و 400و 480و 600
التيار حتى 5000 امبير



قواطع الكهرباء المستخدمة



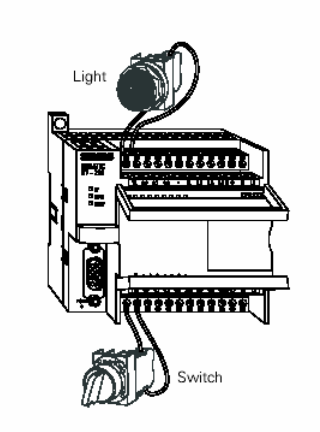
التطبيقات الصناعية

1- عمليات صناعية (مثل الصناعات المستمرة من صلب و حديد
2- عمليات صناعية مجزئة (انتاج الاجزاء الاليكترونية او المعدات او اجزاء الطائرات
3- التركيب -و الكمبيوترات و العربات و الطائرات
4- صناعات كميائية مستمرة

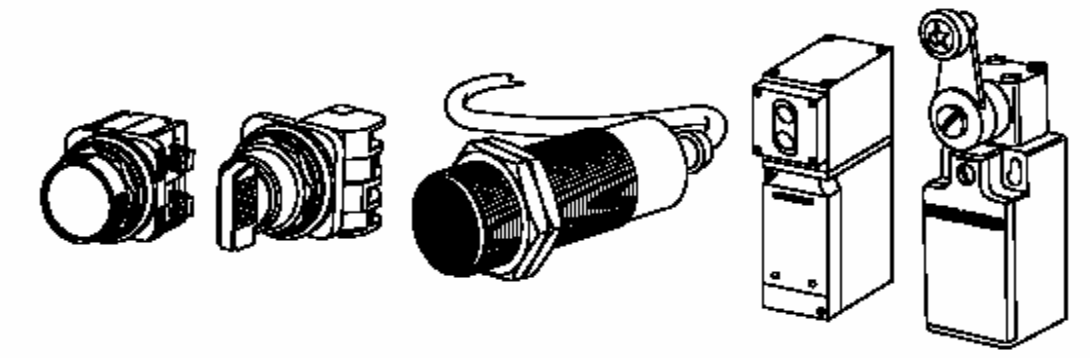
العمليات المجزئة

تستخدم بعض الماكينات التى تعمل بناء على برنامج مخزن فى متحكم plc

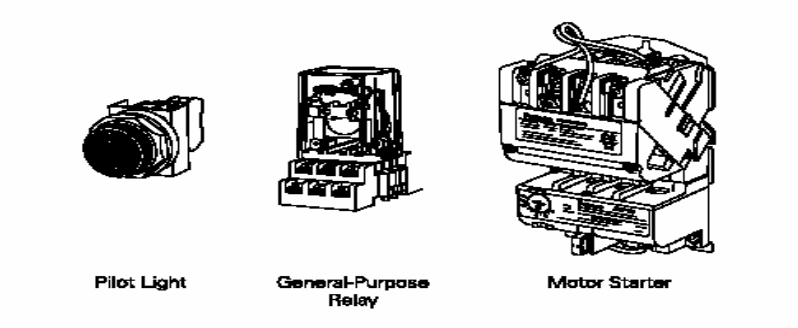
PLC



الدخل

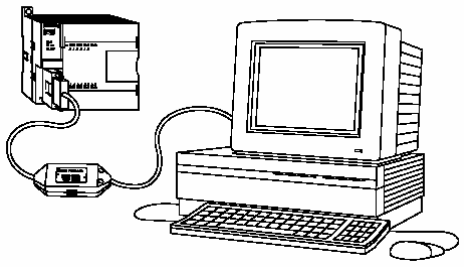


الخرج



يقوم ال plc بتنفيذ برنامج معين مخزن على الذاكرة الخاصة بة و يعتمد هذا البرنامج على حالة الدخل من حساسات و مفاتيح و بعد التنفيذ يخرج الخرج الخاص بة على وحدات الخرج امثال البادئ للمواتير و لمبات البيان

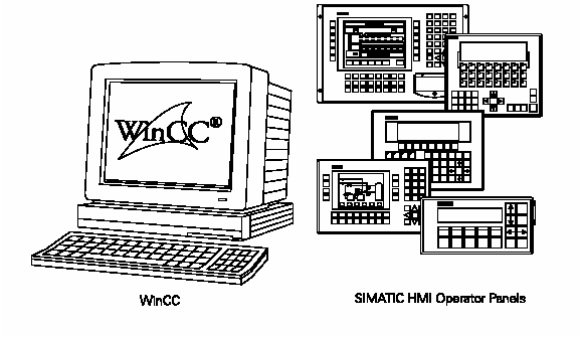
الاتصالات



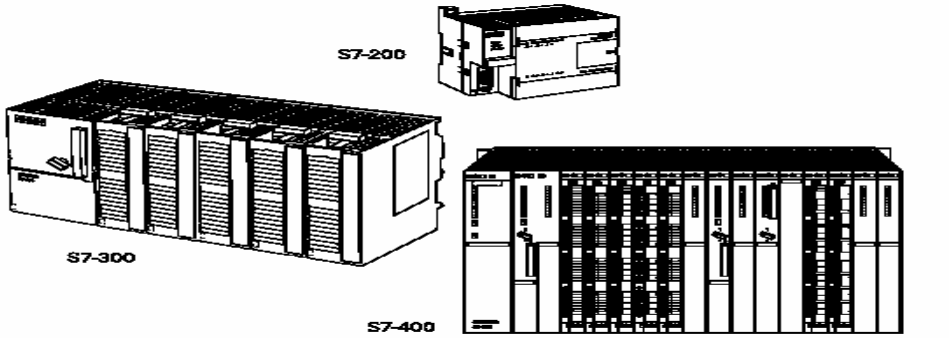
من الممكن ايضا ان يتم توصيل ال plc بالكمبيوتر و ذلك لمتابعة البرنامج من علية او انزال برنامج علية و ايضا من الممكن ان يتوصل ب plc اخر او وحدة ادخال بيانات او متحكم فى السرعات

وحدة الوصل بين الانسان و الماكينة
HMI

يستخدم لادخال بيانات للتحكم فى البرنامج و ايضا لعرض نتائج او حالة الخرج

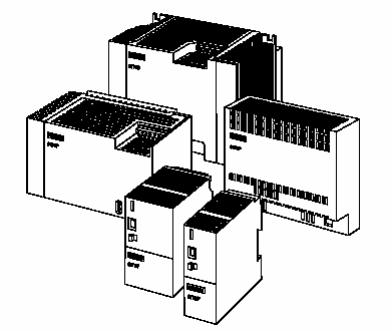


المتحكمات من شركة siemens



في التصبيقات البسيطة s7 200
فى التصبيقات المتوسطة300 s7
فى التصبيقات المعقدة s7400

اجهزة مد الكهرباء لل plc



يستخدم فى التغلب على تغيرات الكهرباء لمد 24 vdc لل plc و ايضا من الممكن ان يكون هناك ups عند انقطاع الكهرباء تحمى عدم الفصل المفاجئ لل plc

مثال لماكينة

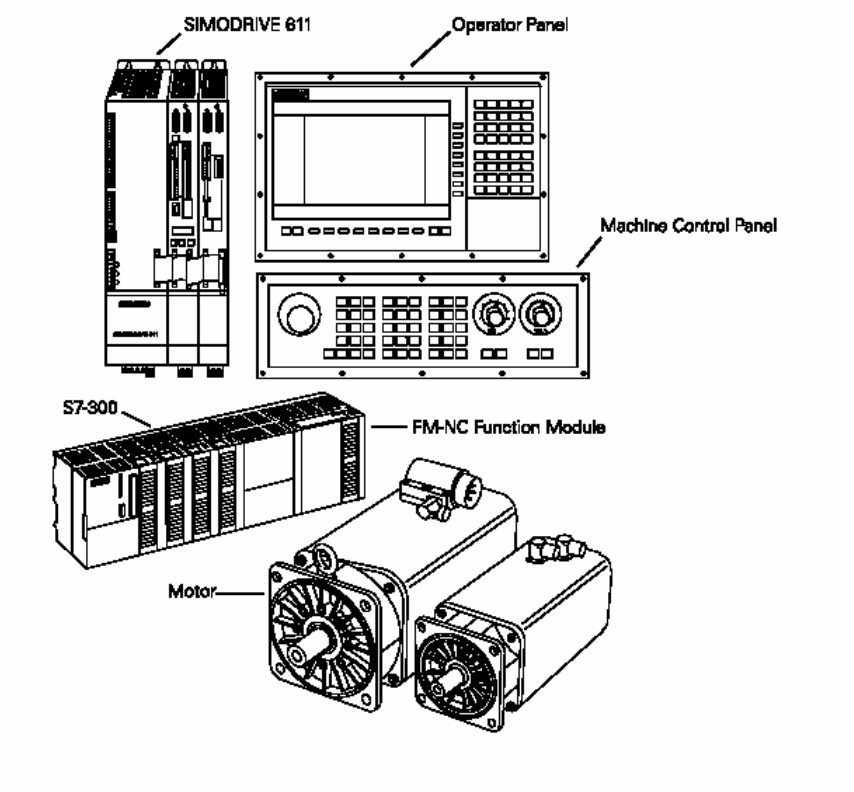
CNC controlled machine

ماكيانات امثال المخرطة او الشنفرة و المستخدمة لانتاج اجزاء دقيقة

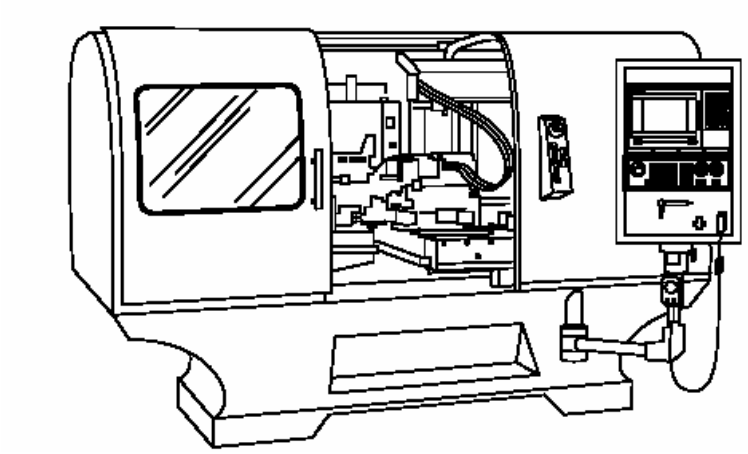
تتكون من plc و cnc للتحكم عن طريق الارقام

Sinumerik

هذا المنتج من شركة siemens ويستخدم لهذة الماكينات التى تتحرك فيها محاور مختلفة فى نفس الوقت و بسرعات معينة و مسافات معينة

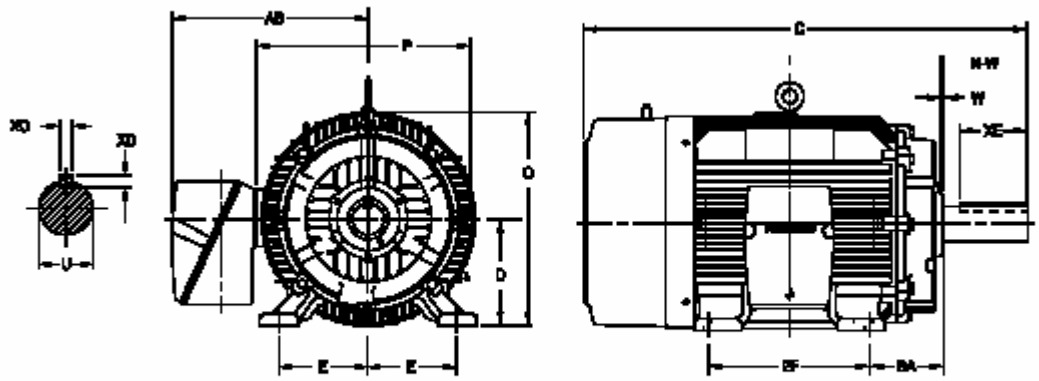


مثال لماكينة المخرطة



عمليات التركيب Assembly process

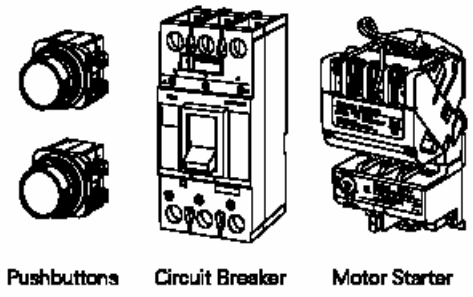
2) المواتير

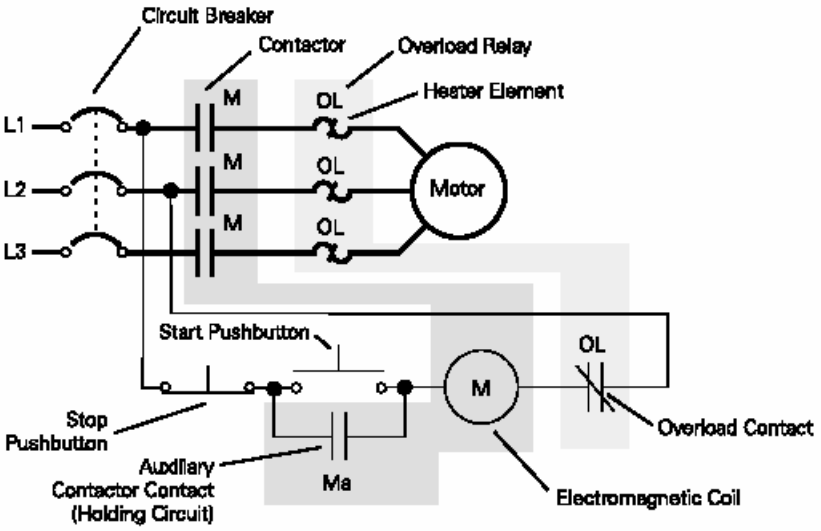


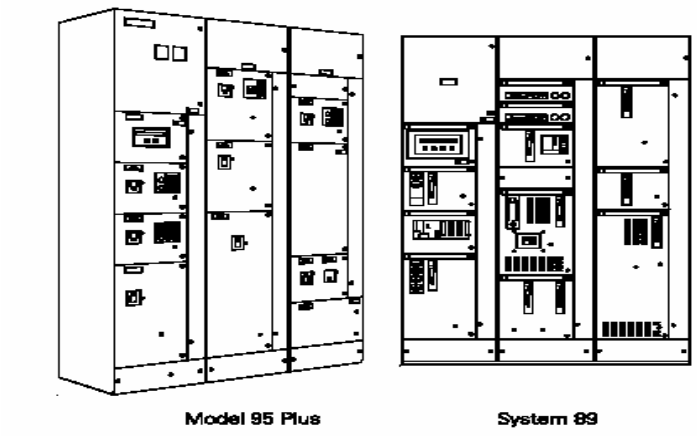
NEMA Motor

تستخدم لنقل الطاقة الكهربية الى صورة حركة ميكانيكية
هناك مواصفات عالمية لصناعة المواتير (NEMA) لمقاسات و طريقة التثبيت

التحكم فى المواتير

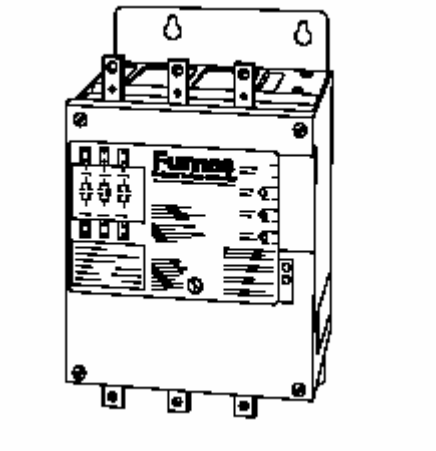






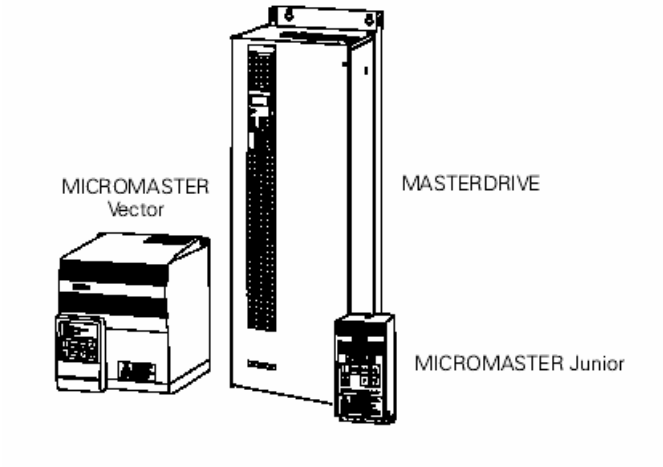
خفض الجهد عند البداية

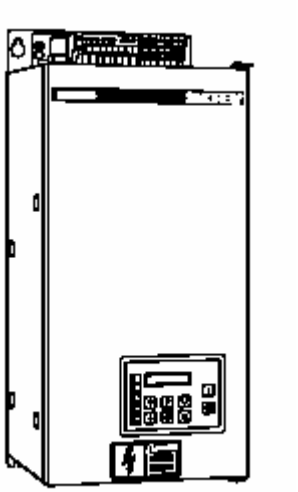
عند بداية التشغيل للمواتير مرة فجائية فان الزيادة قد تنتج عن صدمات من الممكن ان تحرق الملفات او الكابلات و ايضا صدمات ميكانيكية لذلك يتم خفض الجهد تدريجيا عند بدأ التشغيل حتى يصل الى الحد المناسب بانسيابية و هناك اجهزة لذلك مثل SOFT STARTER



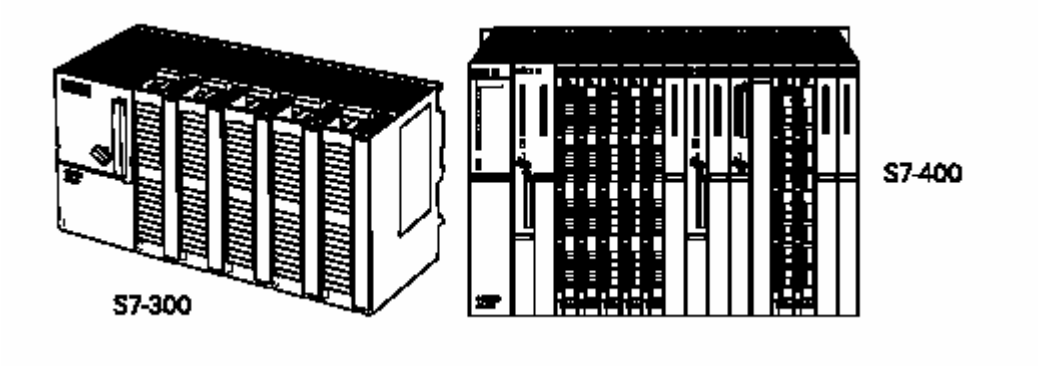
متحكمات (DRIVES) فى سرعات المواتير

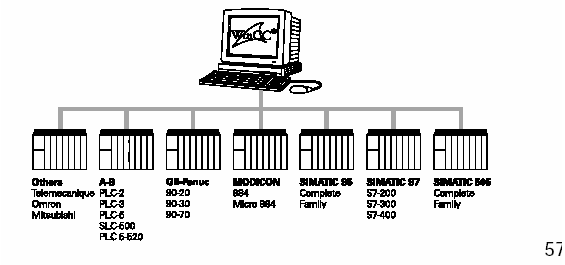
AC : للتحكم فى سرعة المواتير و ايضا العزم المطلوب و ايضا الفولت
DC : يوجد ايضا متحكمات فى سرعة المواتير الـ DC .....Simorig





يستخدم فى التحكم فى الماكينة

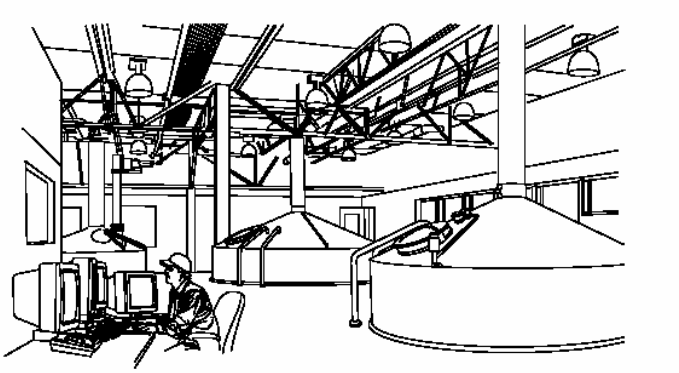




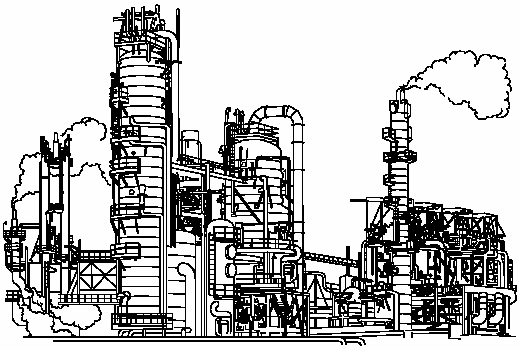
LAN

هى الشبكات المستخدمة للاتصلات بين الكمبيوتر و الـ PLC و متحكمات السرعات و ذلك لتسهيل الحسابات

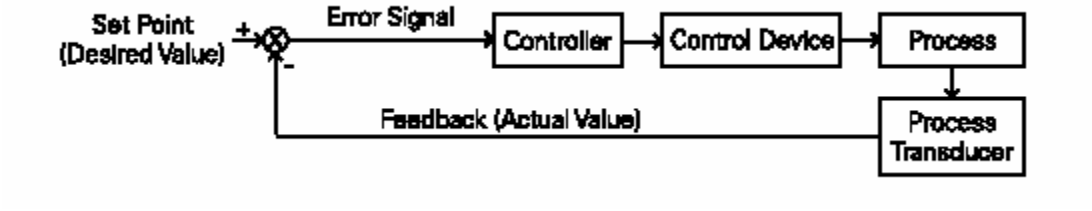
عمليات مجزئة : امثال الصناعات الكيمائية



عمليات مستمرة



عمليات التحكم المغلق



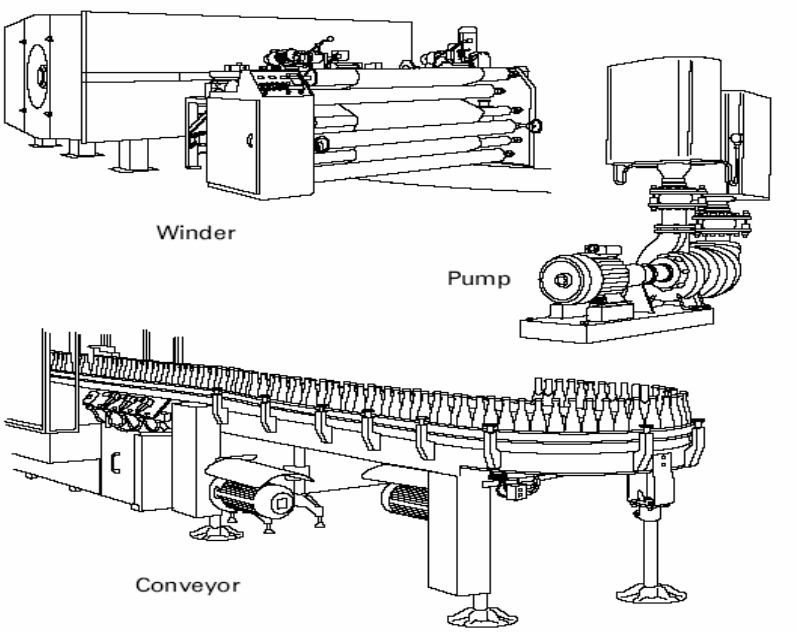
لزيادة التحكم فى العمليات يستخدم هذا النظام للتأكد من أن العملية تتم بالصورة المطلوبة دائماً و بدون حيود

و قد تكون العملية يستخدم فيها ماتور و الذى يشعر بحركته او مكانه هو جهاز ينقل القراءة للمقاومة مع القيمة المطلوبه و يحسب الفرق لارساله لجهاز التحكم لاعادة ادخال القيمة الملائمة لعدم الحيود و لاحقاً سوف يتم التحدث باستفاضة عن اجزاء هذا النظام

الفصل الثالث

المواتير

تستخدم فى تحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ميكانيكية (حركة) و تستخدم فى العديد من التطبيقات مثل المضخات و المراوح او تستخدم فى بعض الحركات او السيور .....



NEMA

هو نظام عالمى للمنتجات الكهربية يستخدم فى امريكا الشمالية

IEC

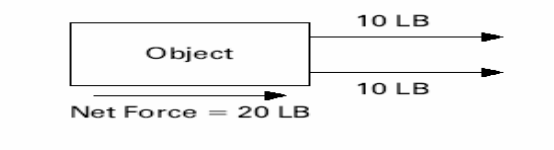
نظام عالمى ايضا يستخدم لتحديد المقايس للمنتجات الكهربية

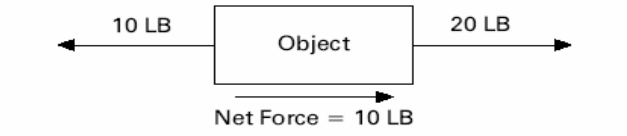
قبل بدا الحديث عن المواتير لابد التحدث عن الحركة و القوانين الخاضعة لها

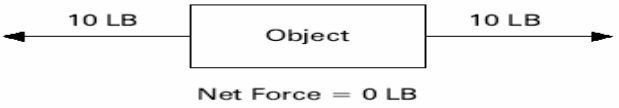
1- **القوة** : هى دفع او شد و من الممكن ان يكون سببها قوة كهرومغناطيسية او جاذبية او اى صورة طبيعية
2- **القوة المحصلة**

هى مجموع القوى

امثلة

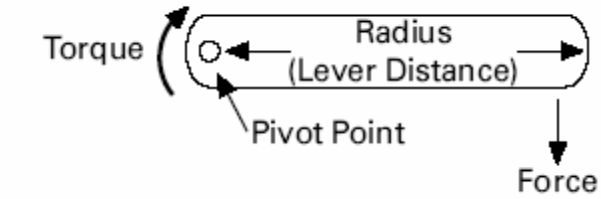






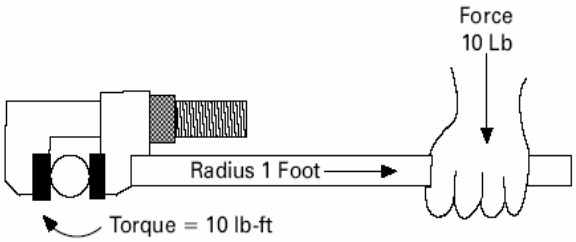
3- العزم torque

هى القوة الملتوية او قوة الدوران التى تسبب دوران الجسم



مثلا اذا اثرت قوة على ذراع مثبت فانها تجعلة يدور و العزم = القوة × المسافة (بين القوة و مركز الدوران)

T=F×R



4- عزم القصور inertia

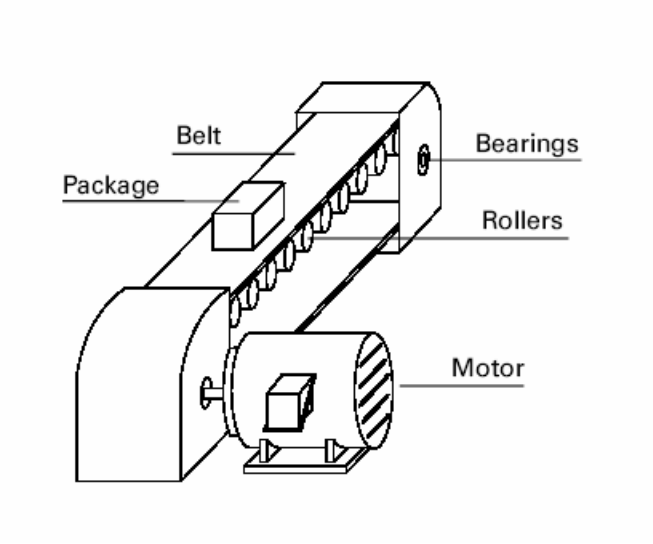
الجسم يظل فى حالتة اذا لم تؤثر علية اى قوة خارجية

اذا اثرت قوة على جسم ساكن فانها تحركة الى مسافة حتى توقفة قوة اخرى

5- الاحتكاك friction

هذة القوة تنزع الطاقة من الاجزاء الميكانيكية لذلك لابد ان تكون هناك قوة مستمرة لتعمل على استمرار الحركة
الماتور يحتاج قوة مبدائية للتغلب على القصور
بعدها لاستمرار الحركة نحتاج قوة للتغلب على

1- الاحتكاك بين الماتور والبلى
2- الفقد فى الطاقة الحرارية و لفات الماتور
3- الاحتكاك بين السير و عجل الدوران

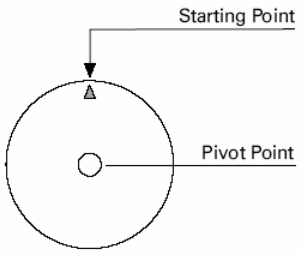


6- السرعة speed

جسم يتحرك مسافة معينة فى وقت معين (نسبة المسافة الى الوقت هى السرعة)
السرعة = المسافة / الوقت

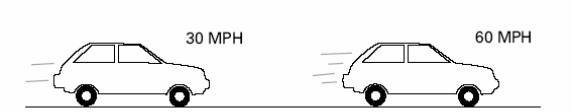
7- سرعة الاجزاء الدورانية

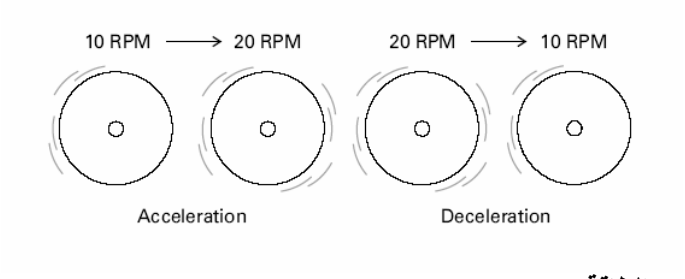
مثل اطار السيارة او عامود الماتور و هى عبارة عن الوقت الذى تاخذة نقطة على الجزء الدائر لعمل دورة كاملة
ووحدة قياسها RPM دورة للدقيقة



7- العجلة acceleration

عند تغير السرعة (اى عند تغير القوة المؤثرة) التى تجعلة يعجل من سرعتة
هناك ايضا تغير من السرعة العالية الى الصغيرة و ايضا هى تؤثر على الاجسام الدائرة





8- الطاقة energy

طالما فى قوة تسبب حركة اذن هناك شغل
الشغل = القوة × المسافة
$W = F \times D$

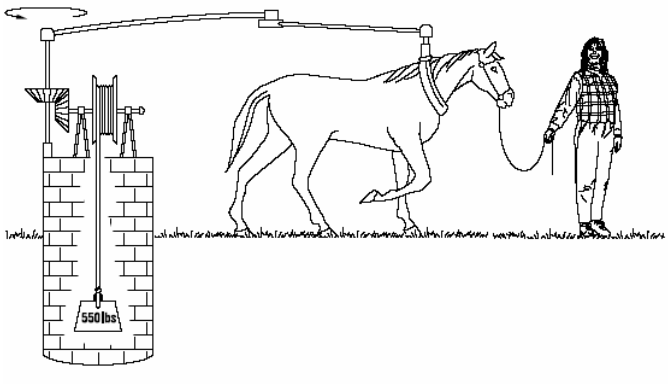
9- القدرة power

$$Power = \frac{Force \times Distance}{Time}$$

معدل عمل الشغل = w/T

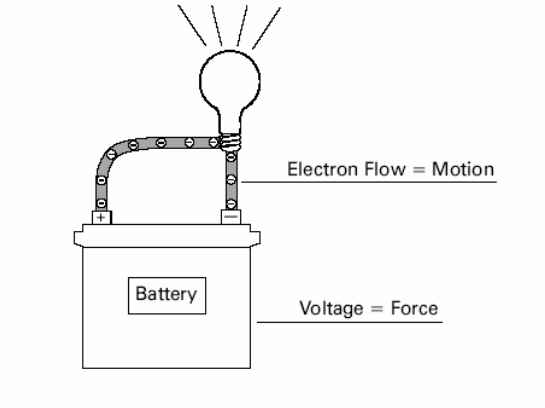
القدرة بالحصان

$$HP = \frac{T \times RPM}{5250}$$



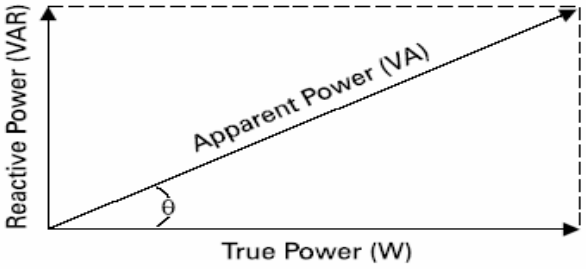
الطاقة الكهربية

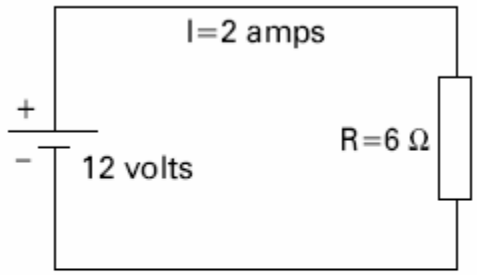
القدرة = $P\ (watt) = E \times I$
= الفولت × التيار



القدرة فى الدوائر الكهربية المترددة AC

فى هذة الدوائر توجد الملفات و المكثفات و توجد قدرة ترجع الى المصدر و هى المخزنة فى تلك الملفات و المكثفات و هذا يحدث عند تغير القطبية للتيار و هذة الطاقة تقاس ب VAR





$$P = EI$$
$$P = 12\ volts \times 2\ amps$$
$$P = 24\ watts$$

نسبة القدرة الحقيقية الى الكلية هى معامل القدرة و كلما اقترب الى 1 يكون افضل

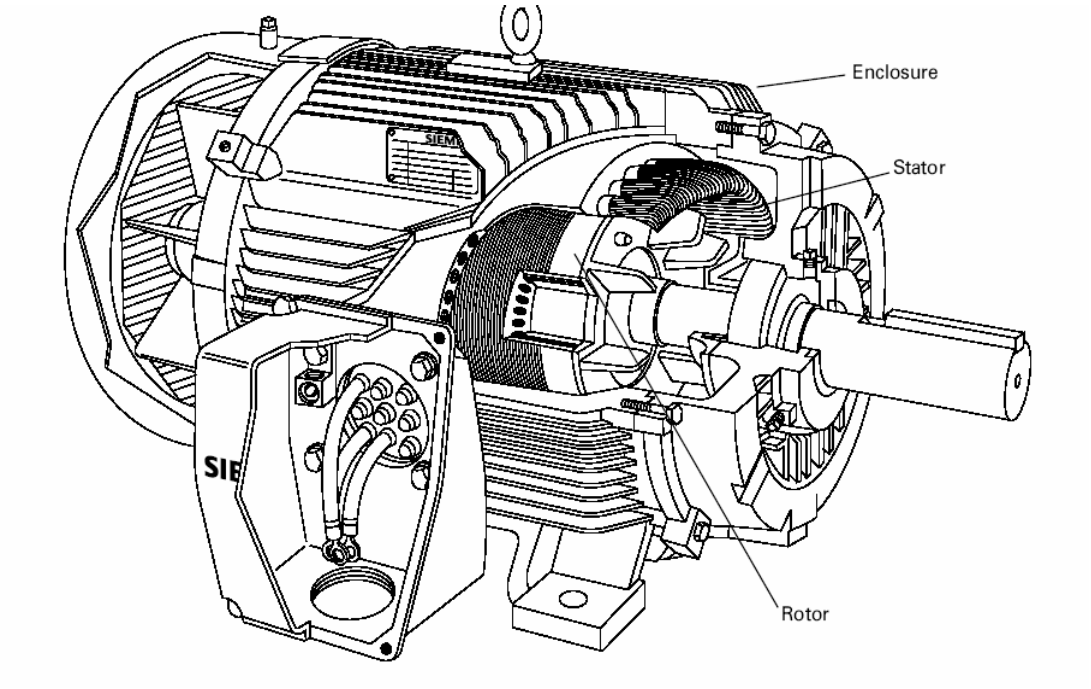
Watt/EI= PF=COSϴ

نسبة تحويل القدرة بالكيلو وات و الحصان

KW=3/4 HP

HP=1.341 KW

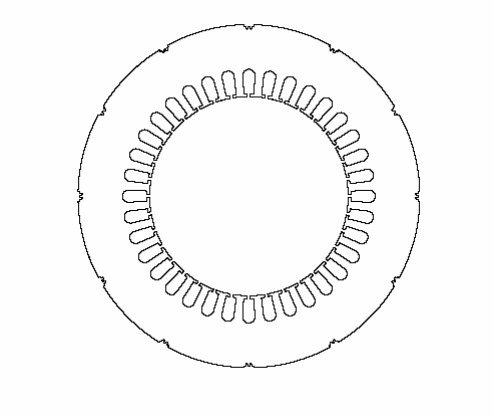
تركيب الماتور ال AC



فى هذا المثال سوف نعرض ماتور يوصل على 3PHASE
و asynchronous induction غير متزامن
يكون فية سرعة ال rotor مختلفة عن سرعة المجال المغناطيسى المتحرك و يتكون من ثلاث اجزاء اساسية
1- stator
2- rotor
3- enclosure

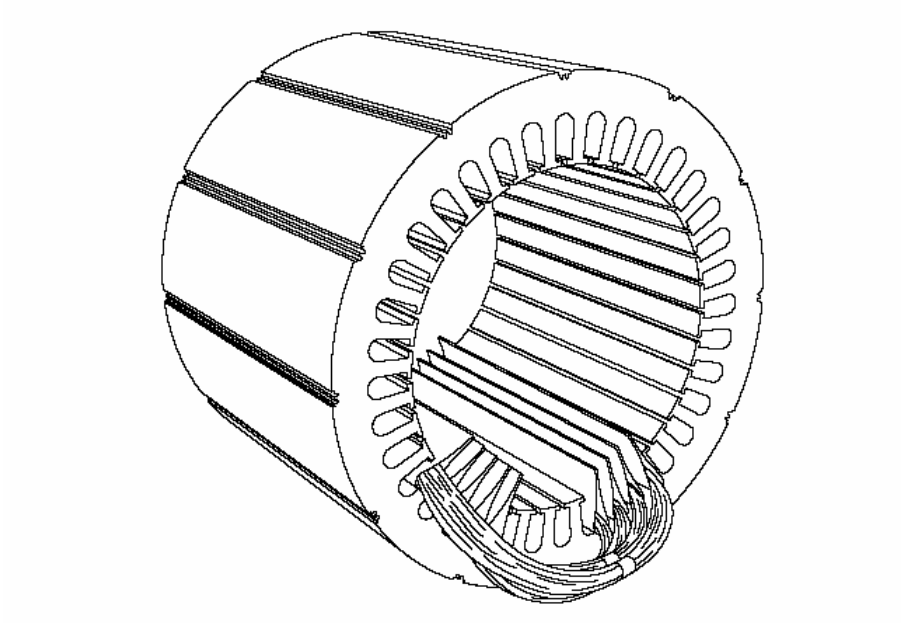
1- stator

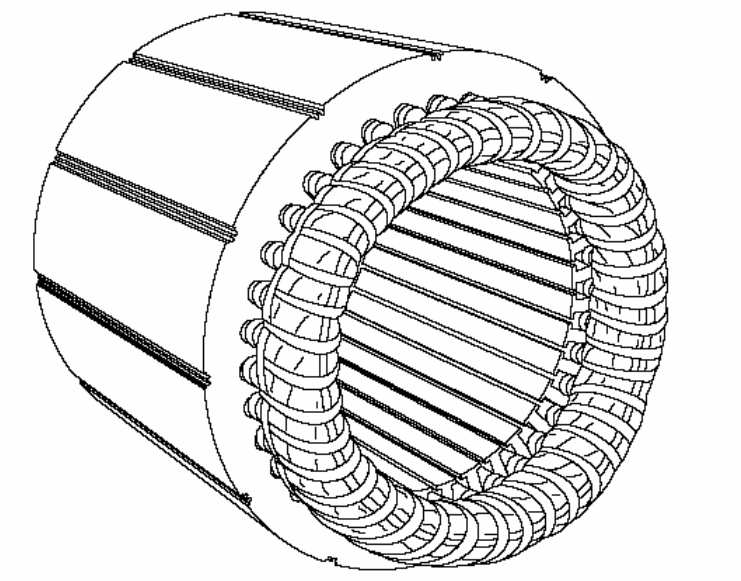
ال stator و ال rotor هم دوائر كهربية تكون الكهرومغناطيسية و ال stator هو الجزء الثابت فى الماتور و يتكون من مئات الشرائح الرقيقة



لف ملفات ال stator

هذة الشرائح تجمع مع بعضها لتكون اسطوانة مفرغة و الملفات المكونة من اسلاك معزولة توضع بداخلها كل مجموعة من الملفات مع القلب المعدنى المحيط لها تكون قطب كهرومغناطيسى و هذا هو مبدأ حركة الماتور و توصل هذة الملفات بالمصدر الكهربى



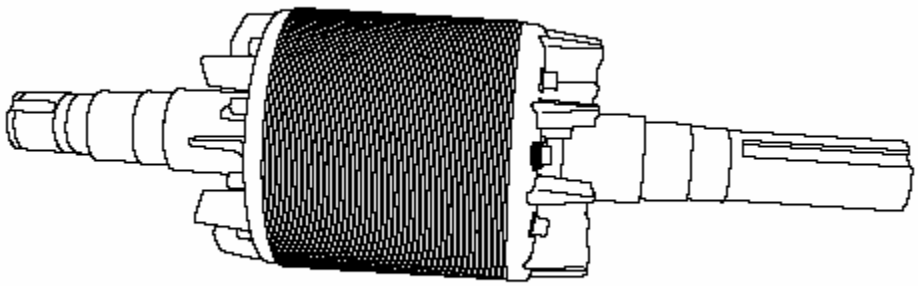


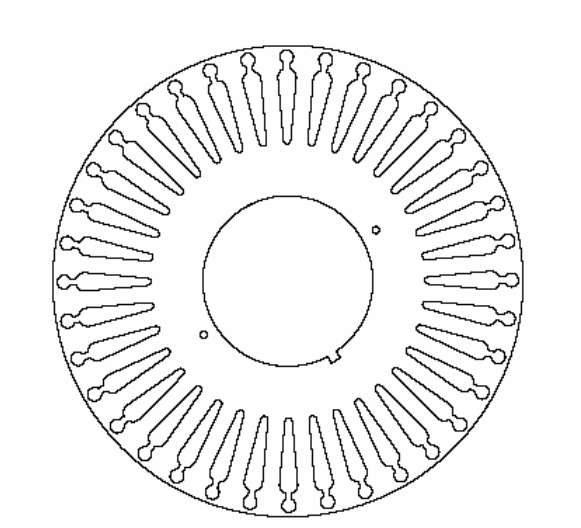
Rotor

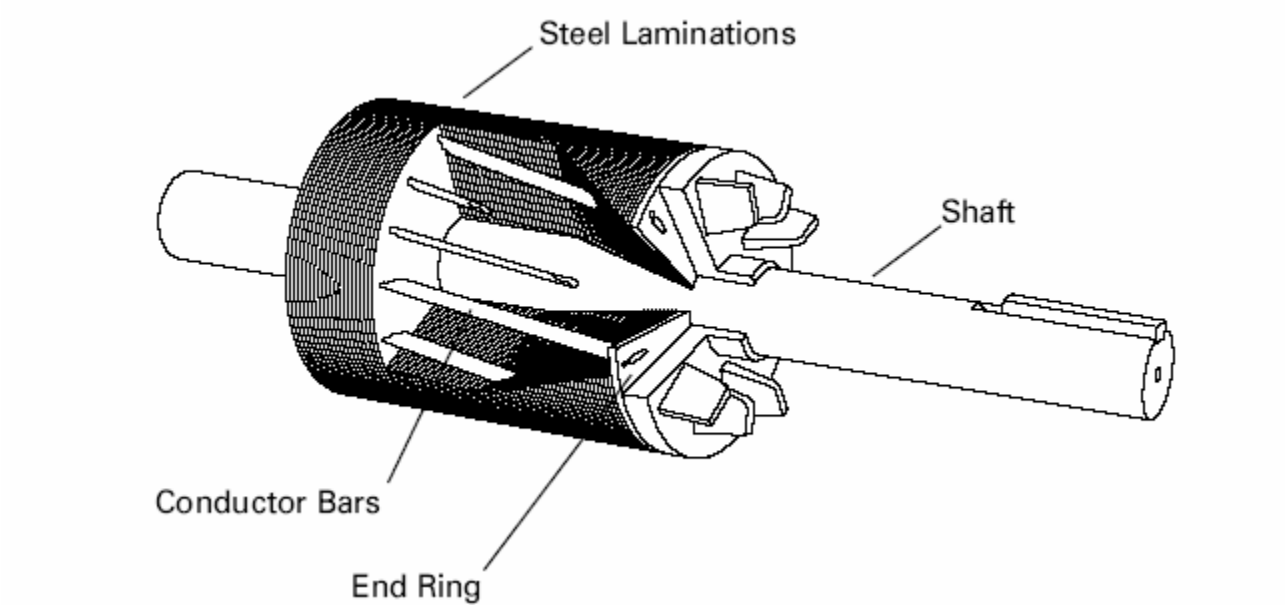
هو الجزء المتحرك فى الماتور و معظمهم squirrel cage

يتكون من صفائح معدنية رقيقة و بداخلها اعمدة موصلة حول المحيط

هذة الصفائح تتجمع مع بعضها و بداخلها الومونيوم ليكون الجزء الموصل الذى يكون الجزء الكهرومغناطيسى و هذا الموصل موصل كهربيا و ميكانيكيا بالحلقة النهائية من كلا الناحييتين و كلاهما مثبت على شافت معدنى الذى يدور

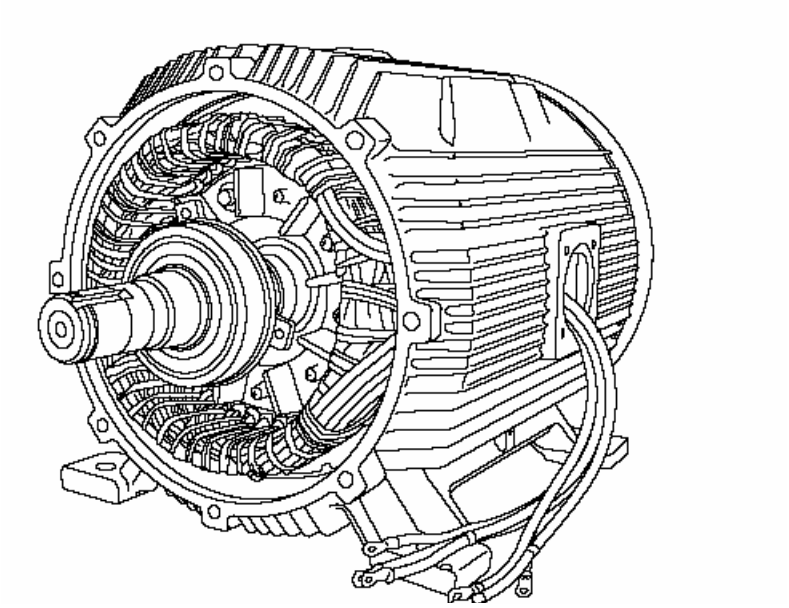


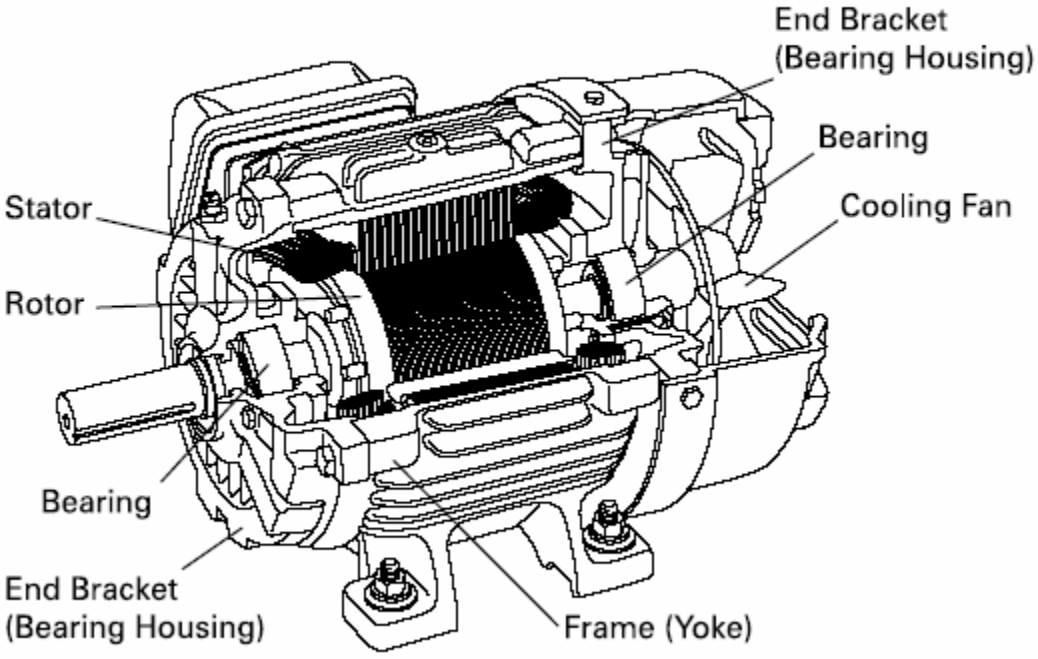




الجزء الخارجى enclosure

يتكون من الاطار الخارجى و مكان تثبيت البيل
ال stator مثبت داخل الاطار
ال rotor يثبت داخل ال stator مع وجود فراغ هوائى صغير (لا يوجد اتصال بينهم)
البيل (ball bearing) تثبت ال rotor shaft و تجعلة يتحرك ايضا و يثبت على ال shaft مروحة لتبريد الماتور

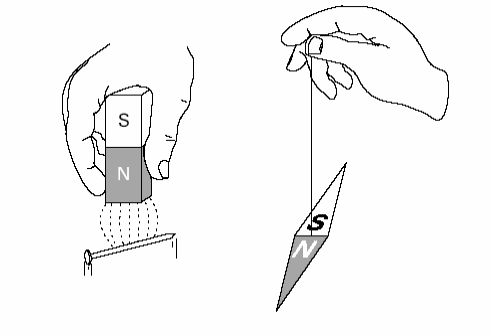




كيف يدور الماتور

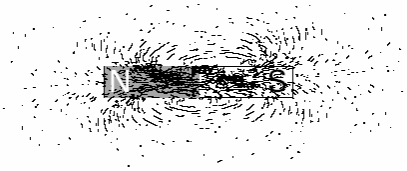
المغناطيسية

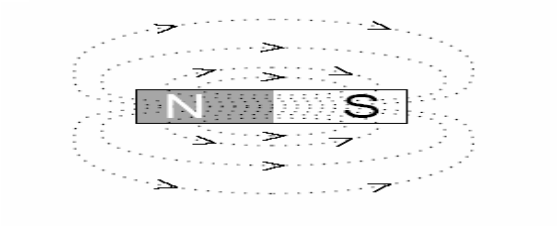
كل المغناطيسيات لها خاصية مهمة و هى جذب الاجزاء الحديدية و التقاطها مثل الحديد (لو كانت حرة الحركة)



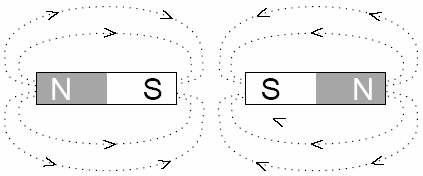
خطوط الفيض المغناطيسى

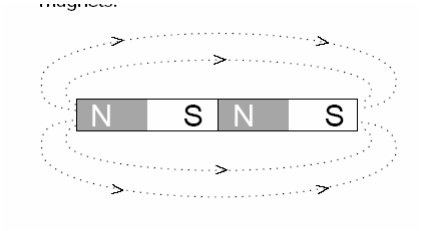
القوة الغير مرئية التى تجذب الحديد هى خطوط الفيض التى تكون المجال المغناطيسى المحيط
المغناطيس يمتلك قطبين شمالى و جنوبى و الخطوط تتحرك من الشمال الى الجنوب و هى غير مرئية و من الممكن رؤيتها باحضار ورقة بيضاء و احضار برادة حديد و سيتكون الشكل التالى





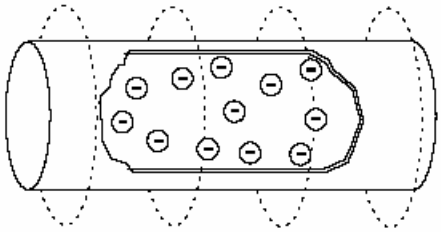
الاقطاب المتشابهة تتنافر و المختلفة تتجاذب

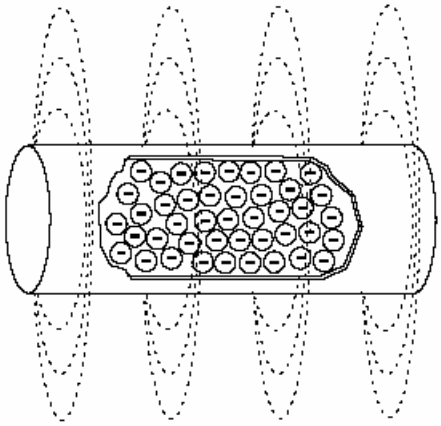




الكهرومغناطيسية

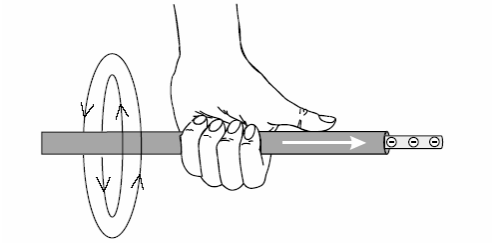
عند مرور تيار كهربى فى موصل يتولد مجال مغناطيسى حوله و يتكون من خطوط فيض مغناطيسى ايضا مثل المغناطيس الحقيقى و يزداد بزيادة التيار الذى يمر فى الموصل

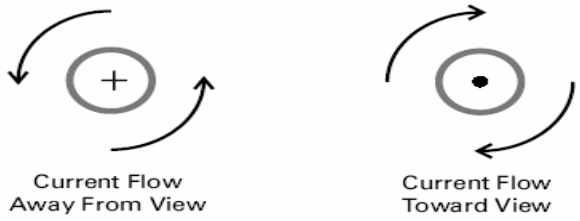




قاعدة اليد اليسرى

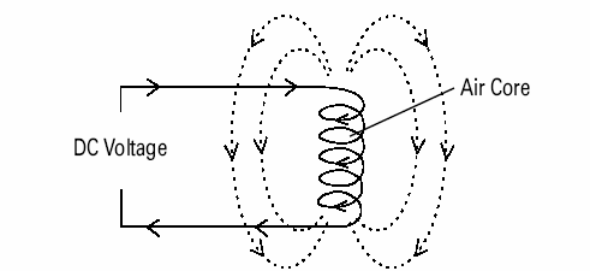
هناك علاقة بين اتجاة التيار و اتجاة المجال المغناطيسى



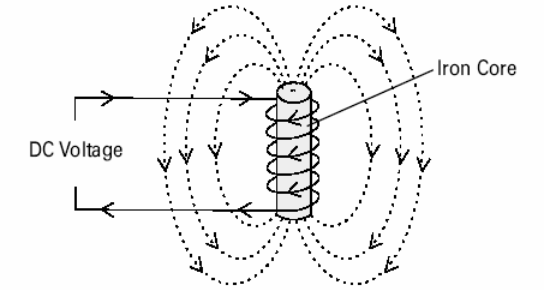


الكهرومغناطيس

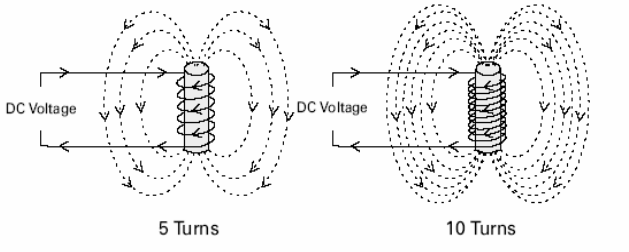
يتكون من ملفات من موصل و موصل مصدر كهربى لها



عندما يكون القلب حديدى يمر خلالة خطوط الفيض المغناطيسى و ايضا تزداد قوتة

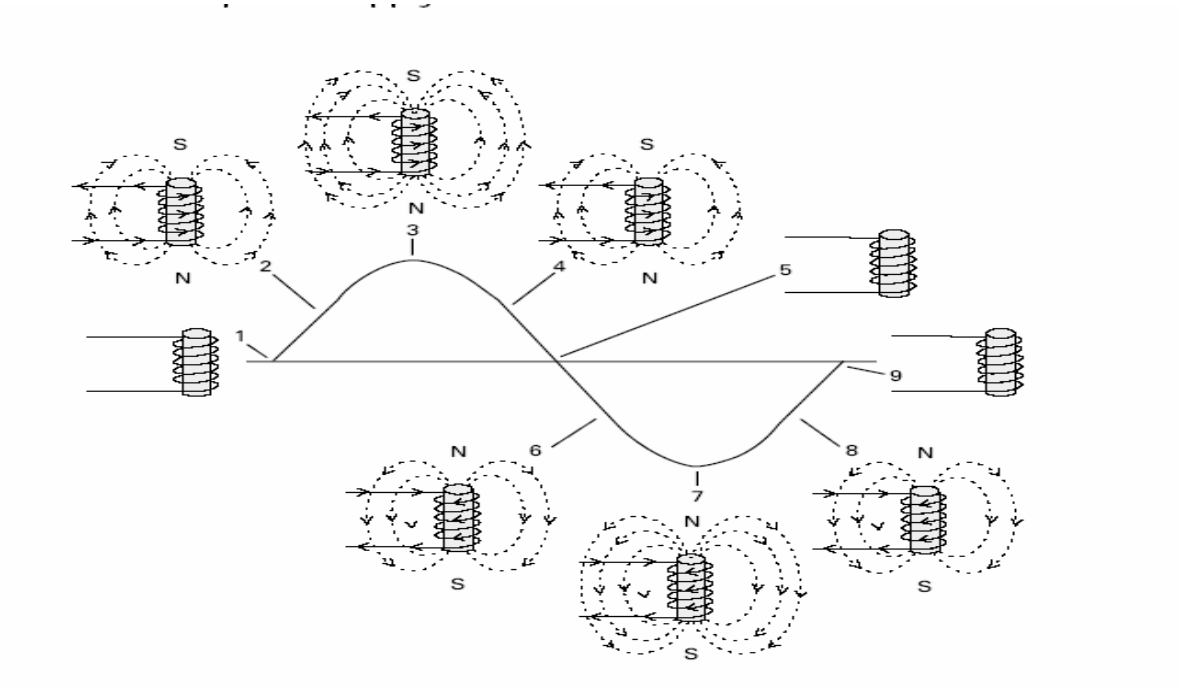


و ايضا من الممكن زيادة شدة المجال بزيادة عدد اللفات



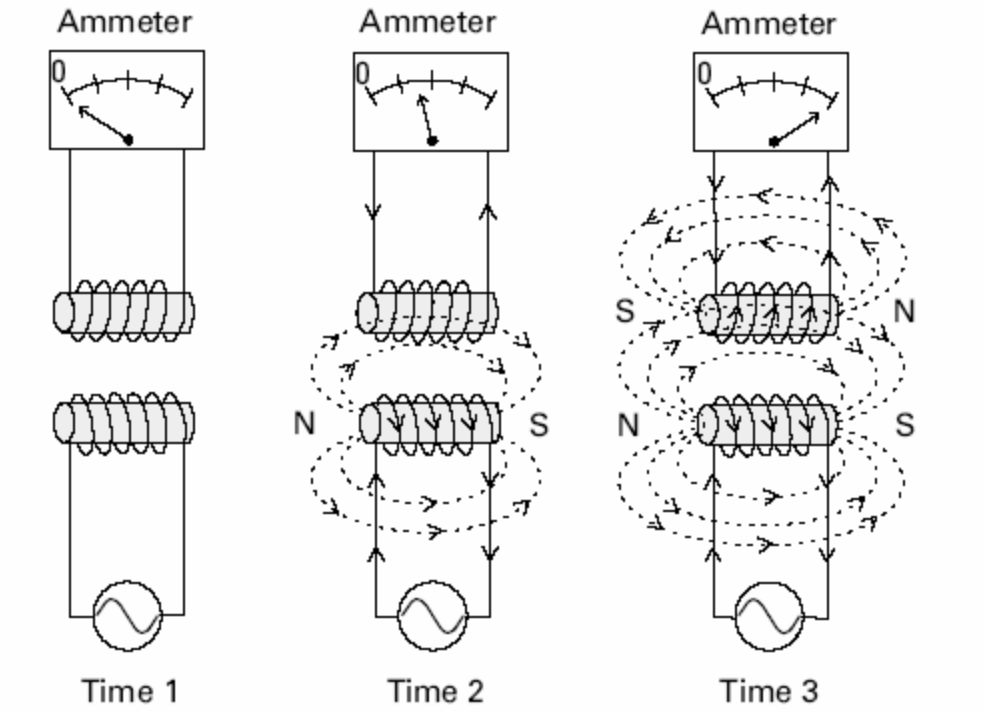
<u>تغير القطبية</u>

عند تغير اتجاة التيار تتغير القطبية و سوف يتغير بنفس تغير التردد للمصدر الكهربى



الفولت المتولد

عندما يتحرك جزء موصل داخل مجال مغناطيسى يتكون علية فولت و هذا مبدا المواتير induction فى المثال المبين



يوصل ملفين الاول بمصدر كهربى و الثانى بعداد و لا يوجد بينهم اتصال

فى الحالة الاولى

لايوجد تيار او فولت موصل فى الملف السفلى و ايضا لا توجد قراءة فى العلوى

فى الحالة الثانية

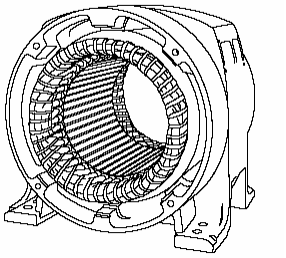
الفولت و التيار يزداد فى الملف السفلى فيتكون مجال مغناطيسى فى الملف السفلى و خطوطة تقطع الكهرومغناطيس العلوى و يتكون علية فولت

فى الحالة الثالثة

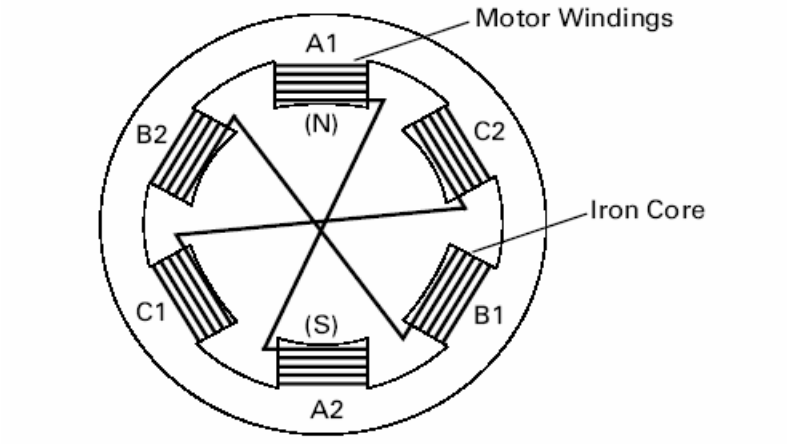
التيار و الفولت يصل القيمى العليا

و يتغير التيار من الاعلى للاسفل حسب المصدر المتردد و بهذا الحدث عند التغير يتكون تيار يسير فى الملف العلوى بسبب قطع خطوط الفيض المغناطيسى للملف السفلى الملف العلوى مما يسبب مجال مغناطيسى خاص بة

<u>تكوين مجال مغناطيسى دائر</u>



ترتيب مافات ال stator

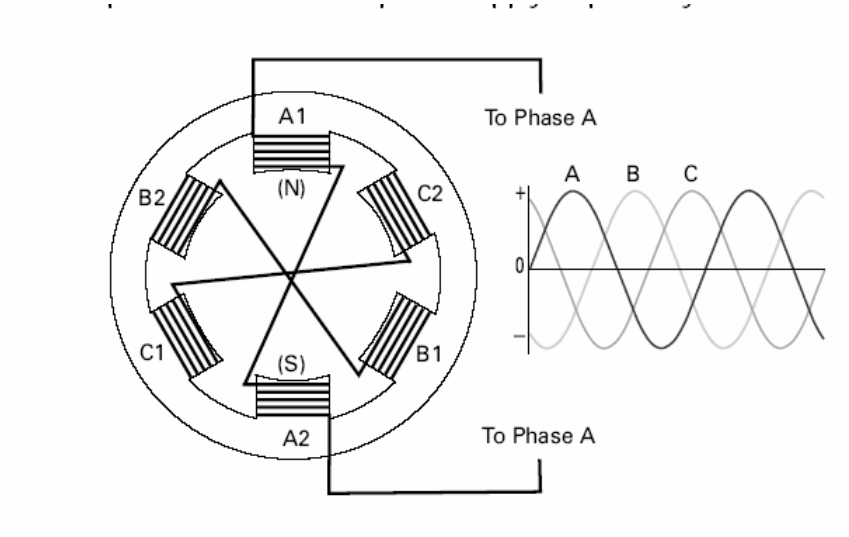


6 لفات

2 لكل طور من الثلاث اطوار

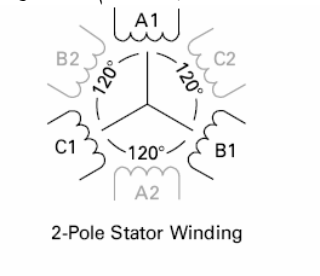
الملفات تلف على القلب المغناطيسى و هى تعتبر لفات الماتور و هى ترتب على اساس عند مرور تيار يكون احداهما قطب شمالى و الاخر جنوبى

مثلا لو كان A1 شمالى يكون A2 جنوبى و العكس عند عكس التيار



A,B,C يبعدان عن بعضهم 120 درجة

عدد الاقطاب يحدد بكم عدد مرات ظهور الملفات للطور الواحد فى هذا المثال 2

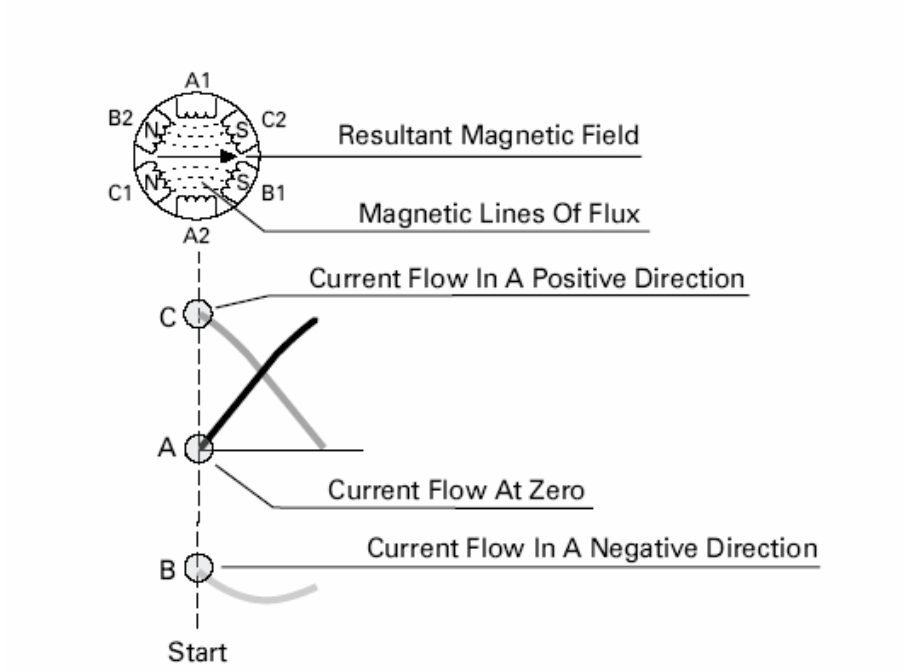


2-Pole Stator Winding

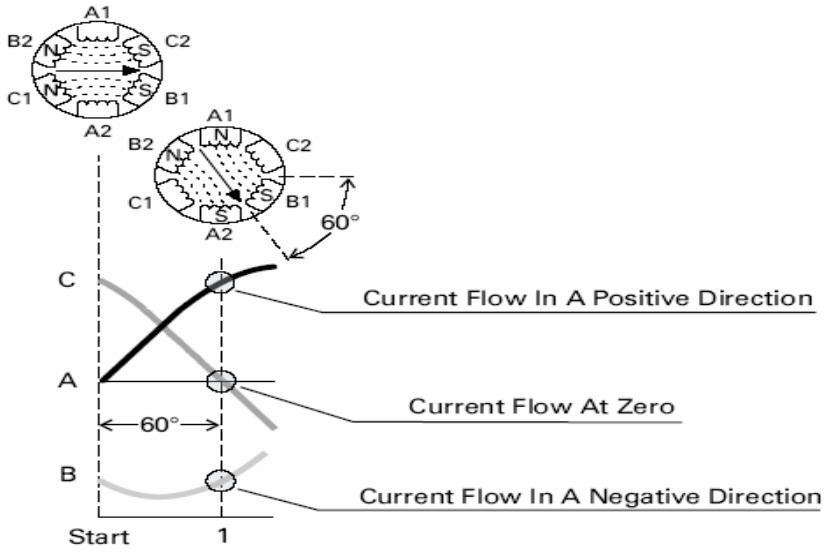
عند وجود مصدر تيار متردد التيار يمر فى الملف و المجال المتولد يتكون يعتمد على اتجاة التيار

Winding	Current Flow Direction	
	Positive	Negative
A1	North	South
A2	South	North
B1	North	South
B2	South	North
C1	North	South
C2	South	North

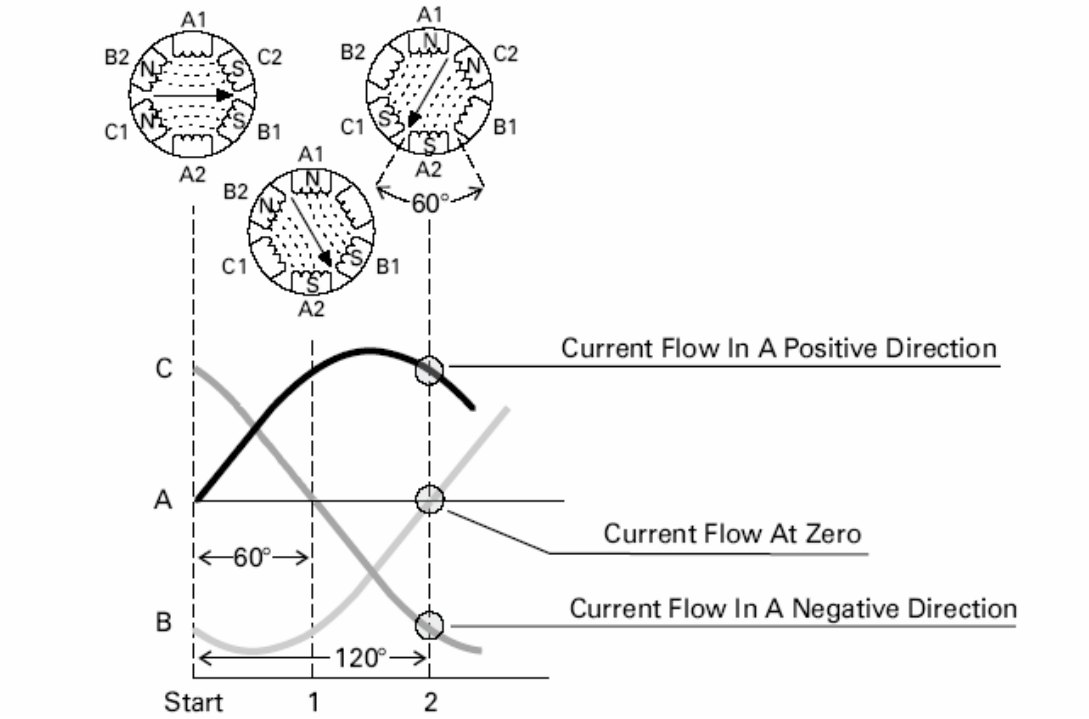
-1


A1
B2
C2
N
S
Resultant Magnetic Field
C1
B1
Magnetic Lines Of Flux
A2
Current Flow In A Positive Direction
C
A
Current Flow At Zero
Current Flow In A Negative Direction
B
Start

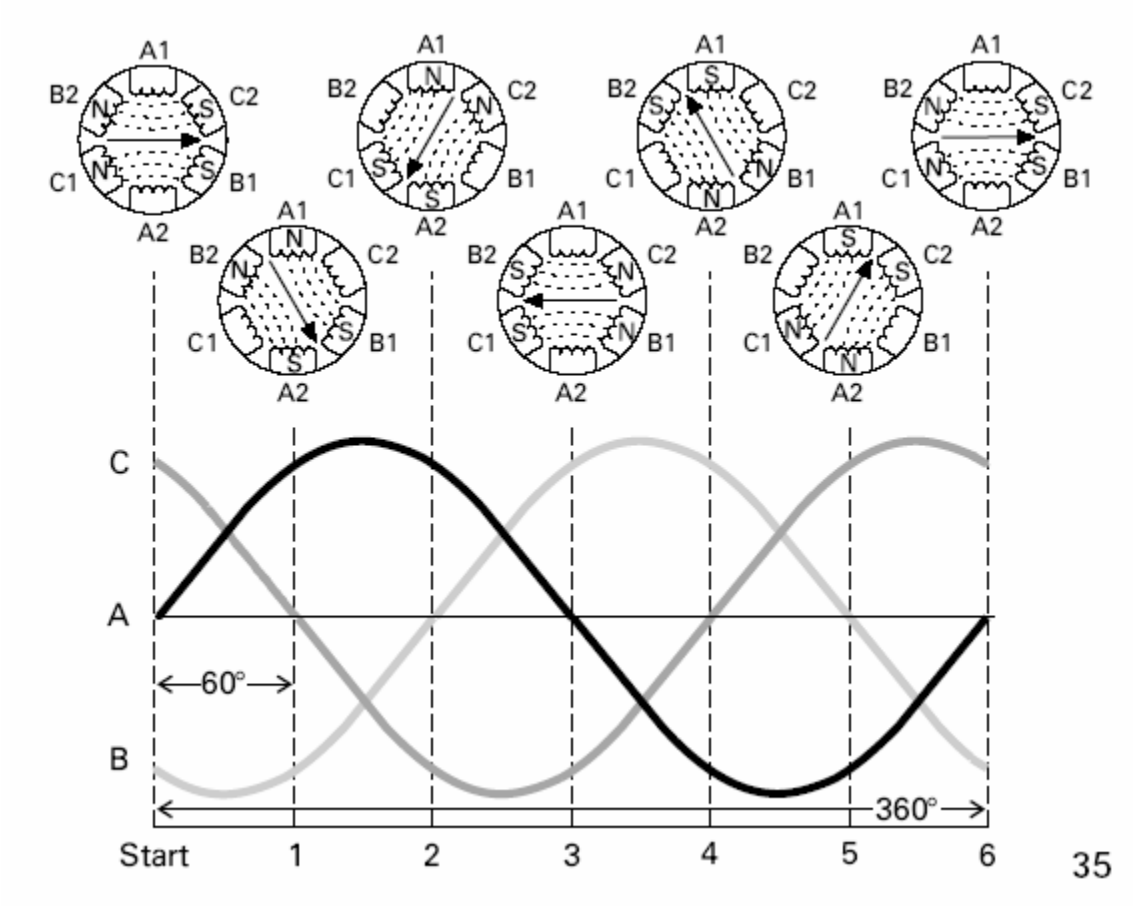
-2


A1
B2
C2
C1
B1
A2
60°
C
Current Flow In A Positive Direction
A
Current Flow At Zero
60°
B
Current Flow In A Negative Direction
Start
1

windings and the magnetic poles have reversed polarity.



و بذلك عند تغير اتجاة التيار السائر يتغير اتجاه المجال المغناطيسى و يتولد مجال مغناطيسى دائر



السرعة المتزامنة
Synchronous speed

$$Ns = \frac{120F}{P}$$

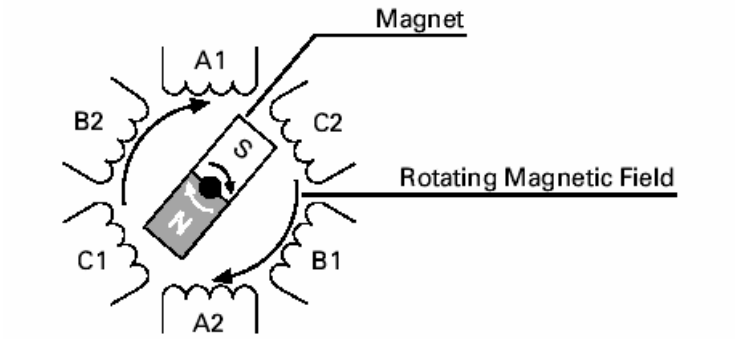
$$Ns = \frac{120 \times 60}{2}$$

$$Ns = 3600\ RPM$$

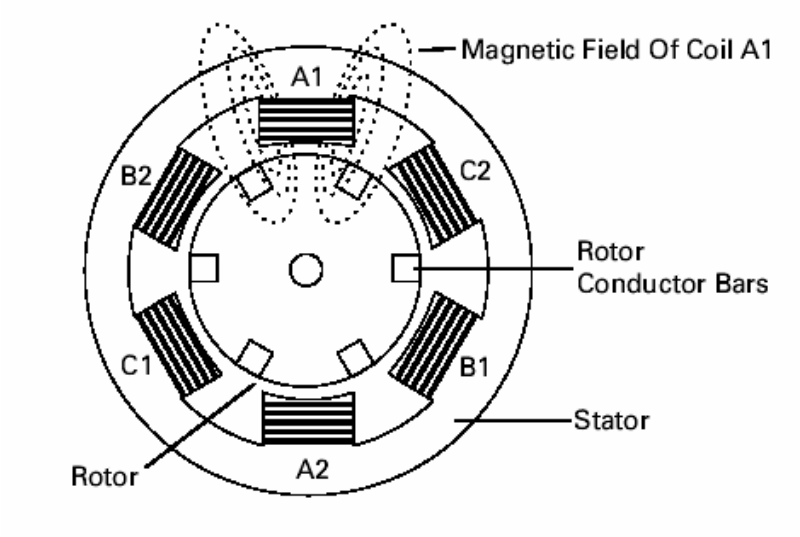
السرعة تقل بزيادة عدد الاقطاب

No. of Poles	Synchronous Speed
2	3600
4	1800
6	1200
8	900
10	720

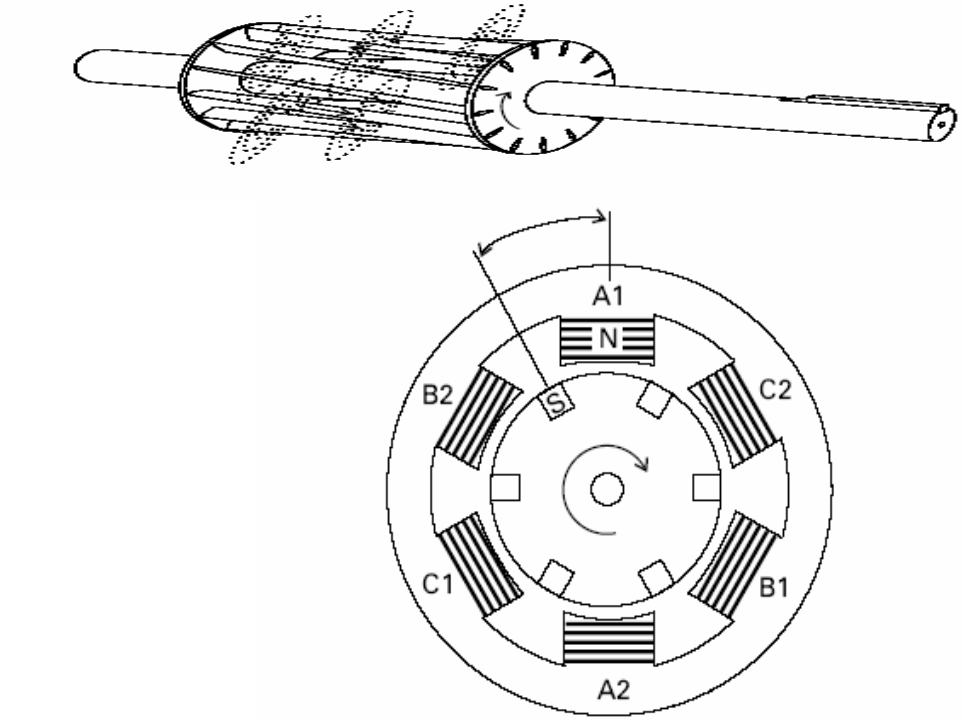
حركة الـ rotor



عند تولد المجال المغناطيسى المتحرك بعد توصيل الكهرباء. المغناطيس الموجود بالداخل له مغناطيسة تجعلة يتفاعل مع المجال المتولد (القطب الشمالى للمجال المغناطيسى المتحرك يجذب القطب الجنوبى للمغناطيس و القطب الجنوبى للمجال المغناطيسى المتحرك يجذب القطب الشمالى للمغناطيس)
و عند دوران المجال المغناطيسى يجذب المغناطيس معه ليدور ايضا و هذا النظام يستخدم فى حالات (permanent magnet synch motor)



2) عند تولد مجال مغناطيسى يقطع الجزء الموصل فى الـ rotor و يتولد بذلك فولت فى الموصل و يؤدى لان يسير تيار فى هذا الموصل و حول الحلقة التى فى النهاية و بسبب هذا التيار مجال مغناطيسى حول كل موصل و عند تغير القطبين للمجال المغناطيسى المتولد فى الـstator يتغير ايضا المجال المتولد على الـ rotor بعد ان اصبح مغناطيس ايضا



فى لحظة عندما يكون A1 (N) المجال المغناطيسى المتولد فى ال rotor يكون على احد الاسنان sعند دوران المجال المغناطيسى يدور ال rotor

الفرق slip

هناك فرق فى السرعة بين سرعة المجال المغناطيسى الدائر و حركة ال rotorو هذا الفرق ضرورى لتكوين عزم يتغير هذا الفرق على الحمل ايضا (زيادته تسبب زيادة الفرق) و انخفاضة يقلل الفرق

$$\% Slip = \frac{N_S - N_R}{N_S} \times 100$$

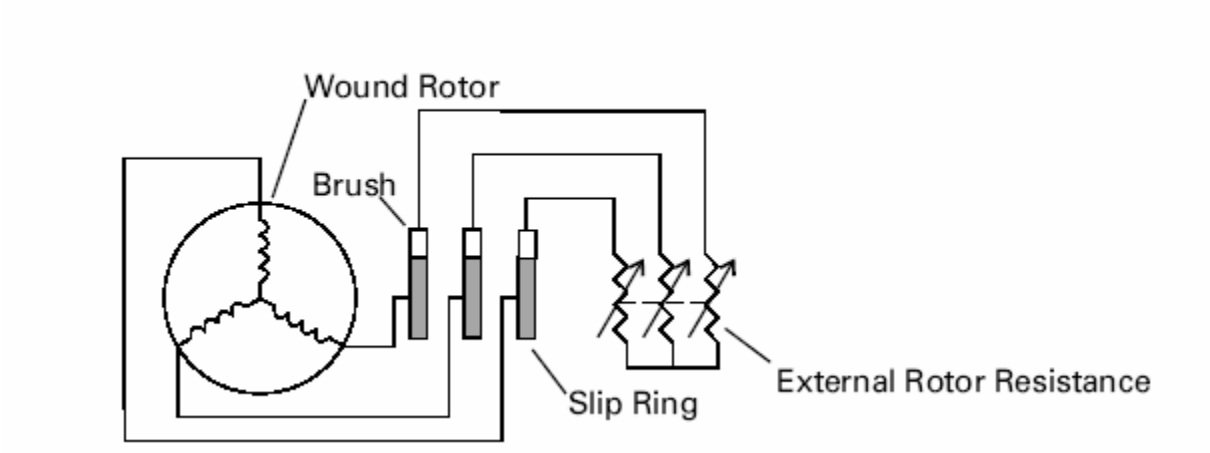
$$\% Slip = \frac{1800 - 1765}{1800} \times 100$$

$$\% Slip = 1.9\%$$

مثال

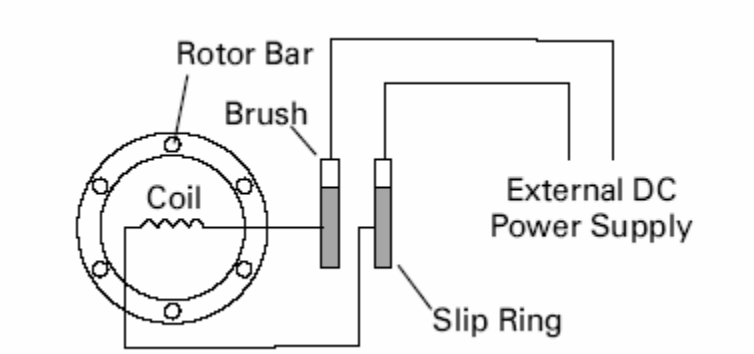
Wound rotor motor

فى انواع اخرى من ال rotor يكون بدلا من البار الموصل (ملفات) موصلة بفرش كربون و ايضا الى مقاومات متغيرة
عند تولد مجال مغناطيسى يسبب فولت فى الrotor
زيادة المقاومة المتغيرة يقل التيار و تقل السرعة و العكس



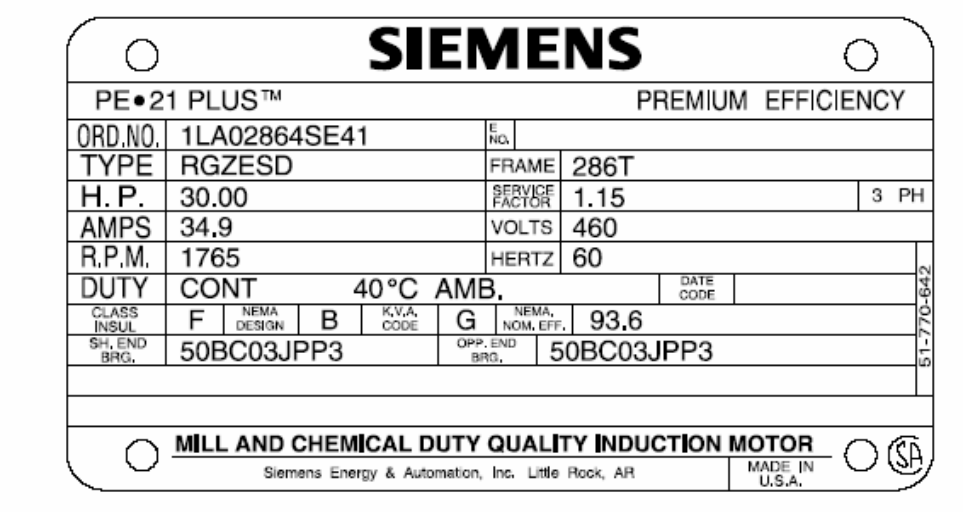
Synchronous motors

بالاضافة الى البارات الموصلة يضاف اليها ملفات و يوصلا بمصدر فولت dcخارجى (فى البداية يبدا مثل ال squirrel cage القفص الدائرى
و بعدها يمد مصدر dc عند الوصول الى السرعة القصوى ليجعل المجال المغناطيسى متزامن مع الاخرى و يدور فى هذه الحالة الrotor بنفس سرعة المجال المغناطيسى



<u>مواصفات المواتير</u>

1- الاسم الموجود عليها



SIEMENS

PE•21 PLUS™							PREMIUM EFFICIENCY		
ORD.NO.	1LA02864SE41				E NO.				
TYPE	RGZESD				FRAME	286T			
H. P.	30.00				SERVICE FACTOR	1.15		3 PH	
AMPS	34.9				VOLTS	460			
R.P.M.	1765				HERTZ	60			
DUTY	CONT	40°C AMB.					DATE CODE		51-770-642
CLASS INSUL	F	NEMA DESIGN	B	K.V.A. CODE	G	NEMA NOM. EFF.	93.6		
SH. END BRG.	50BC03JPP3				OPP. END BRG.	50BC03JPP3			

MILL AND CHEMICAL DUTY QUALITY INDUCTION MOTOR

Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR — MADE IN U.S.A.

2- الفولت و التيار

AMPS	34.9	VOLTS	460

3- Rpm

R.P.M.	1765	HERTZ	60

السرعة عند القدرة او الفولت و التردد فى حالة الحمل الكامل

السرعة المتزامتنه NS = 1800
و لكن عند توصيل الحمل الكامل يكون هناك فرق (slip) 1.9%
عندما يكون الحمل الموصل غير كامل ممكن ان تزداد السرعه عن 1765

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

$$\% \ Slip = 1.9\%$$

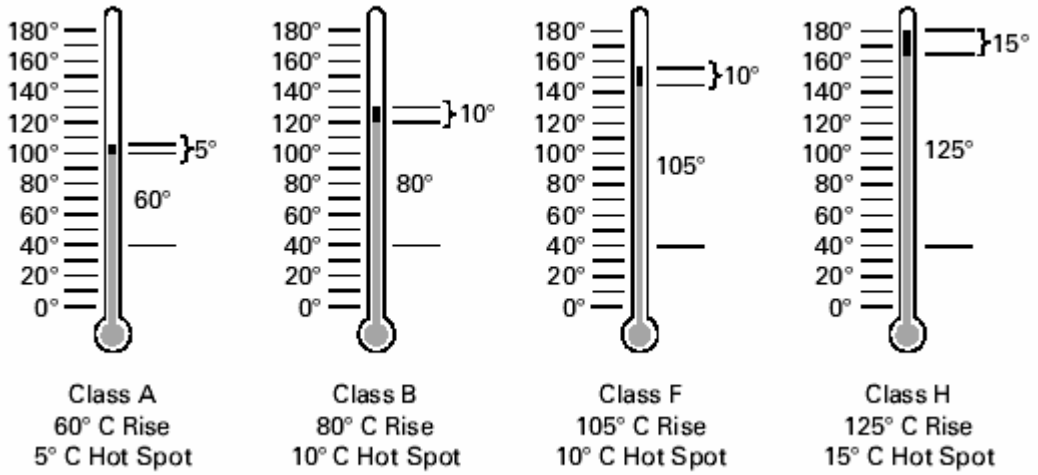
4- عامل الخدمة او service factor

SERVICE FACTOR	1.15

اى انه عند (1) يعمل على المواصفات المبينة عليه و عند (1.15) يعمل زيادة 15% على المواصفات و لكن عندج الاستمرار بالعمل بهذه القيمة يقلل للعمر الافتراضى له

5- طبقة العزل (class insulation)
طبقا للمواصفات العالمية A, B ,FH

DUTY	CONT	40°C AMB.
CLASS INSUL	F	



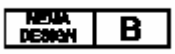
Class A
60° C Rise
5° C Hot Spot

Class B
80° C Rise
10° C Hot Spot

Class F
105° C Rise
10° C Hot Spot

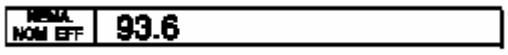
Class H
125° C Rise
15° C Hot Spot

5-تصميم الماتور



طبقا لمموا صفات العالمية

6- الفاعلية efficiency



تحويل القدرة الميكانيكية الى كهربية

الفصل الرابع

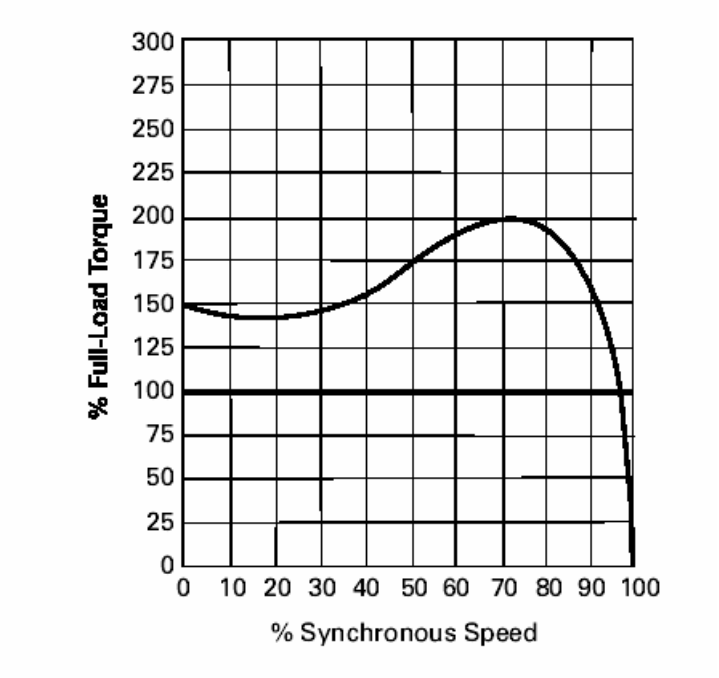
مواصفات المواتير حسب النظام العالمى NEMA

تصمم المواتير طبقا لخصائص و علاقة السرعة مع العزم حتى تلائم خصائص السرعة و العزم للاحمال المختلفة و
هناك انظمة متعددة NEMA A,B,C,D
A نادر الاستخدام، B الاكثر انتشارا ، C,D لتطبيقات مخصصة
الماتور لابد ان يكون قادرا على انشاء عزم للبداية و العجلة و تشغيل الحمل فى الظروف الملائمة

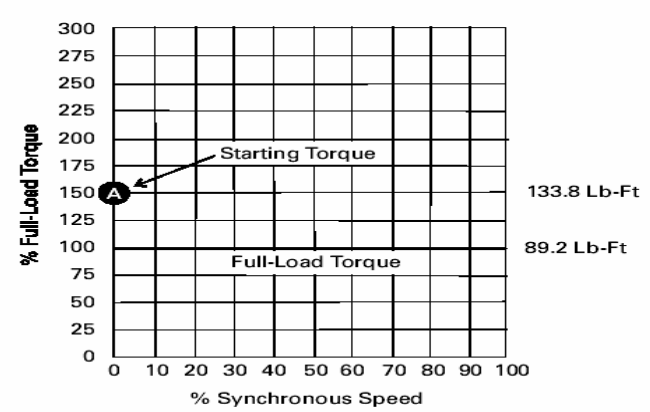
$$HP = T \times RPM/5250$$

$$T = HP \times 5250/RPM$$

الرسم البيانى لعلاقة السرعة و العزم

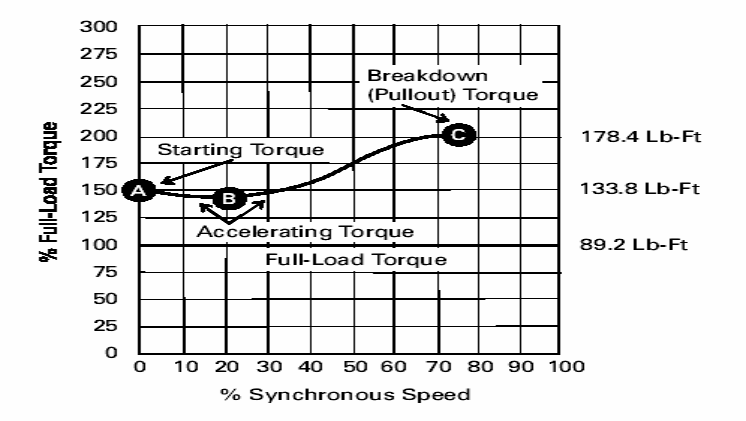


1- عزم البداية starting torque



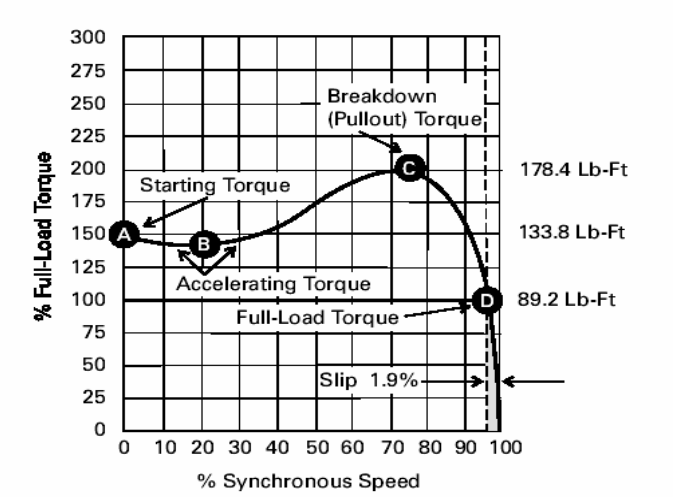
او العزم الذى يكون عندة ال rotor ثابت لا يتحرك
اى عند توصيل الفولت و التردد المناسب لملفات ال stator ياخذ ال rotor وقت بسيط لا يتحرك فية و يعطى فية 150 % من عزم الحمل الكامل

2- التعجيل و عزم الانكسار accelerating & breakdown torque



بعد ذلك يبدا ال rotor فى الدوران و التعجيل (يبدا العزم يقل مع زيادة السرعة) حتى يصل لنقطة **B** و بعدها مع زيادة السرعة يزداد العزم حتى يصل الى اعلاة اعلى قيمة **C** للماتور ممكن ان يعطيها (اكثر من هذة القيمة يكون زيادة للحمل على الماتور مم يسبب عرقلتة عن الحركة و يسبب وقوفة

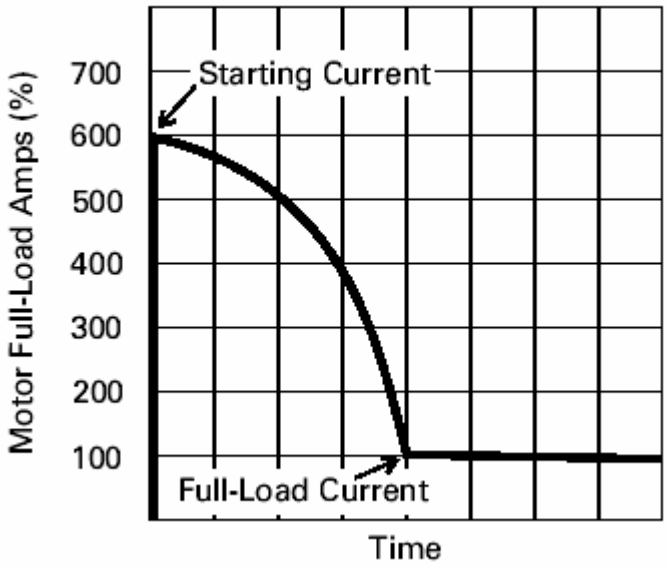
3- عزم الحمل الكامل (full load torque)



بعد نقطة العزم الاعلى يبدا العزم يقل مع زيادة السرعة حتى يصل الى عزم الحمل الكامل عند سرعة اقل من 100 % من السرعة المتزامنة
هذا العزم هو الذى يحدث عندما يكون الماتور عند القيم المحددة (rated) للتردد و الفولت و الحمل (السرعة عند الحمل الكامل تكون السرعة المخالفة للعليا بسبب ال slip تستخدم هذة المواتير (NEMA B) لاحتياجات مثل السيور و المراوح و المضخات

<u>تيار البداية و تيار الحمل الكامل</u>

تيار البداية عندما يكون ال rotor لا يتحرك يكون % 650-600 من تيار الحمل الكامل
اى التيار الذى يكون عندة الحمل موصل و السرعة هى العليا و الفولت و التردد الاعتيادى

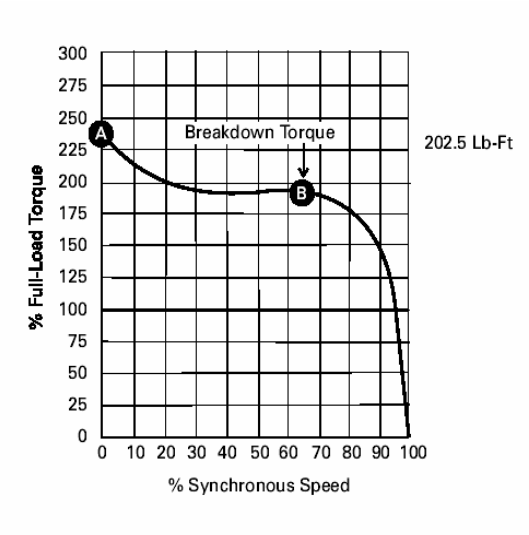


<u>NEMA A motors</u>

عند الاحتياجات الخاصة يكون هناك NEMA A و ايضا يكون تيار البداية عالى مما يكون علية ضرورى استخدام اجهزة حماية عند البداية

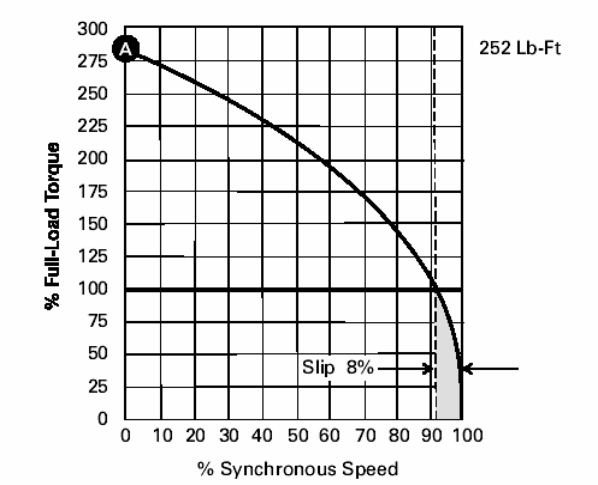
NEMA C motors

بداية العزم لهذة المواتير حوالى 225 % (تستخدم فى تطبيقات التى تكون البداية فيها صعبة مثل السيور الثقيلة و مضخات الكبس و الضواغط و يتخدم لمواتير السرعة الواحدة 5 HP -→200 HP



NEMA D motors

عزم البداية 280% تستخدم فى البدايات الصعبة جدا مثل اوناش الرفع و مضخات الزيت



تغير السرعة و تنعيم و تقليل البداية

ضرورية لحد التيار العالى عند البداية

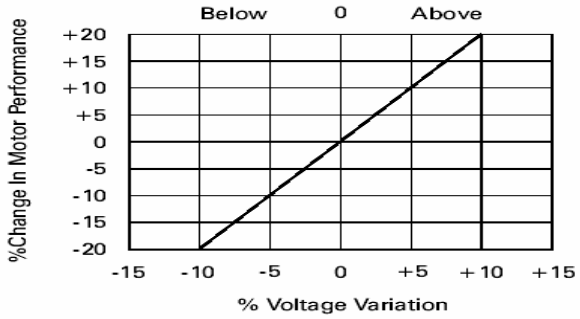
العوامل المتغيرة derating factors

العوامل التى تؤثر على اداء المواتير لابد ان تدرس بعناية

1- تغير الفولت

60 Hz	50 Hz
115 VAC	380 VAC
200 VAC	400 VAC
230 VAC	415 VAC
460 VAC	220/380 VAC
575 VAC	

عند تغير الفولت على سبيل المثال 10 % اقل من الفولت ال rated فسوف يعطى الماتور عزم اقل ب % 20 من عزم البداية فمن الممكن ان لا يستطيع الماتور تدوير الحمل او اعطاء السرعة المعتادة
و ايضا زيادة 10 % يزيد عزم البداية ب 20 % قد يسبب كسر للحمل الموصل او تلفة . او مثلا سير يتحرك حركة مفاجئة للامام و ايضا تغير الفولت سيؤثر فى تيار البداية و تيار الحمل الكامل و زيادة فى درجة الحرارة



2- التردد

التغير فى التردد يغير فى خصائص و علاقة السرعة و العزم

Frequency Variation	% Change Full-Load Speed	% Change Starting Torque
+5%	+5%	-10%
-5%	-5%	+11%

3- التثبيت (المستوى) altitude

المواتير تصمم على تثبيت اقل من 3300 قدم (الهواء اقل فى المستوى الاعلى و الحرارة لا تفرغ بسرعة

Altitude	Derating Factor
3300 - 5000	0.97
5001 - 6600	0.94
6601 - 8300	0.90
8301 - 9900	0.86
9901 - 11,500	0.82

50 HP X 0.94 = 47 HP

Ambient Temperature (°C)	Maximum Altitude (Feet)
40	3300
30	6600
20	9900

المواتير و المتحكم فيها motors & drives

بعض التطبيقات تحتاج لتغير السرعة و لذلك من الممكن تغير التردد المعطى للماتور و علية سوف يتغير العزم و التيار

الفولت مع التردد

تصمم المواتير و هناك v/f

$\frac{460}{60} = 7.67\ V/Hz$ $\frac{230}{60} = 3.8\ V/Hz$

الفيض Φ, و تيار المغنطة و العزم كلهم يعتمدان على هذة النسبة
زيادة التردد مع عدم زيادة الفولت (سوف تزيد السرعة و الفيض يقل و سوف تقلل عزم الماتور

$$T = k\Phi I_W$$

يتاثر العزم بالفيض Φ

و ايضا يتاثر بالتيار المسحوب بسبب الحمل المتوصل I_W

$T \acute{\alpha} \Phi, I_W$

و ايضا تيار المغنطة I_M سوف يقل و سوف يقلل من التيار فى ملفات ال stator (I_S) و كل هذة القلة سوف تؤثر على قدرة الماتور على تحمل الحمل

$$\Phi \approx \frac{E}{F}$$

$$T = k\Phi I_W$$

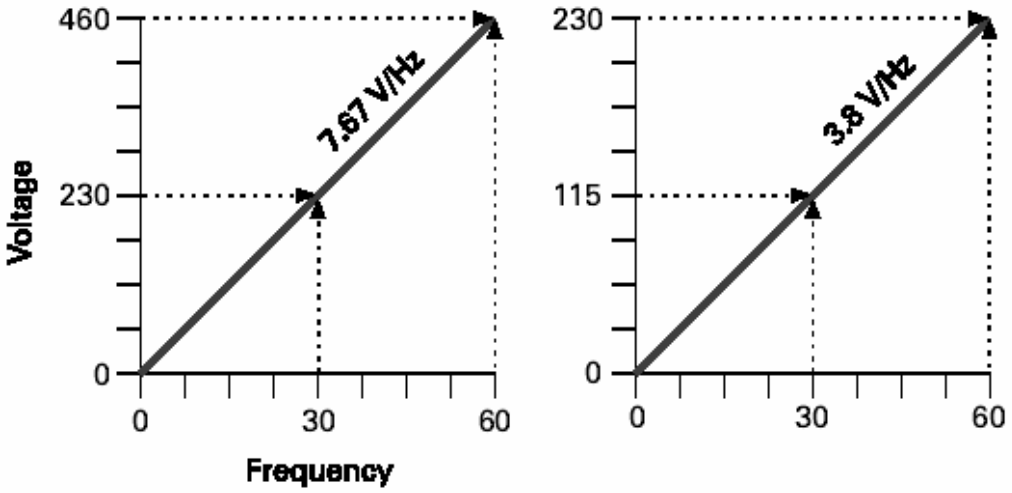
$$I_M = \frac{E}{2\pi F L_M}$$

العزم الثابت

$$T = k\Phi I_W$$

بعد ال drives تستطيع ان تقود الماتور بفيض بداية من 0 حتى التردد المعتاد 60 hz و هذا هو المدى الذى يكون فية العزم ثابت
طالما v/f ثابتة يكونا الفيض ثابت --- العزم ثابت

ال drives تغير التردد لتغير السرعة و ايضا بالنسبة لها الفولت و ذلك للمحافظة على الفيض ثابت و بالتالى العزم



$$\frac{460}{60} = 7.67\ V/Hz \qquad \frac{230}{60} = 3.8\ V/Hz$$

$$\frac{230}{30} = 7.67\ V/Hz \qquad \frac{115}{30} = 3.8\ V/Hz$$

لتشغيل الماتور على سرعتة المتوسطة يكون التردد 30 hz و الفولت 230 v

القدرة الثابتة

بعض التطبيقات تحتاج لماتور يعمل بسرعات اعلى و سيكون فى هذة الحالة العزم اقل و لكن الفولت لا يمكن ان يزيد عن 460 V

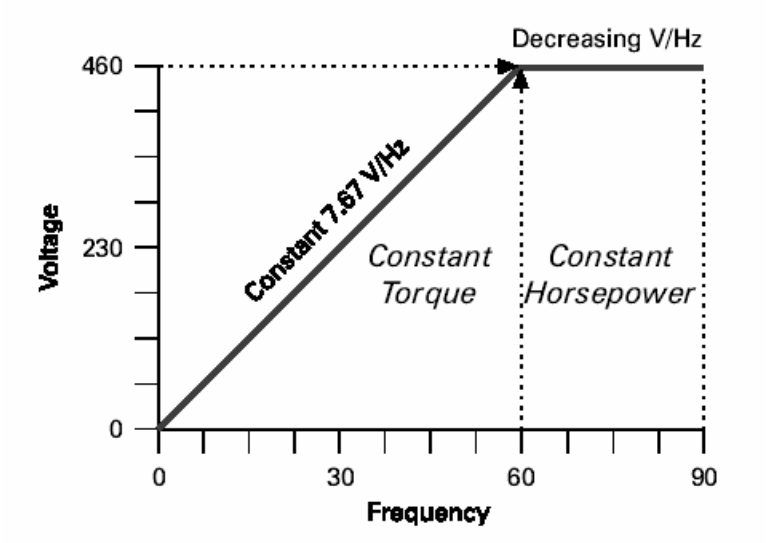
اذن تظل القدرة ثابتة و تزداد السرعة و يقل العزم

Frequency	V/Hz
30 Hz	7.67
60 Hz	7.67
70 Hz	6.6
90 Hz	5.1

Flux (Φ) and torque (T) decrease:

$$\Phi \approx \frac{E}{F} \qquad T = k\Phi/w$$

$$HP\ (remains\ constant) = \frac{T\ (decreases)\ x\ N\ (increases)}{5250}$$

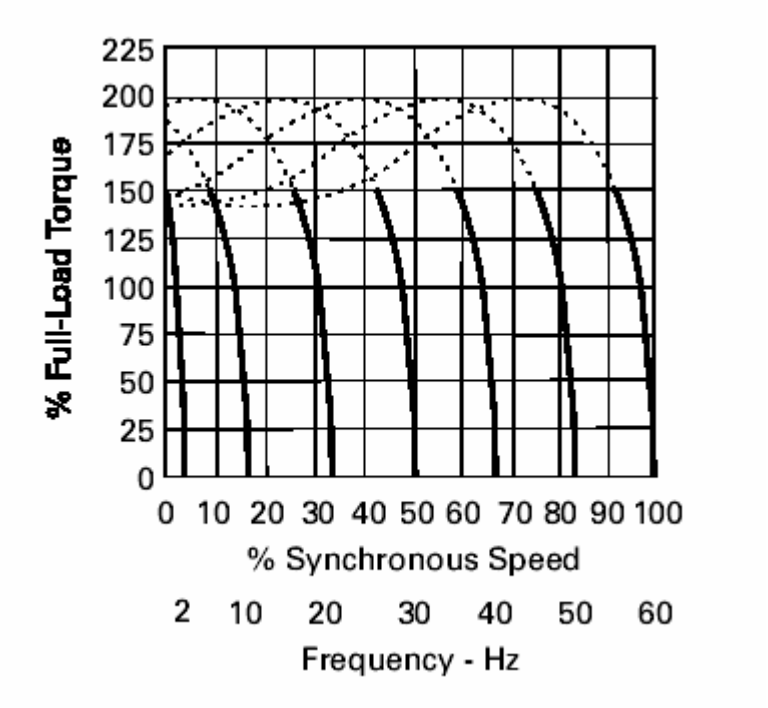


تقليل الفولت و تردد البداية

NEMA B

150% من العزم للحمل الكامل
600 % من التيار للحمل الكامل

ال drive يبدا عند تردد اقل و فولت اقل و بعدها يزداد
باستخدام ال drives من الممكن ان تعطى 150 % من عزم الحمل الكامل عند اى سرعة حتى السرعة الموجودة عند الفولت الكامل



احيانا بعض التطبيقات تحتاج لعزم فى البداية اعلى و عندما يكون الماتور يستطيع اعطاء 200% من العزم عند 200% من التيار و ايضا يكون ال drive قادر على ذلك (اي اعطاء 200% تيار)
ال drive قادر على اعطاء 150% عزم لمدة 1 دقيقة و عند طلب المزيد يفضل ان يكون ال drive يعطى تيار اعلى لاعطاء عزم اكبر للماتور .

اختيار الماتور

دائما ال drive تعمل على تردد اعلى من الماتور الموجود و لكن عند التردد العالى v/f تقل و لا يكون العزم قادر على الزيادة عن 100 % و ايضا فى السرعات الاقل و الحمل الموصل كامل يكون التبريد غير كافى

ال harmonic و زيادة الفولت لحظيا spikes مشاكل لابد التغلب عليها
يوجد فى بعض ال drives فلاتر لتقليل الزيادة فى الحرارة

اختيار الماتور

1- السرعة المطلوبة
2- نوع الحمل و عزمة
3- درجة الحرارة القصوى

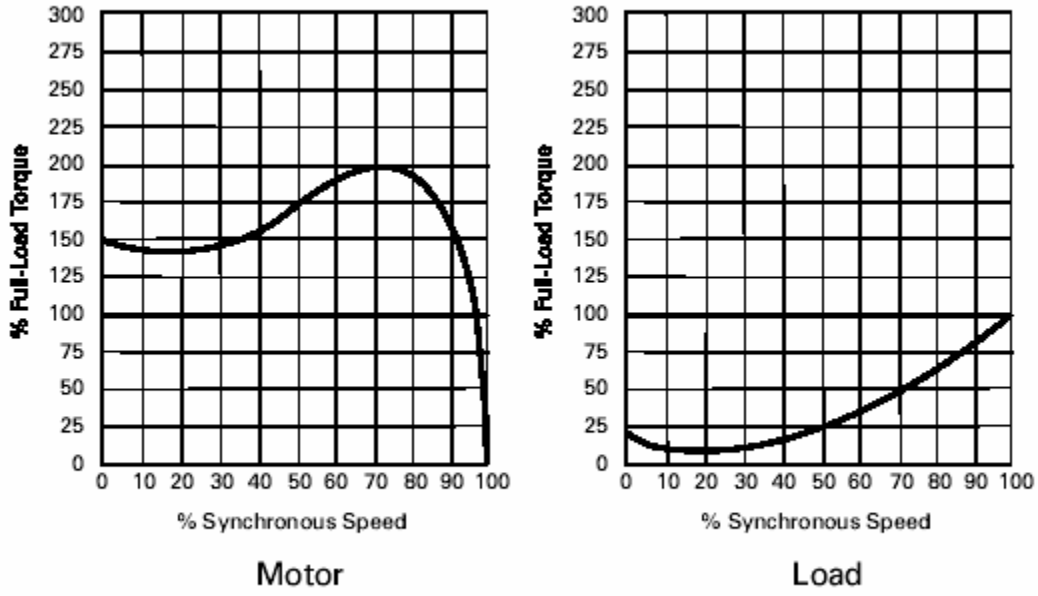
المسافة بين ال drives و الماتور مهمة

كل كابلات المواتير بينها و بين بعض و الارضى قيمة مكثف و كل ما ازداد الطول زادت القيمة للكثافة لذلك تزداد ال spikes و لابد الحرص من ذلك

يفضل ان يكون معامل الخدمة 1.15 لتحمل هذة ال spikes و ال harmonics

مطابقة الماتور مع الحمل

مقارنة الحمل الذى يتحملة الماتور و الحمل الموصل



Load Description	Load Torque as % Full-Load Drive Torque		
	Break-away	Accel-erating	Peak Running
Actuators:			
Screw-down (rolling mills)	200	150	125
Positioning	150	110	100
Agitators			
Liquid	100	100	100
Slurry	150	100	100
Blowers, centrifugal:			
Valve closed	30	50	40
Valve open	40	110	100
Blowers, positive displacement, rotary, bypassed	40	40	100
Calenders, textile or paper	75	110	100

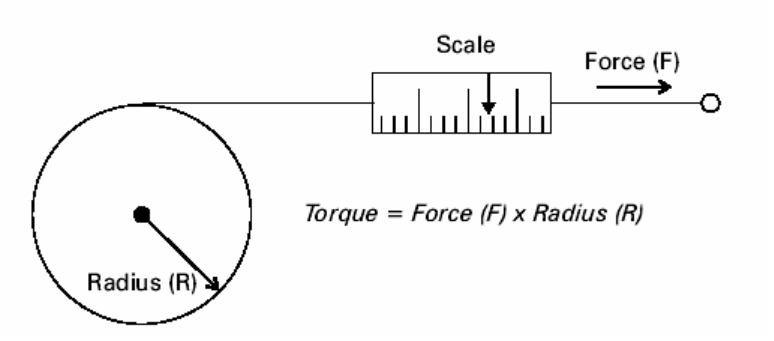
حساب عزم الحمل

على سبيل المثال توصيل دائرة معدنية حول الذراع الموجود على الحمل الذى سوف يدور بواسطة الماتور ثم ربط حبل علية لشدة و عندما تبدأ فى الدوران تحسب القوة وقتها

لحساب العزم = $F \times R$

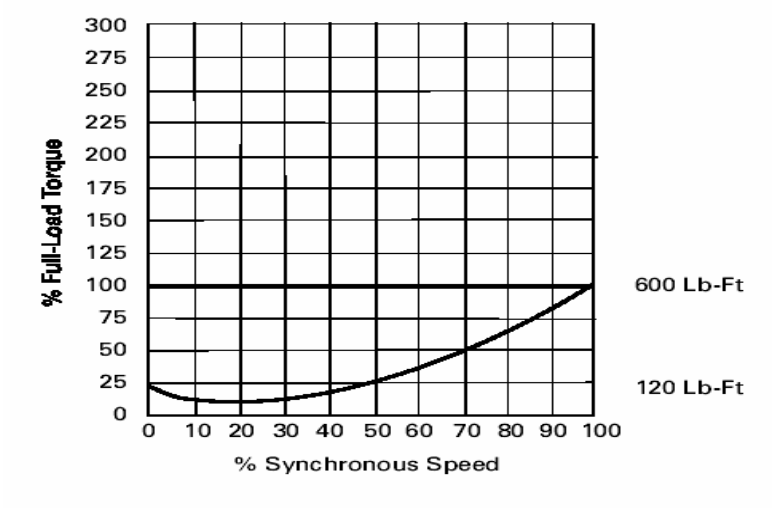
F القوة

R نصف القطر من مركز الذراع



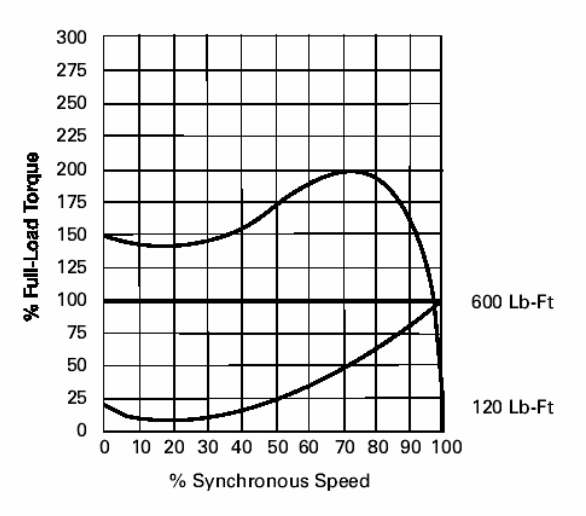
مضخات قوة الطرد المركزية
Centrifugal pump

المضخة تحتاج فقط 20% من الحمل الكامل لكى تبدأ و عند زيادة السرعة تصل للحمل الكامل



لابد دائما ان يكون عزم الماتور اعلى من عزم الحمل

و ليكن NEMA B 200 HP

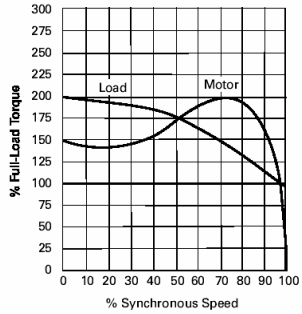


بهذة الصورة يكون الماتور قادر بسهولة على تشغيل الحمل

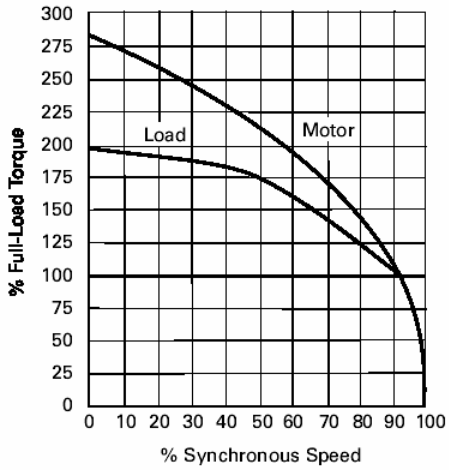
مثال اخر لحمل

Screw down actuator

يكون عزم البداية تشغيلة % 200 من الحمل الكامل و عند استخدام Nema B لنفس قدرة الحمل
يكون عزم البداية للحمل اكبر من عزم بداية الماتور لذلك لا يستطيع الماتور تشغيل الحمل



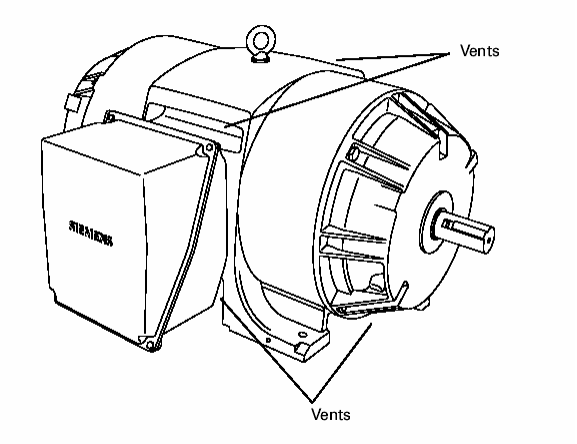
الحلول قد تكون استخدام NEMA B بقدرة اعلى او استخدام NEMA D



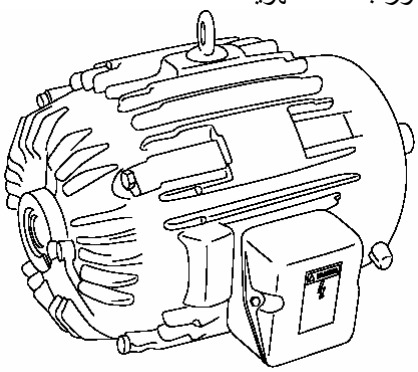
الماتور المستخدم للحمل لابد ان يكون يستطيع بدا الحركة و يعجل السرعة و يشغل الحمل

فى اى وقت اذا كان الماتور لا يستطيع ذلك فسوف يقف و يكون حمل زائد علية و يتم فصلة عن مصدر الكهرباء عن طريق اجهزة الحماية

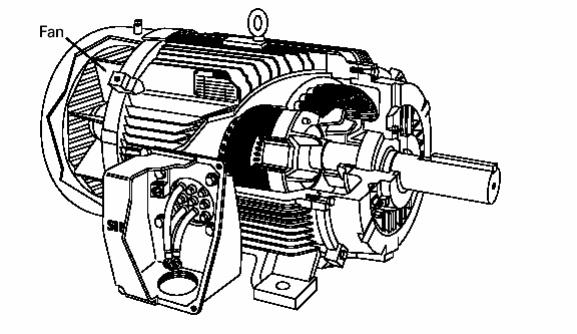
Enclosure الغطاء الخارجى



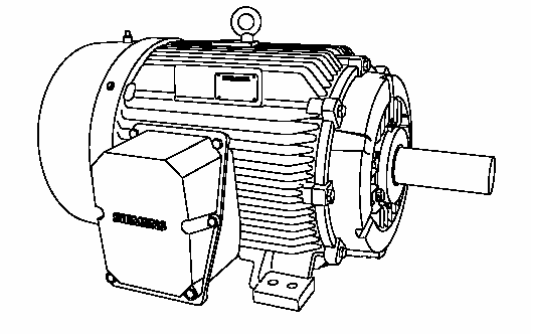
ماتور بفتحات تهوية



ماتور مغلق تماما



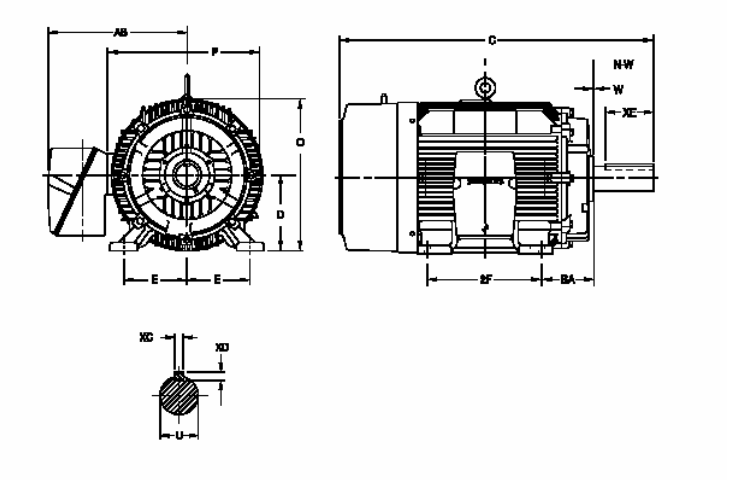
ماتور مغلق و بداخلة مروحة



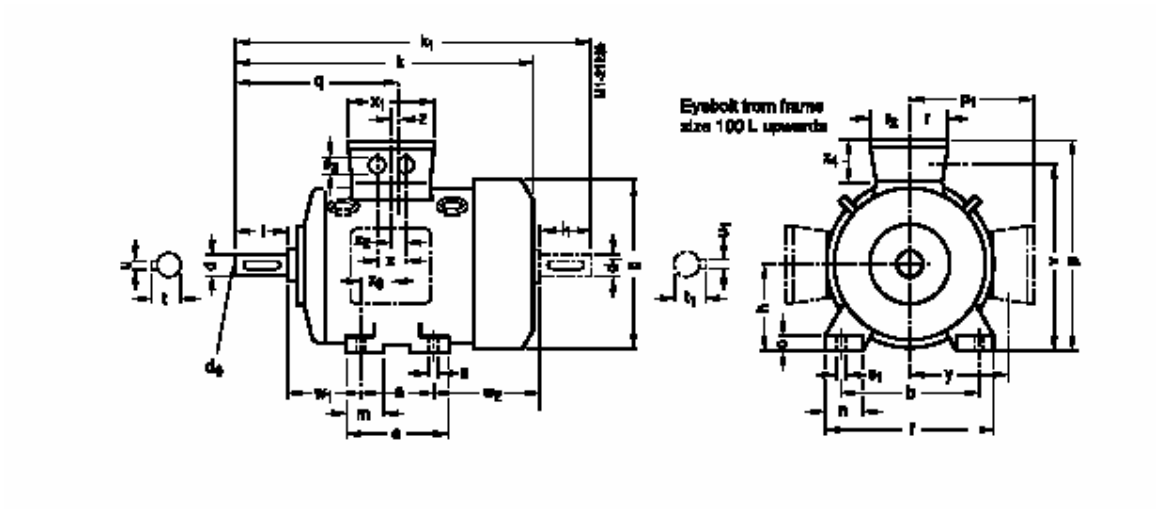
ماتور ضد الانفجار للاماكن التى تكون ظروفها صعبة
للالياف
والمواد الكيميائية و الاتربة
ضد الانفجارات للغازات

Mounting
التثبيت

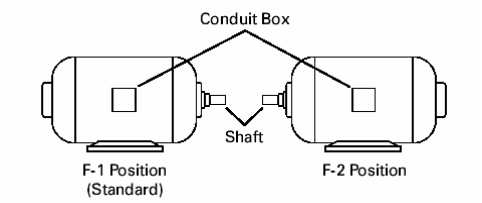
المقاسات
بالنسبة للنظام العالمى NEMA

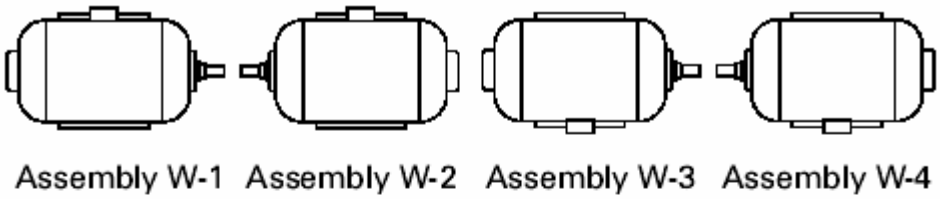


بالنسبة للنظام العالمى IEC

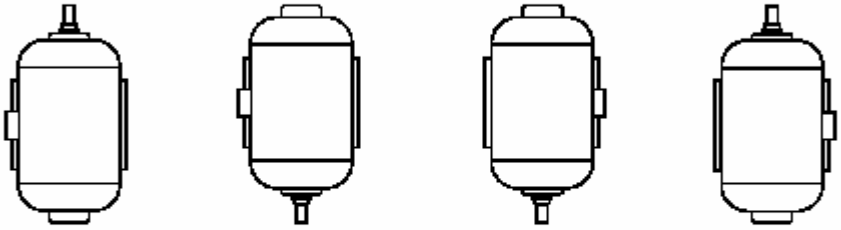


اوضاع التثبيت

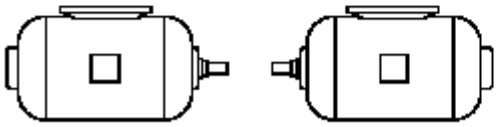




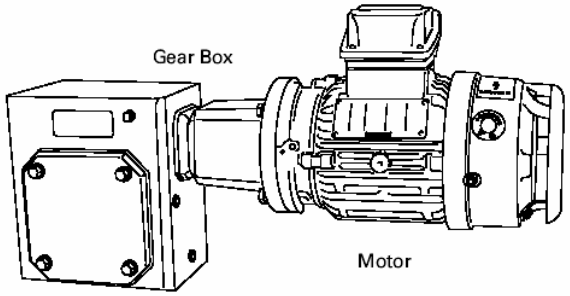
Assembly W-1 Assembly W-2 Assembly W-3 Assembly W-4

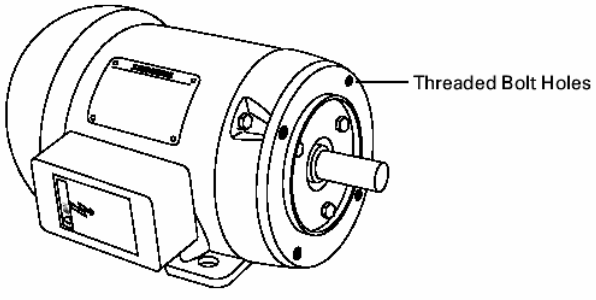


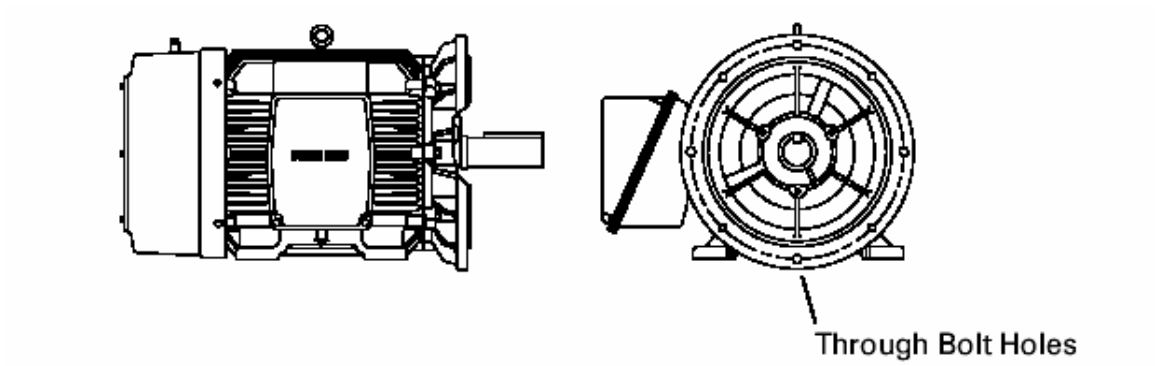
Assembly W-5 Assembly W-6 Assembly W-7 Assembly W-8



Assembly C-1 Assembly C-2

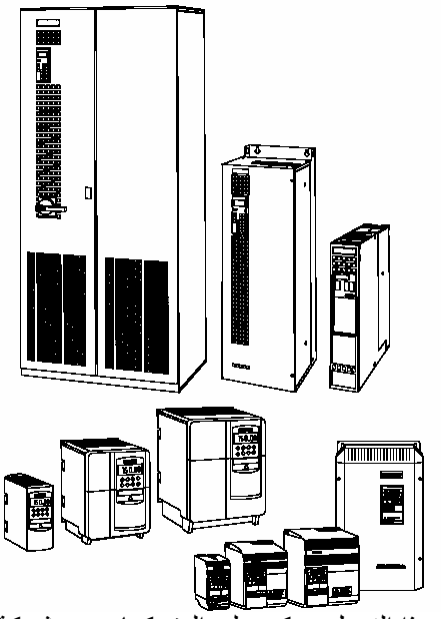





Through Bolt Holes

الفصل الخامس

المتحكم فى الماتور DRIVES



هذا الفصل مركز على المتحكمات من شركة سيمنز الالمانية و البداية سوف تكون مراجعة للمنهج السابق الخاص بالمواتير لاسترجاع بعض المعلومات عن

1- القوة ، العزم ، السرعة ، العجلة ، قوانين عزم القصور ، الاحتكاك ، الشغل ، القدرة ، القدرة بالحصان HP
2- تركيب الماتور ، مراجعة المعطيات على الشريحة المعدنية name plate مثل التوصيل و السرعة و معامل الخدمة و نوع العزل و المقياس nema a b c d و الكفاءة
3- توليد مجال مغناطيسى دائر

$$\Phi \approx \frac{E}{F}$$

المجال المغناطيسى المتولد يتناسب مع الفولت / التردد

$$NS = \frac{120F}{P}$$

السرعة المتزامنة (سرعة المجال المغناطيسى)

$$E = k\Phi N$$

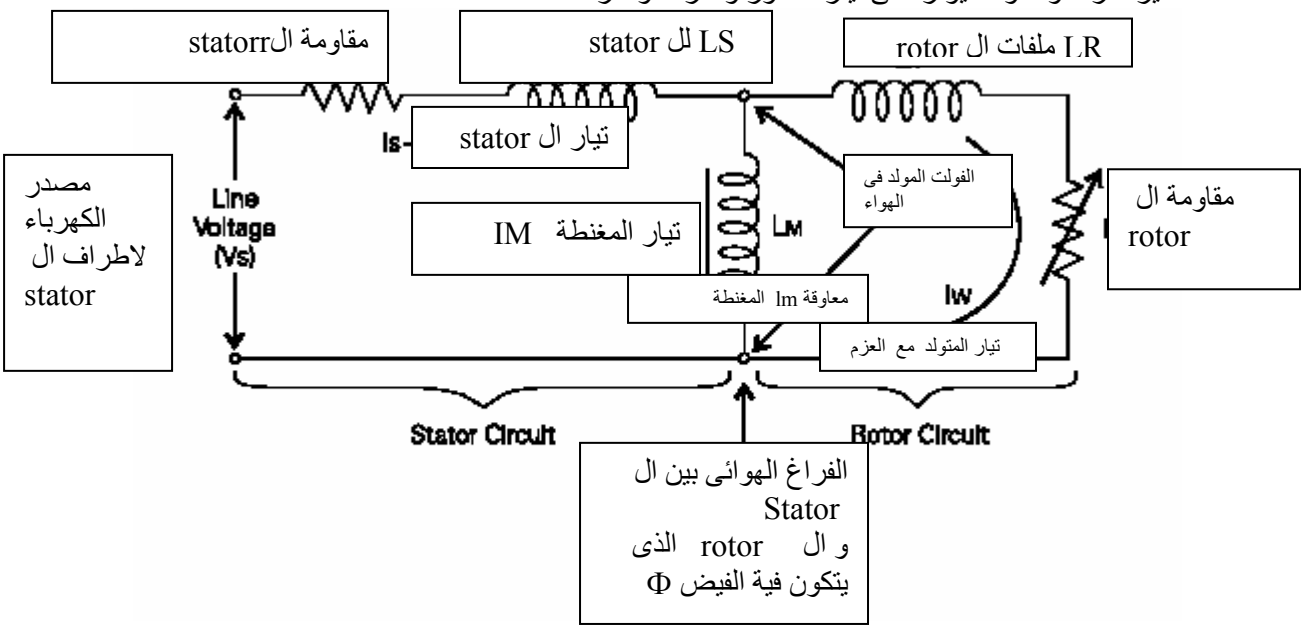
الفولت المتولد (القوة الدافعة الكهربية المتولدة على ال rotor
K ثابت يعتمد على تصميم الماتور

$$\% \text{ Slip} = \frac{NS - NR}{NS} \times 100$$

3- مواصفات nema و العلاقة بين السرعة و العزم

مكونات الماتور

تغير التردد و الفولت يؤثر على تيار الماتور و عزمة و سرعتة



V_S الفولت المتولد على اطراف ال stator من مصدر التيار المتردد . يحدث بعدها نقص فى الفولت (voltage drop) و يتكون E و هو الفولت المسئول عن توليد العزم و الفيض المغناطيسى

تيار المغنطة Im

هو المسئول عن توليد خطوط الفيض التى تقوم بالربط مع دائرة ال rotor و هذا التيار تقريبا 30 % من التيار المسحوب للماتور و هو مثل الفيض يتناسب مع كل من الفولت و التردد

$$I_M = \frac{E}{2\pi F L_M}$$

تيار العمل(المسحوب مع الحمل) Iw

هو الذى يمر فى دائرة ال rotor و يسبب العزم و هو يعتمد على الحمل و زيادة الحمل تسبب زيادة فى قيمة التيار

تيار ال Is stator

ممكن قياسة من على خطوط ادخال الكهرباء و هو الذى يمر فى ال stator
التيار المسحوب فى الحمل العادى و الذى يكتب على الماتور هو هذا التيار I s

$$I_S = \sqrt{I_M^2 + I_W^2}$$

Im ثابت لا يتغير
Iw يتغير مع الحمل

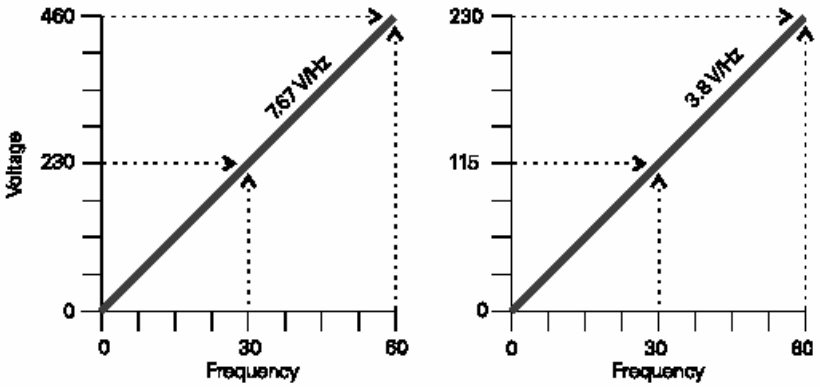
<u>الفولت و التردد V/F</u>

$$\Phi \approx \frac{E}{F}$$

$$T = k\Phi I_W$$

$$I_M = \frac{E}{2\pi F L_M}$$

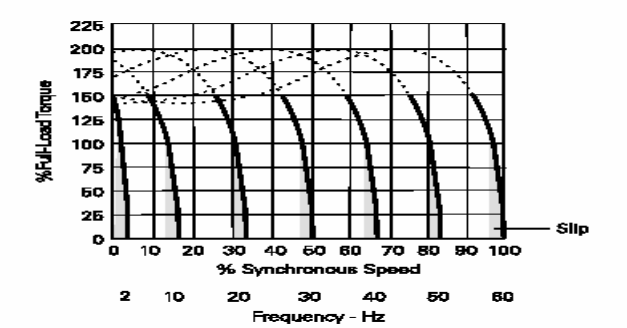
- العزم يظل ثابت ما دامت **v/f** ثابتة و يتغيران مع بعض



$$\frac{460}{60} = 7.67\,V/Hz \qquad \frac{230}{60} = 3.8\,V/Hz$$

$$\frac{230}{30} = 7.67\,V/Hz \qquad \frac{115}{30} = 3.8\,V/Hz$$

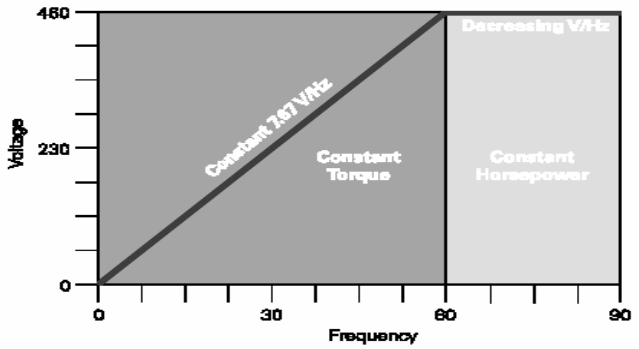
- عند توليد فولت تيار كامل يسحب تيار 600% التيار للحمل الكامل
ال drive لها قدرة على توليد عزم البدا كامل و مع تيار 150 % فقط $t= \Phi^2$



احيانا بعض الاحمال تحتاج 200 % لو كان الماتور 200 % عزم عند 200 % تيار و ال drive يعطى 200% تيار او يكون ال drive 150% تيار و لكن التيار اكبر من تيار الماتور

Frequency	V/Hz
30 Hz	7.67
60 Hz	7.67
70 Hz	6.6
90 Hz	5.1

$$\Phi \approx \frac{E}{F} \quad T = k\Phi Iw$$

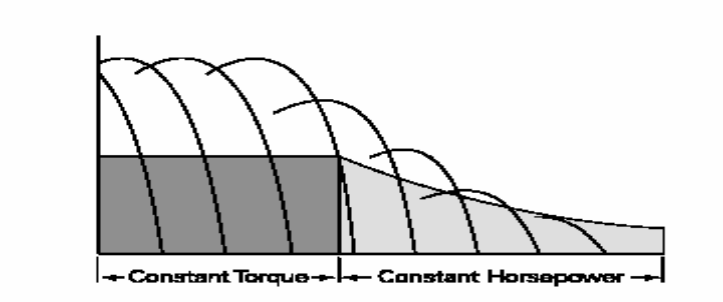


$$HP\ (\text{remains constant}) = \frac{T\ (\text{decreases}) \times N\ (\text{increases})}{5250}$$

Field weakening المجال الضعيف

المواتير التى تعمل فوق التردد العادى تكون فى هذة المنطقة ، التردد يزيد و لكن الفولت يظل ثابت

اقل من السرعة العادية (العزم ثابت ، الماتور قادر على اعطاء هذا العزم فى اى سرعة و لكن اكثر من السرعة العادية او اعلى من التردد العادى يكون الماتور غير قادر على اعطاء العزم الكامل



و هناك معامل لهذة المنطقة

$$F_{FW} = \left\{ \frac{\text{Rated Frequency}}{\text{Extended Frequency}} \right\}^2$$

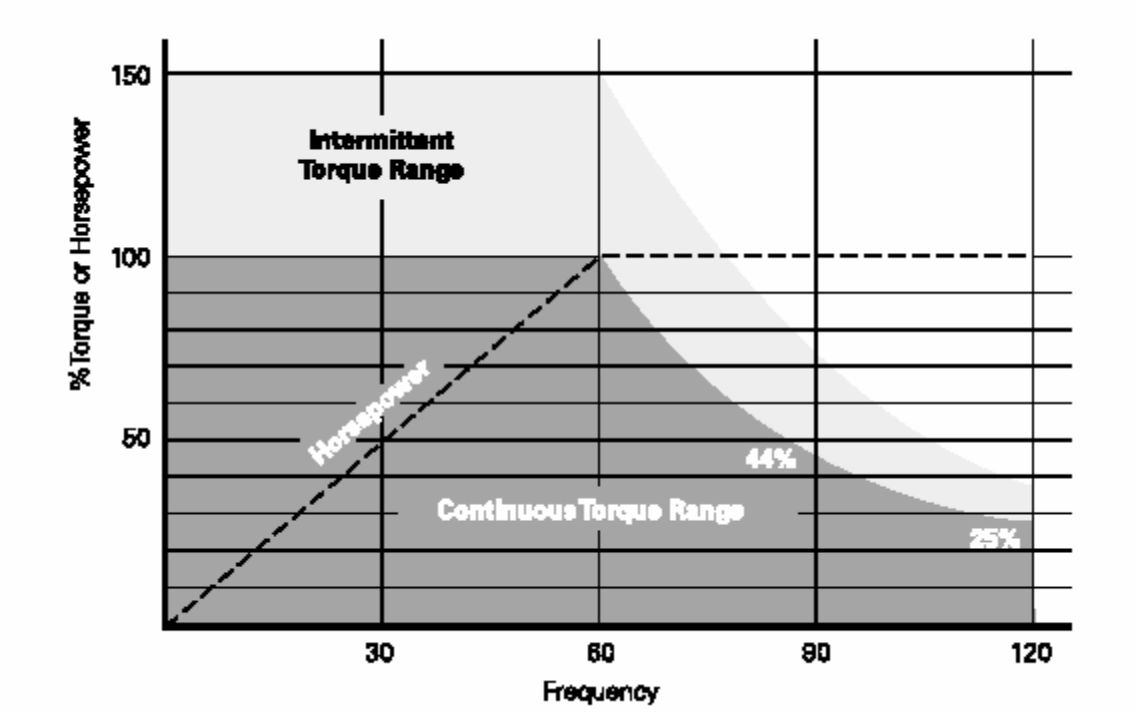
$$F_{FW} = \left\{ \frac{60}{90} \right\}^2 = 44\%$$

$$F_{FW} = \left\{ \frac{60}{120} \right\}^2 = 25\%$$

على سبيل المثال ماتور 60 هرتز يعطى فقط 44% من العزم الكامل عند 90 هرتز

اختيار الماتور

ال drive دائما لها قدرة اكثر من الماتور و تستطيع العمل على ترددات اعلى و ايضا ترددات اقل و لكن الماتور يكون فى هذة الحالة محتاج تبريد احسن



من الممكن اعطاء قيم اعلى من العزم لكن لحظيا اى عند 120 هرتز من الممكن الحصول على 37 % من العزم الكامل لكن لحظيا

الماتور من الممكن ان يظل عزمة ثابت فى جميع الترددات عند 25 %

الماتور يظل حتى التردد العالى يعمل ب 100 % من العزم العادى بكفاءة و من الممكن الحصول على اكثر من ذلك 150% اذا كان ال drive يستطيع اعطاء تيار اعلى

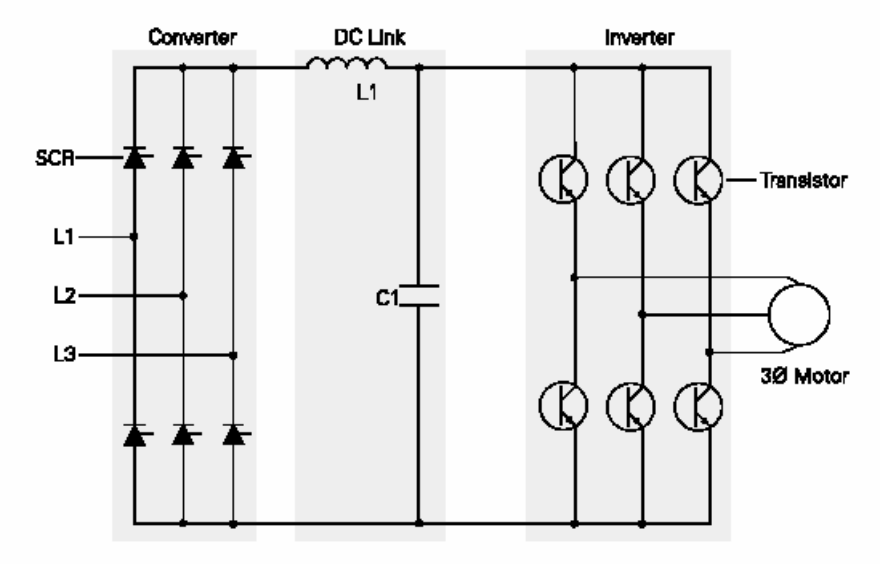
مبادئ ال AC DRIVES

المصنعة بواسطة siemens
Siemens **mo**tor in**vert**er
Simovert

ال drive تتسلم الفولت و التردد العادى و تحولهم الى الفولت و التردد المطلوب
انواع ال inverters
- VVI variable voltage inverter اعطاء فولت متغير
- CSI current source inverter محول لمصدر التيار
- PWI و تغير عرض الاشارة (pulse width modulation)

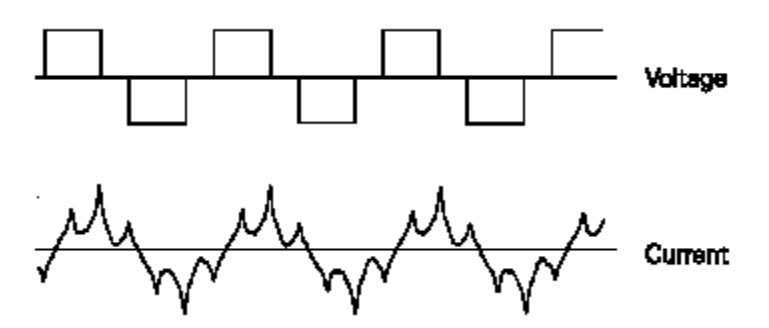
كل المحولات تحول الفولت ال AC الى DC ثم بعض ذلك تحولة الى AC بالتردد و الفولت المطلوب

VVI



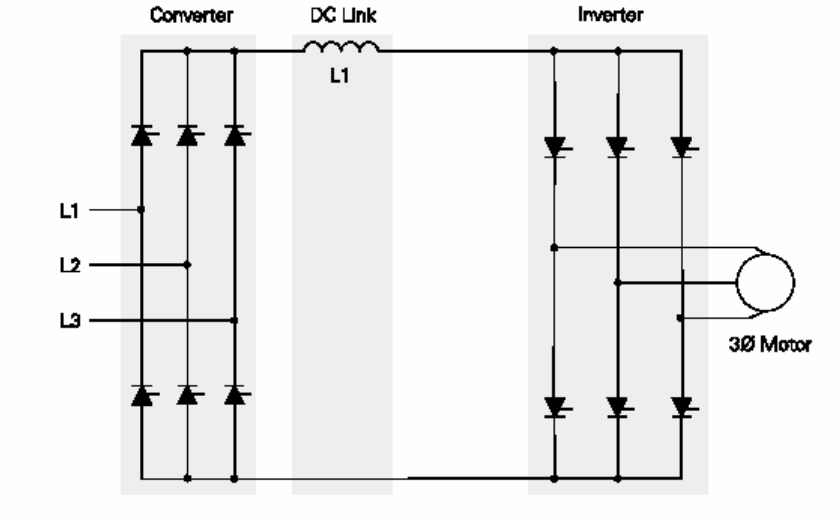
يستخدم SCR جهاز لتحويل المصدر المتردد الى فولت DC و هو يتحكم فى قيمة الخرج من 0 الى 600 VDC و يستخدم الملف L1 و المكثف C1 لتنعيم ال DC و اما عن جزء المحول ال inverter يتكون من 6 اجهزة مفاتيح و يستخدم فيها عدة اجهزة امثال ال thyristor , MOSFET , bipolar transistor , IGBT و يستخدم متحكم microprocessor لتشغيل ثلث الاجهزة للحصول على فولت و تردد معين

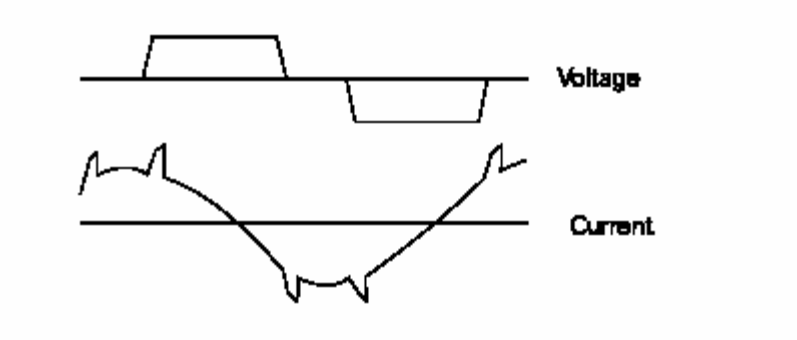
هذا النوع من التشغيل يسمى six-step لانة ياخذ 6×60 درجة ليكمل دورة كاملة . بالرغم من ان الماتور يفضل الموجة ال sin
عيب هذا النوع النبضات التى تحدث عند كل مرة يعمل بهذة ال switching و هى ملاحظة اكثر فى السرعات البطيئة (الموجات المربعة تزيد من حرارة الماتور اكثر من الموجات ال sin)



CSI مصدر تيار متغير

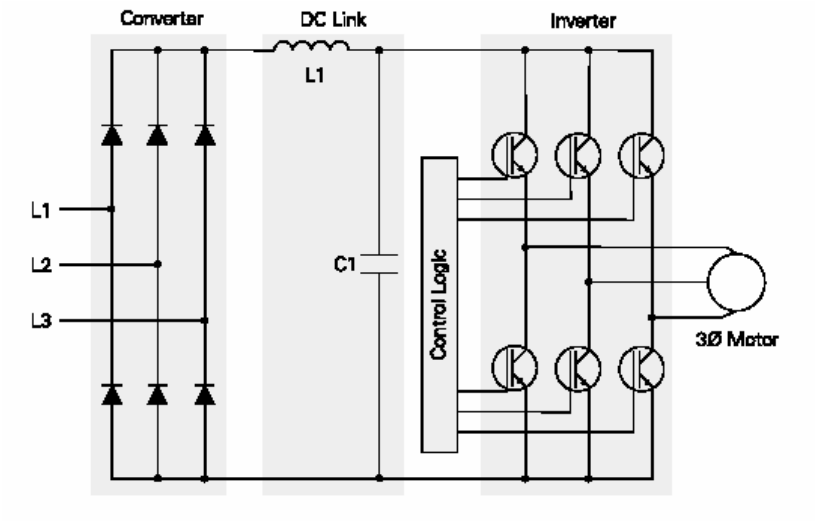
يستخدم ايضا SCR لتوليد مصدر فولت DC متغير و ايضا ال ال inverter يستخدم SCR لتخريج الخرج للماتور و هذا يتحكم فى التيار المعطى للماتور و لذلك يرعى ان يكون الماتور مكافئ لل drive
و ايضا يحدث علو لحظى للتيار اثناء العمل و التقطيع و تلاحظ اكثر فى السرعات البطيئة



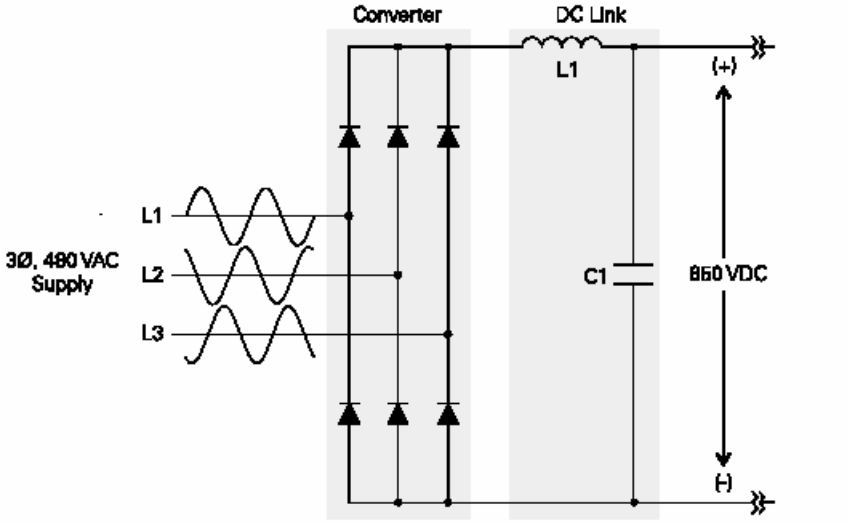


التحكم فى عرض الموجة pulse width modulation

و هذة هى المستخدمة فى siemens drives تعطى تيار اكثر موجية sin للتحكم فى التردد و الفولت و هى احسن ال drives المستخدمة

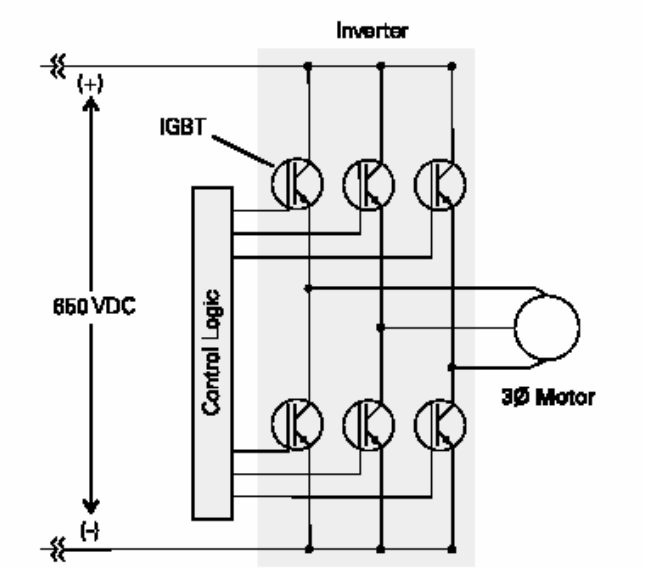


المحول من AC إلى DC (Converter)



يتكون من6 قناطر من الديود Diodes تحول 3 فاز AC إلى DC و يقوم L1,C1 بالتنعيم و القيمة لل VDC = 1.5 فولت ال AC
و هى تقريبا 650 VDC للـ 480VAC

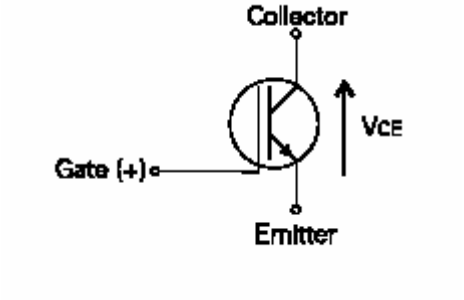
وحدة التحكم فى ال INVERTER و ال INVERTER



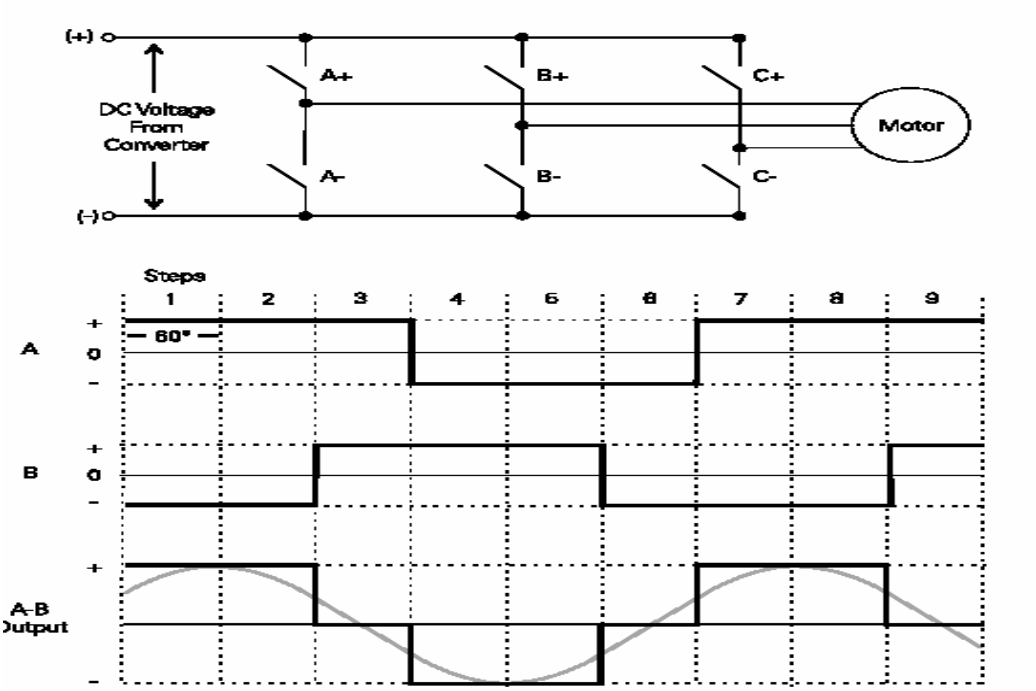
ال IGBT يعملون ON, OFF تشغيل و غلق للحصول على قيمة فولت و التردد المطلوب

IGBT هو احد انواع الترانزيستور التى تقوم بعملية التقطيع OFF , ON بسرعة تقوم بذلك آلاف المرات فى الثانية
و هو يتحول الى وضع التشغيل ON فى 400 نانو ثانية ووضع الغلق فى 500 نانو ثانية

عند نزع ال 15 VDC من على ال GATE يتحول الى IGBT لوضع OFF
و ايضا يترك ال GATE على وضع 15VDC- لضمان منع التشغيل

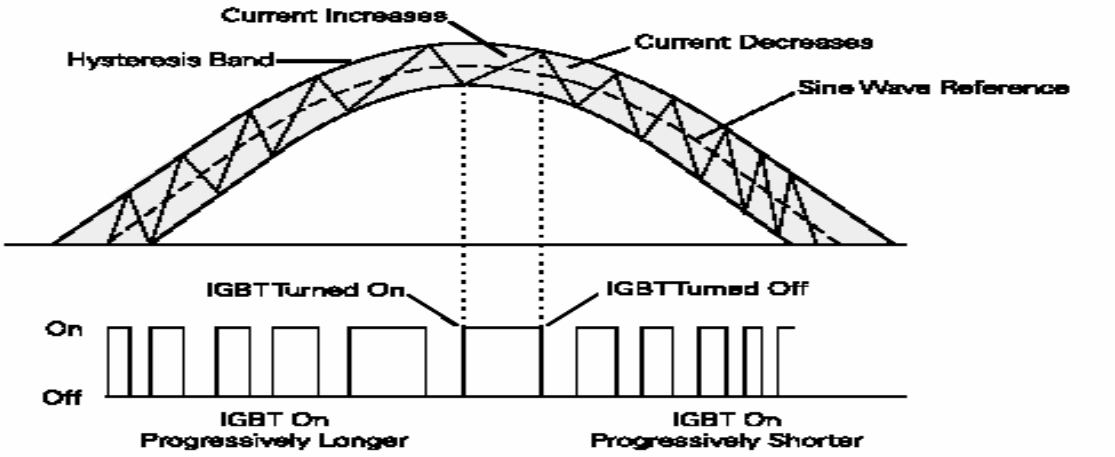


كيفية استخدام اجهزة التقطيع للحصول على AC



فى هذا المثال عند غلق +A ،-B الفولت بين A, B يكون موجب +
و عند المرحلة الثالثة +A,B+ الفرق يكون Zero
المرحلة الرابعة +B , -A يكون الخرج سالب
قيمة الفولت تعتمد على خرج ال CONVERTER و قيمة التردد تعتمد على سرعة عمل OFF, ONللاجهزة

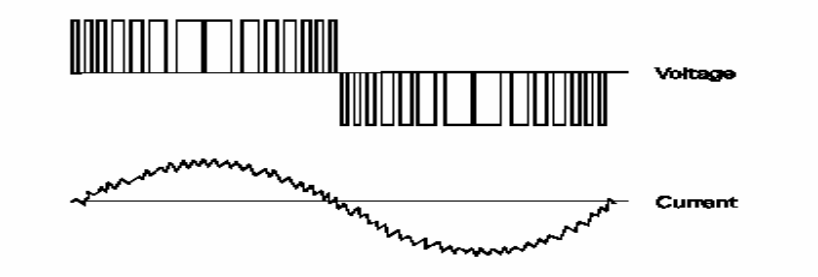
خرج PWM



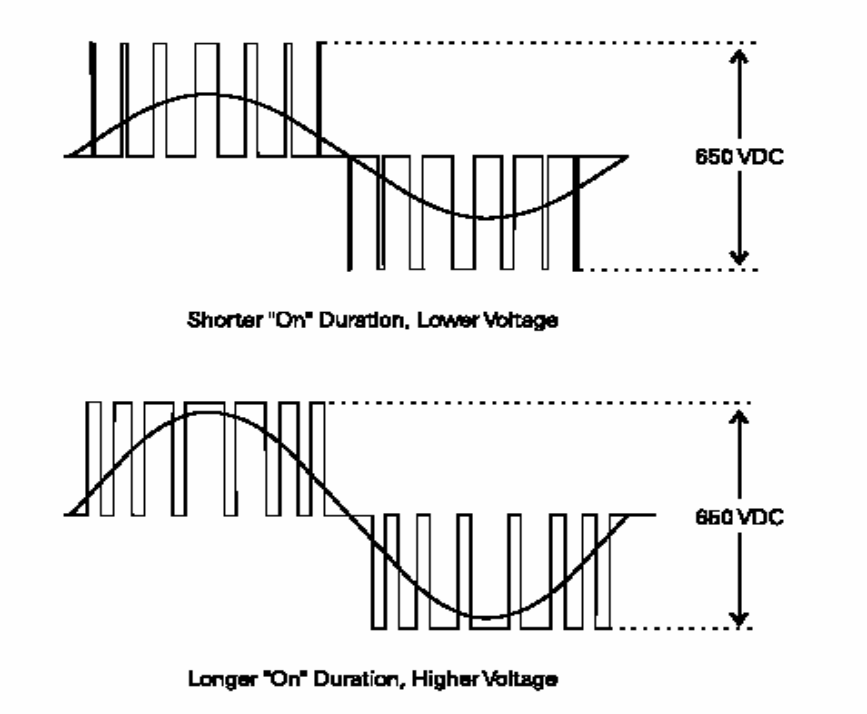
عند السماح للIGBT التوصيل لفترات طويلة يستطيع الماتور اخذ تيار اعلى للوصول الى القيمة العليا و عند ال IGBT يعمل لفترات قصيرة لا يستطيع الماتور الحصول للقيمة العليا للتيار و للحصول على sin wave فى الجزء السالب يستخدم الجزء السالب من الفولت للDC

الفولت ، التيار PWM

عندما يكون الخرج اكثر قربا من موجة ال SIN تقل عملية النبضات فى العزم و السرعات البطيئة و الفقد يكون اقل



الفولت و التردد يتم التحكم فيهم عن طريق الDRIVE الكترونيا
الفولت ال DC 650
يتم استخدام **PWM** للحصول منهم على فولت و تردد مختلف ، عند التردد المنخفض يستخدم فولت قليل و يكون تولد التيار اقل و عندما يكون التردد عالى و الفولت المستخدم على الجهاز يعمل لفترات اطول و الفولت يزداد و التيار فى الماتور



ال DRIVES المستخدمة فى ال SIEMENS

الغلاف الخارجى ENCLOSURE

يصمم طبقا لانظمة عالمية (NEMA)
حماية من الاتربة المتساقطة nema 1
حماية من الاتربة و الامطار و الثلوج(nema 4)
حماية من الصدأ و الامطار (nema 4X)
حماية من الكيماويات و كل ما سبق (nema 12)

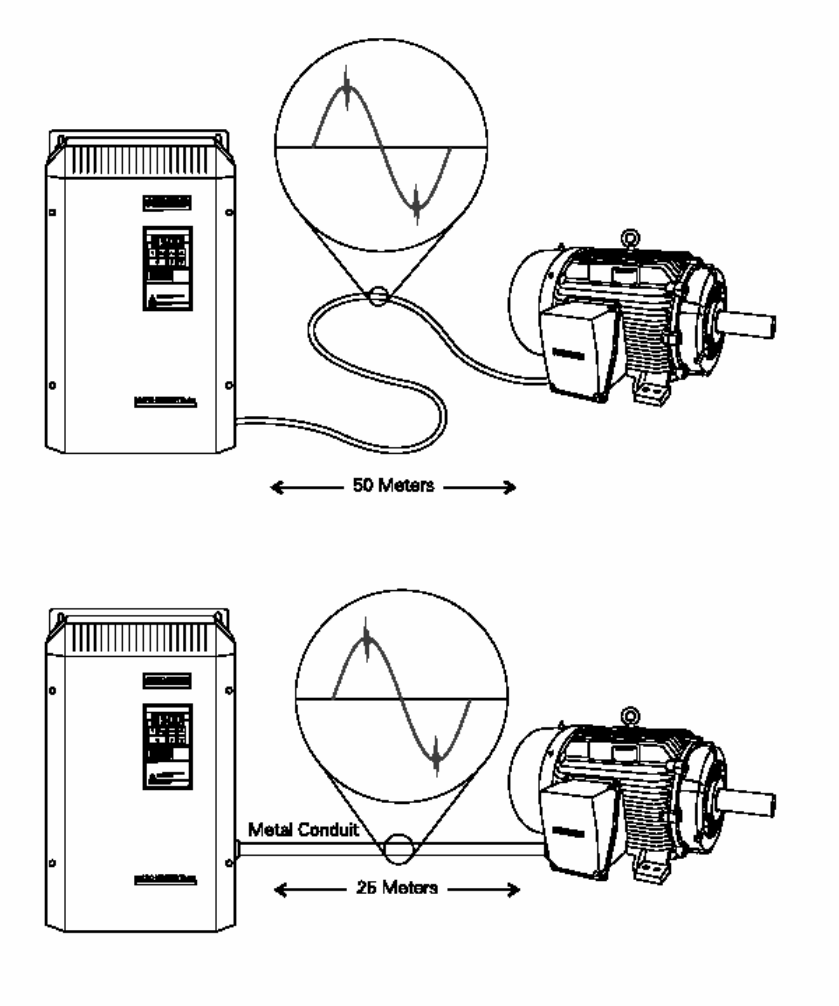
درجة الحرارة
مصممة عند درجة حرارة 0-40 °و 0-50 °

التثبيت

feet 3300

المسافة الى الماتور

كل الكابلات لها قيمة مكثف ما بين الكابلات و الكابل و الارضى
عند زيادة الطول تزداد هذه القيمة و تحدث SPIKES عند الماتور بسبب التيار المشحون فى الكابل



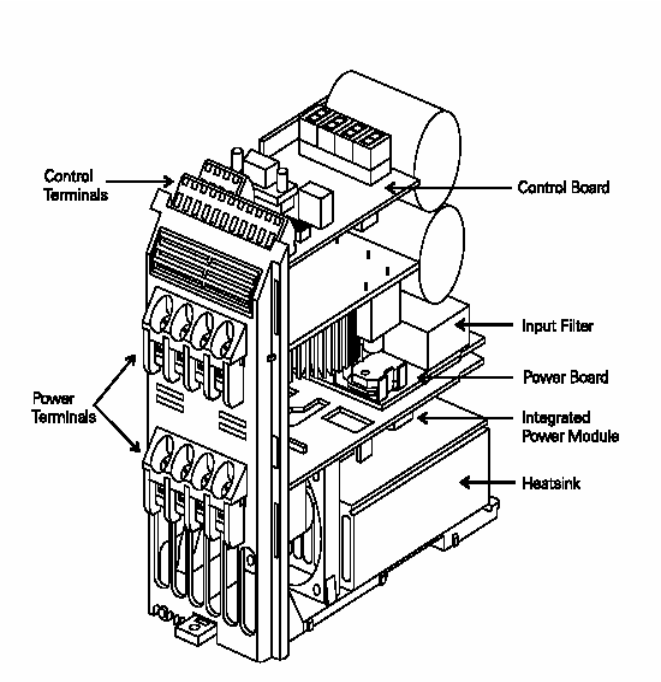
الكابل الطويل يقل من عمر ال DRIVE و الماتور
المسافة القصوى فى MINI , MICRO, (50MT) للكابل العادى و 25MT للShield

<u>الفولت المصدر و التردد</u>

التردد 3HZ 6<<----47 و هناك جداول لل DRIVES
<u>الفولت الذى يخرج و التردد</u>
الفولت 0 ----- الفولت المصدر
التردد 0------ 650 HZ

AC Drive	Output Frequency	Frequency Resolution
MICROMASTER	0 - 400 Hz	0.01 Hz
MICROMASTER Vector	0 - 650 Hz	0.01 Hz
MIDIMASTER Vector	0 - 650 Hz (50 HP) 0 - 200 Hz (100 HP)	0.01 Hz

شرح ال MICRO، MINI ل SIEMENS

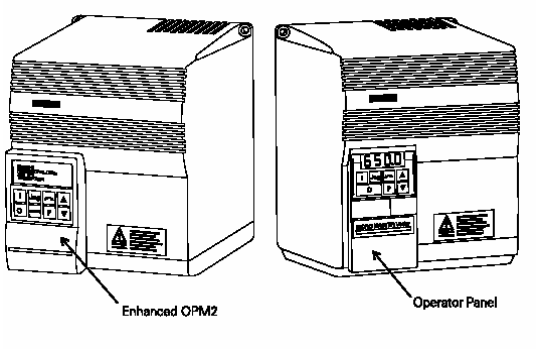


Parameters

هى المتغيرات التى تعطى لها قيمة ثابتة على سبيل المثال وقت P202 ramp و هو قيمة من 650-0 ثانية عند اختيار 10 ثوانى على سبيل المثال يحتاج ال drive هذا الوقت للوصول الى السرعه الكاملة

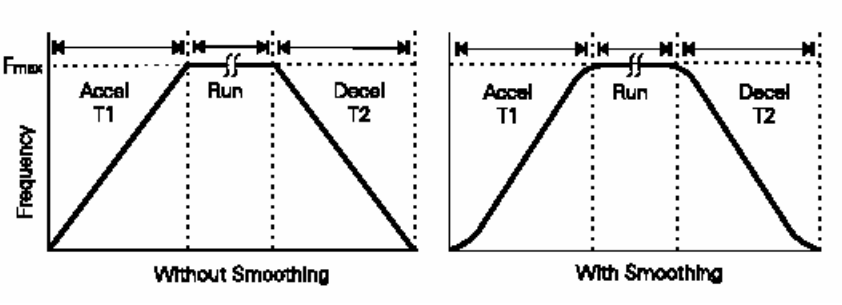
يتم التحكم فى هذه القيمة عن طريق ال **Op** مثبت على drive بالضغط على مفتاح **p** ثم يتم التنقل بينهم و التغيير فيهم

فى حالة حدوث عطل يتوقف ال drive عن العمل و يعطى كود للعطل على الشاشة



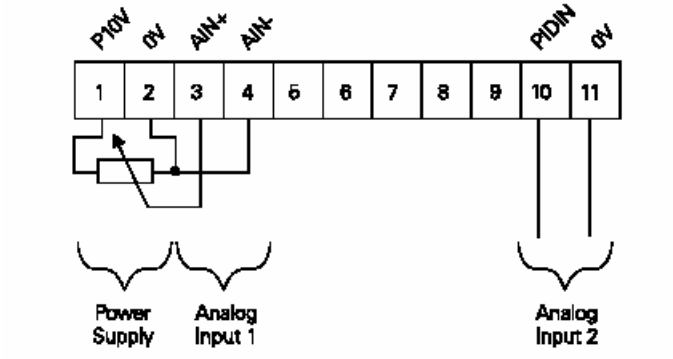
1) وظيفة ال RAMP

هى تغير التردد و الفولت للماتور بطريقة ناعمة و تصاعدية



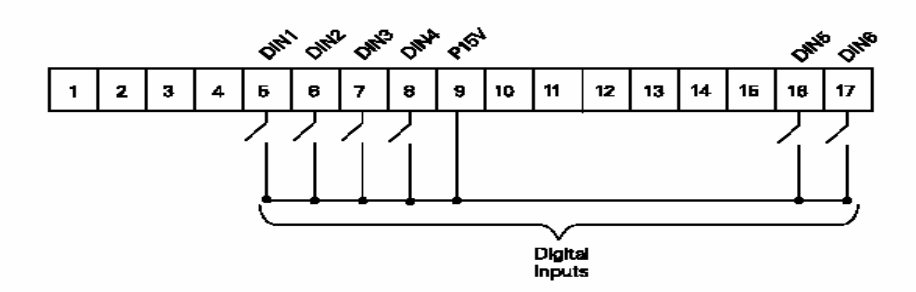
2) AIN (analog input)

تستخدم لادخال من 0--------100 % لاختيار السرعه المطلوبة



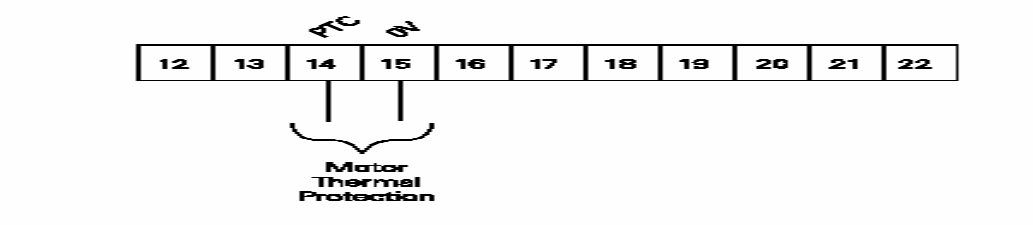
3- digital input (DI)

تستخدم للبدا و ايقاف التشغيل مثلا
و ايضا لاختيار اتجاة الدوران و اختيار السرعات المضبوطة و اخرى
و يتم برمجة هذة الاطراف من داخل ال parameters



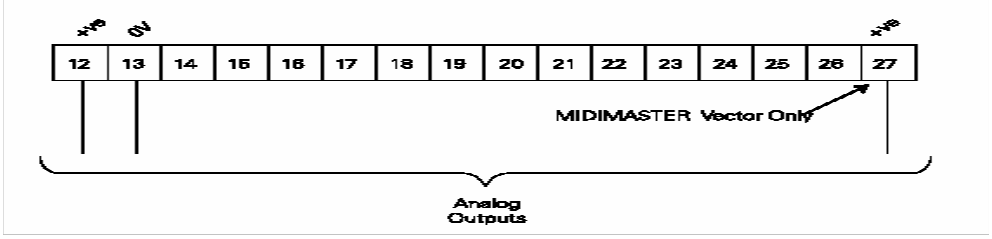
thermistor -4

لفصل الماتور عند زيادة درجة الحرارة



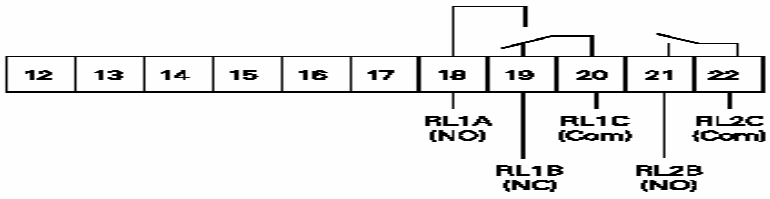
analog output -5

لعرض التردد او قيمة الفولت او التيار المسحوب او العزم



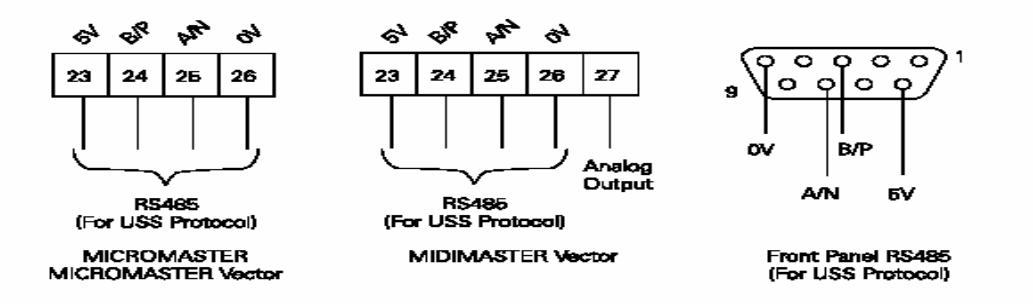
output relay -6

عرض مثلا ان ال drive يعمل او هناك عطل و بعض الاختيارات التى من الممكن برمجتها من على ال parameter



serial interface -7

للتوصيل من الكمبيوتر او ال للتحكم فية



current limit -8

من الممكن اعطاء 200 % من التيار لمدة 3 ثوان

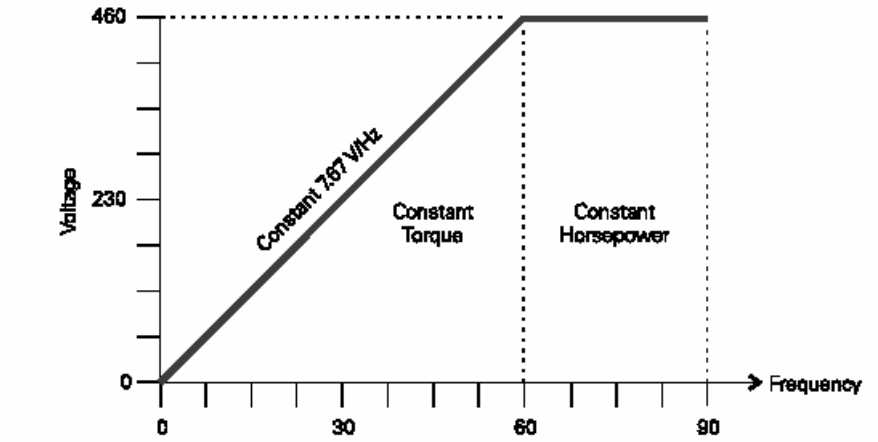
9- تقوية السرعة البطيئة

عند احتياج عزم عالى فى البداية

انواع التحكم

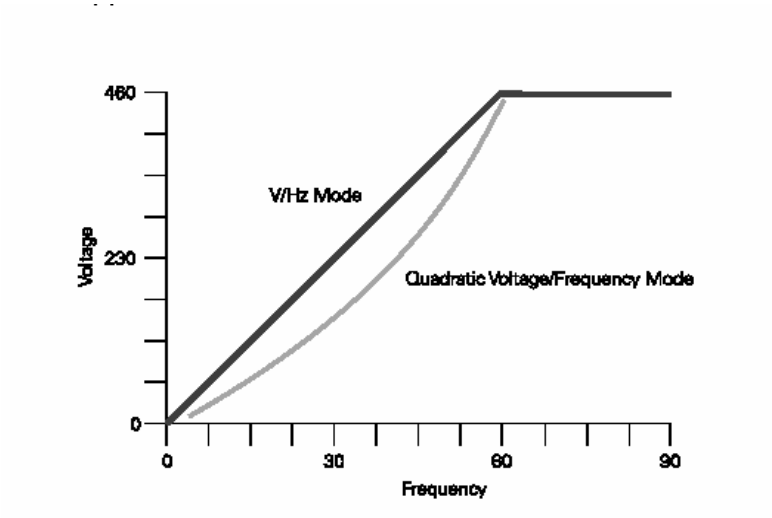
1- تحكم خطى للفولت و التردد
2- تحكم قوازى quadrant
3- تحكم فى الفيض و التيار FCC
4- تحكم فى المتجهات

1- التحكم الخطى V/F



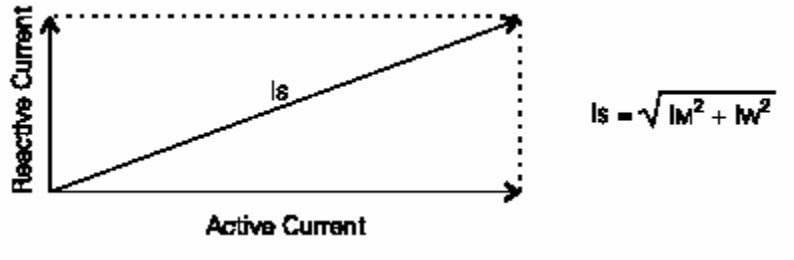
2- التحكم القوازى quadrant

لمتطلبات العزم المختلفة و سوف نتكلم علية بالتفصيل فيما بعد



3- تحكم فى فيض التيار FCC

موجود فى ال micro master, mini
تيار ال stator مكون من التيار الحقيقى و غير الحقيقى (الغير حقيقى يكون المجال المغناطيسى) و الاخر يكون الشغل (عن طريق البيانات المدخلة لل drive و الموجودة على الماتور يقوم ال drive بحساب الفيض و تثبيتة



وبهذا التحكم يقوم ال drive الماتور مع الحمل و لهذا يظل التحكم فى السرعة هو الاحسن

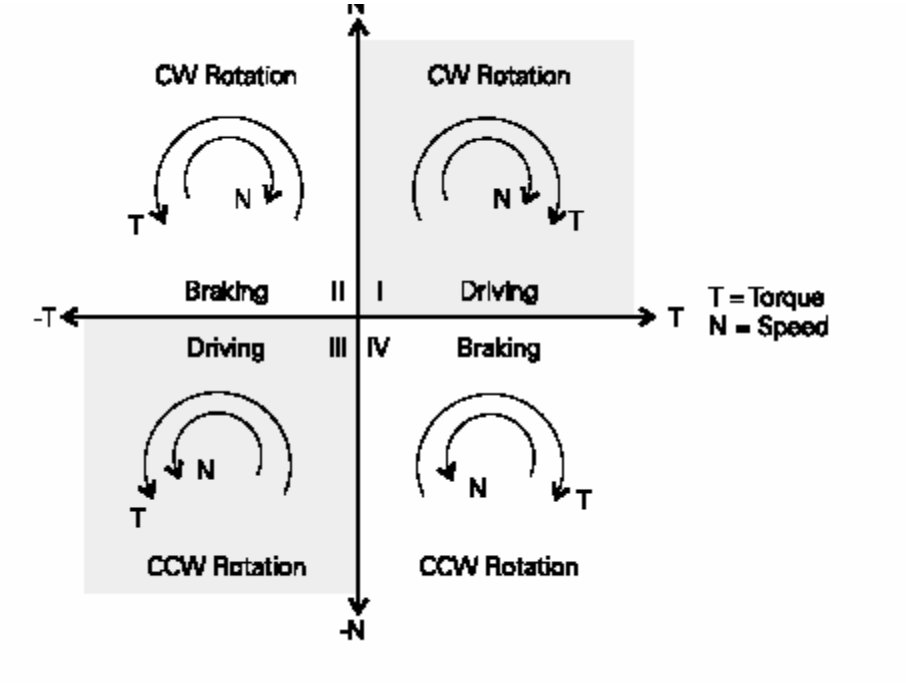
Sensorless vector control

التحكم فى المواتير AC بطريقة رياضية معقدة للحصول على كفاءة مثل المواتير ال dc

- التحكم فى الفيض و العزم (و السرعة اعتمادا على البيانات الموجودة على الماتور)
- التحكم جيد فى السرعات البطيئة و الحصول على عزم عالى فيها و ايضا امكانية الحصول على عزم 150 % من العزم الكامل فى اى سرعة

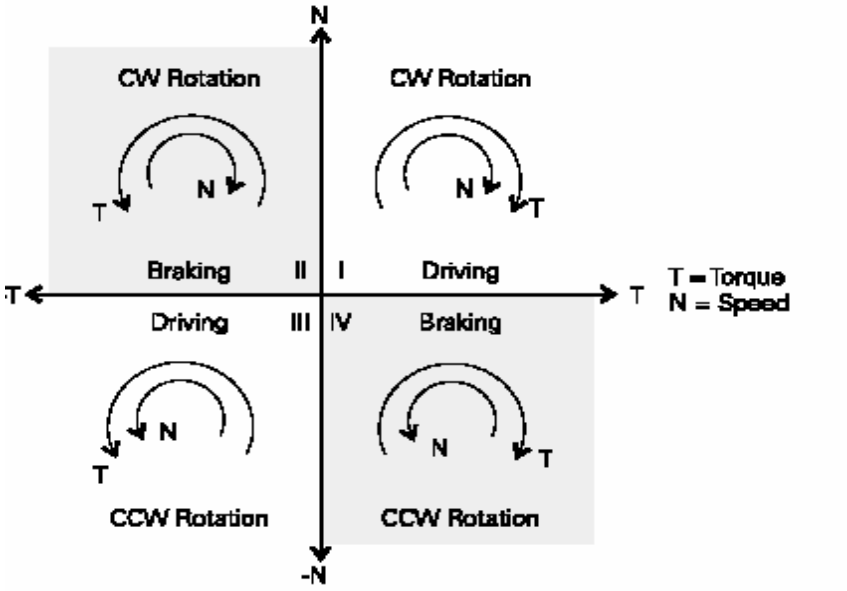
عملية التحكم ربع واحد single – quadrant operation

-للتشغيل تزداد السرعة و ايضا العزم للوصول للسرعة المطلوبة
-للايقاف ممكن ازالة الفولت و التردد
-للايقاف ايضا عن طريق DC braking
-اى ادخال فولت dc على اطراف ملفات الماتور لجعلة يقف
-للتقليل السرعة (تقليل الفولت و التردد) حتى تتغلب الاحمال على الماتور و يقف
-و هناك ايضا طريقة للايقاف باستخدام dc braking & و تقليل السرعة combination



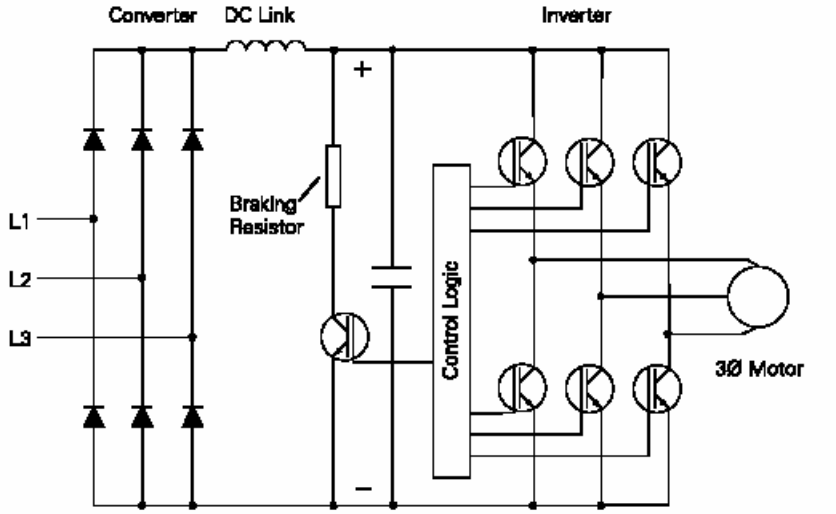
4 quadrant operation

عند التوقف باستخدام (مقاومة ايقاف اضافية) braking resistor تكون هذة الخاصية ممكنة
العزم دائما يساعد الماتور للوصول للسرعة المطلوبة
و لكن عندما تقل السرعة يتكون عزم سالب يجعل الماتور يعمل كانة مولد و تتحول الطاقة الميكانيكية لكهربية و تعود لل drive

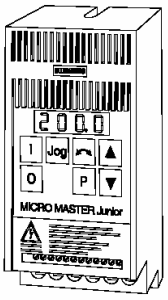


فى حالة الايقاف يعنى هناك طاقة عائدة الية من الماتور تجعل الفولت فى ال dc link يزداد
و لذلك توصل مقاومة لامتصاص هذة الزيادة فى الفولت و حماية ال drive

يقوم IGBT بادخال و اخراج هذة المقاومة عند الاحساس بان الفولت على DC LINK قد تعدت حد معين و عند العودة للوضع الطبيعى يقوم بفصلها



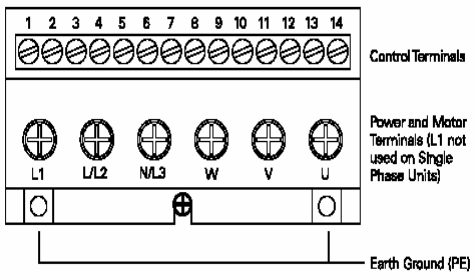
<u>شرح احد انواع ال drive (micromaster junior) siemens</u>

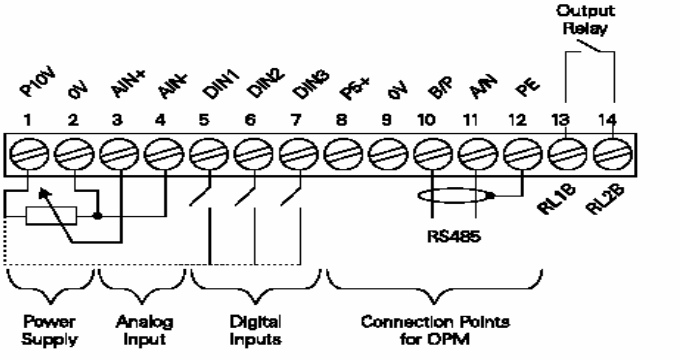


من 1/6 حصان (120 وات) الى 2 حصان (1500 وات)

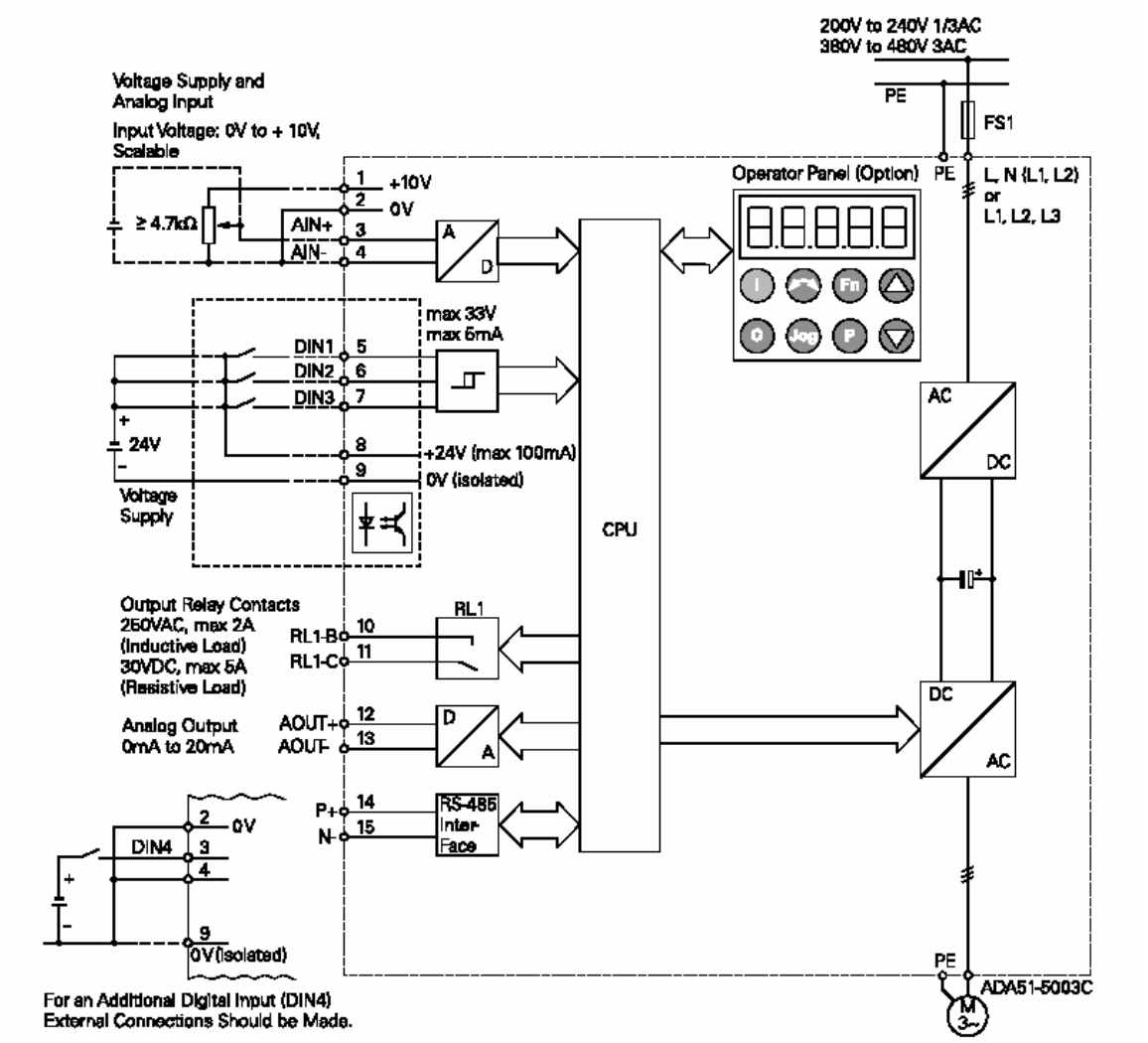
<u>مزايا</u>

- عزم عالى فى البداية
- parameters-
- تحكم v/f
- ترددات اختيارية ثابتة
- اظهار اعطال
- حماية العطل لاكثر من دقيقة على 150% من تيار الحمل العالى
- توصيل مع ال profibus

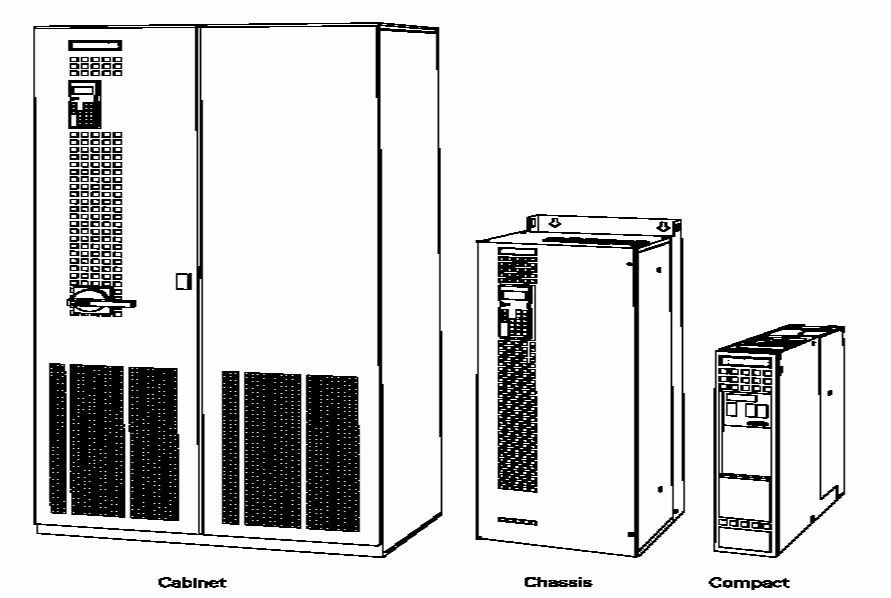




MICROMASTER DRIVE



Masterdrives siemens



للقدرات العالية و التحكم الأعلى

الحماية IP

NEMA1 NEMA2 NEMA4 NEMA4X
IP20 IP21 IP45 IP56 IP67

هناك جدول للـ IPXX للتعريف بدرجة الجماية و نوعها

1st Number	Description
0	Not Protected
1	Protected Against Objects Greater than 50 mm
2	Protected Against Objects Greater than 12 mm
3	Protected Against Objects Greater than 2.5 mm
4	Protected Against Objects Greater than 1.0 mm
5	Protected Against Dust
6	Dust Tight
2nd Number	
0	Not Protected
1	Protected Against Dripping Water
2	Protected Against Dripping Water when Tilted up to 15°
3	Protected Against Spraying Water
4	Protected Against Splashing Water
5	Protected Against Water Jets
6	Protected Against Heavy Seas
7	Protected Against the Effects of Immersion for Specific Time and Pressure
8	Protected Against Continuous Submersion Under Conditions Specified by the Manufacturer

مثال: IP36 حماية من مياة البحار & حماية من الأجزاء اكبر من 2.5mm

MASTERDRIVE	IP Ratings Available
Compact	IP20
Chassis	IP00, IP20
Cabinet	IP20, IP21, IP23, IP24, IP43, Prepared for IP54

انواع ال MASTERDRIVES

MC(motion control)

VC (vector control)

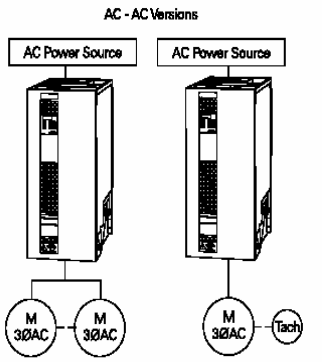
- **Vector Control (VC)**

له خاصية ال quadrant 4 و التحكم فى العزم ،السرعة . التحكم فى السرعة بالنسبة للاحمال فى زمن اقل من 25 م ثانية بواسطة Tacho ، أقل من 45 من غير Tachoو التحكم فى العزم الكامل طوال السرعة الكاملة

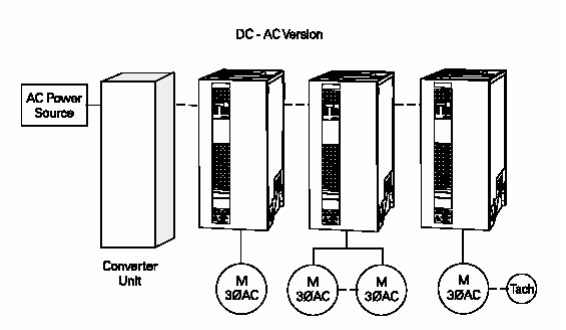
(MC) Motion Control *

لتطبيقات مواتير ال servo لتطبيقات السرعات المتحولة من صفر إلى سرعة عالية مرة واحدة أو التشغيل و الايقاف أوقات سريعة جداً

AC – AC

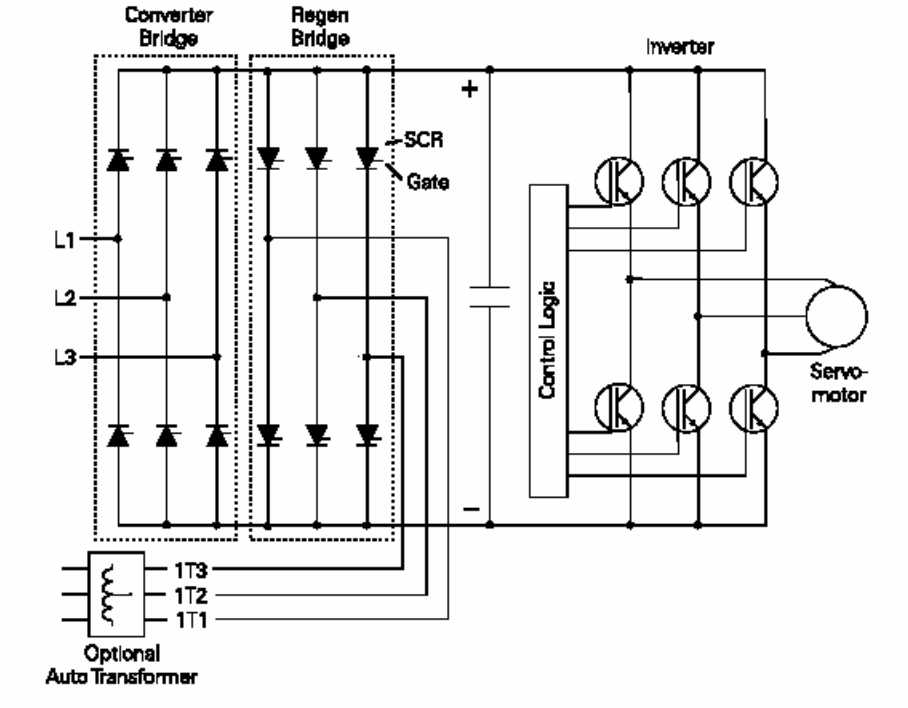


DC-AC

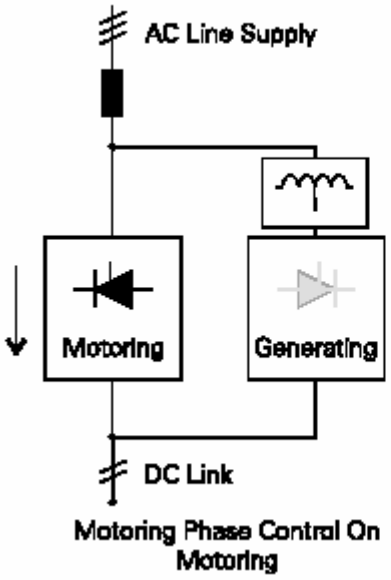


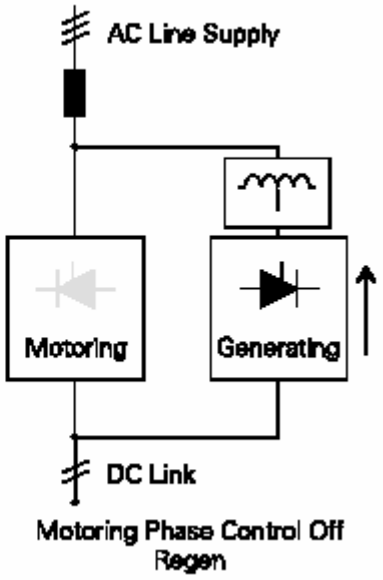
استخدام خاصية الموحد الذى يعمل أثناء الطاقة الراجعة من الماتور

RECTIFIER REGENERATIVE FRONT END

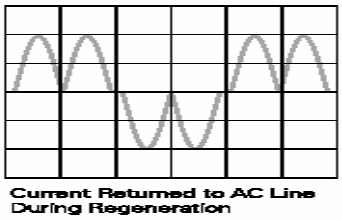


طريقة العمل



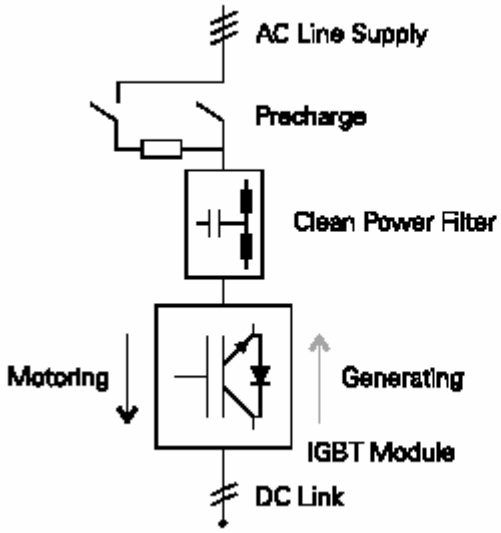


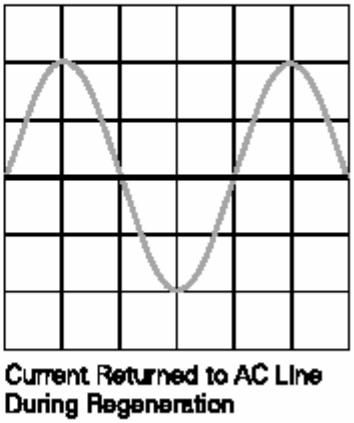
و هذا النظام يجعل الزيادة فى الطاقة ترجع إلى مصدر الطاقة

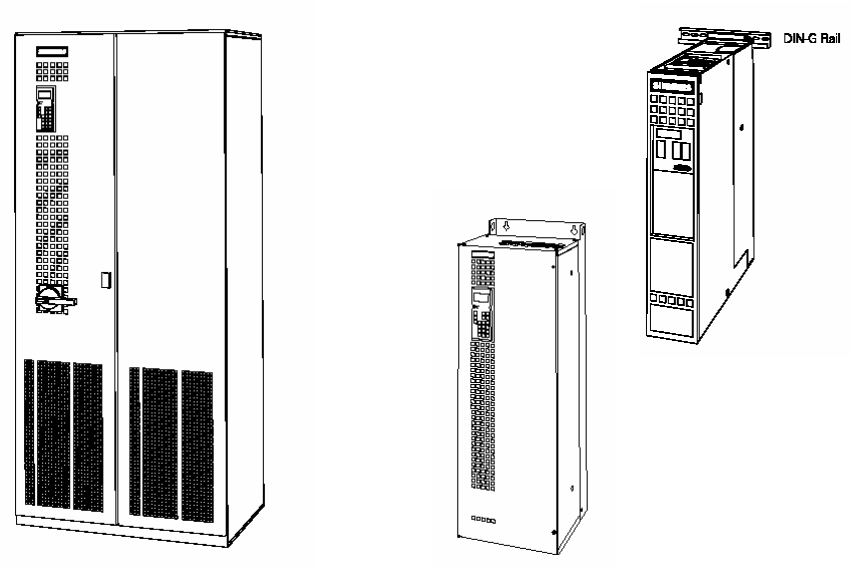


و للحماية من الترددات الزيادة ال Harmonic نستخدم filter لتنظيف الطاقة

<u>طريقة اخرى active front end</u>



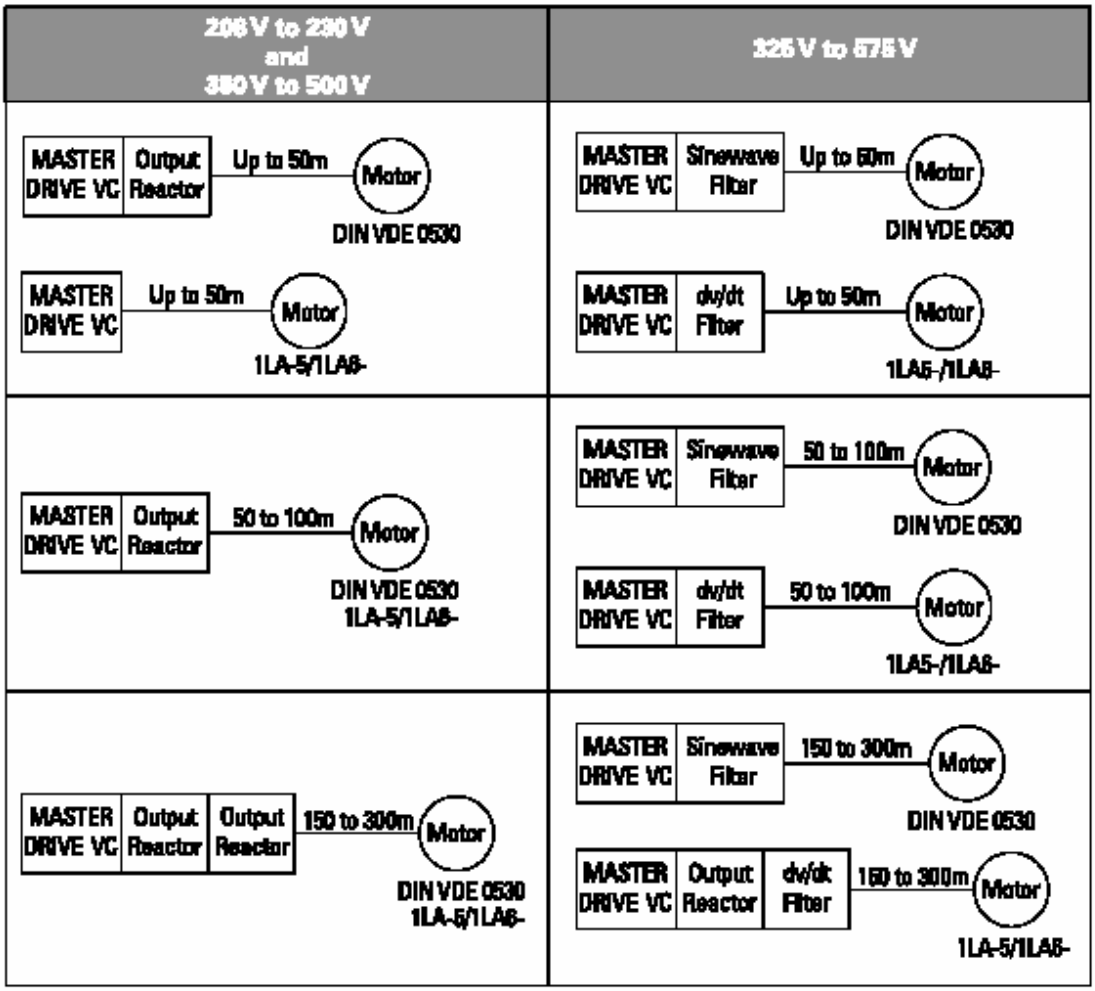




تنظيف موجة ال sin ، dv/dt

بسبب الكابل بين الماتور و ال driveووجود تيار شحن بسبب قيمة المكثف
بين الكابلات بعضها ببعض و الارضى تحدث Spikes و هى تسبب على الماتور و ال drive و ايضا خاصة المواتير الصغيرة

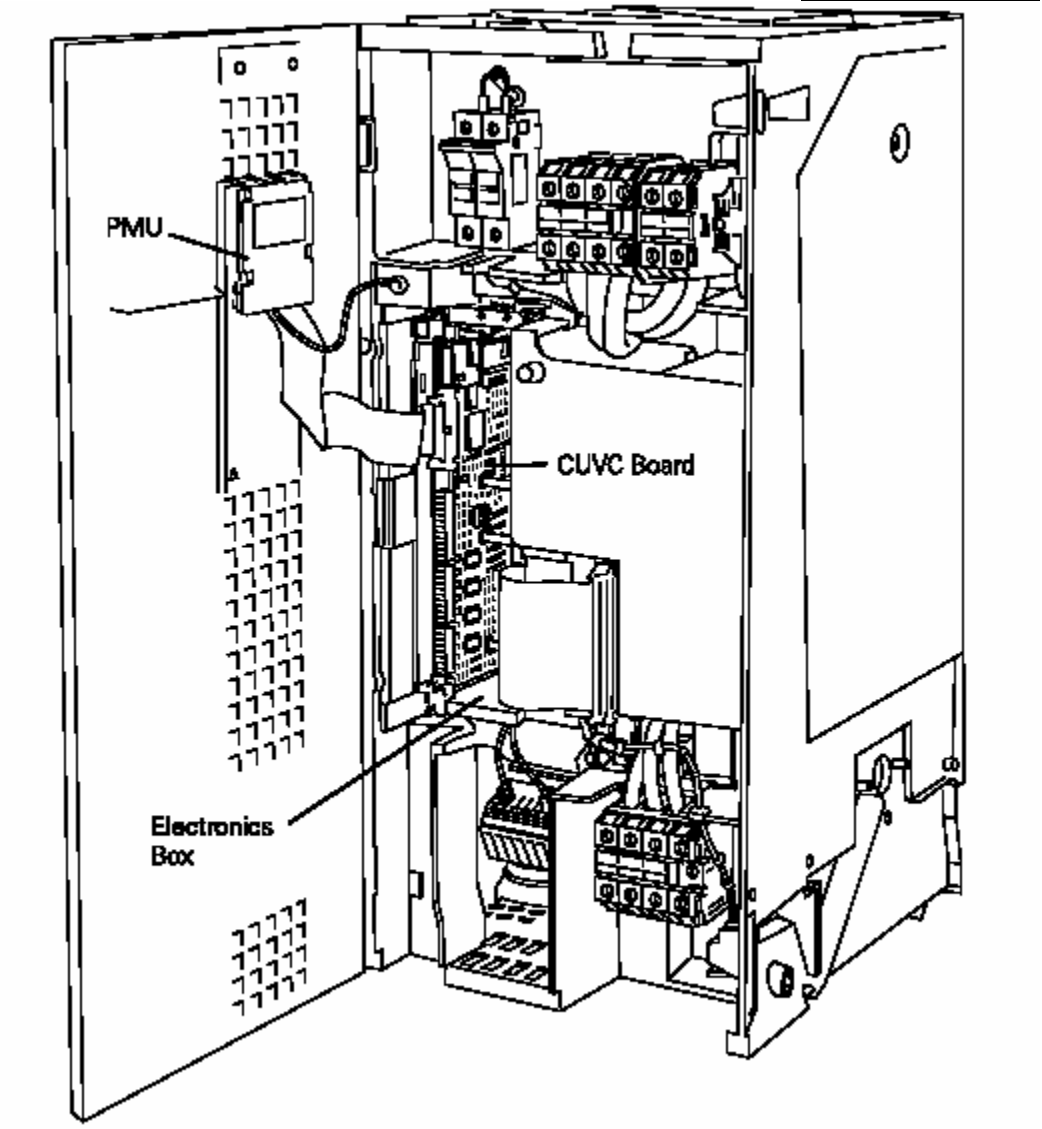
يستخدم filter dv/dt تسمح باطوال كابلات اكثر من 300 mt
و ايضا sinwave filter



Note: A sinewave filter will improve the current waveform but reduces RMS voltage by 20%. Refer to Siemens VC product catalog #DRMS-02051 or contact a Siemens sales representative for assistance on lengths greater than 300m.

يحسن الموجه و لكن يقلل الفولت ب 20%

تركيب ال DRIVE

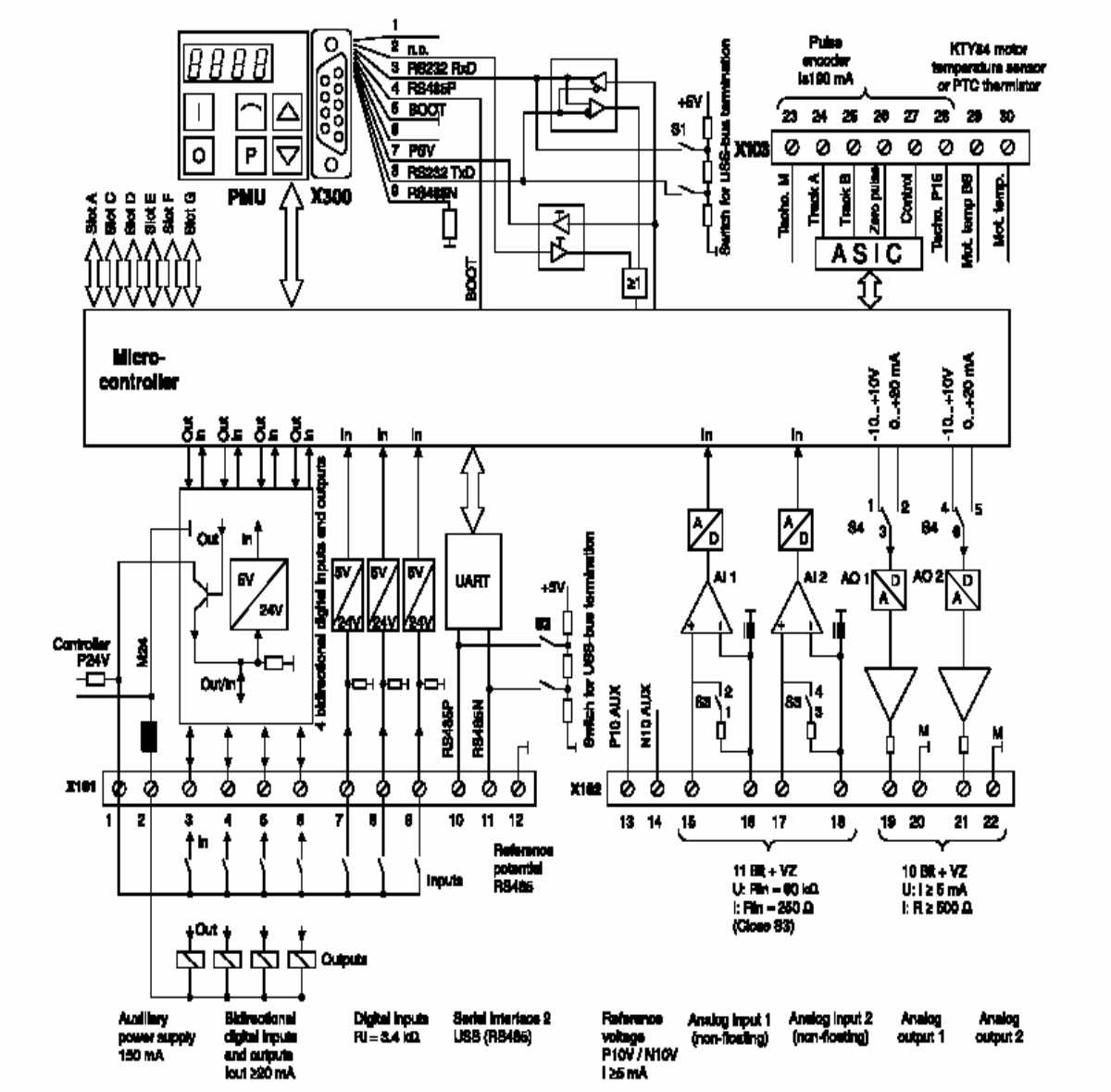


برمجة ال DRIVE و تشغيلة عن طريق وحدة تحكم OP 15
وحدة ادخال PARAMETER (PMU)
أطراف على كارت CU
كابل اتصال SERIAL INTERFACE
ال Parameter
مثال تنعيم الحركة Ramp .اختيار السرعة و نوع التحكم و حماية الماتور

Electronic box

هذا الكارت الالكترونى موجود عليه اطراف توصيل التحكم فى التشغيل و الايقاف و اختيار السرعة .
CUVC : للتحكم فى الاتصال و بعض اطراف الحماية اطراف الحماية امثال thermostor , encoder ,

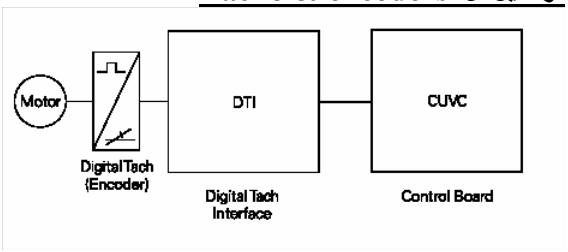
تركيب ال drive

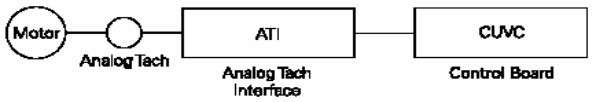


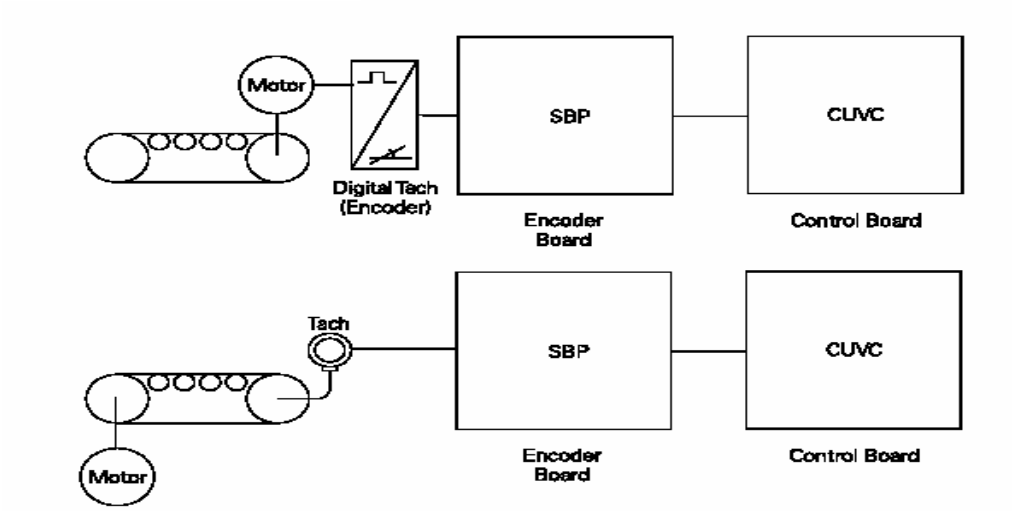
-هناك وسيلة اتضال
مثل profibus للاتصال مع ال plc

-من الممكن توصيل كروت اضافية لاضافة input &output

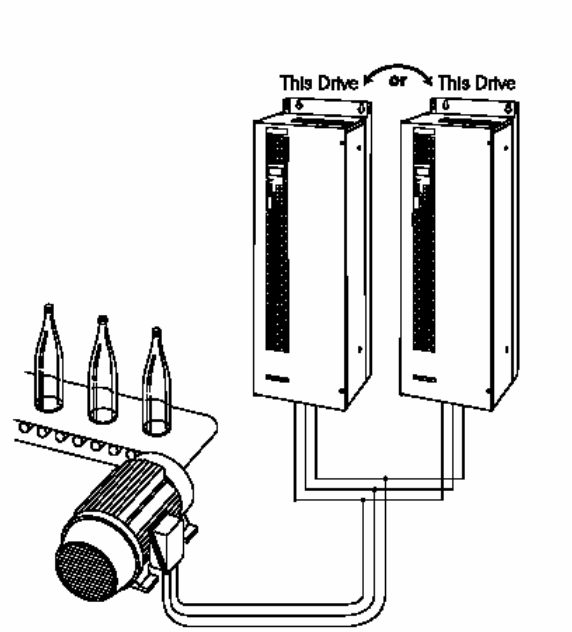
توصيل ال Tacho & encoders







بعض الكروت مصممة خصيصا لبعض النطبيقات امثال التشغيل المتزامن و الدقة فى الحر كة



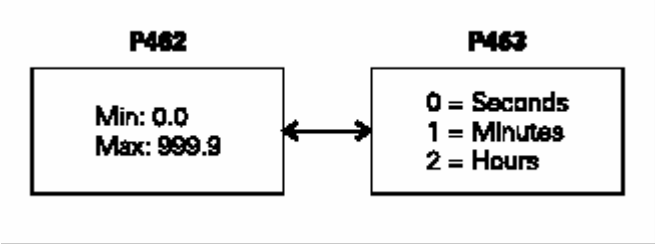
Parameter & Function Blocks

التحكم فى التشغيل الاتوماتيكى و اعادة التشغيل ،التزامن ، تشغيل عدة مواتير و التسريع و خفض السرعة

Parameters

1- ممكن قراءتها و اعادة تغير قيمتها function parameter
2- قراءة فقط visualization
3- Bico ممكن قراءتها و تغيرها

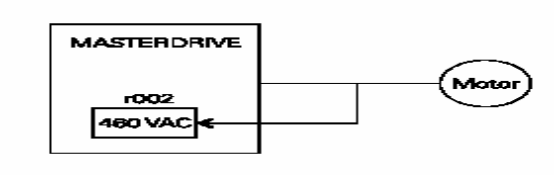
1- function parameter



زيادة سرعة الماتور من 0 الى 100%
عند P462=30
P463=0
اى ان الماتور ياخذ وقت 30ثانية حتى يصل للسرعة القصوى

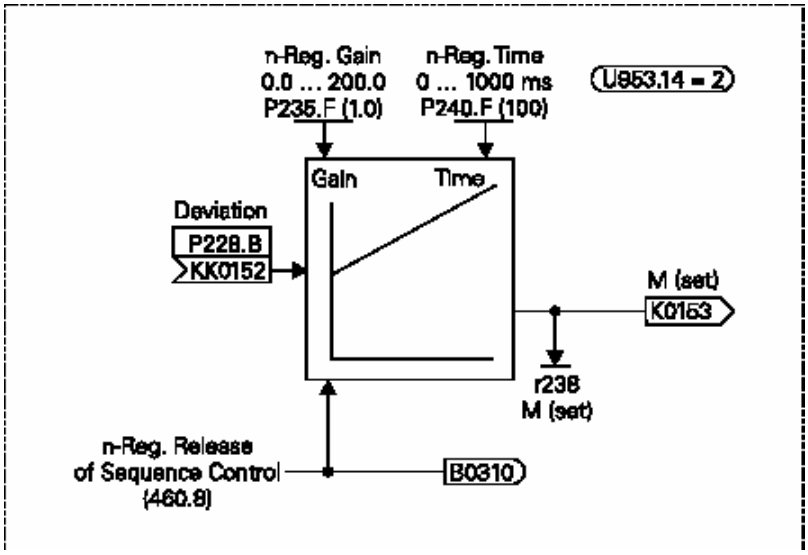
2-visualization parameter

R002
لعرض الفولت المسحوب للماتور

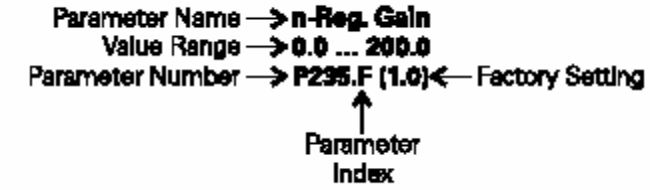


3-function blocks

عدة parameters مع بعضها للحصول على عملية معينة امثال proportional integral (PI) للتحكم فى السرعة مثال PI



Function parameters



INDEX & data set

من الممكن لواحد من ال parameter ان يحتوى على عدة قيم للاستخدام فى تطبيقات مختلفة

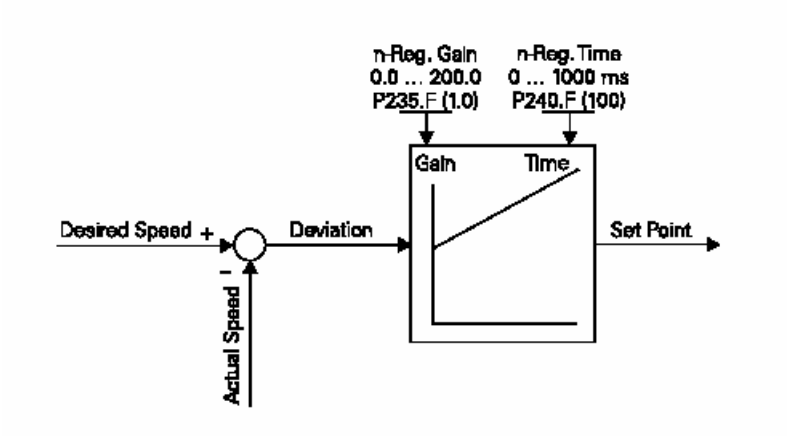
P462.1 = 0.50
P462.2 = 1.00
P462.3 = 3.00
P462.4 = 8.00

على حسب اختيار ال (1-4) data set
تكون القيمة و عند التغير تكون الاخرى

PI controller

هذا من انواع التحكم المستخدمة بكثرة فى التحكم فى ال drive
-المدخلات هى السرعة المطلوبة و السرعة الحقيقية
تطرح تلك القيميتين المدخلات من بعضها للحصول على ال deviation و هو الذى يدخل الى ال PI

- احيانا يسبب زيادة الحمل تقليل فى سرعة الماتور مما يؤدى الى تغير قيمة ال deviation و احيانا التطبيقات تحتاج لتزويد سرعة الماتور او تقليلة

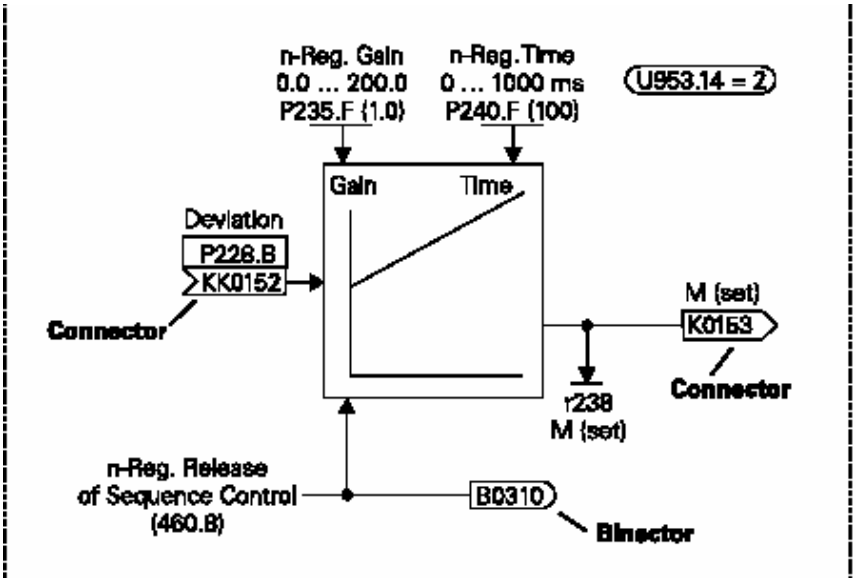


و ظيفة ال PI هو تصحيح السرعة و بسرعة

تقليل ال overshoot و oscillation P
تقليل الوقت I

CONNECTOR & BINECTORS

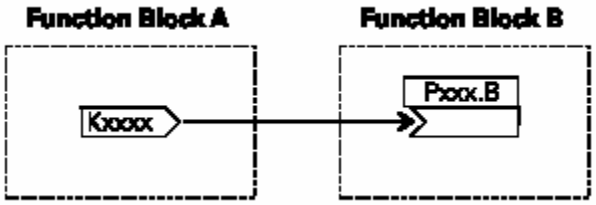
Connector لتخزين القيم ال analog الناتجة من العمليات 16 bit—32 bit
Binectors لاعطاء دلالة digital للعمليات



Bico parameter

هى لربط Bienctors , Connectors بين 2 function block

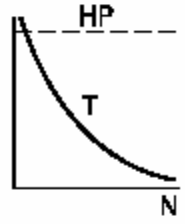
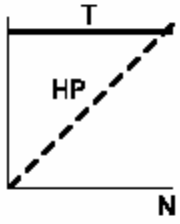
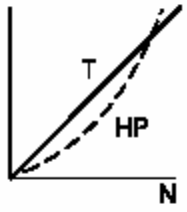
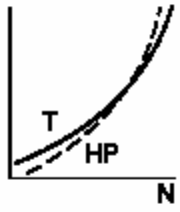
و عن طريق Bico Parameter يتم اختيار المصدر للمدخل و المكان الذى تذهب اليها destination و بذلك من الممكن softwire ال function blocks للحصول على وظائف معينة



التطبيقات

Applications

لابد من انه عند استخدام ال drive معرفة القدرة ،العزم . السرعة للحمل

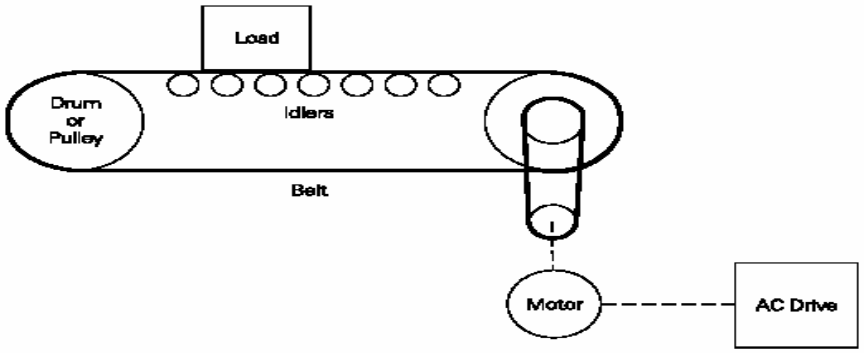
$T \propto \frac{1}{N}$	T = Constant	$T \propto N$	$T \propto N^2$
HP = Constant	$HP \propto N$	$HP \propto N^2$	$HP \propto N^3$
			
Winders Facing lathes Rotary cutting machines	Hoisting gear Belt conveyors Process machines involving forming Rolling mills Planers	Calenders with viscous friction Eddy-current brakes	Pumps Fans Centrifuges

الاحمال تقسم الى

1- القدرة الثابتع : الحمل يقل مع زيادة السرعة امثال المخرطة ، القطع الدائرى
2- عزم متغير: امثال المضخات .العزم يزيد مع السرعة
3- العزم الثابت طوال السرعات امثال الرفع و السيور

تطبيقات العزم الثابت

يعنى ان العزم المطلوب للدوران الحمل ثابت طول مدى السرعات
معنى ان العزم ثابت اى لابد ان يكون الفيض ثابت
مثال لذلك السيور



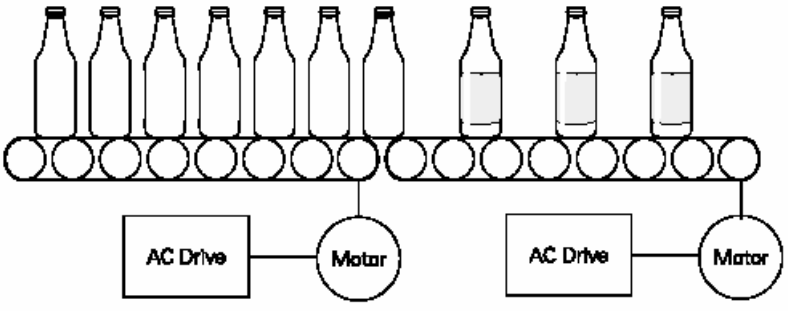
$$\text{Motor RPM} = \frac{\text{Conveyor Velocity (FPM)} \times G}{\pi \times \left(\frac{\text{Diameter in Inches}}{12}\right)}$$

لو كانت السرعة المطلوبة للسير 750 rpm ,“ 18 pully ,نسبة التروس 4:1

$$\text{Motor RPM} = \frac{750 \times 4}{3.14 \times \left(\frac{18}{12}\right)}$$

$$\text{Motor RPM} = 638 \text{ RPM}$$

من مميزات استخدام ال drives ايضا تشغيل مجموعة من السيور بسرعات مختلفة



$$HP = \frac{T_e \times V}{33{,}000}$$

الشد Te

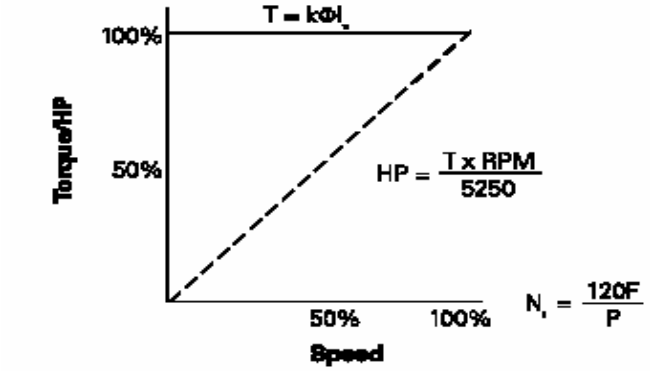
السرعة V
Te تتناسب مع

- وزن الحمل
- طول السير
- الاحتكاك بين الحمل و السير
- المقاومة لكل من , السير و القصور للماتور و pulley
- قوة التعجيل عند اضافة حمل

العزم فى البداية قد يكون 1.5 العزم الكامل و ال drive قادر على جعل الماتور يقوم بذلك عند السرعة Zero و يفضل اختيار ماتور و drive اكبر لزيادة السرعة فى اى وقت مع الاحمال الكاملة

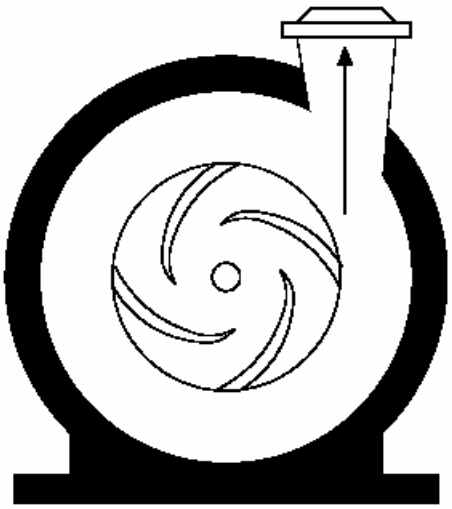
العزم ، القدرة ، السرعة

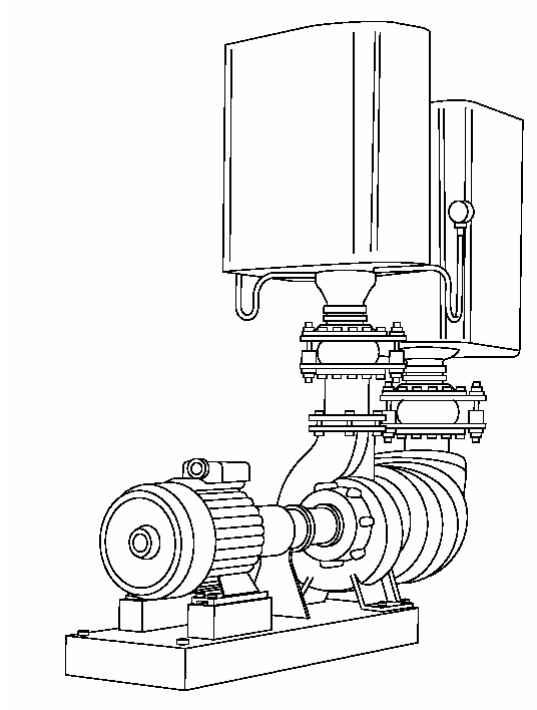
عند زيادة التردد تزداد السرعة و تتاثر Φ , Iw ,
الـ Drive سوف يقوم بجعل العزم ثابت بالتحكم فى نسبة الفولت و التردد
عند زيادة السرعة ----> يزداد التيار Iw و يزداد العزم بثبات و لكن عند التردد الاكثر لا يظل العزم ثابت بل يقل



تطبيقات العزم المتغير

عند زيادة السرعة يزداد عزم الحمل
ا مثال المضخات
عند زيادة سرعة المضخة يزداد السائل المضخ و يزداد العزم

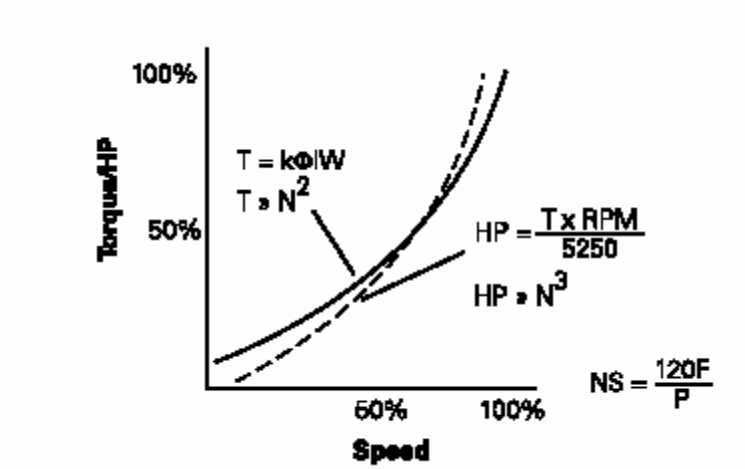




حساب ال HP يكون بالنسبة للسائل ، الميكانيكا ، الكهرباء
حساب فرق الضغط بين نقطتين بالنسبة للمكان و الضغط و السرعة

حساب HP للسائل = فرق الضغط بين نقطتين x (الوزن x Gallons)
الوزن ثابت 8.34
عند زيادة مقدار ضخ المياة تزداد (hp)
Mechanical HP = HP liquid / pump efficiency
Electrical HP = Mechanical HP / motor efficiency

العزم ، السرعة ، القدرة



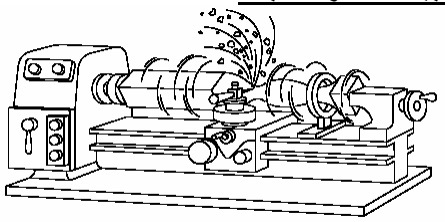
-عند زيادة التردد تزداد السرعة
-العزم يتأثر بالفيض و تيار الحمل
سوف يقوم ال Drive بتثبيت الفيض عن طريق الفولت و التردد اعتمادا على السرعة

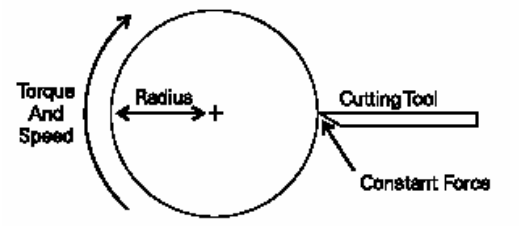
$T \gg N^2$ ،-سوف يزداد تيار الحمل مع زيادة السرعة و يؤدى لزيدة العزم
العزم يزداد بسبب زيادة HP للسائل ،القدرة سوف تزداد مع N^3
-فوق التردد العالى لا يستطيع ال Drive اعطاء الفيض المطلوب و لذلك يزداد عزم الحمل عن العزم المطلوب

بالنسبة للمراوح

$$HP = \frac{\text{Flow x Pressure}}{\text{6356 X Fan Efficiency}}$$

تطبيقات القدرة الثابتة



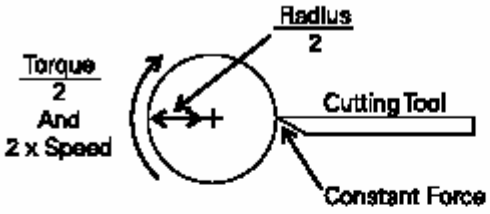


نحتاج الى قوة ثابتة عند تغير نصف القطر امثال المخرطة

سرعة السطح

$$\text{Surface Speed (FPM)} = 2\pi \times \text{Radius} \times \text{Speed (RPM)}$$
$$\text{Torque} = \text{Force} \times \text{Radius}$$
$$\text{HP} = \text{Torque} \times \text{Speed}$$

عندما تقل نصف القطر يقوم ال drive بزيادة السرعة و لابد من زيادة السرعة للحصول على نصف سرعة السطح كلما قل نصف القطر
و ذلك يؤدى الى ان العزم يقل و القدرة تظل ثابتة



$$\text{Surface Speed (FPM)} = 2\pi \times \frac{\text{Radius}}{2} \times 2 \times \text{Speed (RPM)}$$

$$\text{Torque} = \text{Force} \times \frac{\text{Radius}}{2}$$

$$\text{HP} = \frac{\text{Torque} \times \text{Speed}}{2}$$

عند قلة نصف القطر يقل العزم

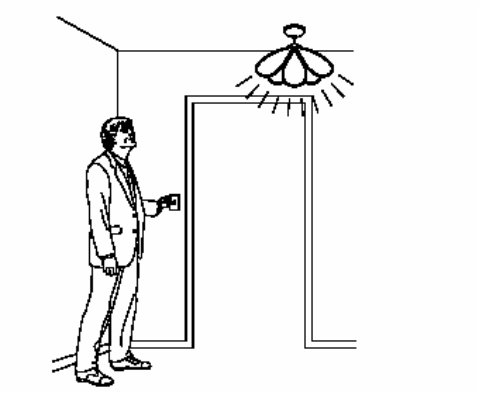
تطبيقات المواتير المتعددة

من الممكن استخدام Drive واحد لتشغيل العديد من المواتير

الفصل السادس

مبادئ للتحكم الالى و مكوناته

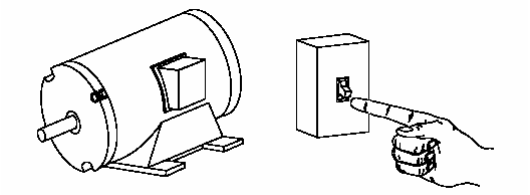
1- دوائر التحكم



المقصود بالتحكم انة عن طريق مفتاح واحد يمكن ان تعمل اشياء كثيرة معقدة للحصول على المطلوب ، و هذة الاشياء التى تعمل قد تكون منها دوائر قوى و اخرى دوائر تحكم و كل منها له مكوناته و طريقة عملة

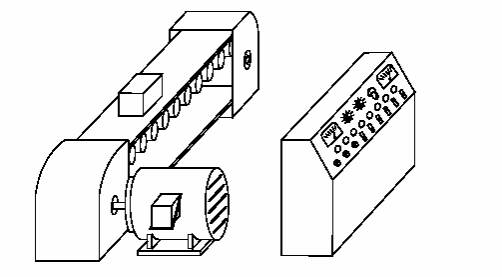
ابسط مثال هو مفتاح انارة الغرفة و لكن هناك تطبيقات اعقد تستخدم فى الصناعة مثال تشغيل الماتور و عكس حركتة و التحكم فى سرعته و تشغيلة اوتوماتيكيا او يدويا

التحكم اليدوى(manual)



هو التشغيل الذى يحتاج لانسان لبدا العمل اى مثل الضغط على مفتاح للتشغيل

automatic (التحكم الالى)

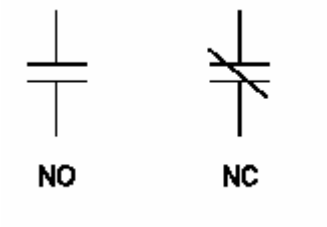


هو التشغيل الذى يعمل بدون تدخل العامل او يقوم العامل ببدا التشغيل ثم التوقف يكون اليا بدون التدخل

مكونات التحكم

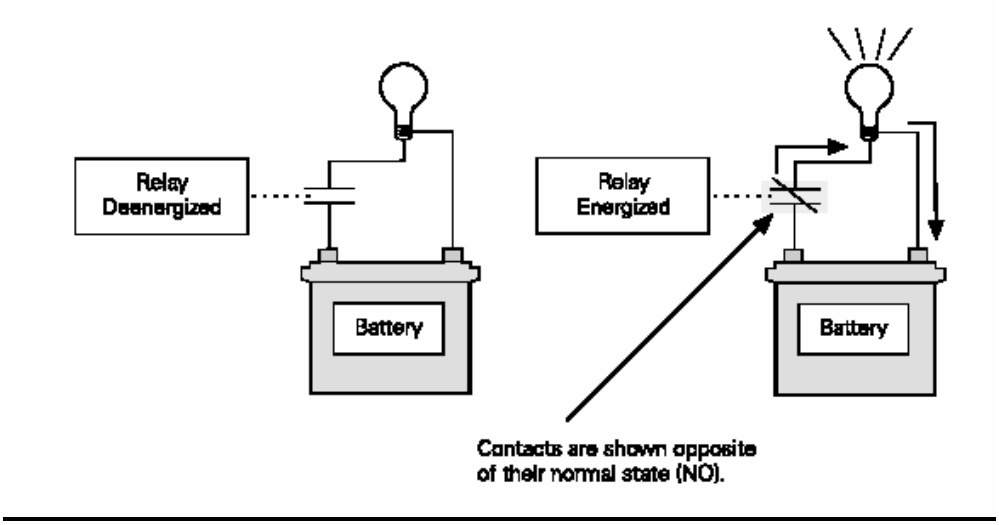
هى كل المكونات المرتبطة بدوائر التحكم بداية من الغلاف الخارجى و الموصلاتو الريلاى و الكونتاكتور و اجهزة و لمبات البيان و اجهزة حماية الدوائر من زيادة الحمل (اوفرلود) و اختيار هذة المكونات يعتمد على فهم كيفية عمل العملية المطلوبة

الرموز الكهربية



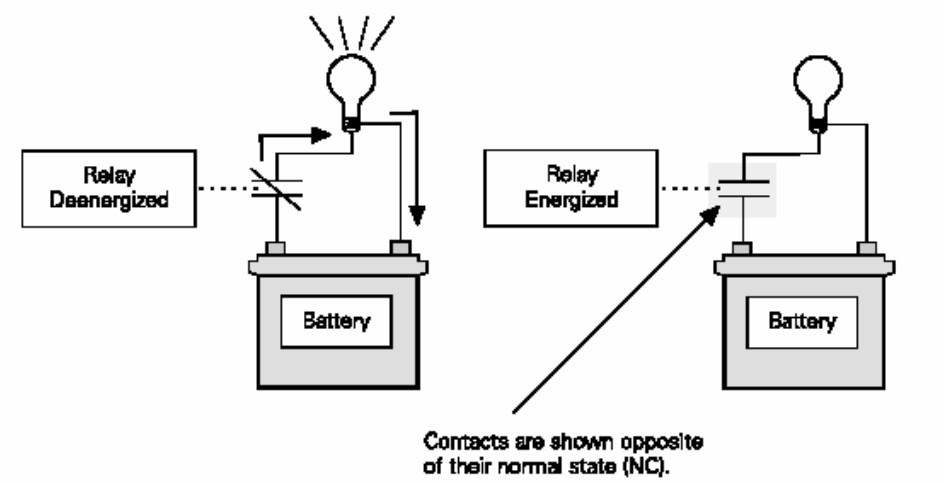
الكونتاكت : هى رموز لتدل على ان المسار الكهربى مفتوح او مغلق و هى دائما تنقسم الى مفتوح (Normally open) او (Normally close) مغلق و تلك النقط التلامسية تحتاج لجهاز لتشغيلها.

Normally open (NO)



فى الحالة العادية قبل تعريض الكونتاكت المفتوح للكهرباء تكون الدائرة مفتوحة و عند تعريض الملف الكهربى للكهرباء تتحول لمغلقة (وضع التشغيل)

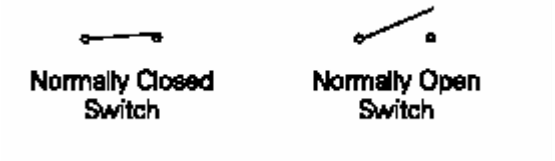
Normally close (NC)



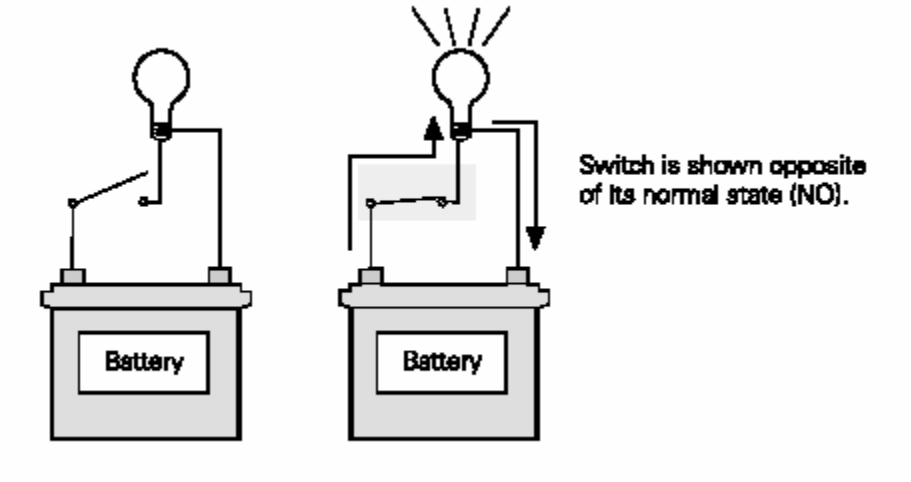
فى الوضع العادى يكون الدائرة (مغلقة) اى تعمل و عند شحن او تشغيل الملف تفتح الدائرة وتتحول الى (مفتوحة)

المفاتيح (Switches)

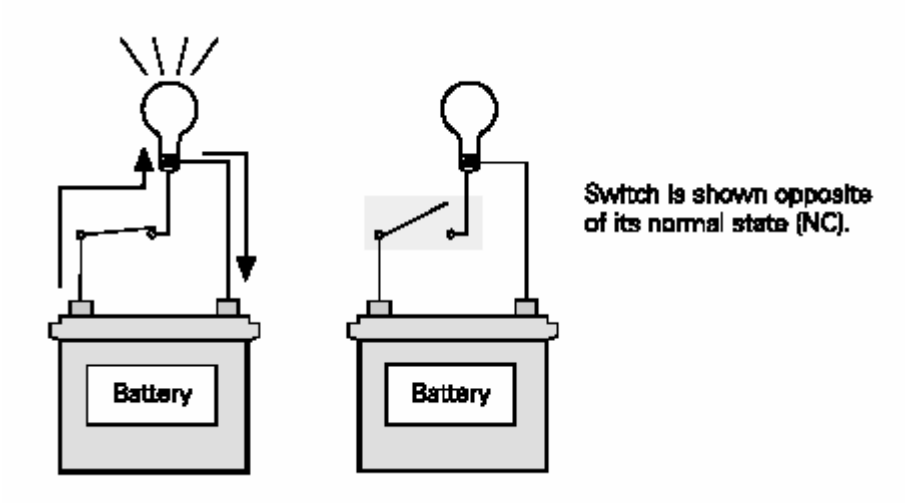
يوجد العديد منها و هى مستخدمة لتحديد النهايات و احيانا الضغط او الارتفاع او الحرارة او السريان



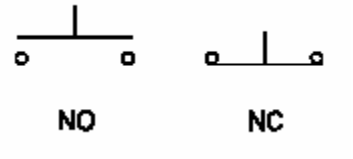
مثال لمفتاح NO



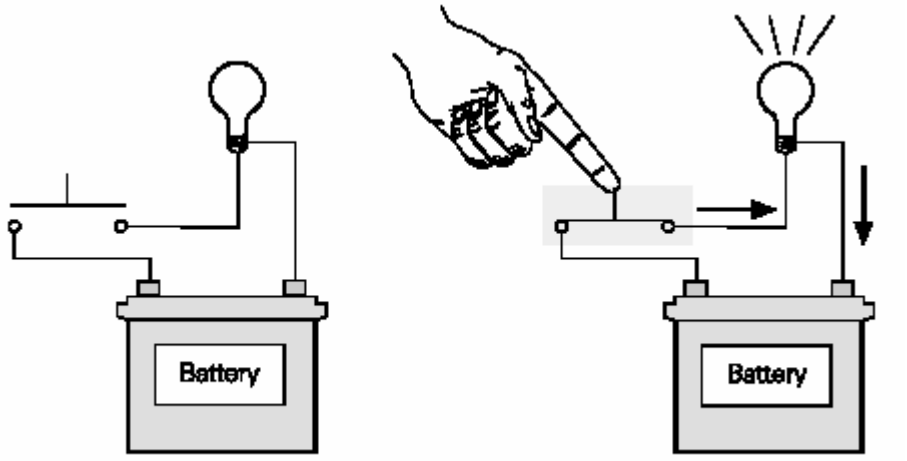
مثال لمفتاح NC



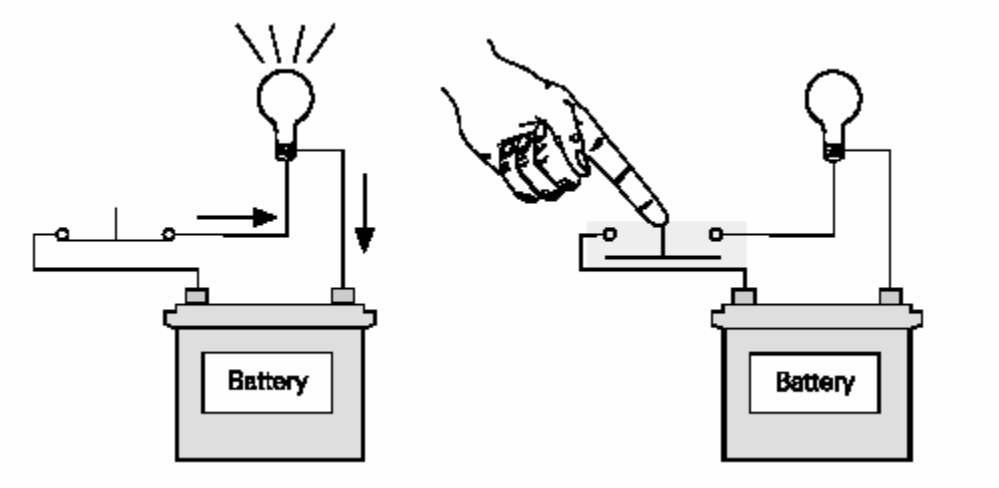
مفاتيح الضغط PUSH BUTTONS



مثال ل NO push buttons

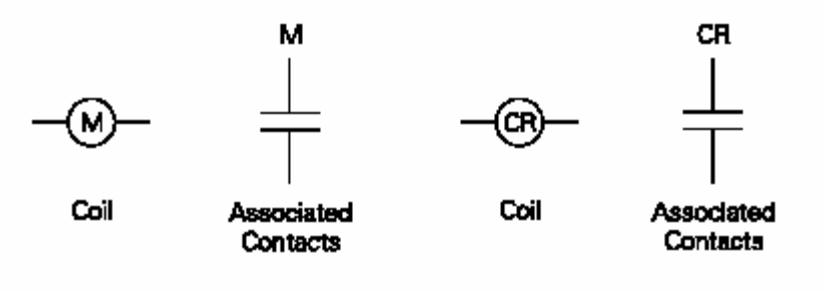


مثال ل NC push buttons



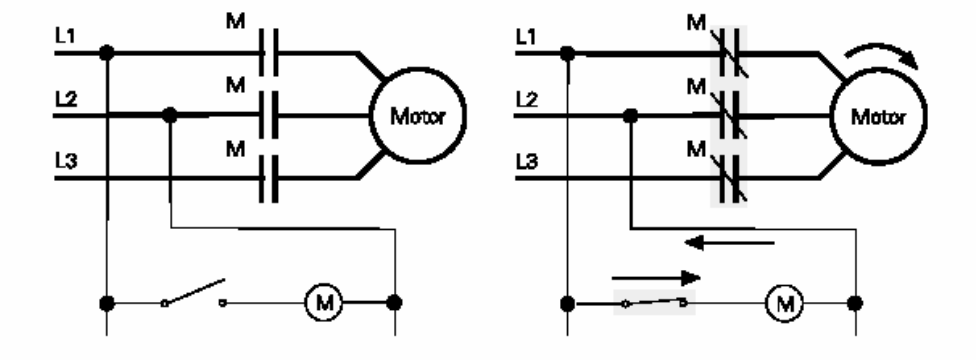
الملفات COILS

الملفات تستخدم سواء فى الريلاى و الكونتاكتور و كلاهما يستخدمان لفتح و غلق الدوائر الكهربية



للريلاى CR للمواتير M

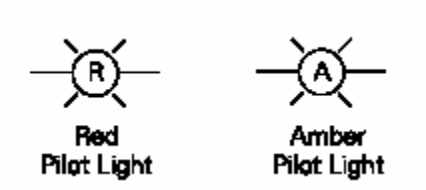
مثال لاستخدام الملف فى كونتاكتور لتشغيل الماتور بواسطة مفتاح NO



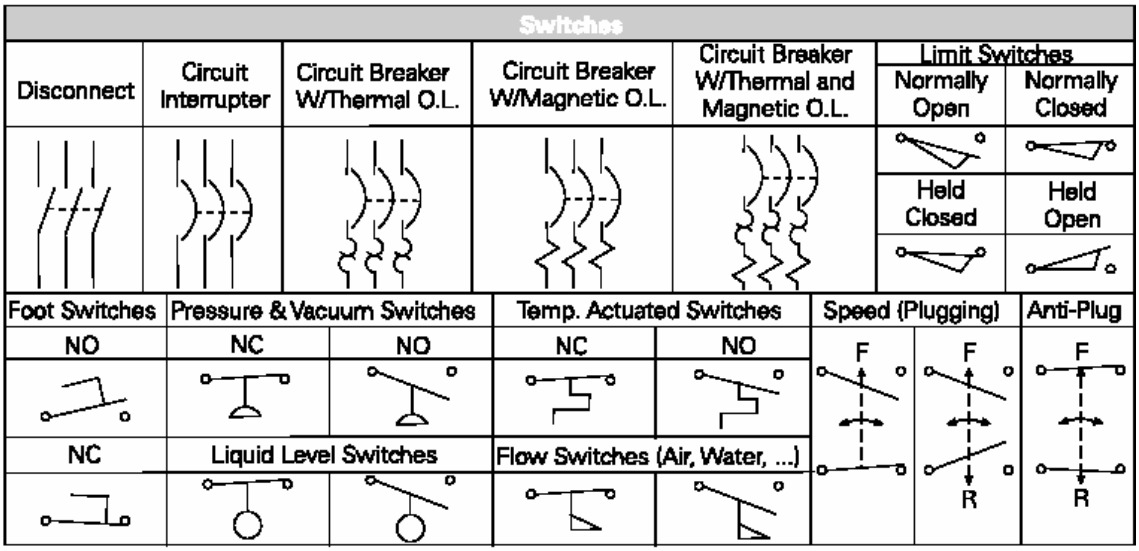
مثال لريلاى مستخدم لحماية الماتور من ارتفاع الحمل (سحب تيار اعلى
OVERLOAD RELAY

الرمز

رمز اللمبات المبينة للتشغيل

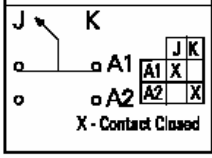


و فيما يلى جدول لاهم الرموز المعبرة عن الاجزاء الكهربية

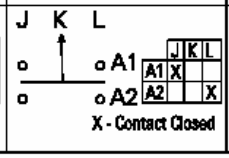


Selector Switches

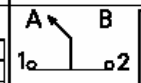
2 Position



3 Position



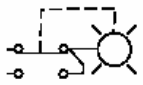
2 Position Selector Pushbutton



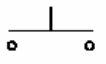
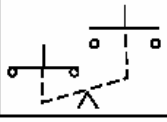
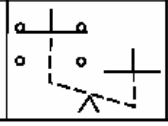
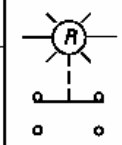
Contacts	Selector Position A – Button Free	Selector Position A – Button Depress'd	Selector Position B – Button Free	Selector Position B – Button Depress'd
1-2	X			
3-4		X	X	X

Pilot Lights

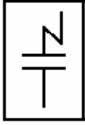
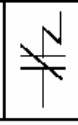
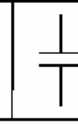
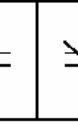
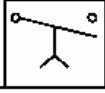
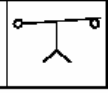
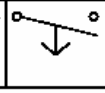
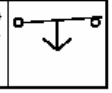
Indicate Color by Letter

Non Push-to-Test	Push-to-Test
	

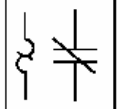
Pushbuttons

Momentary Contact				Maintained Contact		Illuminated
Single Circuit		Double Circuit	Mushroom Head	Wobble Stick	Two Single Circuits	One Double Circuit	
NO	NC	NO & NC					
							

Contacts

Instant Operating				Timed Contacts - Contact Action Retarded After Coil Is:			
With Blowout		Without Blowout		Energized		Deenergized	
NO	NC	NO	NC	NOTC	NCTO	NOTO	NCTC
							

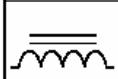
Overload Relays

Thermal	Magnetic
	

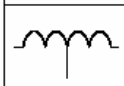
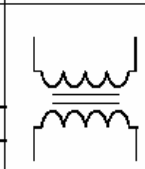
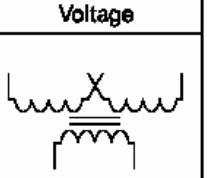
Coils

Shunt	Series

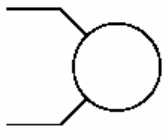
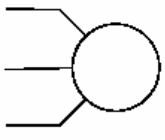
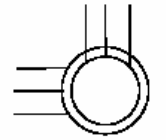
Inductors

Iron Core	Air Core
	

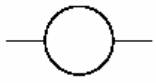
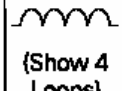
Transformers

Auto	Iron Core	Air Core	Dual Voltage
			
Current			

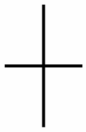
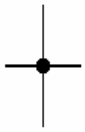
AC Motors

Single Phase	Three-Phase Squirrel Cage	Wound Rotor
		

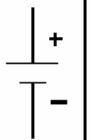
DC Motors

Armature	Shunt Field	Series Field	Comm. or Compens. Field
	 (Show 4 Loops)	(Show 3 Loops)	(Show 2 Loops)

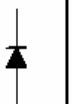
Schematic Wiring

Not Connected	Connected	Power	Control
			

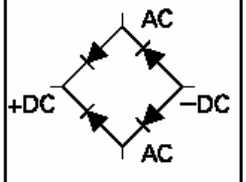
Battery



Half-Wave Rectifier

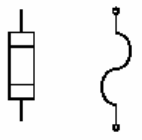


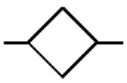
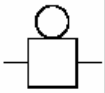
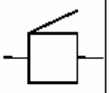
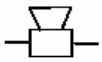
Full-Wave Rectifier

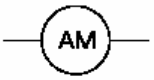


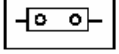
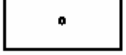
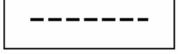
Fuse

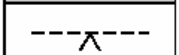
Power or Control

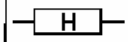
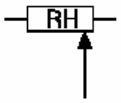


Annunciator	Bell	Buzzer	Horn, Siren, Etc.
			

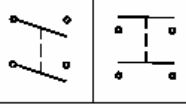
Meter
Indicate Type by Letter   

Meter Shunt	Wiring Terminal	Connections Mechanical
		

Ground	Mechanical Interlock
	

Resistors			
Fixed	Heating Element	Adj. By Fixed Taps	Rheostat Pot Or Adj. Tap
 	 	 	

Capacitors	
Fixed	Adjustable

Supplementary Contact Symbols					
SPST NO		SPST NC		SPDT	
Single Break	Double Break	Single Break	Double Break	Single Break	Double Break
DPST 2 NO		DPST 2 NC		DPDT	
Single Break	Double Break	Single Break	Double Break	Single Break	Double Break
					

Terms	
SPST	Single-Pole Single-Throw
SPDT	Single-Pole Double-Throw
DPST	Double-Pole Single-Throw
DPDT	Double-Pole Double-Throw
NO	Normally Open
NC	Normally Closed

Symbols For Static Switching Control Devices

Static switching control is a method of switching electrical circuits without the use of contacts. Primarily by solid-state devices. Use the symbols shown in the table on the previous page except enclosed in a diamond.

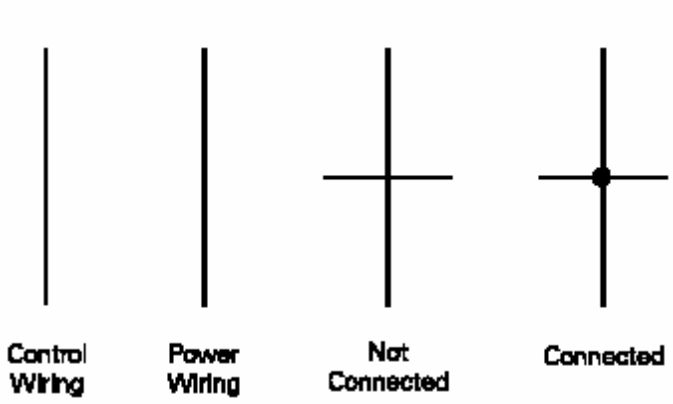
Examples:

Input "Coil" Output (NO) Limit Switch (NO)

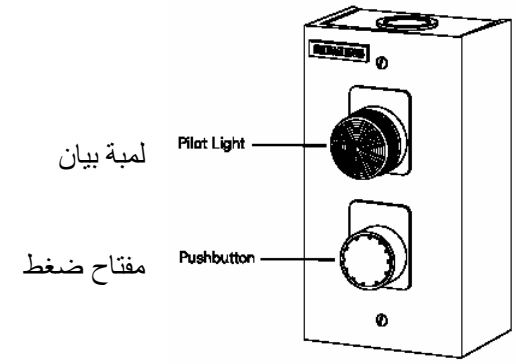
Control and Power Connections - 600 Volts or Less - Across-the-Line Starters (From NEMA Standard ICS 2-321A.60)

		1 Phase	2 Phase 4 Wire	3 Phase
Line Markings		L1,L2	L1,L3-Phase 1 L2,L4-Phase 2	L1,L2,L3
Ground When Used		L1 is always Ungrounded	—	L2
Motor Running Overcurrent Units In	1 Element	L1	—	—
	2 Element	—	L1,L4	—
	3 Element	—	—	L1,L2,L3
Control Circuit Connected To		L1,L2	L1,L3	L1,L2
For Reversing Interchange Lines		—	L1,L3	L1,L3

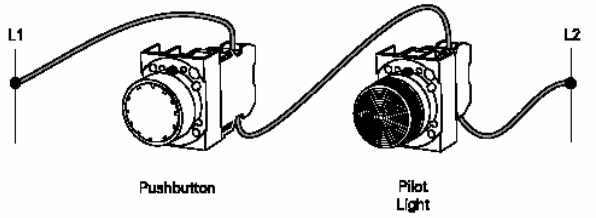
الرسومات الكهربية LINE DIAGRAM



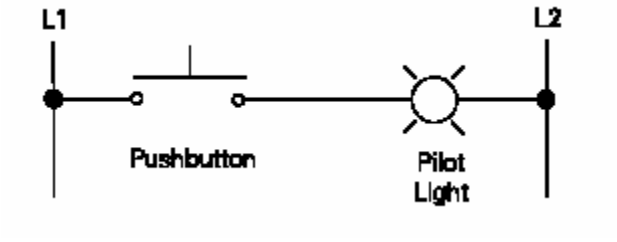
الخط الرفيع لدوائر التحكم و الثقيل للقوى و عند وجود نقطة ثقيلة عند مكان التقاطع تكون نقطة توصيل و عند عدم وجودها تكون غير موصلة



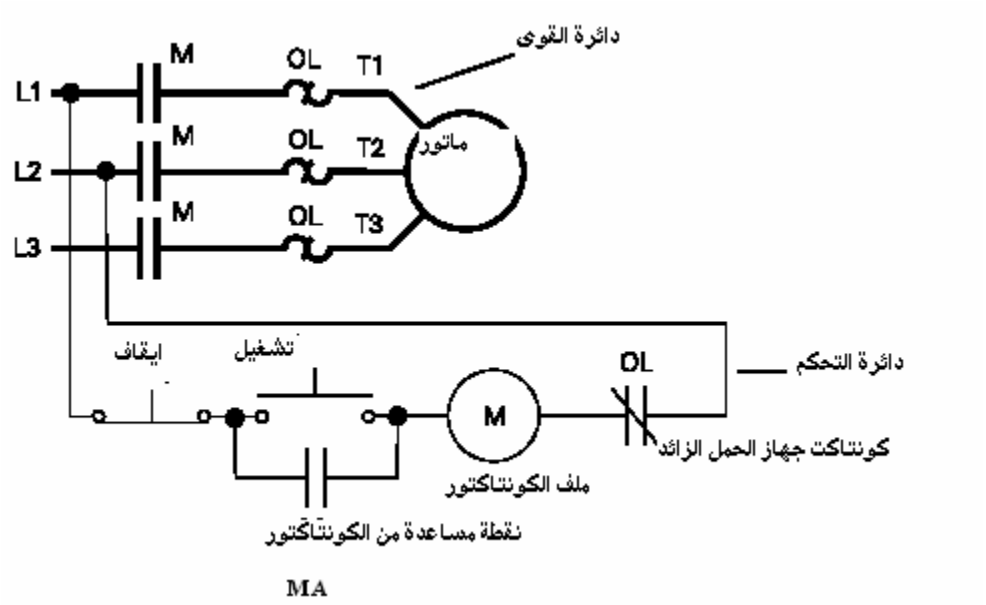
التوصيل الحقيقى PHYSICAL



الرسم الكهربى

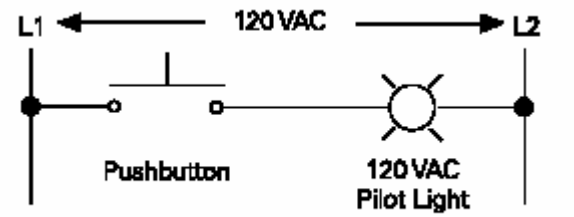


دوائر القوى و التحكم POWER AND CONTROL

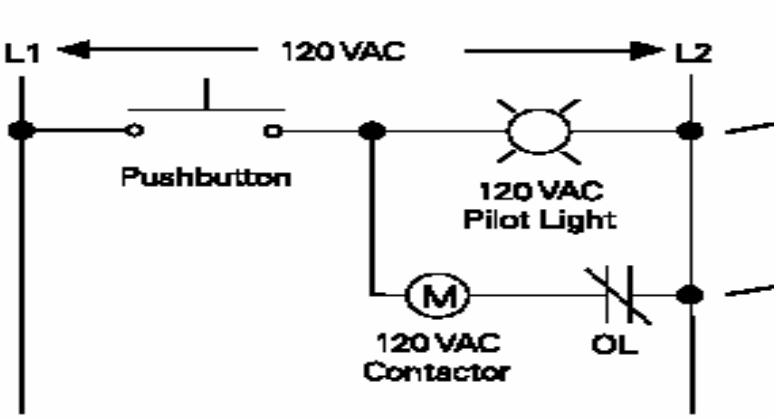


التوصيل

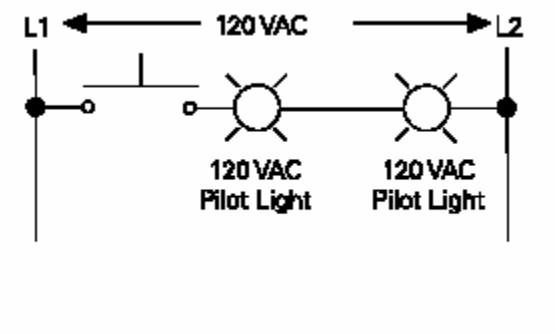
توصيل اجهزة تحكم امثال مفاتيح التشكيل و احمال للتحكم مثل المبات



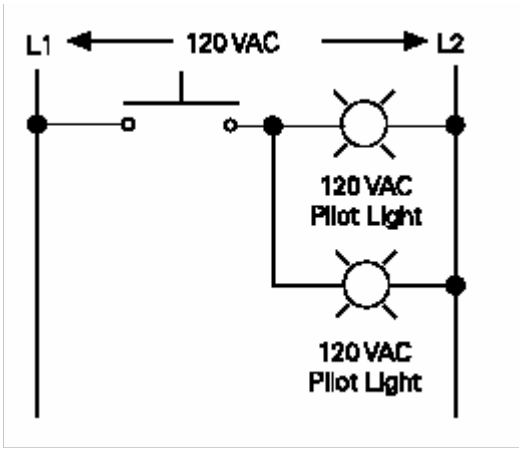
زيادة الاحمال



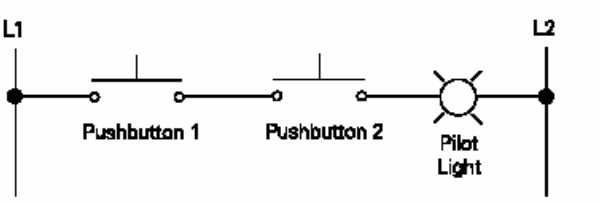
توصيل الاحمال على التوالى



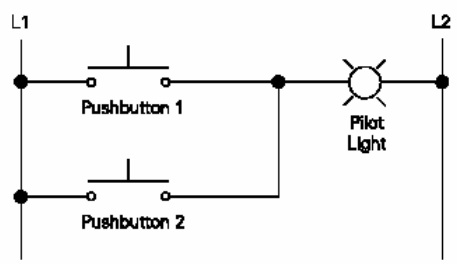
توصيل الحمال على التوازى



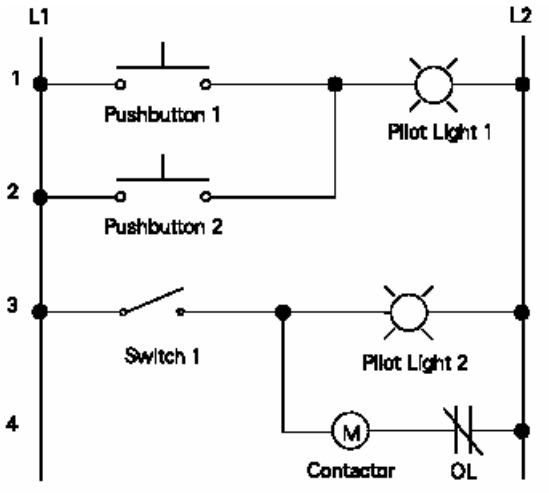
توصيل اجهزة التحكم على التوالى



توصيل اجهزة التحكم على التوازى



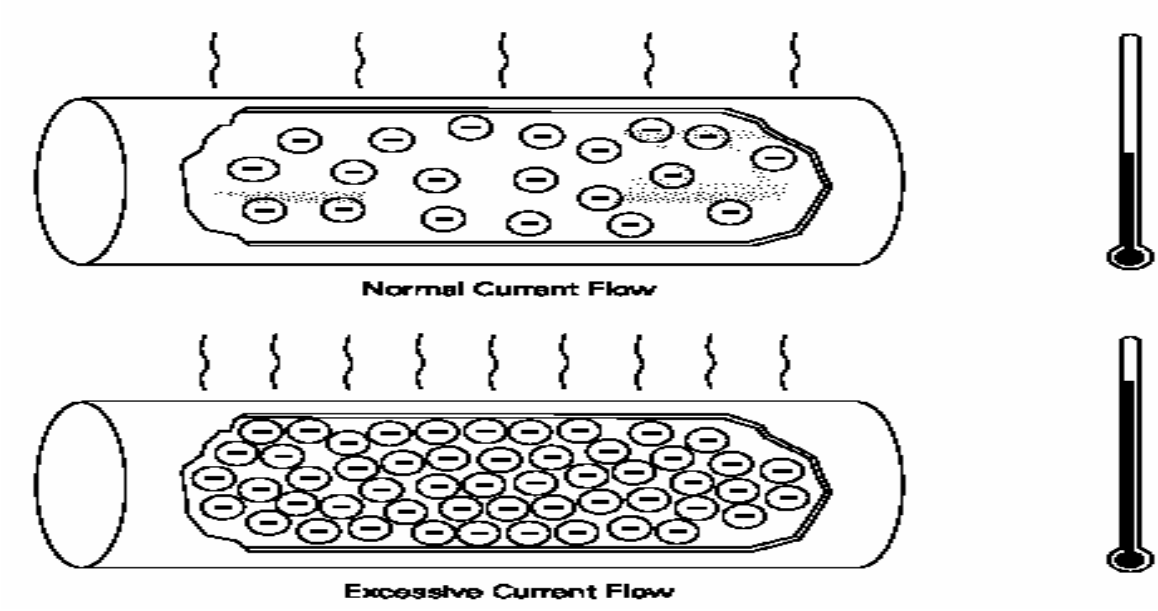
<u>التوصيل والترقيم</u>



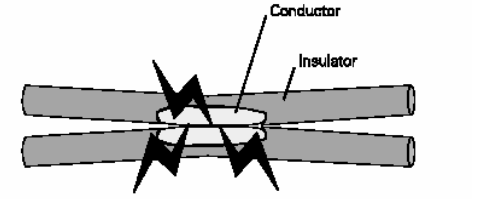
حماية زيادة الحمل Overload protection

التيار و درجة الحرارة

سريان التيار فى الموصل يولد درجة حرارة نتيجة المقاومة و كلما زاد التيار المار تزداد درجة حرارة الموصل (زيادة الحرارة تدمر الاجهزة الكهربية)ولذلك تعاير الكابلات بحيث تحمى من زيادة التيار عليها و تستخدم اجهزة الحماية لحماية الكابلات و ايضا الاجهزة الكهربية من زيادة التيار عليها (اى ان هذة الاجهزة تسمح بعدم مرور تيار زائد على هذة المكونات)



حدوث تلامس او اختصار للدائرة **Short circuit**



عند حدوث تلامس لطرفين الموصل تحدث هذة الحالة و تتحول المقاومة الى 0 ولذلك يصل التيار الى الاف الامبيرات

$$I = \frac{E}{R}$$

$$I = \frac{240}{24}$$

$$I = 10 \text{ amps}$$

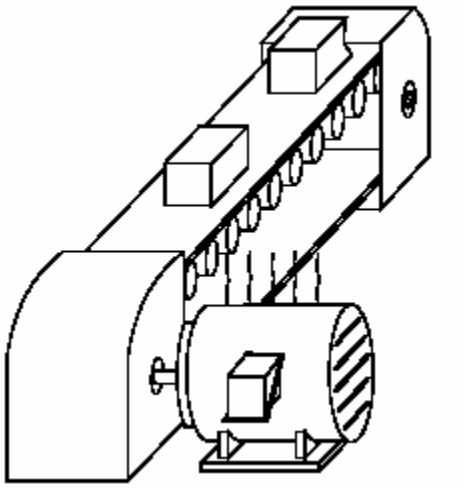
و عند حدوث Short circuit المقاومة تتحول الى 24 m ohm

$$I = \frac{240}{0.24}$$

$$I = 10{,}000 \text{ amps}$$

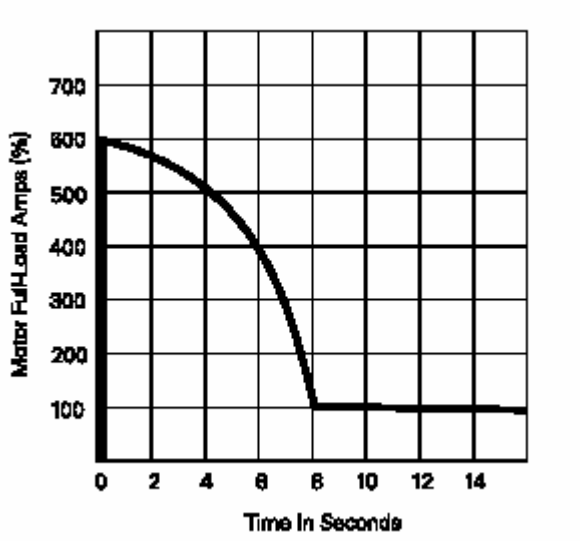
هذا التيار العالى سوف يؤدى الى دمار الاجهزة الكهربية و لذلك لابد من الحماية منه

ظروف زيادة الحمل



اى مثلا عندما يكون الماتور يشغل احمال معينة و يسحب 10 امبير . عند زيادة الاحمال التى يقوم بنقلها سوف يسحب 20 امبير او 30 امبير و اذا استمر الوضع على ذلك سوف يسخن الماتور حتى يحترق و لذلك لابد من حمايتة

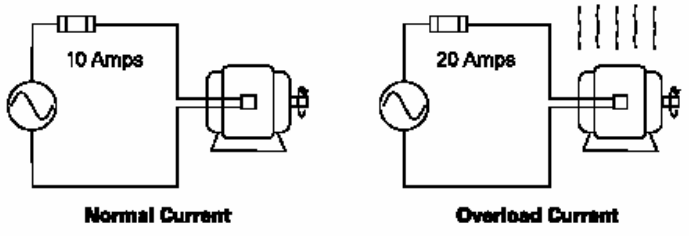
زيادة الحمل لحظيا اثناء بداية التشغيل



المواتير دائما مصممة لسحب هذا التيار فى بداية التشغيل و هو حوالى 600% اى 6 مرات التيار المسحوب للحمل الكامل

الوقت يكون صغير ليرجع التيار المسحوب الى تيار الحمل الكامل تقريبا من 2 الى 8 ثوانى و هذا الوقت يعتمد على خصائص الماتور و الحمل الموصل به

حماية زيادة الحمل



فواصل الدوائر و الفيوزات يستخدمان لحماية الدوائر الكهربية من التلامس او اخطاء الارضى او زيادة الحمل .
فى حالة حدوث Short circuit يقوم الفيوز او فاصل الدائرة بفصل الدائرة الكهربية فى نفس الوقت لحمايتها

لابد ان يكون الجهاز المستخدم لفصل الدائرة قادرة على تحمل زيادة التيار عن التيار الخاص بالحمل الكامل لمدة معينة والا سوف يفصل الدائرة كل مرة الماتور يبدأ العمل فيها

Overload relay

تقوم هذة الاجهزة ب

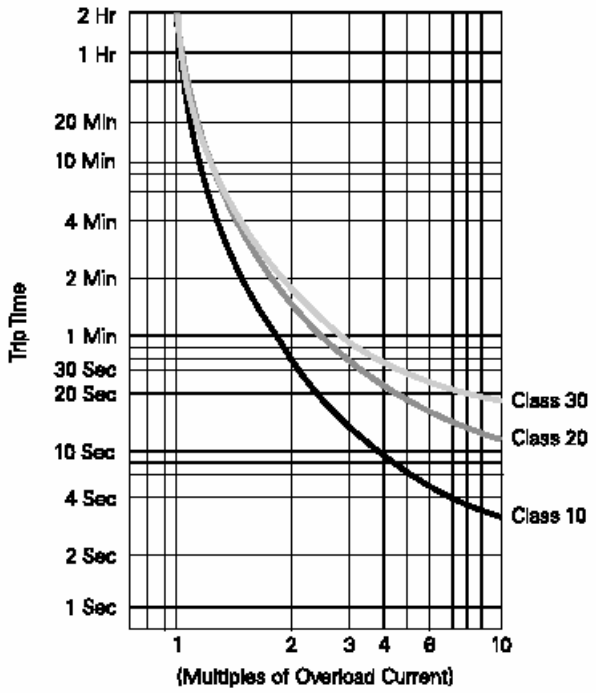
1- السماح لزيادة التيار اثناء بدأ تشغيل الماتور
2- تفتح الدائرة فى حالة حدوث زيادة للحمل
3- تقوم بتوصيل الدائرة مرة اخري بعد ذهاب ظروف زيادة الحمل

Trip class

تعاير هذة الاجهزة لتوضح الوقت التى سوف تاخذة حتى تفصل الدائرة و انواع هذة المعايرات

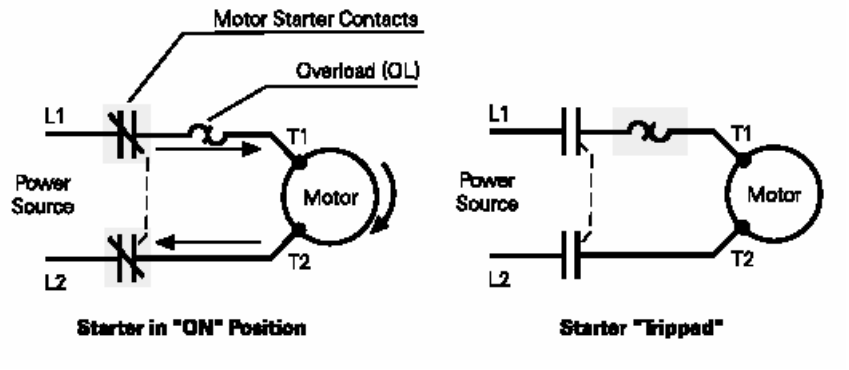
Class 10, 20,30

على سبيل المثال Class 10 يفصل الماتور بعد 10 ثوانى من استمرار التيار على 600 % من تيار الحمل الكامل



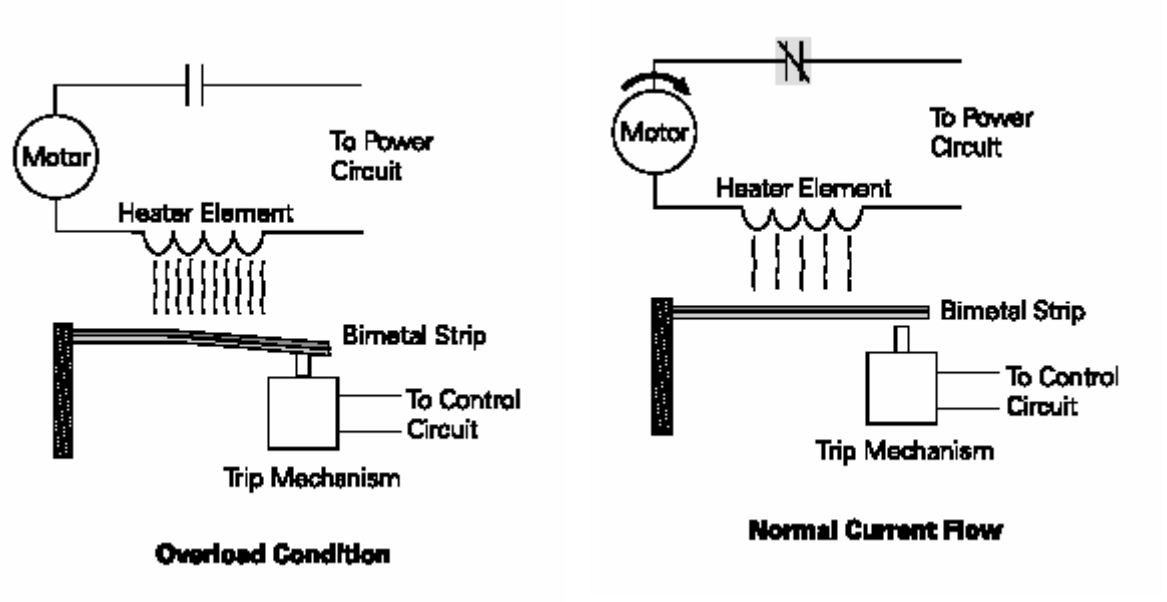
يستخدم Class 30للمواتير التى تحتاج لسحب تيار عالى فى البداية (القصور الذاتى عالى) امثال المضخات

استخدام ال over load relay فى دوائر المواتير



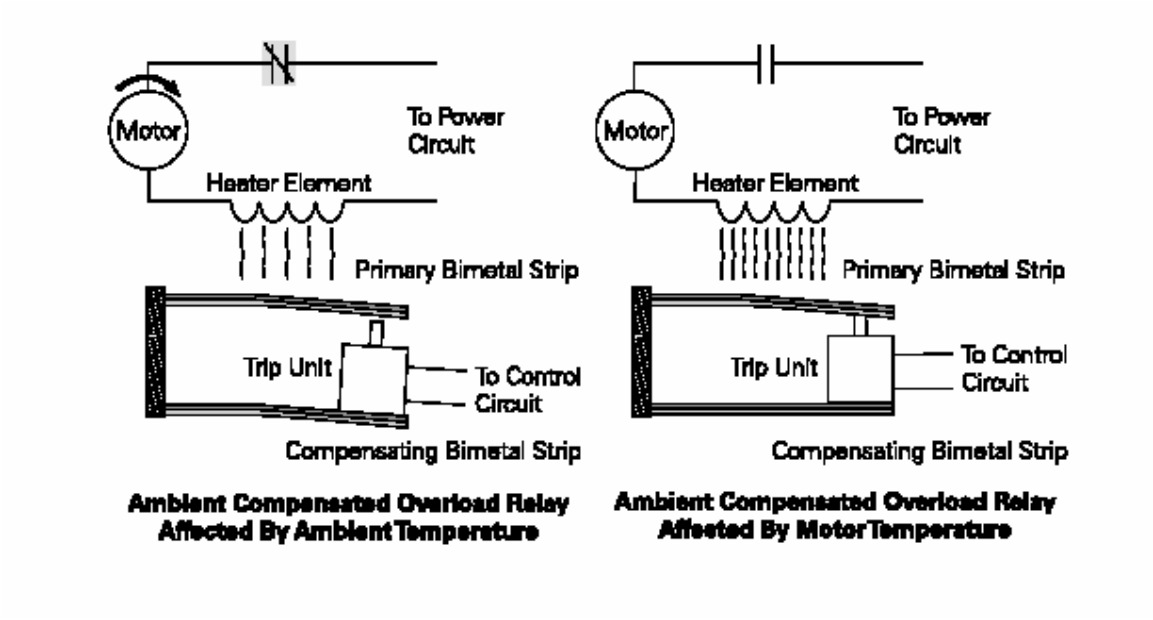
عند حدوث زيادة فى الحمل يحس بها الجهاز و يفصل الدائرة الكهربية

اجهزة قياس زيادة الحمل الثنائية المعدنية (bimetal overload)



عند زيادة درجة الحرارة يسخن الجزء المعدنى و يميل ليلامس دائرة التحكم التى تقوم بفصل الدائرة
عند برود الجزء المعدنى تعود الدائرة مرة اخرى
لابد من اختيار جهاز مضبوط حتى لا يفصل الموتور كثيراً او يعمل مما يؤدى الى حرقة

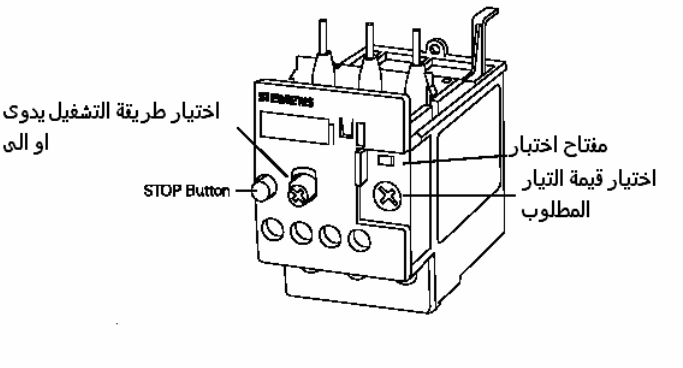
بسبب ان احيانا درجة الحرارة المحيطة قد تؤدى الى فصل الجهاز و هذا يكون غي رصحيح لهذا تم استخدام هذا التعديل



<u>Siemens overload</u>

SIRIUS 3RU11

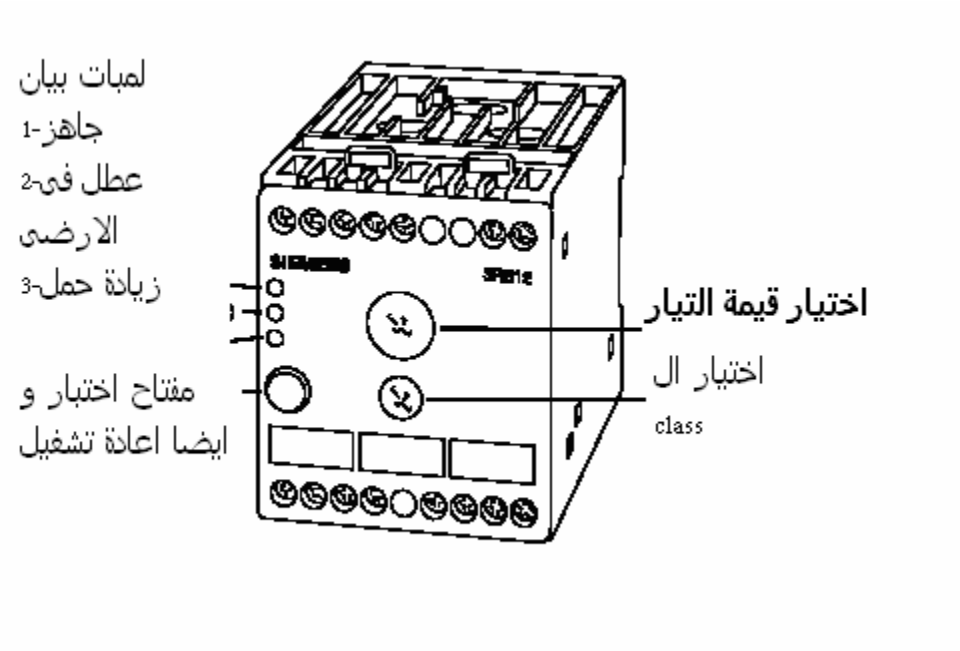
هو ايضا (BIMETAL) يوجد داخلة جزء حرارى يسخن و هو مصمم على CLASS 10 و من الممكن ان يعمل AUTOMATIC RESETو MANUAL و ايضا من الممكن ضبط التيار المطلوب و ايضا هناك مفتاح للاختبار و ايضا يوجد نقاط مساعدة NC &NO للدلالة على حالة الOVERLOAD



الاجهزة الالكترونية لحماية زيادة الحمل

هى اجهزة لا تتعرض لزيادة درجة الحرارة و هى مصممة للحماية من ذلك و ايضا تقوم باستشعار اذا كان هناك فقد فى احد الفازات و عندها تقوم بفصل الموتور

SIEMENS 3RB12

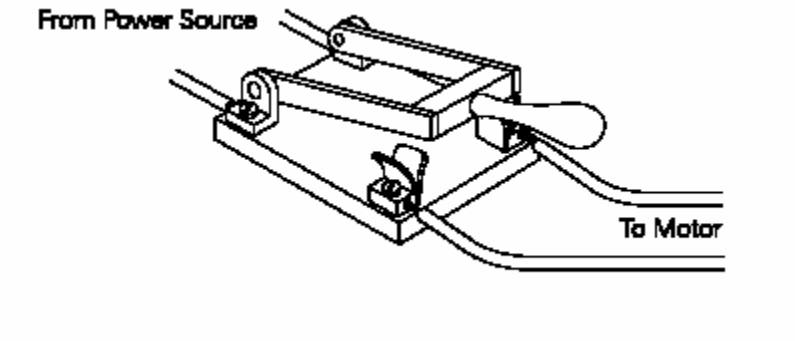


ايضا بالاضافة الى العمليات الاخرى فانه يقوم بالحماية من عيوب الارضى و عدم انتظام الفازات و هناك لمبات بيان لكل من READY &GRAND FAULT & OVERLOAD و ايضا تعمل على CLASS 5 & 10 &15 &20 &25 &30
و يوجد معه ايضا مفاتيح AUXALIRYاضافية لبيان حالة ال OVERLOAD

يوجد بعض الاجهزة يتم توصيلها على شبكة ال PROFI BUS و ذلك لنقل و ضبط المعلومات عن طريق ال PLC

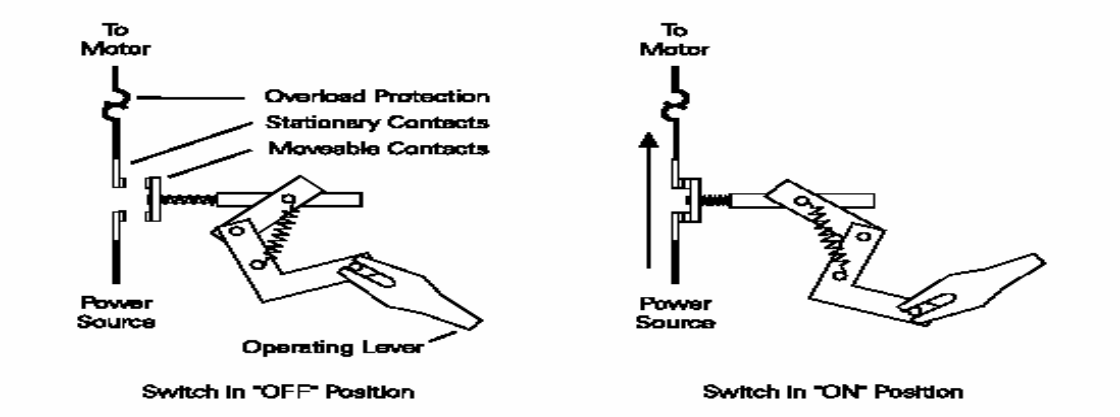
التحكم الالى manual control

البداية كانت باجهزة بدائية ثم تطورت اولها كانت السكينة القدمية لتشغيل المواتير

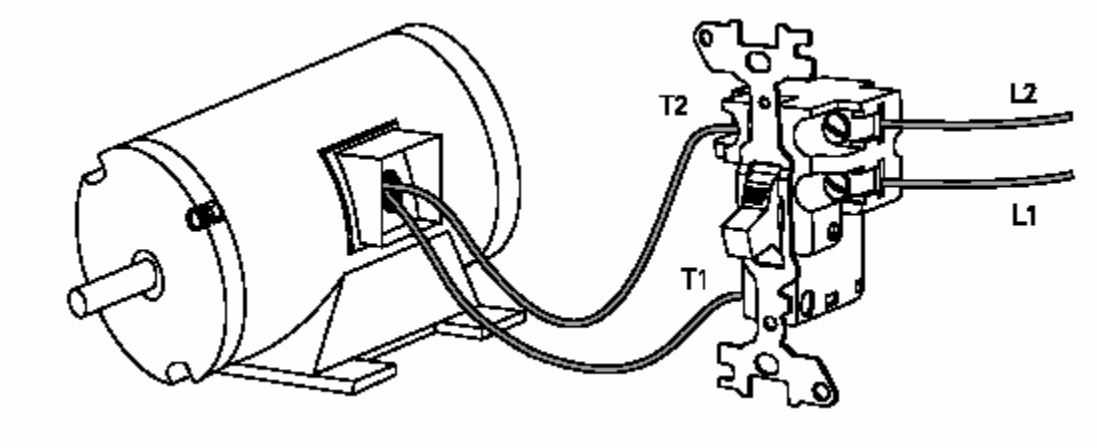


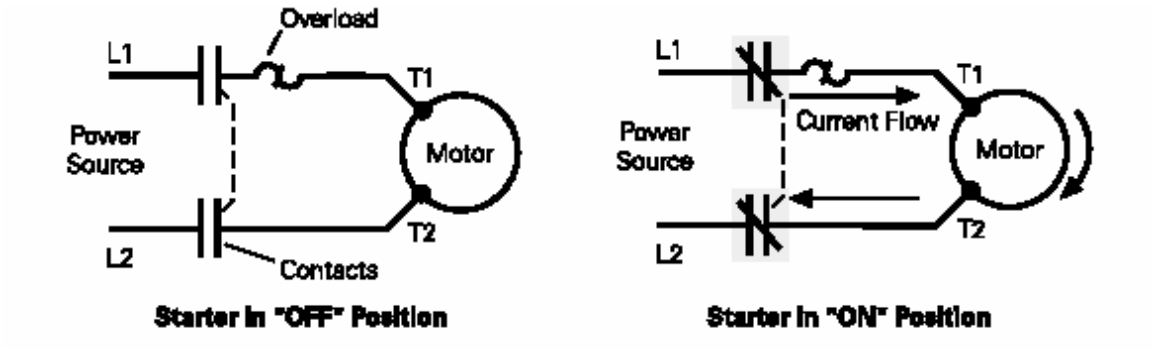
الطريقة التشغيلية

النظم العالمية تريد ان يكون هناك جهاز للفصل والتشغيل و ايضا الفصل اثناء زيادة الحمل
وكل بادئ للتشغيل يحتوى على مجموعة كونتاكت تسمى بول



بادئ للماتور 2 بول او 2 فاز

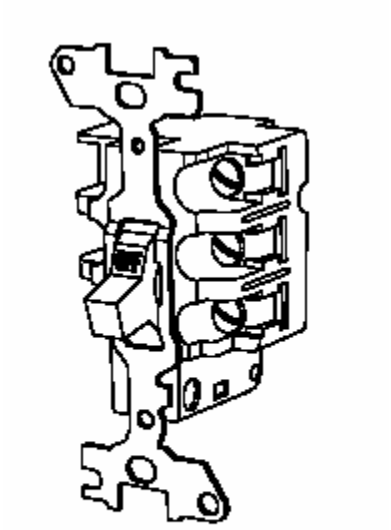




<u>اجهزة الحماية للجهد المنخفض</u>

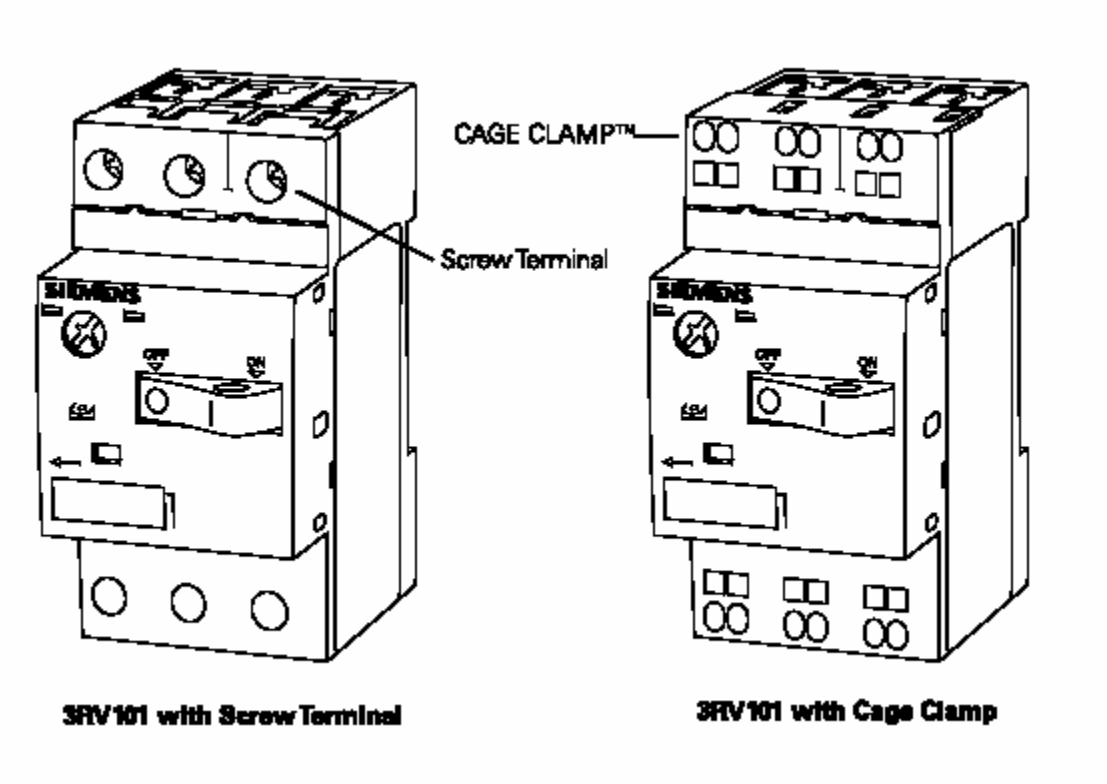
هناك بعض الاجهزة للحماية من انخفاض الجهد او انقطاعة
تنتج شركة siemens بعض المفاتيح on /off و حماية ايضا من زيادة الحمل للمواتير التى اقل من 1 حصان

هناك ايضا بعض المفاتيح لا يوجد فيها حماية لل overload و لابد من عمل الحماية منفصلة



Three-Pole Manual Switch

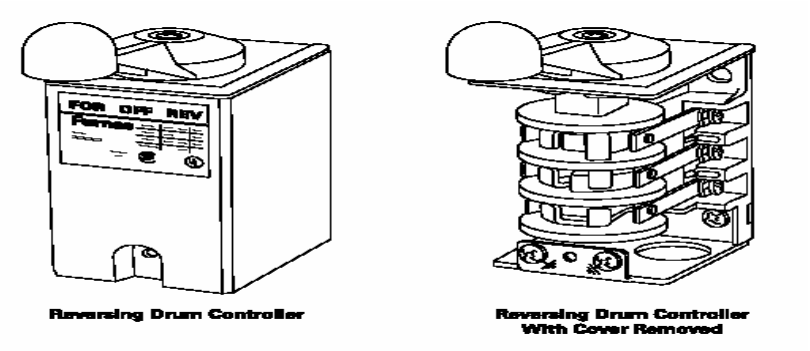
وتتوالى بعد ذلك المفاتيح للحماية من التيار العالى



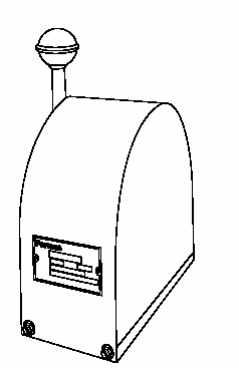
3RV101 with Screw Terminal

3RV101 with Cage Clamp

جهاز يسمى drum لعكس حركة الماتور



جهاز للفصل و التشغيل و اختيار 5 سرعات

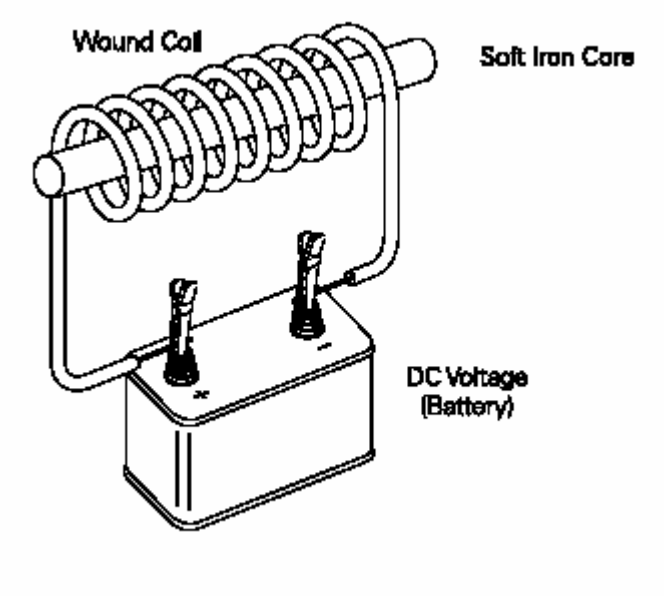


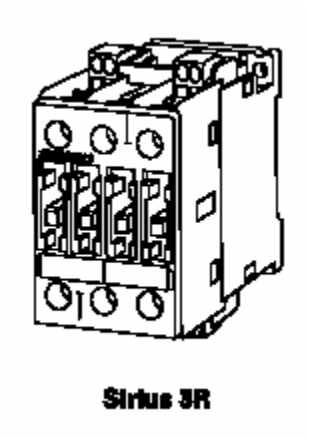
الكونتاكتور و بادئ التشغيل contactors and starters

معظم التطبيقات تحتاج للتشغيل و الايقاف عن بعد ولهذا يستخدم الكونتاكتور

طريقة التشغيل الاساسية و فكرة العمل

عن طريق لف سلك حول قلب حديدى عندما يتولد فرق جهد على السلك فيتحول القلب الحديدى الى مغناطيسو عند ازالة مصدر الفولت من على السلك يرجع لمل كان و هذا هو المبدأ المستخدم

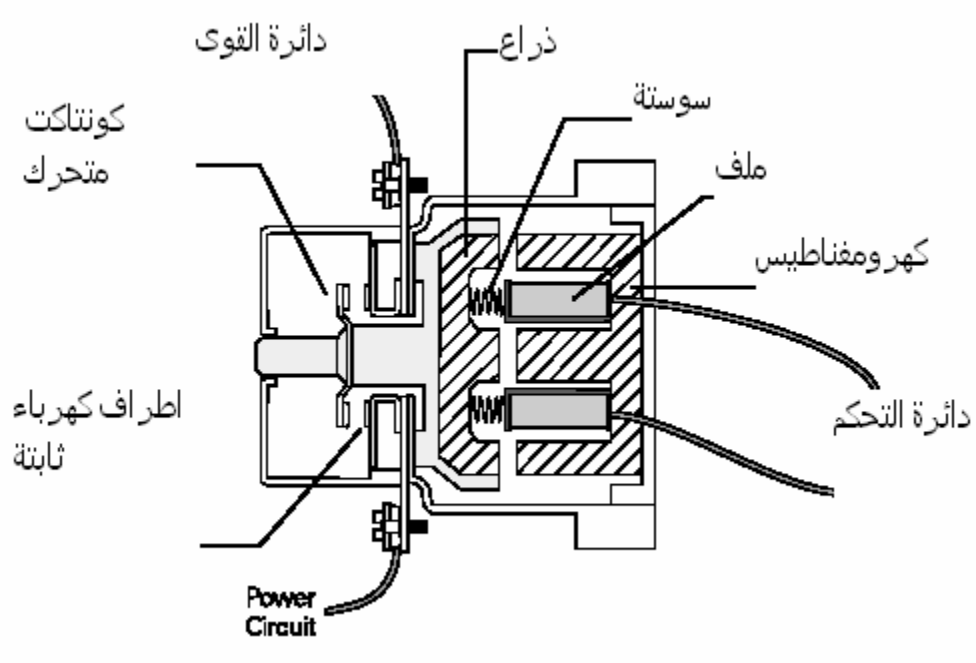




تكوين الكونتاكتور

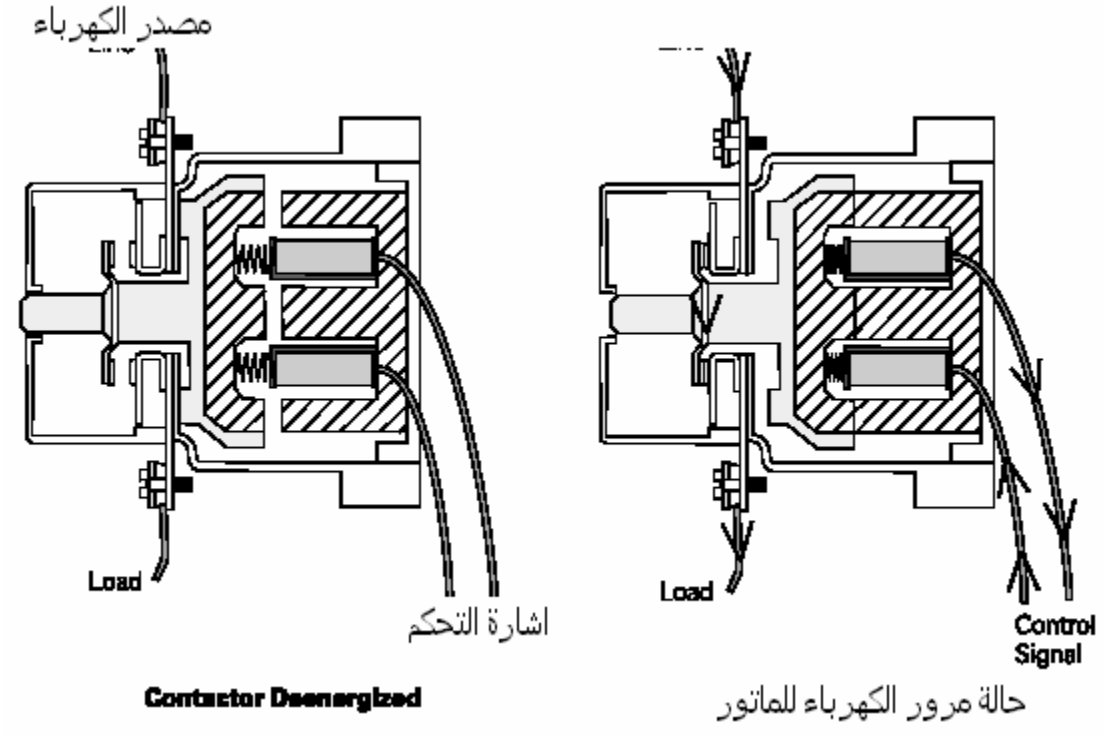
هناك دائرئتين 1- دائرة القوى 2- دائرة التحكم

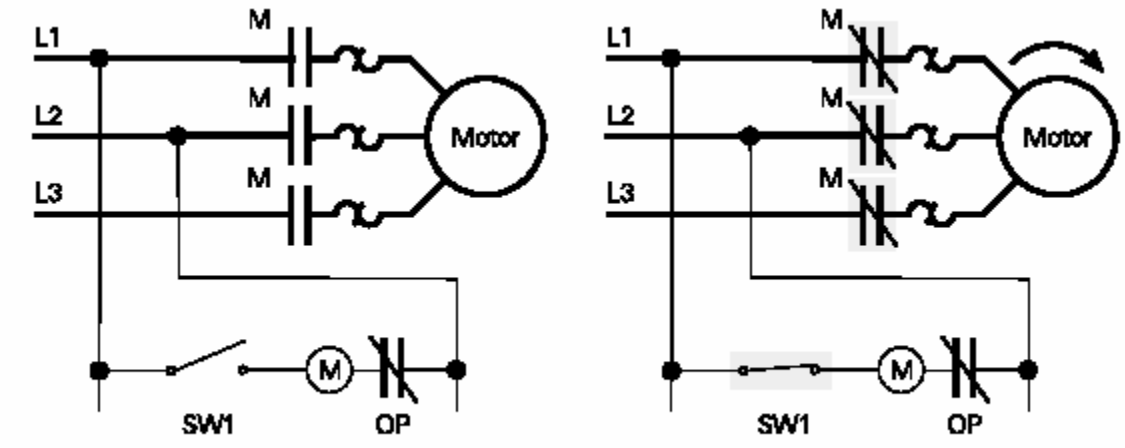
1- دائرة القوى مرتبطة باطراف الكهربية الثابتة
2- دائرة التحكم مرتبطة بملف كهرومغناطيسى



طريقة العمل

عند تعريض الملف الى كهرباء بتولد مجال كهرومغناطيسى يمغنط الكهرومغناطيس مما يؤدى لجذب الذراع (armature) للمغناطيس فيحدث تلامس بين اطراف الكونتاكت الثابتة مع المتحركة فتمر الكهرباء من المصدر للماتور و عند ازالة الكهرباء عن الملف يفقد المغناطيس المغنطة و يرتد ال (armature للخلف ويحدث عدم تلامس للكونتاكت و تنقطع الكهرباء عن الماتور من المصدر

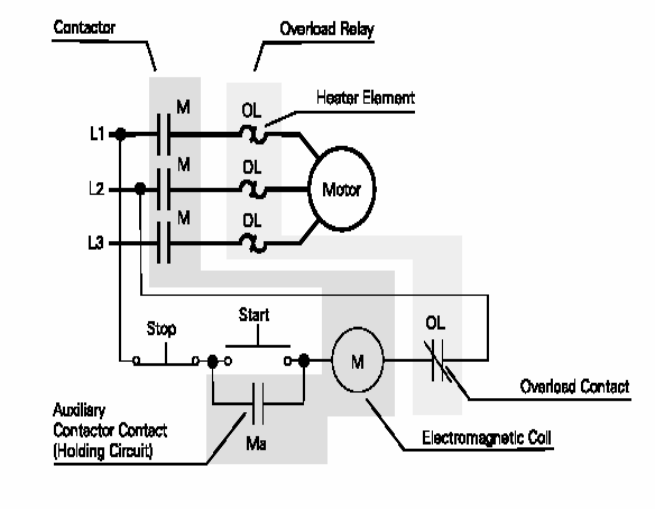


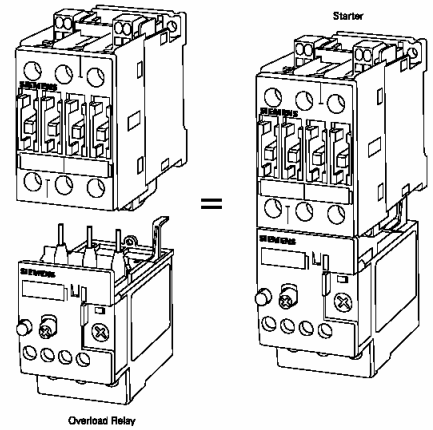


بادئ الماتور

عند دمج كل من جهاز الحماية و الكونتاكتور يسمى هذا بادئ الماتور motor starter
يوجد بعض الريلاى الموجودة فى الكونتاكتور و جهاز الحماية و ذلك لبعض الوظائف . نقطة NC موجودة على جهاز الحماية من زيادة الحمل يوصل على التوالى فى دائرة التحكم OL حيث عند حدوث زيادة فى الحمل يتحول لنقطة مفتوحة تفصل الاشارة المرسلة للملف الموجود للكونتاكتور لكى يعمل

و ايضا توجد نقطة NO على الكونتاكتور بحيث عند بداية عملة تغلق الدائرة و تستعوض عمل مفتاح التشغيل ليظل الدائرة تعمل بدون الضغط طوال الوقت MA





معايرة بادئ الماتور

هناك انظمة عالمية امثال IEC , NEMA
الكونتاكتور يتم معايرتها حسب تيار الحمل الكامل و التيار المسحوب فى بداية التشغيل و هناك جداول كثيرة يقوم بعملها المصنعين لتسهيل اختيار المضبوط للعمل

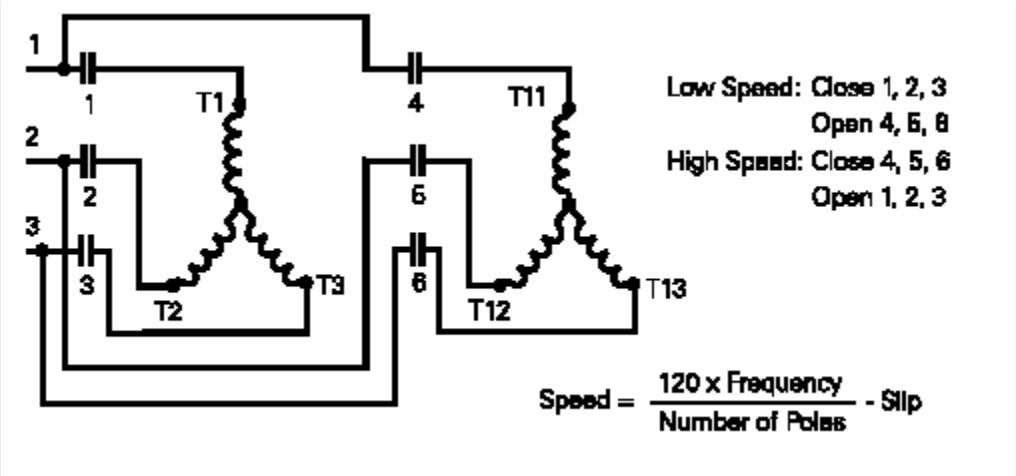
ا ختيار سرعات متعددة

$$\text{Synchronous Speed in RPM} = \frac{120 \times \text{Frequency}}{\text{Number of Poles}}$$

السرعة المحسوبة هى سرعة المجال المغناطيسى و لكن السرعة الحقيقية اقل بفرق يسمى ال SLIP تصميم الماتور و الحمل الموصل هو الذى يحدد هذة القيمة مثلا ماتور 4 بول و التردد HZ60 تكون سرعتة 1800 و عندما يكون 2 بول تكون سرعتة الضعف

طرق اختيار السرعات

1- توصيل منفصل



يكون هناك توصيل داخلى داخل الماتور لسرعتين مختلفتين و يكون كل توصيل يختلف عن الاخر فى عدد البول (كم تواجد الفاز الواحد داخل الماتور)
السرعة البطيئة يكون فيها عدد البول اكثر من السرعة السريعة التى يكون فيها عدد البول اقل
فى هذا المثال لاختيار السرعة القليلة تغلق كونتاكتور 1و 2و 3 و تفتح 4و 5 و 6 و فى السرعة العالية تغلق 4 و 5 و 6 و تفتح 1 و 2 و 3

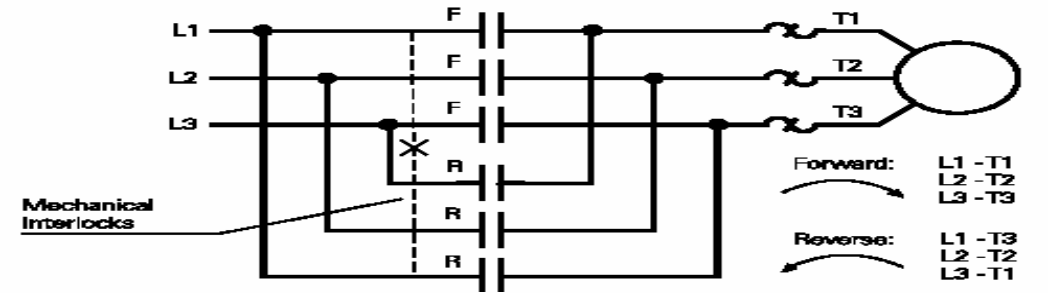
2- يوجد ايضا ماتور من ملف واحد و عن طريق ا جزاء tab يتم تقسيم السرعة من خلال التوصيل خلال الملف

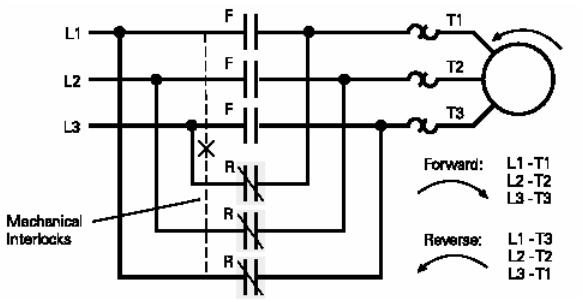
لاختيار السرعة هناك ثلاث طرق

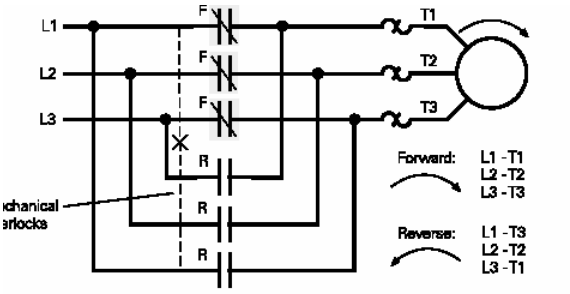
1- اختيارى (يبدأ الماتور فى العمل عند السرعة المختارة مسبقا ثم يقوم العامل باختيار السرعة المطلوبة
2- يبدا بلسرعة البطيئة ثم يختار العامل السرعات الاعلى
3- تبدا بالبطيئة ثم تزداد تصاعديا اتو ماتيكيا

عكس السرعة

الكثير من التطبيقات تحتاج الماتور ليدور فى كلا الاتحاهين و عن طريق عكس اى اثنين من الثلاث فازات الموصلة للماتور يتم عكس حركة المجال المغناطيسى الدائر و بالتالى الماتور



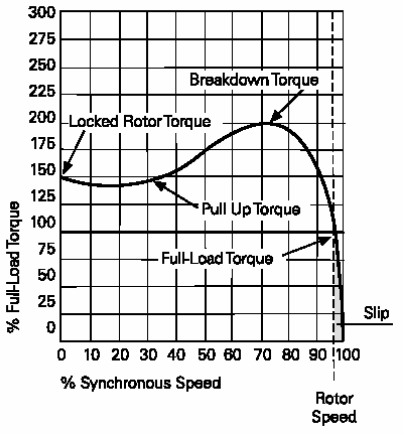


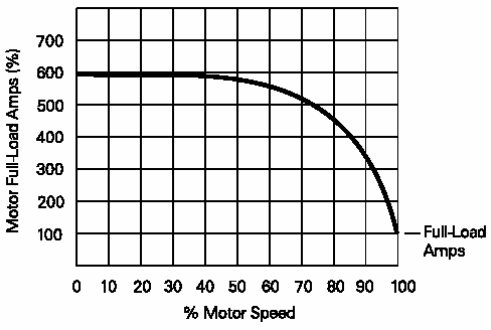


تقليل الفولت عند البداية reduced – voltage starting

اغلبية المواتير الشائعة تبدا العمل مع فرق الجهد الكامل
عند اعطاء فرق الجهد كاملا عند البداية فانة يسحب حوالى 600 % من تيار الحمل الكامل و احيانا اعلى. و لكن فى المواتير الكبيرة عند بدايتها قد يؤ دى الى رعشة فى الانارة و اعطال فى اجهزة الكمبيوتر و مما تتطلب استخدام اجهزة لتقليل فرق الجهد فى البداية

ايضا مشكلة اخرى ان العزم المتولد عند توصيل فرق الجهد كاملا يكون عالى 175 % او 200% من عزم الحمل الكامل و لذلك فى بعض التطبيقات امثال حركة السيور نحتاج العزم ليتزايد تصاعديا لحماية الاجزاء الميكانيكية



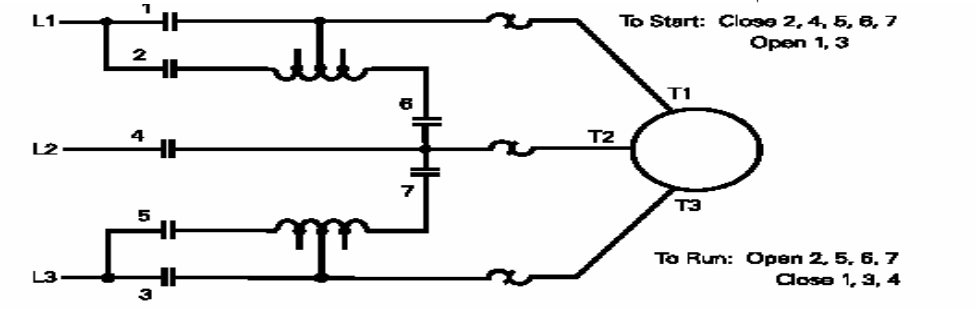


الطرق المستخدمة

هذة الطرق تستخدم عند الرغبة فى حماية زيادة التيار او زيادة العزم
عند تقليل الفولت يقل ايضا التيار و العزم

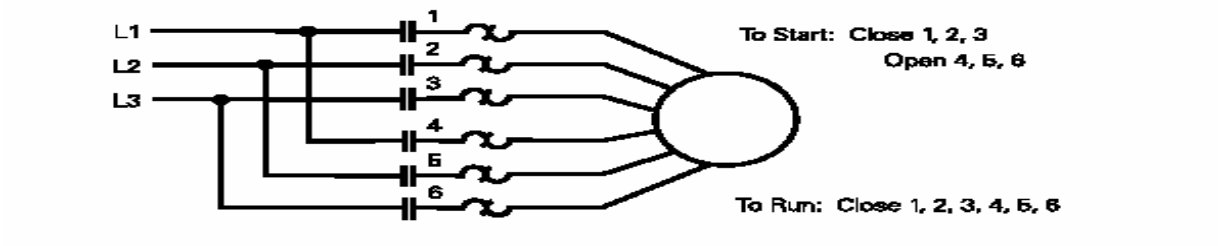
1- محول اتوماتيكى لتقليل الفولت

يمكن ضبطة بحيث يتم الحصول على فولت من 50% الى 80 % من الفولت الكملمن المصدر



للبداية يتم التشغيل الكونتاكت يغلق 2و4و5و6و7و يفتح 1و3
للتشغيل يتم فتح 2و5و6و7و غلق 1و 3و 4

2- توصيل جزء من الملفات

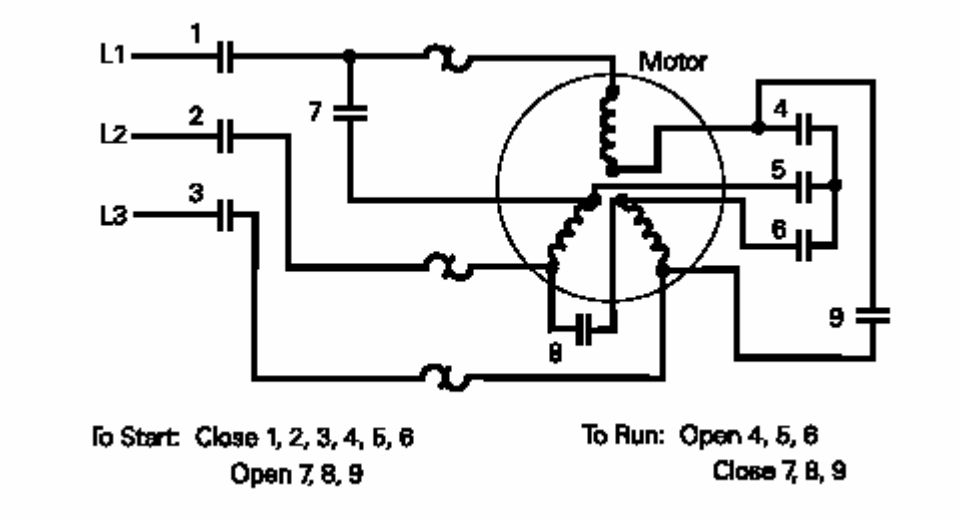


للبداية يتم غلق 1و2و3و تفتح 4و 5 و 6 و للتشغيل يتم غلق 1و 2و 3و 4و 5و 6
امثال مواتير المضخات و المراوح و الثلاجات و الضواغط

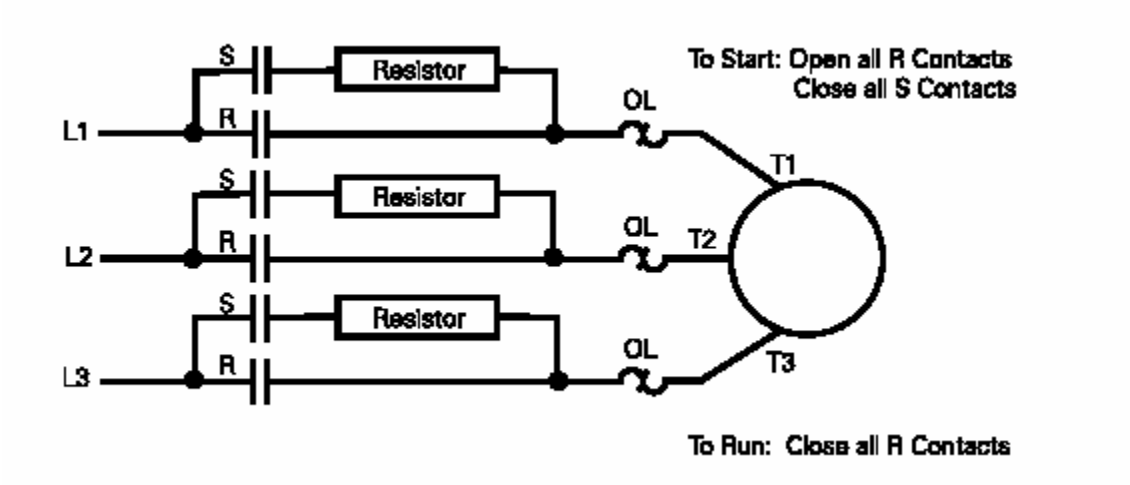
3- **star – delta**

للمواتير التى تكون ملفاتها ال stator غير موصل من الداخل و كل الاطراف الستة متوفرة
عند التوصيل star يسحب الماتور التيار الاقل و عند التوصيل لل delta يعمل بالتيار كلة و لكن هذة الطريقة تعطى عزم بداية اقل من الطرق الاخرى و امثال ذلك الضواغط و التكيفات

عند بداية التشغيل يتم غلق 1و2و3و4و5و6و فتح 7و8و9
و عند التشغيل يتم غلق 1و2و3و7و8و9و فتح 4و5و6



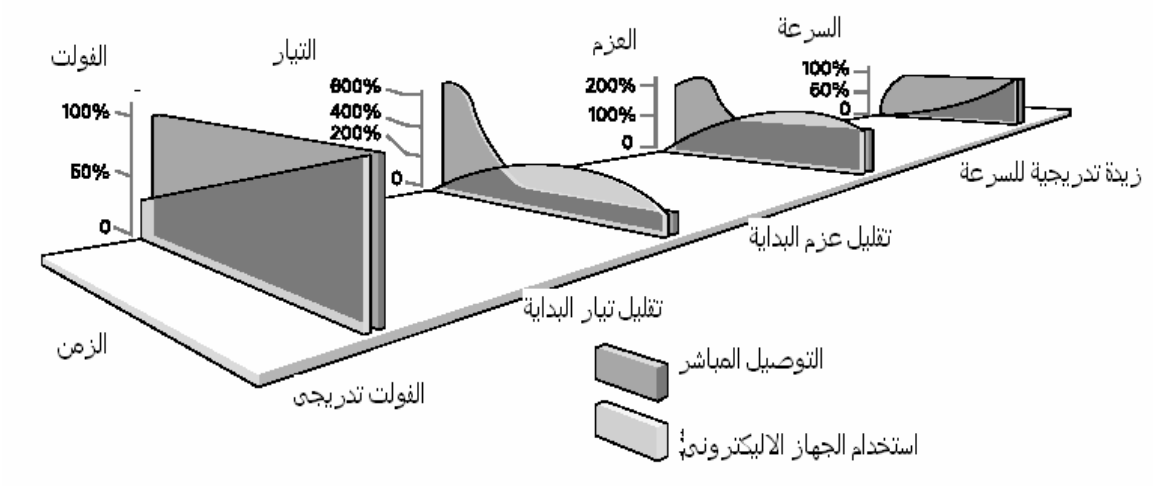
يوجد طريقة اخرى بتوصيل مقاومة على خط الكهرباء تقوم بتقليل الفولت الى 70% او 80% من الفولت الكامل
امثال السيور
للبداية توصيل كل s و فتح r و للتشغيل غلق كل r



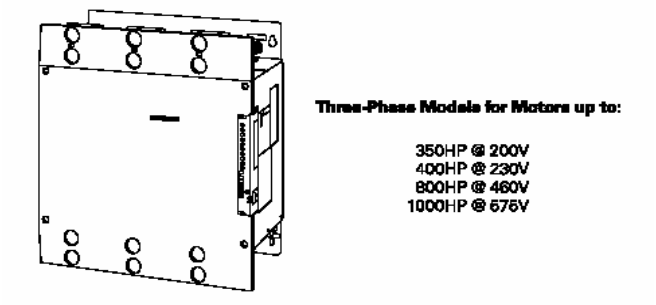
طرق خفض الفولت عن طريق الاجهزة الاليكترونية solid state reduced voltage controller

نتمكن من خلالة التحكم فى فولت البداية و التوقف و التشغيل و من الممكن اعطاء قيم للفولت من قيم صغيرة حتى 100 % و يعتمد على ذلك فى استخدام السيارستور

و يوجد مقارنة رسمية لتوضح عملة

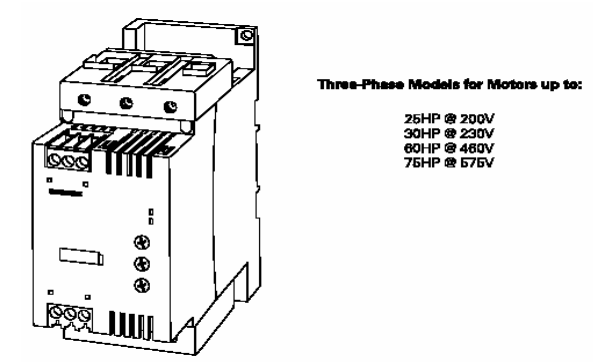


تقوم شركة siemens بانتاج اجهزة تسمى SOFTSTARTER من 25 HP حتى 1000 HP



Three-Phase Models for Motors up to:

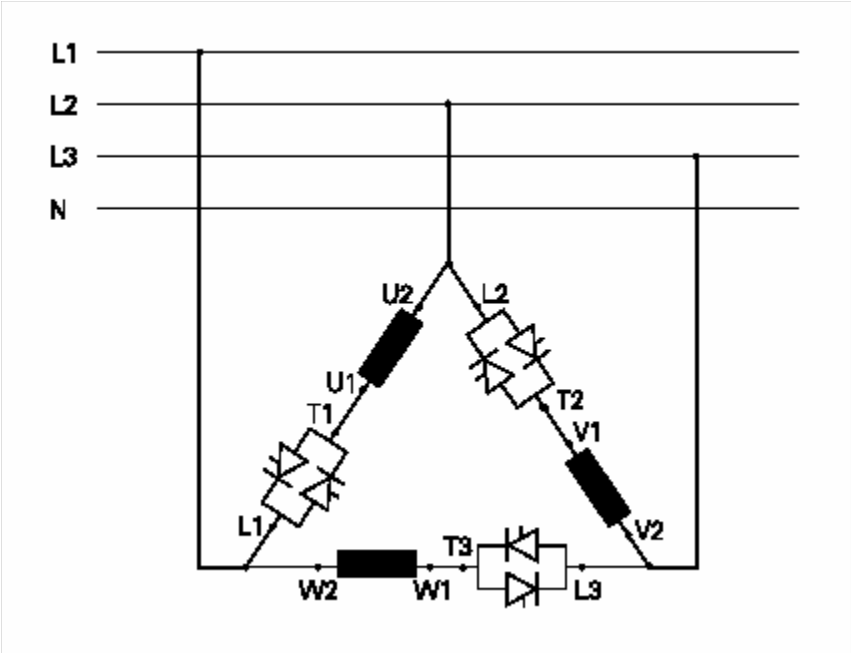
350HP @ 200V
400HP @ 230V
800HP @ 460V
1000HP @ 575V



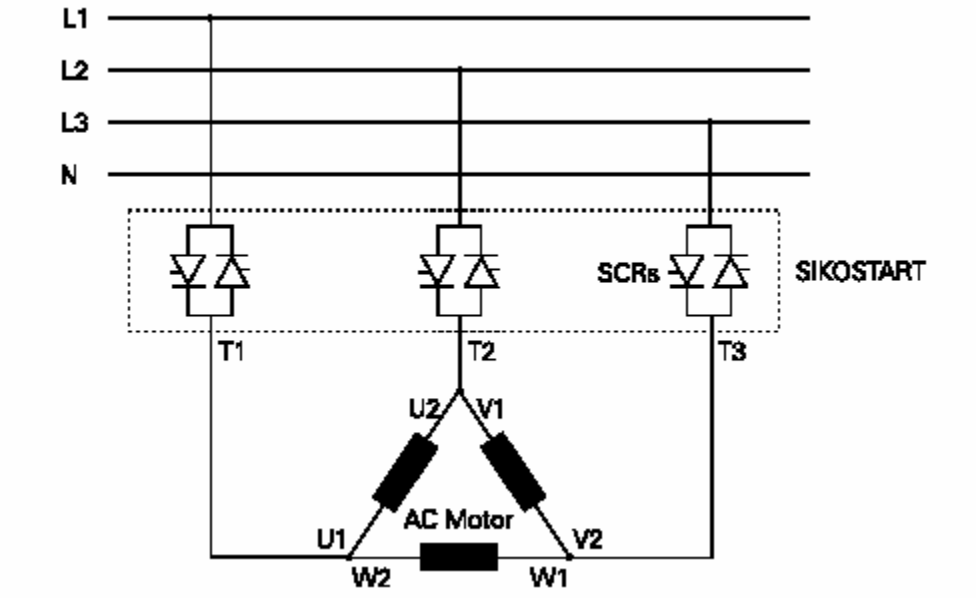
Three-Phase Models for Motors up to:

25HP @ 200V
30HP @ 230V
60HP @ 460V
75HP @ 575V

من الممكن ايضا عند توافر ا طراف الملف توصيل ال SIKOSTART مع الماتورDELTA و بذلك يرى 57 % من التيار الكامل وبذلك ممكن اختيار SIKOSTART اقل



و من الممكن توصيلة على مواتير موصلة DELTA و فى هذة الحالة فانة يرى تيار الماتور الكامل



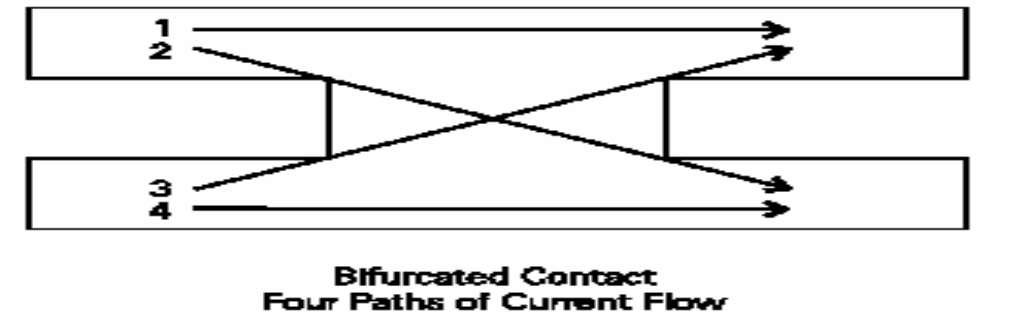
الفصل السابع

Pilot devices

هذة الاجهزة هى التى تطلب بعض العمليات امثال (المفتاح الضاغطاو الاختيارى) او توضح حالة بعض العمليات مثل لمبات البيان

Bifurcated contacts

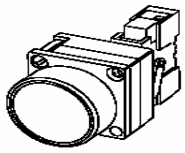
هى الكونتاكت التى تكون جيدة فى التوصيل و يوجد اربع مسارات للتيار لكى يسير و هذا يحسن اداء الكونتاكت



Bifurcated Contact
Four Paths of Current Flow

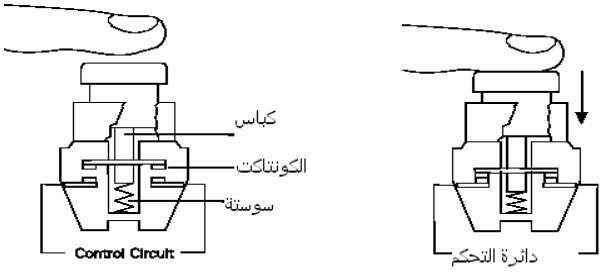
1- المفاتيح الضاغطة (push buttons)

هى التى تقوم بغلق و فتح بعض الكونتاكت و يوجد منها ضغط لحظى و اخر مثبت و اخر راسة مشرومى واخر بلمبة



Siemens
22 mm Diameter
Pushbutton

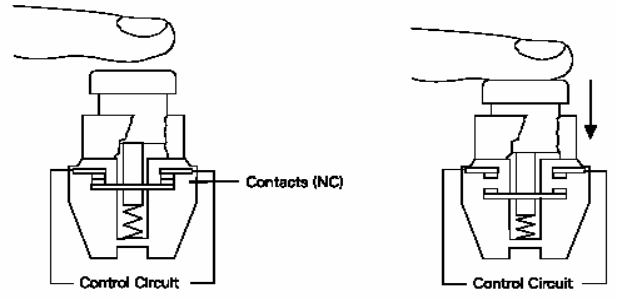
(NO) PUSHBUTTONS



يكون المفتاح NO و عند الضغط يتم غلق الكونتاكت و التوصيل الى دائرة التحكم

NC PUSH BUTTON

يكون المفتاح NC و عند الضغط يتم غلق الكونتاكت و الفصل عن دائرة التحكم

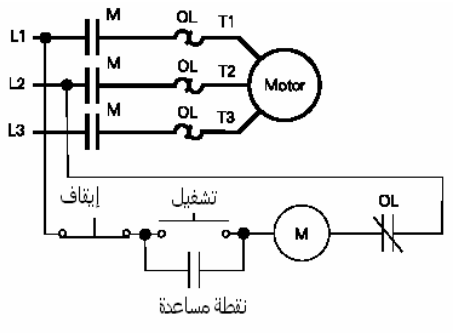


استخدام هذة المفاتيح فى دوائر التحكم

PUSHBUTTON NO مفتاح التشغيل
PUSHBUTTON NC مفتاح الايقاف

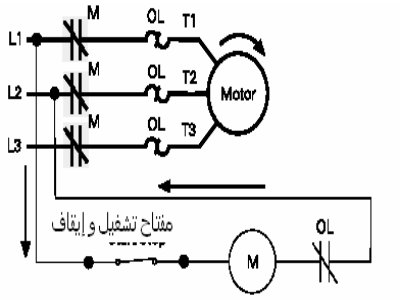
تحكم بواسطة ثلاث اسلاك

اى عند رفع اليد عن مفتاح التشغيل تظل الدائرة تعمل ب MA النقطة المساعدة على الكونتاكتور بعد ان تم اغلاق الكونتاكتورو تظل الدائرة تعمل الى ان يتم الضغط على مفتاح STOP او انقطاع التيار



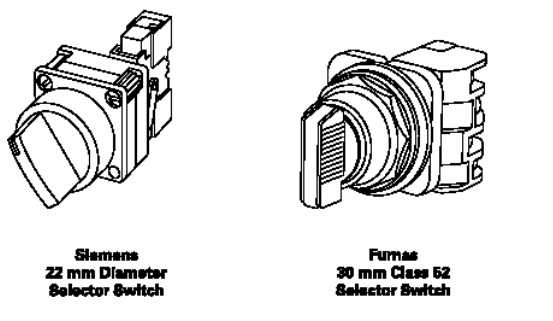
التحكم بسلكين

عند انقطاع الكهرباء و رجوعها تقوم الدائرةبالعمل مرة اخرى وهى مطلوبة فى محطات معاجة المياة مثلا
ولكن فى دائرة التحكم بثلاث اسلاك عند انقطاع الكهرباء او حدوث زيادة حمل OL لابد من اعادة التشغيل عن طريق الضغط على مفتاح التشغيل

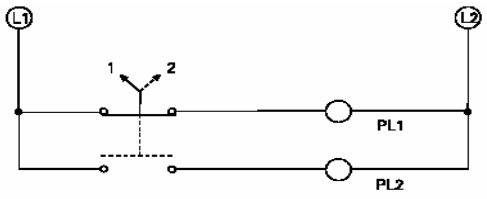


المفتاح الاختيارى SELECTOR SWITCH

تستخدم ايضا لفتح و غلق اى كونتاكت يدويا و من الممكن ان تتواجد فى عدة صور
1-ثابتة 2-بسوستة 3 – بمفتاح تشغيل



و تتواجد فى اوضاع 2و 3و 4 اسلاك توصيل و تستخدم هذة المفاتيح فى اختيار واحدة من دوائر التشغيل الممكنة
امثال : التشغيل و اليقاف يمين و شمال سريع و بطئ يدوى و اتوماتيكى
مثال لطريقة التشغيل مفتاح (2 سلك توصيل) اى اختيار بين دائرتين
اختيارين التوصيل الى PL1, PL2



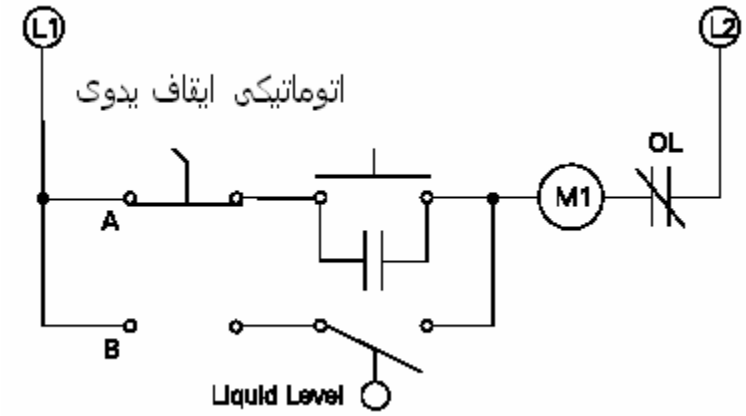
Contacts

Position	A	B
1	X	
2		X

2 Position
Selector Switch

جدول التشغيل للمفتاح
مفتاح اختيارى لوضعين
2 POSITION SELECTO SWITCH

مفتاح اختيار ثلاثى الاوضاع 3 – POSITION SELECTOR SWITCH



Contacts

Position	A	B
1	X	
2		
3		X

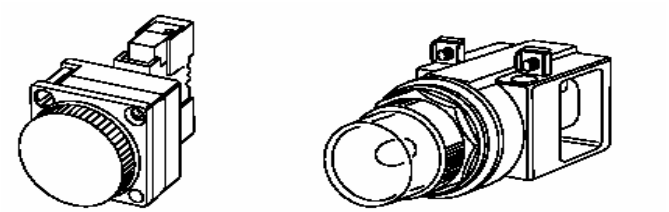
3 Position
Selector Switch

فى المثال السابق لتشغيل المضخة فى الوضع اليدوى يتم اختيار المفتاح على وضع اليدوى ثم الضغط على مفتاح التشغيل و عند اختيار وضع OFF تتوقف الدائرة

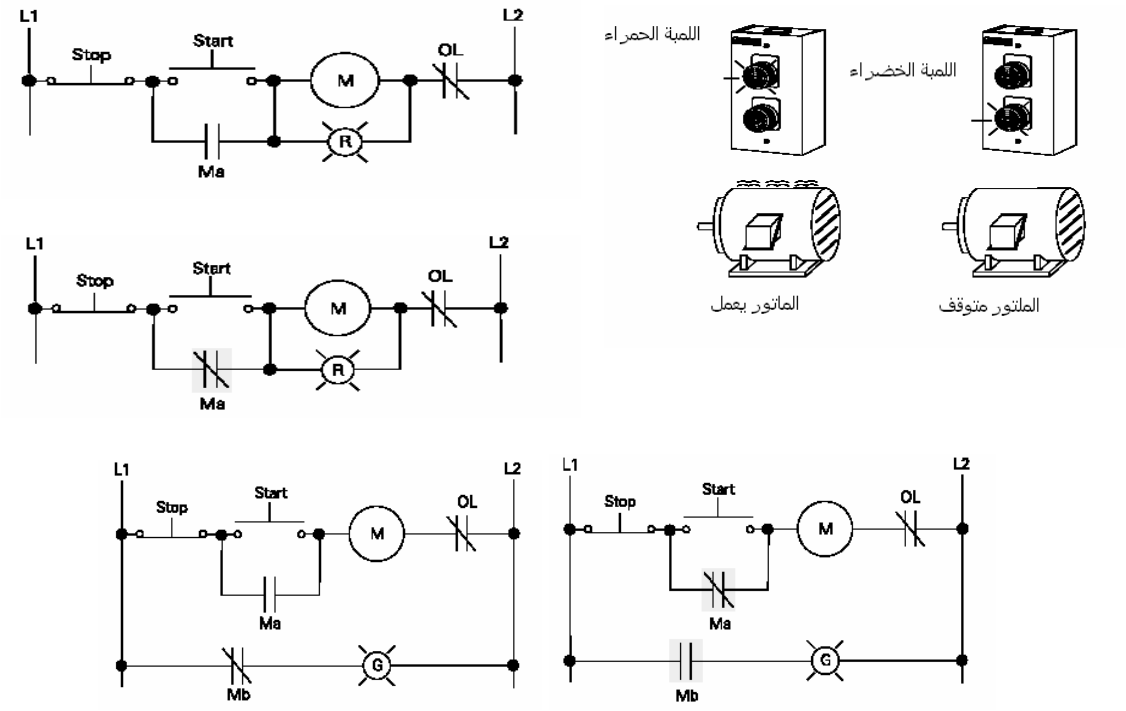
و عند اختيار الوضع الاوتوماتيكى يتم التاكد من ان مستوى السائل مناسب حتى تبدأ المضخة فى العمل اتوماتيكيا الى ان يصل السائل لمستوى معين او يتم اختيار المفتاح فى وضع OFF

لمبات البيان PILOT LIGHT

تستخدم لايضاح عمليات التشغيل ON \OFF او حدوث اخطاء ALARMS او تغير الاحوال CHANGING CONDITIONS او التحذيرات WARNNING و تتواجد بالوان مختلفة امثال الاحمر و الاخضرو الازرق و الابيض و الشفاف
احمر يوضح غاللبا ان الماكينة تعمل و اخضر تعنى انة متوقف



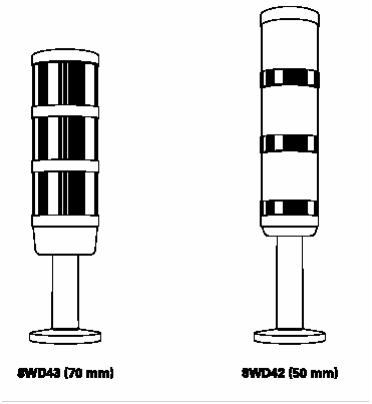
استخدام اللمبات فى دوائر التحكم



R احمر G اخضر

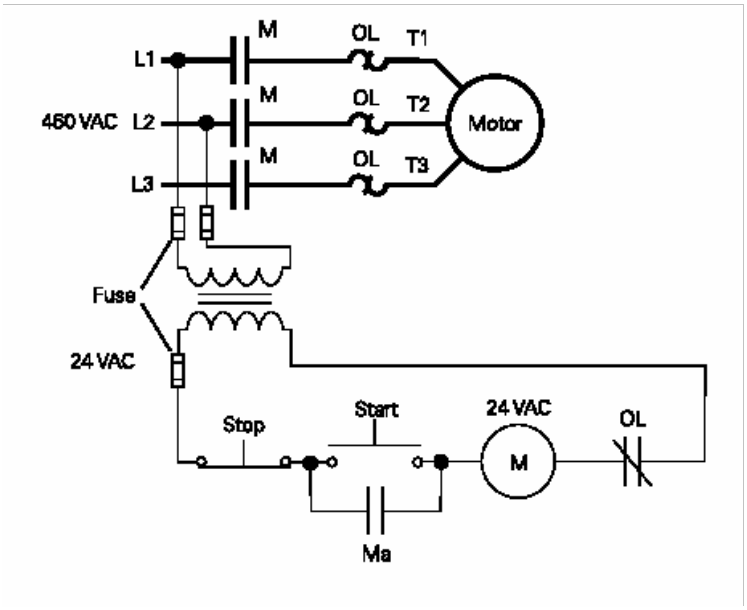
عند الضغط على مفتاح التشغيل و حتى بعض ازالتها تظل اللمبة الحمراء منيرة و ذلك لسبب النقطةMA و من الممكن استخدام نقطة اخرى MB من الكونتاكتور تكون NC عند التوقف تكون مغلقة و توصل اللمبة الخضراء لتدل على ان الماتور لا يعمل و عند الضغط على مفتاح التشغيل فان MB تصبح مفتوحة و تنطفئ اللمبة الخضراء

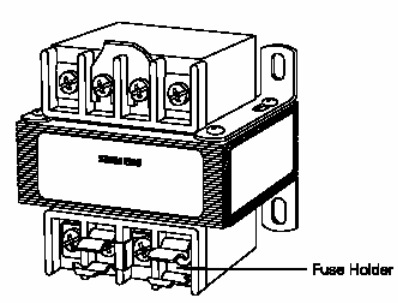
يوجد ايضا بعض لمبات البيان الموجودة فى عمود لتوضيح التشغيل و الايقاف و الاخطاء



محولات التحكم

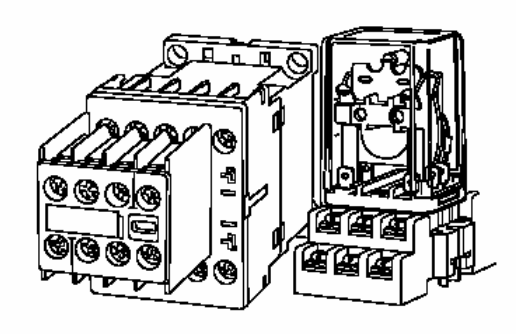
احيانا تريد الدوائر الكهربية الخاصة بالتحكم كهرباء غير كهرباء خط المصدر لكى تعمل و تكون غالبا كهرباء اقل فتستخدم تلك المحولات لخفض الجهد ليناسب العمل





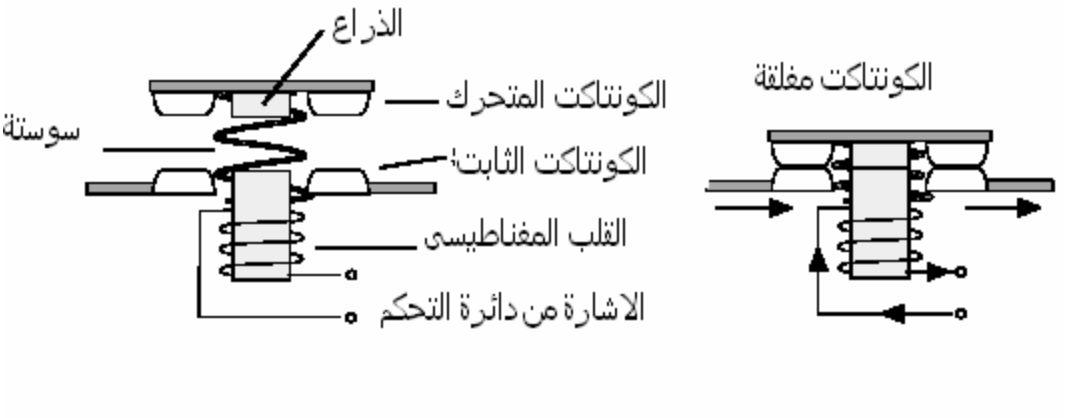
ريلاى التحكم

مستخدمة بكثرة فى دوائر التحكم لتشغيل الملفات او الانذارات او اللمبات



طريقة عمل الريلاى

مماثلة لطريقة عمل الكونتاكتور و فى هذا المثال هو (NO)
عند توصيل الكهرباء للملف يمغنط القلب المعدنى و يجذب الذراع الية و يغلق الدائرة الكهربية و عند ازالة الكهرباء تدفع السوستة الذراع للخلف مرة اخرى لفتح الدائرة الدائرة الكهربية



تنظيم الكونتاكت

من الممكن ان يكون ال RELAY يوجد بة NO , NC او كليهما
الفرق بين الريلاى و الكونتاكتور ان الريلاى يستخدم فى دوائر التحكم (كهرباء اقل) فتكون نقاط التوصيل (الكونتاكت) صغيرة بالنسبة للكونتاكتور

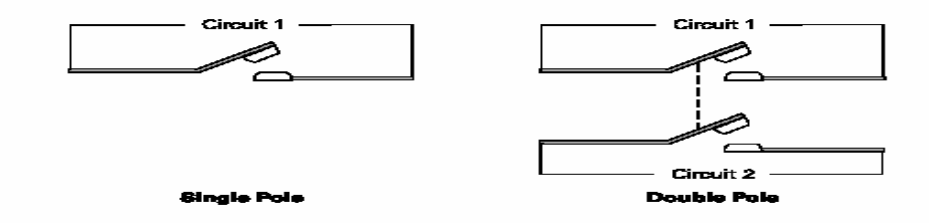
بالنسبة للريلاى كل مجموعة كونتاكت تشغل دائرة تحكم معينة اما بالنسبة للكونتاكتور فان مجموعات الكونتاكت كلها تستخدم فى تشغيل الماتور

و هناك بعض الريلاى يكون بها مجموعات من الكونتاكت كثيرة جدا بالنسبة للكونتاكتور

هناك ثلاث مفاهيم اساسية

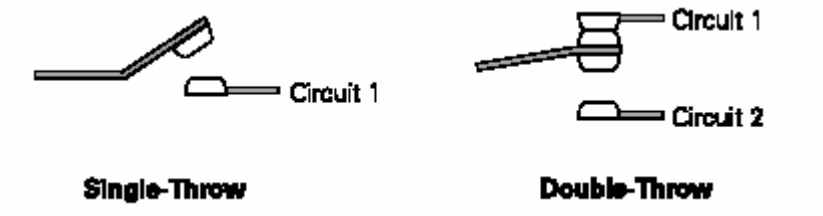
POLE

تعنى عدد الدوائر المنفصلة التى من الممكن تمرر التيار عند التشغيل
الريلاى مثلا SINGLE POLE يغلق دائرة واحدة و ال DOUBLE POLE يتم غلق دائرتين كهربيتين عند تشغيل ال RELAY و هم مرتبطان ببعض ميكانيكيا اى يعملوا سويا و يقفوا سويا



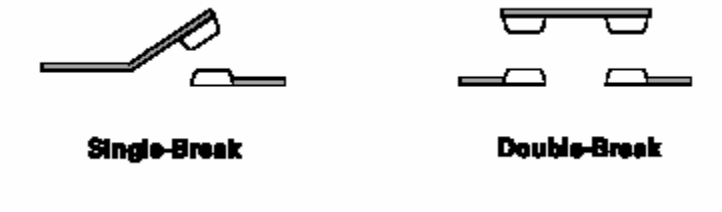
THROW

هو عدد الكونتاكت التى من الممكن لل POLE الواحد غلقها و هى تساوى عدد الدوائر التى يتحكم فيها POLE واحد

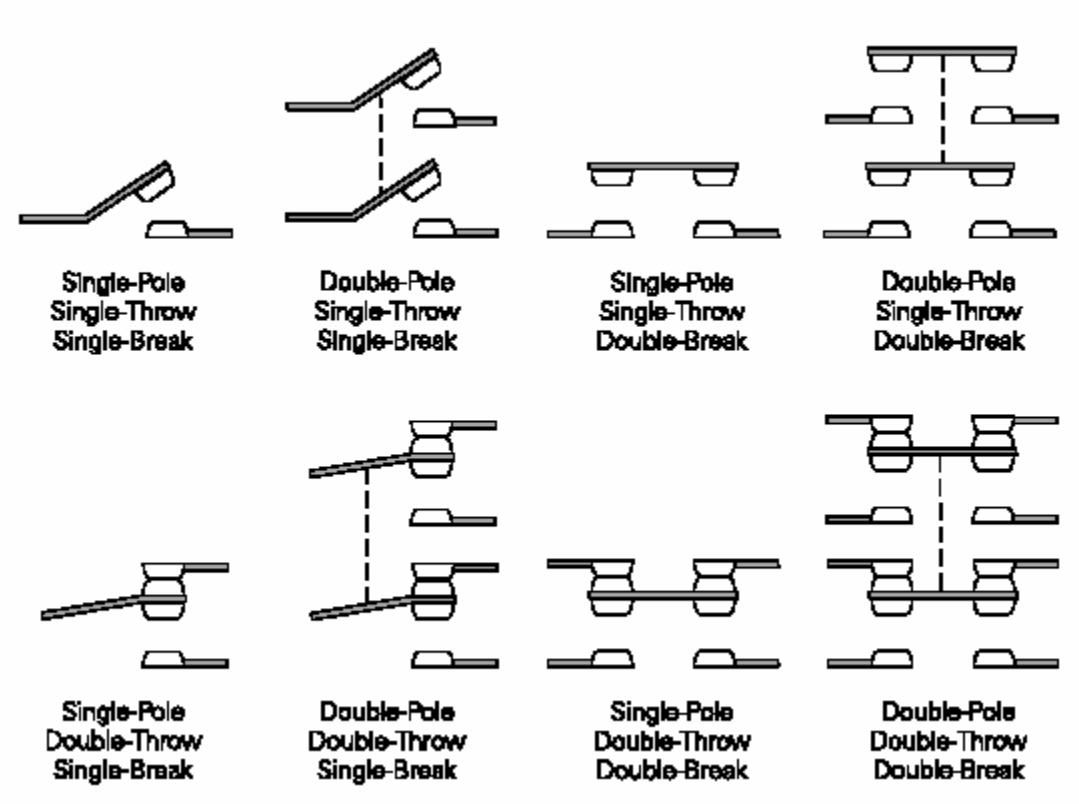


BREAK

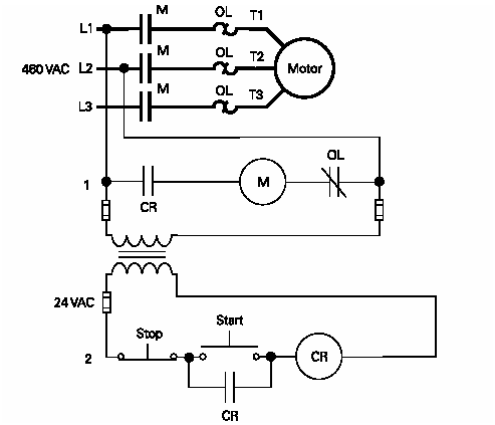
يعنى عدد مجموعة الكونتاكت التى يقوم المفتاح بغلقها او فتحها عند التشغيل

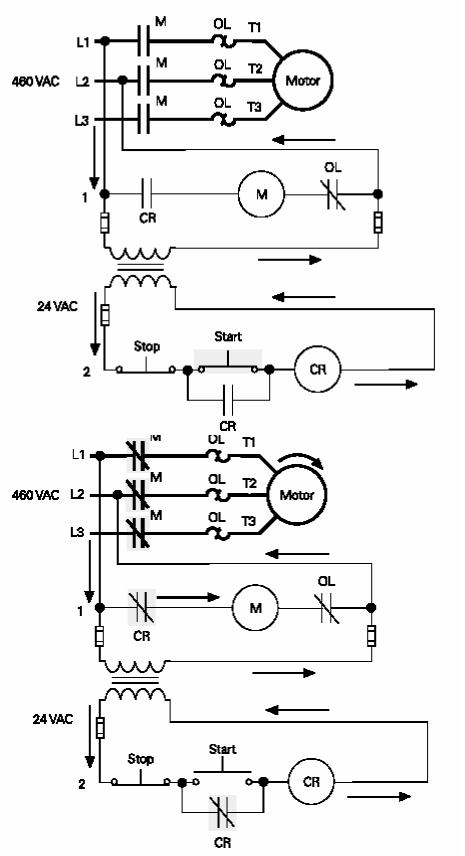


و هنا يوجد امثلة لتنظيمات مختلفة للريلاى

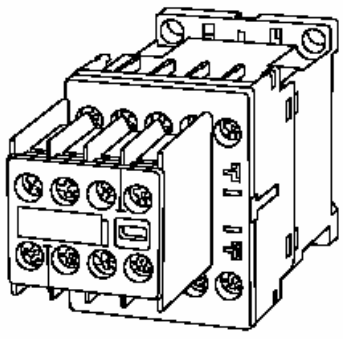


مثال لاستخدام ال RELAY فى الدائرة



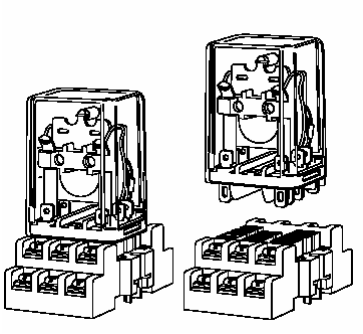


انواع الريلاى التى تباع



يوجد الاساسى منة 4 كونتاكت و ممكن اضافة 4 اخرى و تعمل الكونتاكت AC , DC

من 12 VDC الى 230 VDC
ومن 24 VAC الى 600 VAC
و يوصل مع ال PLC



و هذا النوع عند تلف الريلاى يمكن تغيرة و الاحتفاظ بللتوصيلات كما كانت

TIME RELAY

الريلاى التى تعمل بزمن وهى تقوم بفتح او غلق الدوائر الكهربية بعد وقت معين يتم ضبطة من 0.5 ثانية الى 10 ساعات

الوقت المتاخر

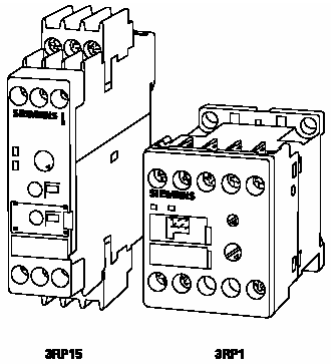
يملك وظيفتين اساسيتين تاخير البدا و تاخير الايقاف

ON DELAY

On-Delay
Arrow Points Up

OFF DELAY

Off-Delay
Arrow Points Down



ويتم التشغيل او اليقاف اعتمادا على الوقت المضبوط

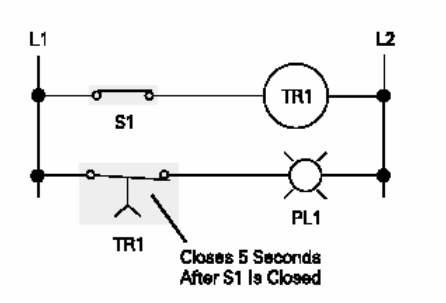
ON DELAY

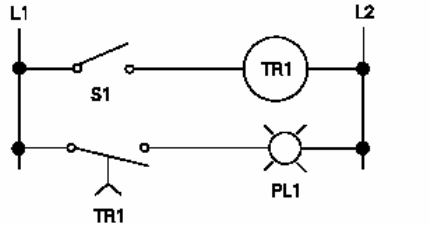
عند وجود اشارة على ال TIMER فانة ينتظر الوقت المحدد قبل ان يقوم بتوصيل الكونتاكت و عند ذهاب الاشارة يقف لحظيا

OFF DELAY

عند التشغيل يعمل لحظيا و عند اليقاف فانة ينتظر وقت محدد قبل فصل الكونتاكت

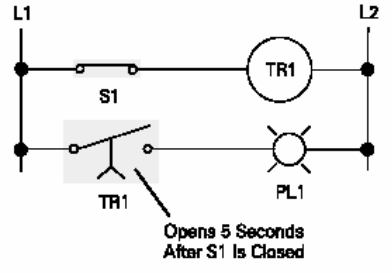
1- ON DELAY TIME CLOSED امثلة

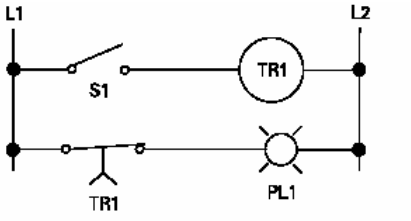




عند الضغط على S1 ينتظر TR 5 ثوانى و يغلق بعدها النقطة NO

2-ON DELAY TIME OPEN

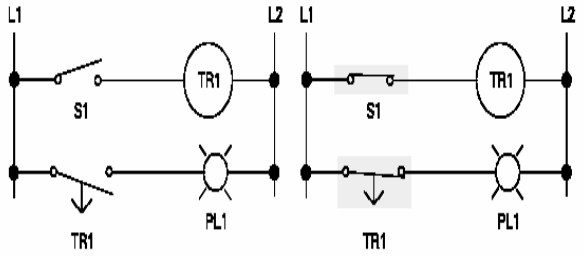


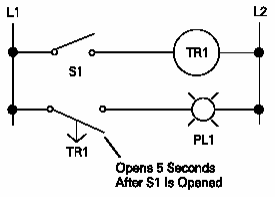


عند الضغط على S1 ينتظر ال TR 5 ثوانى ثم يحول النقطة ال NC ال NO و تنطفىء PL1

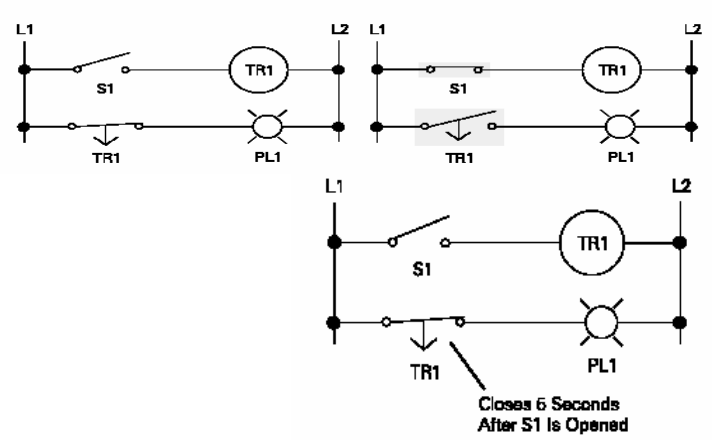
3- OFF DELAY TIME OPEN

عند تشغيل S1 يتم غلق النقطة مباشرة و عند فصل S1 يتاخر 5 ثوانى حتى يفتح TR مرة اخرى

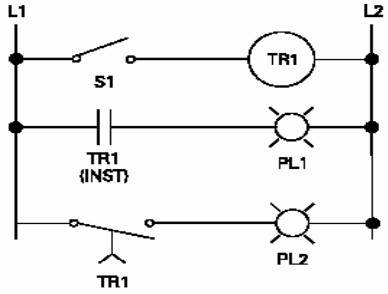




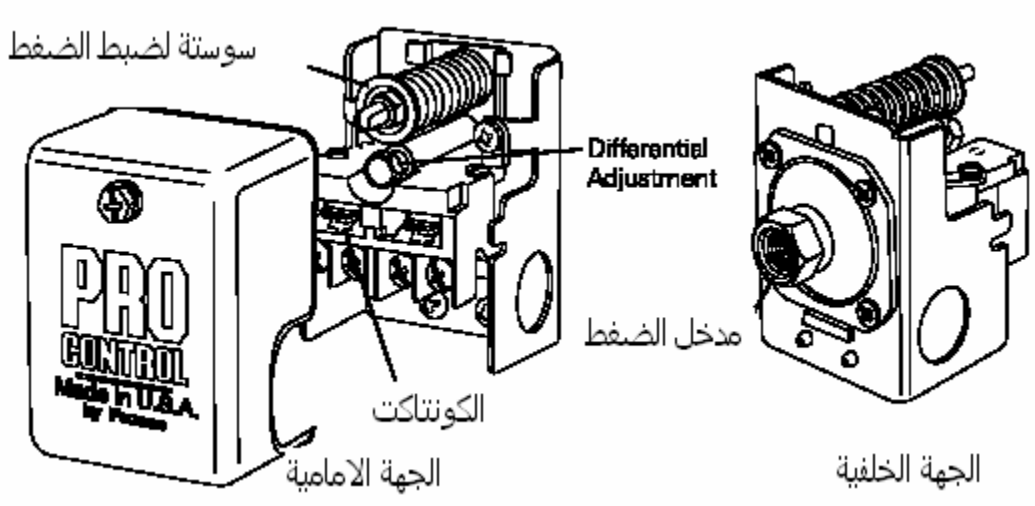
4- OFF DELAY TIME CLOSED



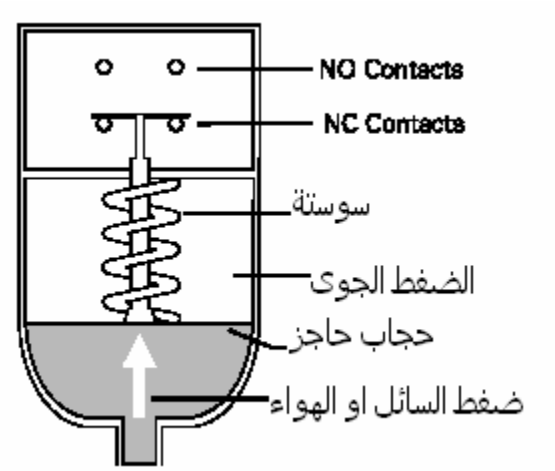
يعود مرة اخرى مغلق بعد 5 ثوانى من اشارة الايقاف
بعد ال TIMERS تحتوى على كونتاكت لحظى بالاضافة للاخر الذى يعمل بزمن معين



PRESSURE SWITCH مفاتيح الضغط

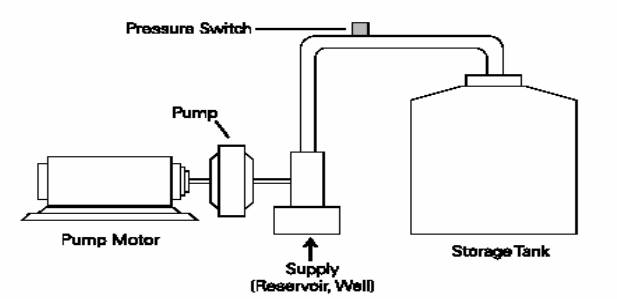


مكوناتة

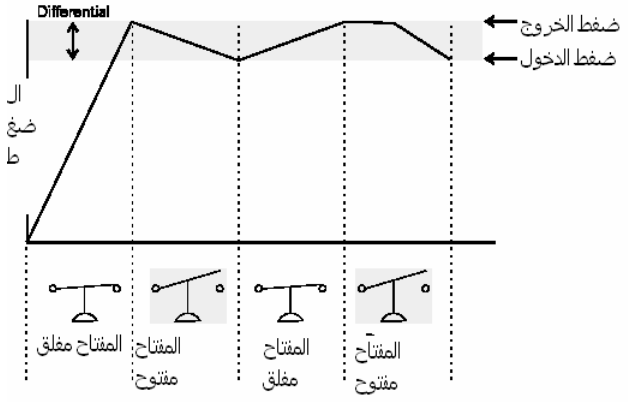


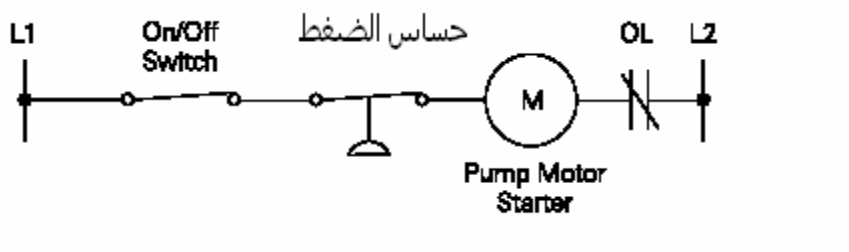
<u>بعض التطبيقات</u>

تستخدم للحفاظ على ضغط معين خلال تانك او حواء مثلا

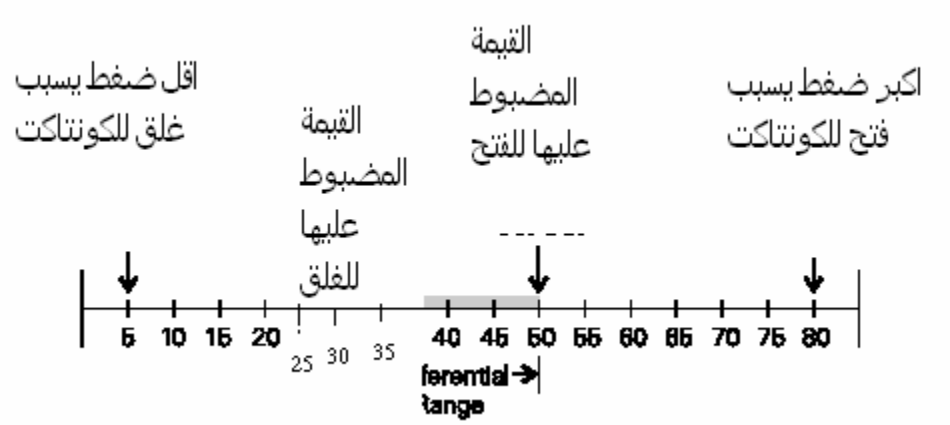


فى هذا المثال يستخدم مفتاح NC (PRESSURE SWITCH)
عند تشيل الموتور تقوم الطلمبة بالضخ حتى يمتلىء الحواء غلى ضغط معين عندها يفصل المفتاح (CONTACT) ليفصل الكهرباء و تتوقف الطلمبة عن الملىء و عند نقصان الحواء مرة اخرى يغلق المفتاح (CONTACT) لكى يعود لتوصيل الكهرباء





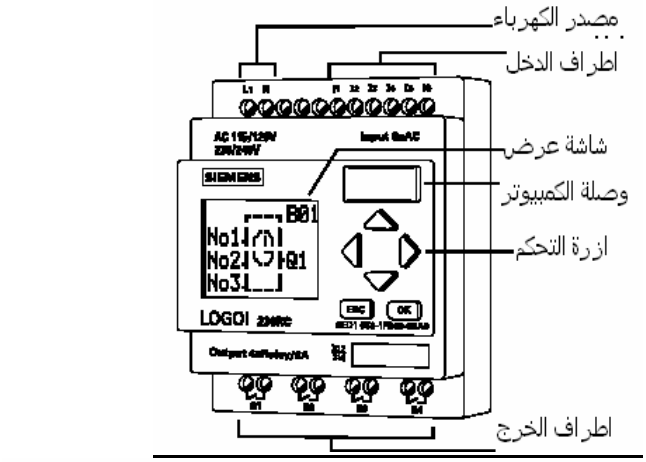
مدى الضغط

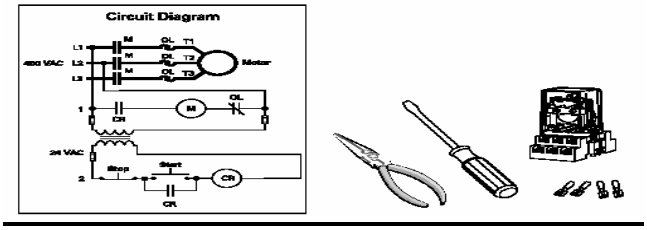


الحالة العكسية

LOGO

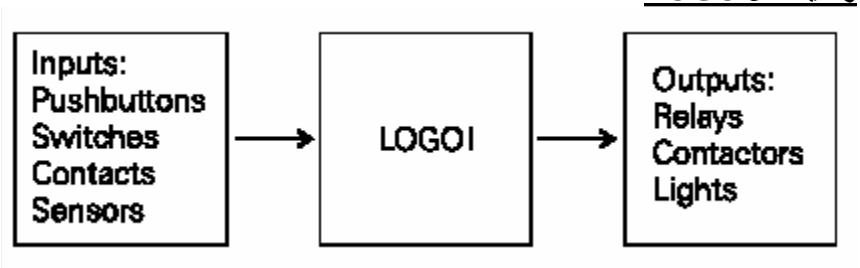
جهاز حسابي منطقي لبعض تطبيقات الدوائر الصغيرة





يستخدم للقيام ببعض التطبيقات المعينة و لتوفير التوصيلات يتم التوصيل عن طريق الـSOFTWARE

و ظيفة ال LOGO



يتم ادخال مدخلات امثال مفاتيح ضواغط و مفاتيح وعن طريق الـ LOGO يتم اتخاذ القرار اعتماداً على البرنامج الموجود و يمكن توصيل خرج هذه القرارات الى ريلاى و كونتكنتور و لمبات بيان
يوصل له كهرباء 12VDC- 24VDC -24VAC -115AC- 230AC

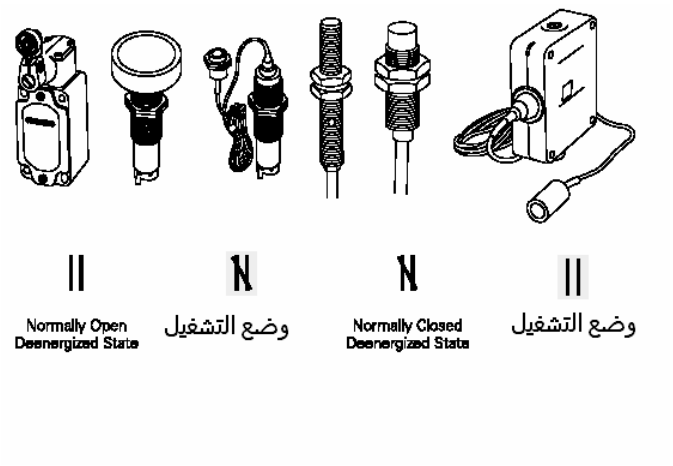
امكانياته

1- يعطى خرج 10A على 4خوارج
2- 16ساعة داخلية
3- شاشة للعرض
4- مفاتيح تشغيل و تحكم
5- بعض تطبيقات جاهزة مخزنه عليه
6- ذاكرة لحفظ البرنامج
7- وظائف منطقية مثل AND, OR,NOT,NAND,NOR,XOR
8- عدد 8 ON,OFF TIME DELAY
9- 24عداد تنازلى و تصاعدى
10- 6 مدخلات
11- 56 BLOCK للبرمجة
12- MARKER4 للبرمجة
13- 42 خرج
14- 42 LATCH (SET&RESET)

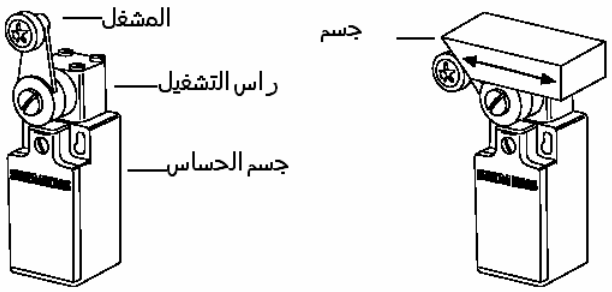
Sensorالفصل الثامن
اجهزة الاحساس

تقوم ذلك الاجهزة بالاحساس بالاجسام المختلفة و اعطاء اشارة كهربية تعنى انة تم تحديد او الاحساس بهدف

التطبيقات	عيوبة	مميزاتة	الحساس
- الانتقال من حركة لاخرى -نهاية المشوار	-لابد من ملامسة الجسم المراد الاحساس بة -بطء الاستجابة	-يستخدم فى التيرات العالية -سعر رخيص -تكنولوجيا بسيطة	حساس نهاية المشوار limit switch
- التغليف -نقل الاجزاء -تحديد الاجزاء	-العدسة معرضة للتشويش عن طريق الاضواء و الماء -المدى يتاثر بالاجسام المعكسة للاضواء	يحس بكل الاجسام -عمر اطول -احساس لمسفات بعيدة -سريع الاستجابة	الحساس الضوئى photoelectric
- فى الماكينات و المصانع - فى تحديد عدد الماكينات يحس باالاجزاء المعدنية فقط	-محدود المسافة	-يعمل فى البيئات الصعبة -يحدد جيدا الاجزاء -عمر اطول -سهل التركيب	الحساس Inductive المعدنى
الاحساس بالمستوى	- يحس بالتغيرات المحيطة بدقة	-يحدد اجزاء داخل حاويات -يحدد الاجزاء الغير معدنية	Capacitive
- عدم الاصطدام -الابواب -التحكم فى المستوى	-الدقة -يحس بتغيرات الحرارية	يحس بكل الاجسام	حساس الموجات الفوق صوتية ultrasonic

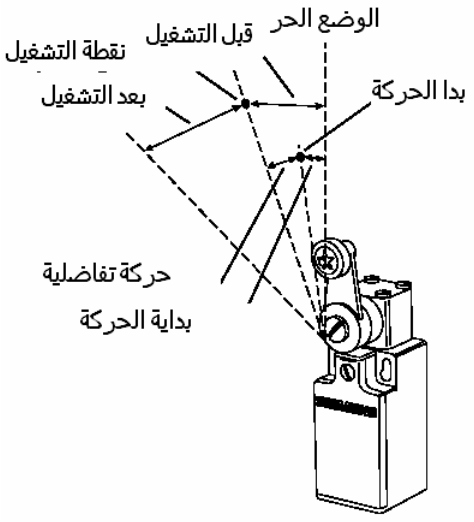


احساس النهاية limit switch



عند ملامسة الجسم الى المشغل فعن طريق الميكانيكا الداخلية يتم غلق او فتح الكونتاكت الموجودة داخل جسم الحساس (لتدل على جسم ملامس للحساس)

طريقة العمل



الوضع الحر free position

هو المكان الذى يكون فية المشغل عند عدم وجود جسم او قوة مؤثرة

قبل الحركة pre travel

الوضع او الزاوية او المسافة الذى يتحرك فية المشغل قبل الوصول الى نقطة التشغيل

وضع التشغيل operating position

هو الوضع الذى يتم فية تحول نقاط ال contact من وضعها الطبيعى الى الوضع التشغيلى

بعد التشغيل overtravel

الوضع الذى يتحرك فية المشغل بعد نقطة التشغيل بحرية

الحركة التفاضلية differential travel

هو الوضع الذى يتحرك فية المشغل بعد نقطة التشغيل بحرية

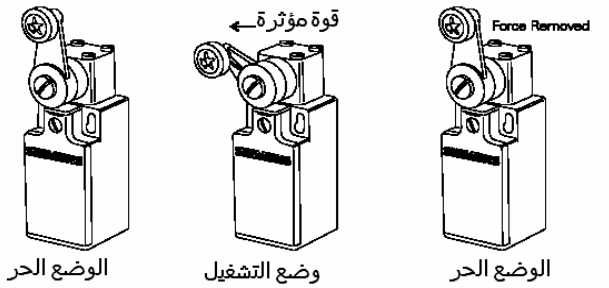
الحركة المغادرة release travel

هى حركة الرجوع من نقطة المغادرة الى الوضع الحر (الطبيعة)

انواعهم

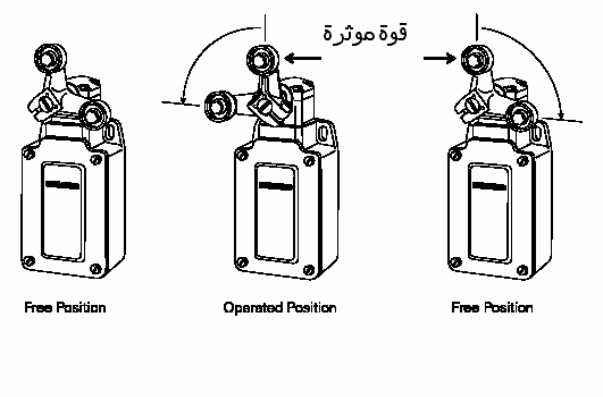
لحظى **momentary**

بعد ازالة القوة المؤثرة على الحساس يعود لوضعة الحر مرة اخرى السوستة



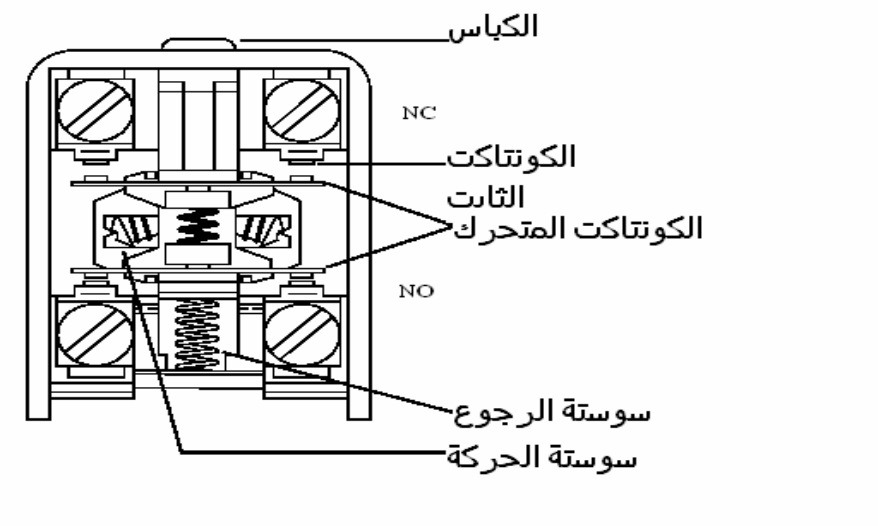
Maintained دائم

يظل الحساس بالوضع التشغيلى بعد تعرضة لقوة لحين تعرضة لقوة اخرى فى الاتجاة المعاكس لكى يرجع للوضع الطبيعى



يوجد نوعين من الكونتاكت الخاصة بالحساس limit switch

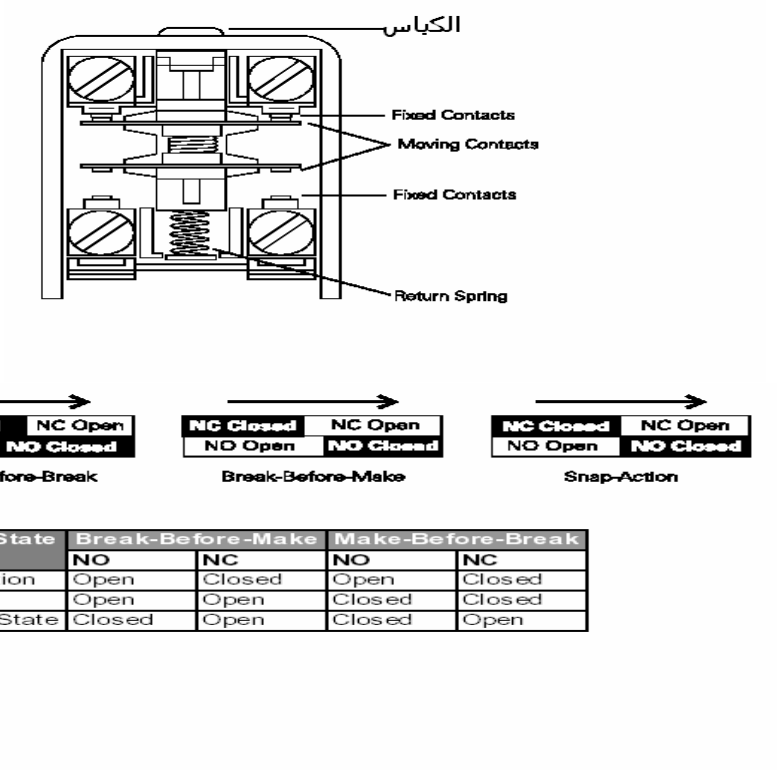
Slow break حركة بطيئة
Snap shoot حركة سريعة
حركة السريعة المفاجئة snap action



عند وجود قوة على المشغل فان الكباس ينضغط لاسفل ليؤثر على سوستة الحركة ، عند وصول المشغل لنقطة التشغيل فان الاطراف الكونتاكت المتحركة تغادر اماكنها و عند مغادرة القوة للمشغل تؤثر سوستة الاعادة على عودة الكونتاكت الى اماكنها الطبيعية
فى هذة الحركة يتحول الكونتاكت من NC الى NO او من NO ال NC فى نفس الوقت

SLOW-BREAK CONTACT

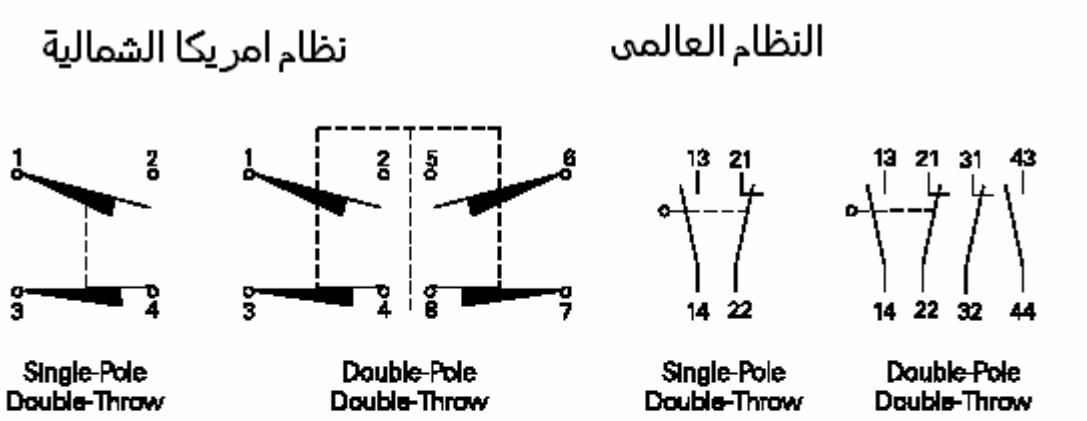
فى هذا النوع الكونتاكت تغادر اماكنها عند التاثير بقوة لكن هناك كونتاكت يتحرك من حالتة الطبيعية للتشغيلىة لحظيا و الاخر يصل بعد وقتو هناك نوعان (فتح قبل التشغيل ، تشغيل قبل الفتح)



Contact State	Break-Before-Make		Make-Before-Break	
	NO	NC	NO	NC
Free Position	Open	Closed	Open	Closed
Transition	Open	Open	Closed	Closed
Operated State	Closed	Open	Closed	Open

Contact

arrangementتنظيم الكونتاكت



توصف الكونتاكت بالفولت و التيار

الحمل الذى يوصل بالحساس(يوجد تيار مفاجئ اثناء العمل) يتحول الكونتاكت من مفتوح لمغلق : make

الحمل الذى يوصل بالحساس (يوجد تيار عالى اثناء الفصل) يتحول الكونتاكت من مغلق الى مفتوح : break

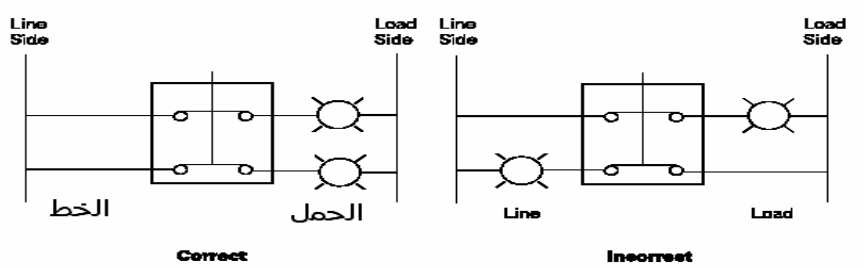
التيار المسحوب اثناء العمل :continuous

يوجد من انواع هذة الحساسات dc , ac

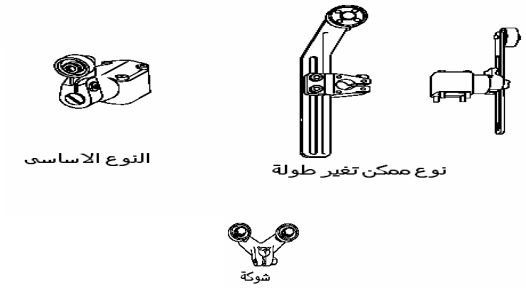
AC Volts	International and North American Style			
	Make		Break	
	Amp	VA	Amp	VA
120	60	7200	6	720
240	30	7200	3	720

DC Volts	International Style			
	Make		Break	
	Amp	VA	Amp	VA
120	0.55	69	0.55	69
240	0.27	69	0.55	69

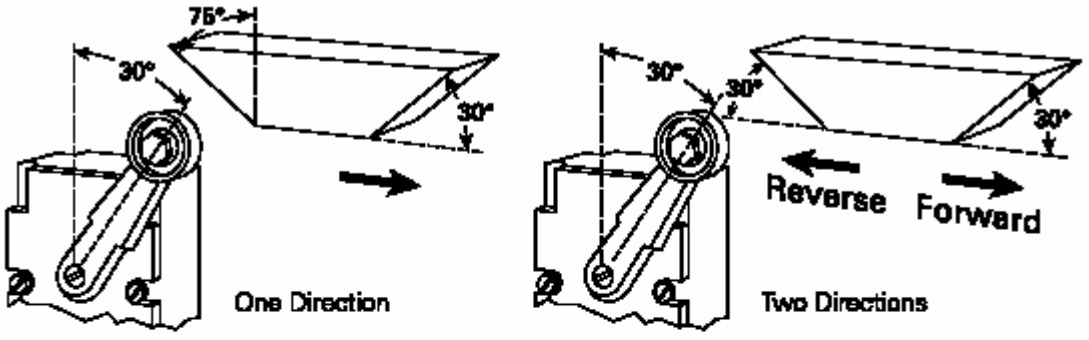
التوصيل

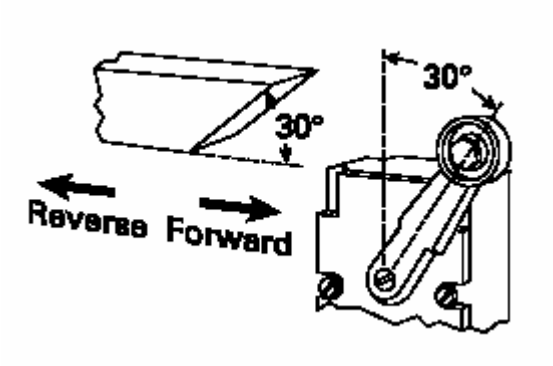


المشغل : هناك انواع مختلفة من المشغلات و هى تعتمد على نوع التطبيق
Actuator

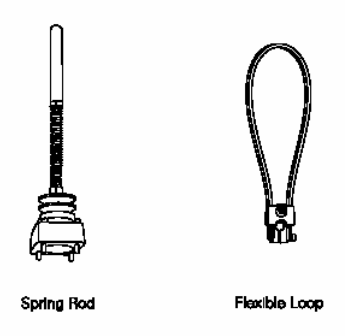


اعتبارات التثبيت mounting consideration

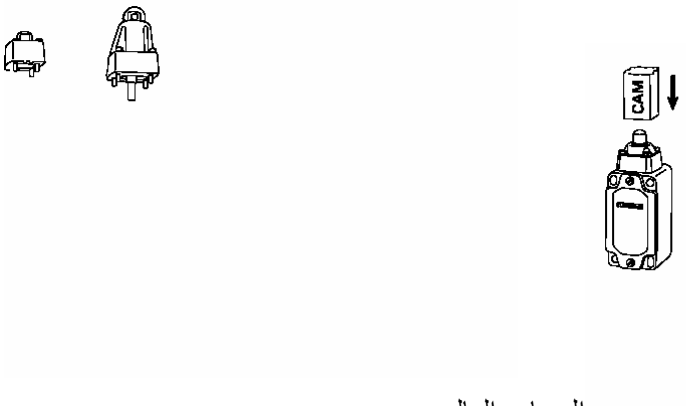




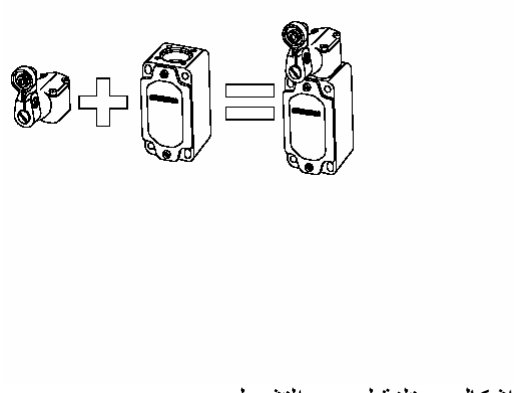
يفضل دائما ان تكون قوة الجسم (cam) عمودية على عمود التشغيل
الزوايا مهمة اثناء فى التحريك على ذراع التشغيل و الا ممكن يتحرك رجوعا بسرعة و يؤدى الى تقليل عمرة الافتراضى



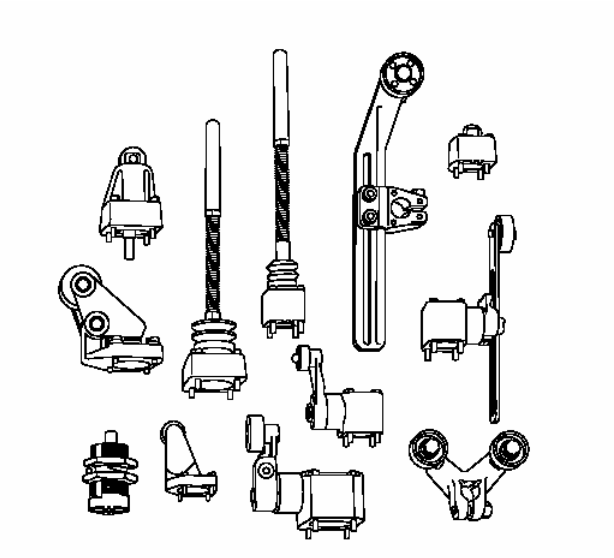
<u>الكباس</u>

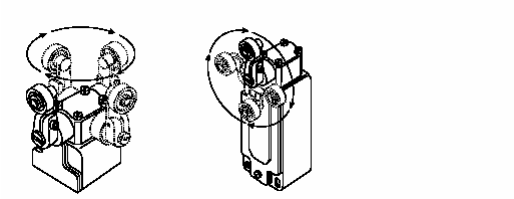


الحساس العالمى



اشكال مختلفة لرؤس التشغيل



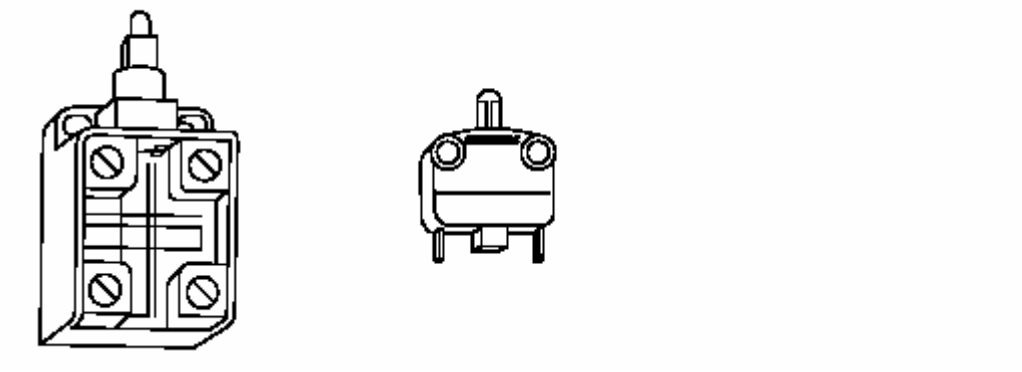


<u>انواع الحساسات على حسب تطبيقتها</u>

النوع المفتوح

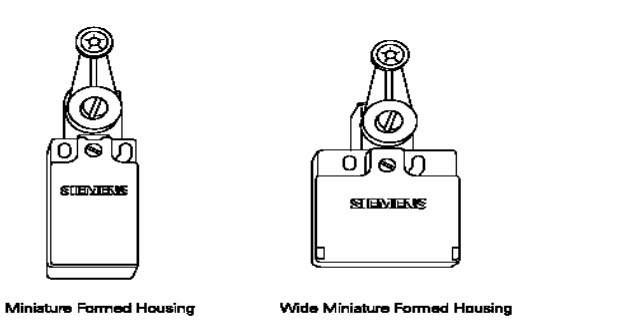
يستخدم فى تطبيقات امثال الابواب حيث الاماكن التى لا تتعرض للاتربة او الرطوبة

ي



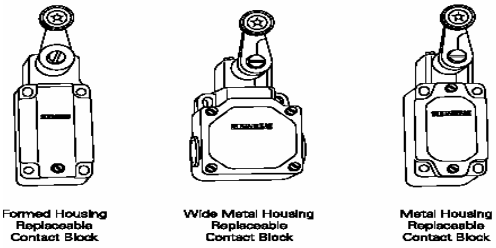
النوع البلاستيكى المغلق

يتحمل الصدمات و الزيوت و الاتربة و المياة

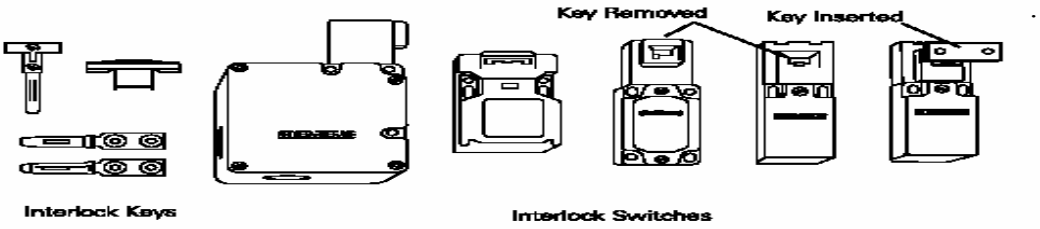


النوع المعدنى

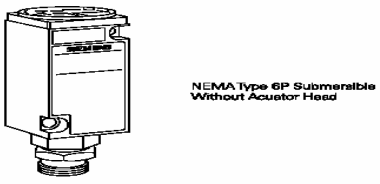
يتحمل جميع الصدمات



نوع المفاتيح

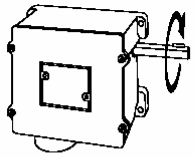


نوع يوضع فى اماكن فيها مياة



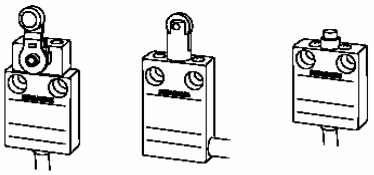
نوع يدور

.

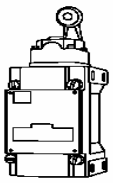


حساس مغلق تمام و مجهز بالكابل و يوجد منة NO,NC

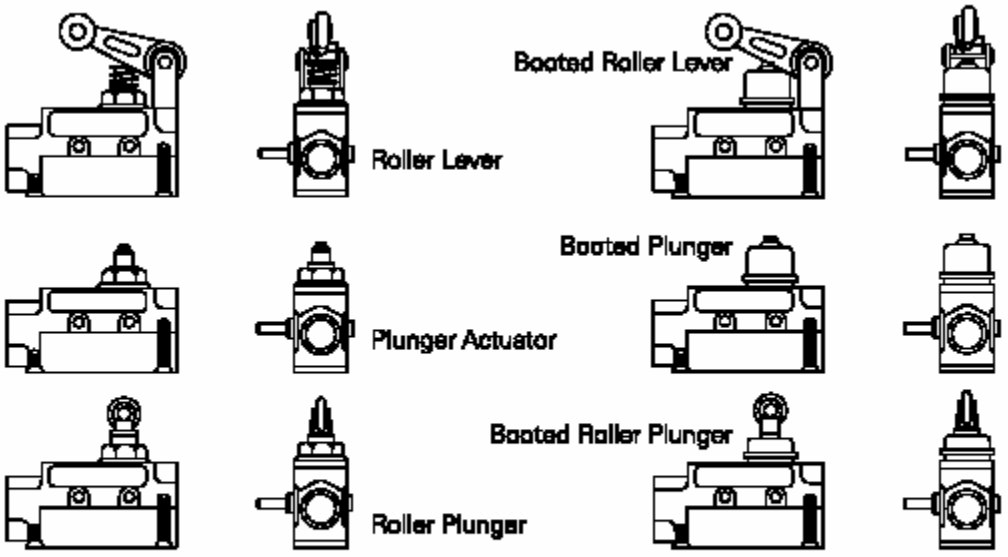
:



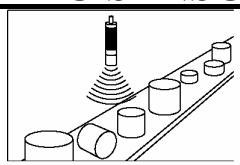
نوع يستخدم فى الاماكن الخطيرة



انواع اخرى



BERO SENSORS



هذة الحساسات لا تعمل بملامسة الجسم و لكن تحس بة من بعيد

انواع هذة الحساسات

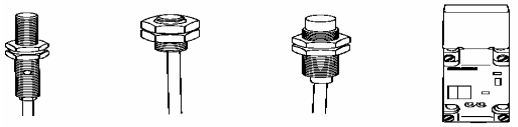
INDUCTIVE : تولد مجال كهرو مغناطيسى لتحديد الاجزاء المعدنية

CAPACTIVE تولد مجال الكتروستاتيكى لتحديد اى جسم

ULTRASONIC تولد موجات صوتية لتحديد اى جسم

PHOTOELECTRIC ترسل موجة ضوئية و تحس بانعكاسها مما يدل على وجود جسم

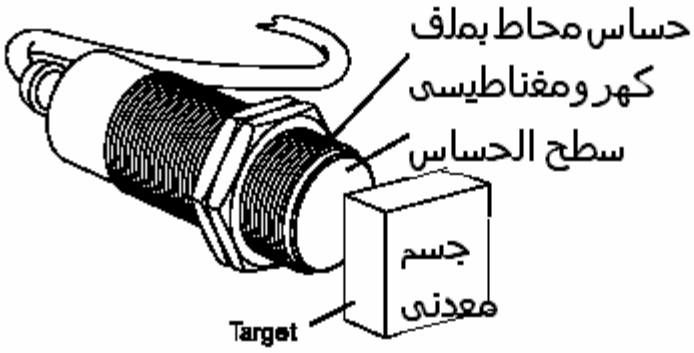
INDUCTIVE PROXIMITY الحساس الكهرومغناطيسى SWITCH



تقوم هذة الحساسات باالاحساس بوجود جسم معدنى قريب بدون التلامس معة

يستخدم هذا الحساس ملف كهرومغناطيسى لتحديد الاجسام المعدنية و الاجسام الاخرى يتجاهلها

.



نظرية العمل

EKO : EDDY CURRENT KILLED OSCILLATOR

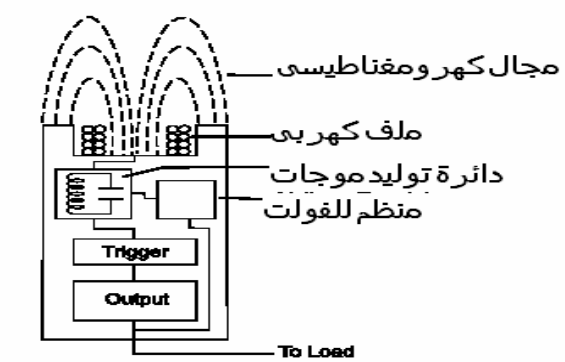
يتكون من 4 اجزاء اساسية (ماف ، مولد موجات ودائرة تنشيط، الخرج)

OSCILLATOR دائرة تكثفية و ملفية تولد موجات راديو

المجال المغناطيسى المتولد بواسطة ال OSCILLATOR من الملف الى خارج سطح الحساس و هناك احساس بهذا المجال الخارج يعمل على استمرارية عمل هذة الدائرة ( ) OSCILLATOR

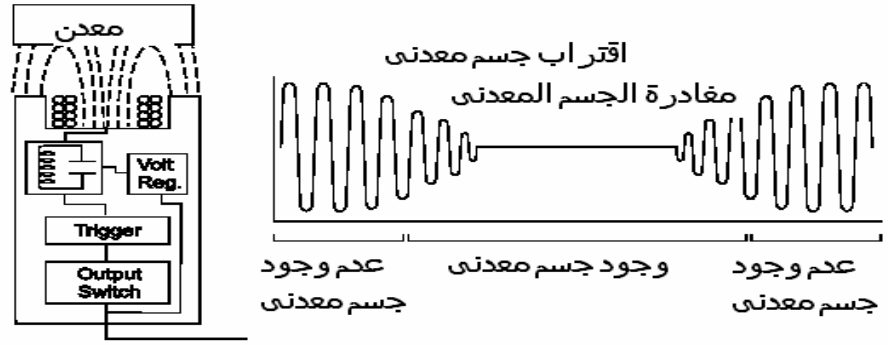
عند وجود جسم معدنى امام الحساس يدخل هذا المجال يسير تيار داخل هذا الجسم المعدنى و هذا يعتبر حمل على الحساس

يؤدى هذا الحمل لتقليل قيمة شدة هذا المجال المغناطيسى و عند اقتراب الجسم المعدنى لهذا الحساس يزداد التيار المسحوب داخل هذا الجسم المعدنى مما يؤدى الى زيادة الحمل على الحساس و تقل الشدة اكثر (دائرة ال TRIGGER تقوم باالحساس بشدة هذة الاشارة و عند قلتها عن حد معين تقوم دائرة الخرج باعطاء اشارة ON , OFF, عند تحرك الجسم بعيد عن الحساس تزداد قوة المجال المغناطيسى مرة اخرى و عند الزيادة عن حد معين تقوم دائرة ال TRIGGER باعادة دائرة ال OUTPUT للوضع الذى كانت علية من قبل NORMALLY OFF OR ON

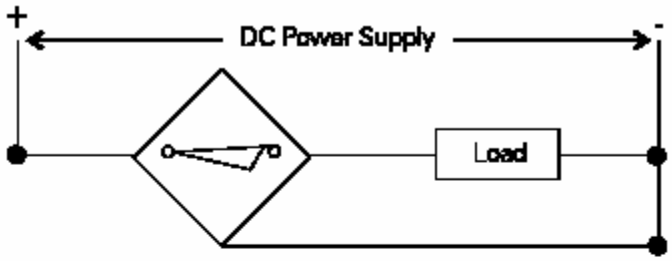


يوجد من هذة الحساسات تعمل على فولت

DC , AC



اجهزة التيار المستمر dc current device



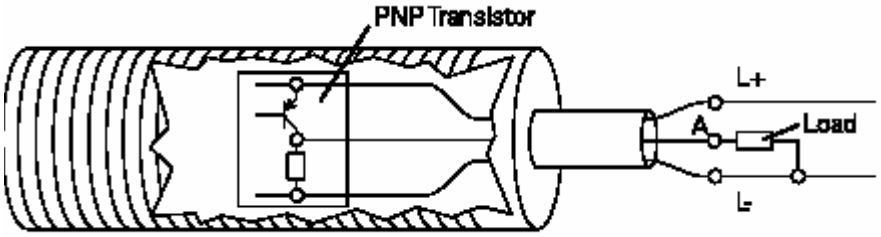
هو عبارة عن حساس بثلاث اسلاك يتطلب مصدر كهرباء منفرد لة و يوصل علية +و – للكهرباء الحمل يوصل بين الحساس و احد اطراف الكهرباء
وعلى حسب نوع الحساس يوصل الحمل مع طرف معين للكهرباء ز فى هذا الرسم موصل بين الحساس و الطرف السالب

وصف الخارج من الحساس output configuration

: Sourcing (PNP)
Sinking (NPN)

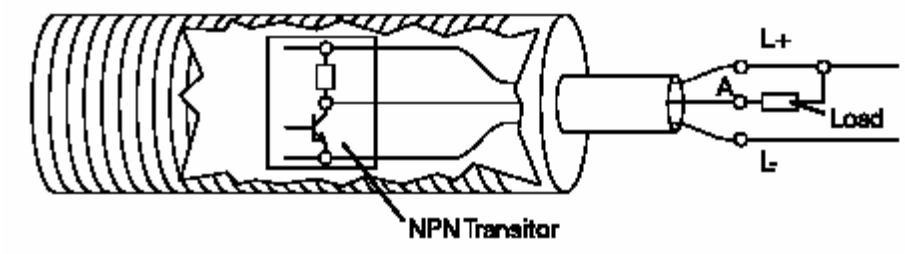
و هذا يعبر عن نوع الترانستور المستخدم فى دائرة الخرج

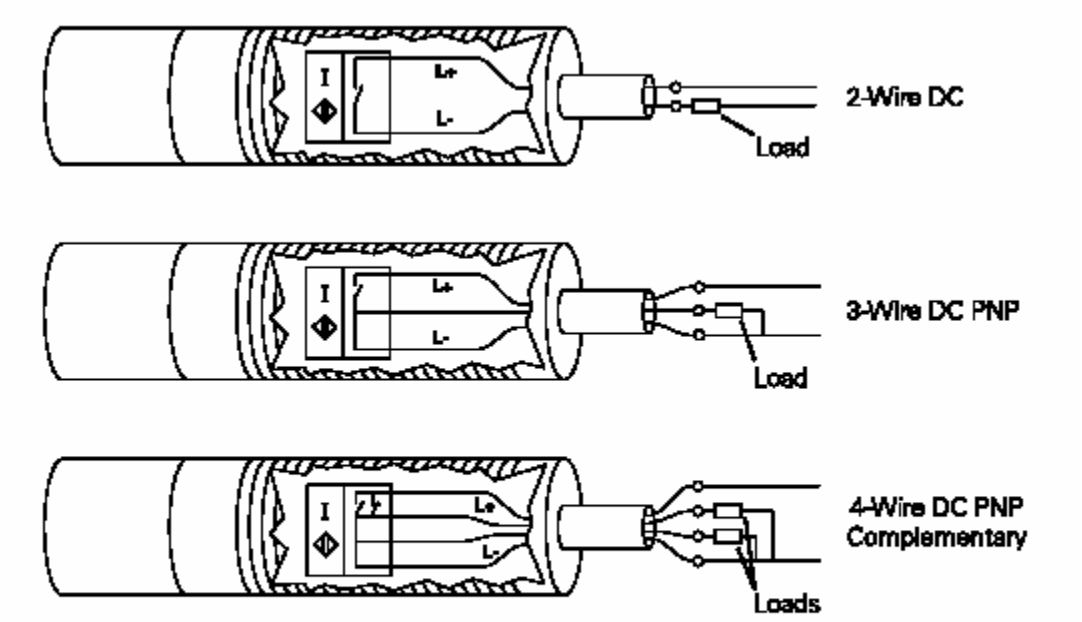
1- **PNP** الحمل يوصل بين الخرج A و الطرف السالب للكهرباء
الترانستور PNP يحول الحمل الى الطرف الموجب للمصدر . عندما يعمل يتولد مسار للتيار من الطرف السالب الى الموجب مرورا بالحمل و هذا يعتبر مصدر للكهرباء (SOURCING) + الى – للحمل



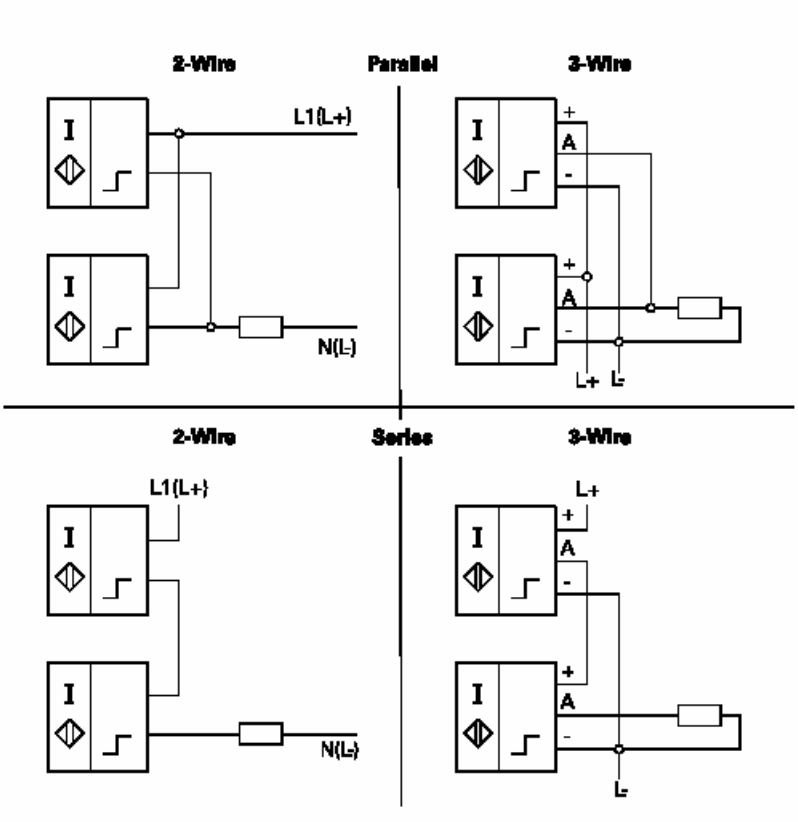
2- **NPN** هذا يوصل الحمل بين خرج الحساس A و الطرف الموجب و يكون الترانستور NPN يحول الكهرباء للحمل من الطرف السالب الى الموجب و هذا يعتبر سحب للتيار عن طريق الحمل حيث تسير الكهرباء من ال – الى + عبر الحمل

عند غياب الجسم عن الحساس يكون الترانستور فى وضع و on , off و هذا هو الذى يحدد نوع الحساس NO, NC على سبيل المثال لو كان خرج PNP OFF فى عدم وجود جسم يكون الحساس NO و لو كان ON فى عدم وجود الحساس يكون NC
من الممكن ان يكون الخرج NO , NC (4 اسلاك) COMPLEMENTRY





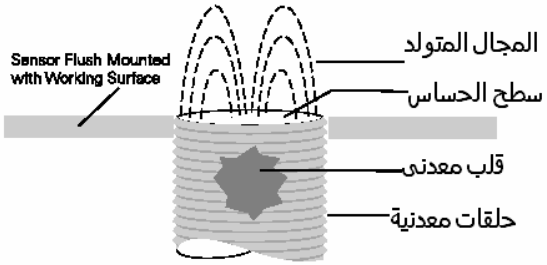
التوصيل على التوالى او على التوازى



انواع الحساسات

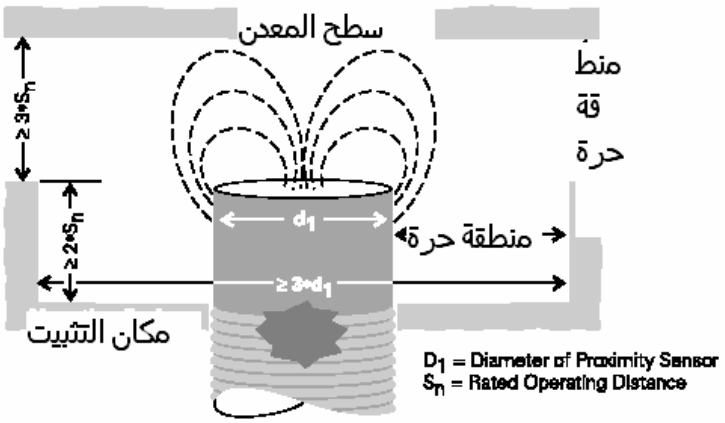
SHIELDED PROXIMITY SWITCH

هذا القالب الحديدى يقوم نتركيز المجال المتولد فى أتجاه الاحساس، وهذة الحلقات المعدنية ملفوفة حول قلب معدنى لمنع خروج المجال من الجانب ، مفضل عدم وجود سطح معدنى ملاصق للسطح الSENSOR أو الجانب ، أذا كان يوجد أمامة سطح معدنى ثابت لابد ان يكون على مسافة أكبر من 3 مرات مدى احساسة

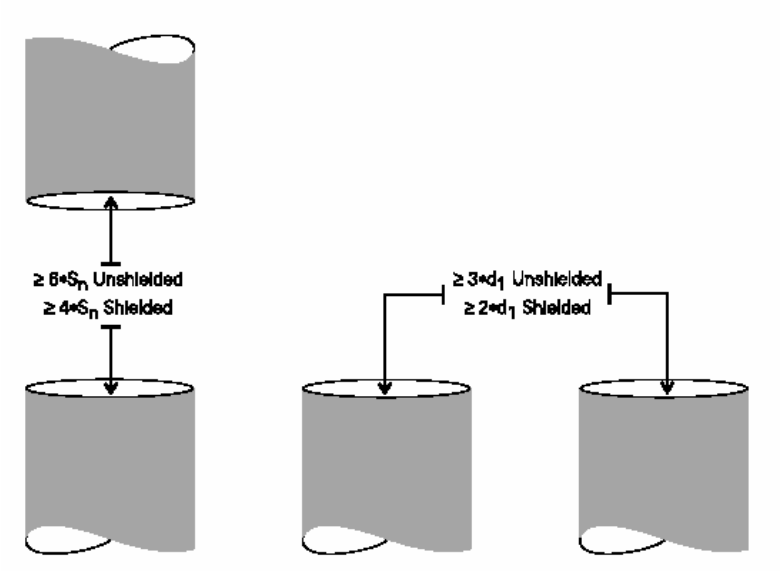


UNSHILDED

لايوجد فى هذا النوع حلقات معدنية حول القالب المعدنى لمنع أنتشار المجال المغناطيسى للجانب ،لابد من وجود منطقة حول الحساس المعدنى تكون حرة أى لايوجد فيها أى سطح معدنى وهنال بعض الاحتياطات

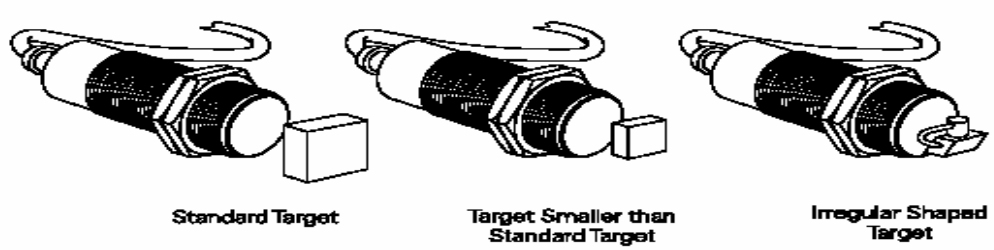


شروط تثبيت الحساس



الجسم المقاس

يوجد معمل فرق بين الجسم المقاس الذى يجربة الحساس(T)



Size of Target Compared to Standard Target	Correction Factor	
	Shielded	Unshielded
25%	0.56	0.50
50%	0.83	0.73
75%	0.92	0.90
100%	1.00	1.00

S = SXT

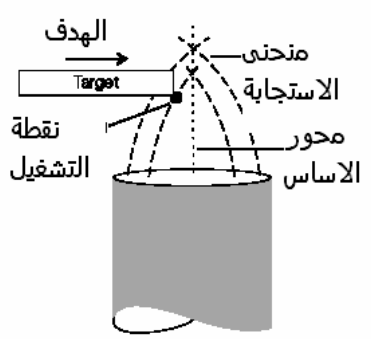
مثال shielded حسال يوجد أمامة جسم معدنى حجمة نصف الحجم نصف حجم المقاس

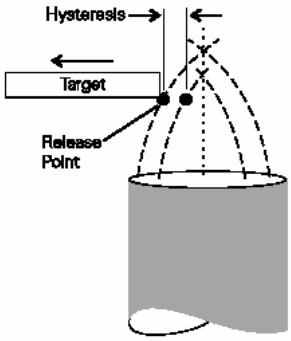
S new =1mmX 0.83= 0.83mm

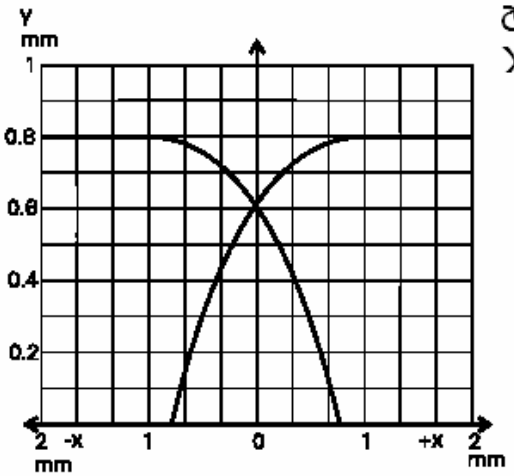
أيضا عامل أخر وهو نوع المادة

Material	Correction Factor	
	Shielded	Unshielded
Mild Steel, Carbon	1.00	1.00
Aluminum Foil	0.90	1.00
300 Series Stainless Steel	0.70	0.08
Brass	0.40	0.50
Aluminum	0.35	0.45
Copper	0.30	0.40

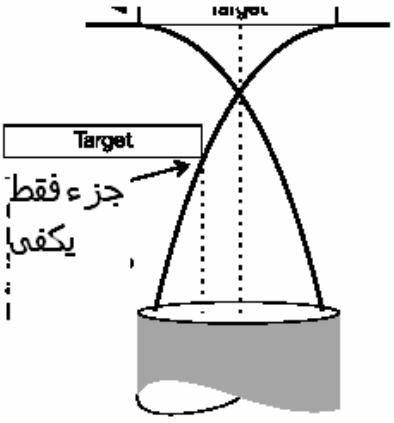
مدى الاحساس ومجالة



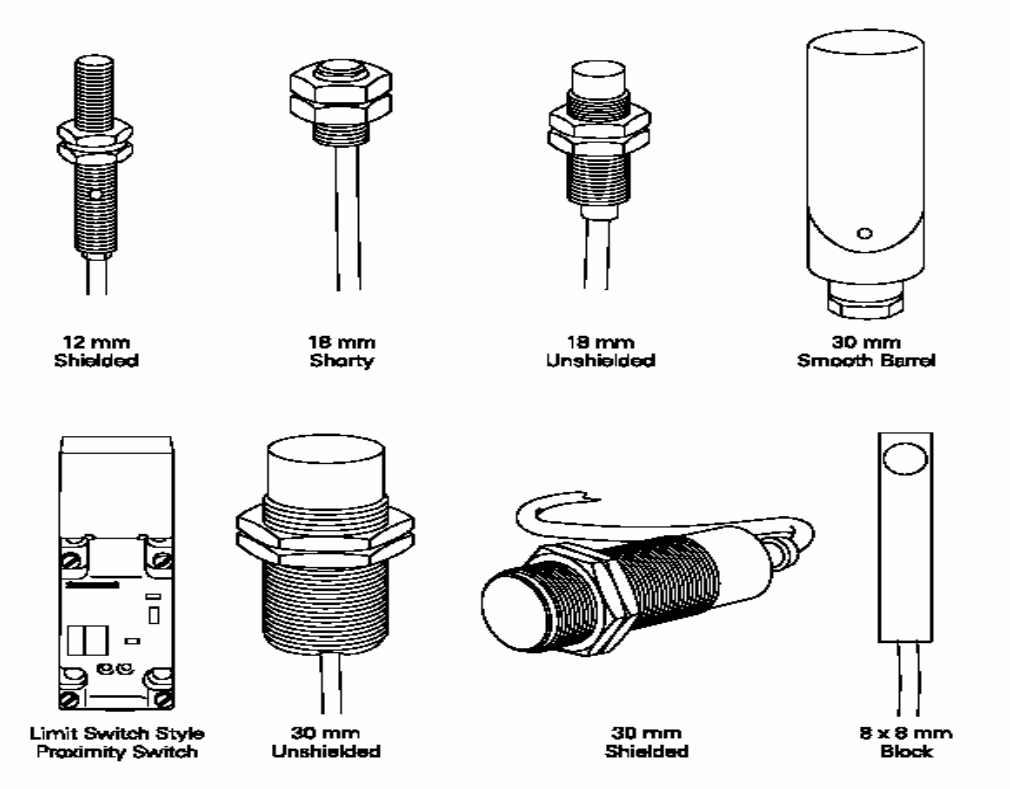




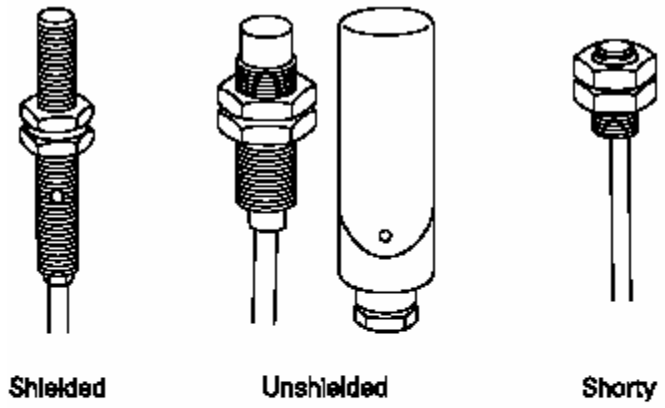
لابد ان يغطى الجسم سطح
الحساس كاملا



عائلة الحساسات المعدنية 3RG4

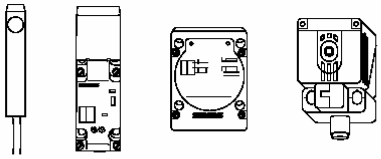


1-متطلبات عادية



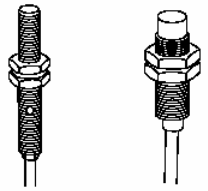
2-اشكال مختلفة مربعة مثلا

.

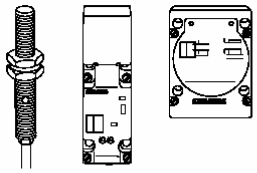


3- معدلة 2 سلك

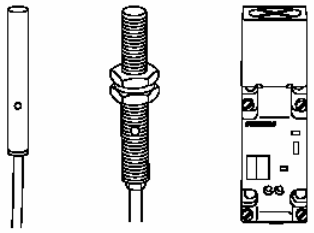
.



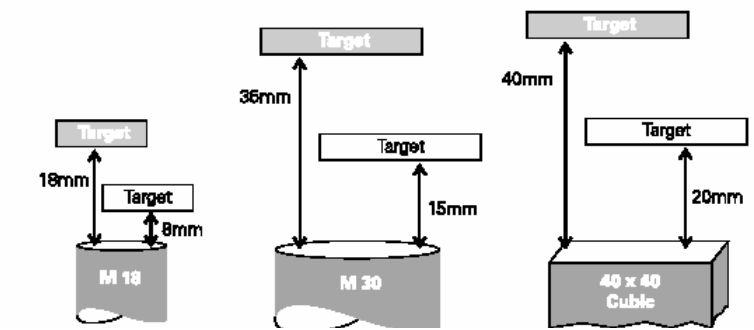
4- تعمل بمعدلات عالية (تردد عالى للاحساس ، فولت مصدر عالى ، تيار اعلى



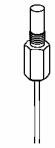
5- البيئة المحيطة صعبة
(زيوت ، كيماويات ، مياة ، اجسام معدنية



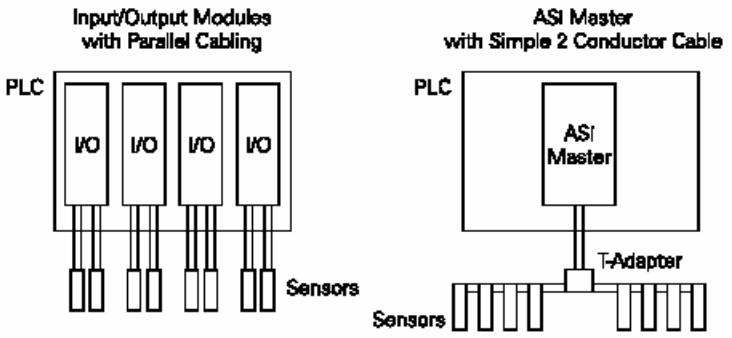
6- احساس بمسافات بعيدة حتى 6 سم



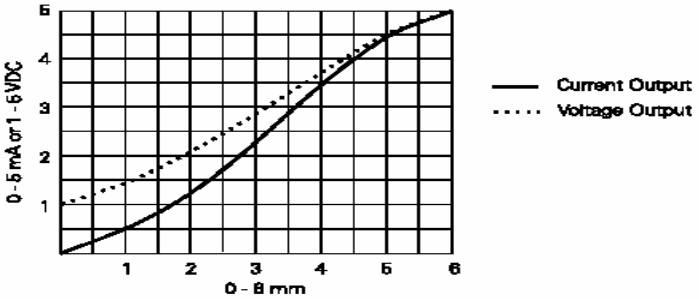
7- تحمل للضغط : توجد للاحساس بمكبس يتحرك داخل اسطوانة



8- يعمل على نظام ال \ as-I



9- **يعطى خرج تماثلى analog output**

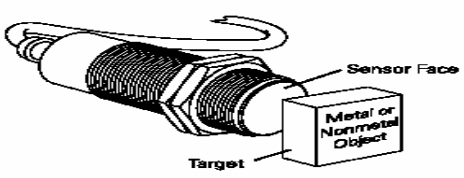


اشكال جداول الاختيار

Housing Dimension (mm)	Material	Shielded Unshielded	Sn (mm)	Operating Voltage	Wires
8	SST	Shielded Unshielded	1.5 4	10-30 VDC 10-30 VDC	3 3
12	Brass or SST	Shielded Unshielded	2 8	10-30 VDC 10-30 VDC	3 3
18	Brass or SST	Shielded Unshielded	5 12	10-30 VDC 10-30 VDC	3 3
30	Brass or SST	Shielded Unshielded	10 20	10-30 VDC 10-30 VDC	3 3
40x40 (Limit Switch Style)	Plastic Plastic Plastic	Shielded Unshielded Unshielded	15 25 40	10-30 VDC 10-30 VDC 10-30 VDC	4 3 4
40x40 (Mini	Plastic	Shielded	15	10-30 VDC	3

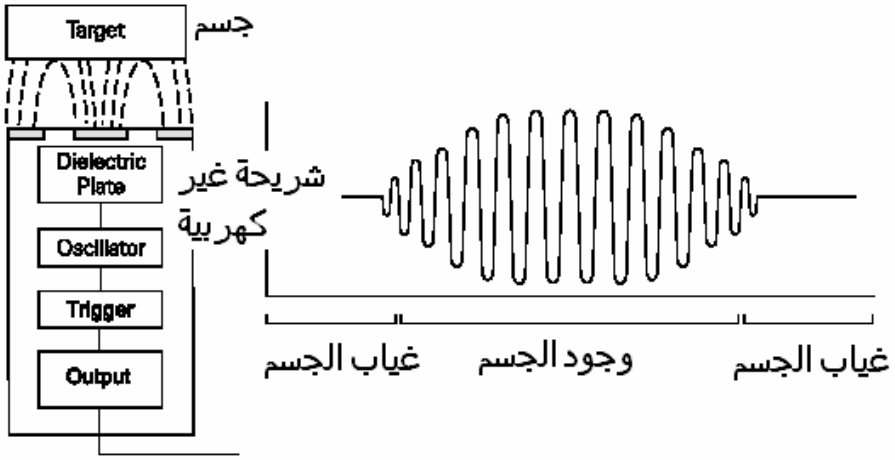
Capacitive proximity sensors

نظرية العمل:-



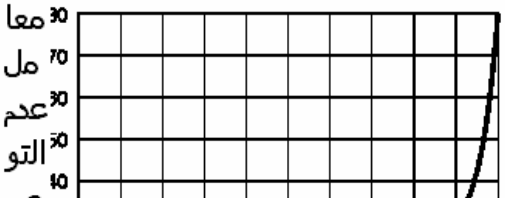
الفرق بينة وبين الinductive proximity switch هو أنة يولد مجال الكتروستاتيكى وأيضا يحس بجميع الاجسام .معدنية أو غيرها مثل الزجاج أو القماش أو السوائل أو الورق

سطح الحساس هو عبارة عن 2 من الالكترودات المعدنية تمثل مكثف، عند مرور جسم بالقرب من هذا السطح يدخل داخل المجال الالكتروستاتيكى ويغير فية هذا المكثف فى دائرة توليد الموجة مما يؤدى الى تكون موجة راديو تقوم دائرة trigger بأحساس بشدة هذة الموجة أذا أزدادت عن حد معين تقوم بجعل دائرة output بأخراج أشارةON, OFF (أى تتغير عن حالتها الطبيعية التى كانت عليها offأو on وعند خروج هذا الجسم من عن هذا المجال الالكتروستاتيكى أمام السطح تتغير قيمة المكثف اترجع كما كانت علية ويتوقف الoscillator عن انتاج موجة وتقل فية قوة الموجة عن حد معين فتحس دائرة الtrigger بذلك ويجعل دائرة الoutput ترجع الى حالتها الطبيعية



الجسم المقياسى ومعامل عدم التوصيل :-
Standard target& dielectric constant

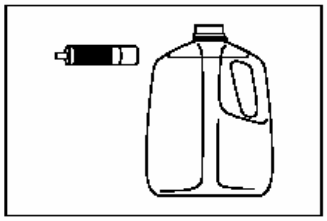
كلما أزداد معامل عدم التوصيل للجسم زادت قدرة الحساس على الاحساس بالجسم



هناك جدول لقية معامل عدم التوصيل

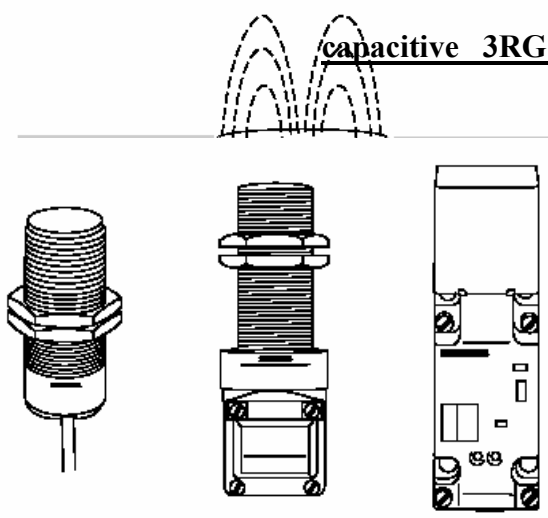
Material	Dielectric Constant	Material	Dielectric Constant
Alcohol	25.8	Polyamide	5
Araldite	3.6	Polyethylene	2.3
Bakelite	3.6	Polyproplene	2.3
Glass	5	Polystyrene	3
Mica	6	Polyvinyl Chloride	2.9
Hard Rubber	4	Porcelain	4.4
Paper-Based Laminate	4.5	Pressboard	4
Wood	2.7	Silica Glass	3.7
Cable Casting Compound	2.5	Silica Sand	4.5
Air, Vacuum	1	Silicone Rubber	2.8
Marble	8	Teflon	2
Oil-Impregnated Paper	4	Turpentine Oil	2.2
Paper	2.3	Transformer Oil	2.2
Paraffin	2.2	Water	80
Petroleum	2.2	Soft Rubber	2.5
Plexiglas	3.2	Celluloid	3

لو كان مثلا .حساس لو عدى 10مم وكان المادة كحول (25.8) يكون الحساسية 85%= 8.5 mm
عندما يكون هذا المعامل أكبر لمادة عن الاخرى فإنة يرى الاخرى مثلا
الحساس يرى من خلال البلاستيك (الماء)



ملحوظة : وجود الماء فوق سطح الحساس قد يجعلة يعمل

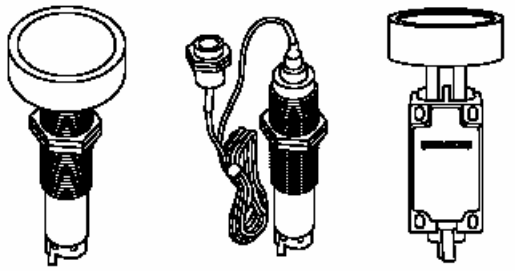
عائلة الحساسات ال capacitive 3RG16



Housing Dimension (mm)	Material	Shielded Unshielded	Sn (mm)	Operating Voltage	Wires
18	Plastic	Shielded	5	10-65 VDC	3
30	Metal	Shielded	10	20-250 VAC	3
	Plastic	Shielded	10	20-250 VAC	2
	Metal	Shielded	10	10-65 VDC	4
	Plastic	Shielded	10	10-65 VDC	4
40	Plastic	Shielded	20	20-250 VAC	2
	Plastic	Shielded	20	10-65 VDC	4
40x40 (Limit Switch Style)	Plastic	Shielded	20	20-250 VAC	2
	Plastic	Shielded	20	10-65 VDC	4
20x20 (Flat Pack)	Metal	Shielded	5	10-30 VDC	3

ULTRASONIC PROXIMITY SENSORS
حساس الموجات الفوق صوتية

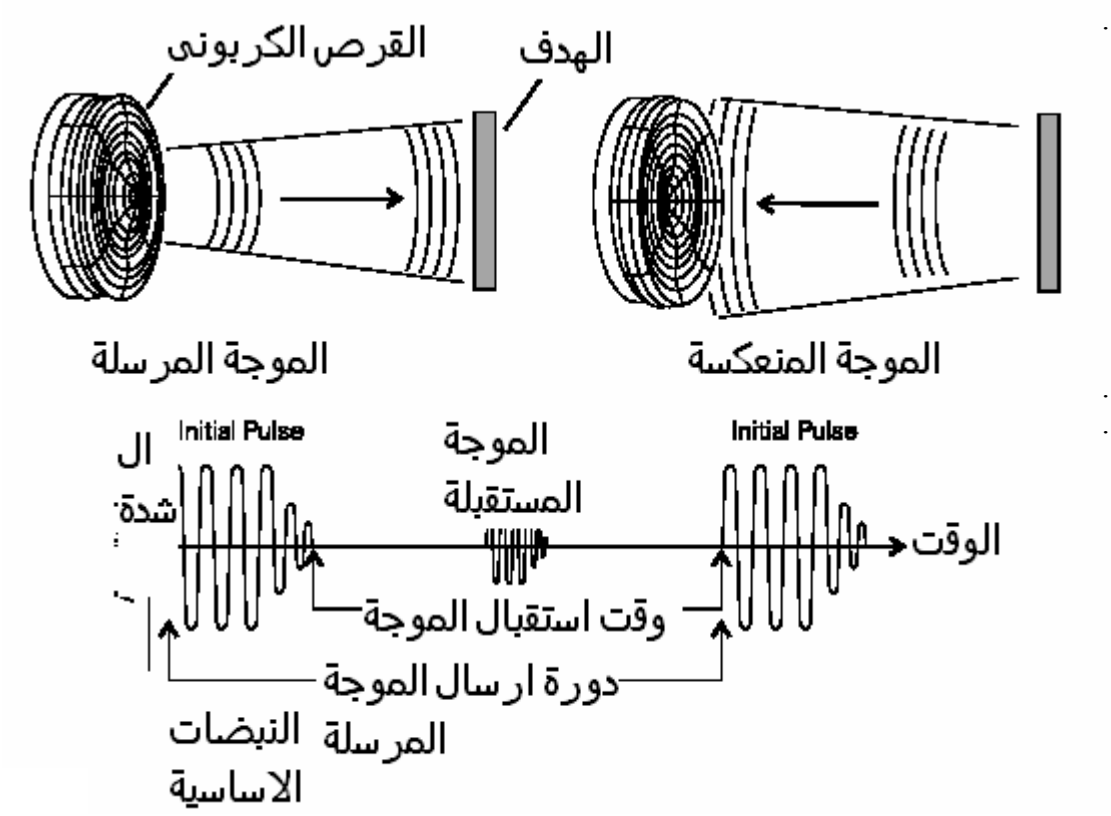
نظرية العمل theory of operation



يقوم هذا الحساس بارسال موجات صوتية فتتصطدم باى جسم و تنعكس مرة اخرى ثم يقوم الحساس بالاحساس بالموجة المنعكسة فتتغير حالة الخارج منة من الطبيعية للتشغيلية

Piezoelectric disk

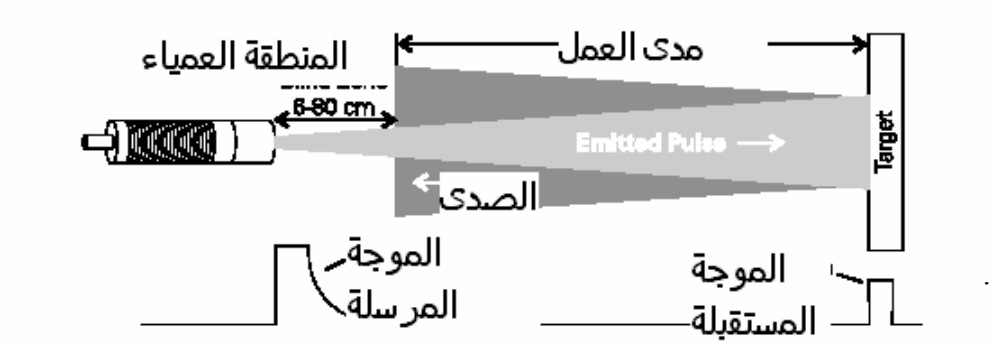
هذا القرص يتم ارسال موجات من علية و استقبالها و هو يحس بالصدى او الموجة المنعكسة و يحولها لقيمة فولت وهناك فرق فى الوقت محسوب بين الموجة المرسلة و الموجة المستقبلة . عندما يدخل اى جسم فى مجال الاحساس تتحول اشارة الخارج بعد انعكاس الموجة الصوتية علية و عودتها الى الحساس



الموجة المرسلة 30 نبضة على قوة 200 KV و الانعكاس ممكن ان يكون micro volt

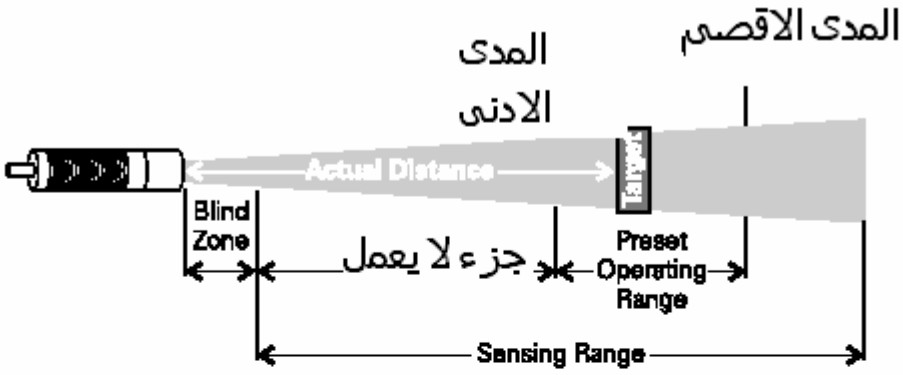
المنطقة العمياء blind zone

يوجد منطقة تتراوح بين 6 سم الى 80 سم على حسب نوع الحساس و هى امامة اذا تواجد فيها جسم لا يحس الحساس بة

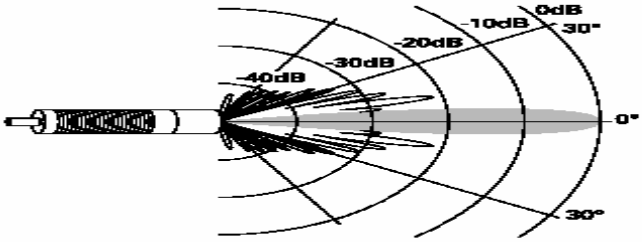


المدى range definition

الوقت بين الموجة المرسلة و المستقبلة يتناسب مع المسافة بين الجسم و الحساس
المدى الذى يعمل فية الحساس من الممكن ضبطة
القيمة القصوى يمكن ضبطها اما القيمة الدنيا ففى بعض الحساسات فقط
بعد مكان القيمة القصوى لا يحس الحساس باى جسم

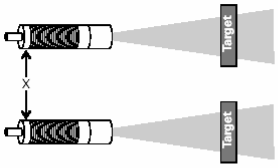


شكل الاشعاع radiation pattern

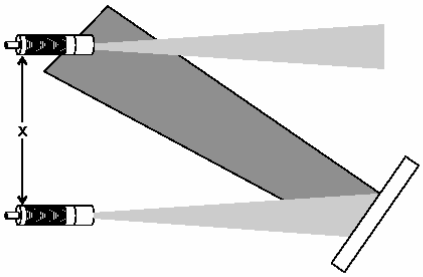


اذا تم تركيب حساسات بجانب بعضهم فلابد ان يكون هناك مسافة حرة بينهما

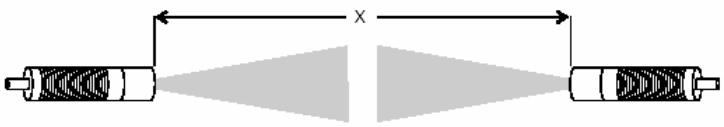
Sensing Range (CM)	X (CM)
6-30	>15
20-130	>60
40-300	>150
60-600	>250
80-1000	>350



فى حالات اخرى x يتم احتساب قيمتها عمليا



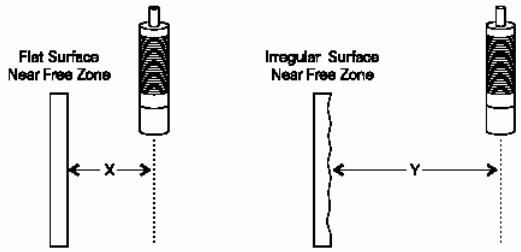
فى حالة تواجد 2 حساس امام كليهما لابد ايضا ان تكون المسافة الحرة محسوبة لمنع التداخل



Sensing Range (CM)	X (CM)
6-30	>120
20-130	>400
40-300	>1200
60-600	>2500
80-1000	>4000

سطح مستوى و سطح متعرج flat and irregular shaped surfaces

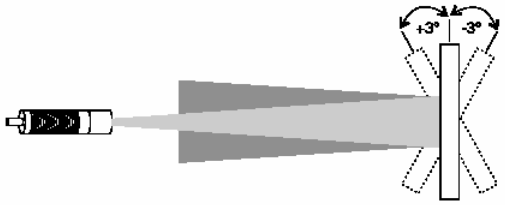
اذا تم التثبيت بالقرب الى حائط مستوى غير لو كان هذا السطح معرج

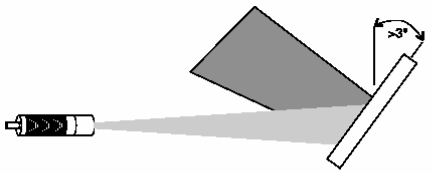


Sensing Range (CM)	X (CM)	Y (CM)
6-130	>3	>6
20-130	>15	>30
40-300	>30	>60
60-600	>40	>80
80-1000	>70	>150

التثبيت بزاويا

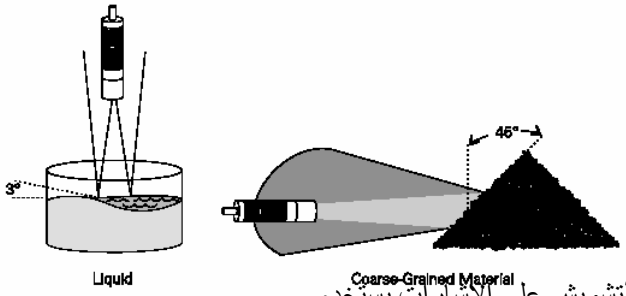
لو كان اكبر من 3 درجة من الممكن الاشارة المنعكسة ان لا تعود للحساس



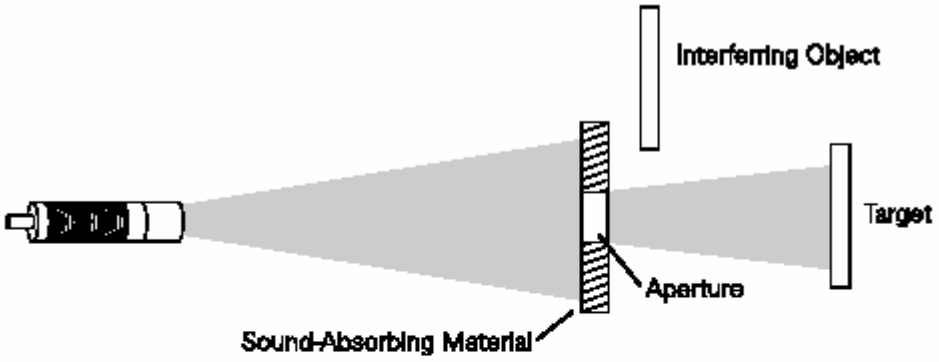


السوائل و الحبوب الخشنة

مسموح حتى 45 درجة لان فى هذة المواد ينعكس اشارات كثيرة على سطح اكبر

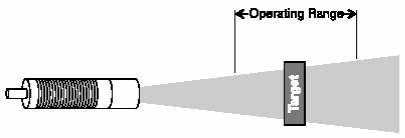


لمنع التشويش على الاشارات يستخدم



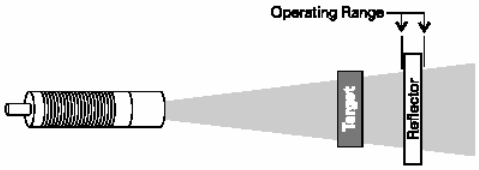
طراز التشغيل operating modes

1- الانتشار diffuse mode



2- الانعكاس reflex mode

اذا تواجد اى جسم خلال الحساس و العاكس تنقطع الموجة و هنا يحس الحساس بوجود جسم و يستخدم هذا النوع فى الاحسام التى لا تعكس الصوت اى تمتصه



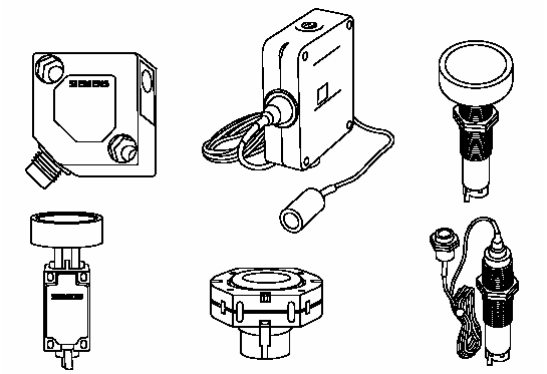
3- thru beam mode

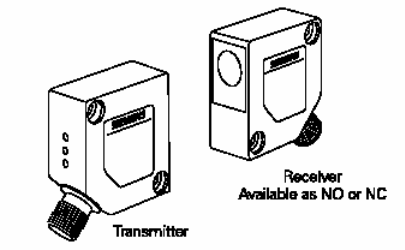
اذا المستقبل لم يستقبل اشارة الباعث اذن يوجد جسم

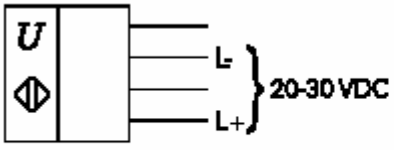
<u>الظروف الجوية قد تؤثر على كفاءة الحساس</u>

الحرارة ، الضغط ، الرطوبة ، الغازات ، الاتربة و كلها تؤثر على المدى و السرعة و هناك حدول يوجد التغيرات

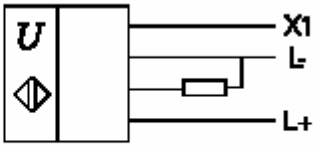
<u>عائلة الحساسات</u>





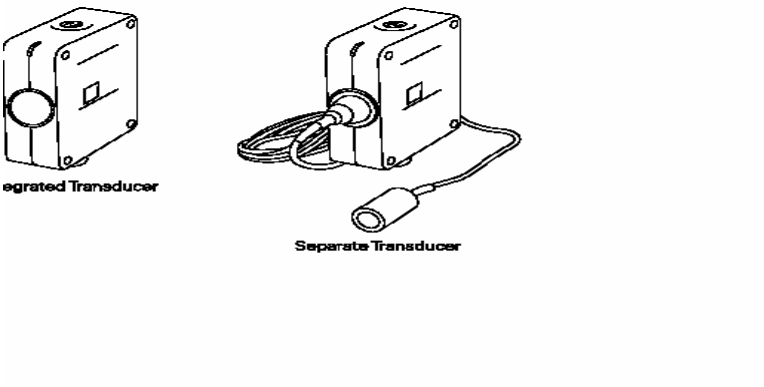


Transmitter

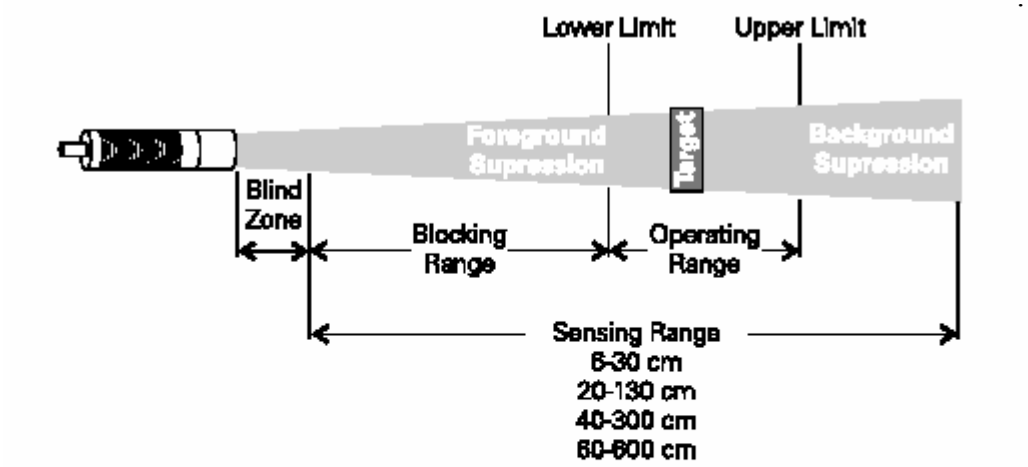


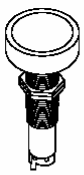
Receiver
1 NO Contact or 1 NC Contact

يتم ضبط المسافة و التردد
النوع المغلق



يتم ضبط مكان التشغيل





SONREG

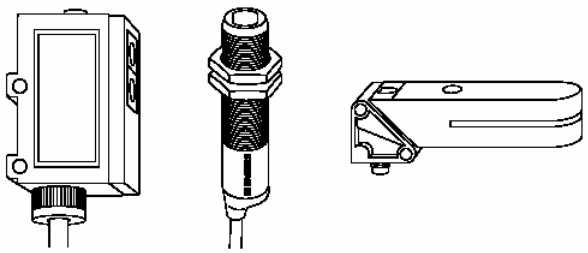
يوجد برنامج بواسطة شركة siemens يعمل على الكمبيوتر يقوم بضبط هذا الحساس

1- بداية و نهاية منطقة العمل
2- نهاية المنطقة العمياء
3- نهاية مدى الاحساس
4- NO or NC
5- اذا كان تماثلى analog اشارة مستمرة يتم ضبطها ايضا لكل تردد = مسافة معينة

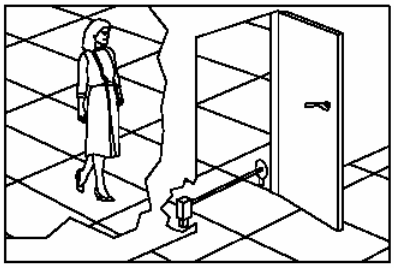
Photoelectric sensors الحساسات الكهروضوئية

نظرية العمل

يتم ارسال موجة ضوئية و اما تنعكس او تنقطع للاحساس بالجسم



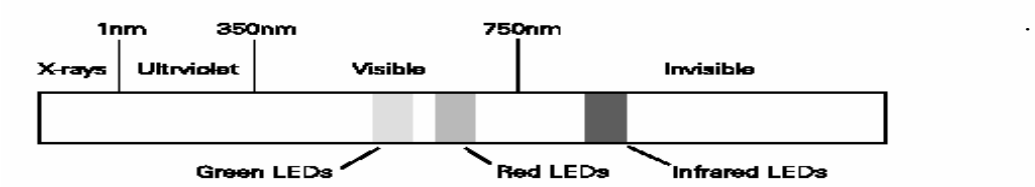
يقوم الحساس بارسال موجة ضوئية و عند انعكاسها يقوم المستقبل الموجود فى نفس الحساس بمعرفة ان هناك جسم و يقوم بعد ذلك بتكبير الاشارة و ارسال اشارة للخرج ان هناك جسم .



الضوء المستخدم

يرسل ضوء من 5 الى 30 khz و يحس به من بين الضوء العادى و يتم استخدام الضوء من اللون الاخضر المرئى حتى الاشعة التحت حمراء و يستخدم لذلك led\

.



لابد اذا تم تثبيت حساسات بالقرب من بعضها و ضعهم على بعد يسمح بعدم تشويش اى منهم على الاخر

Sensor Model	Distance
D4 mm / M5	50 mm
M12	250 mm
M18	250 mm
K31	250 mm
K30	500 mm
K40	750 mm
K80	500 mm
L18	150 mm
L50 (Diffuse)	30 mm
L50 (Thru-Beam)	80 mm

الزيادة فى التحديد excess gain

تتطلب بعض الاماكن التى توجد فيها ادخنة او اتربة او رطوبة او بعض المواد الدقيقة ان يكون الحساس لة ضوء مميز يعمل فى وسط هذة الاوساط

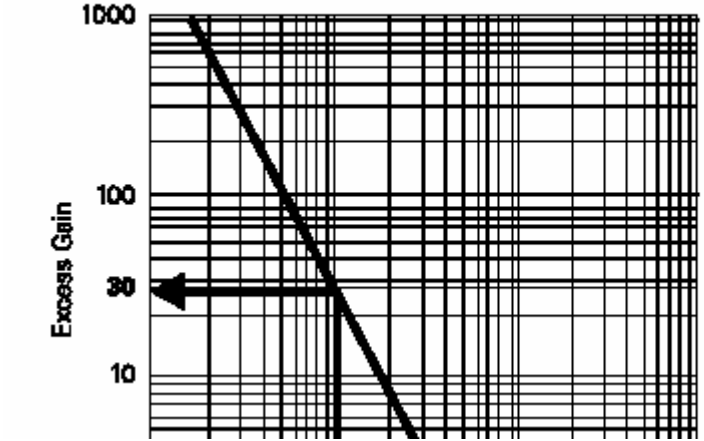
الاوساط

1- هواء نقى
2- مواد دقيقة (اماكن غير صناعية)
3- مواد خفيفة (مخازن – مصانع اضاءة)
4- مواد واضحة (الورش ، الابخرة ، مصانع الشنفرة)
5- مواد ثقيلة
6- فحم و اتربة كثيرة

Excess gain

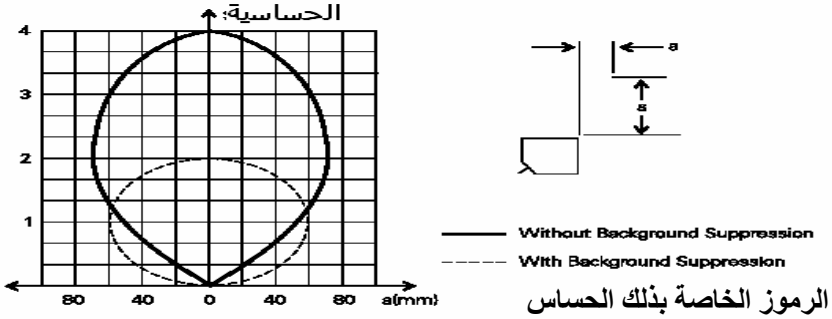
هو كمية الضوء المنبعثة عن طريق الباعث فى ذلك الوسط لتشغيل المستقبل

.

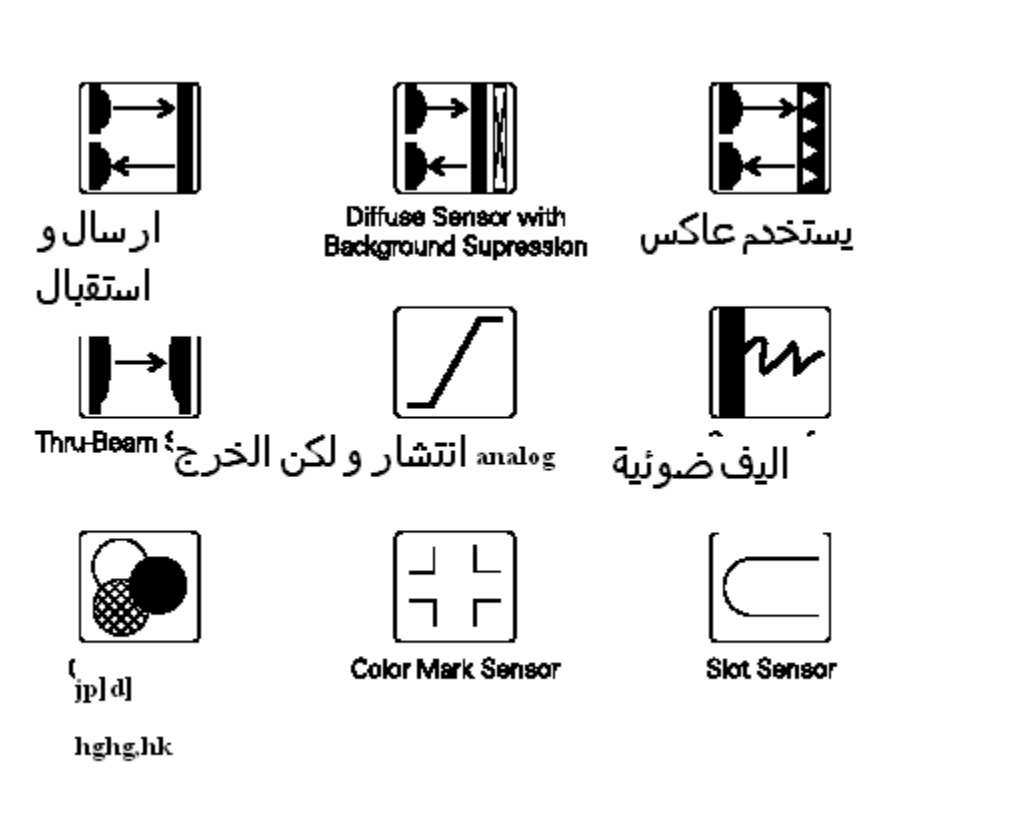


مثال لو كان ل m12 thru beam لو كان المطلوب 1 متر مسافة للتحديد فانة يتطلب 30 مرة ضوء اكثر من حالة الهواء النقى

منطقة الاحساس



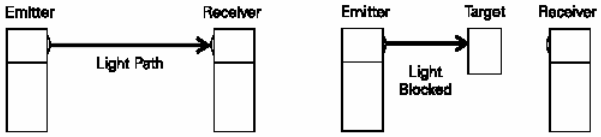
الرموز الخاصة بذلك الحساس



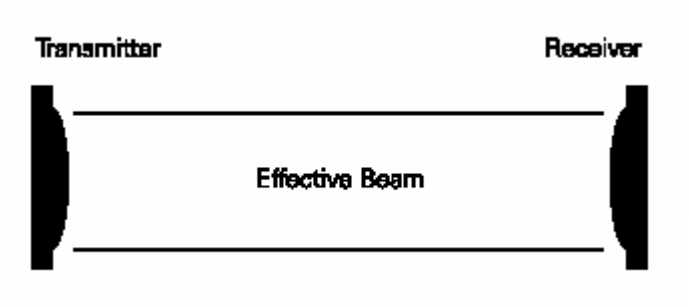
انواع تحديد الهدف للحساسات

1- thru beam

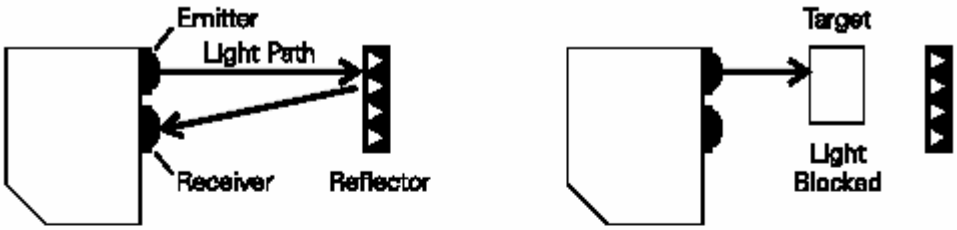
اكثر مدى يمكن تحديدة 3000 feet و يستخدم لتحديد الاجسام الغير شفافة عند وجودها بين الباعث و المستقبل تتغير اشارة الخارج للمستقبل من العادى للتشغيلى



2- thru beam effective beam الحزمة المركزة

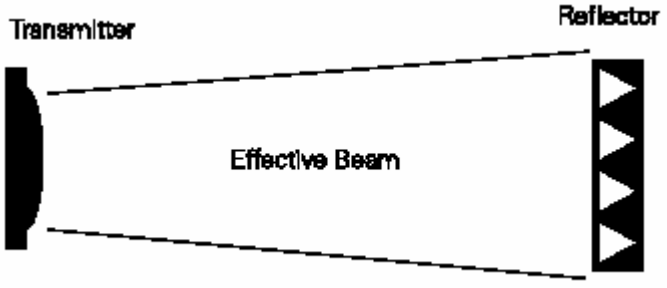


3- الباعث و المستقبل فى نفس الوحدة reflective or retroreflective scan



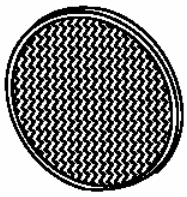
عند وجود جسم يحول الاشارة المنعكسة ليدل على وجودة

4- retroreflective scan effective beam

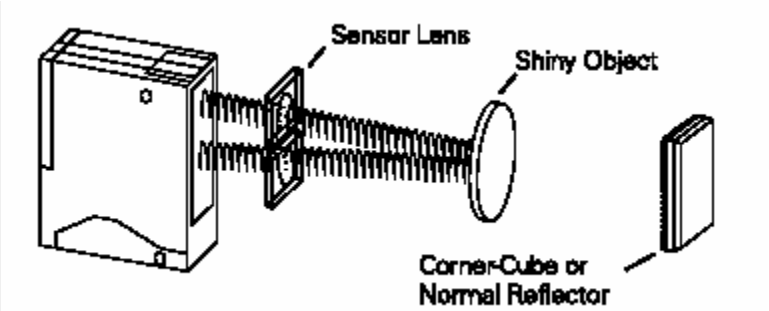


العاكس reflectors

.



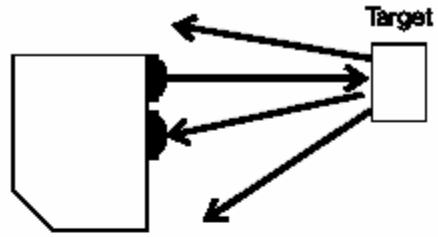
عند استخدام هذا النوع مع وجود اجسام منعكسة قد تسبب مشكلة بان يحس باشارات خاطئة



الانتشار diffuse scan

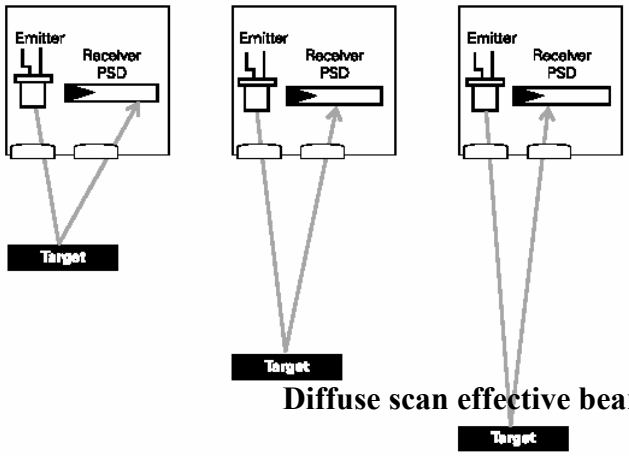
الباعث و المستقبل موجودان فى جهاز واحد عند انعكاس الاشارة من على الجسم
و هناك جدول لكمية الاشارة المنعكسة من على الاجسام

.

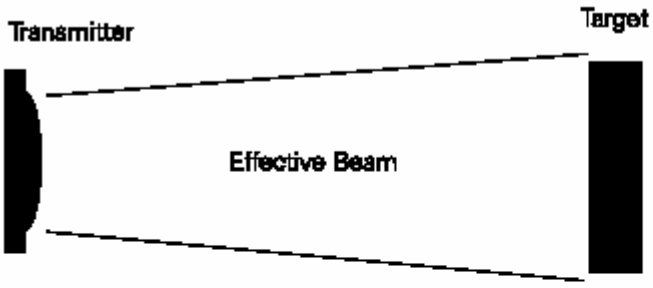


Test Card (Matte White)	100%
White Paper	80%
Gray PVC	57%
Printed Newspaper	60%
Lightly Colored Wood	73%
Cork	65%
White Plastic	70%
Black Plastic	22%
Neoprene, Black	20%
Automobile Tires	15%
Aluminum, Untreated	200%
Aluminum, Black Anodized	150%
Aluminum, Matte (Brushed Finish)	120%
Stainless Steel, Polished	230%

كلما زادت المسافة زاد تركيز الموجة المنعكسة



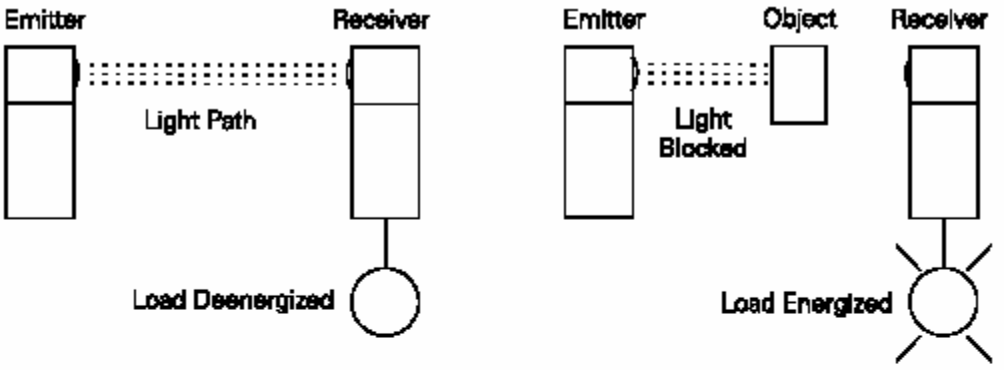
Diffuse scan effective beam



طريقة العمل

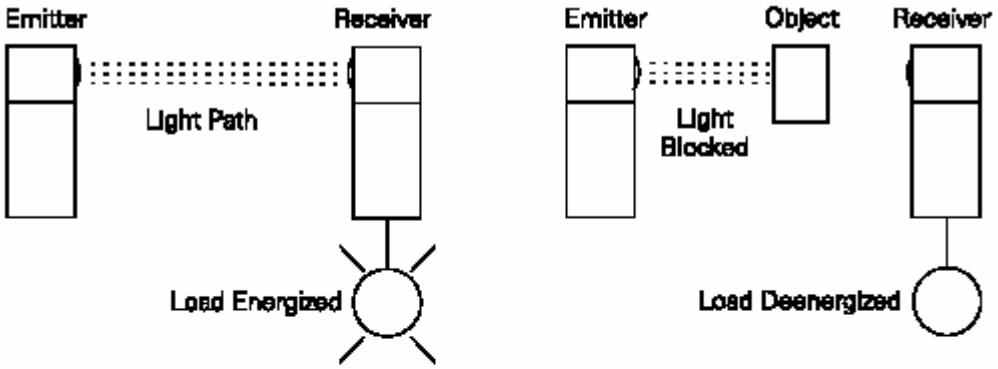
Dark light
Thru beam for example

.



NO (dark)

.

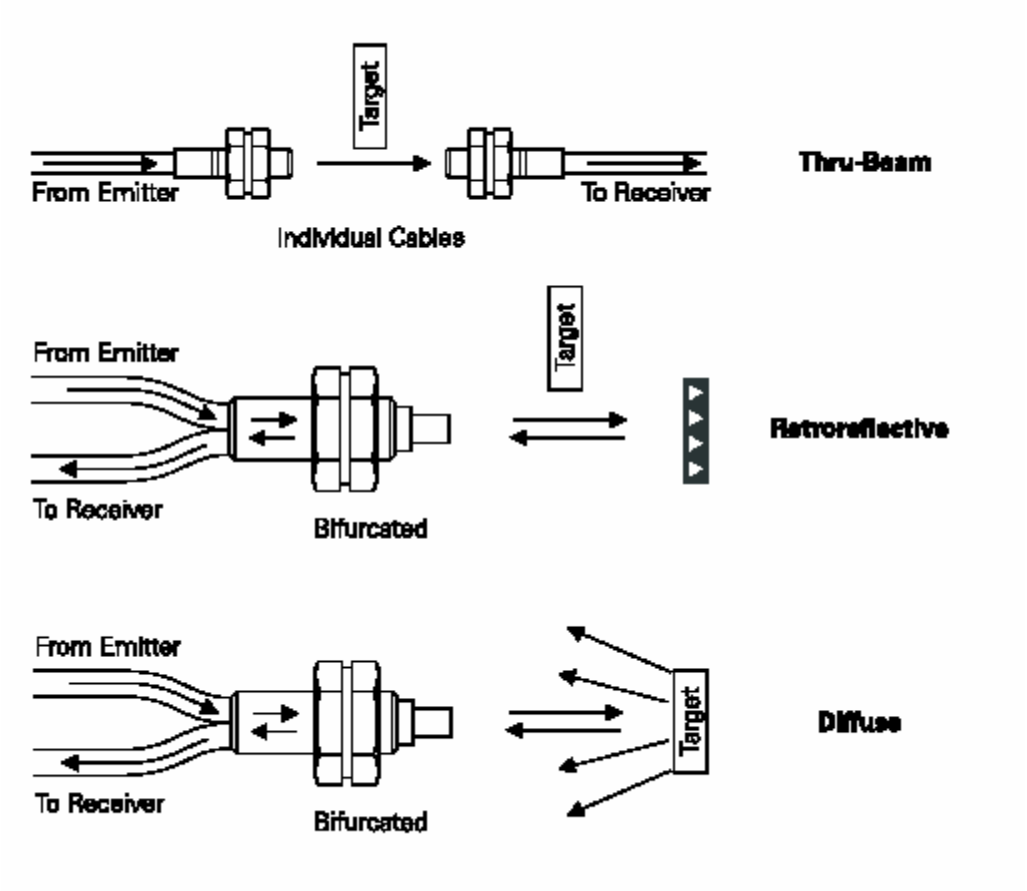


NC (light)

.

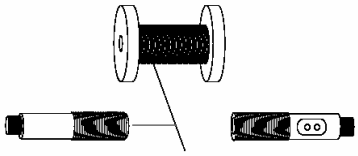
Operating Mode	Light Path	Load Status	
		Thru San and Retroreflective	Diffuse
Light Operate (LO)	Not Blocked Blocked	Energized Deenergized	Deenergized Energized
Dark Operate (DO)	Not Blocked Blocked	Deenergized Energized	Energized Deenergized

استخدام الالياف الضوئية للمواد و الاجسام الصغيرة الدقيقة



استخدام ال laser

يستطيع مراقبة 0.03 mm

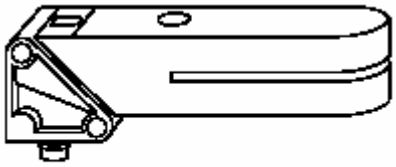


هناك جدول لكل حساس
Diffuse , thru beam

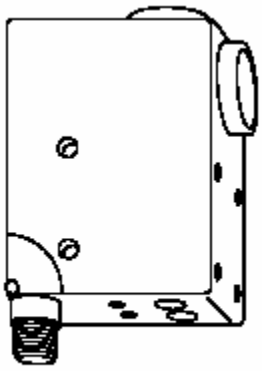
Thru-Beam Sensors

Sensor	Range	Voltage	Output			Mode		Connection					Housing
			PNP	NPN	Relay	DO	LO	AS-i	M8	M12	Cable	Terminals	
D4/M5	250 mm	10-30 VDC	X	X			X		X		X		Metal
M12	4 m	10-30 VDC	X	X		X	X			X	X		Metal
M18	6 m	10-36 VDC	X	X		X	X			X	X		Metal
M18M	12 m	10-30 VDC	X	X		X	X			X	X		Metal
M18P	12 m	10-30 VDC	X	X		X	X			X	X		Plastic
K30	12 m	10-36 VDC	X	X		X	X		X		X		Plastic
K35	5 m	10-30 VDC	X	X		X	X		X		X		Plastic
K40	15 m	10-36 VDC	X	X		X	X		X	X	X		Plastic
K50	5 m	10-30 VDC 15-264 VAC	X	X	X	X	X	X		X	X		Plastic
K65	50 m	10-30 VDC	X	X		X	X			X	X		Plastic
K80	50 m	10-36 VDC 20-320 VAC	X	X	X	X	X	X		X		X	Plastic
L18 (Laser)	50 m	10-30 VDC	X			X	X			X	X		Metal

slot Color mark



G20

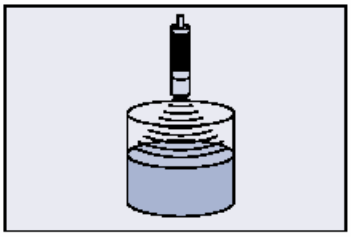


C80

Sensor Applications

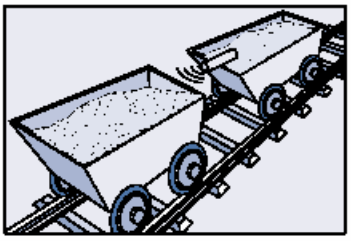
There are any number of applications where sensors can be utilized, and as you have seen throughout this book there are a number of sensors to chose from. Choosing the right sensor can be confusing and takes careful thought and planning. Often, more than one sensor will do the job. As the application becomes more complex the more difficult it is to choose the right sensor for a given application. The following application guide will help you find the right sensor for the right application.

Ultrasonic Sensors



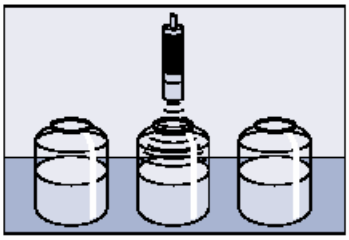
Application
Level Measurement in Large Vessels (Tanks, Silos)

Sensor
3RG61 13
Compact Range III



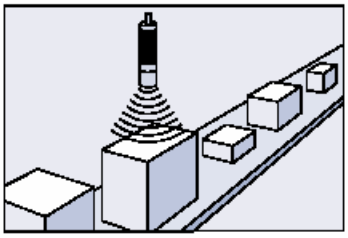
Application
Anti-Collision

Sensor
3RG60 14
Compact Range I



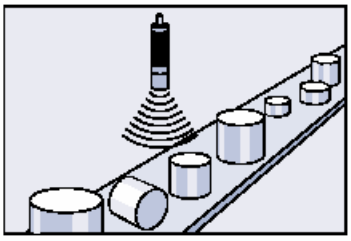
Application
Level Measurement in Small Bottles

Sensor
3RG61 12
Compact Range III



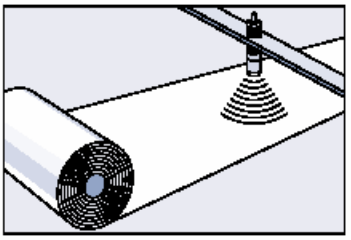
Application
Height Sensing

Sensor
3RG60 13
Compact Range II



Application
Quality Control

Sensor
3RG61 12
Compact Range III

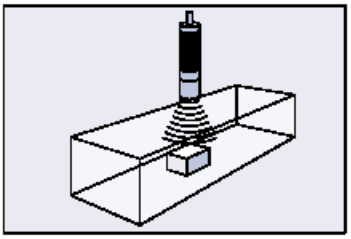


Application
Breakage Sensing

Sensor
3RG61 12
Compact Range I

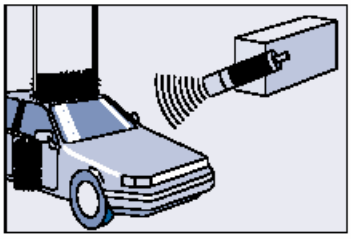
Application
Bottle Counting

Sensor
3RG62 43
Thru Beam



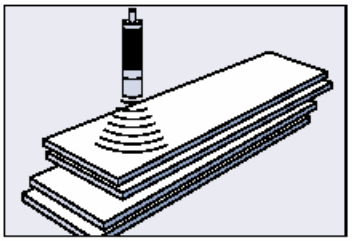
Application
Object Sensing

Sensor
3RG60 12
Compact Range II



Application
Vehicle Sensing and Positioning

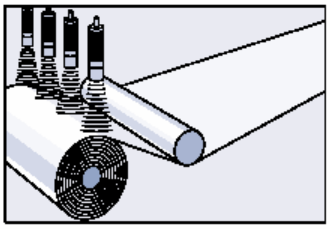
Sensor
3RG60 14
Compact Range III



Application
Stack Height Sensing

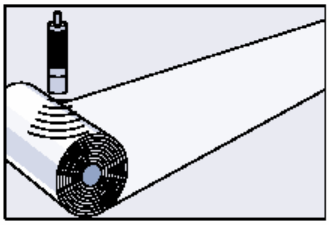
Sensor
3RG60 13
Compact Range II

Ultrasonic Sensors



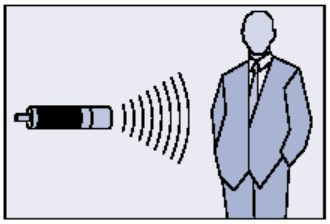
Application
Contour Recognition

Sensor
3RG61 13
Compact Range III



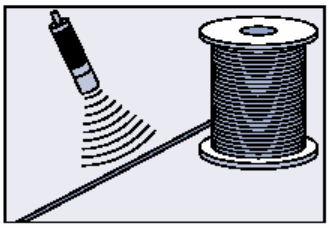
Application
Diameter Sensing and
Strip Speed Control

Sensor
3RG61 12
Compact Range III



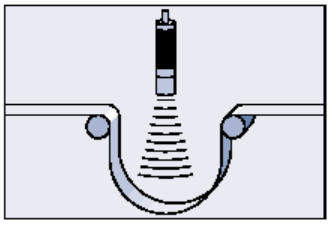
Application
People Sensing

Sensor
3RG60 12
Compact Range II



Application
Wire and Rope
Breakage Monitoring

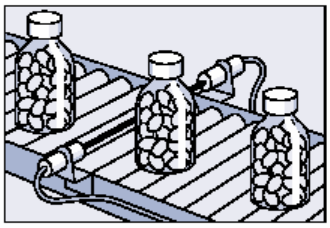
Sensor
3RG60 12
Compact Range I



Application
Loop Control

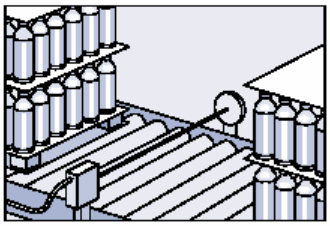
Sensor
3RG60 15
Compact Range II

Photoelectric Sensors



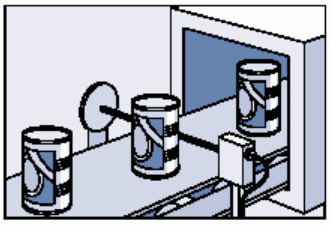
Application
Verifying Objects in Clear Bottles

Sensor
M12 Thru Beam



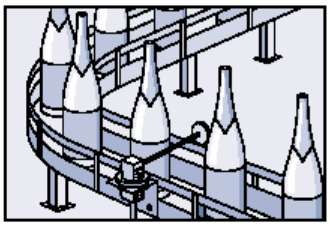
Application
Flow of Pallets Carrying Bottles

Sensor
K40 Retroreflective



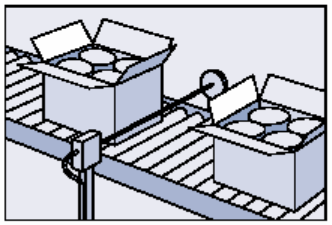
Application
Counting Cans

Sensor
K50 Polarized Retroreflective



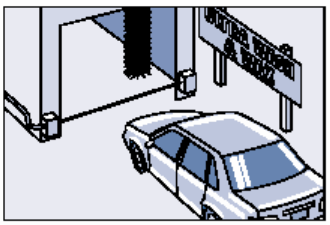
Application
Counting Bottles

Sensor
SL18 Retroreflective



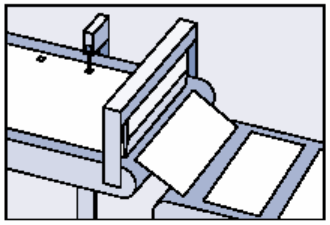
Application
Counting Cartons

Sensor
K65 Retroreflective



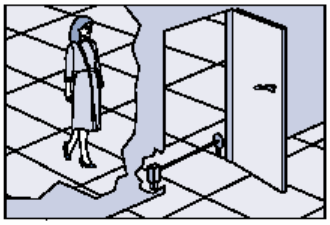
Application
Car Wash

Sensor
SL Thru Beam



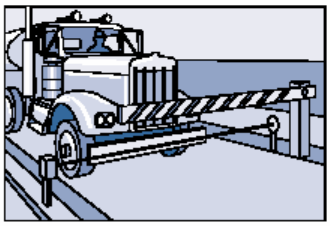
Application
Reading Reference Marks for Trimming

Sensor
C80 Mark Sensor



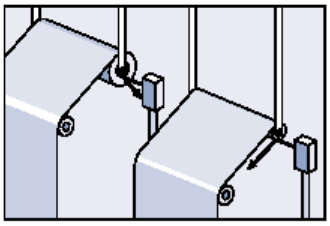
Application
Detecting Persons

Sensor
K50 Retroreflective



Application
Controlling Parking Gate

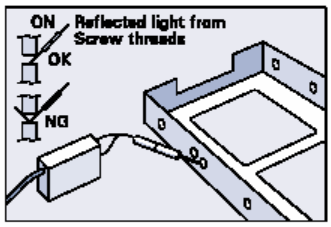
Sensor
SL Retroreflective



Application
End of Roll Detection

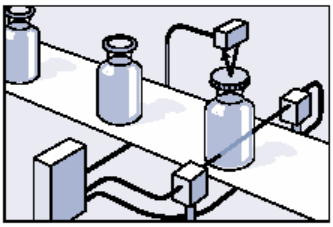
Sensor
K31 Diffuse

Photoelectric Sensors



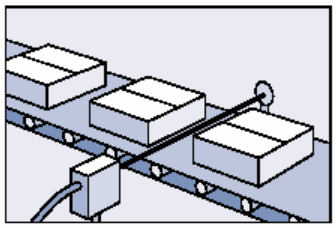
Application
Detecting Tab Threads

Sensor
KL40 Fiber Optic



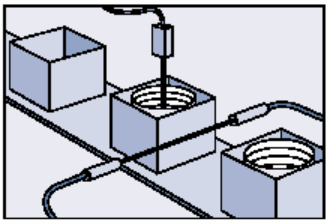
Application
Detecting Caps on Bottles

Sensor
K20 Diffuse with Background Suppression and K31 Thru Beam



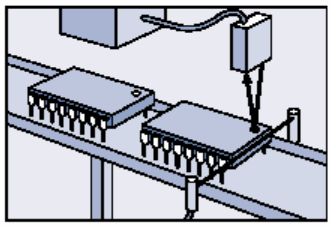
Application
Counting Packages

Sensor
K80 Retroreflective



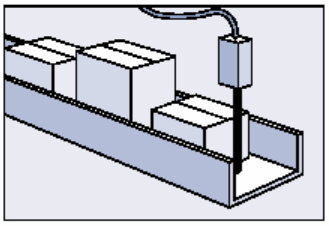
Application
Detecting Components Inside Metal Can

Sensor
K50 Background Suppression



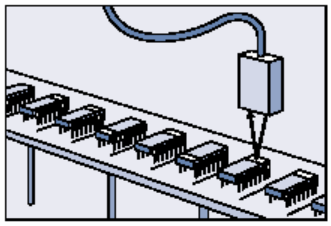
Application
Determining Orientation of IC Chip

Sensor
L50 Laser with Background Suppression



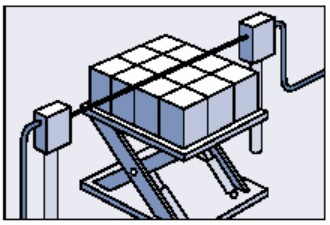
Application
Detecting Items of Varying Heights

Sensor
K80 Background Suppression



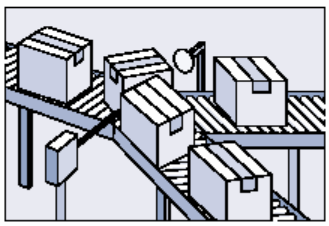
Application
Detecting Orientation of IC Chip

Sensor
Color Mark or Fiber Optic



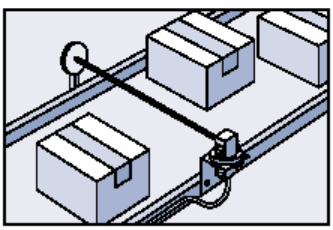
Application
Controlling Height of a Stack

Sensor
SL Thru Beam



Application
Detecting Jams on a Conveyor

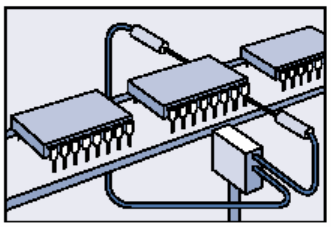
Sensor
K50 Retroreflective



Application
Counting Boxes Anywhere on a Conveyor

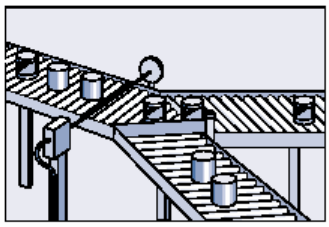
Sensor
SL18 Right Angle Retroreflective

Photoelectric Sensors



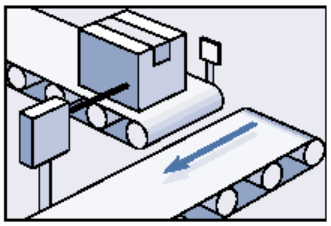
Application
Counting IC Chip Pins

Sensor
KL40 Fiber Optic



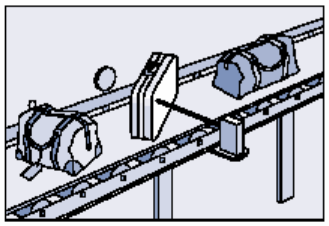
Application
Batch counting and Diverting Cans Without Labels

Sensor
K40 Polarized



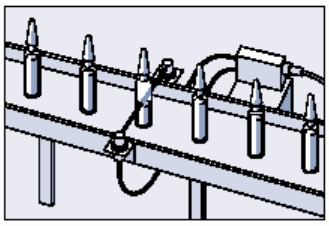
Application
Detecting Presence of Object to Start a Conveyor

Sensor
K35 Retroreflective



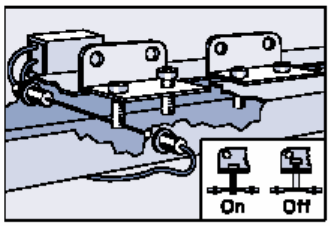
Application
Detecting Reflective Objects

Sensor
K80 Polarized Retroreflective



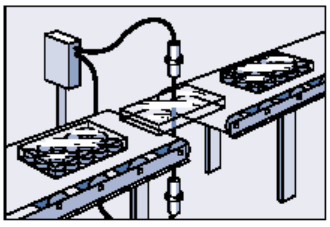
Application
Verifying Liquid in Vials

Sensor
K35 Fiber Optic



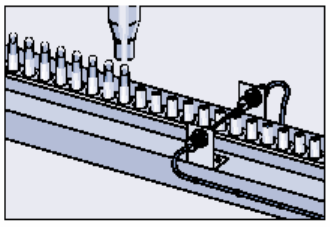
Application
Verifying Screws are Correctly Seated

Sensor
KL40 Fiber Optic



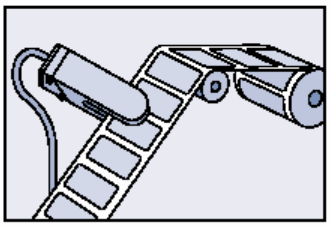
Application
Verifying Cakes are Present in Transparent Package

Sensor
KL40 Fiber Optic



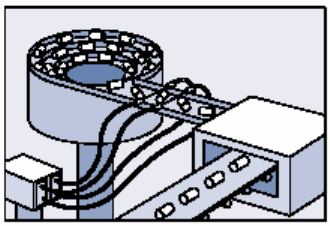
Application
Verifying Lipstick Height Before Capping

Sensor
M5 or M12 Thru Beam



Application
Detecting Labels with Transparent Background

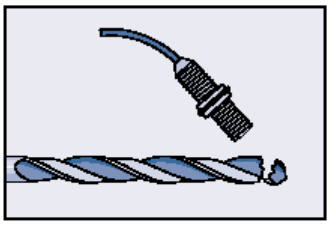
Sensor
G20 Slot Sensor



Application
Monitoring Objects as they Exit Vibration Bowl

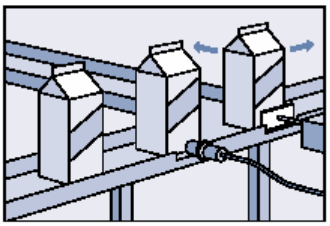
Sensor
K35 Fiber Optic

Proximity Switches



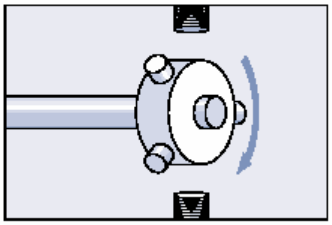
Application
Detecting the Presence of a Broken Drill Bit

Sensor
12 mm Normal Requirements



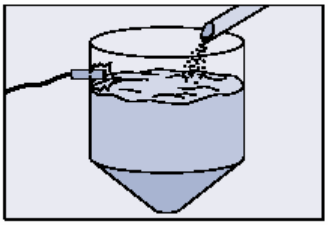
Application
Detecting Milk in Cartons

Sensor
Capacitive



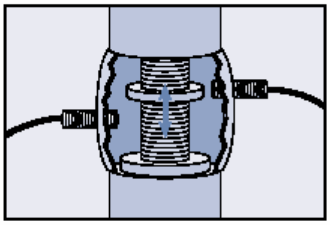
Application
Detecting Presence of Set Screws on Hub for Speed or Direction Control

Sensor
30mm Shorty



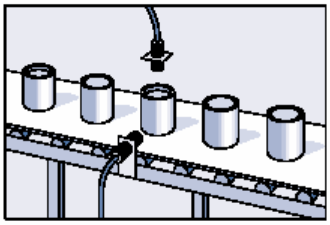
Application
Controlling Fill level of solids in a bin

Sensor
Capacitive



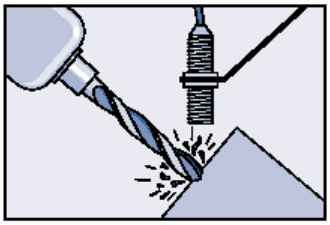
Application
Detecting Full Open or Closed Valve Postition

Sensor
12mm or 18mm Extra Duty



Application
Detecting Presence of Can and Lid

Sensor
30mm Normal Requirements or UBERO, 18mm Normal Requirements Gating Sensor



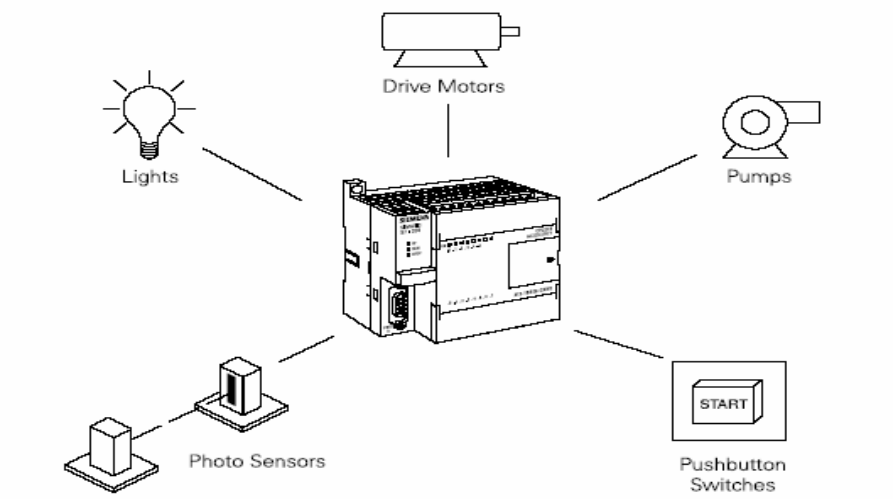
Application
Detecting Broken Bit on Milling Machine

Sensor
18 mm

الفصل التاسع

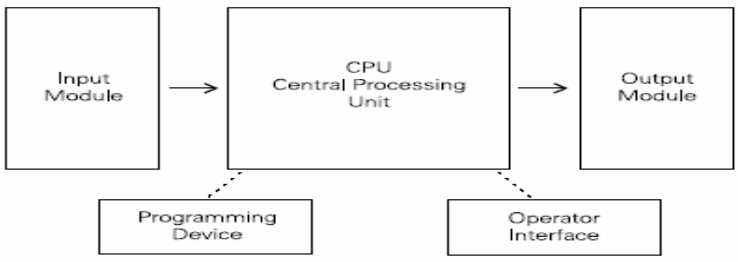
Basic of PLC

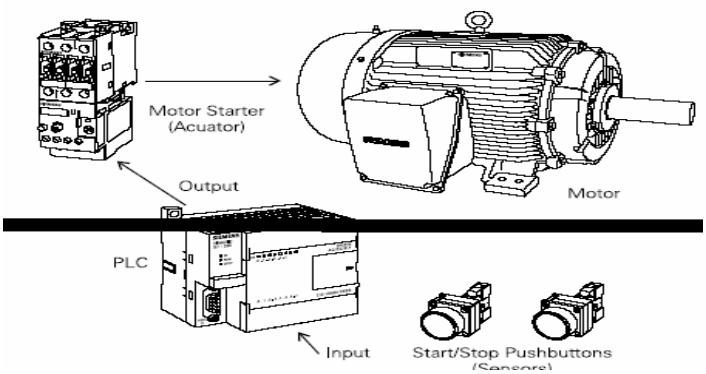
و عن طريق البرنامج المخزن داخلة يقوم inputs بقراءة المعلومات الموجودة على المدخلات الـ plcيقوم ال ouputsباخراج المخرجات



plcعمل الـ

(وحدة معالجة البيانات المركزية) و التى تستقبل المدخلات ال cpu يتكوم من ثلاث مكونات اساسية ال plcال
و بناء على البرنامج المخزن على ذاكرة ال cpu التعامل معها و تحولها الى معلومات منطقية يستطيع ال inputs
(تماثلية) analog (رقمية) او digital الى اشارات outputs يقوم باتخاذ القرارات و اخراج الخوارج ال cpu
المشغلات actuatorلتشغل
) من الممكن قراءة بعض المعلومات من العملية او ادخال بعض operator panelايضا عن طريق لوحة العامل (
و ايضا جهاز البرمجة من الممكن ان يتابع العملية او يضيف تعديلات للبرنامج بالاضافة الى cpuالمدخلات الى
وظيفتة الاساسية و هى تحميل البرامج



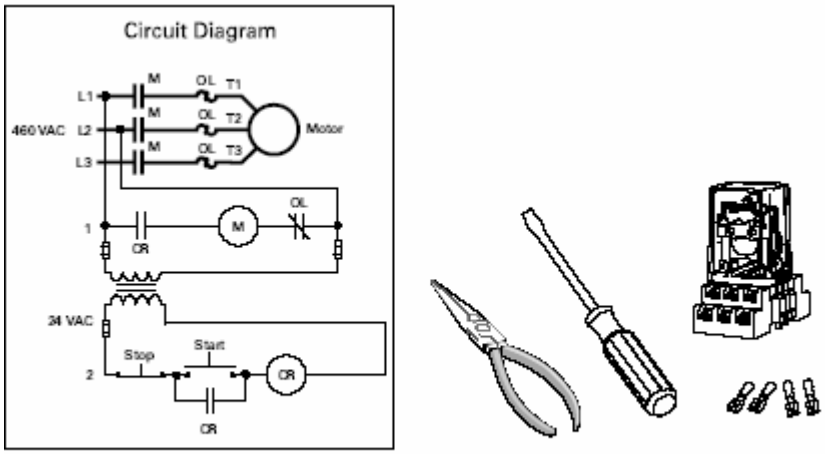


كانت دوائر التحكم من قبل

1- ترسم على لوحات كهربية
2- يتم شراء المكونات الكهربية
3- يقوم العمال بتركيبها حسب الرسم

و تقلل اعمال التركيبات relays يتم عمل الدوائر داخل البرنامج كما يتم توفير الكثير من ال plcو لكن مع ال plc من قبل اذا كان المطلوب عمل تعديل سوف يتطلب تغير التوصيلات و ايضا الرسم و ايضا تركيب مكونات جديدة لكن مع ال plc التعديل اسهل بدون كل ذلك ... اى اضافة التعديل فى البرنامج او ازالة شىء اسهل من توصيل اسلاك او ازالتها

عن عملها على دوائر كهربية معقدة التوصيل plcكما ان العمليات الصعبة المعقدة اسهل عملها على ال



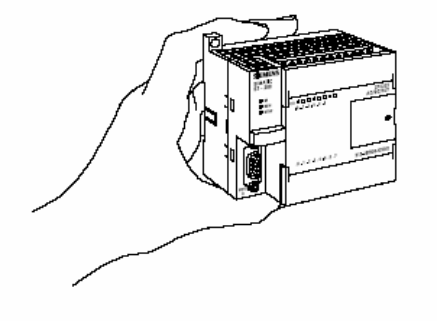
مميزات ال plc

1- اصغر حجما بالنسبة للتوصيلات الكهربية
2- اسهل و اسرع فى اتخاذ التغيرات و الحلول
3- يوجد بداخلة امكانية تتبع الاخطاء و ايجادها
4- التطبيقات سهل تخزينها و كتابتها بجانب الدوائر
5- التطبيقات تنفذ بسرعة و باقل التكاليف

اجهزة ال plc التى تقوم بانتاجها شركة siemens هى SIEMENS S7 200 S7 300 S7 400

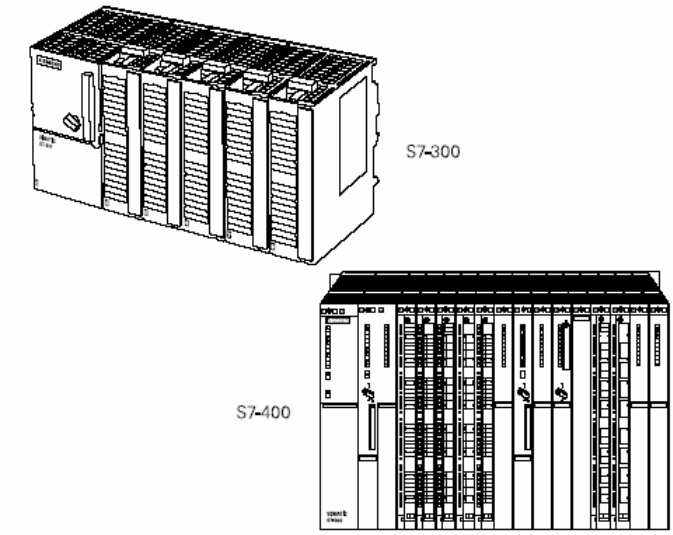
s7 200

ووحدة الكهرباء و المدخلات و المخرجات كلها فى جهاز واحد و يستخدم micoهو صغير الحجم و يسمى فى التطبيقات السهلة مثل المصاعد و غسيل العربات و بعض التطبيقات الصناعية الصغيرة مثل التعبئة و التغليف



S7 300 s7 400

يستخدمان فى التطبيقات الاكثر تعقيداً و هى تتعامل مع مدخلات و مخرجات كثيرة ووحدة المدخلات و يعتمد على مدى 400 s7او 300 s7المخرجات و الكهرباء عبارة عن وحدات مختلفة و اختيار اى من التعقيد و الامكانيات



number system نظام الاعداد

bit (بت) binary bits اى نظام ال (1 , 0) on , off المعلومات او يتعامل معها على هيئة plcيخزن ال
و تستخدم احيانا منفردة او فى صور رقمية

decimal system 1- النظام العشرى

weight) ووزن base اساس ((digit) ، كل الارقام لها وحدات

النظام العشرى هو المستخدم فى الحياة اليومية

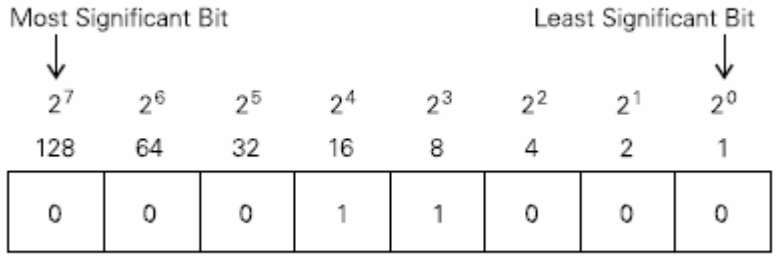
Ten digits	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Base	10
Weights	1, 10, 100, 1000, ...

النظام الثنائى -2 binary system

تستخدم فى الplc

Two digits	0, 1
Base	2
Weights	Powers of base 2 (1, 2, 4, 8, 16, ...)

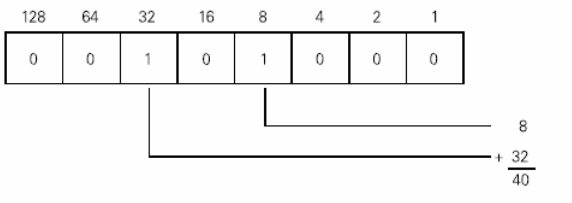
و هى اقل بت موجودة و مع كل 2 =1 ^{0} فى عواميد العمود الاول 0,1 يتم ترتيب 0,1 النظام الثنائى
صف يتضاعف هذا الرقم
most significant bit و اخر رقم يسمى اخر بت 2^{1} =2 اذن الثانى سوف يكون
و فى هذا المثال يكون ^{7} 128 = 2

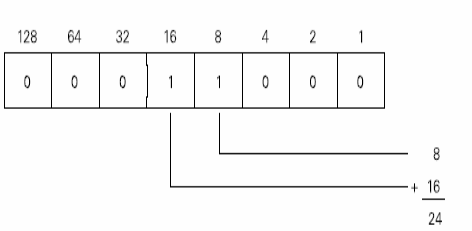


تحويل الاعداد من binary decimal >

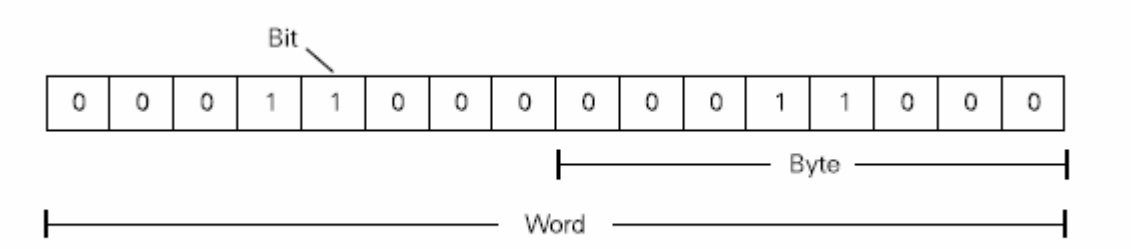
1- البحث عن 1 من الشمال الى اليمين
2- كتابة كل رقم عشرى لكل 1
3- جمع هذة الارقام

امثلة



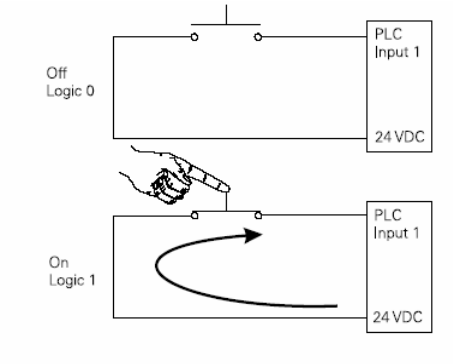


bit , byte, word , double word



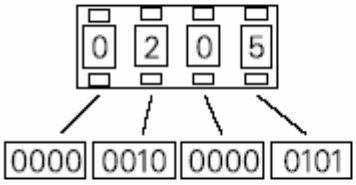
nipple = 4 bit
byte = 8 bit
word= 16 bit = 2 byte = 4 nipple
dword= 2 word= 32bit= 4 byte= 8 nipple

ال plc لا يستطيع الا فهم 0 , 1



BCD كود من الاعداد الثنائية

تستخدم هذة الانظمة فى المدخلات و DIGITS هى ارقام عشرية و كل رقم عشرى منهم يعبر عنة ب 4 وحدات المخرجات مثال لها العجلة الدائرة



Decimal Numbers	BCD Numbers
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

16 نظام ال HEXADECIMAL

16 digits	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
Base	16
Weights	Powers of base 16 (1, 16, 256, 4096 ...)

A = 10	D = 13
B = 11	E = 14
C = 12	F = 15

يستخدم هذا النظام فى الكمبيوتر لعرض BITS كل عن و بعبر كثيرة فى صورة اقل 4 BITS برمز واحد

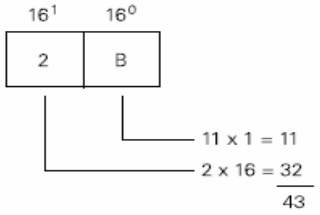
للتحويل من عدد عشرى الى HEXA

$$16\overline{)28}\ \begin{matrix}1\\ r\ 12\end{matrix}$$

1C

للتحويل من HEXA الى عشرى

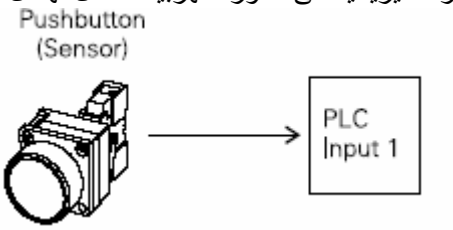
$16^0 = 1$
$16^1 = 16$
B = 11



المصطلحات الفنية TERMINOLOGY

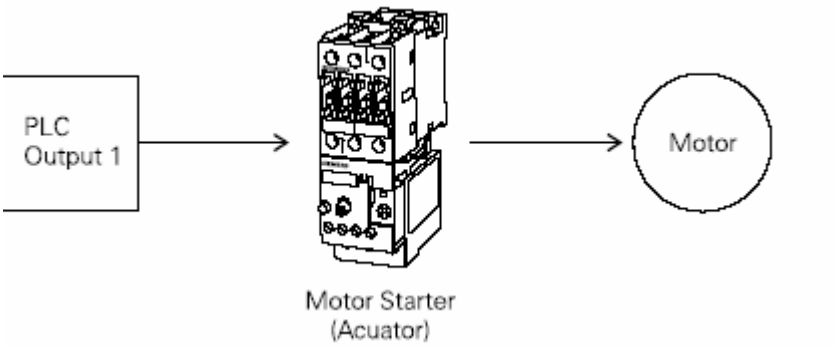
حساس -1 SENSOR

PUSH BUTTON هو محول من الصورة الفيزيائية الى صورة كهربية ، مثال لها ال



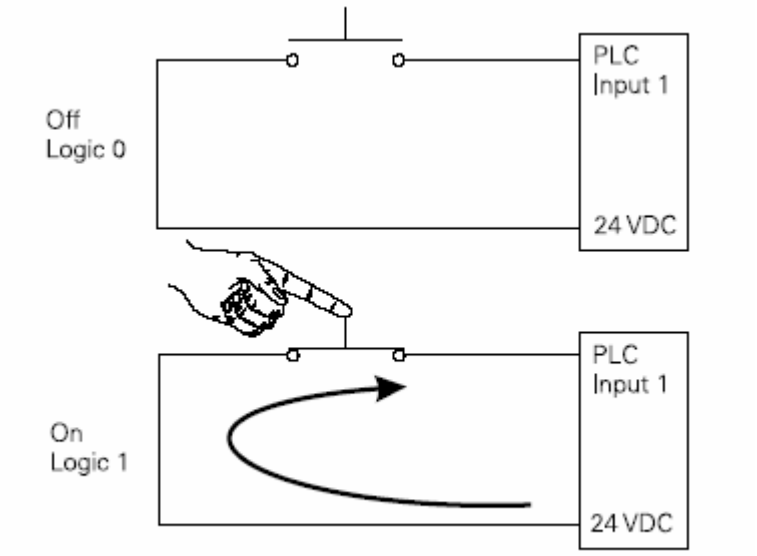
-2 ACTUATOR

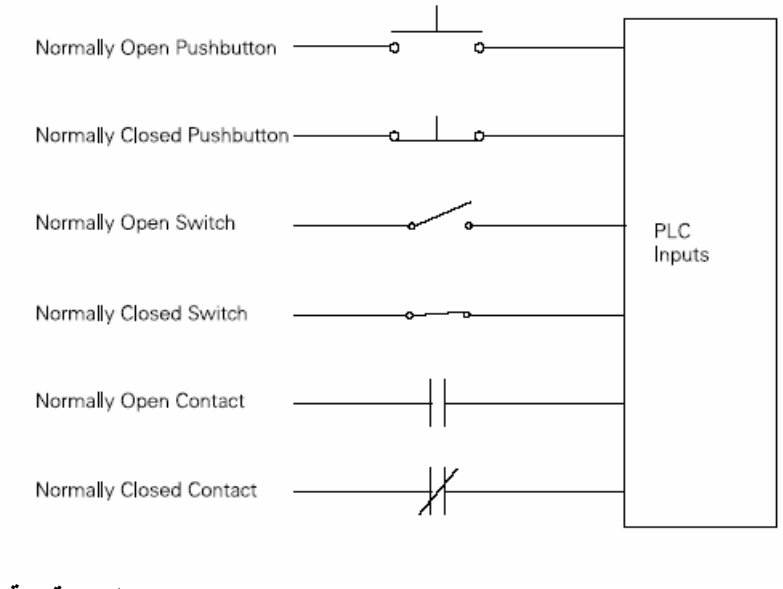
الى صورة فيزيائية PLC يحول الاشارة الكهربية الخارجة من ال
مثال لة بادئ الماتور



-3 DISCRETE INPUT

اى مفتاح منهم او حساس يوصل ب 24 فولت و ثم يعطى اشارة 1 بعدها لو كان مغلق (24 فولت) او 0 (0 فولت) لو كان مفتوح

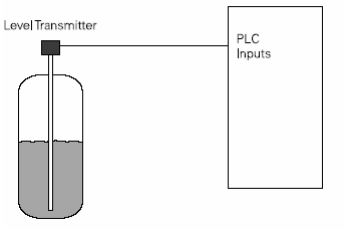




4- مدخلات رقيمية 4 ANALOG INPUTS

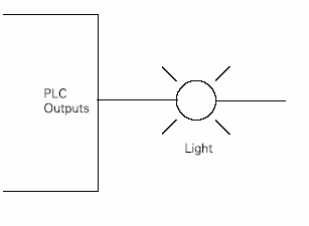
هو المدخلات التى تكون قيمتها مستمرة و هى تتراوح بين
4 DC الى 20 ملى امبير و 0 الى 20 ملى امبير و 0 الى 10 فولت

decrease as the level increases or decrea



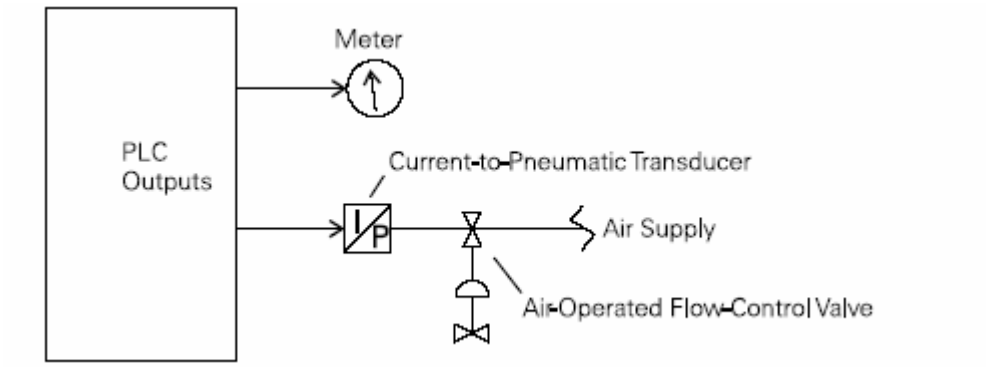
-5 DISCRETE OUTPUT

و يتم توصيلة على مشغل لغالق محبس او ملف كونتاكتور او ريلاى 1 , 0 عبارة عن PLC يكون الخارج من ال او لمبات تشغيل



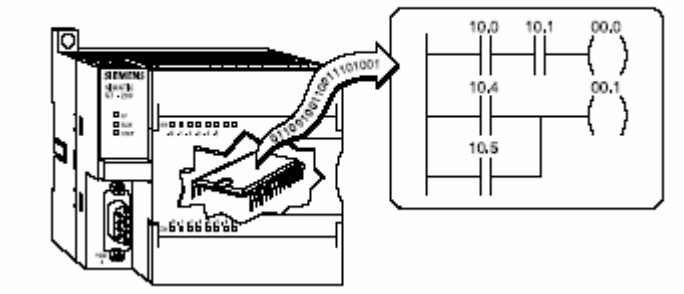
-6 ANALOG OUTPUT خارج تماثلى

ليشغل عداد مثلا او تيار من 4 الى 20 ملى امبير DC هو خارج قيمة مستمرة ممكن ان يكون من 0 الى 10 فولت ليعطة لجهاز يحول التيار الى ضغط يتحكم فى محبس هواء يفتح بنسبة معينة



-7 CPU

هو عبارة عن ميكروبروسيسور يقوم بقراءة المدخلات و بناءا على البرنامج المخزن على الذاكرة يتخذ قرارات اخراج الخرج و هو يقوم بعمليات مثل الخرج و العد و التزامن و مقارنة البيانات و عمليات تتابعية

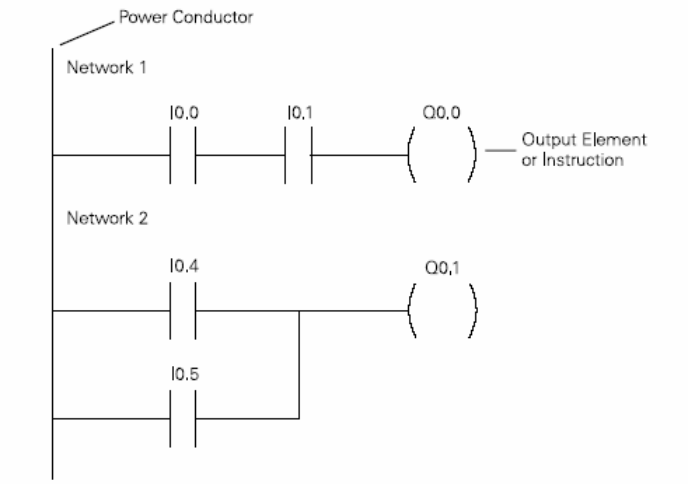


-8 PROGRAMMING البرمجة

البرنامج يحتوى على اوامر لتنفيذ مهمة معينة
برمجة ال PLC عبارة عن مجموعة من الاوامر و هناك طرق عديدة للبرمجة STL , FBD, LADDER

-9 LADDER

هذا النظام يشبة التوصيلات الكهربية و هو عبارة عن خط فى اقصى الشمال يمثل مصدر الكهرباء ثم الدائرة و كل دائرة تعتبر شبكة و الشبكات تتلو الاخرى لتنفيذ العمليات و الخارج فى النهاية هو نقطة رجوع الكهرباء



تقراء من الشمال الي اليمين

Q0.0 مدخلات لو كان كل منهما يعمل سوف يكون هناك خرج موجود على I 1.2 , I 0.1 فى هذا المثال

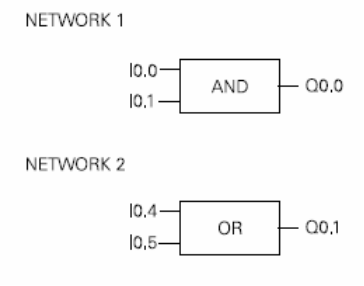
- 10 STATEMENT LIST (STL)

C هذة اللغة قريبة لمن يستخدمون لغات البرمجة العالية مثل

```
NETWORK 1
          LD      I0.0
          A       I0.1
          =       Q0.0
NETWORK 2
          LD      I0.4
          O       I0.5
          =       Q0.1
```

- 11 FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD)

البرمجة عن طريق استخدام صناديق للعمليات و هى اسهل للمتخصصين بالعمليات (كل عملية يعبر عنها صندوق ليصفها)



-12 PLC SCAN

PLC وظيفة المسح لل

بقراءة المدخلات ثم ينفذ البرنامج المسجل علية ثم يقوم بعمليات الاتصال و يجديد المخرجات ثم PLC يقوم ال

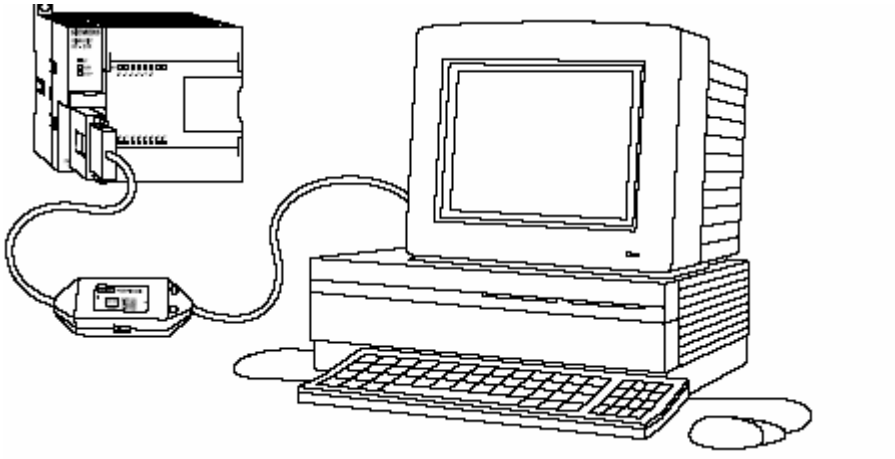
و حجم الذاكرة كمية الاتصالات I/0 يعود لينفذ من جديد و الفترة الزمنية فى هذة العملية تعتمد على عدد ال

-13 SOFTWARE

استخدمها و هى تحتوى على الاوامر الخاصة بالبرامج التى تشغل PLCالمعلومات التى يستطيع الكمبيوتر و ال المكونات الصلبة

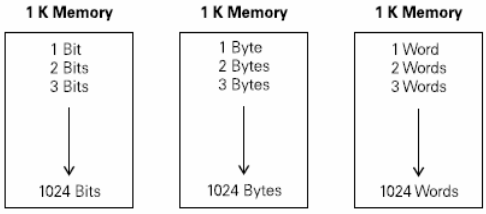
-14 HARDWARE

و جهاز البرمجة و الكابل المستخدم PLC هى المكونات الصلبة امثال ال



15 – MEMORY SIZE حجم الذاكرة

KILO = K= 1000 UNIT
1K = 1024 عند التكلم عن الكمبيوتر
لان = 2^{10} 1024
1024 WORD او 1024 BYTE او 1024 BIT ممكن تكون



-16 RANDOM ACCESS MEMORY (RAM)

ذاكرة الدخول العشوائية

هى الذاكرة يمكن الدخول على المعلومات الموجودة فيها و قرائتهاو تغيرها و تستخدم لتخزين المعلومات المتغيرة مع الوقت و لكنها عند فقد الكهرباء تفقد هذة المعلومات الموجودة فى ذاكرتها لذلك لابد من وجود بطارية لحماية ذلك

-17 READ ONLY MEMORY (ROM)

ذاكرة قراءة فقط

هى نوع من انواع الذاكرة المعلومات تقرأ فيها فقط و لا يمكن تغيرها تستخدم فى حفظ المعلومات الغير مطلوب مسحها و عند انقطاع الكهرباء لا تفقد المعلومات الموجودة عليها و تستخدم لتخزين البرنامج التشغيلى للـ PLC

-18EPROM (ERASEABLE PROGRAMABLE READ ONLY MEMORY) الـ

لتمنع التغيرات الغير مطلوبة فى البرنامج
جهاز اشعة فوق ULTRA VILOT المعلومات الموجودة عليها تقرأ فقط و صعب مسح ما عليها الا باستخدام تستخدم الكهرباء لمسح ما عليها EEPROM بنفسجية و هناك ايضا

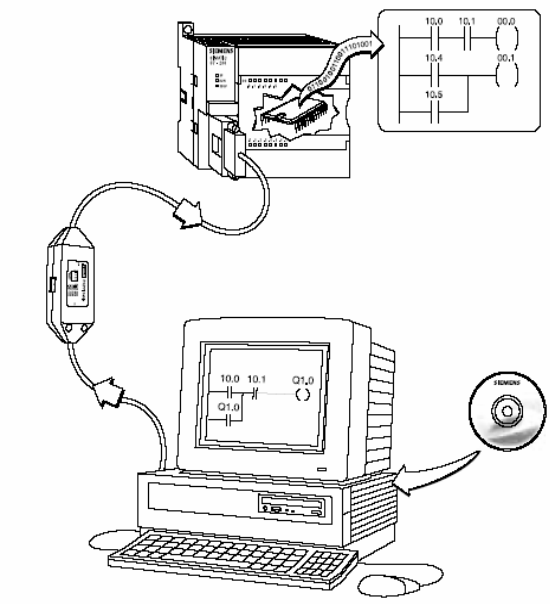
-19FIRMWARE

الاساسية PLC و الذى يحتوى على وظائف ال PLC فى الـEPROM هو البرنامج التشغيلى الذى يسلم مع الذاكرة

الذاكرة تقسم الى

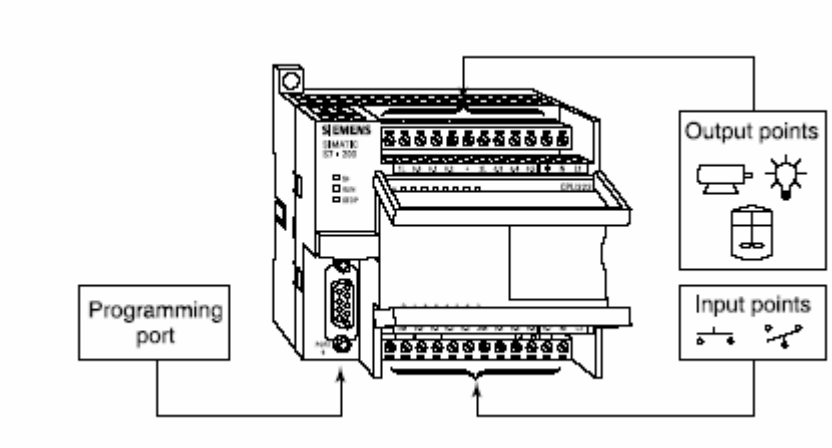
1- مكان للبرنامج : تحتوى على اوامر البرنامج التى يتم تحميلها من جهاز البرمجة
2- مكان للمعلومات : هى امكان الاحتفاظ بامكان العمليات التى تمت بالبرنامج مثل قراءة العداد او الزمن
3- مكان للتعريفات و المتغيرات : تحتفظ بمعلومات المكونات الموصلة بالـPLC

المتطلبات لعمل او تغيير برنامج :



1- PLC
2- جهاز برمجة : هو جهاز كمبيوتر يتم انزال SOFTWARE عليه المستخدم لكتابة البرنامج ثم يتم تحميل الPLC بالبرنامج الذى يحتوى على اوامر العمليات عن طريق توصيل جهاز البرمجة بكابل خاص بجهاز الPLC
3- SOFTWAREللبرمجة
4- كابل توصيل بين جهاز البرمجة و ال PLC

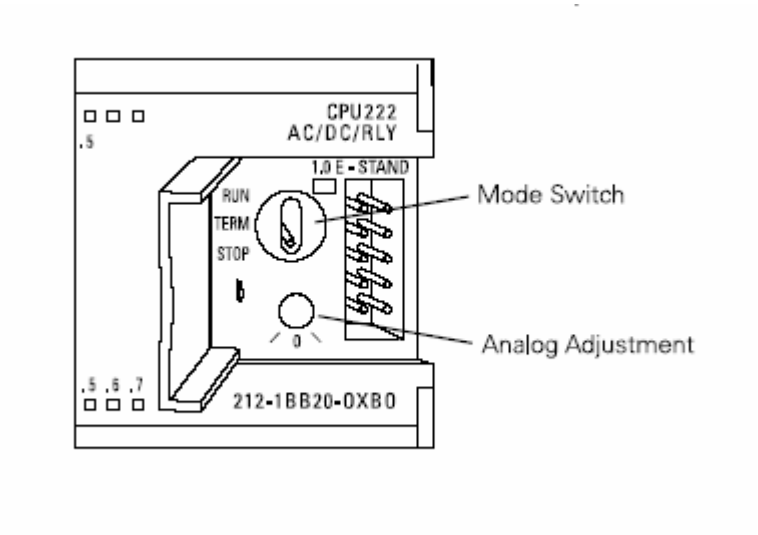
بصفتة امكانيتة قليلة و يوضح بعض PLC SIEMENS S7 200 MICRO سوف نتخصص الان فى التطبيقات المهمة المستخدمة فى ال PLC



يتضح نوع الكهرباء PLC يوجد بعض الانواع يوصل لها مصدر كهرباء متردد و اخرى ثابت و فى وصف ال CPU 222 DC DC DC

الولى من الشمال للكهرباء المصدر تليها للدخل ثم للخرج

Feature	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226
Memory				
Program	4 kbytes	4 kbytes	8 kbytes	8 kbytes
User Data	2 kbytes	2 kbytes	5 kbytes	5 kbytes
Memory Type	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Memory Cartridge	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Data Backup	50 Hours	50 Hours	190 Hours	190 Hours
I/O				
Local Digital I/O	6 In/4 Out	8 In/6 Out	14 In/10 Out	24 In/16 Out
Maximun Number of Expansion Modules	None	2	7	7
Max Digital I/O with Expansion	6 In/4 Out	40 In/38 Out	94 In/74 Out	128 In/120 Out
Max Analog I/O with Expansion	None	8 In/2 Out or 0 In/4 Out	28 In/7 Out or 0 In/14 Out	28 In/7 Out or 0 In/14 Out
Instructions				
Boolean Execution Speed	0.37 µs/Inst.	0.37 µs/Inst.	0.37 µs/Inst.	0.37 ms/Inst
Internal Relays	256	256	256	256
Counters	256	256	256	256
TImers	256	256	256	256
Sequential Control Relays	256	256	256	256
For/Next Loops	Yes	Yes	Yes	Yes
Integer Math (+-*/)	Yes	Yes	Yes	Yes
Real Math (+-*/)	Yes	Yes	Yes	Yes
Enhanced Features				
Built-In High-Speed Counter	4 (30 KHz)	4 (30 KHz)	6 (30 KHz)	6 (30 KHz)
Analog Adjustments	1	1	2	2
Pulse Outputs	2 (20 KHz, DC)	2 (20 KHz, DC)	2 (20 KHz, DC)	2 (20 KHz, DC)
Communication Interrupts	1 Transmit/2 Receive	1 Transmit/2 Receive	1 Transmit/2 Receive	1 Transmit/2 Receive
Timed Interrupts	2 (1ms - 255ms)	2 (1ms - 255ms)	2 (1ms - 255ms)	2 (1ms - 255ms)
Hardware Input Interrupts	4	4	4	4
Real-Time Clock	Yes (Cartridge)	Yes (Cartridge)	Yes (Built-In)	Yes (Built-In)
Password Protection	Yes	Yes	Yes	Yes
Communications				
Number of Ports	1 (RS-485)	1 (RS-485)	1 (RS-485)	2 (RS-485)
Protocols Supported Port 0	PPI, MPI Slave, Freeport	PPI, MPI Slave, Freeport	PPI, MPI Slave, Freeport	PPI, MPI Slave, Freeport
Profibus Peer-to-Peer	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)



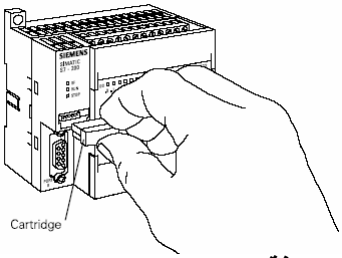
MODE SWITCH

RUN يكون فية ال PLC يعمل و يقوم بتنفيذ البرنامج المخزن علية
STOP يكون فية ال PLC متوقف
TERM يكون فية ال PLC فى وضع يسمح لجهاز البرمجة باختيار نظام التشغيل

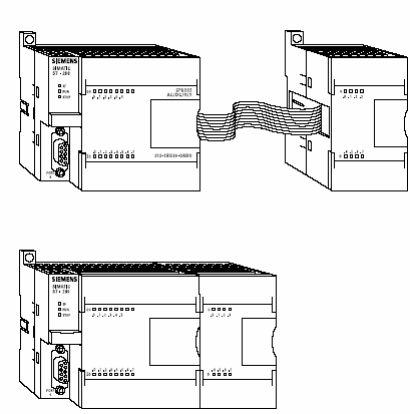
Analog adjustment هو مفتاح لضبط قيمة مخزنة فى وحدة ذاكرة خاصة و تستخدم مثلا فى ضبط قيمة عداد زمن او عداد ارقام او ضبط نهاية

اضافة كارت اضافى

اضافة كارت ذاكرة اضافى للاحتفاظ بالبرنامج
اضافة كارت للساعة



اضافة كروت لزيادة الدخل و الخرج

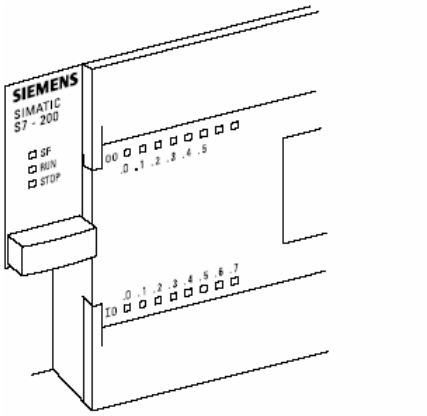


كابل بلاستيكى صغير يتم اضافتة لتوصيل كارت اضافة للخرج و الدخل ثم يتم الغلق عليها

هناك حد اعلى لتزويد كروت الدخل و الخرج cpu لكل نوع
و لا يوجد زيادة ممكنة output و 4 input 6 cpu 221 مثلا
و يمكن اضافة كارتين اضافيين output و 6 input 8 cpu 222

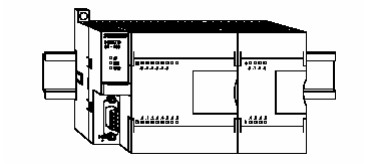
CPU 221								6 Inputs, 4 Outputs No Expansion
CPU 222	EM	EM						8 Inputs, 6 Outputs Accepts up to 2 Expansion Modules (EM)
CPU 224	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	14 Inputs, 10 Outputs Accepts up to 7 Expansion Modules (EM)
CPU 226	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	24 Inputs, 16 Outputs Accepts up to 7 Expansion Modules (EM)

status indicators لمبات البيان

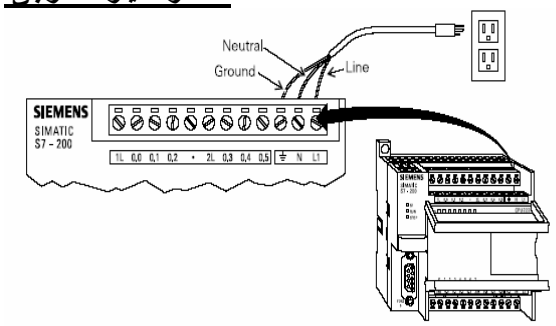


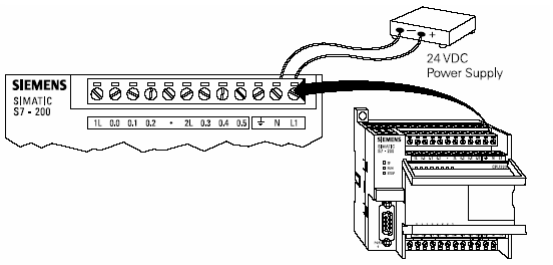
و يعمل run فى وضع plc اخضر تعنى ان ال run
فى وضع التوقف plc تعنى ان ال اصفر Stop
لمبات البيان للدخل و الخرج خضراء و كل لمبة مقابلة لدخل او خرج و عندما يكون الدخل الذى امامها يعطى اشارة فتضئ اللمبة التى امامها 24vdc "1" احساس

التثبيت installing



مصدر التيار الخارجى





ترقيم الدخل و الخرج
i/o numbering

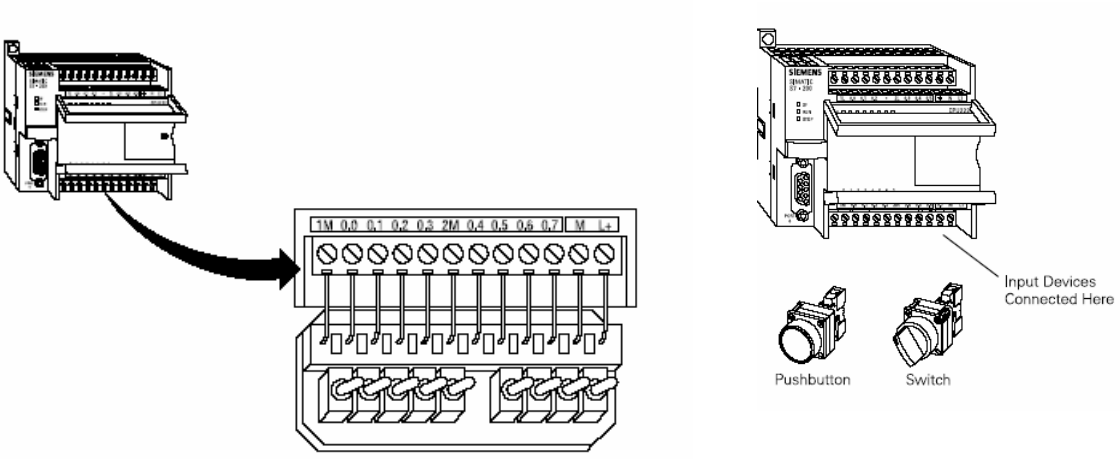
اول رقم هو ال byte و الثانى هو ال bit

I0.0 = Byte 0, Bit 0
I0.1 = Byte 0, Bit 1
I1.0 = Byte 1, Bit 0
I1.1 = Byte 1, Bit 1

و هذا جدول موضح لارقام الدخل و الخرج

I0.0	1st Input	I1.0	9th Input	Q0.0	1st Output	Q1.0	9th Output
I0.1	2nd Input	I1.1	10th Input	Q0.1	2nd Output	Q1.1	10th Output
I0.2	3rd Input	I1.2	11th Input	Q0.2	3rd Output		
I0.3	4th Input	I1.3	12th Input	Q0.3	4th Output		
I0.4	5th Input	I1.4	13th Input	Q0.4	5th Output		
I0.5	6th Input	I1.5	14th Input	Q0.5	6th Output		
I0.6	7th Input			Q0.6	7th Output		
I0.7	8th Input			Q0.7	8th Output		

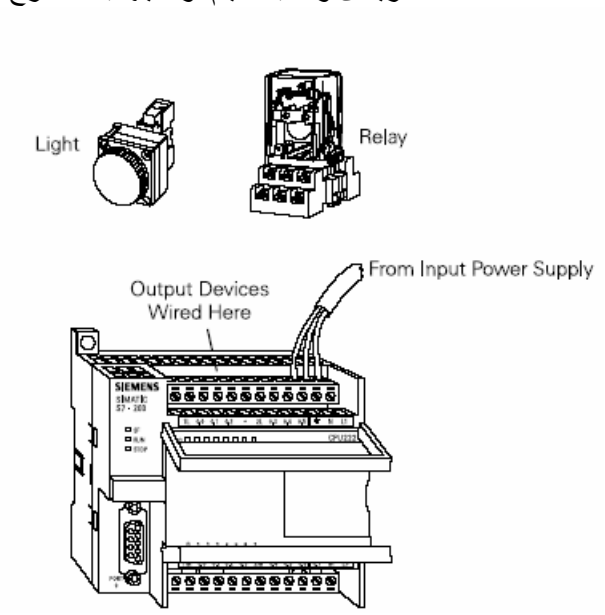
لاختبار البرنامج و اختبار الدخل **input input simulator الدخل**



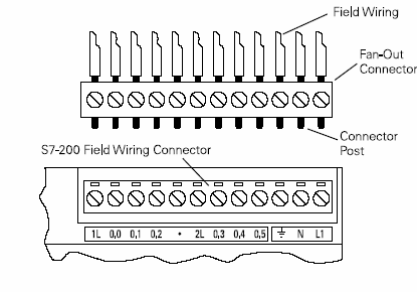
-

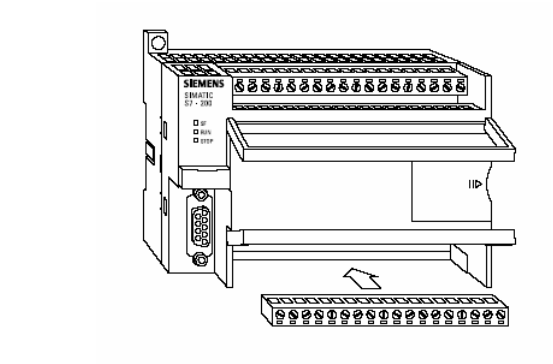
output الخرج

امثال الريلاى و المبات يتم توصيلها بعد الخرج



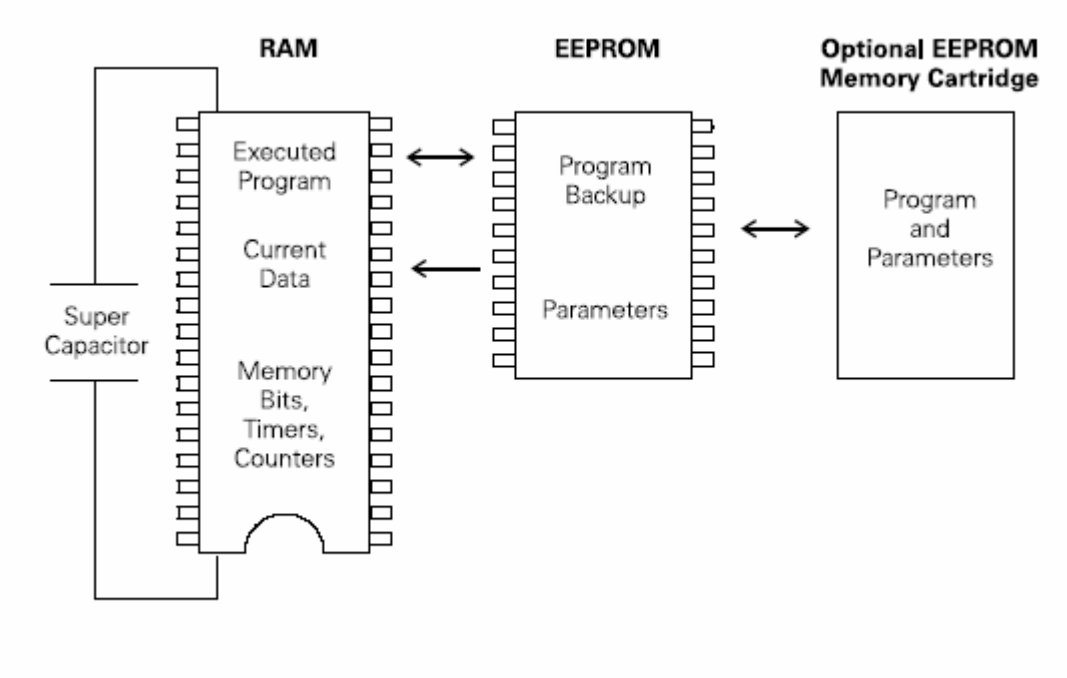
plc وجود وصلات منفصلة لسهولة عمل توصيل للاسلاك بدون التعامل مع ال





المكثف

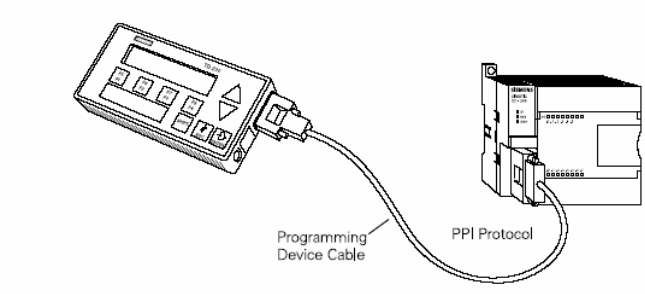
يستخدم لحفظ المعلومات المخزنة



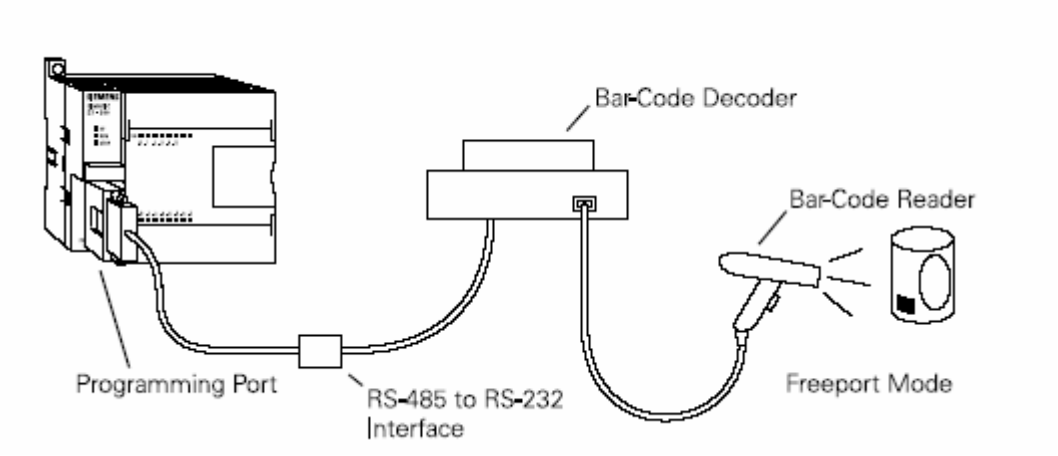
plc s7 300, 400, 200 لتوضيح امكانيات اى نوع من manual و يوجد

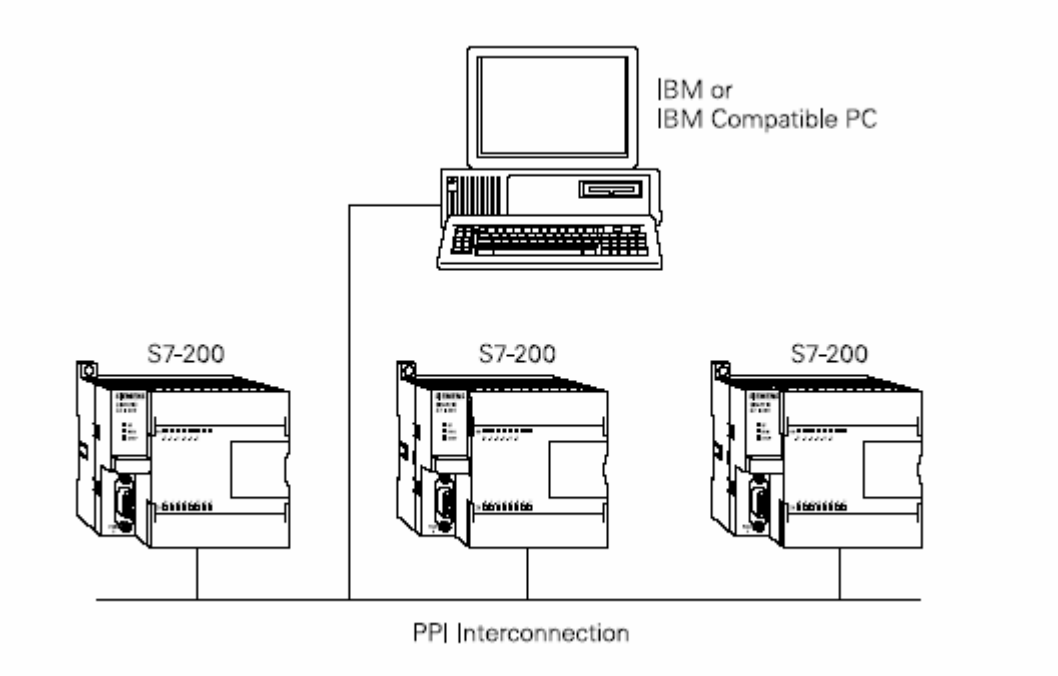
توصيل احهزة اضافية

-1 **OP**



مثل الوقت و دورة S7 200 لعرض الرسائل الكتابية و ايضا وضع بعض البيانات الى


Bar-Code Decoder
Bar-Code Reader
Programming Port
RS-485 to RS-232
Interface
Freeport Mode


IBM or
IBM Compatible PC
S7-200
S7-200
S7-200
PPI Interconnection

برمجة ال PLC

الاوامر العادية : مثل المنطقية و العدادو التزامنات و النقل
الاوامر الخاصة : مثل عمل ترحيل للبيانات يمينا او شمالا او التحويل و الحسابات الرياضية
الاوامر الخاصة بالسرعات العالية : للعدادات السريعة

PLC للقيام بالبرنامج الذى سوف يشغل ال SOFTWARE يستخدم

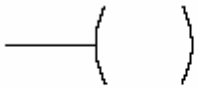
-1 SYMBOLS الرموز

لكل مكون من مكونات التحكم مثل الدخل و الخرج ممكن تسمية بتسمية خاصة بة توضح دورة

SYMBOL " CONTROL ON " = I 0.0

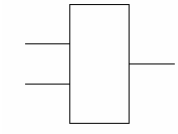
-2 CONTACTS

-3 COILS



Q الذى يعمل بعد ان يتحقق الدائرة الكهربية الموصلة بة و هو يتحكم فى الخرج RELAY هو يمثل ال
"1"و اثناء تحققة يكون

-4 BOXES

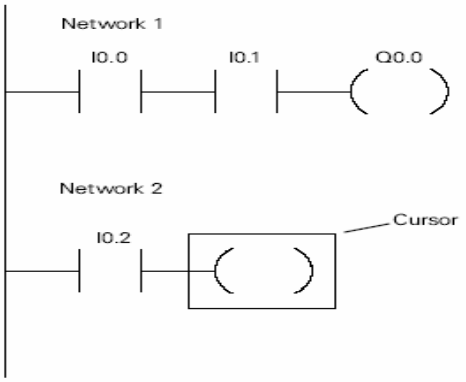


الصناديق التى توضح عملية كهربية معينة

\

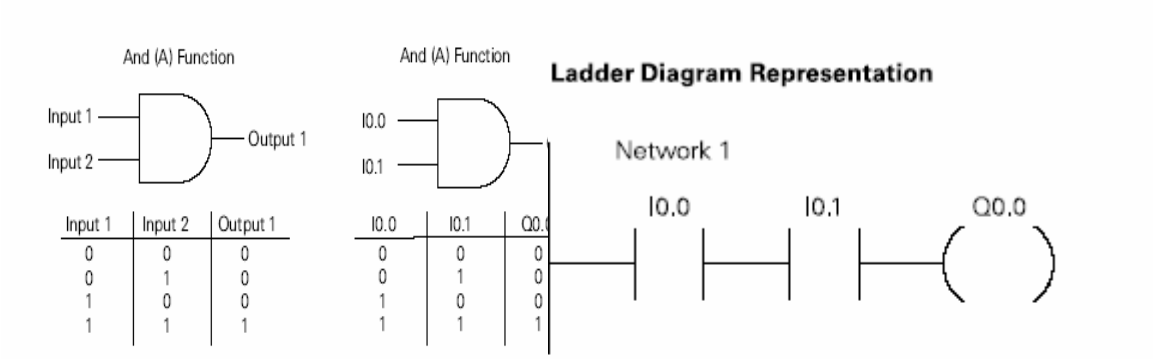
ادخال المكونات

المستخدمة يوجد قائمة لاختيار المكونات لادخالها الدوائر لعمل البرنامج SOFTWARE من خلال ال



العمليات المنطقية

AND

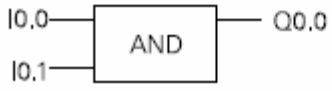


Statement List Representation

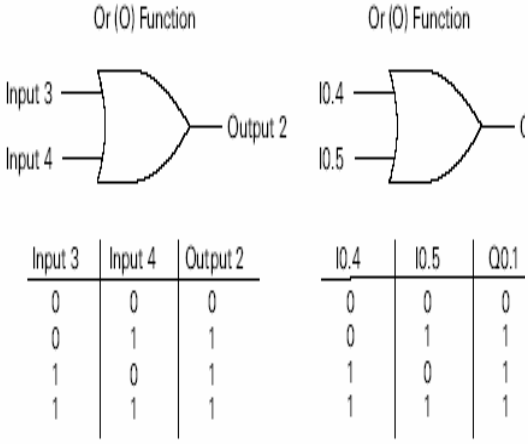
```
Network 1
LD      I0.0
A       I0.1
=       Q0.0
```

Function Block Diagram Representation

Network 1



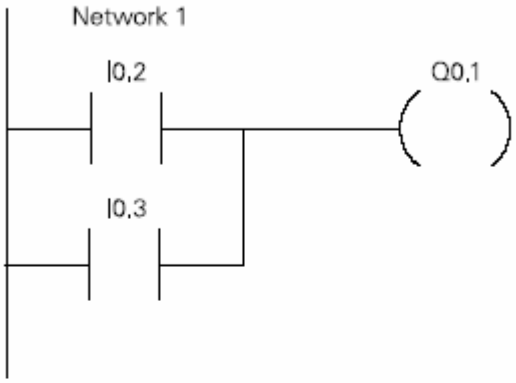
OR



Input 3	Input 4	Output 2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

I0.4	I0.5	Q0.1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Ladder Diagram Representation

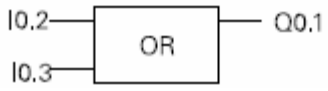


Statement List Representation

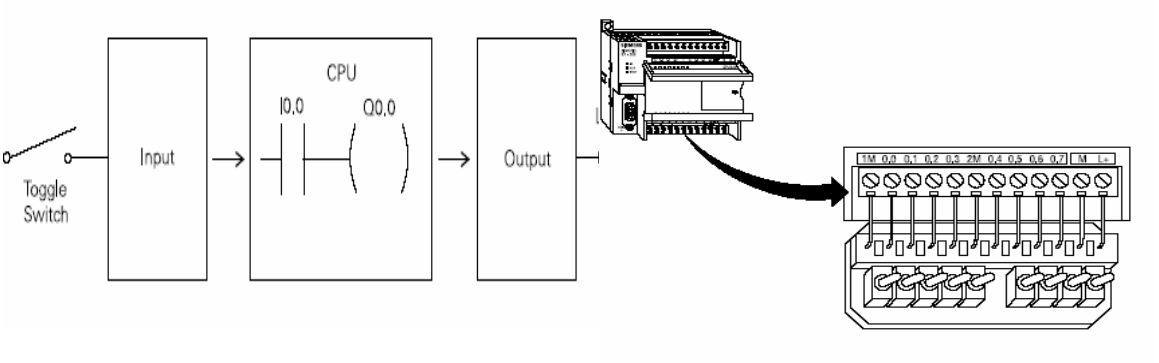
```
Network 1
LD      I0.2
O       I0.3
=       Q0,1
```

Function Block Diagram Representation

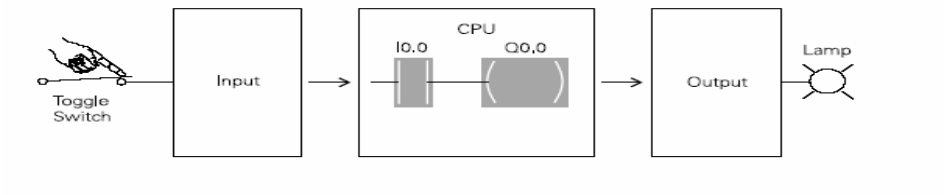
Network 1



اخبار البرنامج

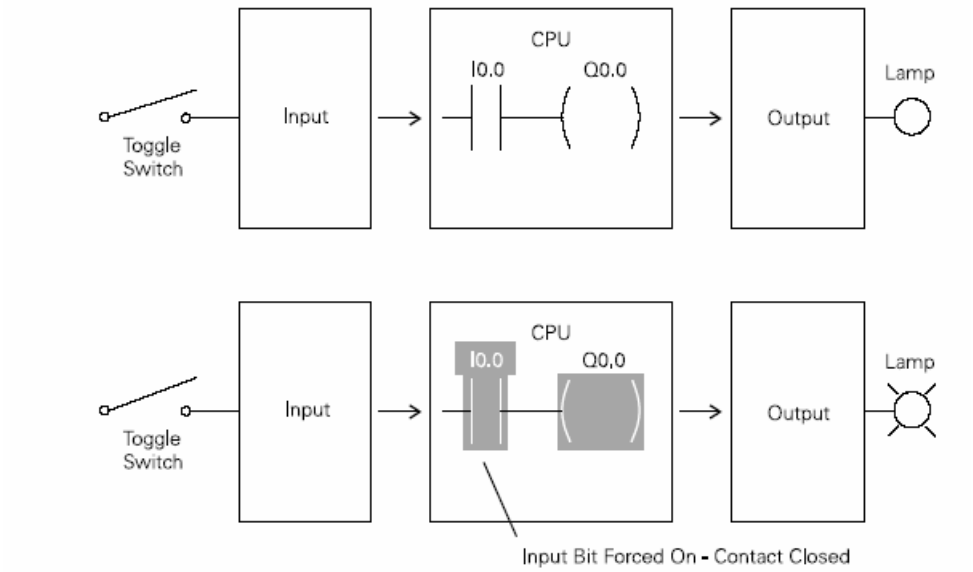


(الحالة PLC للاتصال و روية البرنامج مباشرة من على ال ONLINE الاختبار من داخل البرنامج عمل الطبيعية فى الوقت الحالى)

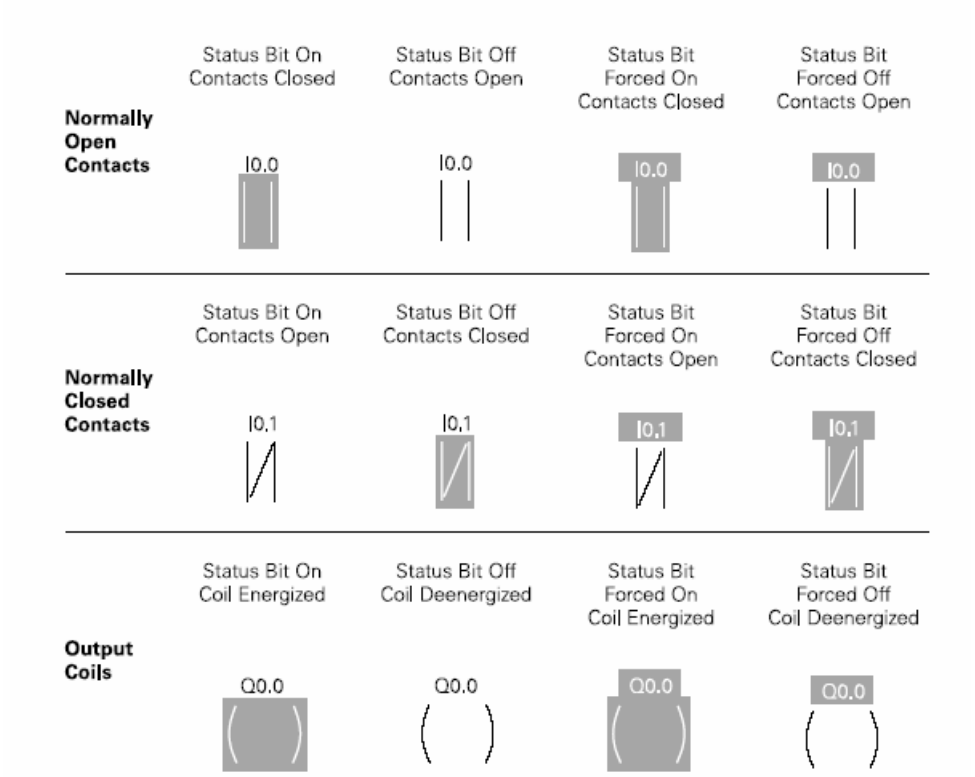


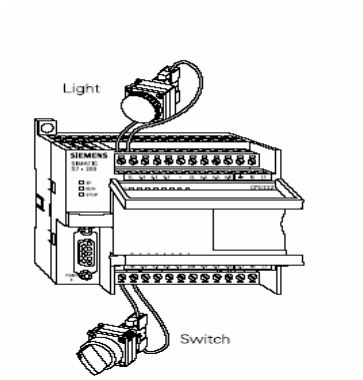
FORCING

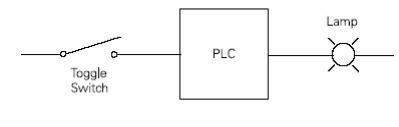
ان يكون 1 او 0 باستخدام البرنامج لاختبار بعض الدوائر الكهربية INPUT تستخدم هذة الطريقة لاجبار حالة

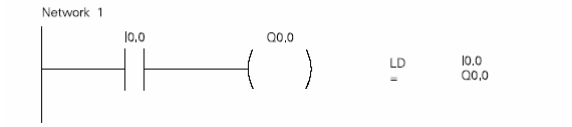


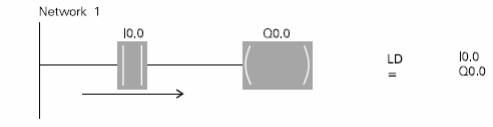
ONLINE على برنامج الكمبيوتر CONTACT الحالات التى يظهر بها ال


Status Bit On
Contacts Closed
Status Bit Off
Contacts Open
Status Bit
Forced On
Contacts Closed
Status Bit
Forced Off
Contacts Open
Normally
Open
Contacts
I0.0
I0.0
I0.0
I0.0
Status Bit On
Contacts Open
Status Bit Off
Contacts Closed
Status Bit
Forced On
Contacts Open
Status Bit
Forced Off
Contacts Closed
Normally
Closed
Contacts
I0.1
I0.1
I0.1
I0.1
Status Bit On
Coil Energized
Status Bit Off
Coil Deenergized
Status Bit
Forced On
Coil Energized
Status Bit
Forced Off
Coil Deenergized
Output
Coils
Q0.0
Q0.0
Q0.0
Q0.0

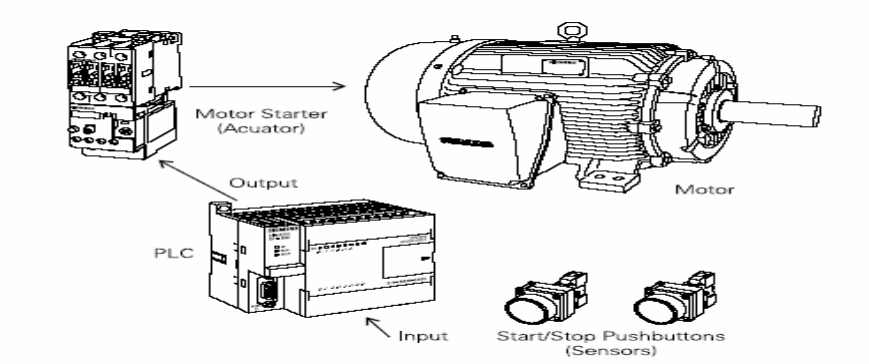

Light
Switch

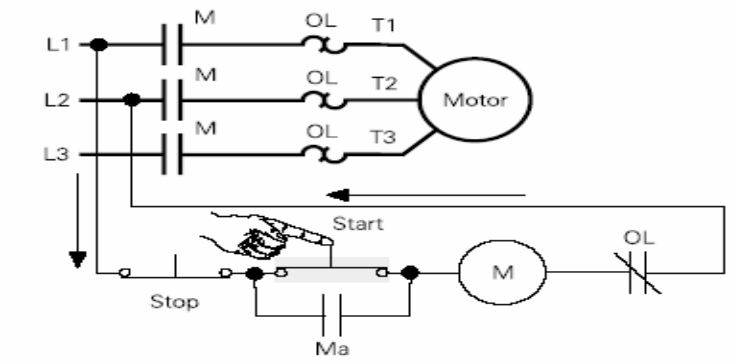

Lamp
PLC
Toggle
Switch

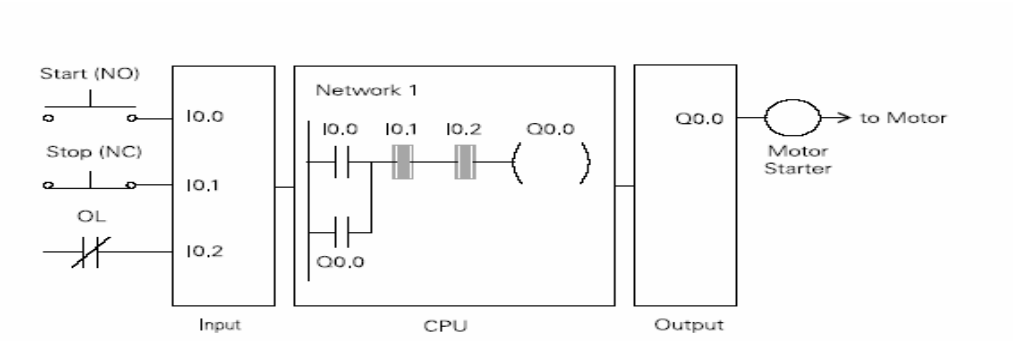

Network 1
I0.0
Q0.0
LD
=
I0.0
Q0.0

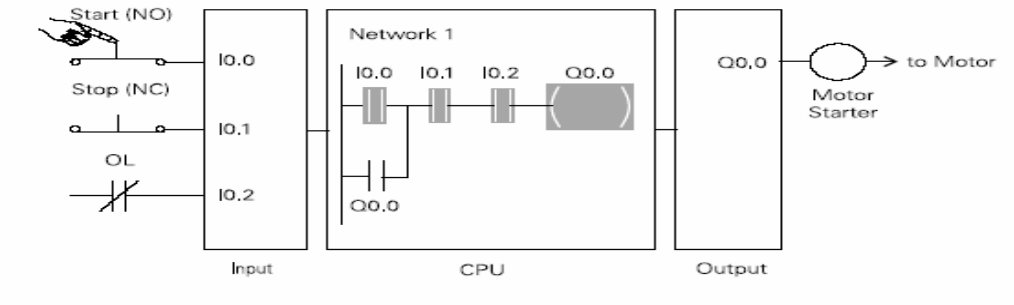

Network 1
I0.0
Q0.0
LD
=
I0.0
Q0.0

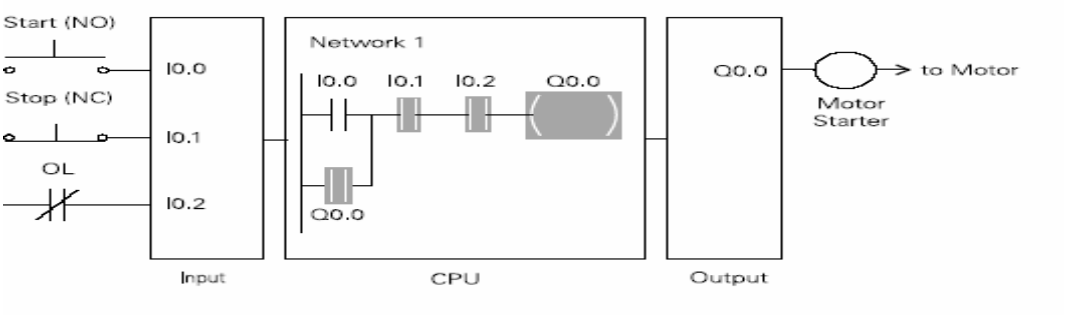
مثال لتشغيل ماتور

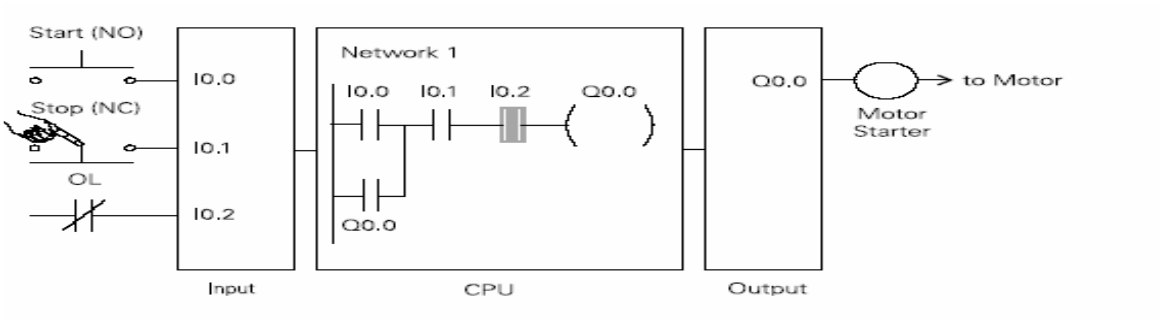


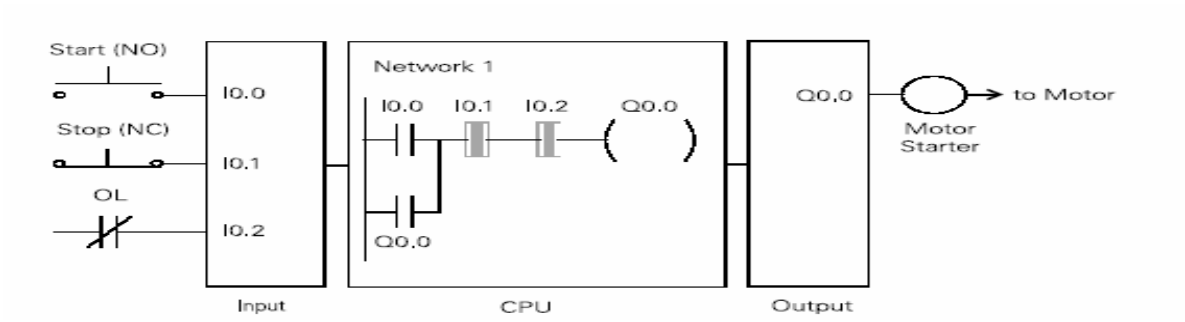




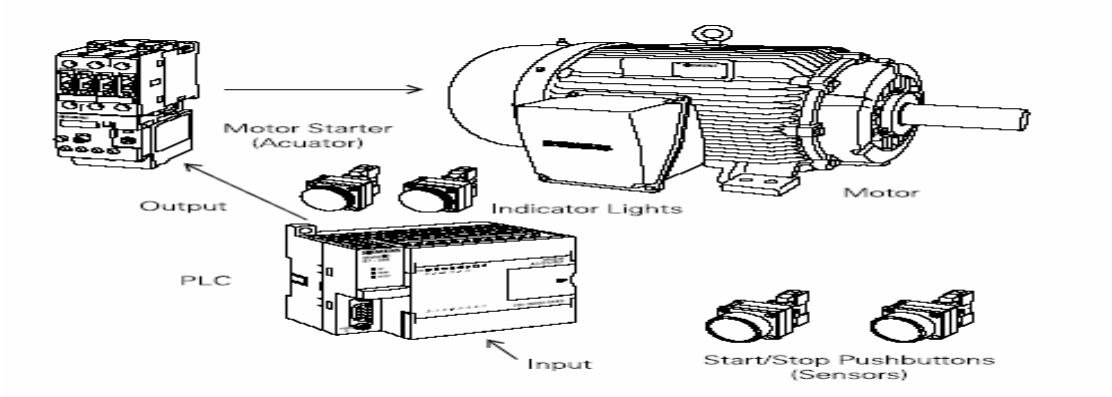


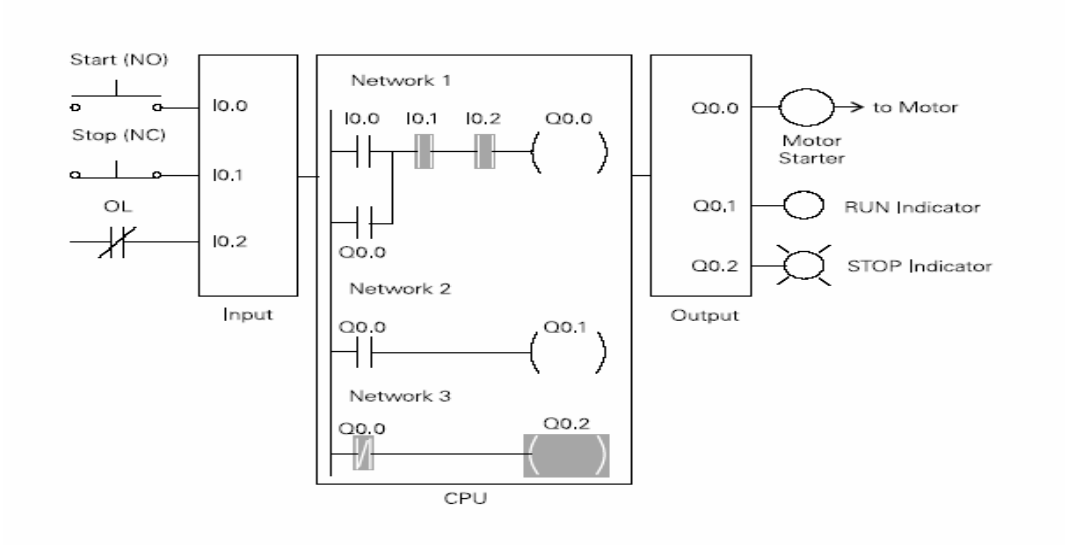


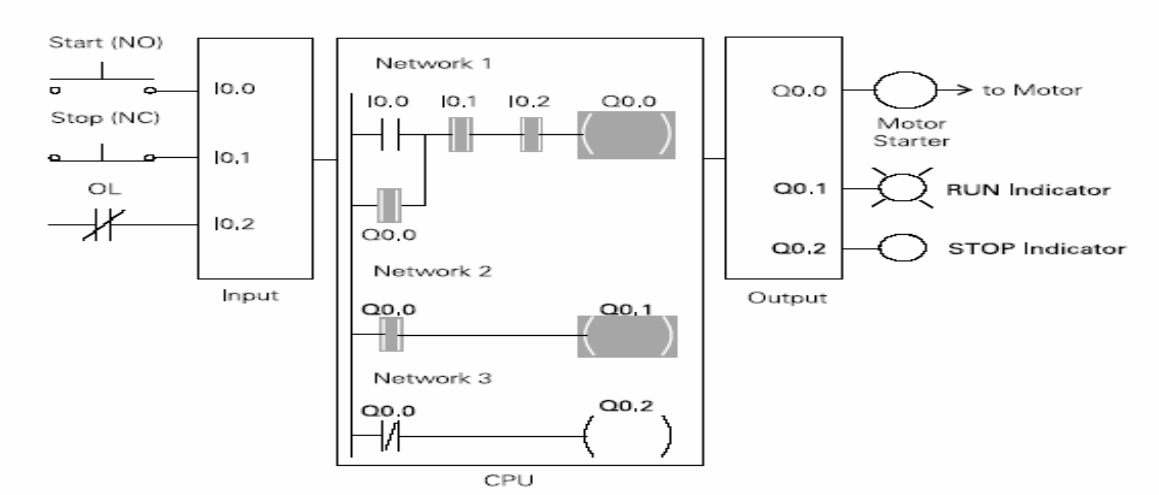




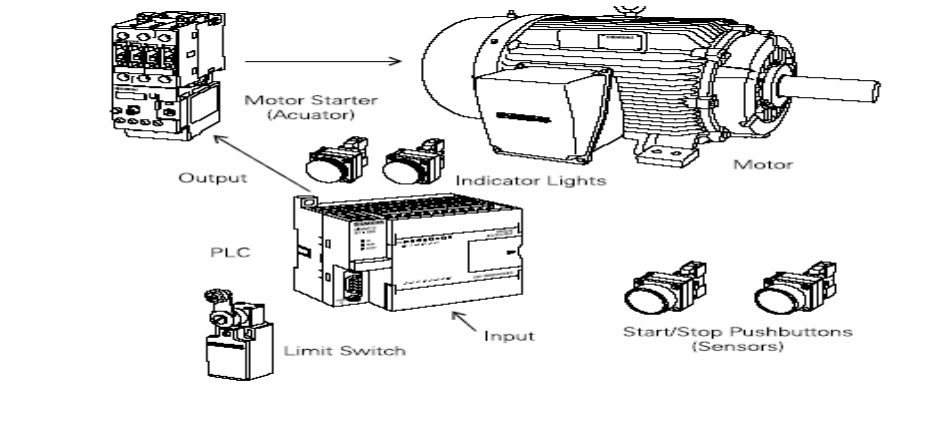
زيادة لمبات البيان

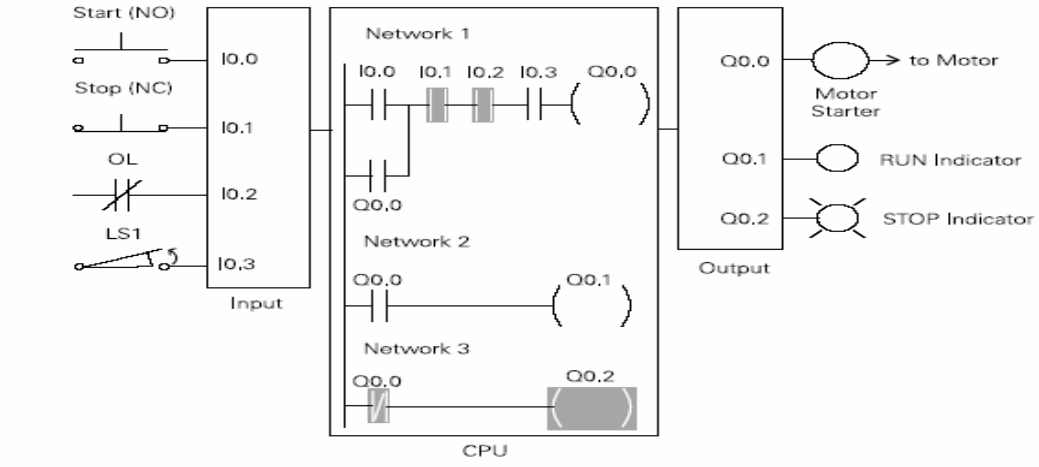






اضافة حساس لنهاية المشوار



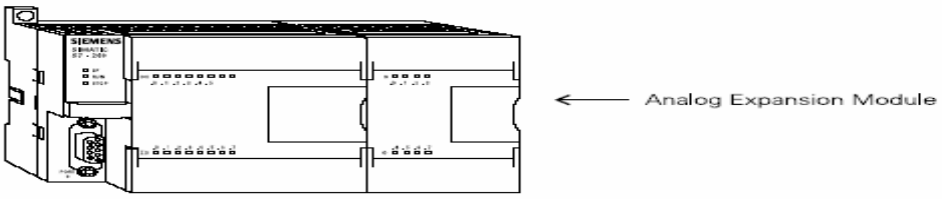


و من الممكن اضافة العديد من الحساسات و المفاتيح على حسل التطبيق

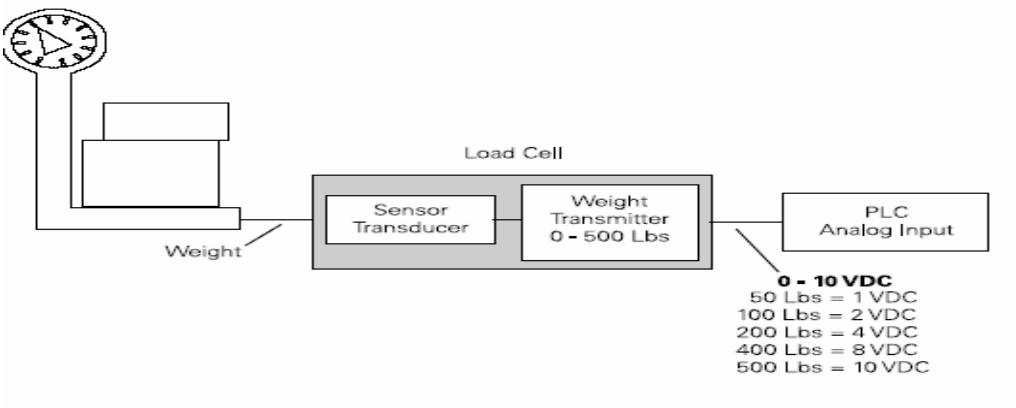
OUTPUT & ANALOG INPUT المدخلات و المخرجات التماثلية

تستخدم للتعبير مثلا عن قيم 4-20mA و 0-10VDC ايضا مع مدخلات تماثلية لها قيمة من PLC يعمل ال لكى DIGITAL بتحويل هذة القيم الى قيم PLC السرعة او الحرارة او الوزن او المستوى لابد ان يقوم ال يستطيع التعامل معها

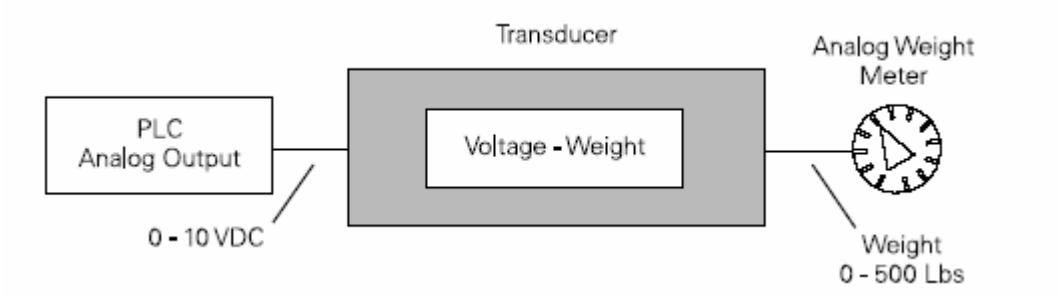
التعامل PLC يستطيع ال DIGITAL 12 BIT ليحول القيمة الى ANALOG و يستخدم كارت اضافى معها ويستخدم للتوصيل بقيم فولت او تيار او مقاومة



ANALOG INPUT

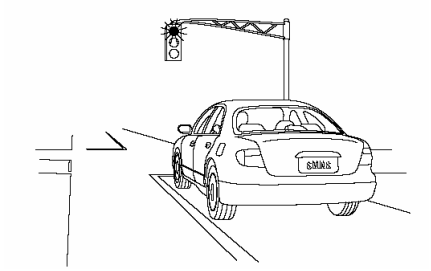


ANALOG OUTPUT



Timers

مثال لها اشارة المرور

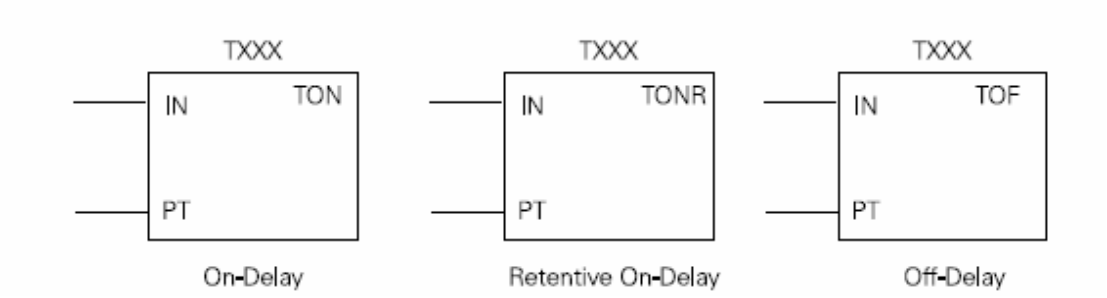


انواعهم

تعمل بتاخير و تستمر

يفصل بعد وقت

تعمل بتاخر



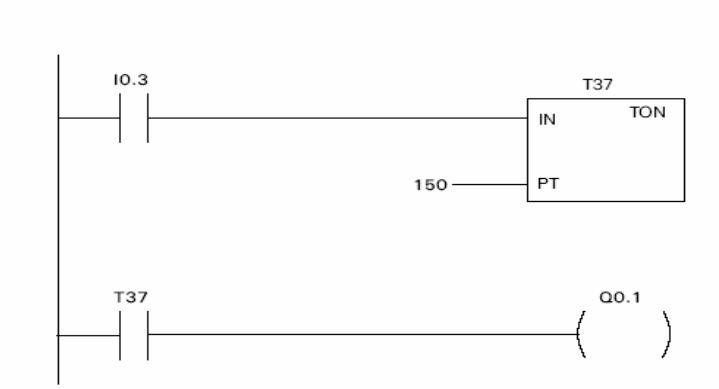
هى الاشارة التى تعنى بدا العمل للعدا د الزمنى In

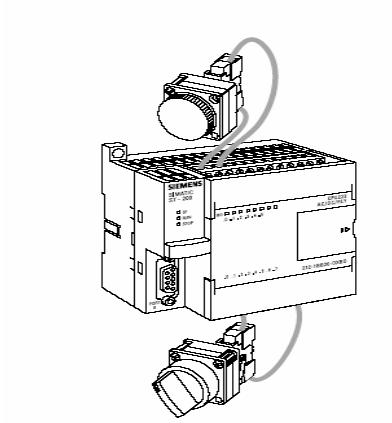
هو الوقت المطلوب ان يستمر فية العداد الزمنى فى العمل PT

327.67s, 3276.7s, 32,767s و اقصى قيمة لها 1ms, 10ms , 100ms و تعمل هذة العدادات بدقة

مثال

I 0.3 = ”1” فى هذا المثال عندما يكون





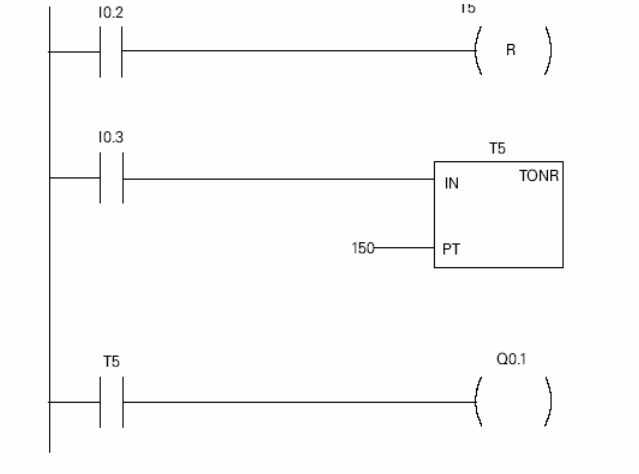
مضيئة Q0.1 ثانية و تظل فيها اللمبة 15 اى 150 ms يبدأ العداد فى عد

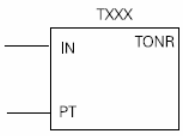
فى اى لحظة ثم عادت ثانية يقوم العداد بالعد من البداية ”0”=I0.3 لو انقطعت اشارة

فى هذا المثال تظل اللمبة مضيئة و تنطفئ فى حالة انتهاء العداد من العد فقط

Retentive on delay

و اذا عادت مرة اخرى يكمل من عند القيمة التى توقف IN يظل هذا العداد يعمل و يحتفظ بقيمتة اثناء انقطاع لة reset عليها و لذلك لابد من عمل

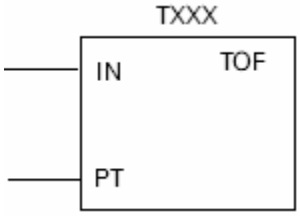




T OFF DELAY

يستخدم لتاخير الخرج فى اثناء انقطاعة

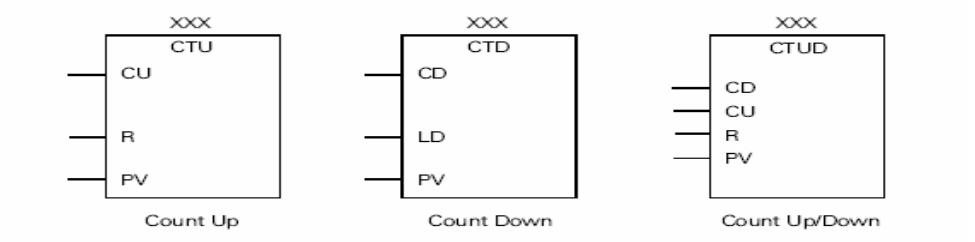
يتحول من 1 الى 0 ياخذ العداد الوقت المضبوط علية ثم بعدها يقوم باخراج الاشارة IN عند



تعتمد على نوعة plc العدادات الزمنية داخل كل جهاز

Counter العداد

يقوم بعد اى قيمة معينة و عندها يبدأ فى عمل شئ

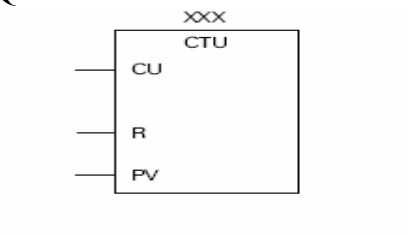


يتم اعطائهم اعداد من 0 الى 255 و لا يمكن اعطاء عددين متشابهين حتى لو s7 200 يوجد حوالى 256 عداد فى اختلف النوع

1- عداد تصاعدى

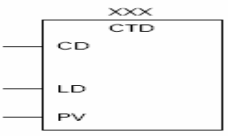
pvيبدأ العد من اى قيمة الى القيمة الوجود عليها

cu يبدا العد عند اشارة
لايقاف العداد و اعادتة للبداية R
اكثر من القيمة المضبوط عليها يصبح) من 0 الى 1 (cu عند تعدى القيمة المحددة على حسب تحول
Q=1



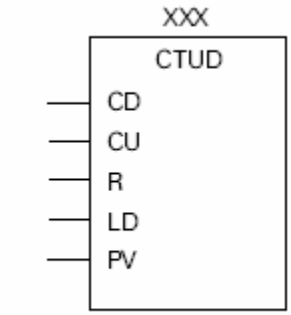
2- عداد تنازلى

الى 1 Q من 0 الى 1) حتى يصل الى 0 و عندها تتحول CD يبدا العد من قيمة مضبوط عليها (عند تحول
PV تساوى 1 يتم عمل اعادة تشغيل و البدا من عند قيمة ال LD عند



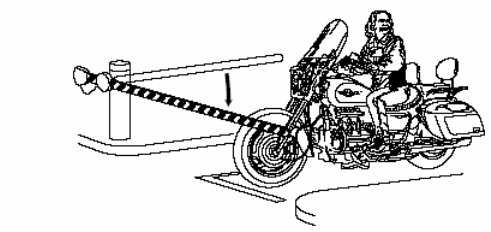
3- عد تنازلى و تصاعدى

من 0 الى 1 CU او CD عندما يتحول

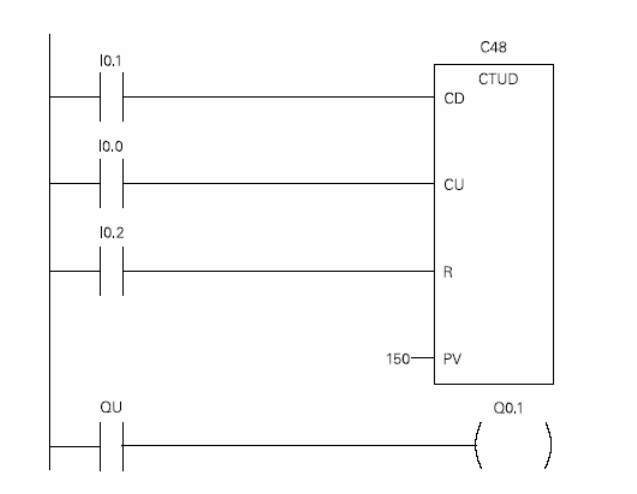


PV تساوى القيمة المضبوط عليها CV يتحول الى 1 عندما تصبح(القيمة الفعلية) QU الخرج
تعطى QD 1 تساوى 0 CV عندما تكون
PV=CV تجعل LD عندما تعمل
الى 0 CV تتحول1=R عند

مثال



عند الوصول للعدد المضبوط علية تعنى ان المكان امتلئ
مثال



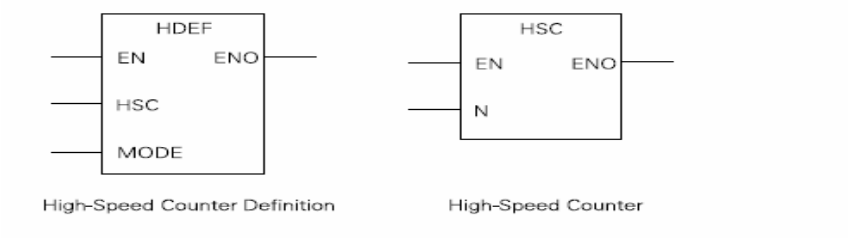
العداد C48
عدد العربات التى تدخلI0.0
عدد العربات التى تخرج I 0.1
الجراج يسمح بوجود 150 عربة PV
معناة المكان ممتلئq0.1الخارج هو

تتحول من 0 الى 1 و يبدا العداد زيادة I 0.11 عند دخول عربة
يتحول من 0 الى 1 و ينقص العداد I 0.0 1 عند خروج عربة
الى 1 معناة المكان ممتلئ q0.1 عندما تصبح قيمة العد 150 يتحول
و تنطفئ الاشارة عند خروج اى عربة

اوامر السرعات العالية high speed instructions

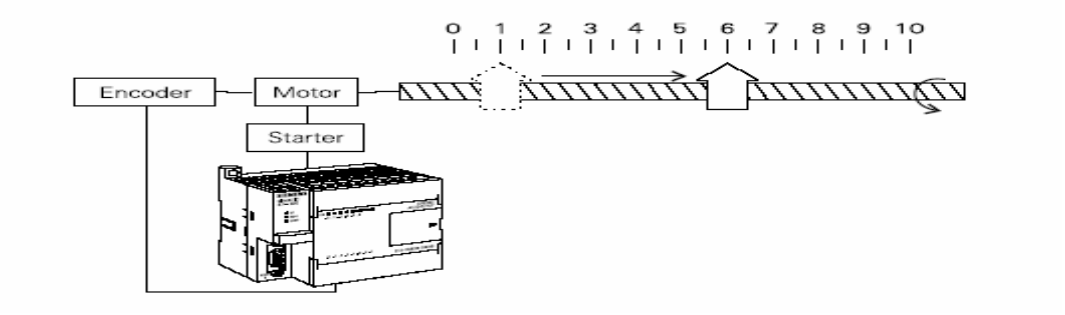
1- عدادات عالية السرعة

20khz اكبر تردد يوصل بالعداد هو



ضبط المكان Positioning

مثال



للفة pulse يعطى 600 encoder لو كان ال
لفة لنقل من مكان للاخر اذن 1000 و الماتور ياخذ
للنقل من 1 الى 6
5000 لفة العداد سوف يعد 30000 لفة و يقف الماتور

<u>interrupt التوقف المفاجئ</u>

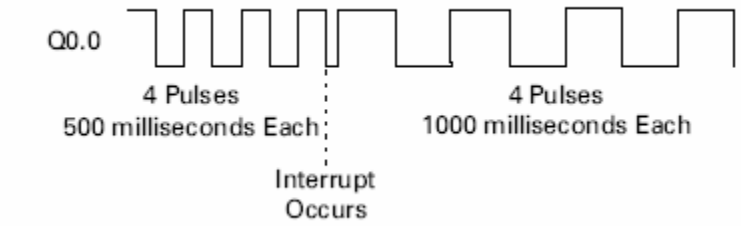
الاولوية

1- الاتصالات
2- الدخل و الخرج
3- الوقت المضبط

plc هى اوامر سريعة للتوقف لابد ان تتحقق قبل الانتهاء من الدورة الكاملة لل

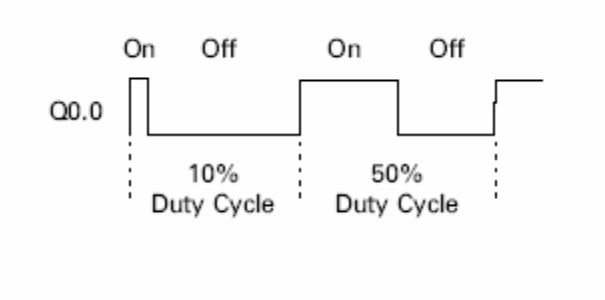
<u>PTO</u>

اعطاء مجموعة من النبضات لخرج معين من الممكن من 1 الى 4294967295 نبضة
ممكن ضبط التردد
تعنى ان وقت "1" يساوى وقت "0" %50 duty cycle



<u>PWM</u>

لضبط ال duty cycle مثلا 10% on و 90% off

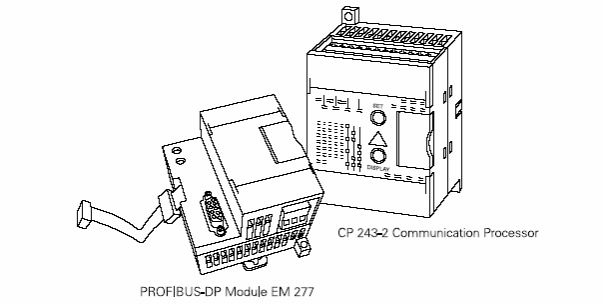


Transmit

او اجهزة خارجية modem للربط مع

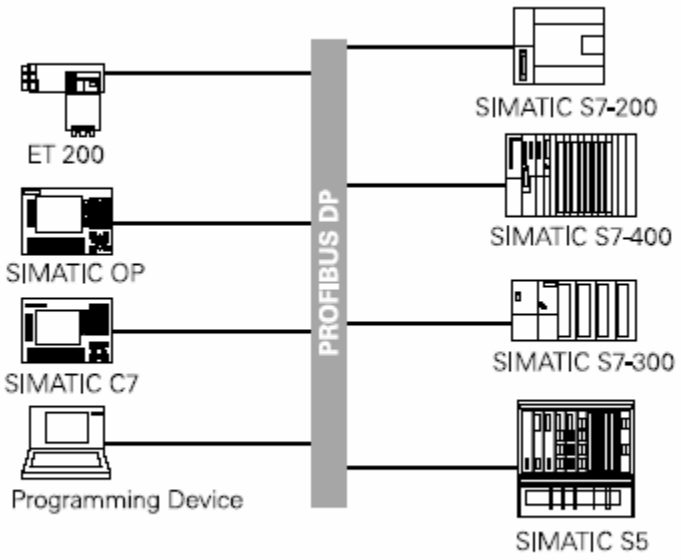
الاتصالات الشبكية network communication

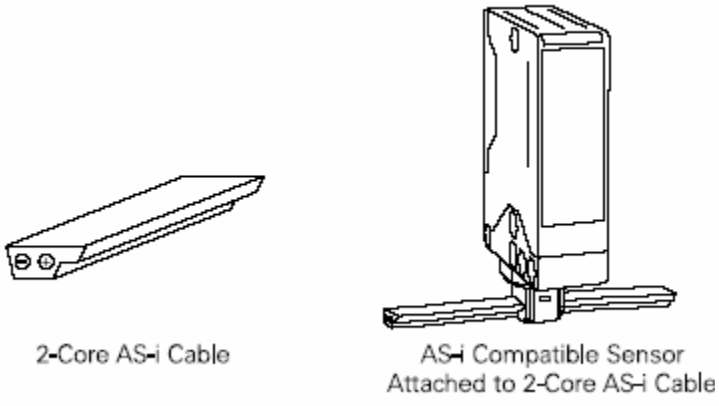
و الكمبيوتر و المتحكم فى سرعة المواتير و الحساسات و المشغلات من الممكن عمل plcs لنقل المعلومات بين شباكات

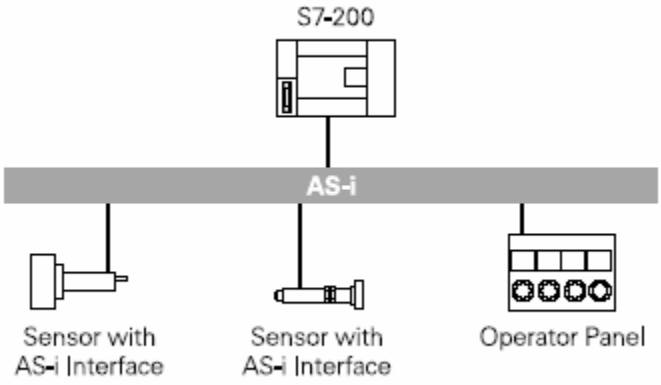


و الشباكات المشهورة فى الصناعة

Profibus
As-i

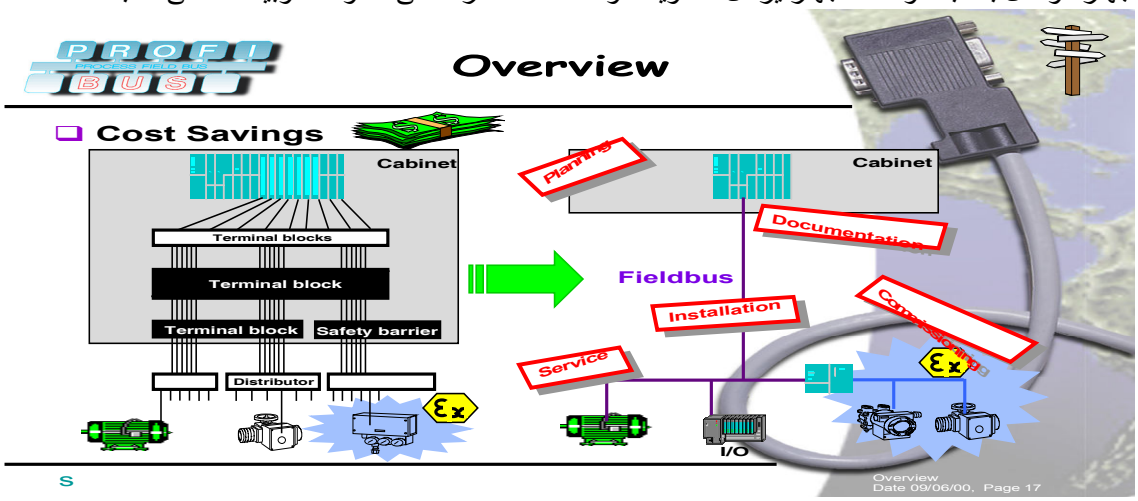

ET 200
SIMATIC OP
SIMATIC C7
Programming Device
PROFIBUS DP
SIMATIC S7-200
SIMATIC S7-400
SIMATIC S7-300
SIMATIC S5


2-Core AS-i Cable
AS-i Compatible Sensor
Attached to 2-Core AS-i Cable


S7-200
AS-i
Sensor with
AS-i Interface
Sensor with
AS-i Interface
Operator Panel

fundamentals of field bus system مبادئ الشبكات الصناعية

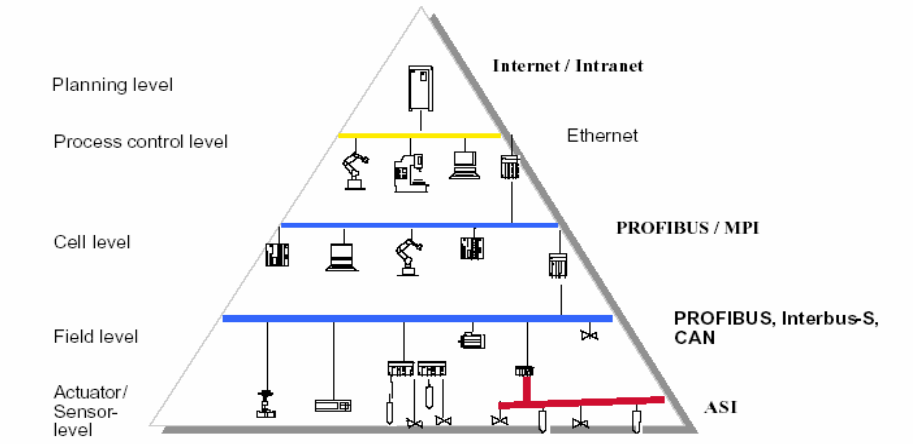
عند زيادة عدد الاشارات المطلوب نقلها للمتحكم للقيام بعمليات التحكم يكون هناك مشكلة فى مد اسلاك كثيرة لتلك الاشارات و يكون استخدام شبكة لتجميع الاشارات هو الحل الامثل عن طريق تجميع مجموعة من الاشارات على جهاز موصل بالشبكة و هذا الجهاز يرسل محتويات و حالات الاشارات فى معلومات وبيانات على الشبكة



مميزات الشبكات

1- البرمجة سوف تكون اسهل
2- تقليل تكلفة الاسلاك و اخطائها
3- تقسيم اجزاء المكينة او العملية
4- سهولة الاضافة و التعديل
5- الاشارات الصبعة تكون اقرب للنقل امثال القيم التماثلية و العدادات
6- تحديد اماكن الاخطاء و بسهولة
7- التركيب و الصيانة اسهل

ترتيب معمار الشباكات



- المستوى الاعلى مستوى التخطيط يكون فية معلومات المكان باكملة و المشروع باكملة و المشروع باكملة و المشروع باكملة و يتم فية نقل معلومات كبيرة الحجم
- المستوى التحكمى و هو الذى يوضح حالة الموقع او المكان و العمليات التى تتم فية و الاخطاء اذا حدثت
- المستوى الخلوى للربط بين ال PLC
- المستوى العمليات التحكم تكون السرعات فية عالية و يكون لربط ال plc بال op او ال pg و مكونات نظام التحكم من حساسات و منفذات
- مستوى الحساسات و المنفذات)(لنقل معلومة صغيرة جدا باقصى سرعة عن الحساسات و المنفذات لل plc

النظام الشبكى

1- Interbus-S

يستخدم لنقل معلومات عن الحساسات و المنفذات فقط و بسرعة و لمعلومات قليلة و لا يستخدم لربط ال plc بعضهم ببعض و هو اخترع بواسطة شركة phonix

2-profibus (process field bus)

نظام اخر و يستخدم ايضا لربط ال plc ببعضهم لنقل معلومات بالاضافة لنقل معلومات الحساسات و المنفذات لعدد كبير منهم

3-AS-I

نظام لربط الحساسات و المنفذات بكابل واحد من طرفين لنقل معلومات منهم و اليهم بسرعة و ايضا معلومات اخرى

4-CAN (controller area network)

صمم من قبل شركة bosch , intel ليستخدم فى تقليل عدد الكابلات فى العربات

الشبكات المناسبة ل (SIEMENS (simatic S7-300

1-MPI (multi-point interface)

للربط مع اجهزة البرمجة و اجهزة التشغيل (OP)

2-AS-I

لربط الحساسات و المنفذات التى تعمل بعطاء اشارات 1و0 فى اقل مستوى اتصلات

3-PROFI-BUS

1- لربط ال plc ببعضهم FMS (**f**ield bus **m**essage **s**pecification)
2- لربط اجزاء نقل المعلومات بال plc PROFIBUS-DP (distributed peripheral)
3- Profibus-PA

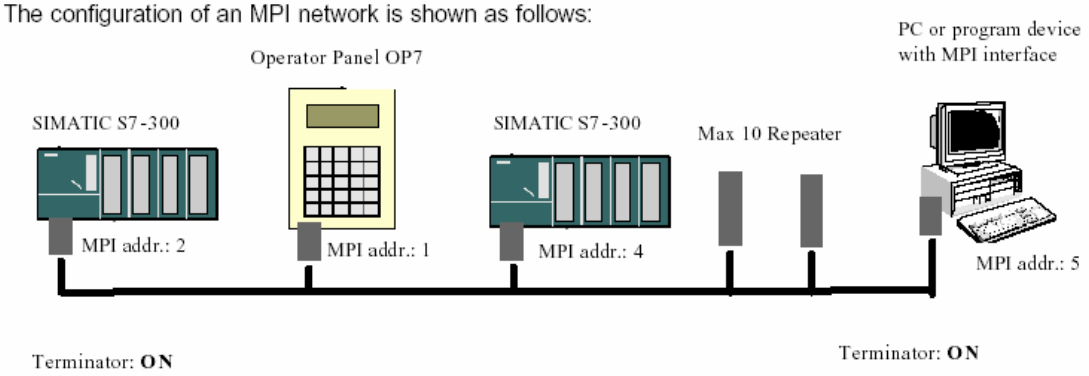
MPI (multipoint interface)

مخصص ل siemens فقط للربط مع pg, plc , op

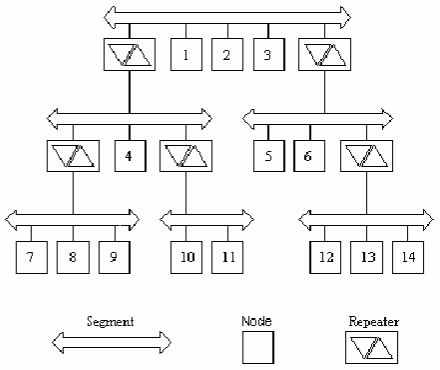
ممكن ربط حوالى 32 plc و يتم نقل معلومات 22 بايت
كل plc ممكن ان يرتبط مع 8 اتصالات متغيرة و 4 ثابتين مع ال pg , pc,hmi,plc
سرعة النقل 187.5 kbit , 12 mbits
ممكن التوصيل على شكل bus, tree مع المقويات
اقصى طول , 10km نوع التوصيل RS485

CONFIGURATION OF A MPI NETWORK

The configuration of an MPI network is shown as follows:



على الاكثر 32 نقطة و العنوانين من 1 الى 32 من الممكن استخدام 50متر و لذلك لابد الاستعانة بالمقويات

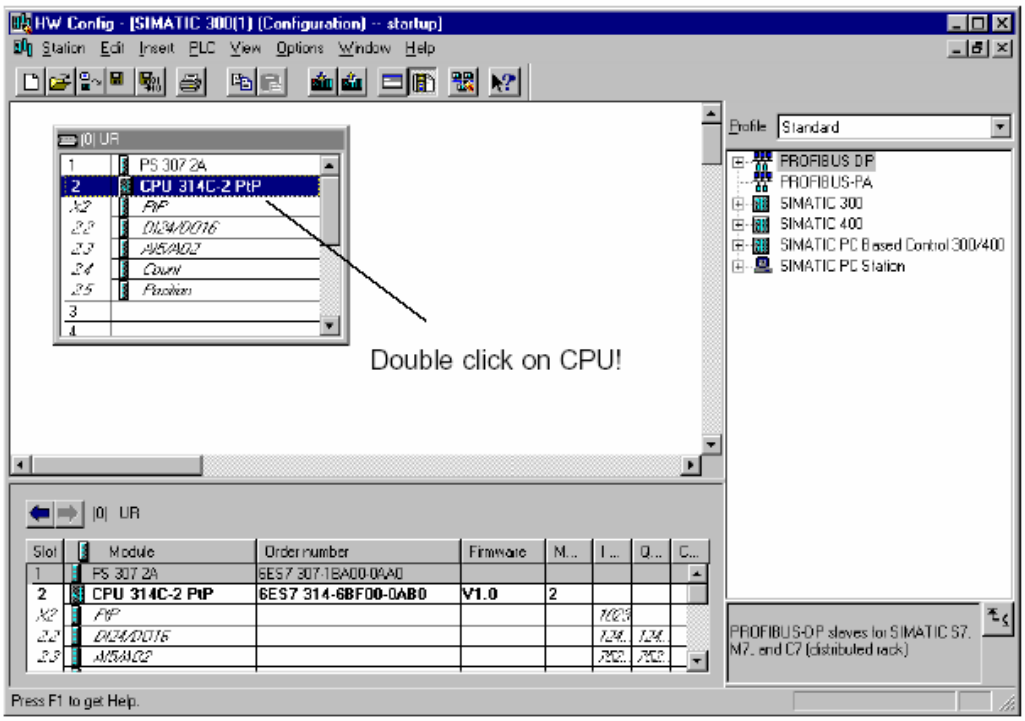


Example of a tree structure under the use of repeaters

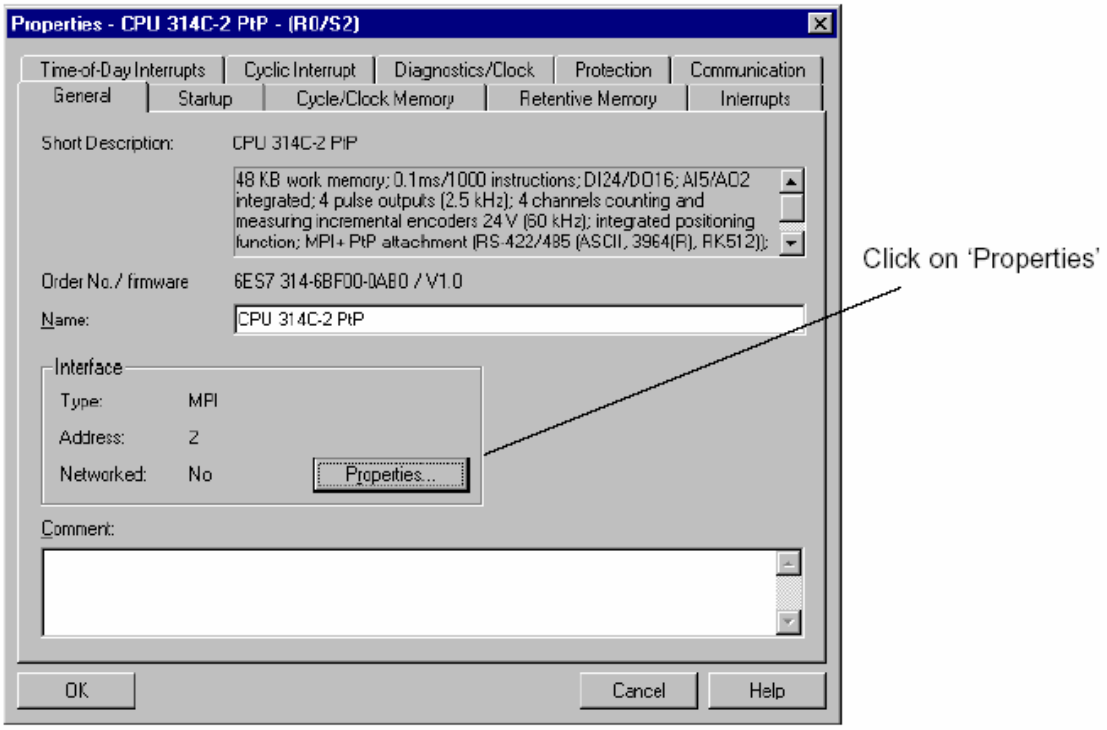
الربط بين ال plc
Cpu31x cpu412 cpu413 cpu414 cpu416

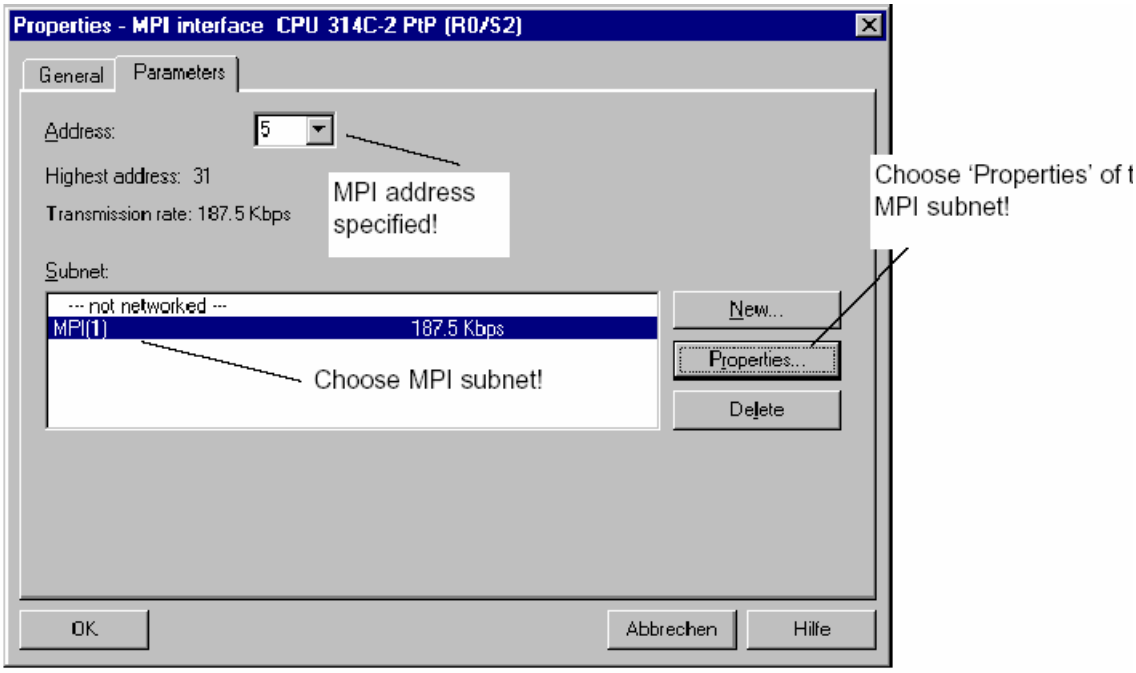
Max 8byte	32byte	32 byte	32 byte	32byte

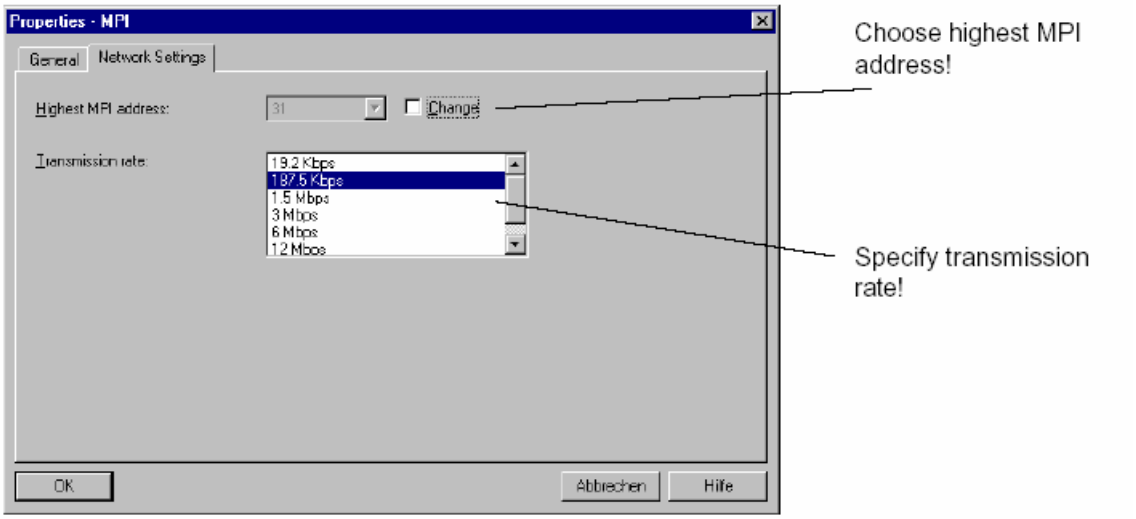
لعمل الربط يرجى اتباع التالى

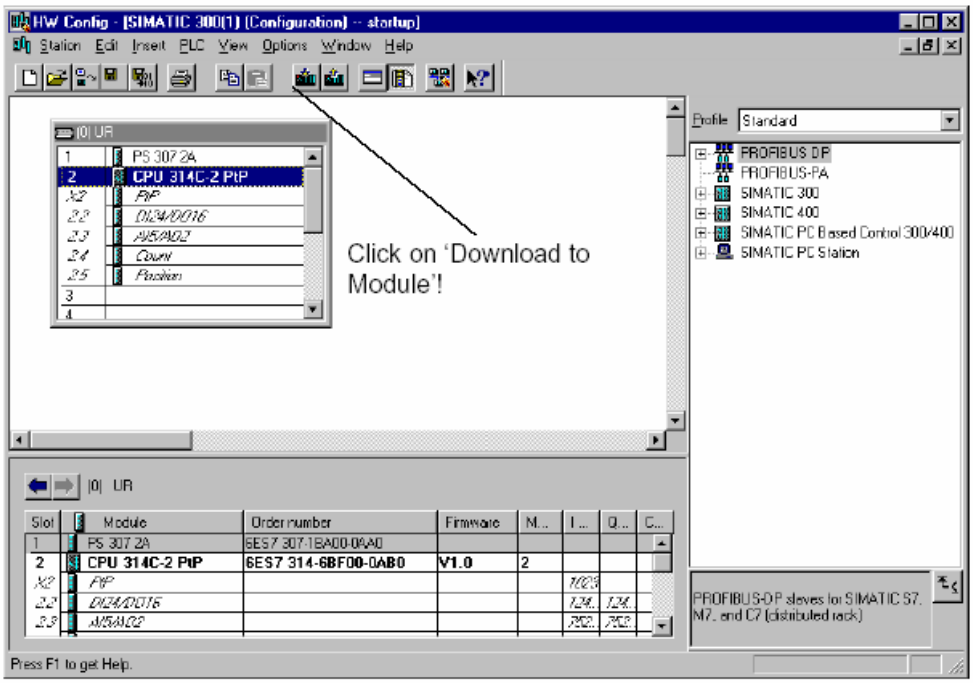


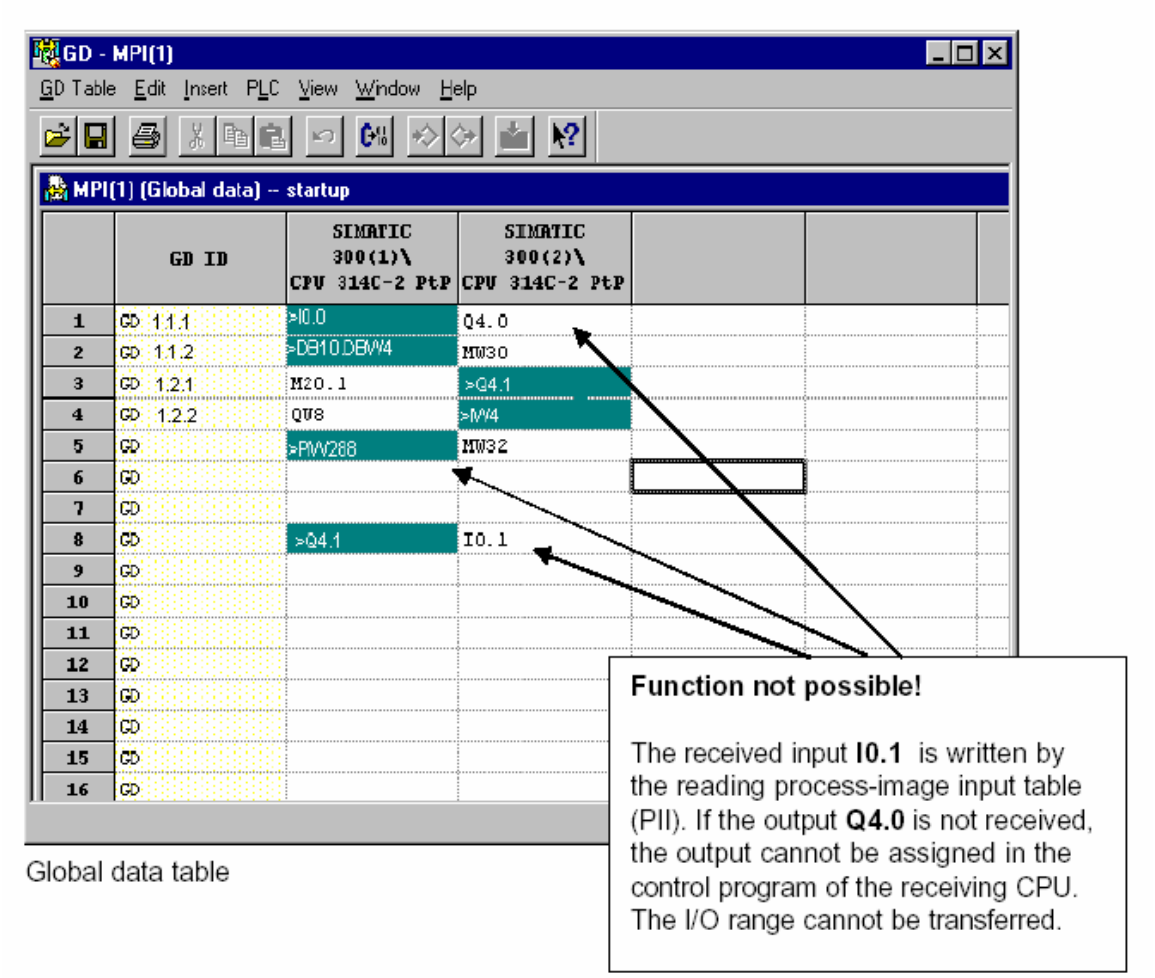
Then click on→ Properties.




Properties - MPI interface CPU 314C-2 PtP (R0/S2)
General
Parameters
Address:
5
Highest address: 31
Transmission rate: 187.5 Kbps
MPI address specified!
Choose 'Properties' of t
MPI subnet!
Subnet:
--- not networked ---
MPI(1) 187.5 Kbps
Choose MPI subnet!
New...
Properties...
Delete
OK
Abbrechen
Hilfe


Properties - MPI
General
Network Settings
Highest MPI address:
31
Change
Choose highest MPI
address!
Transmission rate:
19.2 Kbps
187.5 Kbps
1.5 Mbps
3 Mbps
6 Mbps
12 Mbps
Specify transmission
rate!
OK
Abbrechen
Hilfe


HW Config - [SIMATIC 300(1) (Configuration) -- startup]
Station Edit Insert PLC View Options Window Help
0 UR
1 PS 307 2A
2 CPU 314C-2 PtP
X2 PtP
2.2 DI24/DO16
2.3 AI5/AO2
2.4 Count
2.5 Position
3
4
Click on 'Download to Module'!
Profile Standard
PROFIBUS DP
PROFIBUS-PA
SIMATIC 300
SIMATIC 400
SIMATIC PC Based Control 300/400
SIMATIC PC Station
PROFIBUS-DP slaves for SIMATIC S7, M7, and C7 (distributed rack)
0 UR
Slot Module Order number Firmware M... I... Q... C...
1 PS 307 2A 6ES7 307-1BA00-0AA0
2 CPU 314C-2 PtP 6ES7 314-6BF00-0AB0 V1.0 2
X2 PtP 1023
2.2 DI24/DO16 124... 124...
2.3 AI5/AO2 752... 752...
Press F1 to get Help.

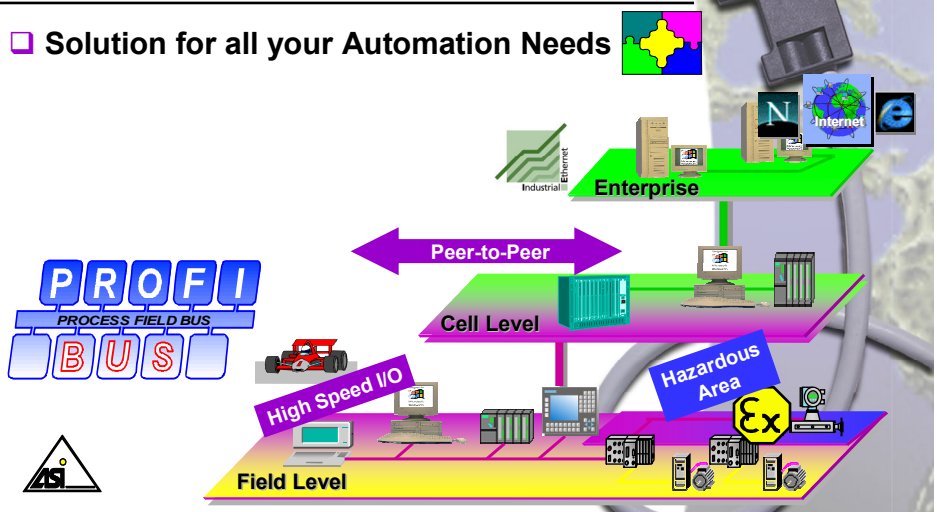


Global data table

PROFIBUS

Overview

- Solution for all your Automation Needs

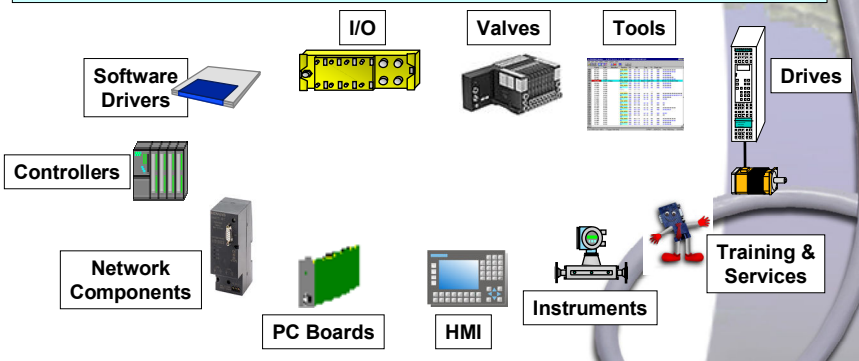


S

Overview

- Solution for all your … (continued)

☑ 1,900 products from more than 280 different vendors

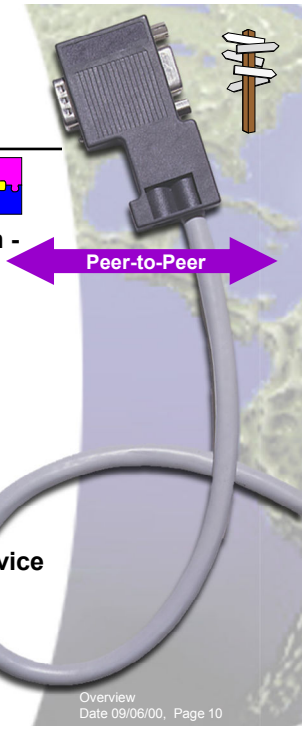


…see Electronic Product Guide on www.profibus.com for complete list

S

Overview

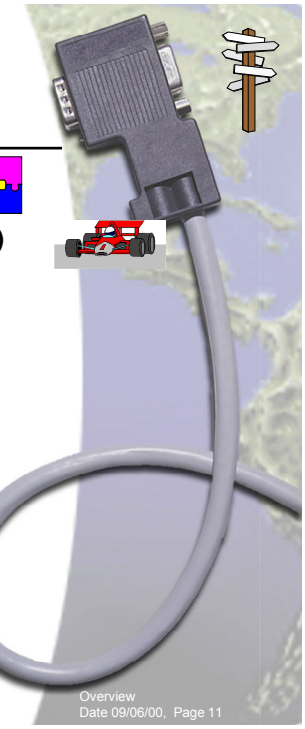
- Solution for all your … (continued)
  - ☑ Peer-to-Peer (Fieldbus Message Specification - FMS)
    - ✓ Connection oriented communication
    - ✓ Definition of communication objects
    - ✓ Transmission rate up to 12 Mbaud
    - ✓ Several masters can participate
    - ✓ Master-master communication
    - ✓ Several master can write to the same field device
    - ✓ Up to 244 bytes of user data



S

Overview

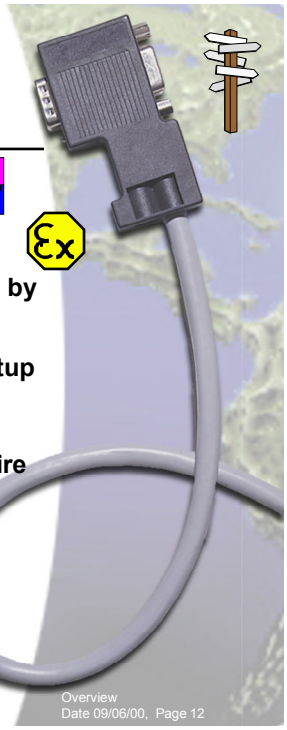
- Solution for all your … (continued)
  - ☑ High Speed I/O (Decentralized Periphery - DP)
    - ✓ High speed data exchange
    - ✓ Transmission rate up to 12Mbaud
    - ✓ Several masters can participate
    - ✓ ONE master ONLY can write to a field device
    - ✓ Up to 244 bytes of user data
    - ✓ Same cables & components as Peer-to-Peer
    - ✓ Operation together with Peer-to-Peer in one network possible



S

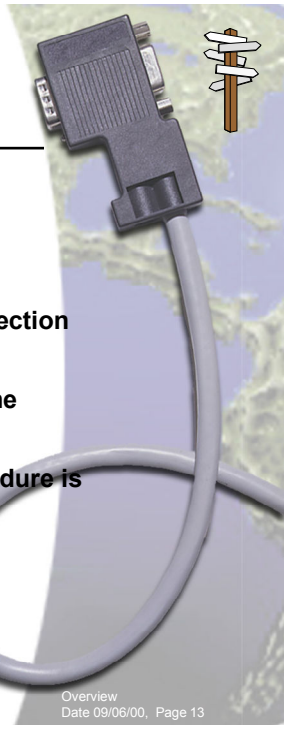
Overview

- Solution for all your … (continued)
  - ☑ Hazardous Area (Process Automation - PA)
  - ✓ Protocol is DP - PA field devices are controlled by standard DP Master
  - ✓ According to IEC 1158-2 - different physical setup
  - ✓ Transmission rate 31.25kbaud
  - ✓ Power and data are transferred via the same wire



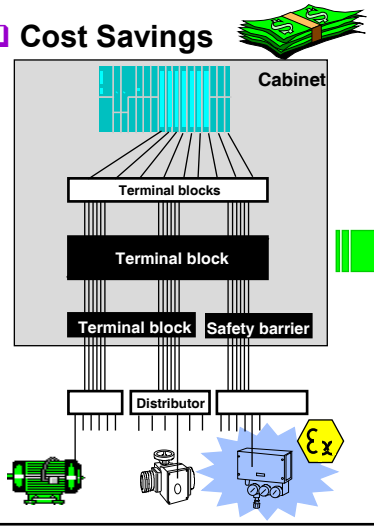
Overview

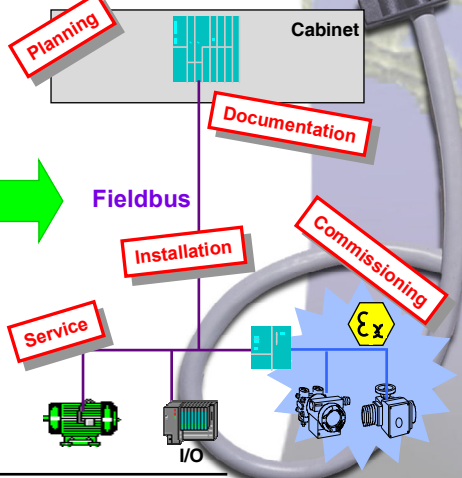
- Reliable & Future Oriented
  - ☑ …because PROFIBUS is deterministic
  - ☑ …because methods for diagnostic & error detection are built into the system
  - ☑ …because PROFIBUS International ensures the quality together with test labs
  - ☑ …because a detailed test & certification procedure is available & established



Overview

- Cost Savings

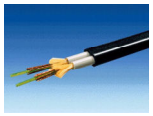




Bus Physics & Wiring

- PROFIBUS wiring/installation can be done with:
  - ✓ Copper

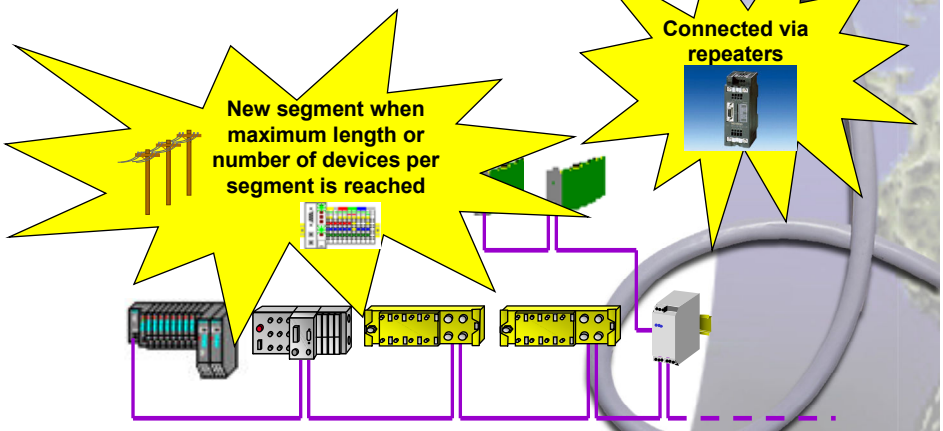
  - ✓ Fiber optic



  - ✓ Infrared & RF components

Bus Physics & Wiring

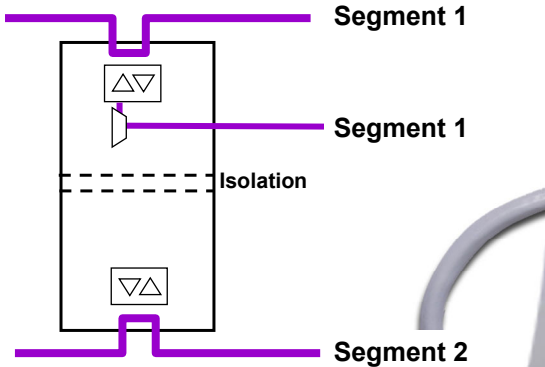
PROFIBUS Segments



S

Bus Physics & Wiring

PROFIBUS Segments - Repeater



S

Bus Physics & Wiring

- PROFIBUS Segments - Nodes/Devices
  - ✓ Up to 126 addressable nodes per network
  - ✓ Up to 32 devices per segment
  - What counts as "device"?

PROFIBUS Nodes (e.g. I/O)

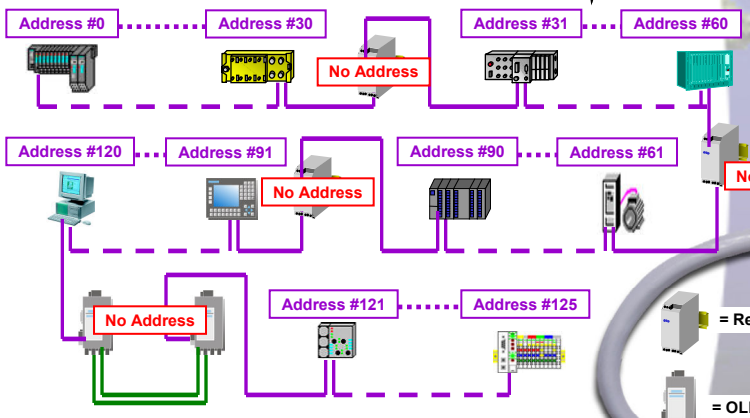
Optical Link Modules (OLMs)

Repeater

! No PROFIBUS Address !

Bus Physics & Wiring

- PROFIBUS Segments - Example

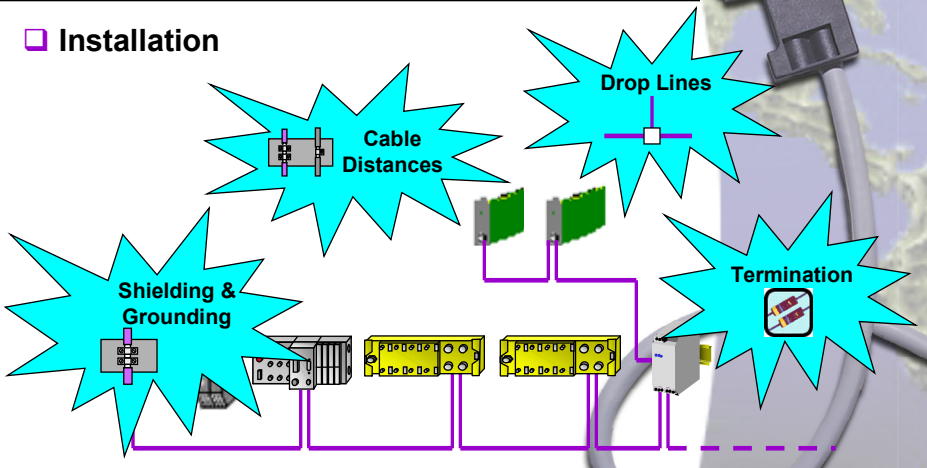


Up to 126 addressable nodes per network

Up to 32 devices per segment

Bus Physics & Wiring

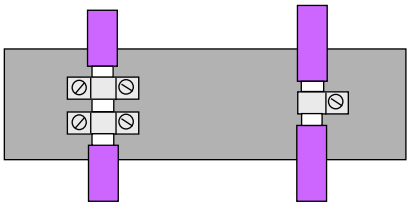
Installation



Bus Physics & Wiring

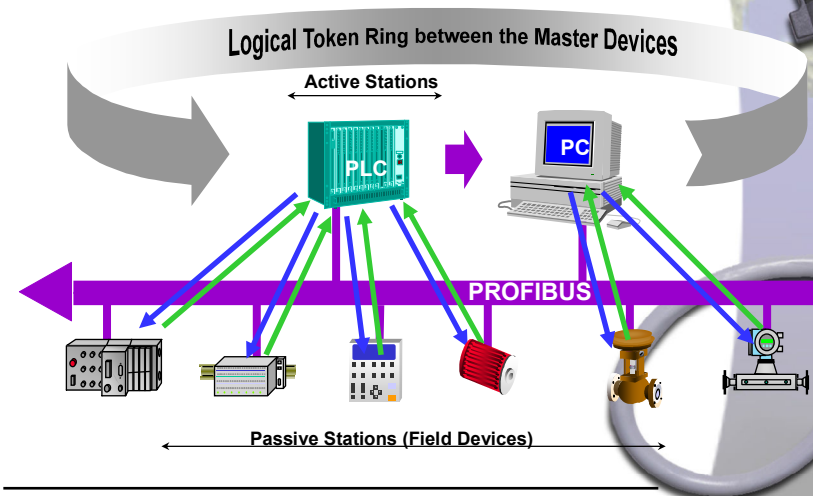
Installation - Shielding & Grounding

- ✓ Improves EMC behavior
- ✓ Provides a low impedance (short) return path for noise and current
- ✓ Reduces the emission from the bus



!!!
Shield is not always connected to protective GND within the devices; therefore, make sure the cable shield will be connected to GND before it enters or leaves the cabinet
!!!

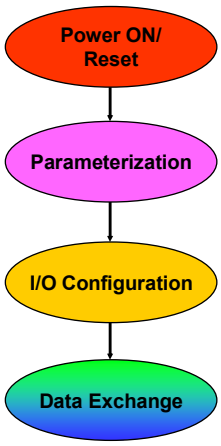
PROFIBUS Basics



S

PROFIBUS Basics

❑ High-Speed Data Exchange - Startup Sequence



Power ON/Reset of Master or Slave

Download of Parameters into the Field Device (selected during Configuration by the User)

Download of I/O Configuration into the Field Device (selected during Configuration by the User)

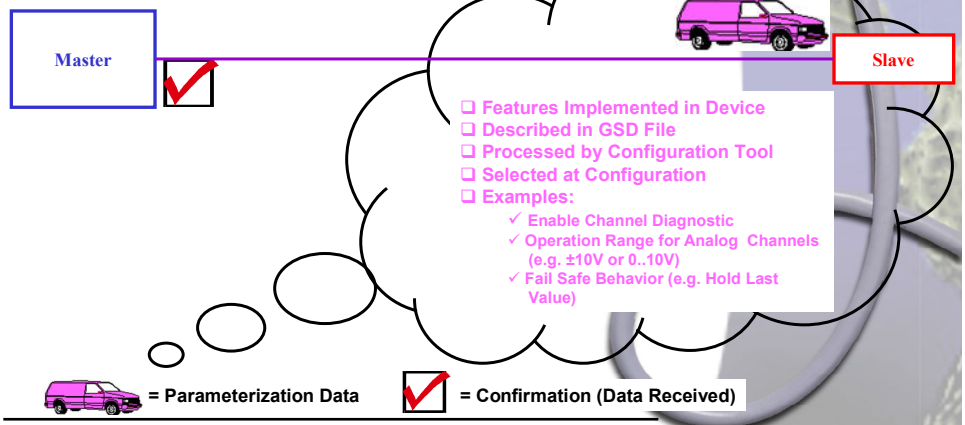
Cyclic Data Exchange (I/O Data) and Field Device reports Diagnostics

S

PROFIBUS Basics

❑ High-Speed Data Exchange - Parameterization

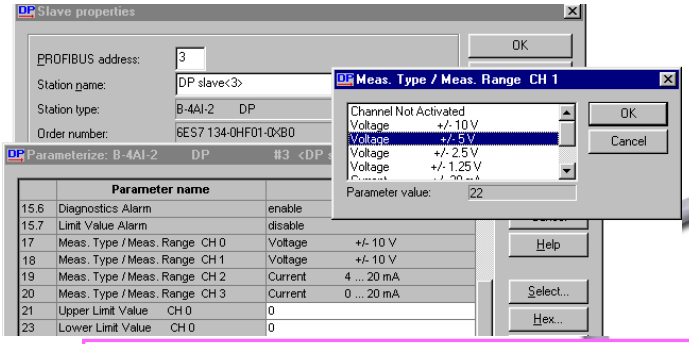
Parameter Download (up to 244 bytes)



PROFIBUS Basics

❑ Parameterization (continued)

✓ **Parameter selection with Configuration Tool**

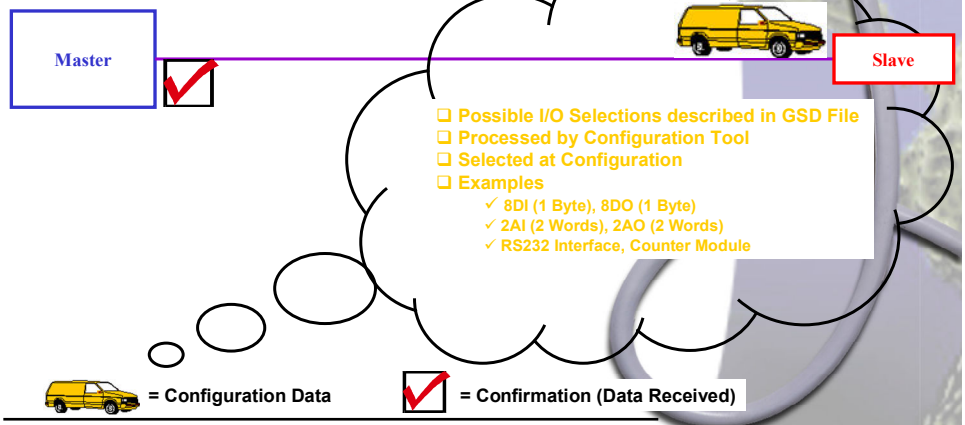


Fewer DIP Switches - NO Handheld - NO Extensive Additional Documentation
User defines every Function in ONE Tool.

PROFIBUS Basics

❑ High-Speed Data Exchange - Configuration

Configuration Download (up to 244 bytes)

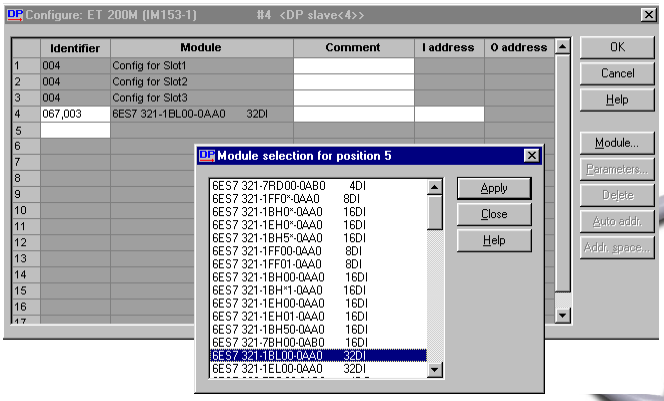


S

PROFIBUS Basics

❑ Configuration Tool (continued)

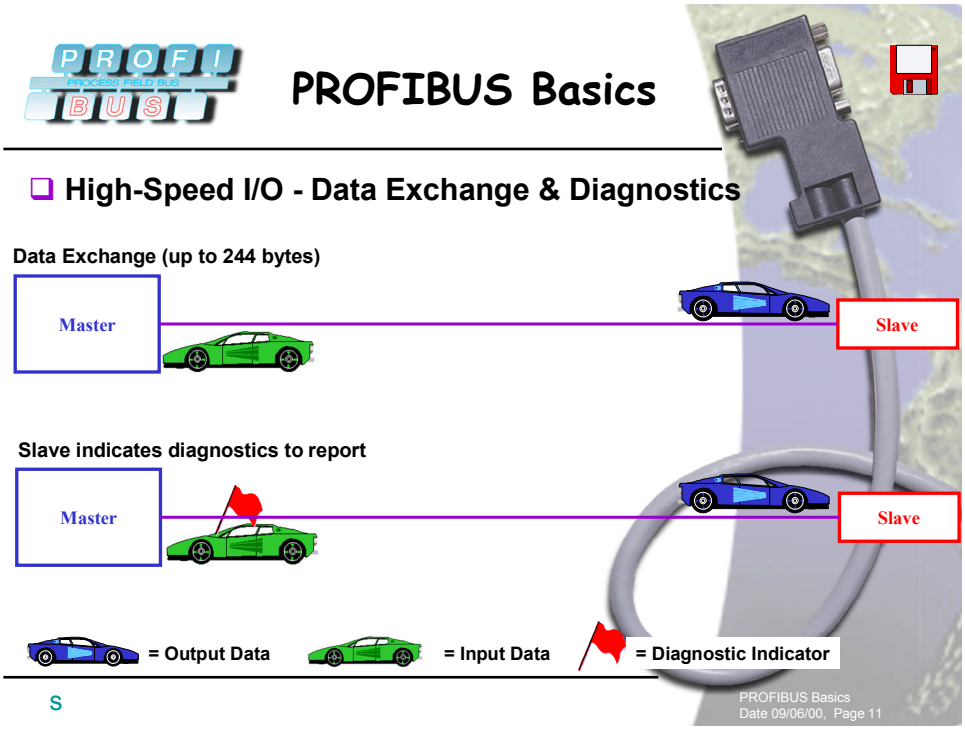
✓ **I/O selection with Configuration Tool**



S

PROFIBUS Basics

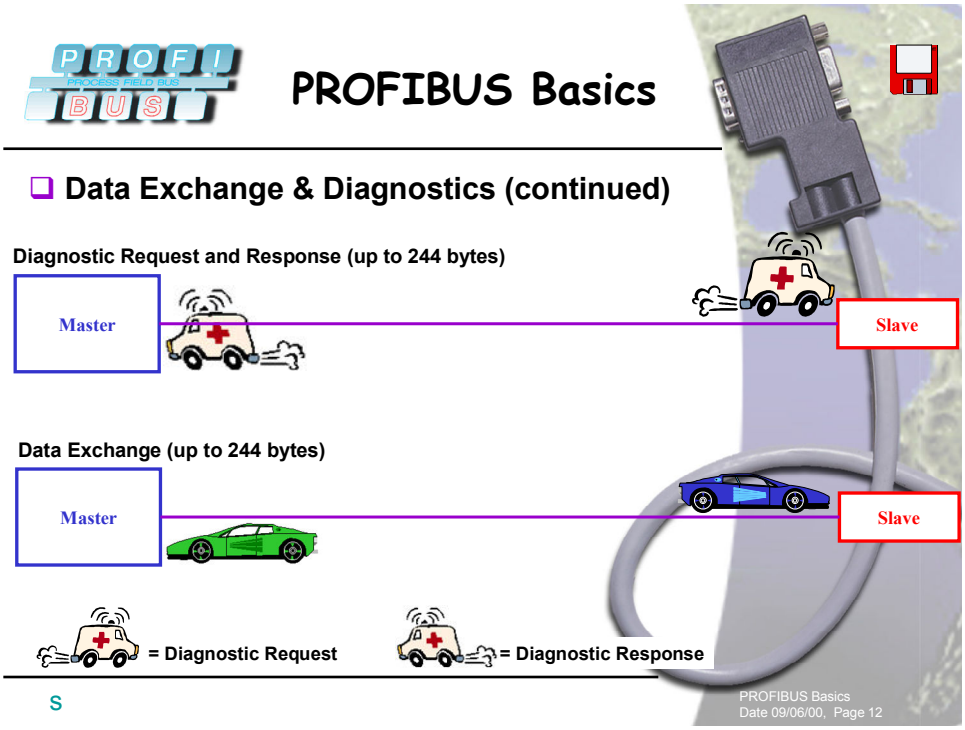
❑ High-Speed I/O - Data Exchange & Diagnostics



S

PROFIBUS Basics

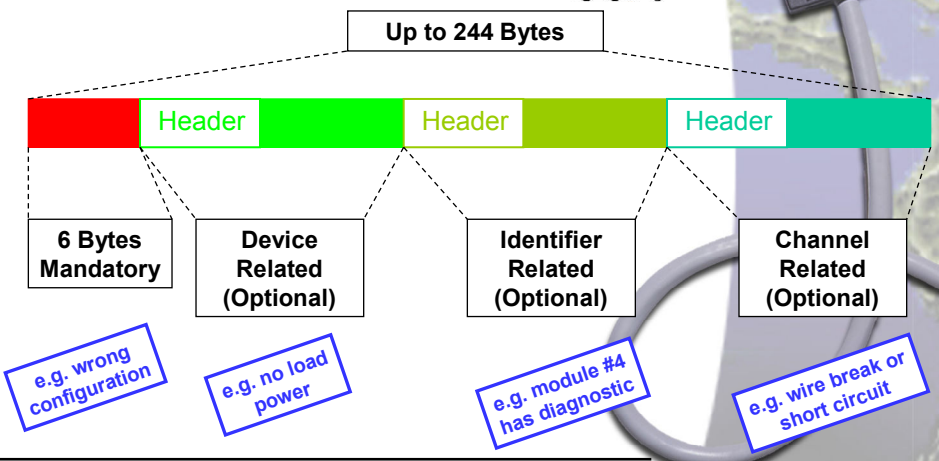
❑ Data Exchange & Diagnostics (continued)



S

PROFIBUS Basics

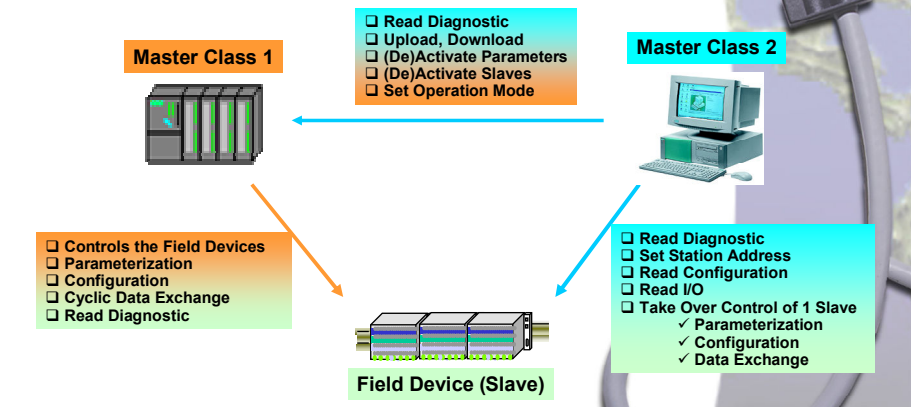
❑ Diagnostic Response (continued)



S

PROFIBUS Details

❑ PROFIBUS DP Services



! Master Class1 and/or Class 2 and/or Slave can be implemented in one Device !

S

PROFIBUS Details

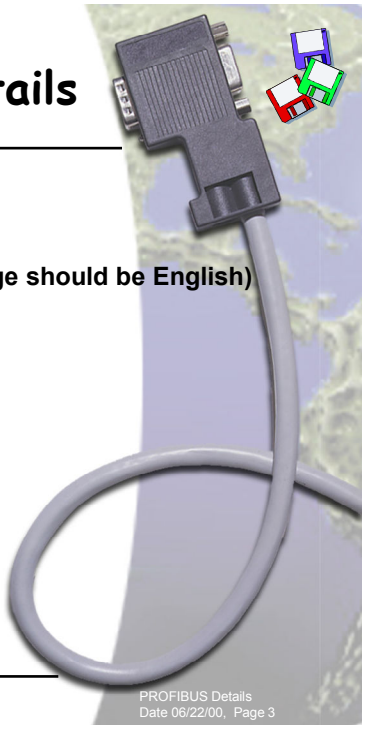
Electronic... (continued)

- ✓ Each slave/class 1 master device needs an Electronic Device Data Sheet (= GSD file)
- ✓ All features/characteristics/parameters of the device are defined in this file
- ✓ Simple text file (ASCII-format)
- ✓ Information out of the data sheet is read by configuration tools
- ✓ File is created by device manufacturer
- ✓ On www.profibus.com you'll find…
  - × … a GSD editor tool to create data sheets
  - × … a GSD checker (included in the editor)
  - × … a GSD library

PROFIBUS Details

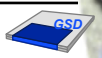
Electronic... (continued)

- ✓ File extension identifies language
- ✓ ".gsd" as minimum requirement (language should be English)
- ✓ Either ".gsd" or all other
  - × English = ".gse"
  - × French = ".gsf"
  - × German = ".gsg"
  - × Italian = ".gsi"
  - × Portuguese = ".gsp"
  - × Spanish = ".gss"



PROFIBUS Details

❑ Electronic... (continued) - File Structure



#Profibus_DP
;<Prm-Text-Def-List> PrmText = ... EndPrmText
;<Ext-User-Prm-Data-Def-List> ExtUserPrmData = ... EndExtUserPrmData
;<Unit-Definition-List> GSD_Revision = ...
;Slave-specification Freeze_Mode_supp = ...
;<Module-Definition-List> Module = ... EndModule

- Text Description For Parameters (O)
- Extended Parameter Definition (O)
- General Data (M)
- Field Device Related Data (M & O)
- Module (I/O) Definition (M)

(M) = Mandatory (O) = Optional

PROFIBUS Details

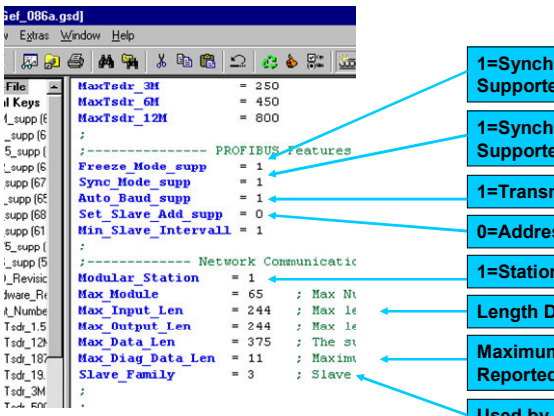
❑ File Structure... (continued)

```
;
;---------------- General Info ----------------
#Profibus_DP
GSD_Revision          = 1
;
Vendor_Name           = "GE Fanuc"
Model_Name            = "VersaMax NIU"
Revision              = "1.05"
Ident_Number          = 0x086A
Protocol_Ident        = 0
Station_Type          = 0
FMS_supp              = 0
Hardware_Release      = "B"
Software_Release      = "V1.10"
;
;------------ Network Baud Rates Supported ---
9.6_supp              = 1
19.2_supp             = 1
93.75_supp            = 1
187.5_supp            = 1
500_supp              = 1
1.5M_supp             = 1
3M_supp               = 1
6M_supp               = 1
12M_supp              = 1
;
MaxTsdr_9.6           = 60
MaxTsdr_19.2          = 60
MaxTsdr_93.75         = 60
```

- Version According to Standard
- Vendor/Manufacturer Name
- Device Name (Displayed in Config Tool)
- ❑ Unique ID Number per Product
  ❑ Mandatory for Class 1 & Slave Devices
  ❑ Issued by PTO
- Services Supported (0=DP; 1=DP&FMS)
- Type (0=Slave; 1=Master)
- Supported Transmission Rates & Related Timing Parameters

PROFIBUS Details

File Structure... (continued)

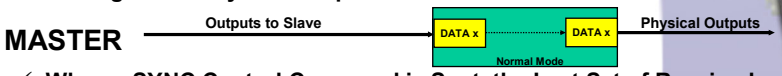


- 1=Synchronization of Input Data Supported
- 1=Synchronization of Output Data Supported
- 1=Transmission Rate Detected by Device
- 0=Address can NOT be set via PROFIBUS
- 1=Station Expandable
- Length Definitions for Modular Stations
- Maximum Number of Diagnostic Data Reported by the Device
- Used by Configuration Tool

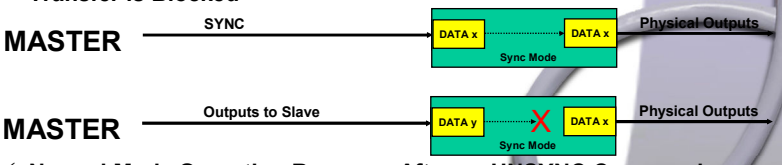
PROFIBUS Details

Data Exchange - SYNC/UNSYNC

- ✓ In Normal Mode, When the Outputs Are Received by the Slave ASIC, They Are Immediately Given to the Slave Firmware for Writing to the Physical Outputs



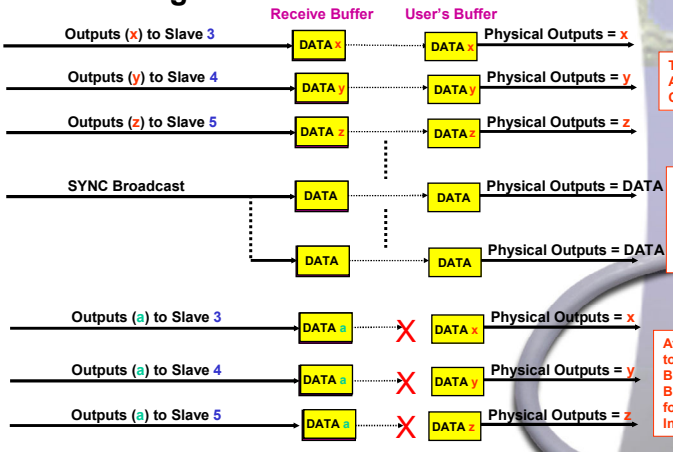
- ✓ When a SYNC Control Command is Sent, the Last Set of Received Outputs is Transferred to the Slave Firmware and Then This Transfer is Blocked



- ✓ Normal Mode Operation Resumes After an UNSYNC Command

PROFIBUS Details

❑ Data Exchange - SYNC/UNSYNC



Time Lag Between Data Appearing at Physical Outputs of Different Slaves

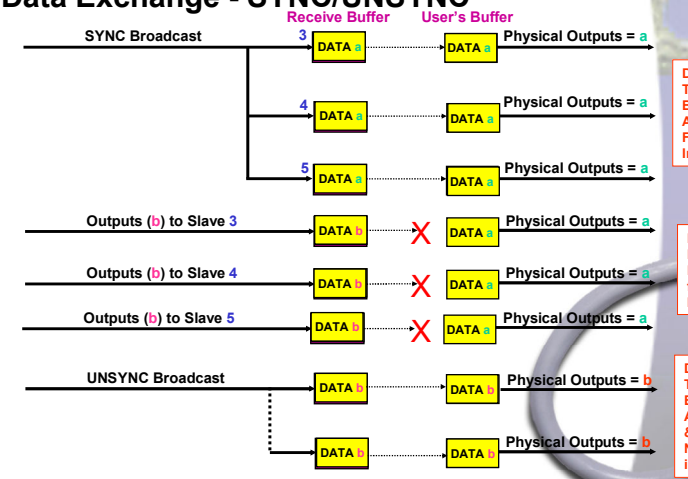
Data is Immediately Transferred to User's Buffer & Physical Outputs Appear "Simultaneously" For All Slaves in Groups Indicated

After SYNC, Data Transfer to User's Buffer Is Blocked…Only Buffered in Receive Buffer for All Slaves in Groups Indicated

S

PROFIBUS Details

❑ Data Exchange - SYNC/UNSYNC



Data is Immediately Transferred to User's Buffer & Physical Outputs Appear "Simultaneously" For All Slaves in Groups Indicated

Data Transfer to User's Buffer Is Blocked…Only Buffered in Receive Buffer for All Slaves in Groups Indicated

Data is Immediately Transferred to User's Buffer, Physical Outputs Appear "Simultaneously" & Slaves Go Back Into Normal Mode For All Slaves in Groups Indicated

S

PROFIBUS Details

❑ PROFIBUS Message Structure

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	0x3D	0x3E	x ..	x	0x16

SD: Start Delimiter
LE: Net Data Length (DU) + DA, SA , FC, DSAP, SSAP
LEr: Length repeated
DA: Destination Address (Where the message goes to)
SA: Source Address (Where the message comes from)
FC: Function Code (FC=Type & Priority of Message)

DSAP: Destination Service Access Point (Communication Port of Receiver)
SSAP: Source Service Access Point (Communication Port of Sender)
FCS: Frame Checking Sequence
ED: End Delimiter

= Included in FCS

PROFIBUS Details

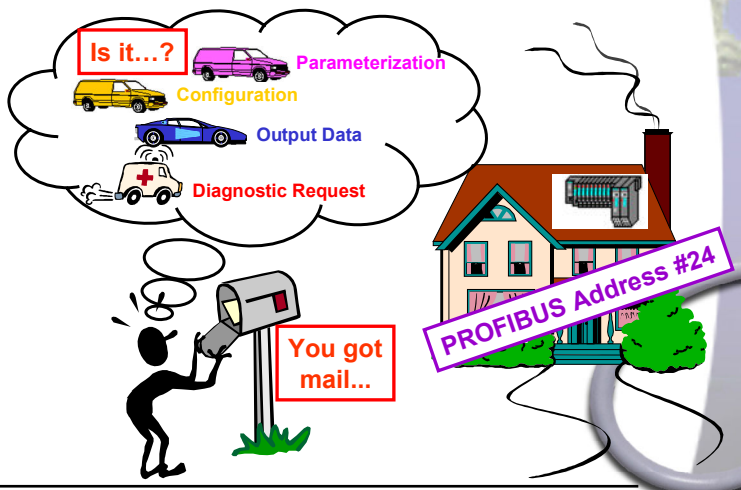
❑ PROFIBUS Character Format

Start Bit "0"	Data Bit 0 LSB	Data Bit 1	Data Bit 2	Data Bit 3	Data Bit 4	Data Bit 5	Data Bit 6	Data Bit 7 MSB	Parity Bit	Stop Bit "1"

Each character is 11 bits
(Start-, Stop-, (Even) Parity- and 8 Data bits)

PROFIBUS Details

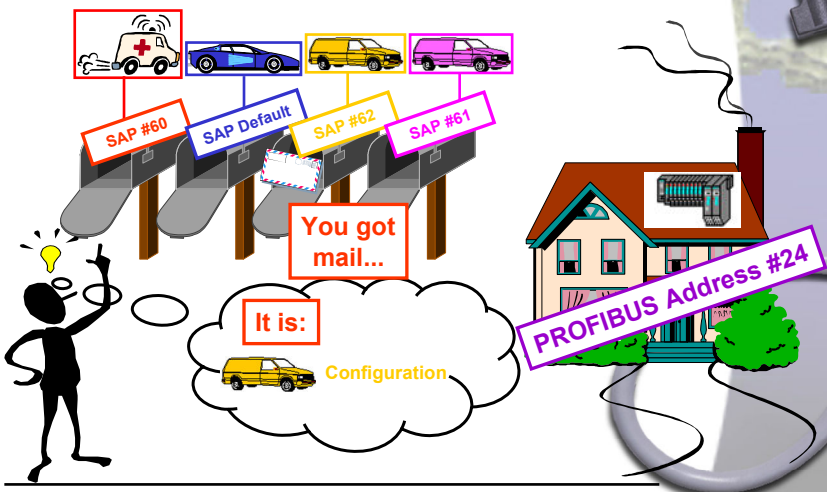
❑ Communication Ports (Service Access Points)



S

PROFIBUS Details

❑ Communication Ports (continued)



S

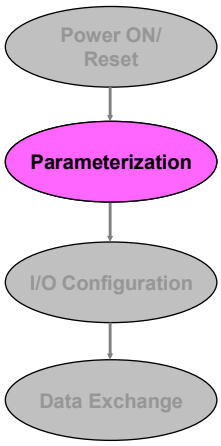
PROFIBUS Details

Communication Ports (continued)

Function	DP Master		DP Slave	
	Dec.	Hex	Dec.	Hex
Data_Exchange	-	-	-	-
RD_Inp	62	3E	56	38
RD_Outp	62	3E	57	39
Slave_Diag	62	3E	60	3C
Set_Prm	62	3E	61	3D
Chk_Cfg	62	3E	62	3E
Get_Cfg	62	3E	59	3B
Global_Control	62	3E	58	3A
Set_Slave_Add	62	3E	55	37

PROFIBUS Details

Startup Sequence (continued)



Power ON/Reset of Master or Slave

Download of Parameters into the Field Device (selected during Configuration by the User)

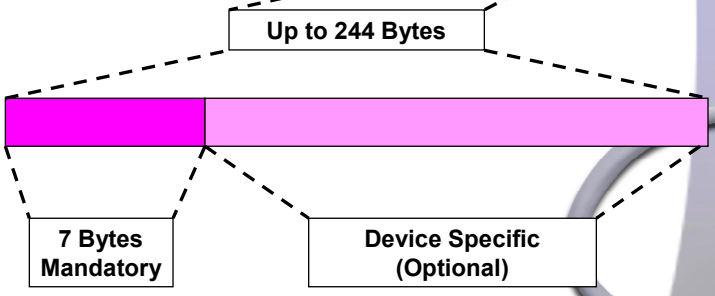
Download of I/O Configuration into the Field Device (selected during Configuration by the User)

Cyclic Data Exchange (I/O Data) and Field Device reports Diagnostics

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence - Parameterization

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	0x3D	0x3E	x ..	x	0x16



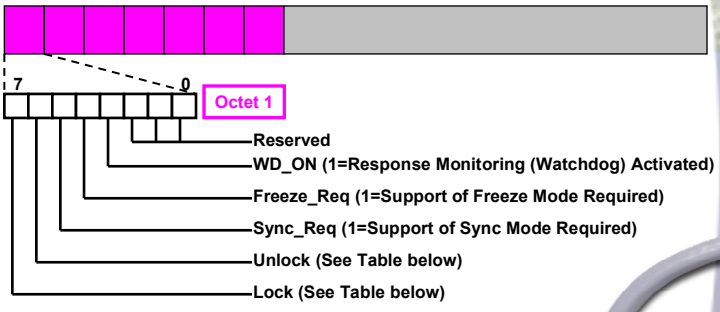
PROFIBUS Details

❑ Parameterization (continued)

- ✓ Parameters are sent once after Power On/Reset
- ✓ First 7 bytes are mandatory for every field device
- ✓ Mandatory parameterization consists of:
  - × Response Monitoring Time
  - × T_{SDR} Time for Master/Slave Timing
  - × Freeze/Sync Mode
  - × Lock or Unlock Slave for this Master
  - × Assignment to Group
  - × Master Address
  - × Ident Number
- ✓ Slave confirms receipt with short acknowledge

PROFIBUS Details

❑ Parameterization (continued) - Mandatory

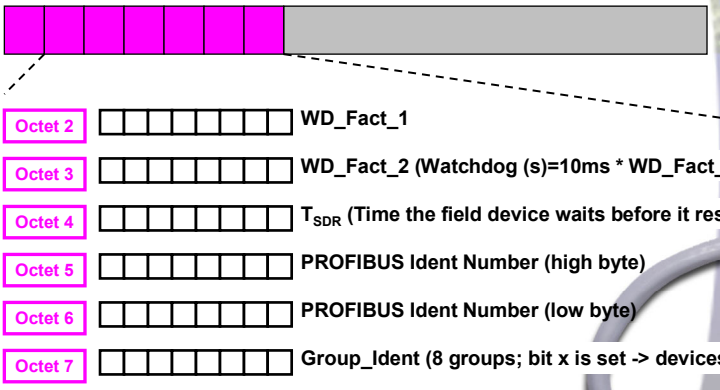


Lock	Unlock	Meaning
0	0	Min TSDR and User Parameters are allowed to be overwritten
0	1	DP-Slave is NOT locked for other Masters
1	0	DP-Slave is locked for other Masters; all parameters are accepted
1	1	DP- Slave is NOT locked for other Masters

S

PROFIBUS Details

❑ Parameterization - Mandatory (continued)



S

PROFIBUS Details

❑ Parameterization (continued) - Device Related

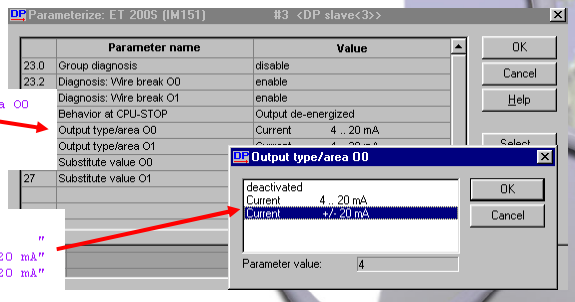
- ✓ Each device can use Octets 8 - 244 for device/ module-related information (e.g. startup information)
- ✓ Takes the place of DIP switches (e.g. set range of measurement for an analog channel)

S

PROFIBUS Details

❑ Parameterization (continued) - Example GSD File

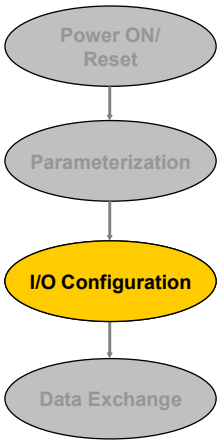
```
Module = "6ES7 135-4GB00-0AB0 2AO I      " 0x61
Ext_Module_Prm_Data_Len = 7
Ext_User_Prm_Data_Const(0) = 0x60,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00
Ext_User_Prm_Data_Ref(1) = 10
Ext_User_Prm_Data_Ref(1) = 66
Ext_User_Prm_Data_Ref(1) = 67
Ext_User_Prm_Data_Ref(1) = 31
Ext_User_Prm_Data_Ref(2) = 34
Ext_User_Prm_Data_Ref(2) = 35
Ext_User_Prm_Data_Ref(3) = 32
Ext_User_Prm_Data_Ref(5) = 33
EndModule

ExtUserPrmData = 34 "Output type/area 00
BitArea(0-3) 3 0,3,4
Prm_Text_Ref = 13
EndExtUserPrmData

PrmText = 13
Text(0) = "deactivated                    "
Text(3) = "Current              4 .. 20 mA"
Text(4) = "Current               +/- 20 mA"
EndPrmText
```



S

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence (continued)



Power ON/Reset of Master or Slave

Download of Parameters into the Field Device (selected during Configuration by the User)

Download of I/O Configuration into the Field Device (selected during Configuration by the User)

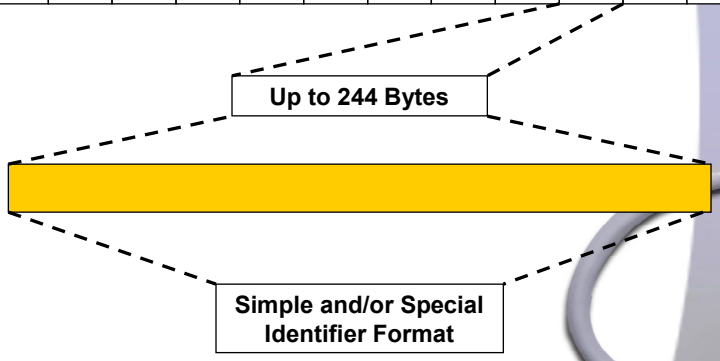
Cyclic Data Exchange (I/O Data) and Field Device reports Diagnostics

S

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence - Configuration

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	0x3D	0x3E	x ..	x	0x16

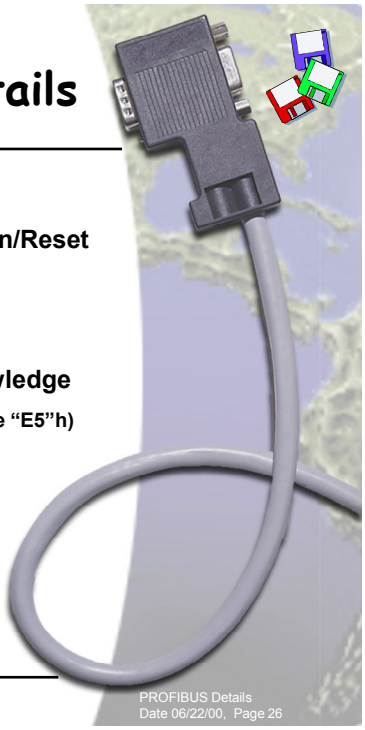


S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued)

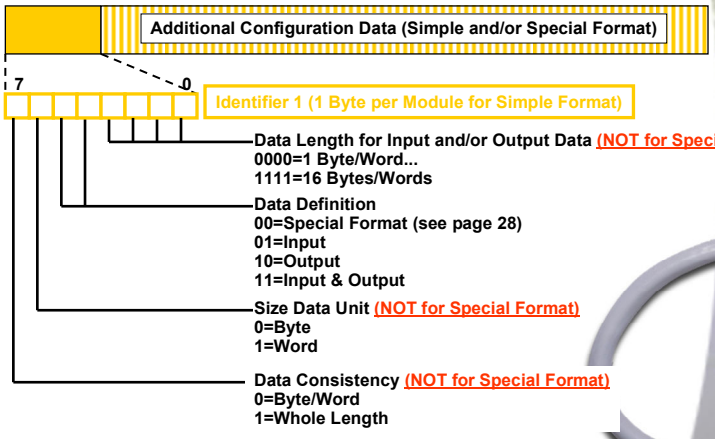
- ✓ Configuration is sent once after Power On/Reset
  - × Master sends configurations to Slaves
    - – any device-specific configuration
    - – I/O configuration
- ✓ Slave confirms receipt with short acknowledge
  - × acknowledge configuration (Short Acknowledge “E5”h)
  - × check configuration information for validity

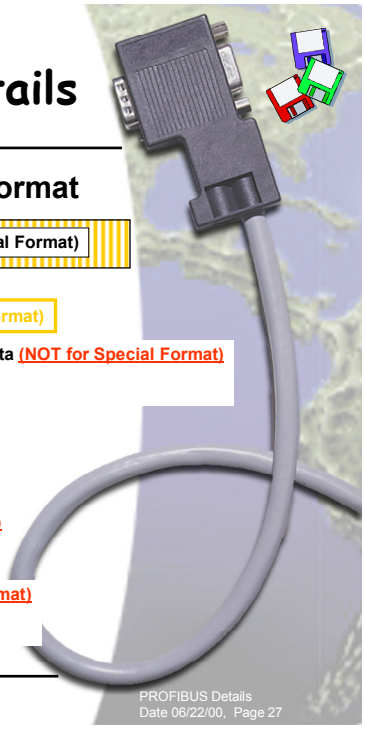


S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued) - Simple Format

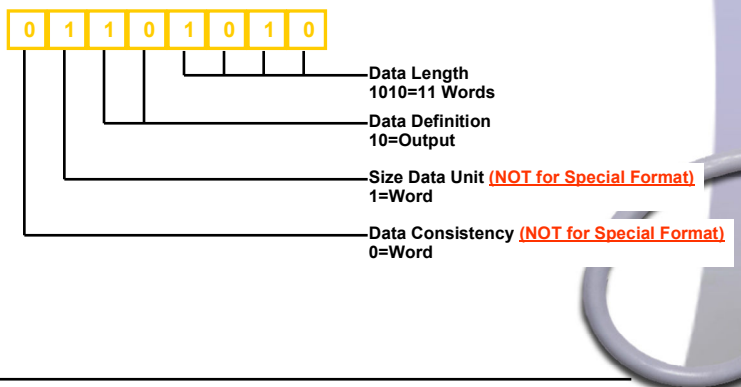




S

PROFIBUS Details

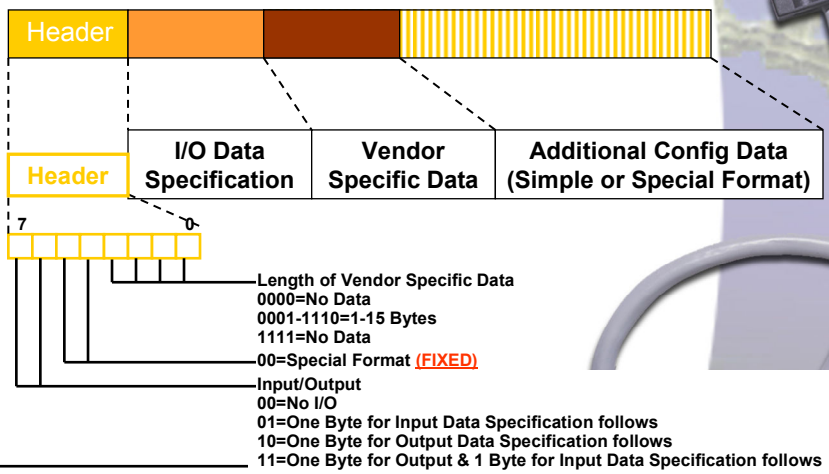
❑ Configuration (continued) - Example Simple Format



S

PROFIBUS Details

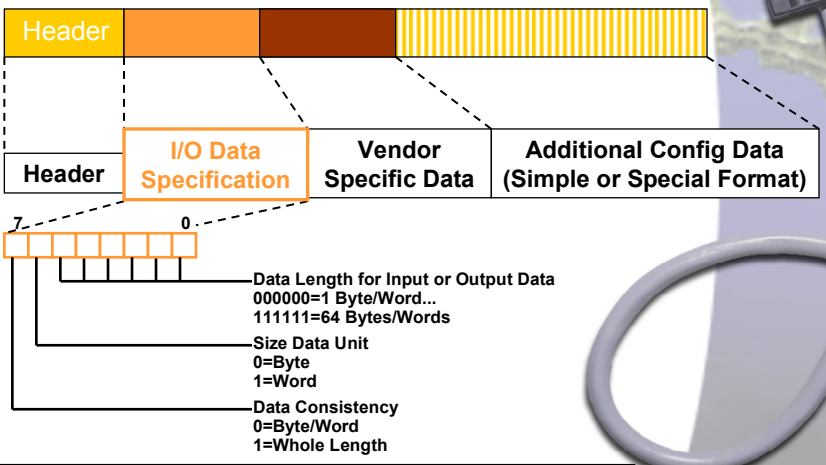
❑ Configuration (continued) - Special Format



S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued) - Special Format



S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued) - Example Special Format

0	1	0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	0	1

1 Byte for Input Data Specification & 3 Bytes Vendor Specific Data follow

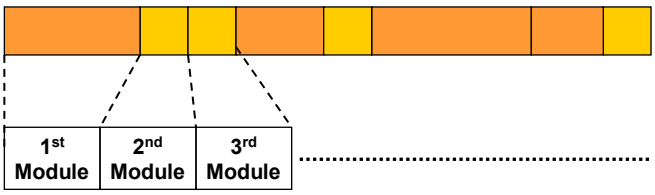
36 Bytes of Input Data with Consistency over whole Length

3 Bytes of Vendor Specific Information

S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued) - Example Telegram



= Simple Format

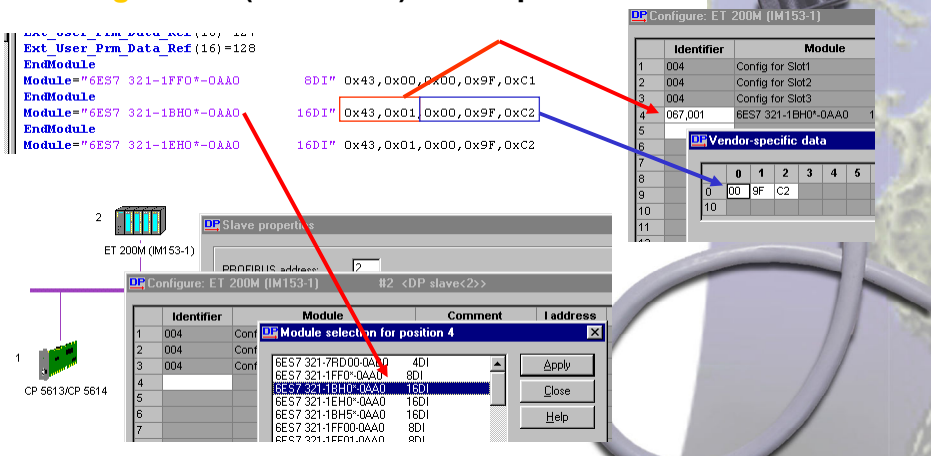
= Special Format

S

PROFIBUS Details

❑ Configuration (continued) - Example GSD File

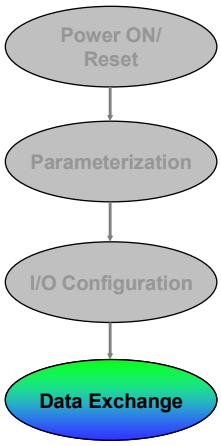
```
Ext_User_Prm_Data_Ref(16)=128
EndModule
Module="6ES7 321-1FF0*-0AA0        8DI" 0x43,0x00,0x00,0x9F,0xC1
EndModule
Module="6ES7 321-1BH0*-0AA0       16DI" 0x43,0x01,0x00,0x9F,0xC2
EndModule
Module="6ES7 321-1EH0*-0AA0       16DI" 0x43,0x01,0x00,0x9F,0xC2
```



S

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence (continued)



Power ON/Reset of Master or Slave

Download of Parameters into the Field Device (selected during Configuration by the User)

Download of I/O Configuration into the Field Device (selected during Configuration by the User)

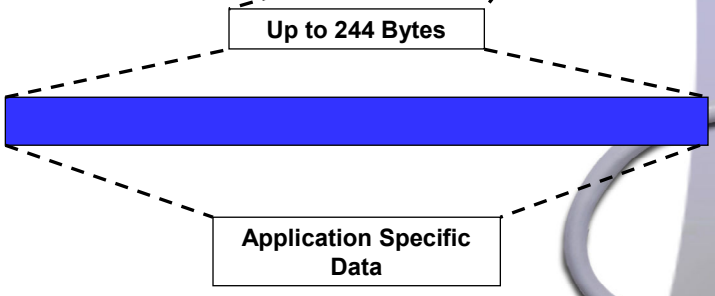
Cyclic Data Exchange (I/O Data) and Field Device reports Diagnostics

S

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence - Data Exchange Request

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	x ..	x	0x16



S

PROFIBUS Details

❑ Startup Sequence - Data Exchange Response

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	0x08	x ..	x	0x16

Up to 244 Bytes

Application Specific Data

S

PROFIBUS Details

❑ Data Exchange (continued) - Example GSD File

```
Help
S7HeaderCnf=3
OnlySpecialModules=1
DiagBufferable=1
OffsetFirstMPDBlock=3
ETERDelay=200
MaxResponseDelay=2
Freeze_Mode_supp=1
Sync_Mode_supp=1
Auto_Baud_supp=1
Fail_Safe=1
Min_Slave_Intervall=1
Max_Diag_Data_Len=29
Modul_Offset=1
Slave_Family=3@TdF@ET200M
Modular_Station=1
Max_Module=11
Max_Input_Len=128
Max_Output_Len=128
Max_Data_Len=256
```

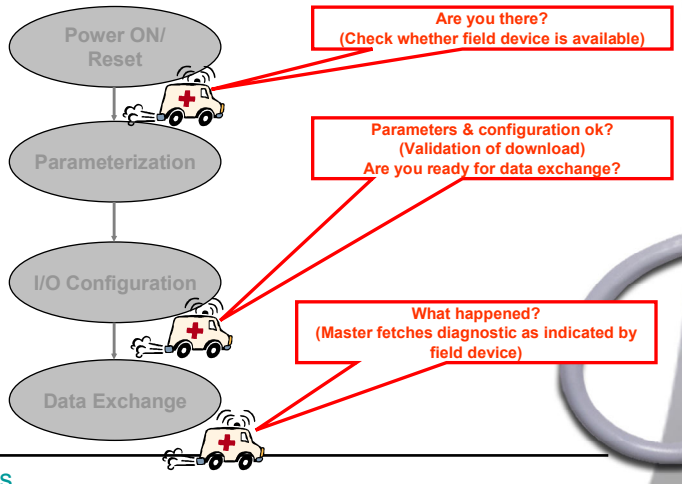
S

PROFIBUS Details

- Startup sequence (continued) - Diagnostic
- When does the master request diagnostic?
  - ✓ Before sending the parameter download to make sure the field device is available
  - ✓ Before entering the data exchange mode to validate parameters and configuration and make sure the field device is ready
  - ✓ During data exchange whenever indicated by the field device

PROFIBUS Details

- Diagnostic (continued)



PROFIBUS Details

- **Diagnostic** (continued) - How is it indicated during the Data Exchange?

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	0x0A	x ..	x	0x16

Field device raises "red flag" in Data Exchange response

Up to 244 Bytes

Application Specific Data

S

PROFIBUS Details

- **Diagnostic** (continued) - Request to Field Device

SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	0x3C	0x3E	x	0x16

S

PROFIBUS Details

❑ Diagnostic (continued) - Response from Field Device

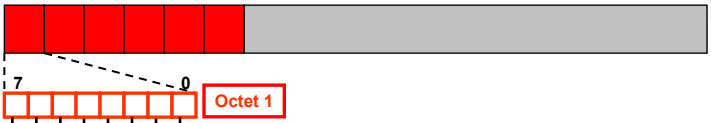
SD	LE	LEr	SD	DA	SA	FC	DSAP	SSAP	DU..	FCS	ED
0x68	x	x	0x68	x	x	x	0x3D	0x3E	x ..	x	0x16

Up to 244 Bytes

6 Bytes Mandatory	Device Related (Optional)	Identifier Related (Optional)	Channel Related (Optional)

PROFIBUS Details

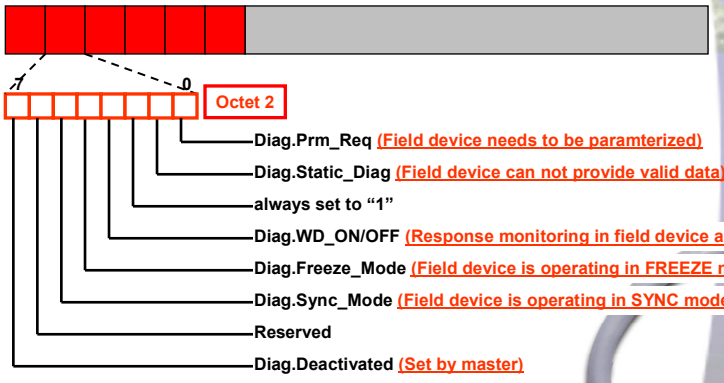
❑ Diagnostic (continued) - Mandatory



- Diag.Station_Non_Exist (Field device doesn't answer; set by master)
- Diag.Station_Not_Ready (Field device not ready for data exchange)
- Diag.Cfg_Fault (Error in configuration data)
- Diag.Ext_Diag (Field device reports extended diagnostic information)
- Diag.Not_Supported (Requested feature not supported by field device)
- Diag.Invalid_Slave_Response (Set by master)
- Diag.Prm_Fault (Error in parameter data, e.g. Ident Number)
- Diag.Master_Lock (Field device controlled by another master; set by master)

PROFIBUS Details

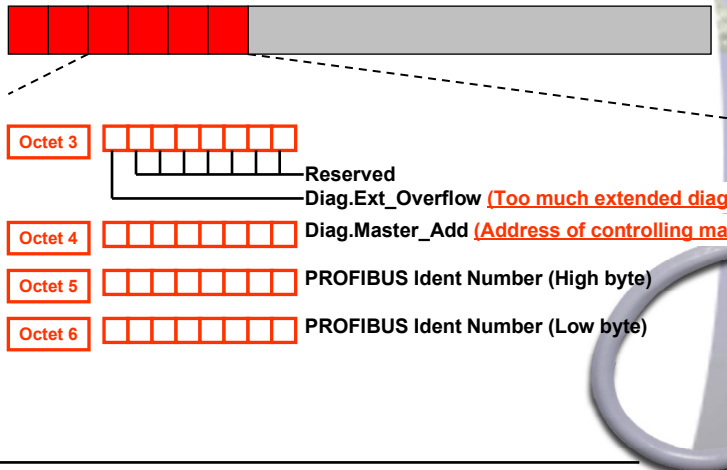
❑ Diagnostic - Mandatory (continued)



S

PROFIBUS Details

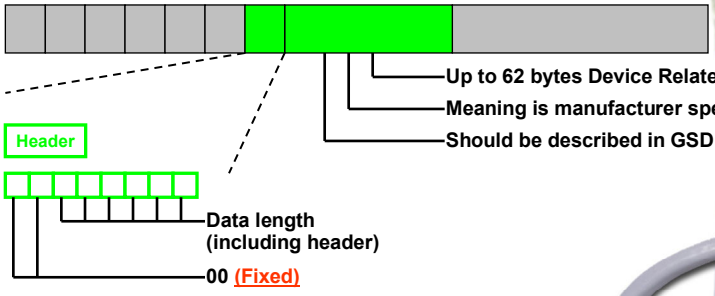
❑ Diagnostic - Mandatory (continued)



S

PROFIBUS Details

❑ Diagnostic (continued) - Optional: Device Related



PROFIBUS Details

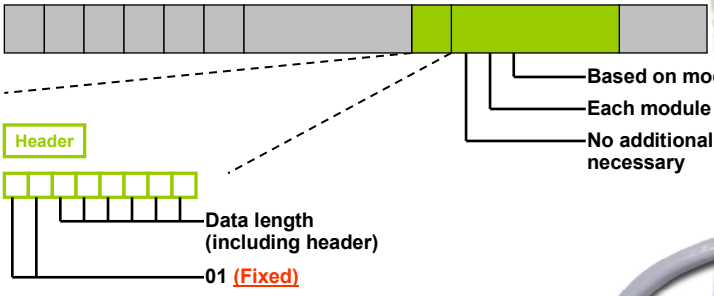
❑ Diagnostic Device Related (continued) - Example GSD File

```
Set_Slave_Add_supp      = 0
Min_Slave_Intervall     = 1
Modular_Station         = 0
Modul_Offset            = 0
Fail_Safe               = 0
Slave_Family            = 3@TdF@WINbloc
;
Max_Diag_Data_Len       = 8
Unit_Diag_Bit(0 )       = "FIELD VOLTAGE MISSING"
;
User_Prm_Data_Len       = 0x00
Module                  = "DP-Kompaktgeraet CNT" 0x5
EndModule
```

Meaning: Bit 0 of the Device Related Diagnostic is set to “1” - Field voltage missing!

PROFIBUS Details

❑ Diagnostic (continued) - Optional: Identifier Related



S

PROFIBUS Details

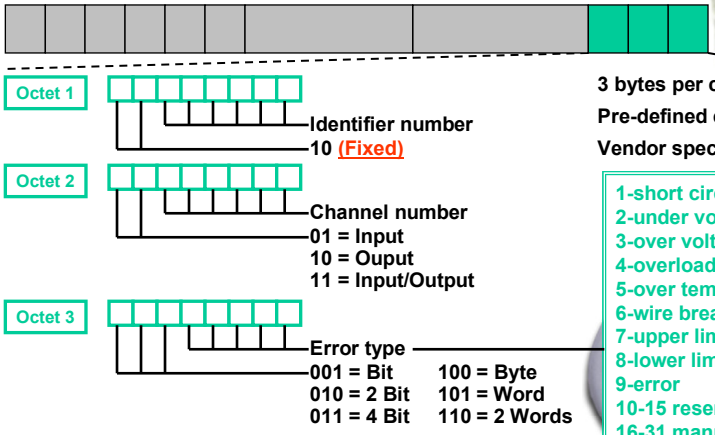
❑ Diagnostic Identifier Related (continued) - Example

0	1	0	0	0	1	0	0	Identifier Related Diagnostic; Length = 4 Bytes
0	1	0	0	0	0	0	1	Identifier 0 & 6 (Module 1 & 7) with Diagnostics
0	0	0	0	0	0	0	1	Identifier 8 (Module 9) with Diagnostics
1	0	0	0	0	0	0	0	Identifier 23 (Module 24) with Diagnostics

S

PROFIBUS Details

❑ Diagnostic (continued) - Optional: Channel Related



3 bytes per channel

Pre-defined error types

Vendor specific types possible

1-short circuit
2-under voltage
3-over voltage
4-overload
5-over temperature
6-wire break
7-upper limit exceeded
8-lower limit exceeded
9-error
10-15 reserved
16-31 manufacturer specific

S

PROFIBUS Details

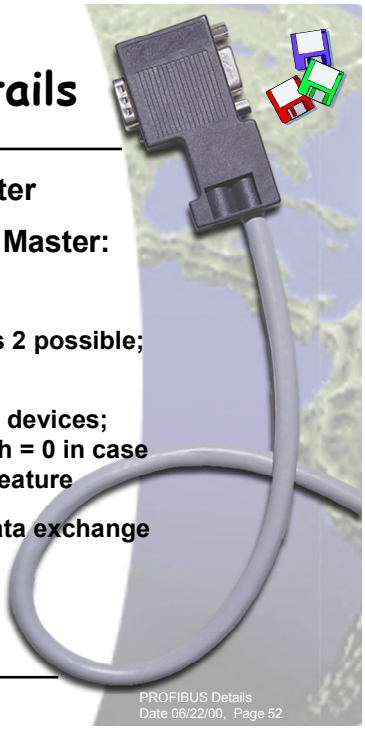
❑ Diagnostic Channel Related (continued) - Example

1	0	0	0	0	1	0	0	Channel Related Diagnostic; Identifier 4 (Module 5)
0	1	0	0	0	0	0	1	Channel 1 (=Input) with Diagnostic
0	0	1	0	0	1	1	0	Bit organized; Wire Break
1	0	0	0	0	1	1	1	Channel Related Diagnostic; Identifier 7 (Module 8)
1	0	0	0	0	0	1	1	Channel 3 (=Output) with Diagnostic
1	0	1	1	0	0	1	0	Word organized; Manufacturer specific code

S

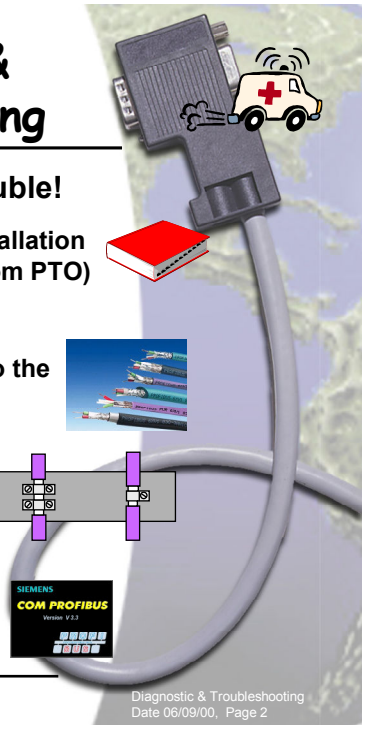
PROFIBUS Details

- Data Exchange (continued) - DP Master
- Four main operation modes for a DP Master:
  - ✓ OFFLINE - No activity
  - ✓ STOP - Communication to a Master Class 2 possible; no communication to field devices
  - ✓ CLEAR - Master communicates with field devices; output data are set to “0” or output length = 0 in case of field devices that support “Fail Safe” feature
  - ✓ OPERATE - Standard operation mode; data exchange between master and field devices



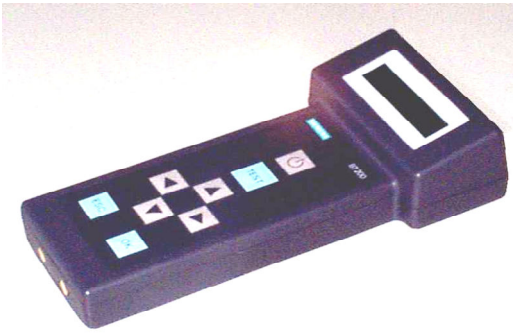
Diagnostic & Troubleshooting

- Always the 1st step - Stay out of Trouble!
  - ✓ Installation according to PROFIBUS Installation Guideline (Document 2.112, available from PTO)
  - ✓ Use REAL PROFIBUS cable according to the standard
  - ✓ Use appropriate shielding & grounding
  - ✓ Choose a master with an “easy to use” configuration tool



Diagnostic & Troubleshooting

❑ Check the Physical Setup - with the BT 200



- ☑ Wire break/crisscross
- ☑ Short circuit
- ☑ Termination
- ☑ Bus scan
- ☑ Length
- ☑ Reflections
- ☑ RS 485 interface

S

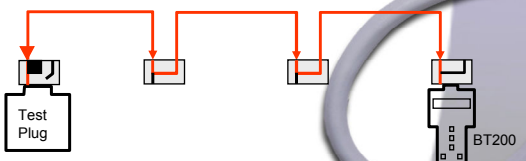
Diagnostic & Troubleshooting

❑ How to use the BT 200?

- ✓ Connect test plug with first connector and BT200 with last connector
- ✓ Termination “ON” at the test plug only while testing the cable
- ✓ Turn the BT 200 “ON” and press the test key
- ✓ If everything is ok, you see the message “cabling o.k. (1R)” otherwise an error message appears

Connector

Termination ON, interrupts daisy chain



S

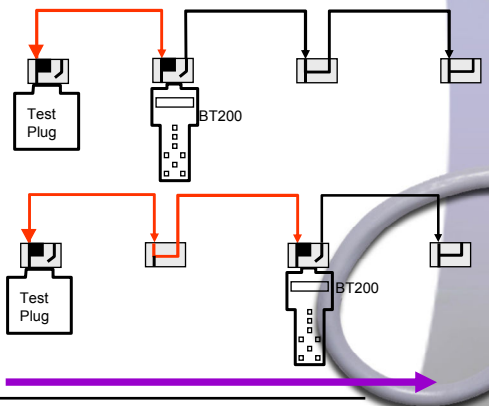
Diagnostic & Troubleshooting

❑ How to use the BT 200? (continued)

✓ **In case of an error - work your way "up"**

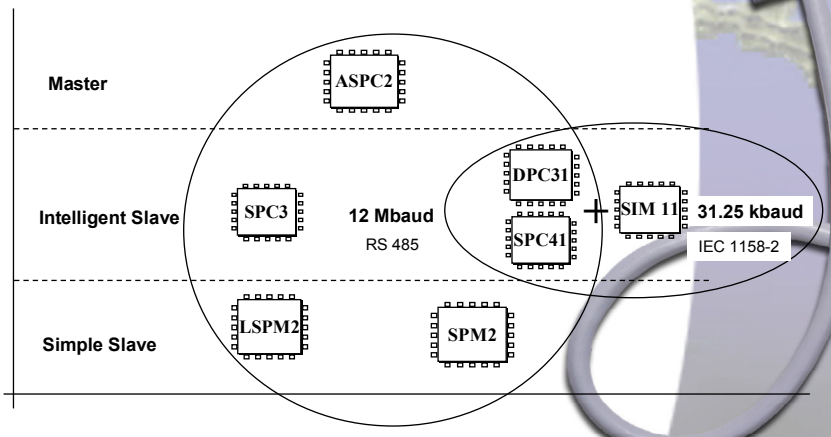
Connector

Termination ON, interrupts daisy chain



Technology

❑ Application Specific Integrated Circuit - ASIC



Technology

❑ Simple Field Devices

LSPM2

MQFB, 80 Pin, 2cm²

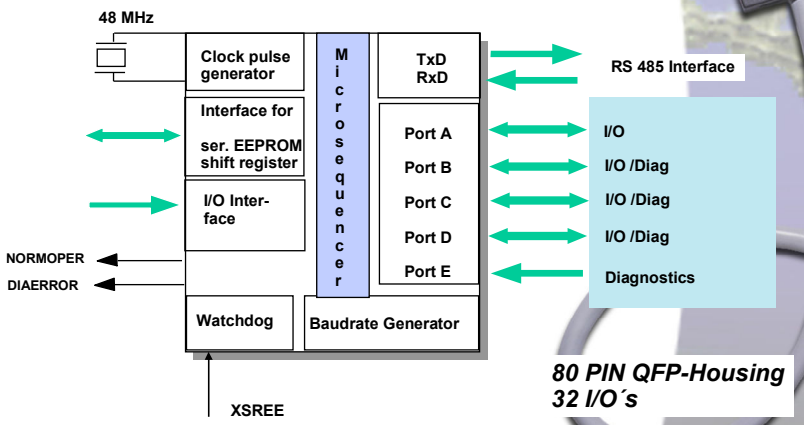
SPM2

PQFB, 120 Pin, 10cm²

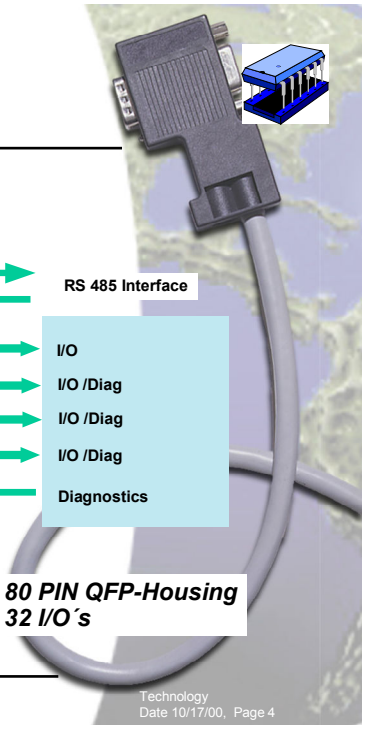
- ✓ Transmission rate up to 12Mbaud
- ✓ DP Protocol completely integrated
- ✓ No processor required
- ✓ Data Volume:
  - × LSPM 2 - 32 bit I/O & 8 bit diagnostic
  - × SPM 2 - 64 bit I/O & 16 bit diagnostic

Technology

❑ LSPM2 Block Diagram

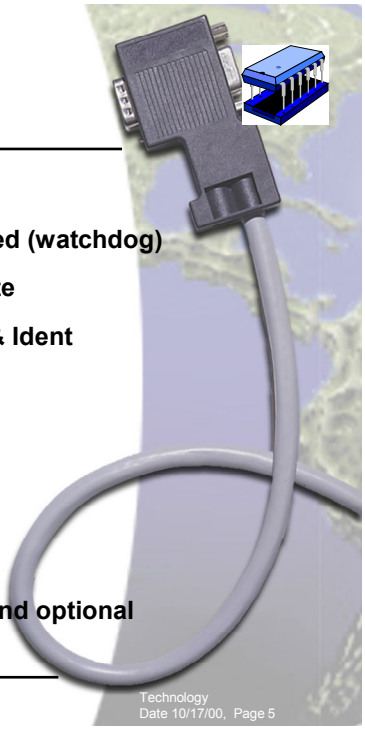


80 PIN QFP-Housing
32 I/O´s



Technology

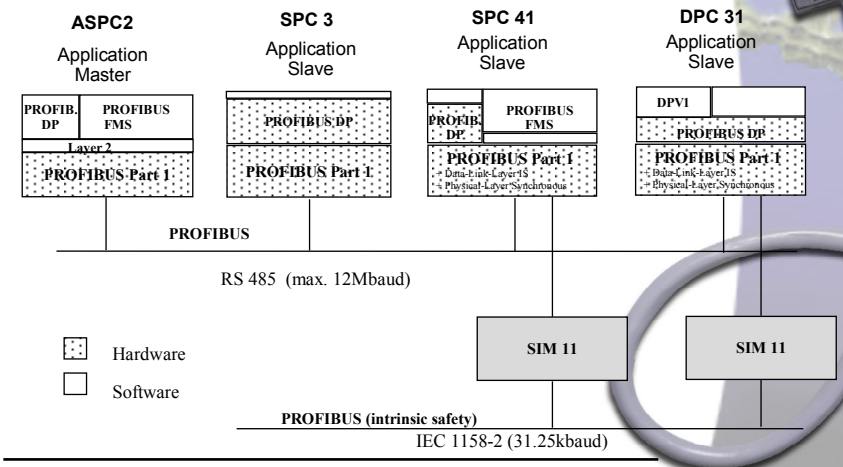
- **Features LSPM2/SPM2**
  - ☑ Timer for response monitoring integrated (watchdog)
  - ☑ Automatic detection of transmission rate
  - ☑ EEPROM interface for station address & Ident Number
  - ☑ Shift register interface
  - ☑ I/O interface
  - ☑ Parameterization ports
  - ☑ Diagnostic data is specified
  - ☑ LSPM2/ SPM2 supports all mandatory and optional services for field device/slave solutions



S

Technology

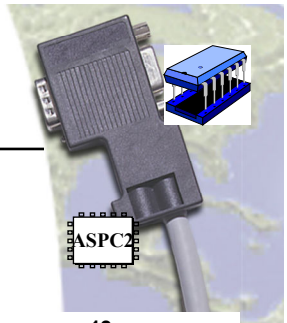
- **Intelligent ASICs**



S

Technology

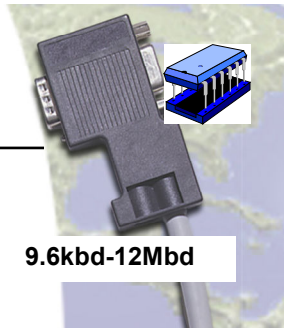
Intelligent ASICs - continued

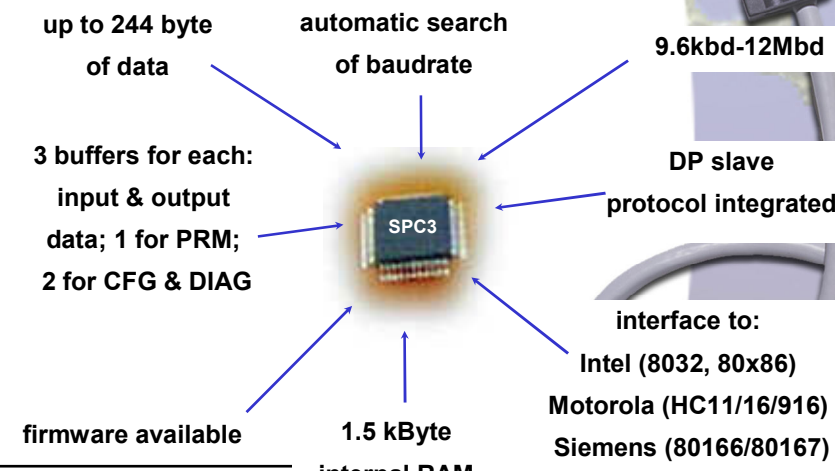


	SPC3	SPC41	DPC31	ASPC2
Max. Transmission Rate [Mbaud]	12	12	12	12
Transm. Medium	RS 485	RS485 / IEC 1158-2 (with SIM 11)		RS 485
Protocol	DP (DPV1)	DP/FMS/PA	DP/DPV1	DP/DPV1/FMS
Message Buffer [kByte]	1.5	1.5	6	1,000 external
Housing	PQFP, 44 Pin	PQFP, 44 Pin	PQFP, 100 Pin	MQFP, 100 Pin

Technology

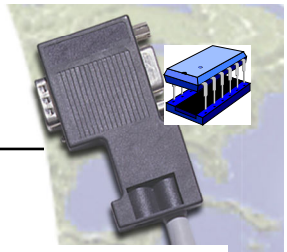
Intelligent … (continued) - SPC3





Technology

Intelligent … (continued) - DPC31

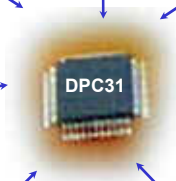


up to 244 byte of data

automatic search of baudrate

9.6kbd-12Mbd

3 buffers for each: input & output data; 2 for PRM, CFG & DIAG



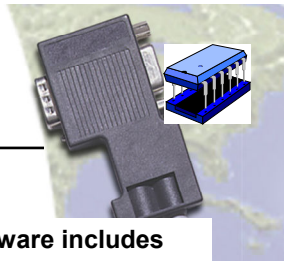
DP slave protocol integrated

interface to:
Intel (8032, 80x86)
Motorola (HC11/16/916)
Siemens (C166)

firmware available

Technology

Intelligent … - DPC31 (continued)



31.25kBd synchronous

integrated 8031 core

firmware includes complete DPV1

synchronous serial interface

100 pin PQFP housing

up to 40 bits I/O

standard interface for memory expansion

6 kByte internal RAM

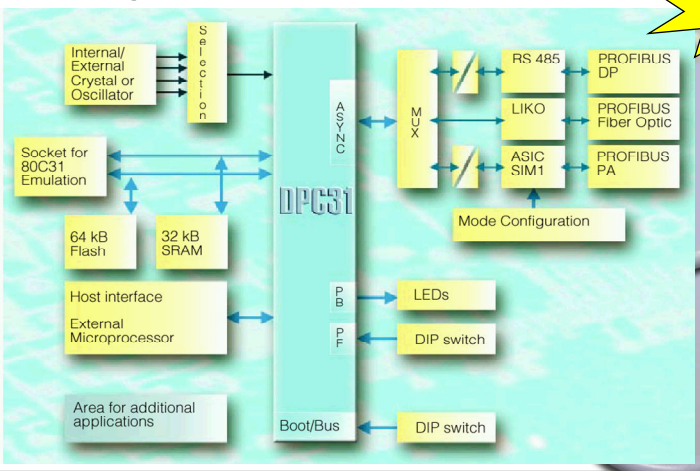
Technology

❑ Available Firmware for the ASICs

ASPC2	+	Master SW Protocol DP for 80165	(80 kByte)
SPC3	+	Slave SW Protocol DP	(6 kByte)
DPC31	+	Slave SW Protocol DP/DPV1	(depends on implementation)
SPC41	+	Slave SW Protocol DP, FMS,PA	(30 kByte)

Technology

❑ Development Kit DP & PA - Test Board



The RS-485 transmission technique in PROFIBUS has the following physical characteristics:

Network topology:	Bus, terminated at both ends with the characteristic impedence; attachment of nodes either directly using bus connectors or via bus terminals with connecting cables. The use of a maximum of 9 RS 485 repeaters (see Chapter 5) allows a network span between two nodes of a maximum of 10 segment lengths at the appropriate data rate.
Medium:	Shielded, twisted pair cable
Possible segment lengths: (depending on the cable type, see Table 3.1)	1,000 m for transmission rates up to 93.75 Kbps 800 m for transmission rate of 187.5 Kbps 400 m for transmission rate of 500 Kbps 200 m for transmission rate of 1.5 Mbps 100 m for transmission rates 3. 6 and 12 Mbps
Number of nodes:	Maximum 32 on one bus segment Maximum 127 per network when using repeaters
Transmission rates:	9.6 Kbps, 19.2 Kbps, 93.75 Kbps, 187.5 Kbps, 500 Kbps, 1.5 Mbps, 3 Mbps, 6 Mbps, 12 Mbps

Terminating Resistor On/Off

Figure 5. 2 shows the setting for the terminating resistor:

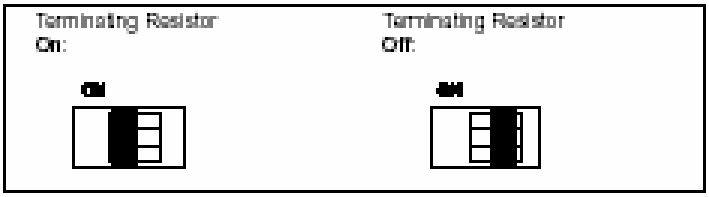


Figure 5. 2: Setting of the Terminating Resistor

Segments 1 and 2 Terminated

Figure 5. 3 shows how to connect the RS 485 repeater to the ends between two segments:

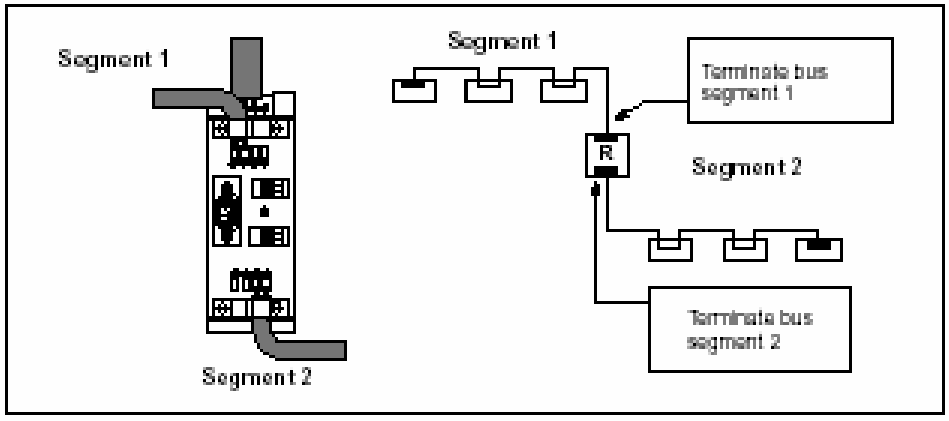


Figure 5. 3: Connecting Two Bus Segments to the RS 485 Repeater (1)

Segment 1 Terminated, Segment 2 Connected Through

Figure 5. 4 shows the connection between two segments via an RS 485 repeater with one segment connected through:

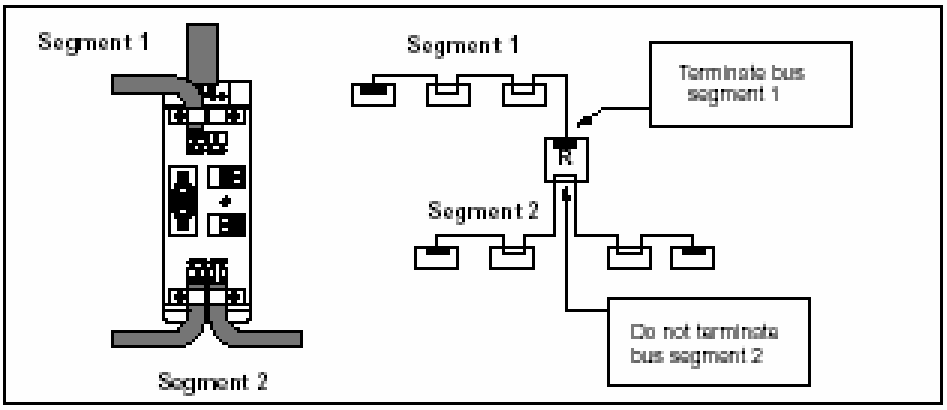


Figure 5. 4: Connection of Two Bus Segments on the RS 485 Repeater (2)

Segments 1 and 2 Connected Through

Figure 5. 5 shows the connection of two segments via an RS 485 repeater with both LAN cables connected through on the repeater:

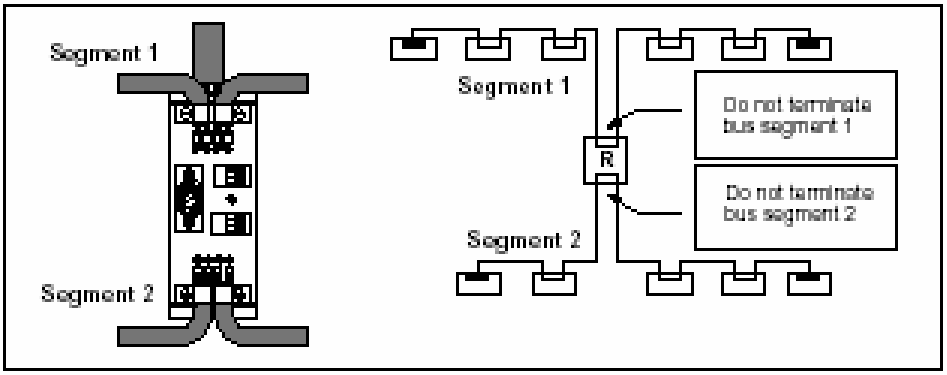
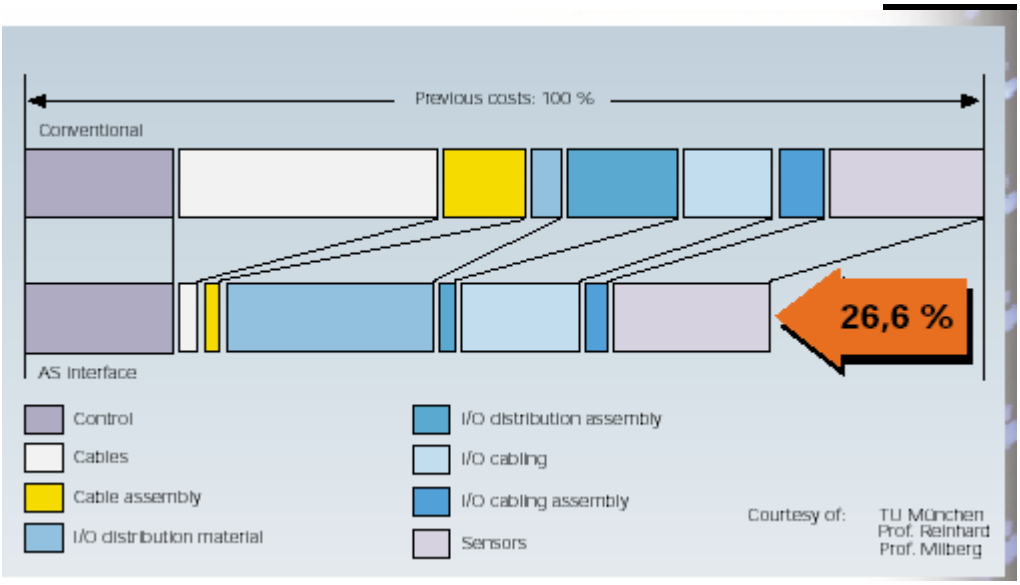
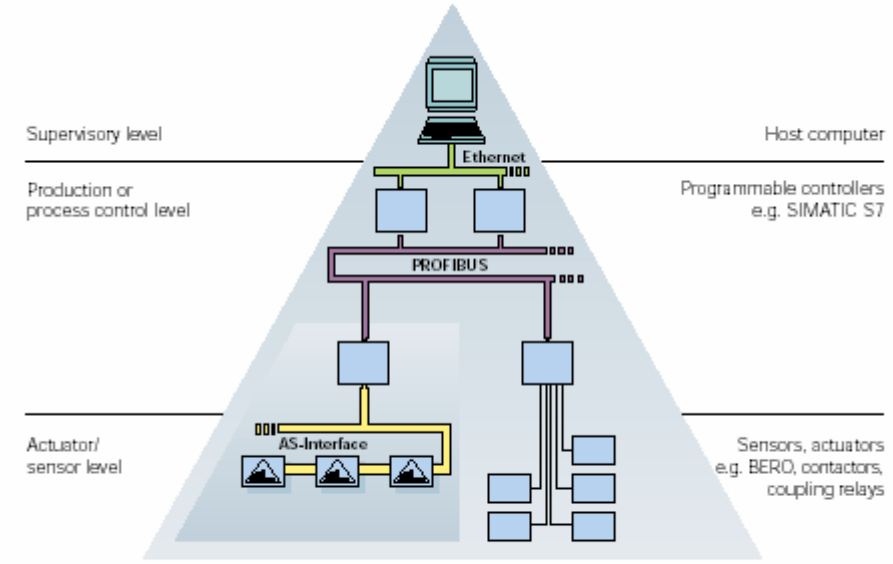


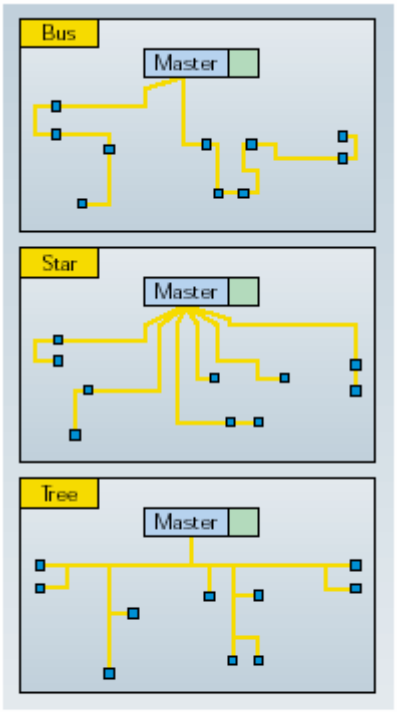
Figure 5. 5: Connection of two Bus Segments on the RS 485 Repeater (3)

AS-I

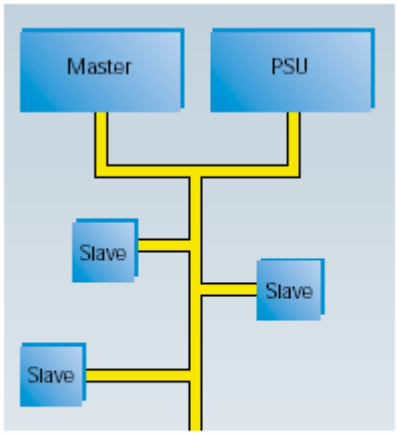




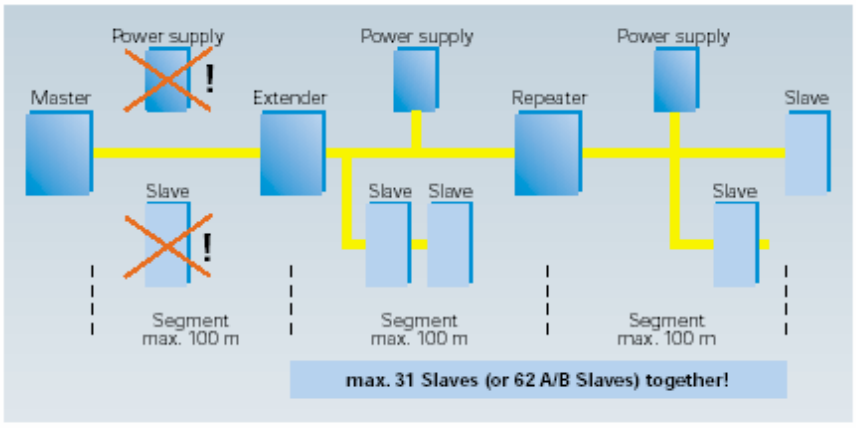
The various levels in industrial communication



Bus, star, or tree AS interface network configurations are possible



Minimum configuration of an AS interface network



The maximum length per AS interface segment is 100 m. The network length can only be extended to maximum 3 segments using extender and/ or repeater modules.

1. **How many inputs and outputs are needed?**
The number of inputs and outputs tells you how many AS interface networks you need.

2. **How much power do the I/Os consume?**
The total power requirement of the required modules determines which AS interface power supply unit you need. As it is not possible to connect power supply units in parallel, a power supply unit sized to the power requirement must be used.

3. **Are special cables required?**
Any combination of profiled and round cables is possible. External conditions determine whether rubber, TPE or PUR cables have to be used. Repeaters or extenders (See Page 16) have to be used for cable lengths above 100m.

4. **Is address assignment correct?**
For clarity's sake, a plan should be drawn up, clearly showing which addresses are assigned to which slaves. Double assignments are not necessarily recognised as errors by the master.

5. **Which modules belong to which addresses?**
Modules and slaves that are addressed should be labelled clearly.

6. When are the modules mounted?
Only when points 4 and 5 have been dealt with. Cables can be routed in any way.

7. How is it all configured?
The configuration is simply read in by entering the AS interface profile for each slave in the master. This usually happens automatically but can be done manually in the controller software.

8. Are the slaves detected?
First you must check whether the master has recognised all its slaves. Only then can you switch to protected operation and switch the controller to RUN.

9. How is testing done?
Input/output tests are performed by the familiar PLC method, i.e. the sensors are activated locally and then checked in the PLC.

10. How do you get the whole thing up and running?
You can either create your own controller software in the usual way or use existing software. In the latter case, you might have to adapt the symbolic assignment of addresses.

by slave 28, o
is assigned ad

Tip 1 – Power supply unit

On no account must AS interface be grounded!

Never use a normal power supply unit only AS interface power supply units (PELV) with integrated data de- coupling and connect "ground (GND)" with system ground.

Tip 2 – Network extention

Without repeaters or extenders the AS interface cable must be no longer than 100 m – including all feeders to the assembly terminals!

If you want to expand the network please note the following:

Expansion with extenders:

- The maximum cable length between the extender and the master must be no longer than 100 m
- Do not connect any slaves or AS interface network power supply unit between the master and the extender.
- Never confuse the "+" and "-" lines.

Expansion with repeaters:

- Up to two repeaters can be connected in series – this increases the cable length to maximum 300 m (i.e. 3 segments with maximum 100 m)
- An AS interface power supply unit must be connected at every repeater.
- Under normal conditions, an extender must not be connected beyond a repeater

Tip 3 – Slaves

Each slave address must only be used once. Only use addresses 1 to 31 or 1A to 31B in A/B technology (Specification 2.1).

Please note: Modules that contain chip SAP 4.0 (see operating instructions), can be re-addressed 15 times. After that they retain the last address.

Tip 4 – Additional auxillary power

If slaves are to be given an additional auxiliary power supply

- A PELV power supply unit and, if necessary, the black profiled auxiliary power cable should be used for 24 V DC and, a red profiled auxiliary cable for 230 V AC

Tip 5 – Routing of the cable

When laying the AS interface cable please note the following:

- Always use the yellow profiled AS interface cable where possible, brown for "+" and blue for "-".
- Even whilst communication along the AS interface cable offers a high degree of EMC immunity, it should still be routed away from power cables, even in the control cabinet!
- Every AS interface line requires its own cable. AS interface cables must not be laid together with others in a bus cable.
- If individual cores are used (e.g. in the control cabinet), always lay parallel core pairs. In standard stranded wires, lay individual cores together or twist them.

Tip 6 – Ensuring EMC

Connect all inductance's, e.g. contactor and relay coils, valves, brakes, with suppresser diodes, varistors or RC elements. If frequency converters are used, always use network filters, output filters, and shielded motor cables.

Tip 7 – Sensor and actuator power

Sensors and actuators must be supplied directly from the associated input or output of the slave. The cables should be kept as short as possible and away from energy cables, i.e. the slave modules should be as close as possible to the sensors and actuators.

Tip 8 – Installation of frequency converters

- Always follow the assembly guidelines in the operating instructions.
- Connect the cable shield, e.g. between filter and frequency converter and between the frequency converter and the motor, directly at both ends with a large contact surface, and with a sufficient cross section (at least 4mm^2).
- Connect all metal parts to system ground.

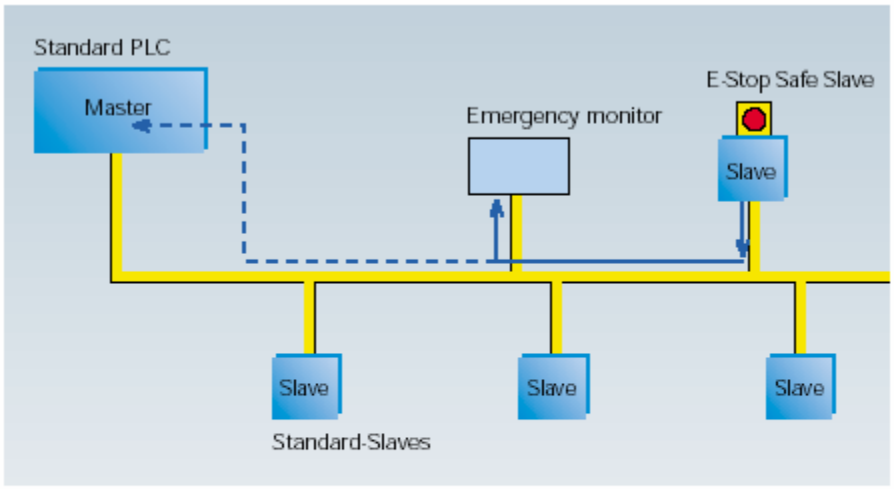
Tip 9 – System expansion 2.1

Operation of A/B slaves and "new" analogue slaves is only possible with a master complying with Specification 2.1.

Tip 10 – Status/diagnostics

For speedy diagnostics, the status and diagnostics bits should be analysed in the PLC.

ممكن استخدامة فى دوائر الطوارئ

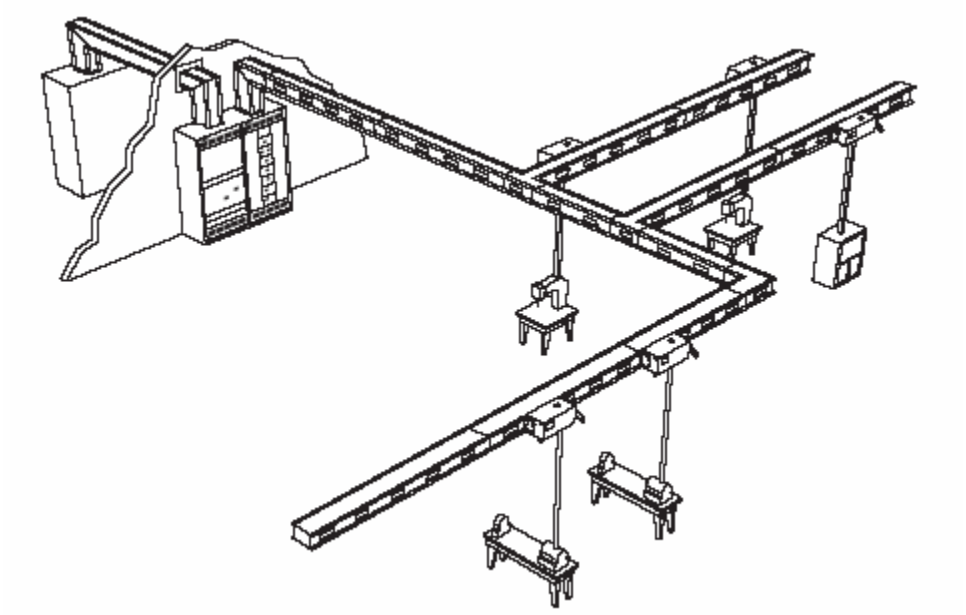


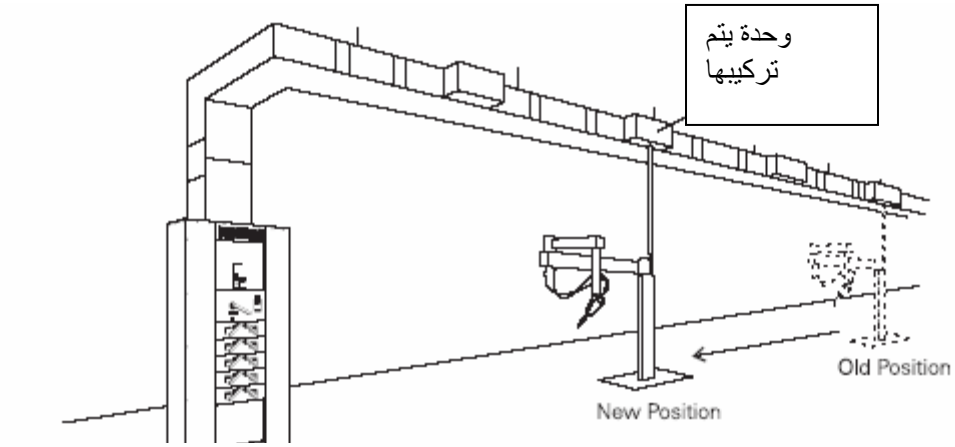
Safety at work: The safety monitor and safety-related slaves give AS interface safety bus status

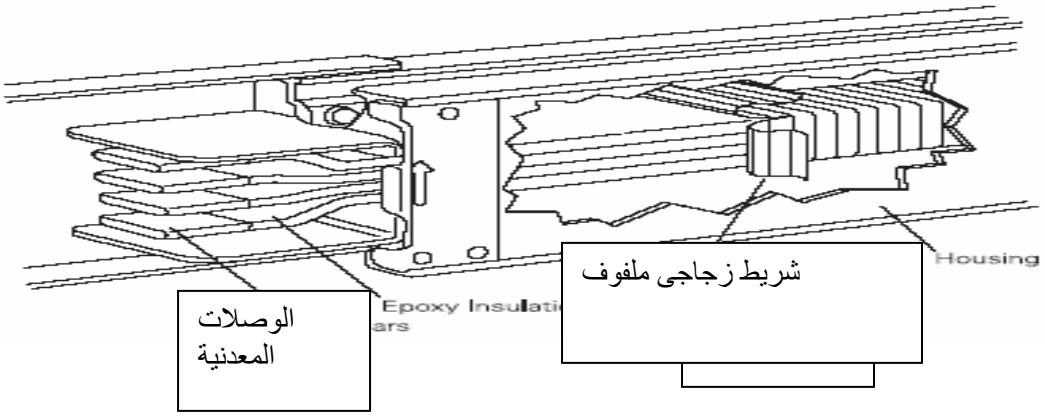
الفصل الحادى عشر

الوصلات الكهربية المعدنية bus way

تستخدم لنقل الكهرباء



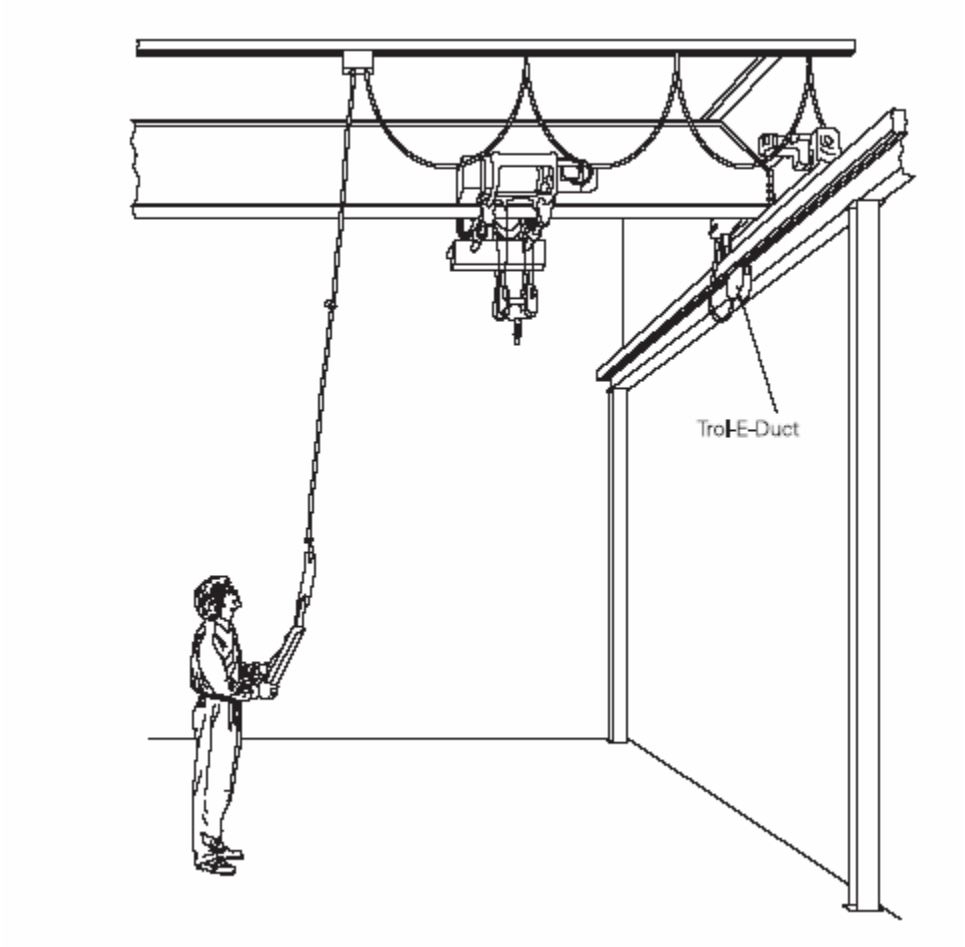




الكسوة

عازل

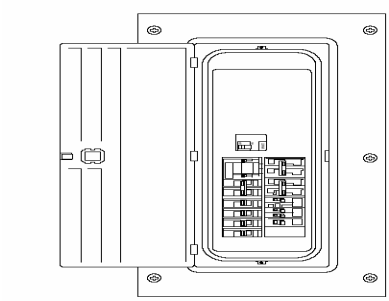
الوصلات التى يتحرك عليها الكونتاكت

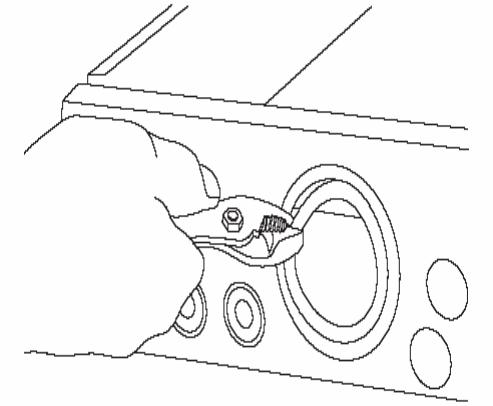


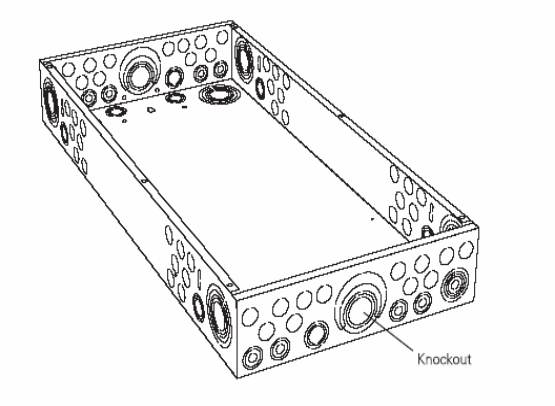
يوجد فرش كربونية على كل phase لعمل كونتاكت كهربى

مراكز الاحمال load center

تستخدم للتحكم فى الانارة، التدفئة و دوائر القوى
تثبت فى صندوق على الحائط او داخل الحائط
يمكن استخدامة من الامام فقط

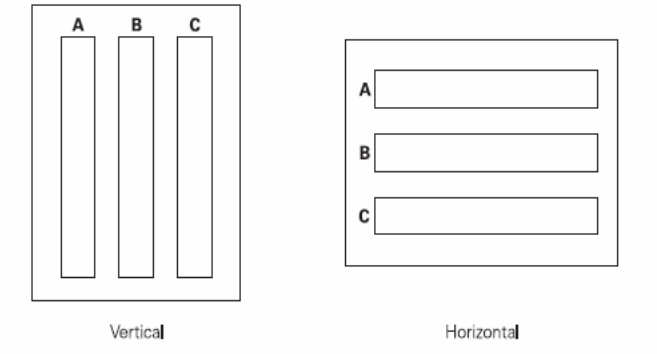


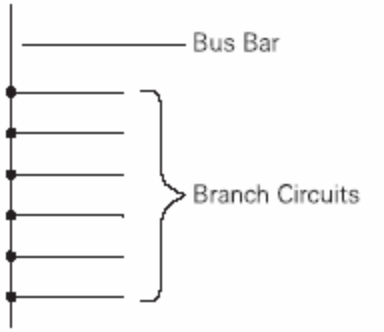




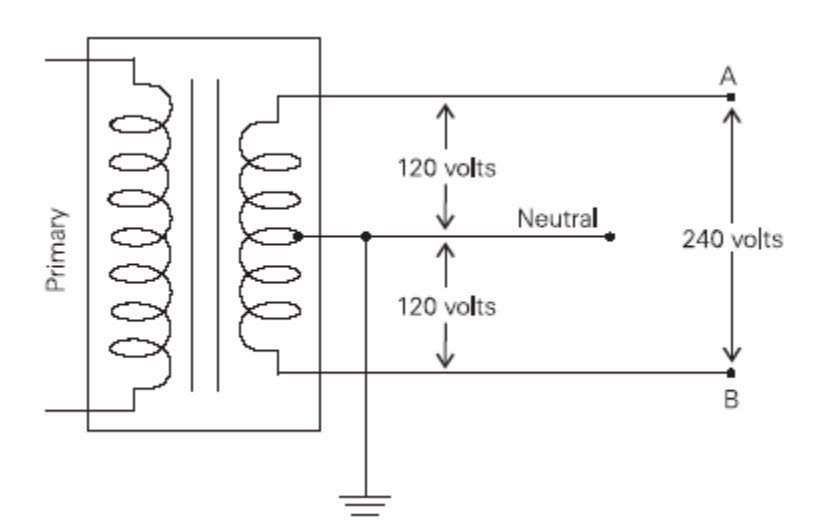
اماكن توصيل الكابلات

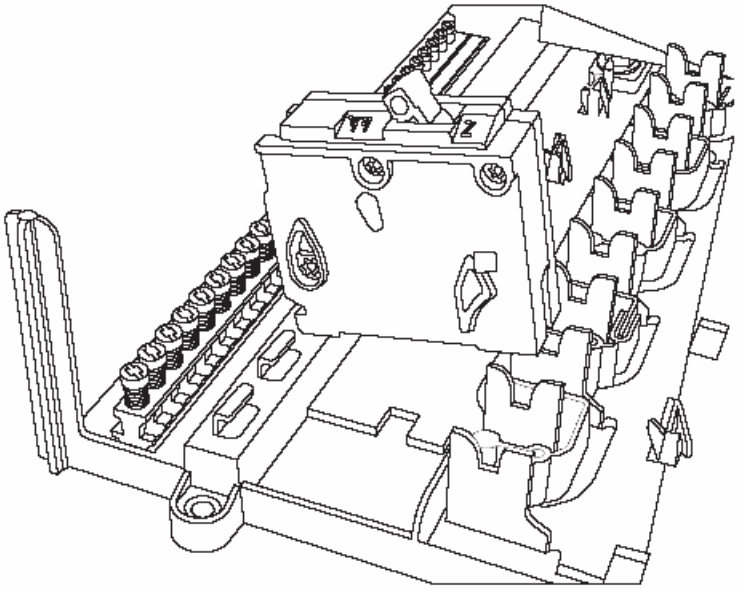
Bus bars

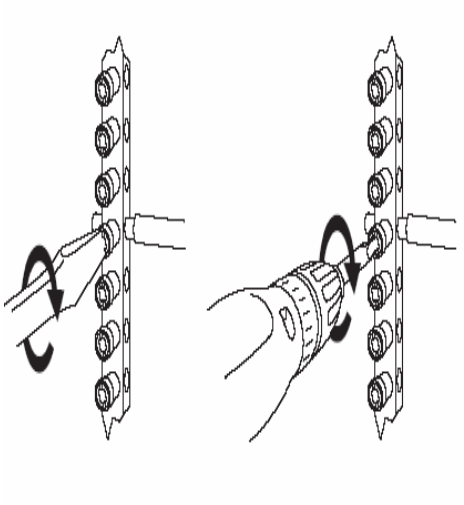




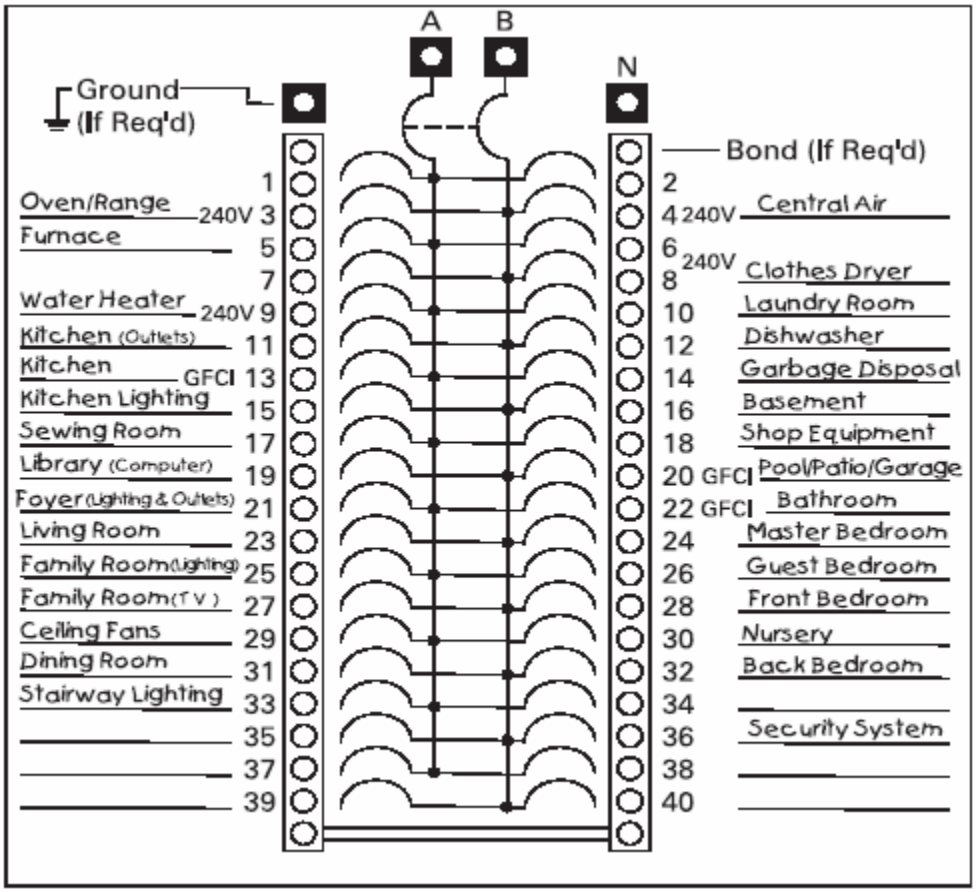
وصلة التعادل neutral





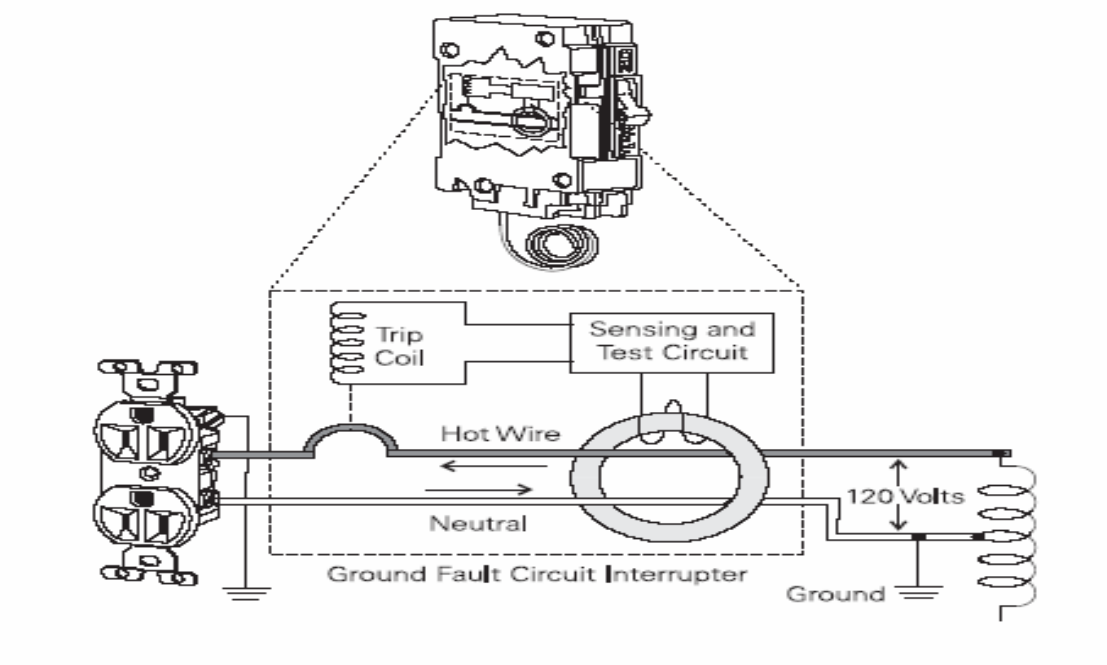


تستخدم اجهزة حماية التيار لحماية الاجهزة و الكابلات و منها 1 pole , 2 pole

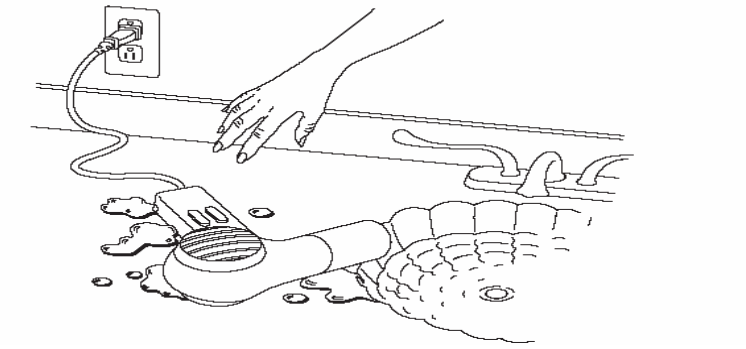


Ground fault protection اخطاء الارضى و حمايتها

عند تلامس اى خط من الكهرباء مع الارضى يحدث هذا الخطاء
يقوم هذا الجهاز بمقارنة التيار الذى يسير فى خط الكهرباء و التيار الذى يعود فى خط ال neutral و فى الحالات الطبيعية يكونا متساويين و فى حالة الاختلاف يكون هناك مشكلة و يقوم الجهاز بفصل الدائرة



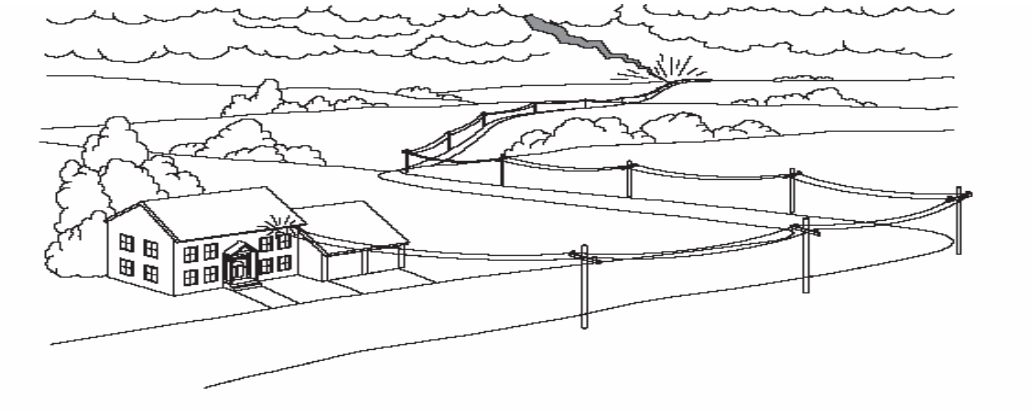
و الاماكن التى يتطلب و جود مثل هذا الجهاز فيها 1- الحمامات 2- الجراجات 3- المطابخ



الحماية من حدوث شرر كهربى او تلامس كابلين مع بعضهما لهم اجهزة معينة لحمايتها

الحماية من الصواعق surge protection

تنتقل الصواعق اذا تلامست مع خطوط الكهرباء الى البيوت بحوالى من 1000 الى 10000 فولت spikes بمعدل من 8 الى 10 مرات سانويا و يؤدى الى تدمير الاجهزة الكهربية مثل الكمبيوتر و التليفزيون
دائما الصواعق تبحث عن الارضى و فى طريقها الية تدمر الاجهزة و لذلك يستخدم جهاز لنقل الصاعقة الى الارضى دون المرور بالاجهزة و يتم ضبط الفولت و التيار المسحوب فى هذا الجهاز



فاصل الدوائر الكهربية circuit breakers

تقوم بفصل و تشغيل الدوائر الكهربية و ايضا الاحساس بارتفاع التيار و فصل الدوائر عندها

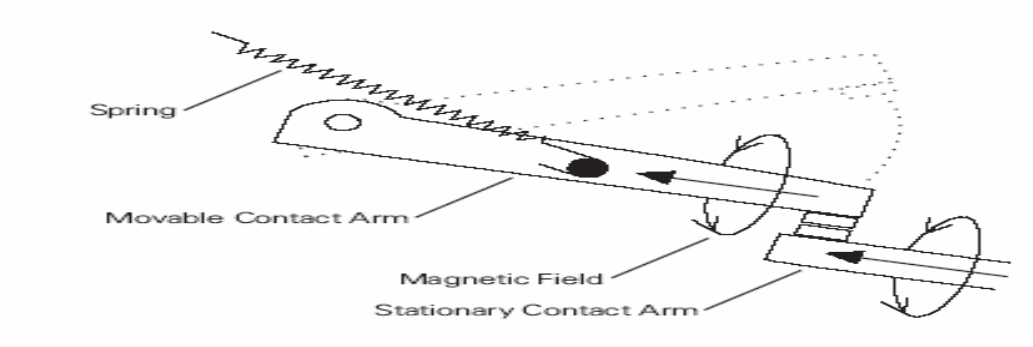
1-الاحساس بزيادة التيار
2-قياس كمية التيار
3-فصل الدائرة عند استمرار الخطأ اكثر من الوقت المضبوط

مكوناتة

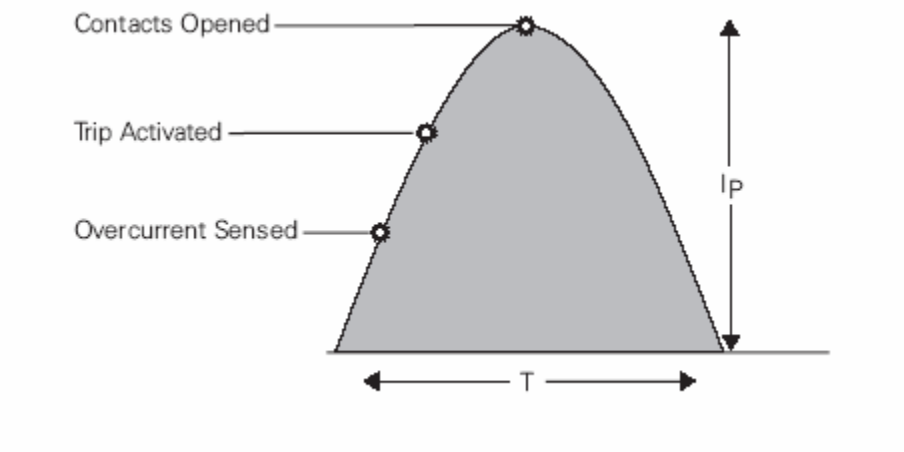
1- الغطاء الخارجى frame
2- نقاط التوصيل contacts
3- امتصاص الشرارة الكهربية اثناء الفصل arc chute assembly
4- ميكانيكية العمل operating mechanism
5- وحدة الفصل trip unit

1- **الاطار** يكون من البلاستيك مثل بوليمرات الزجاج و التكوين للمواد قد يكون عاملا فى اختيار بيانات التيار و الفولت العظمى

2- **نقاط التوصيل** straight through

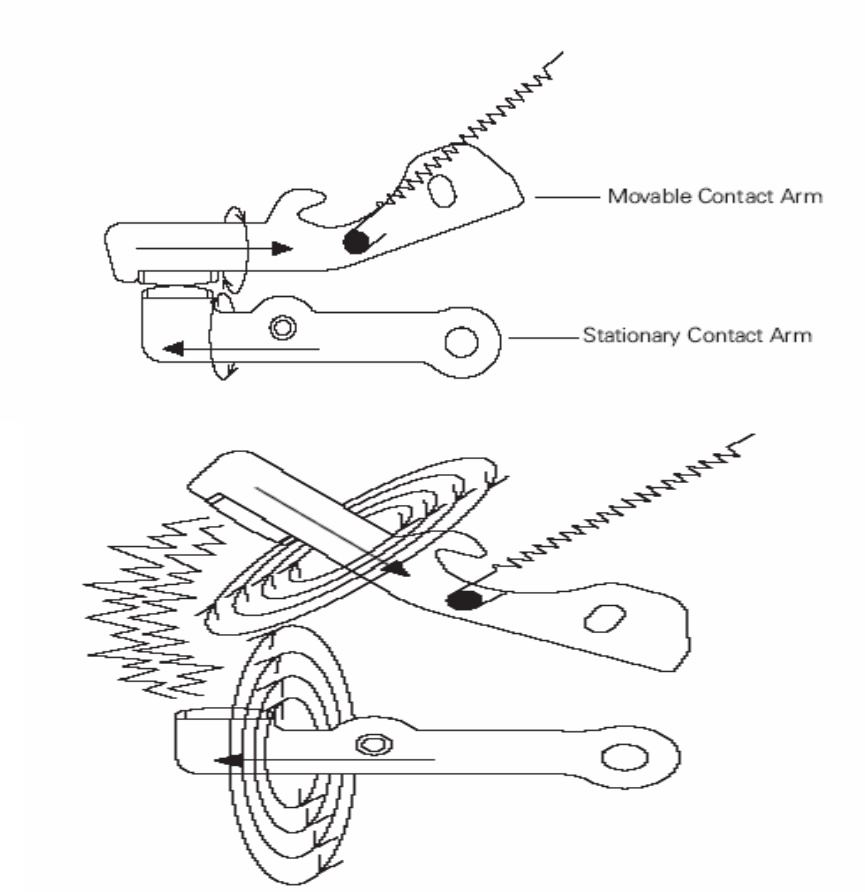


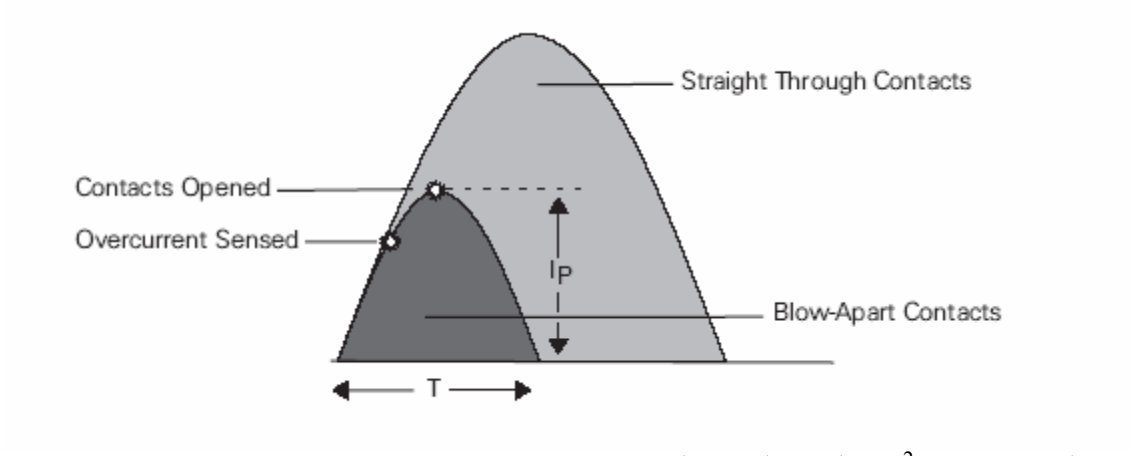
عند ارتفاع درجة الحرارة اى زيادة التيار (طاقة الحرارة تتناسب طرديا مع $I^2 T$ معناة ان عند زيادة التيار الوقت يكون اقل لتدمير الاجهزة



Blow apart contacts

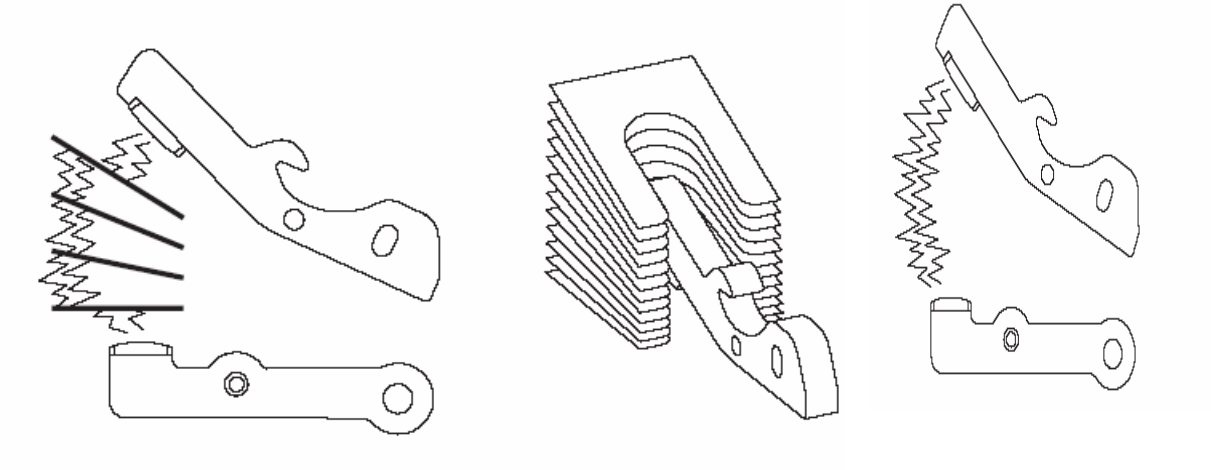
الكونتاكت فى هذة الطريقة متوازيين مع بعضهما اى التيار فى كل ذراع يسير عكس الاخر فالمجالات المغناطيسية تعاكس بعضها و لكن فى الاحوال العادية تكون قليلة فلا تسبب المجالات المغناطيسية ابعاد الكونتاكت عن بعدهم وعند زيادة التيار فان المجالات المغناطيسية تبعد الكونتاكت عن بعض





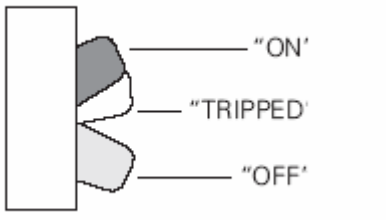
هذة الطريقة فيها $I^2 T$ تقل عن الطريقة العادية ز فيها حماية اكثر

عند فصل الكهرباء تتولد شرارة قد تؤدى لحرق الاماكن عند الكونتاكت و حلها

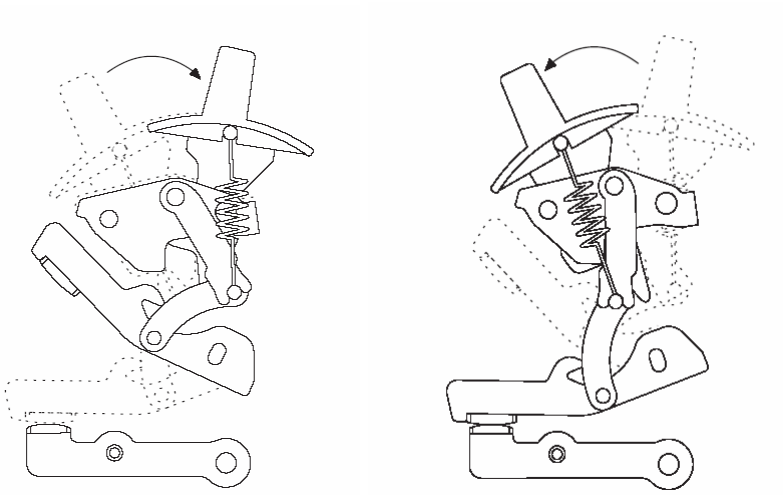


يد التشغيل operating handle

عند حدوث trip لابد من عمل off ثم on مرة اخرى للتشغيل

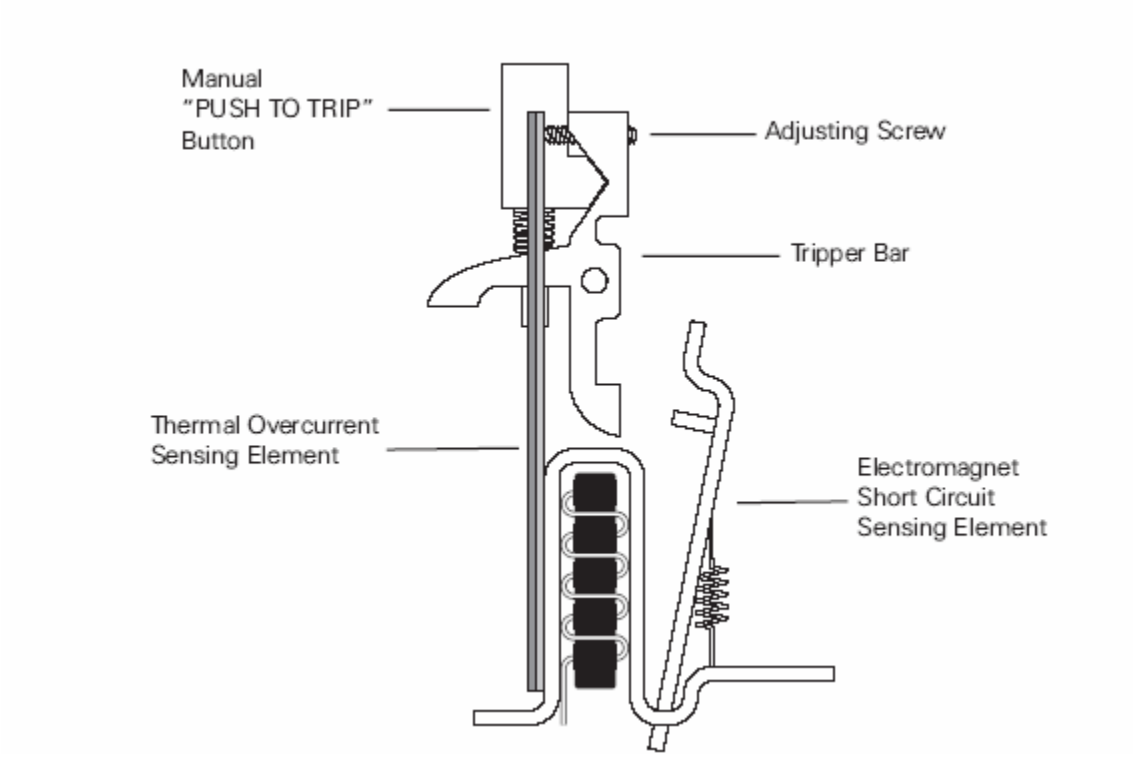


ميكانيكية العمل

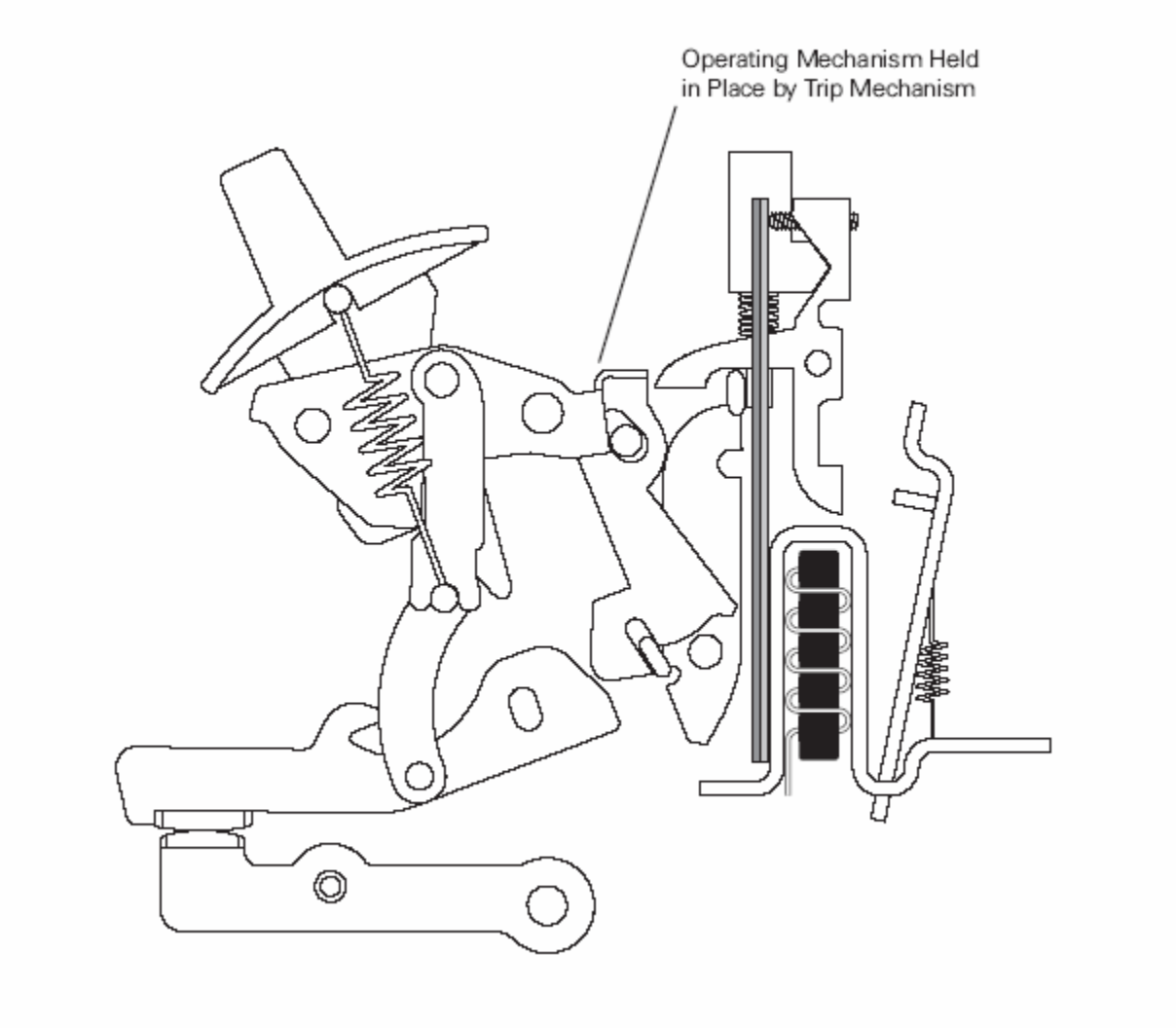


وحدة الاحساس بالخطاء trip unit

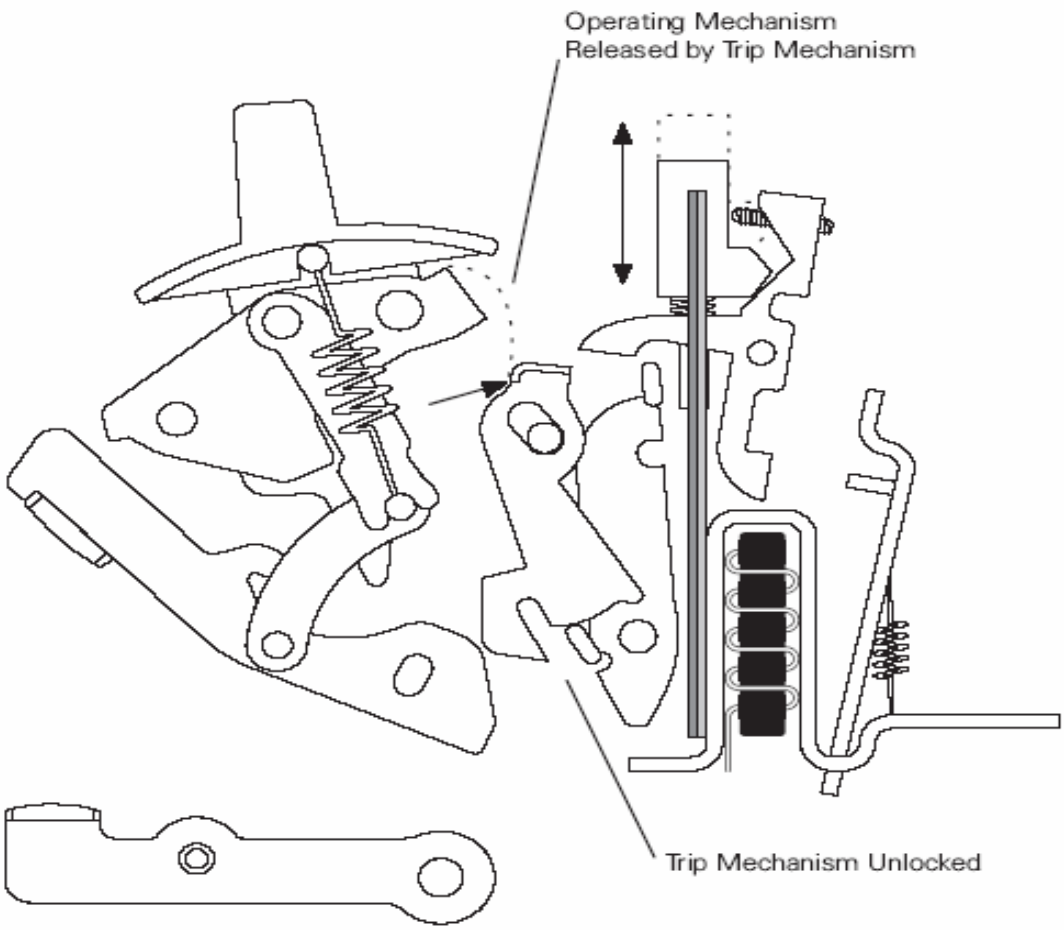
هى عقل فاصل الدائرة و تتكون من وحدات احساس بزيادة التيار او حدوث short circuit و يتحرك بار الفصل عن طريق مفتاح button او الاحساس الحرارى بزيادة التيار او حدوث قفلة



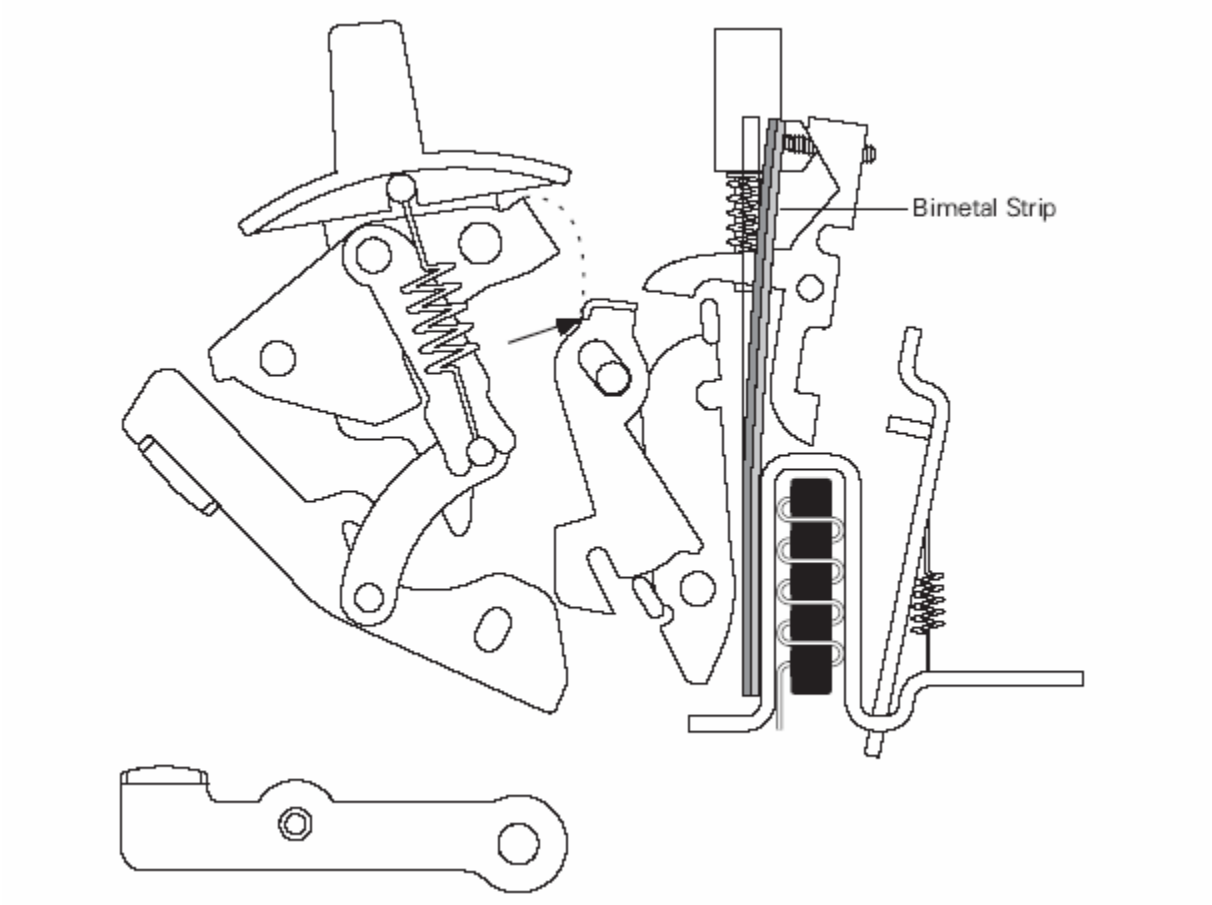
ميكانيكية الفصل trip

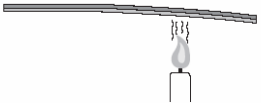


1- الفصل اليدوى manual trip



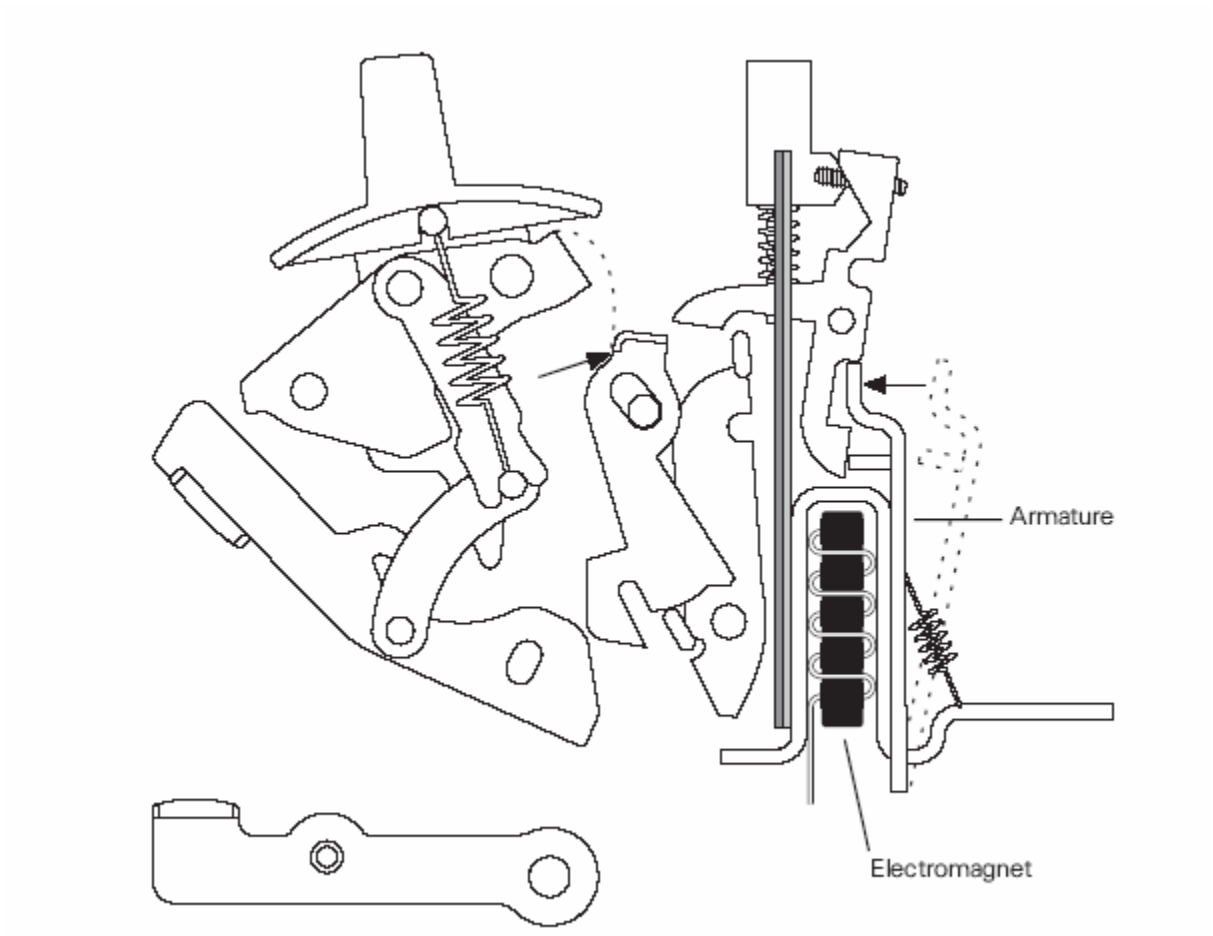
الفصل عن طريق الزيادة فى سحب التيار overload trip





Short circuit trip

عند حدوث short circuit تيار عالى يمر يولد مجال مغناطيسى كبير يقوم بسحس الذراع المتحرك الية ليقوم بدفع دائرة الفصل لتفصل الكونتاكت

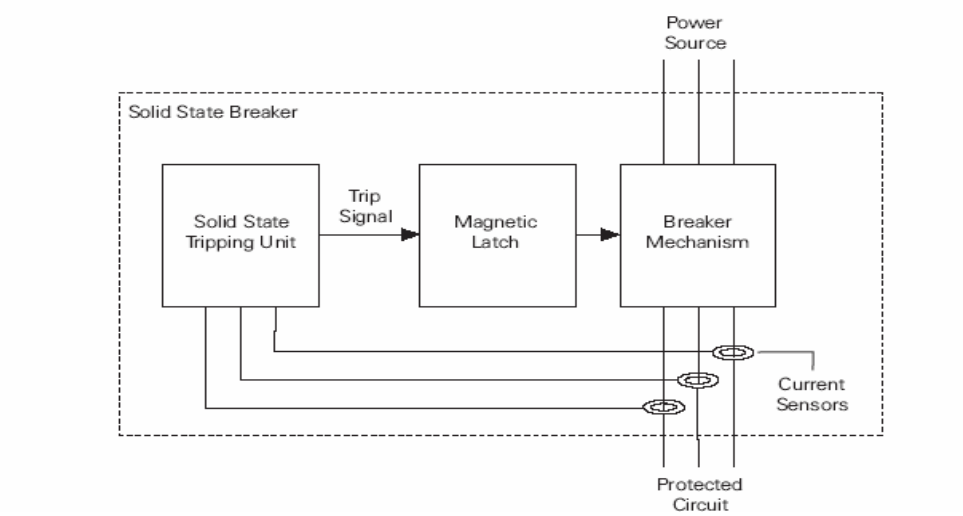


انواع فواصل الدوائر الكهربية

1- الفصل عن طريق الاحساس بالمجال المغناطيسى
2- الفصل عن طريق الاحساس الحرارى و ايضا المغناطيسى
3- الفصل عن طريق الدوائر الاليكترونية

Solid state circuit breakers

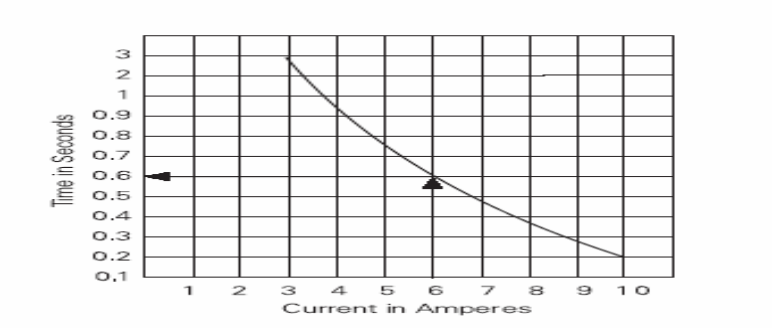
1- الاحساس بقيمة التيار
2- تحديد متى يكون التيار عاليا
3- تحديد متى يرسل اشارة فصل لدائرة الفصل



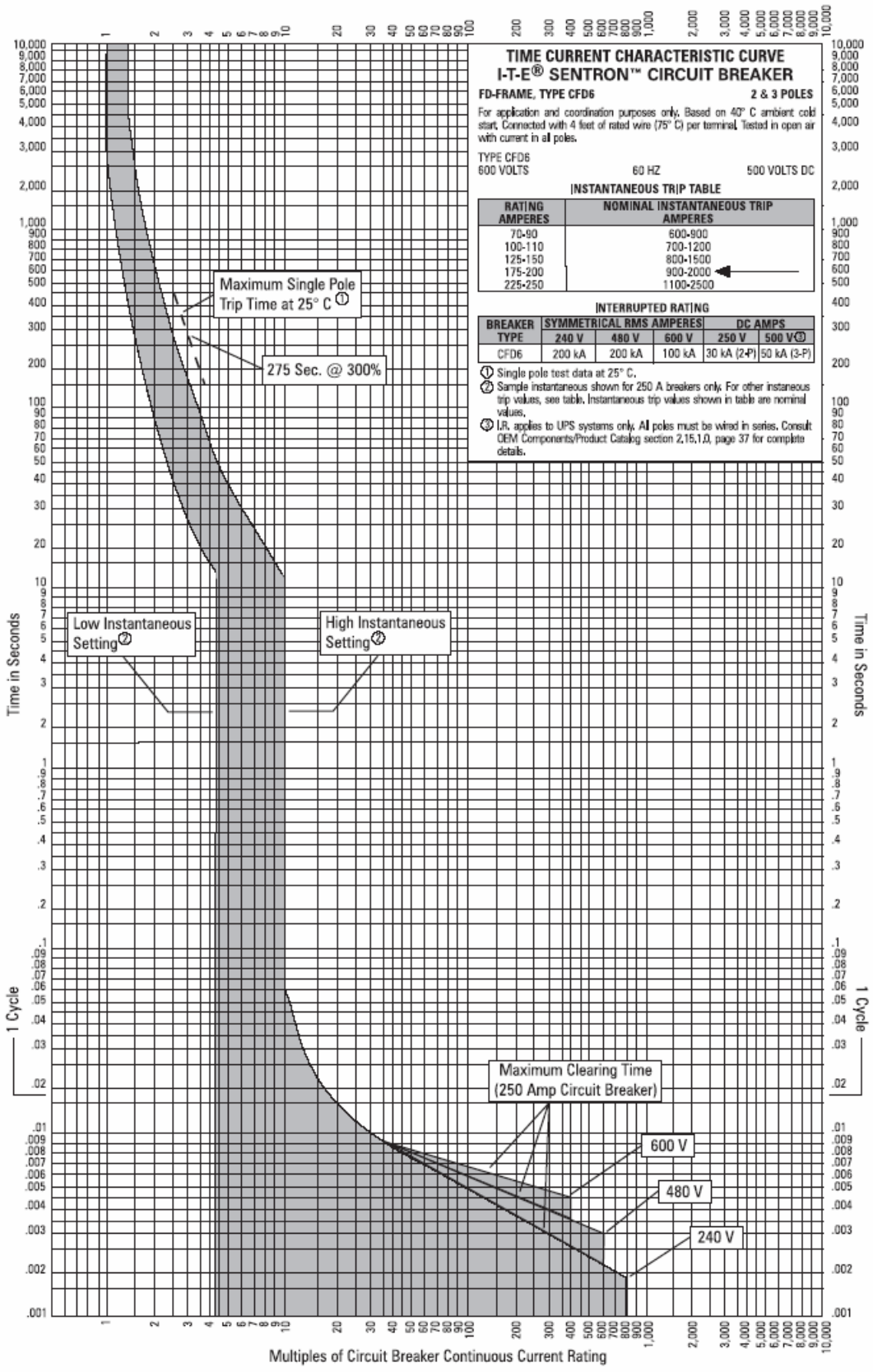
لكل سكينة هناك مواصفات للتيار و الفولت

العلاقة بين التيار و الوقت

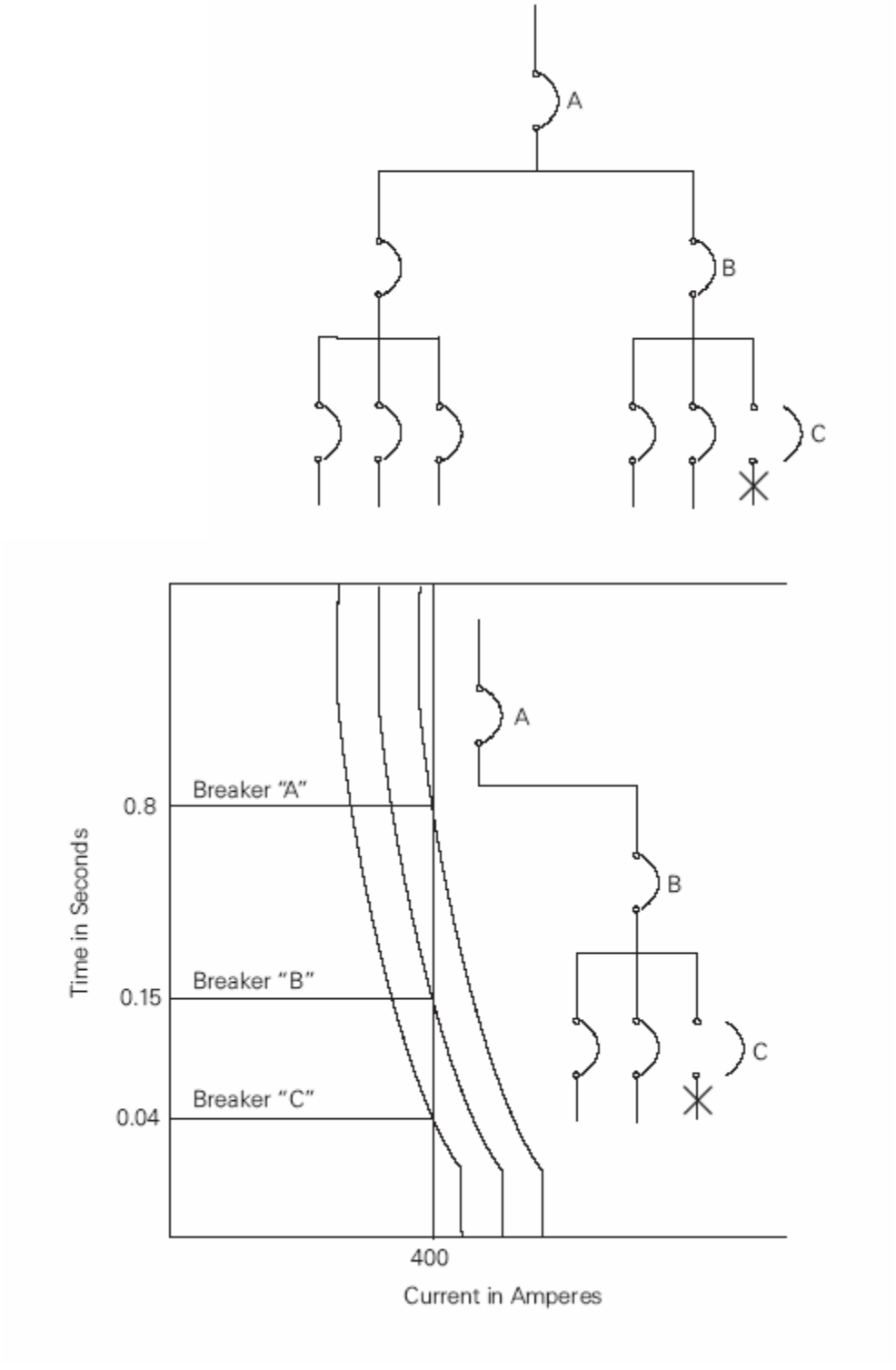
لكل قيمة التيار قيمة الوقت بالثوانى الذى يفصل عندة

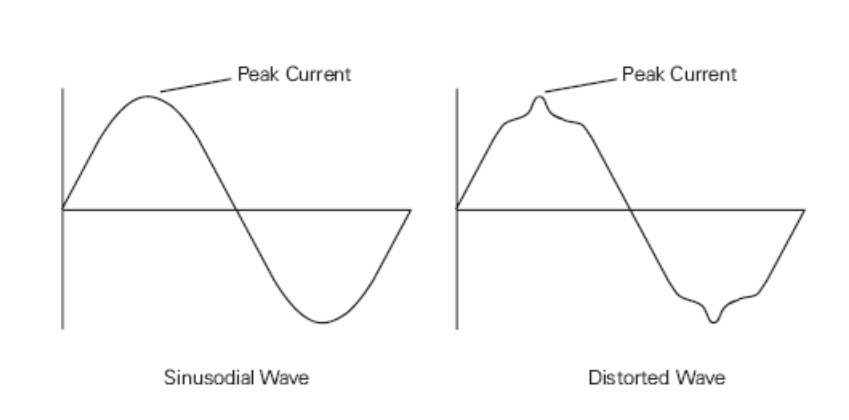


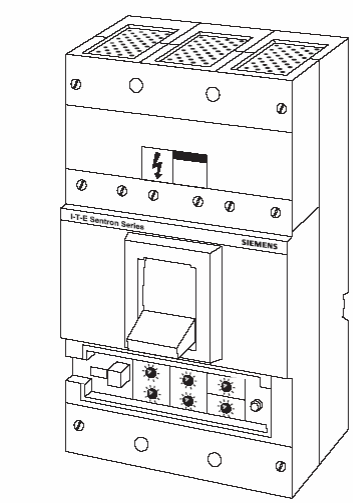
كلما زاد التيار كلما كان وقت فصل الدائرة اسرع


TIME CURRENT CHARACTERISTIC CURVE
I-T-E® SENTRON™ CIRCUIT BREAKER
FD-FRAME, TYPE CFD6
2 & 3 POLES
For application and coordination purposes only. Based on 40° C ambient cold start. Connected with 4 feet of rated wire (75° C) per terminal. Tested in open air with current in all poles.
TYPE CFD6
600 VOLTS
60 HZ
500 VOLTS DC
INSTANTANEOUS TRIP TABLE
RATING AMPERES
NOMINAL INSTANTANEOUS TRIP AMPERES
70-90
600-900
100-110
700-1200
125-150
800-1500
175-200
900-2000
225-250
1100-2500
INTERRUPTED RATING
BREAKER TYPE
SYMMETRICAL RMS AMPERES
240 V
480 V
600 V
DC AMPS
250 V
500 V①
CFD6
200 kA
200 kA
100 kA
30 kA (2-P)
50 kA (3-P)
① Single pole test data at 25° C.
② Sample instantaneous shown for 250 A breakers only. For other instaneous trip values, see table. Instantaneous trip values shown in table are nominal values.
③ I.R. applies to UPS systems only. All poles must be wired in series. Consult OEM Components/Product Catalog section 2.15.1.0, page 37 for complete details.
Maximum Single Pole Trip Time at 25° C ①
275 Sec. @ 300%
Low Instantaneous Setting②
High Instantaneous Setting②
Maximum Clearing Time (250 Amp Circuit Breaker)
600 V
480 V
240 V
Time in Seconds
1 Cycle
Multiples of Circuit Breaker Continuous Current Rating

لو كان التيار 600 فولت اى 3 مرات تيار فصل الجهاز فانها تاخذ حوالى 25 الى 30 ثانية للفصل
ملحوظات مهمة

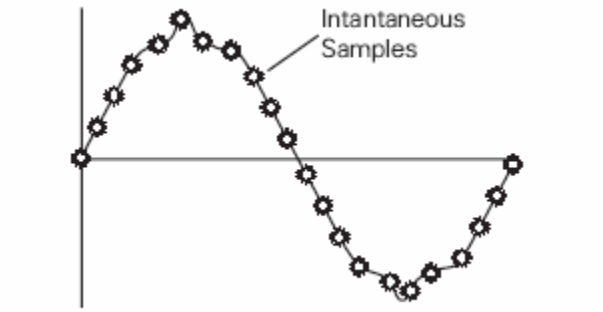






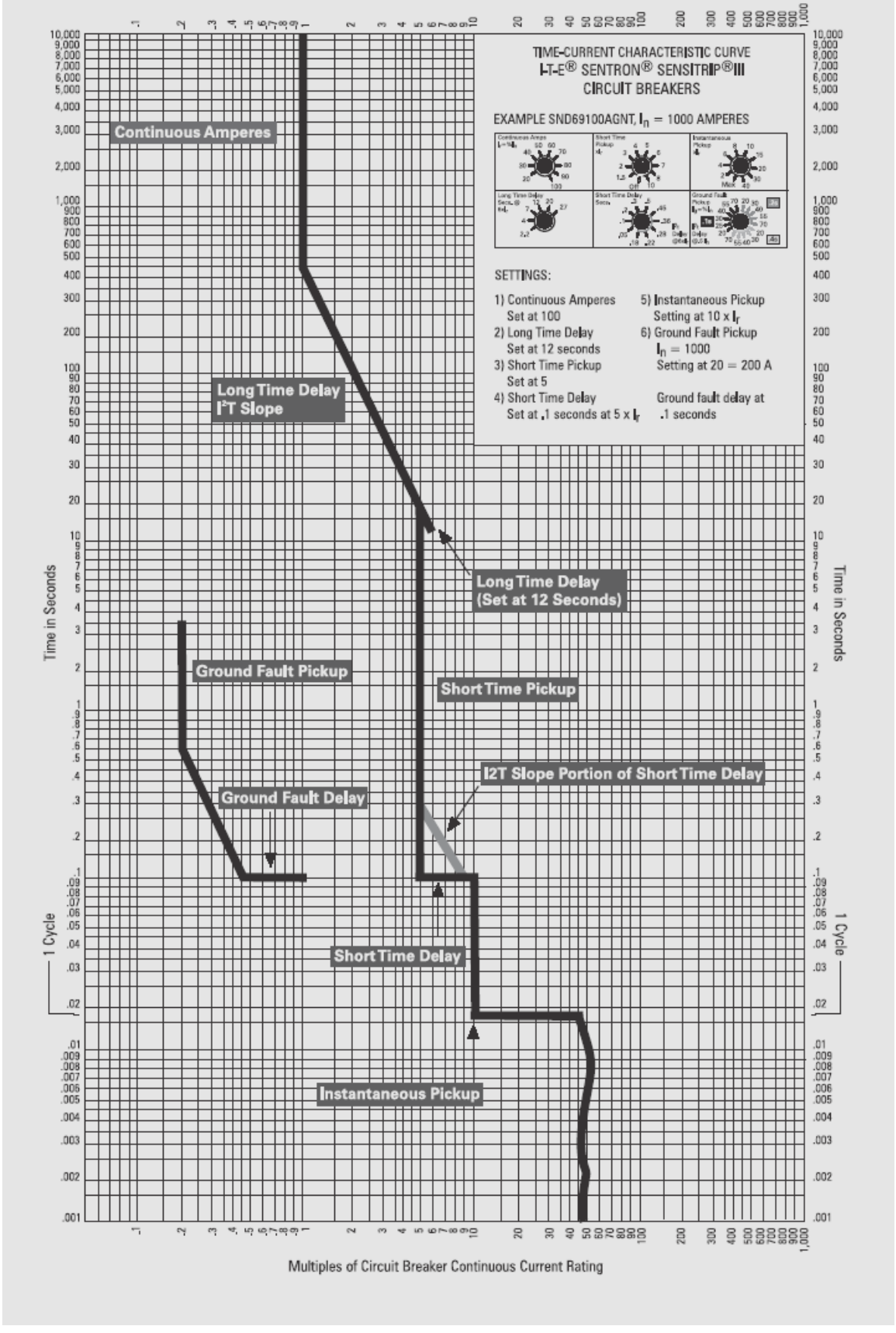
يتم قياس قيمة التيار من على الموجة ال sin

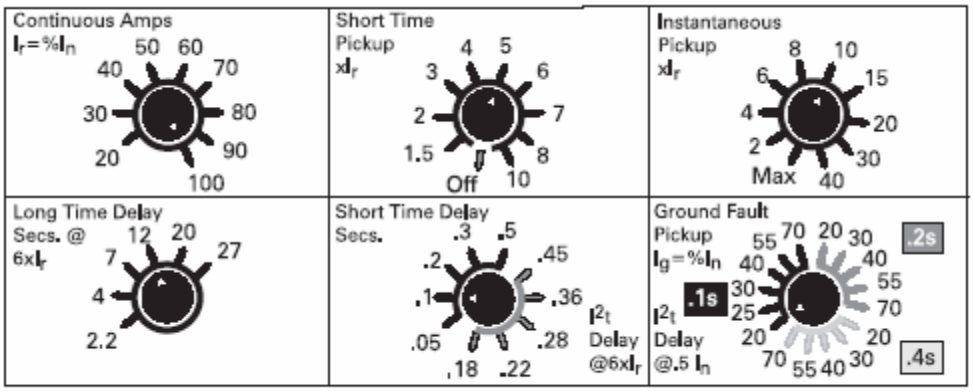
بسبب ال harmonic تكون القراءة غير سليمة و لحساب ادق يتم اخذ عدد قراءات اكبر



Frame Size	Maximum Continuous Amperes (In)	Continuous Ampere Range (Ir = % of In)
400 A	200 300 400	40-200 60-300 80-400
600 A	300 400 500 600	60-300 80-400 100-500 120-600
800 A	600 700 800	120-600 140-700 160-800
1200 A	800 1000 1200	160-800 200-1000 240-1200
1600A	1200 1400 1600	240-1200 280-1400 320-1600

اكبر تيار مسحوب (I_N) (nominal ampere) maximum continuous ampere rating

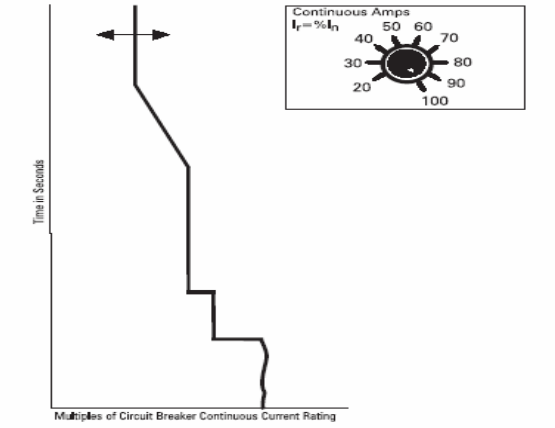

TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVE
I-T-E® SENTRON® SENSITRIP®III
CIRCUIT BREAKERS
EXAMPLE SND69100AGNT, I_n = 1000 AMPERES
SETTINGS:
1) Continuous Amperes Set at 100
2) Long Time Delay Set at 12 seconds
3) Short Time Pickup Set at 5
4) Short Time Delay Set at .1 seconds at 5 x I_r
5) Instantaneous Pickup Setting at 10 x I_r
6) Ground Fault Pickup I_n = 1000 Setting at 20 = 200 A
Ground fault delay at .1 seconds
Continuous Amperes
Long Time Delay I^2T Slope
Long Time Delay (Set at 12 Seconds)
Ground Fault Pickup
Short Time Pickup
I2T Slope Portion of Short Time Delay
Ground Fault Delay
Short Time Delay
Instantaneous Pickup
Time in Seconds
1 Cycle
Multiples of Circuit Breaker Continuous Current Rating



1- continuous current

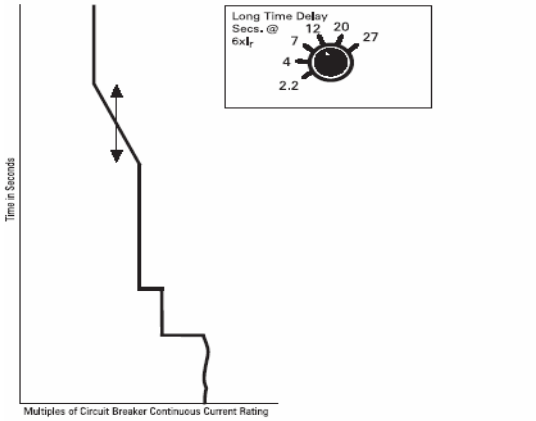
هو التيار التى تتحملة السكينة بدون ان يفصل و هو نسبة من تيار **I_N** و يكون بين 20-100%

$I_{R=\%I_N}$



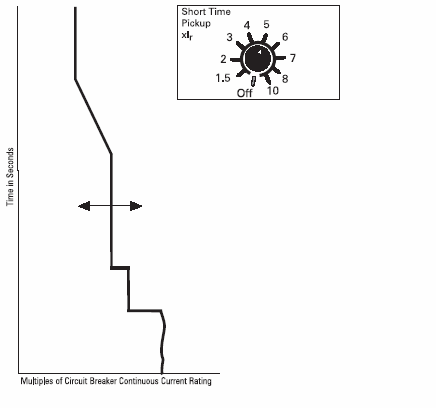
2- long time delay

, هو الوقت الذى ينتظرة عند وصول التيار 6 مرات التيار **I_N** فى اثناء البداية و هو بين 2.2-27 second و هى تؤثر على I^2t



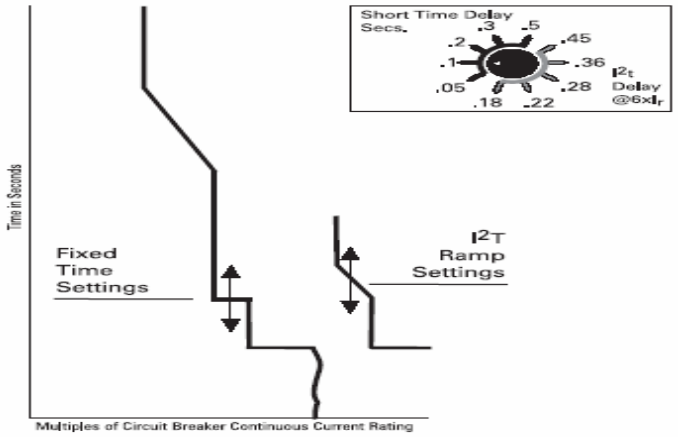
Short time pick up

يحدد كمية التيار التى يتحملها الفاصل فى وقت صغير حتى ينتهى سبب ال short circuit و هى مابين 1.5-10 times trip current وممكن الغائها off



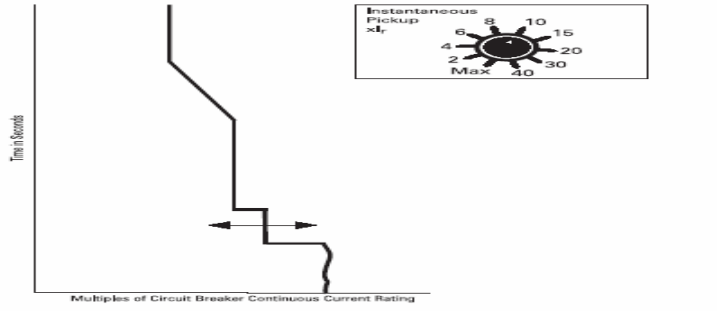
Short time delay

هو الوقت المصاحب لل short time pick up و يضبط من 0.05-0.5 s و يسمى fixed time ولكن هناك نظام اخر هو I^2t و يعطى ramp اكثر وهو بين 0.18-.45 s

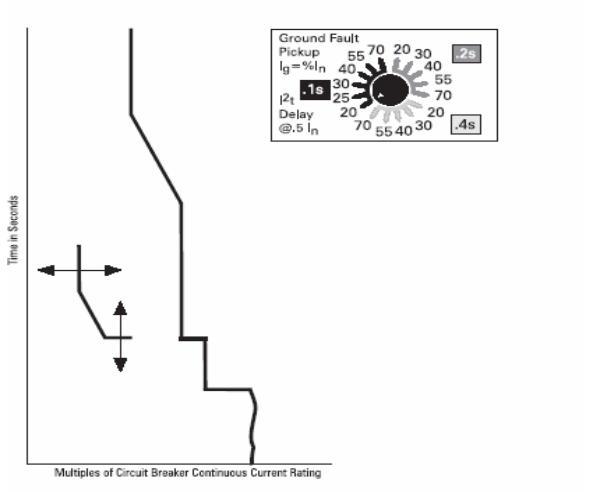


Instantaneous pick up

ما بين 2 الى 40 مرة من I_R و يقوم فيها بفصل الدائرة لحظيا

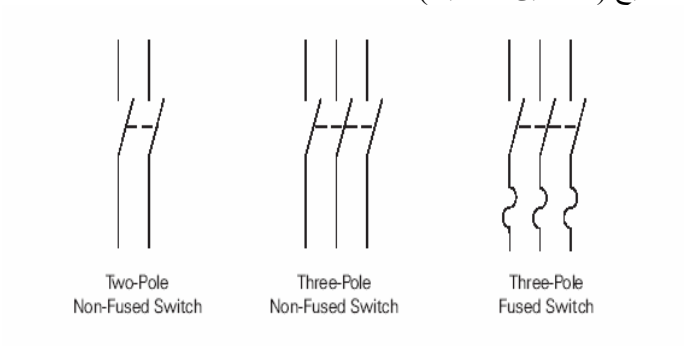


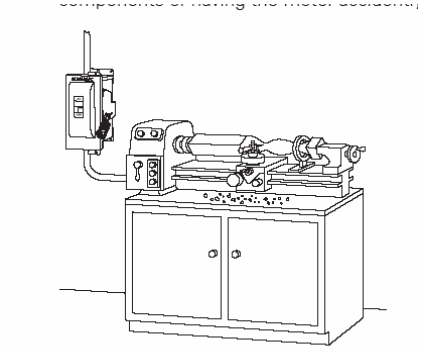
Ground fault pickup

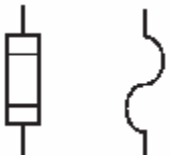


Safety switch

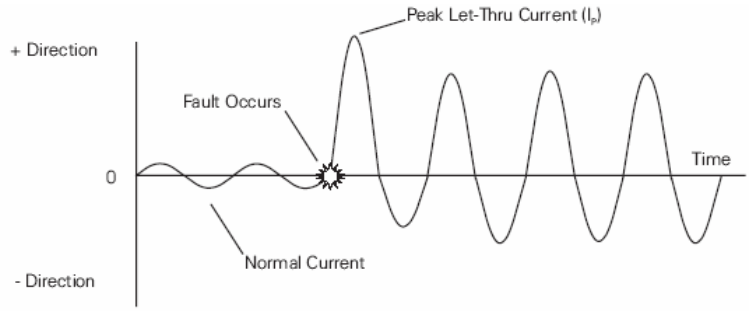
مفاتيح (سكاكين الحماية)



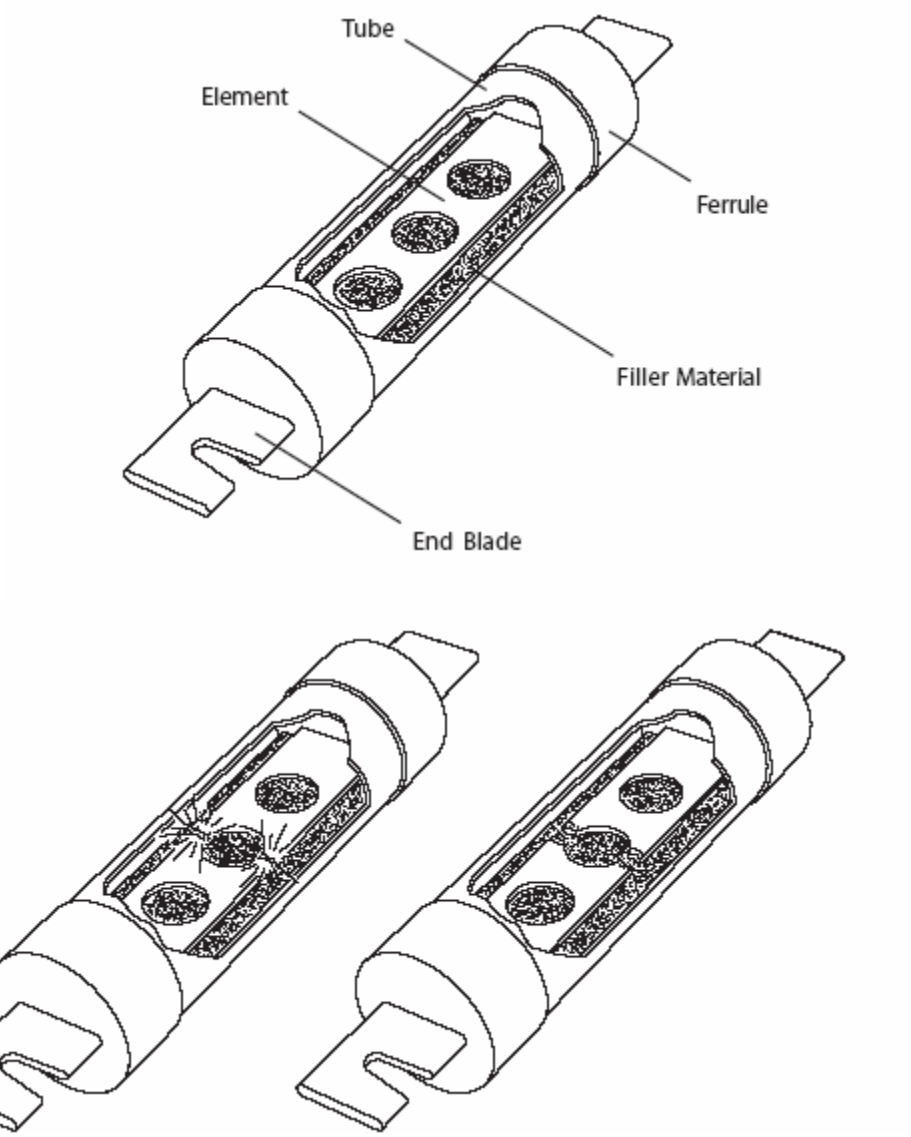




short circuit حدوث

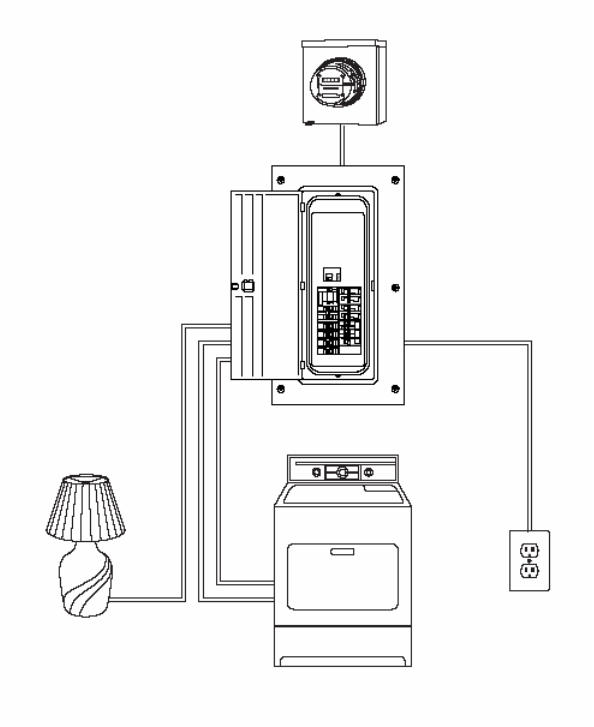


الطاقة الحرارية المصاحبة مع ال shot circuit التى تؤدى لدمار الفيوزات I^2t

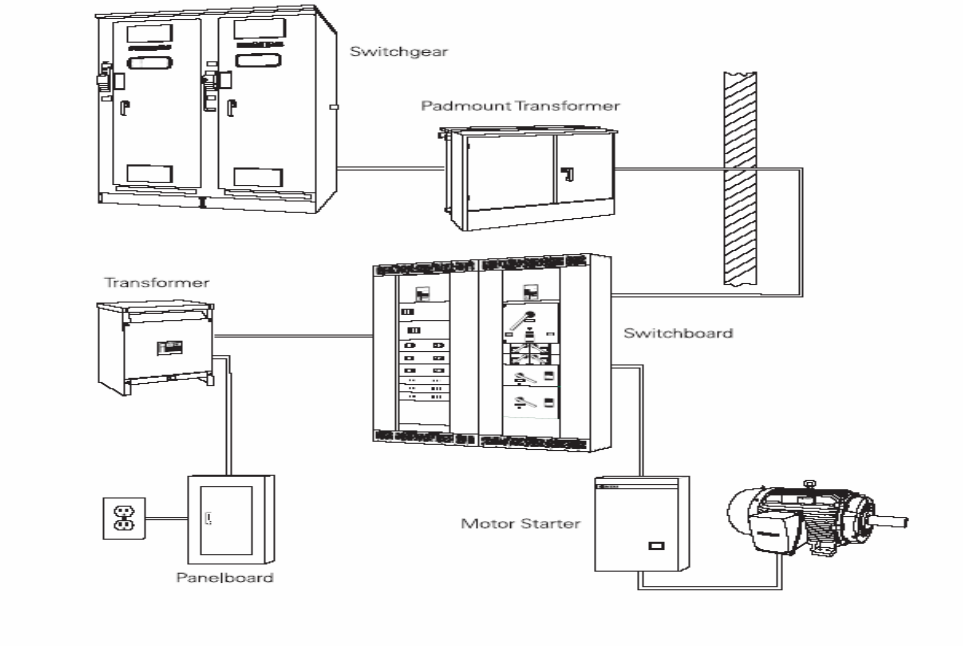


انظمة توزيع الكهرباء distribution system

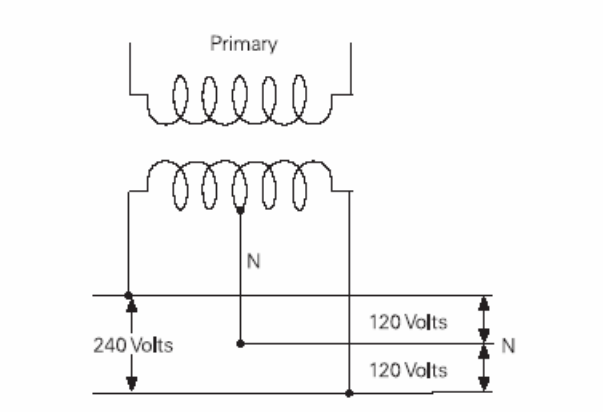
التوزيع السكنى



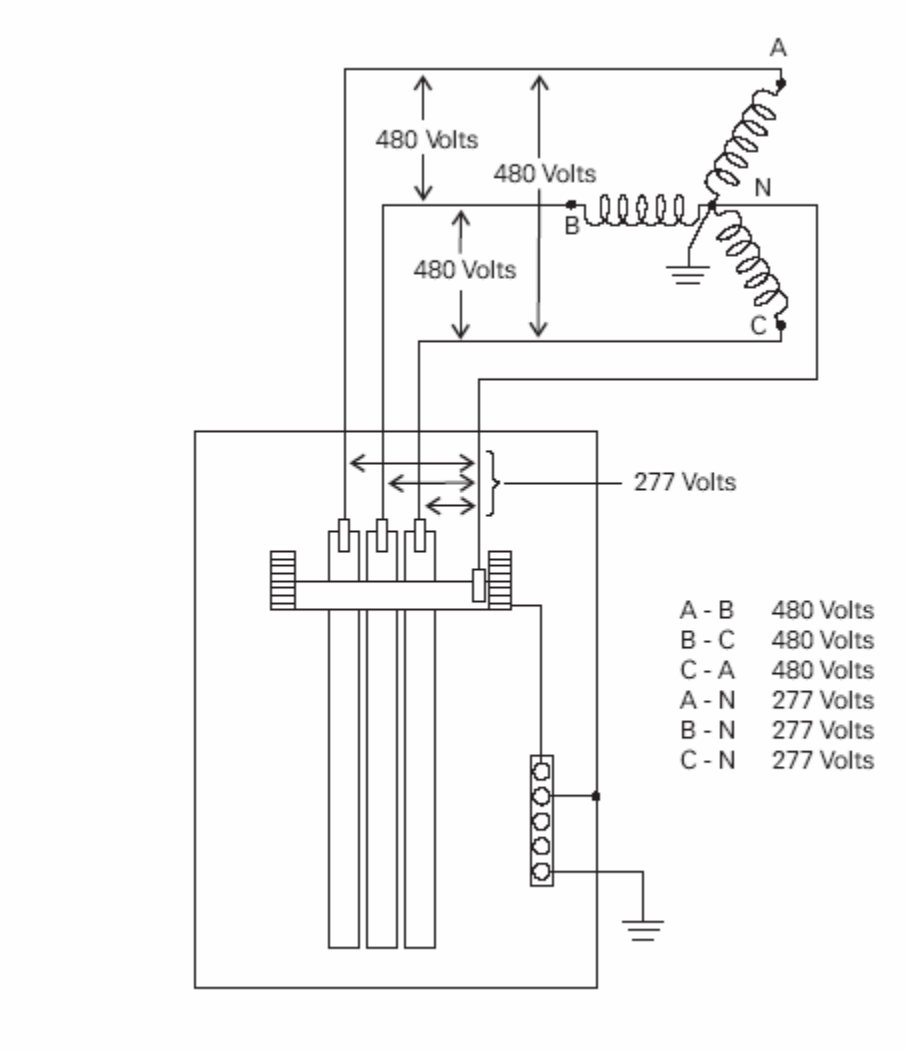
التوزيع الصناعى



انظمة الكهرباء power supply system

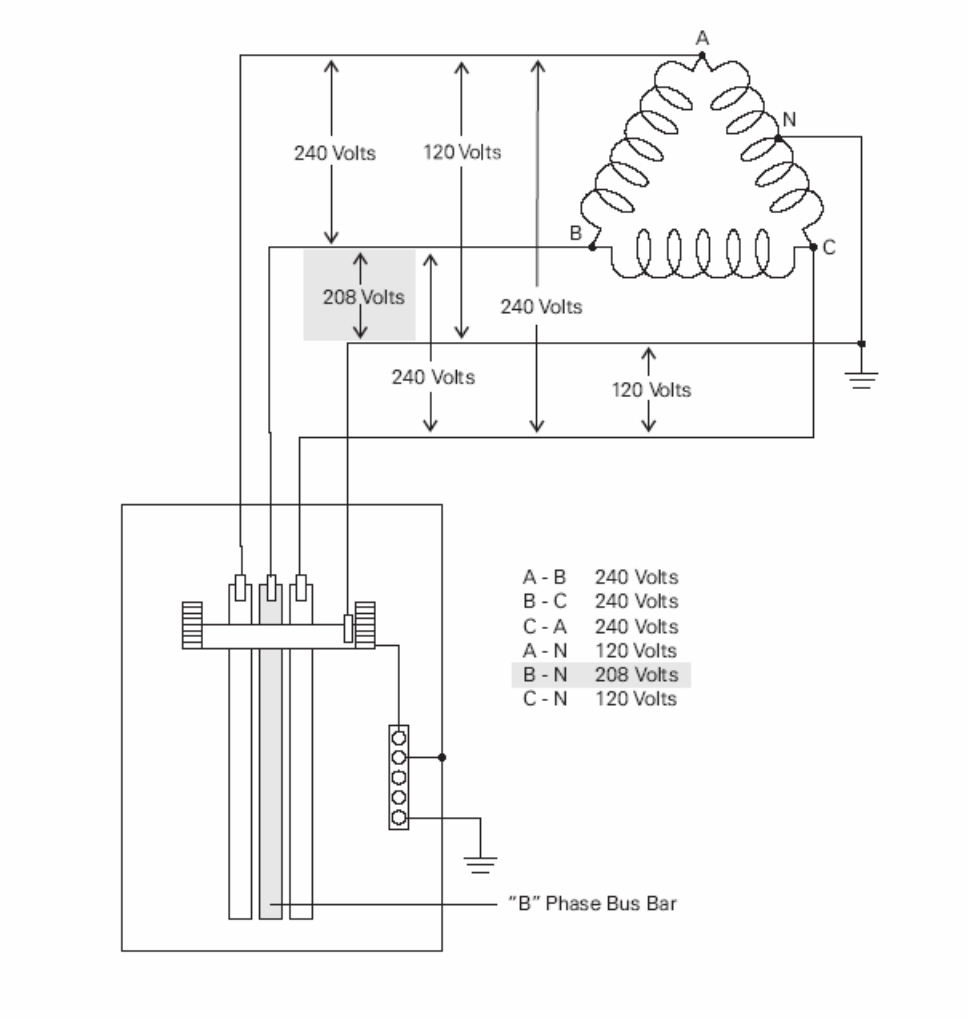


التوصيل على صورة نجمة star connected

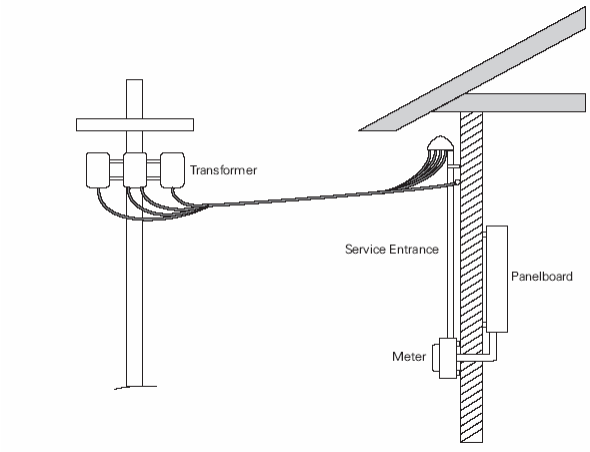


الفولت بين اى فاز و الاخرى = الفولت بين الفاز و الارضى × 1.732

التوصيل المثلثى delta connected

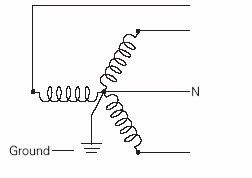


دخول الخدمة



عملية عمل الارضى panel board grounding

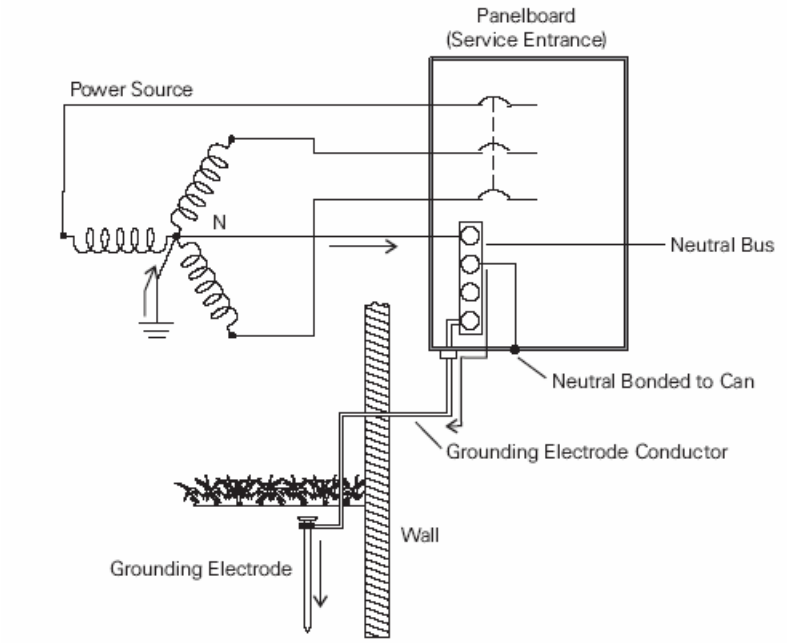
هى عملية مهمة فى الكهرباء و لابد ان تؤخذ بعناية و هى توصيل الدائرة الكهربية او اى معدة كهربية بالارضى
مثال لتوصيل ال neutral بالارضى

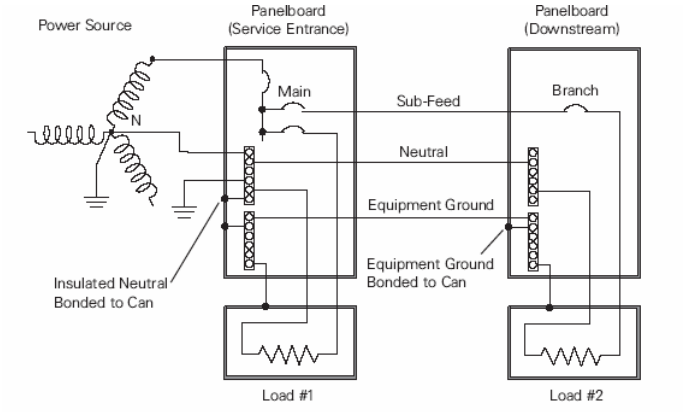


لابد من جعل مقاومة الارضى فى النظام هى الاقل حتى يمر التيار الاعلى فيها فى حالة وقوع الخطاء ووقتها يتمكن المفتاح الكهربى من الفصل

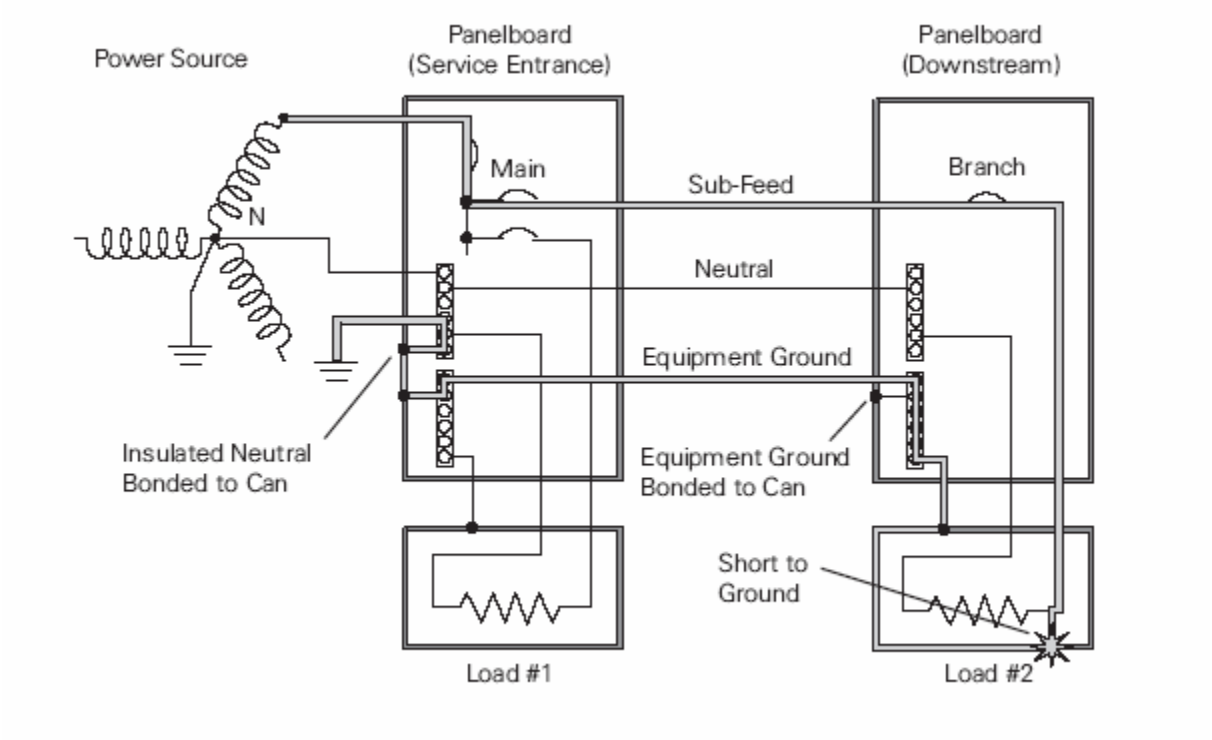
عمل ارضى لدخول الخدمة

لابد عمل الارضى فى بداية دخول الخدمة و ليس فى اى مكان اخر



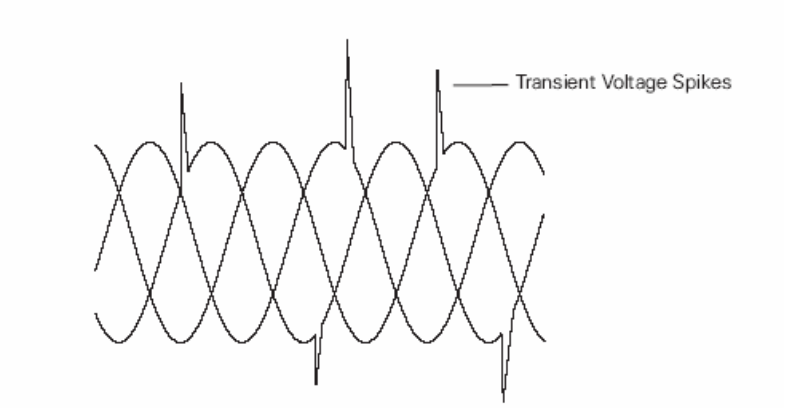


حالة حدوث خطأ

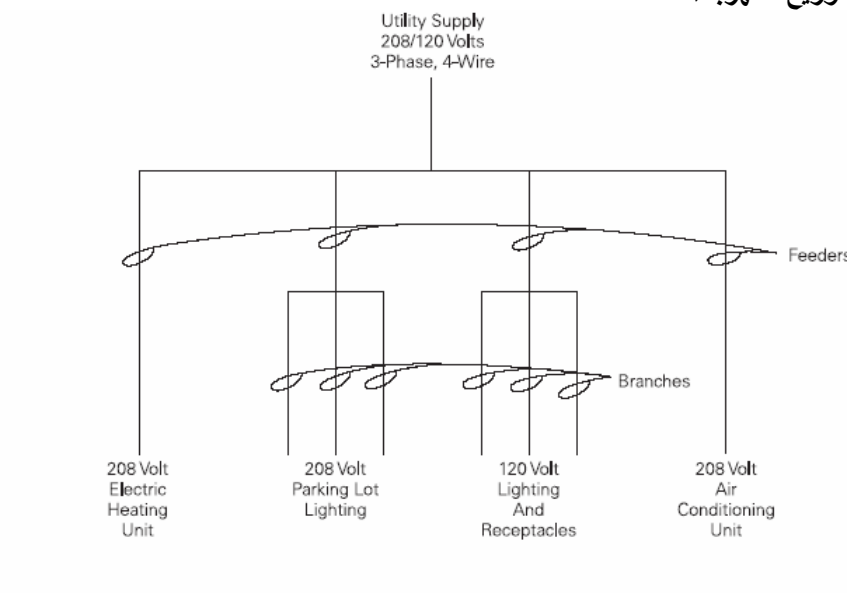


Spikes

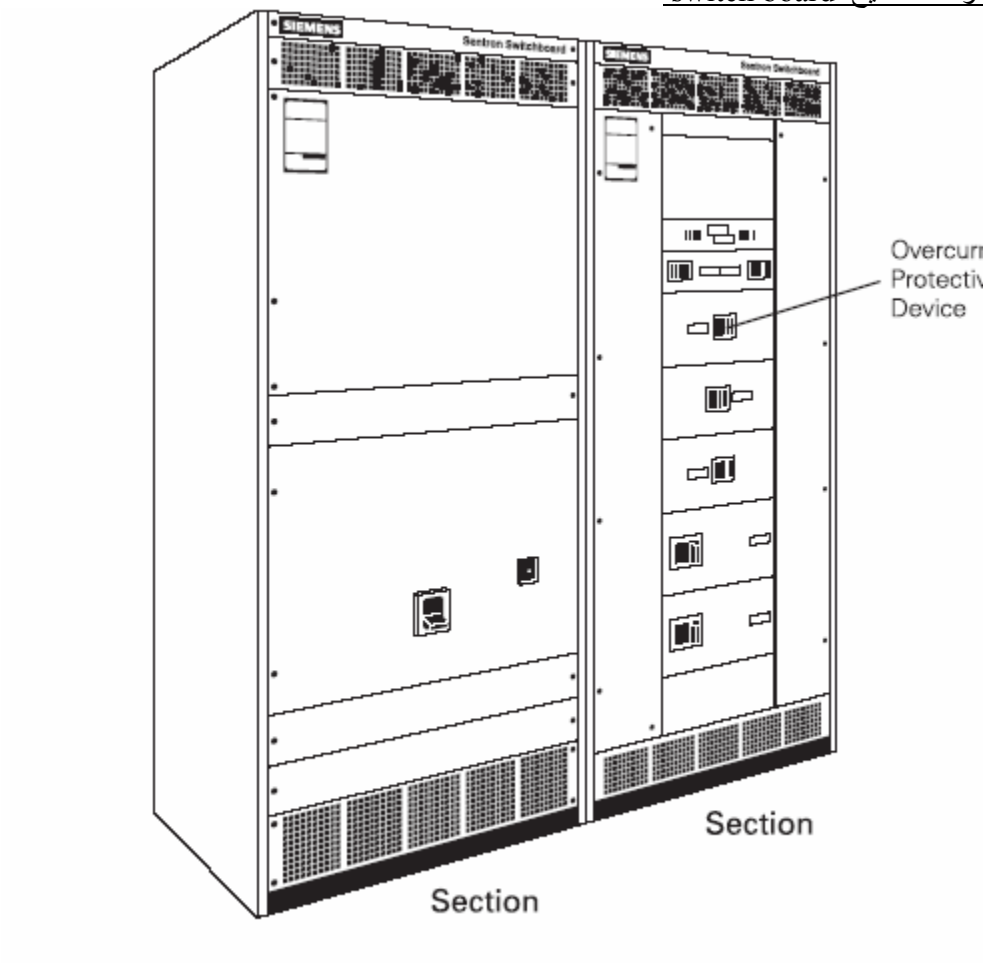
العلو اللحظى فى الفولت يتسبب فى تعطيل و افساد الاجهزة الالكترونية

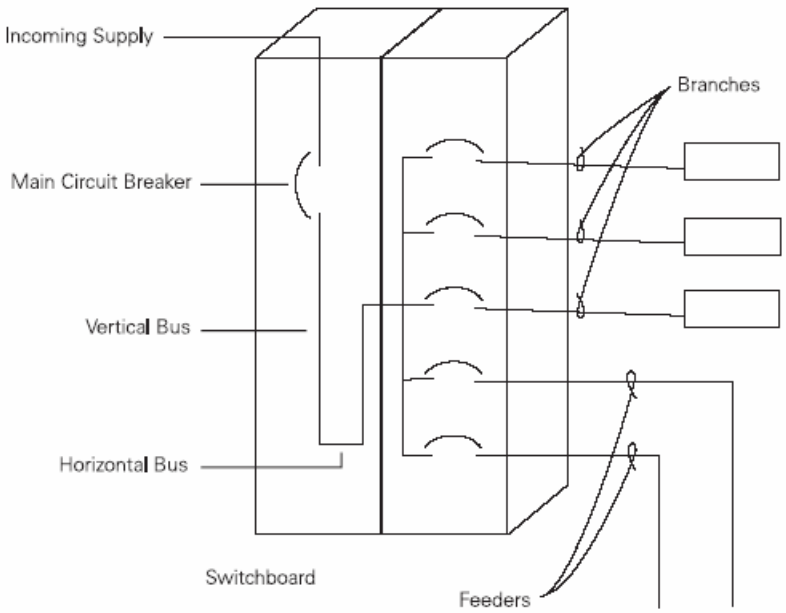


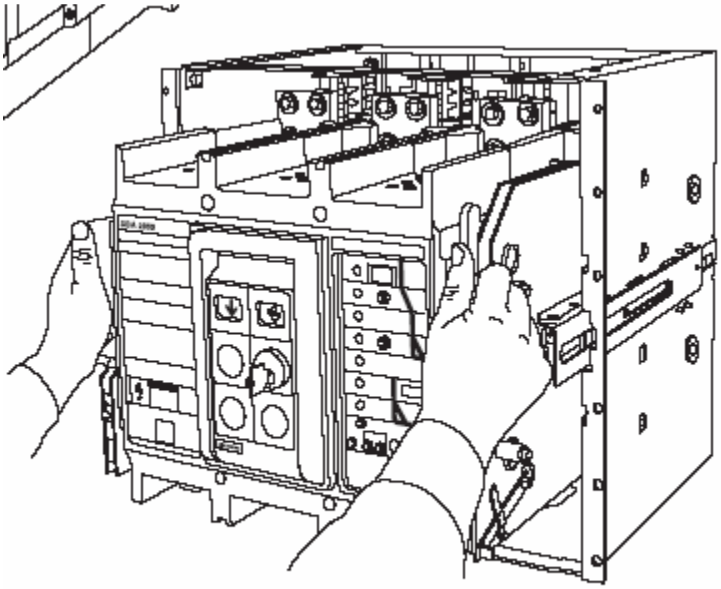
توزيع الكهرباء

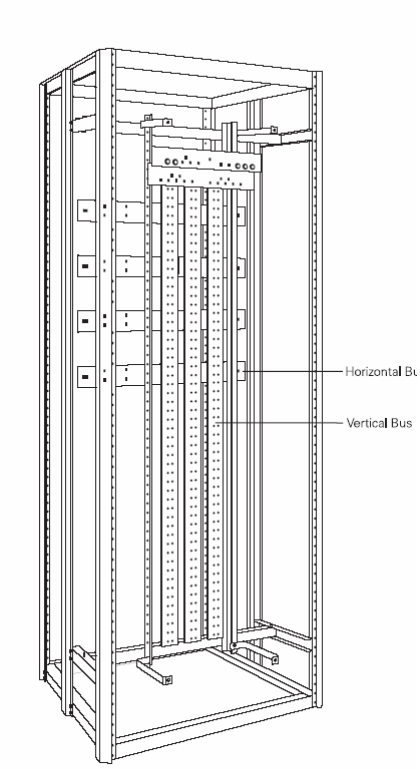


لوحة المفاتيح switch board





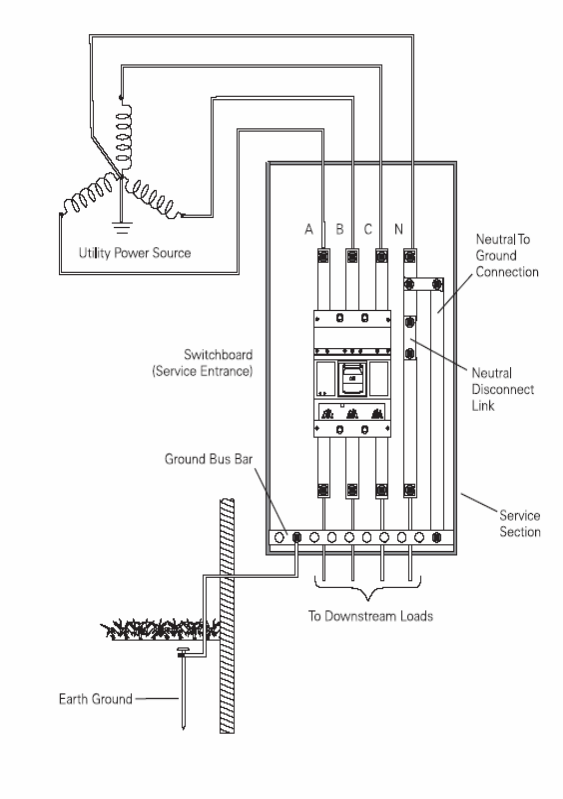




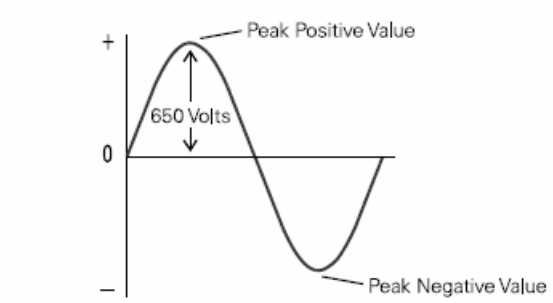
يتم ا دخال و اخراج لوحة فصل الكهرباء بسهولة داخل اللوحات

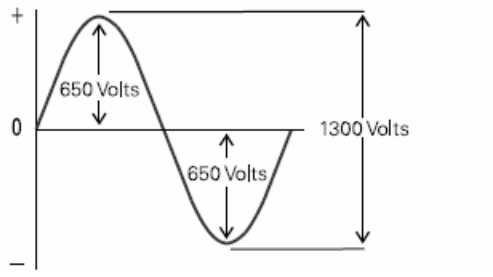
هناك اجهزة حماية من ال علو اللحظى للفولت spikes و تقوم بتوصيل الكهرباء للارضى لمنع تلف الاجهزة

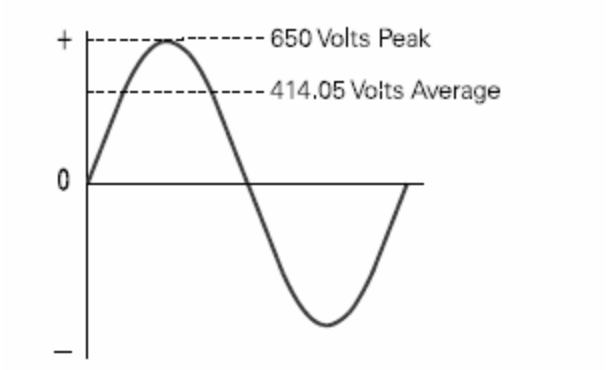
لابد من عمل ارضى فى البداية

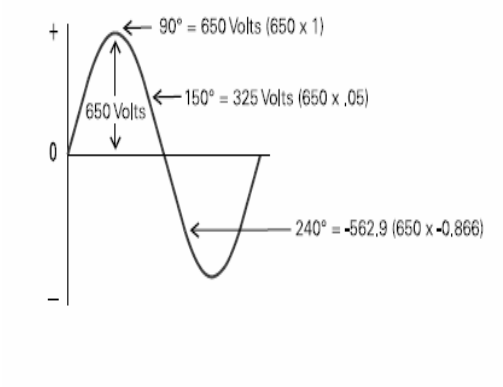


<u>قياس الكهرباء</u>

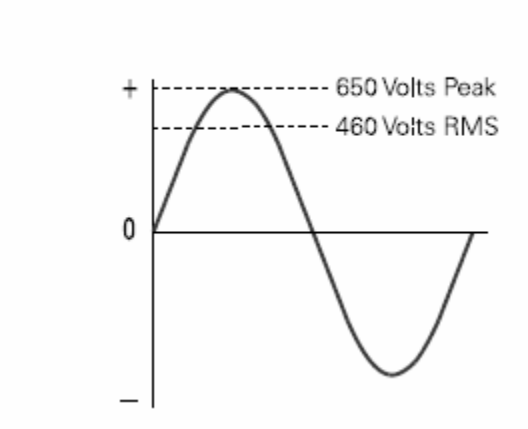




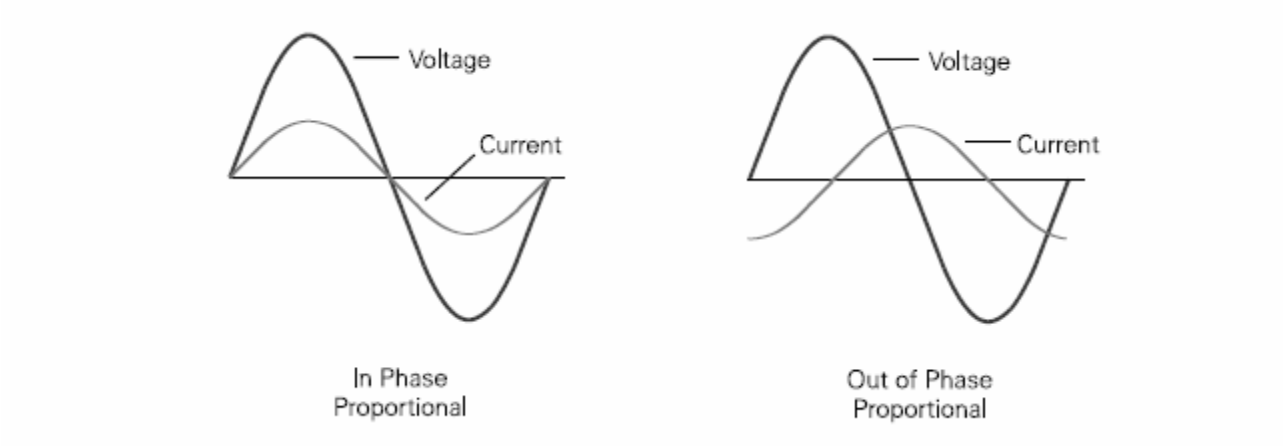




القيمة المؤثرة effective value (rms) عند المقارنة بال dc عن طريق التاثير الحرارى



الاحمال الخطية و الغير خطية



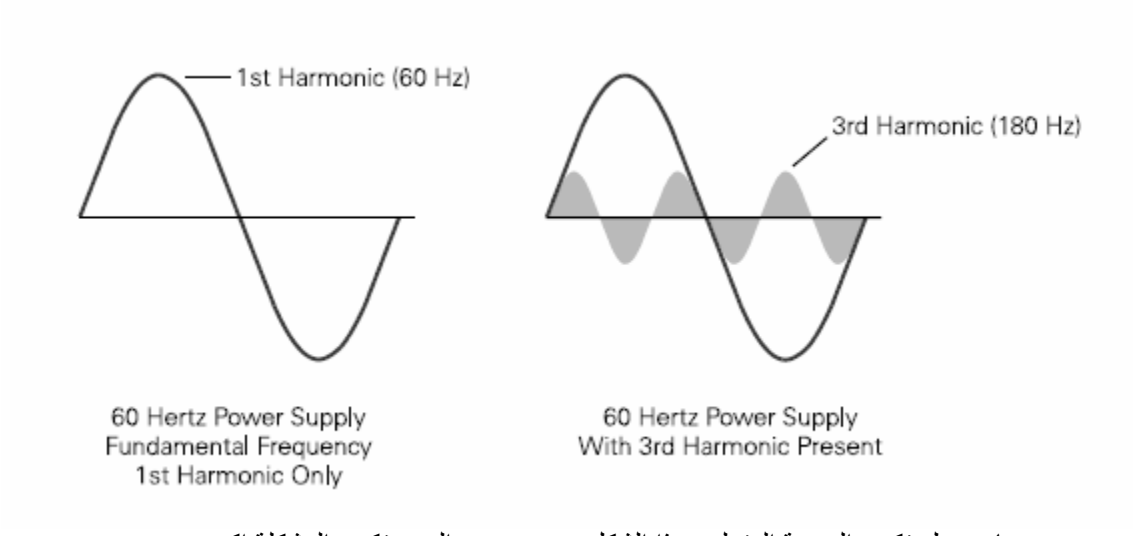
مشاكل الكهرباء

1- اهتزاز الفولت : لا يؤثر اذا كان يتغير فى المدى المسموح voltage fluctuation
2- هبوط الفولت: يؤدى لفصل الاجهزة و يستمر لثانيتين او اقل voltage sag
3- زيادة الفولت : يؤدى لدمار الاجهزة voltage swell
4- وقت طويل من الزيادة او النقصان : يؤدى لدمار الاجهزة long-term under / over voltage
5- انقطاع الكهرباء : من توانى الى ساعات outage/ sustained power interruption

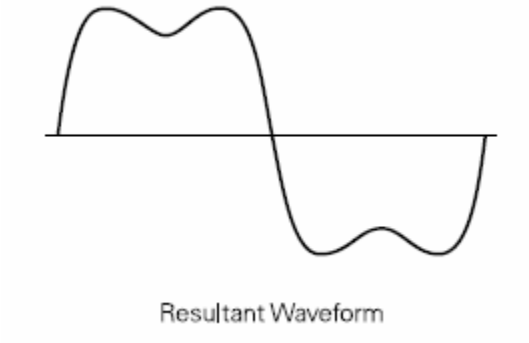
التردد والهارمونيك frequency and harmonics

التردد : هو العدد التى تتغير فية قطبية الموجة فى الثانية الواحدة
Harmonics : تتكون بسبب الدوائر الاليكترونية امثال محولات الكهرباء و متحكمات المواتير و تسبب مشاكل للاحمال الموصلة

التردد الاصلى و هو اول هارمونيك مثلا 60 hz فيكون ال harmonic الثالث = 3*60=180 hz



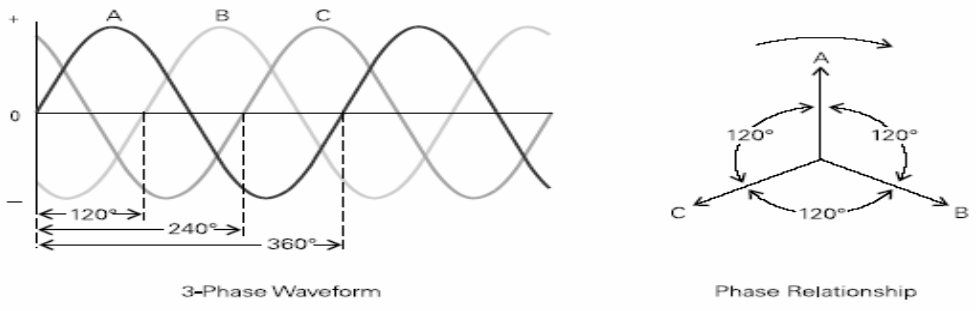
عند وجود هارمونيك تكون الموجة المتولدة بهذا الشكل و عند وجود العديد تكون المشكلة اكبر



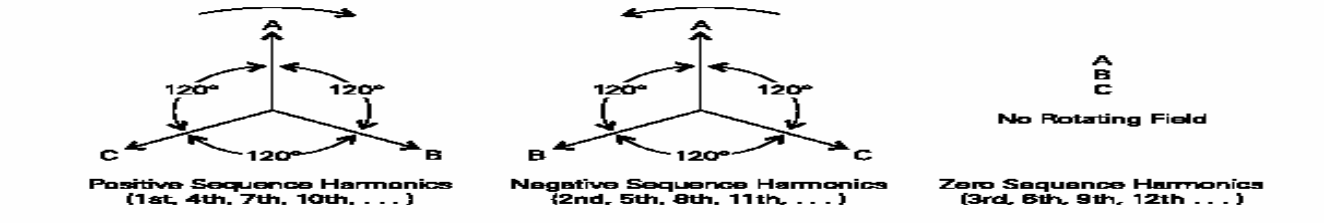
هناك قياس للهارمونيك و لابد الا يزيد عن 20% و عند زيادتة تقل اعمار المحولات و تسبب مشاكل للاجهزة الاليكترونية

$$\%\ \text{of THD} = \frac{\text{RMS of Total Harmonic Distortion Signal}}{\text{RMS of Fundamental Frequency}} \times 100$$

Phasor



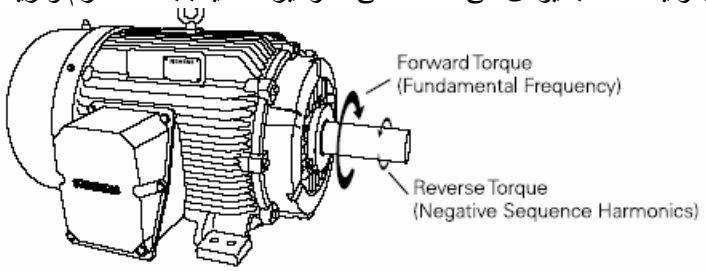
Harmonic sequence تتابع ال harmonic



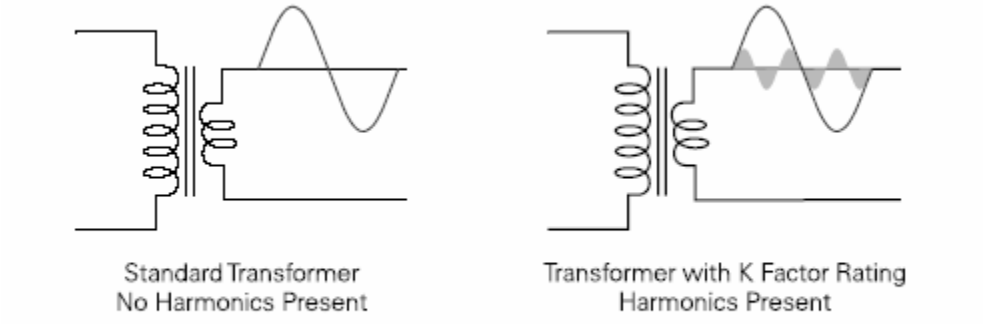
الهارمونيك الفردية افضل لانها فى نفس اتجاة الدوران و عند زيادة عدد المضروب فى الهارمونيك تكون قد قلت حدتها لان قوتها تكون ضعيفة

تاثير الهارمونيك

تسبب زيادة الحرارة فى الموصلات و اجهزة التحكم
الهارمونيك السالب يؤدى الى مشاكل فى المواتير فانة يسبب قلة العزم و زيادة التيار المسحوب



الهارمونيك ال 0 يكون جميعهم موجة 0 قد تؤدى لزيادة حرارة الموصل ال neutral و هو لا يوجد علية حملية



K factor هو مدى تحمل المحولات الحرارة المتولدة من ال harmonic

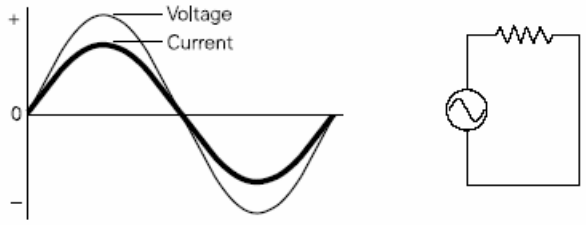
K1-k5

K5 يتحمل 5 مرات اكثر من k1

Power & power factor
القدرة و معامل القدرة

انواع الاحمال : دائما تكون مقاومات و ملفات و مكثفات

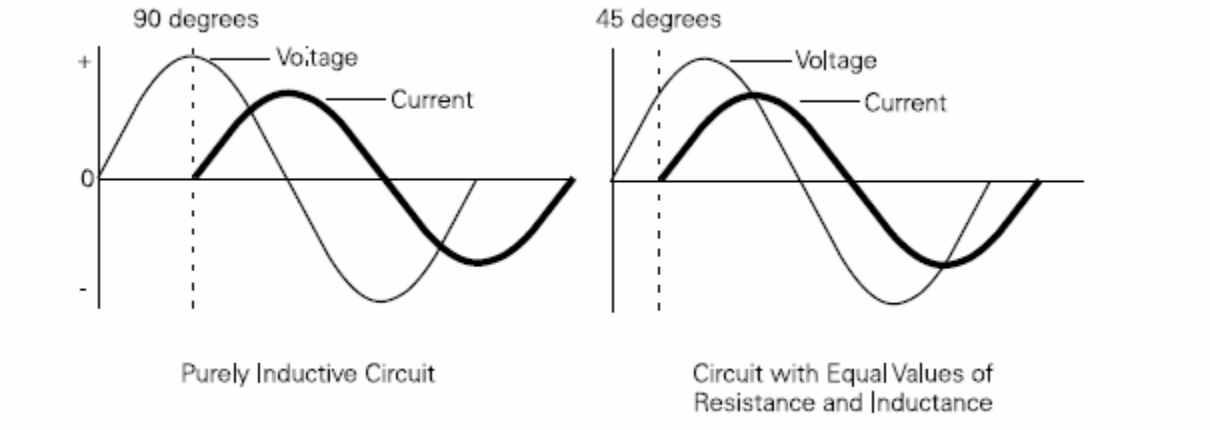
1- الاحمال المقومات
الفولت و التيار يزداد ز يقل فى نفس الوقت
امثال هذة الاحمال الاحمال التى تتحول فيها الطاقة الكهربية الى حرارة امثال اللمبات



القدرة الحقيقية true power

الكهرباء المسحوبة من الاحمال المقومات تعتبر طاقة مفيدة كلها تستهلك . تقس بالوات و الكيلو وات و الميجا وات
P=e*I

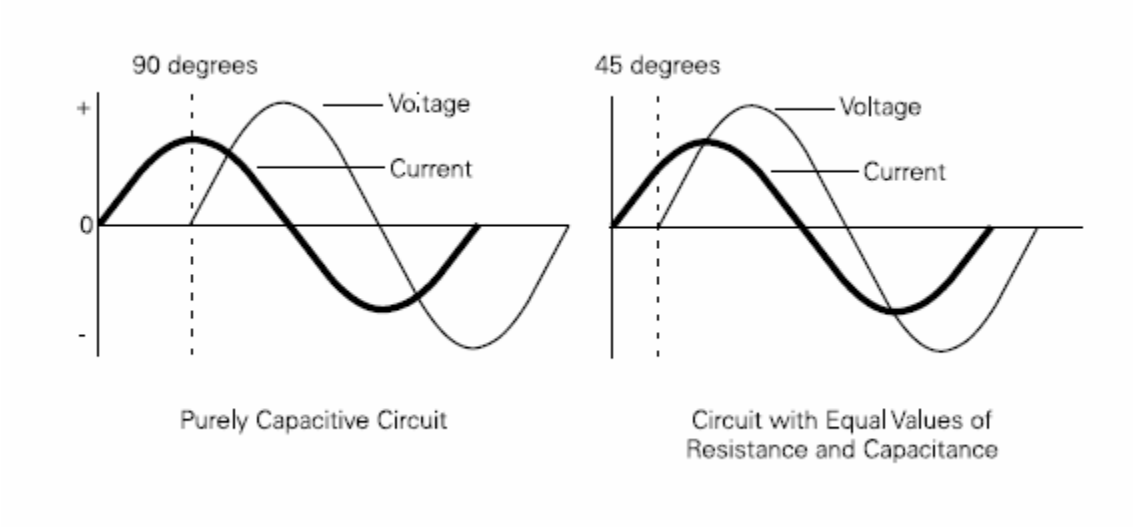
2- احمال الملفات inductive loads
مثل المواتير و المحولات و الصولونويد
التيار يتاخر عن الفولت ب 90 درجة فى دوائر الملفات فقط
و يكونوا غير متطابقين فى الاطوار
و لكن الدوائر يكون فيها ملفات و مقاومات فيؤدى الى تاخير التيار عن الفولت اقل من 90 درجة
مثلا عند تساوى المقاومة مع الملف يكون التاخير 45 درجة



احمال المكثفات capacitive loads

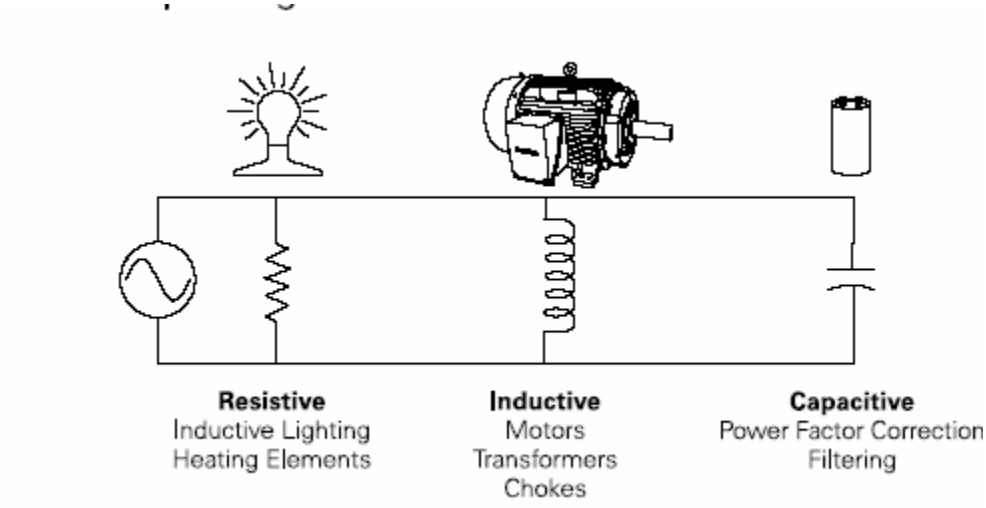
مثل محسنات معامل القدرة و الفلاتر

التيار يسبق الفولت ب 90 درجة



الاحمال الرجعية reactive

التى تحتوى على مقاومات و ملفات و مكثفات



المعاوقة للتيار reactance

$$R = \frac{E}{I}$$

R = Resitance in Ω
E = Voltage
I = Current

Resistance

$$X_L = 2\pi fL$$

X_L = Inductive Reactance (Ω)
π = 3,14
f = Applied Frequency (Hz)
L = Inductance (Henrys)

Inductive Reactance

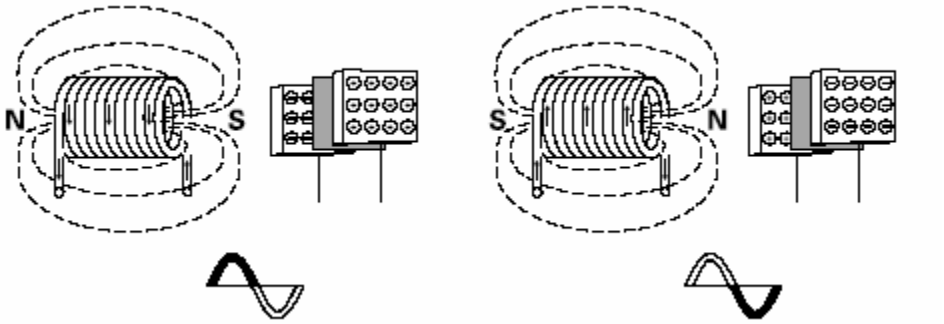
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

X_C = Capacitive Reactance
π = 3,14
f = Applied Frequency (Hz)
C = Capacitance (Farads)

Capacitive Reactance

الطاقة فى الدوائر الرجعية energy in reactive circuits

هذة الطاقة لا تسبب عمل تستخدم فى شحن المكثفات و توليد مجال مغناطيسى على الملف
عند تغير التيار الموجب للسلب تخزن كهرباء فى الملف على صورة مجال مغناطيسى و ايضا شحنات فى المكثف و هذة الطاقة تعود للمصدر عند التفريغ او عكس المجال

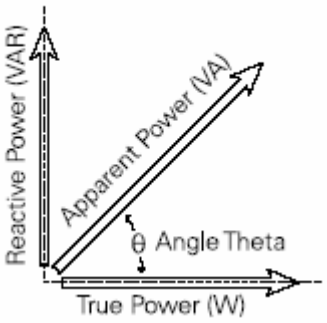


القدرة الرجعية reactive power

القدرة فى دوائر ال ac تتكون من ثلاثة true حقيقية reactive , رجعية و apparent
Reactive = VAR التى تخزن و تعود للمصدر

Apparent power

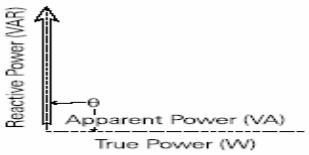
هو المجموع الاتجاهى للقدرة الحقيقة و الرجعية VA



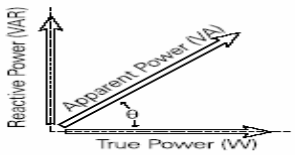
معامل القدرة power factor

هو نسبة القدرة الحقيقية للقدرة كلها (المرئية) و ذلك لمعرفة كم قد تم استخدامة و كم قد تم رجوعة

Reactive Power = 0 VAR
Angle Theta = 0°
Power Factor = 1 (Unity)



True Power = 0 W
Angle Theta = 90°
Power Factor = 0



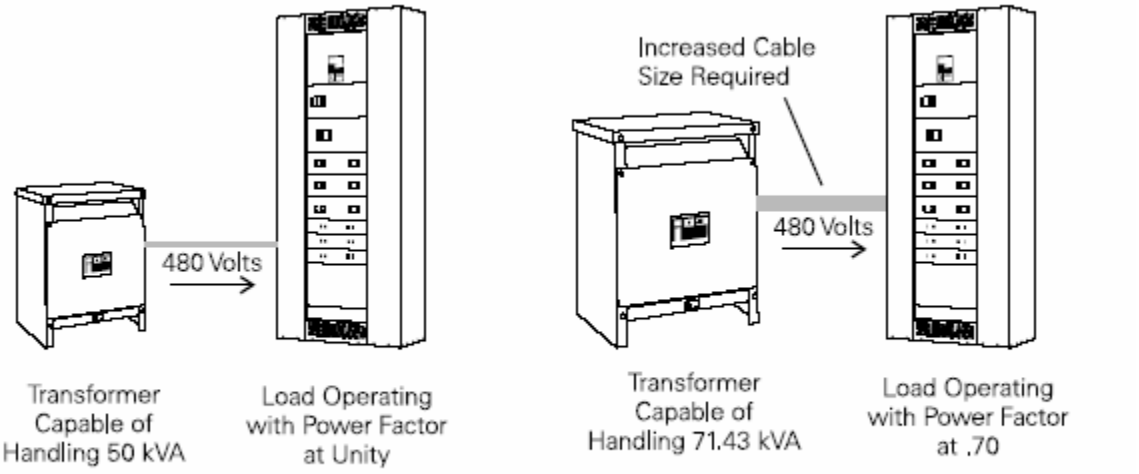
Reactive Power = True Power
Angle Theta = 45°
Power Factor = .70

$PF = COS \Theta = PT/PA$

مشاكل معامل القدرة

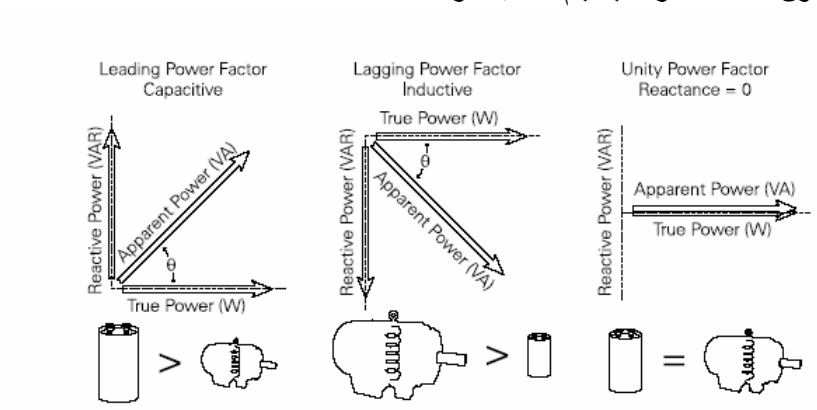
زيادة القدرة الرجعية تقلل معامل القدرة
اى ان توزيع الكهرباء يعمل باقل امكانية و فائدة و كفاءة \

مثال 50 كيلو وات حمل ومعامل قدرة 1
ممكن ان يكون المحول 50 كيلوفولت امبير المستخدم
اما اذا كان معامل القدرة 70 % او 0.7 نحتاج لمحول 71.43 كيلو فولت امبير = 50\70%
و ايضا سوف نحتاج لكابلات اكبر



حساب القدرة

$VA=W/PF$
عندما يكون معامل القدرة قليل يتم حساب جزاءات

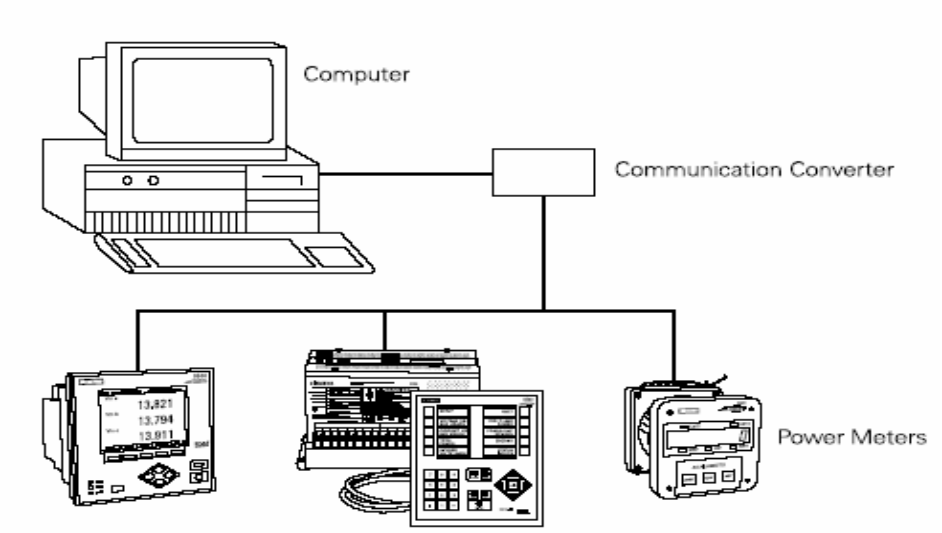


حلول مشاكل الكهرباء

Problem	Effect	Solution
Sag	Computer shutdown resulting in lost data, lamp flicker, electronic clock reset, false alam.	Voltage regulator, power line conditioner, proper wiring.
Swell	Shorten equipment life and increase failure due to heat.	Voltage regulator, power line conditioner.
Undervoltage	Computer shutdown resulting in lost data, lamp flicker, electronic clock reset, false alam.	Voltage regulator, power line conditioner, proper wiring.
Overvoltage	Life expectency of motor and other insulation resulting in equipment failure or fire hazard. Shorten life of light bulbs	Voltage regulator, power line conditioner.
Momentary Power Interruption	Computer shutdown resulting in lost data, lamp flicker, electronic clock reset, false alam, motor circuits trip.	Voltage regulator, power line conditioner, UPS system.
Noise	Erractic behavior of electronic equipment, incorrect data communication between computer equipment and field devices.	Line filters and conditioners, proper wiring and grounding.
Transients	Premature equipment failure, computer shutdown resulting in lost data.	Surge suppressor, line conditioner, isolation transformers, proper wiring, grounding.
Harmonics	Overheated neutrals, wires, connectors, transformers, equipment. Data communication errors.	Harmonic filters, K-rated transformers, proper wiring and grounding.
Power Factor	Increased equipment and power costs	Power factor correction capacitors.

communications الاتصالات

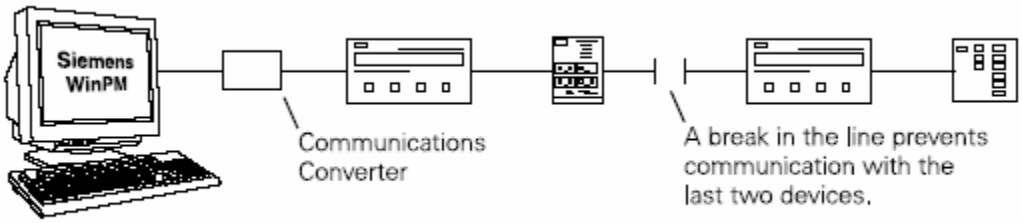
تستخدم لنقل المعلومات معينة عن قرات او اجهزة الى مكان اخر



مراسم الاتصالات communication protocols and standards

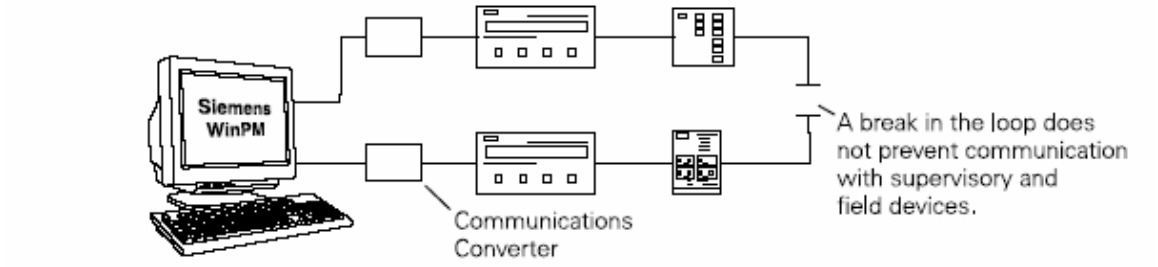
التوصيل على خط واحد Straight line topology

الجهاز المتحكم يوصل بالاجهزة على خط واحد و لابد من الغلق ق عند النهاية لكن عند القطع لا يستطيع الجهاز رؤية ما بعد مكان القطع



التوصيل على شكل حلقة loop topology

الكابلات المستخدمة اكثر= اغلى لكن عند القطع ممكن الاتصال بالاجهزة



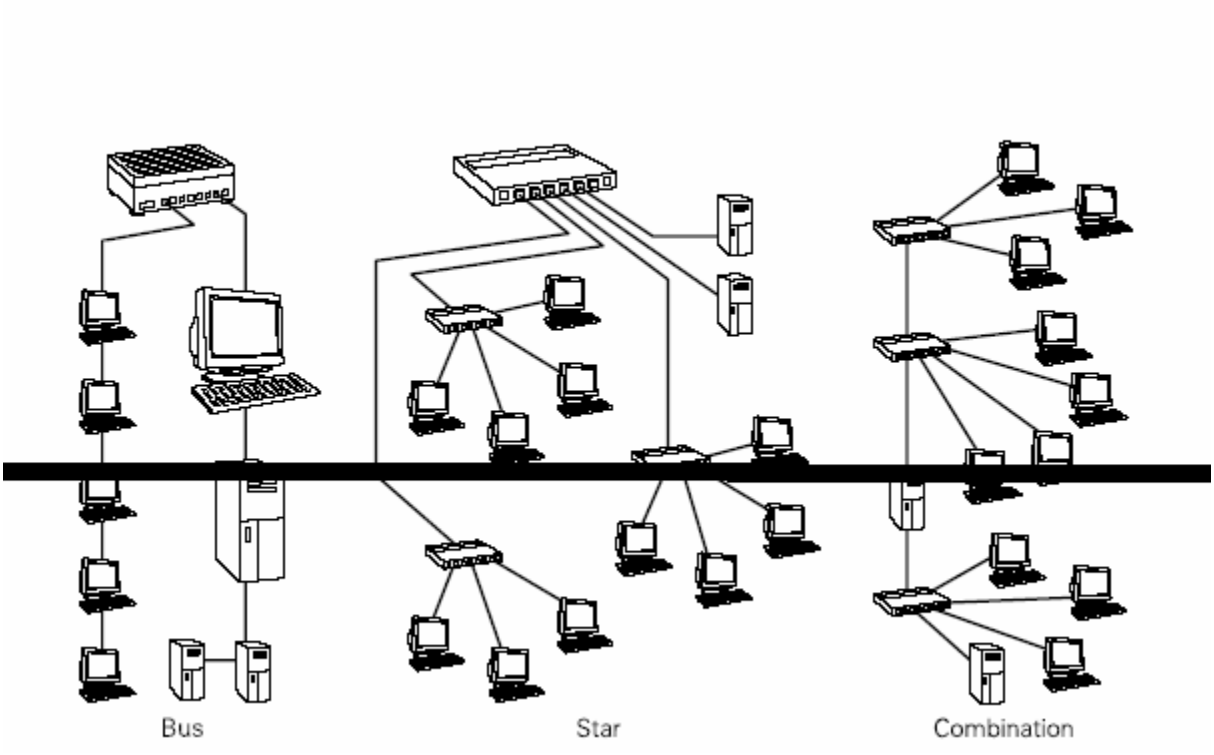
المراسم protocol

هوى القواعد التى تحدد كيفية اتصال الاجهزة ببعضها و عدد الاجهزة و كيفية الاتصالات و سرعة الاتصال

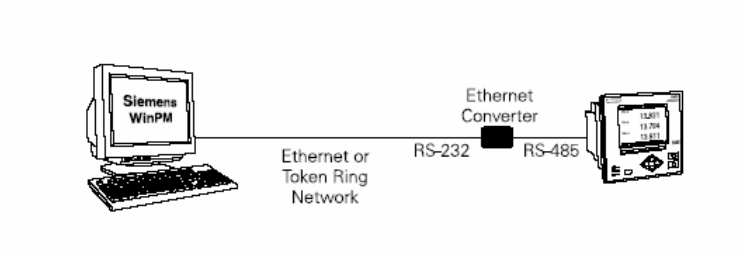
Profi-bus DP

هى شبكات صناعية شائعة لربط الاجهزة و ال plc و الكمبيوتر ببعضهم

LAN



Converters (gate way) تستخدم لنقل نظام اتصال لنظام اخر

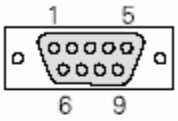


Serial communication

RS232

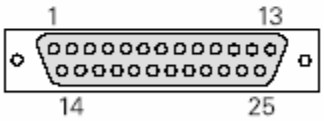
نظام اتصال يرسل و يستقبل المعلومات على كابل من زوجين ملفوفين
و يكون الموصل عبارة عن 9 اسنان او 25
ليست كل الاتصالات تستخدم كل هذة الموصلات

DB9

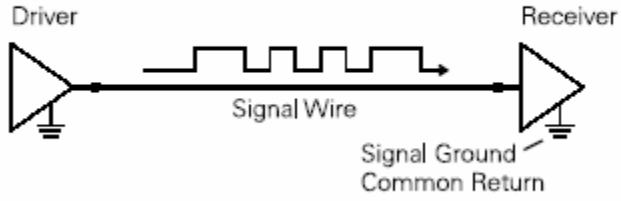


Pin	Signal
1	Received Line Signal Detector (DCD)
2	Received Data (Rxd)
3	Transmitted Data (Txd)
4	Data Terminal Ready (DTR)
5	Signal Ground
6	Data Set Ready (DSR)
7	Request to Send (RTS)
8	Clear to Send (CTS)
9	Ring Indicator (RI)
Shell	Frame Ground

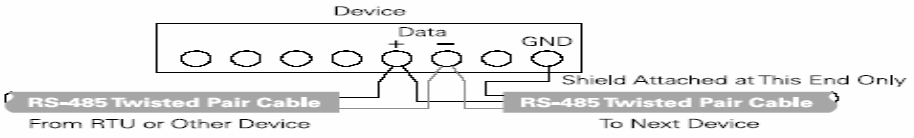
DB25

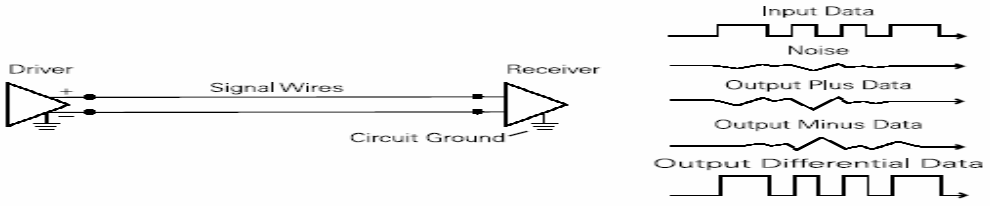


Pin	Signal
1	Frame Ground
2	Transmitted Data (Txd)
3	Received Data (Rxd)
4	Request to Send (RTS)
5	Clear to Send (CTS)
6	Data Set Ready (DSR)
7	Signal Ground
8	Received Line Signal Detector (DCD)
20	Data Terminal Ready (DTR)
22	Ring Indicator (RI)
Shell	Frame Ground



RS485 مسافة اكثر من 50 قدمة و يفضل فى التطبيقات الصناعية





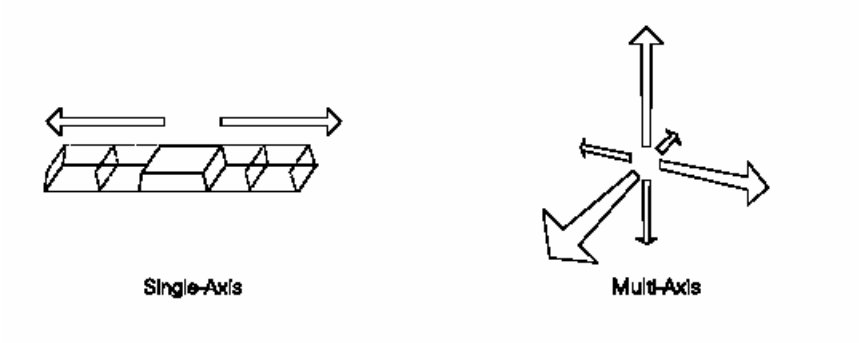
الفصل الثانى العشر

التحكم فى الحركات general motion control

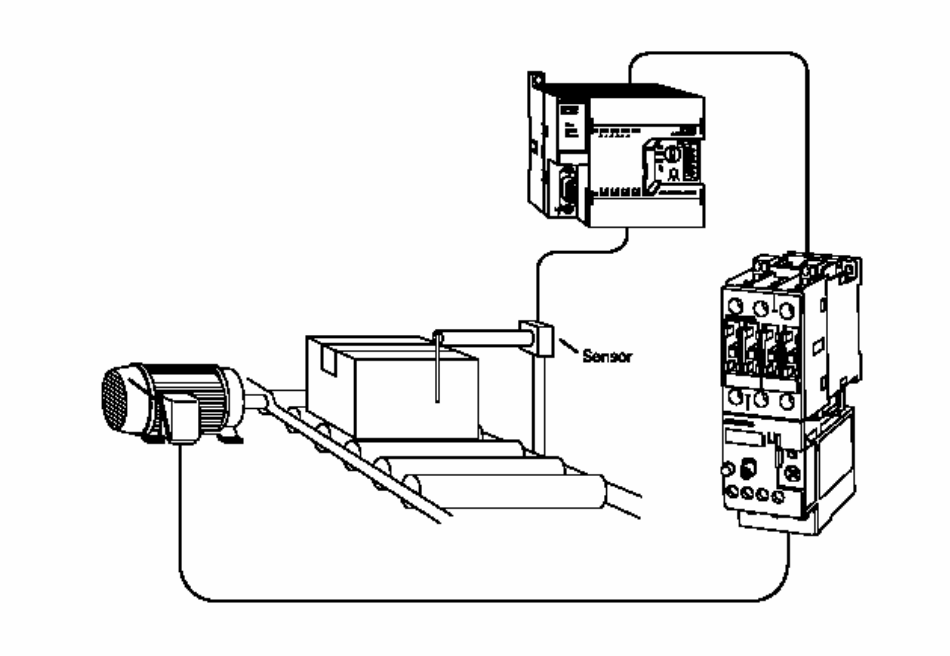
فى هذا الفصل سوف نتكلم عن التطبيقات التى تتحرك فيها الاجزاء من مكان لاخر و بسرعات مختلفة و الماكينات التى تتطلب الحركات الدقيقة لعمل مكونات دقيقة

المحاور axis

تستخدم الميكانيكية لنقل حركة الماتور الدائرية الى حركة خطية و هى حركة محور
هناك بعض الماكينات يكون فيها العديد من المحاور (المواتير) و يكون التحكم فى عدد من المحاور مع بعضهم للحصول multiple axis control

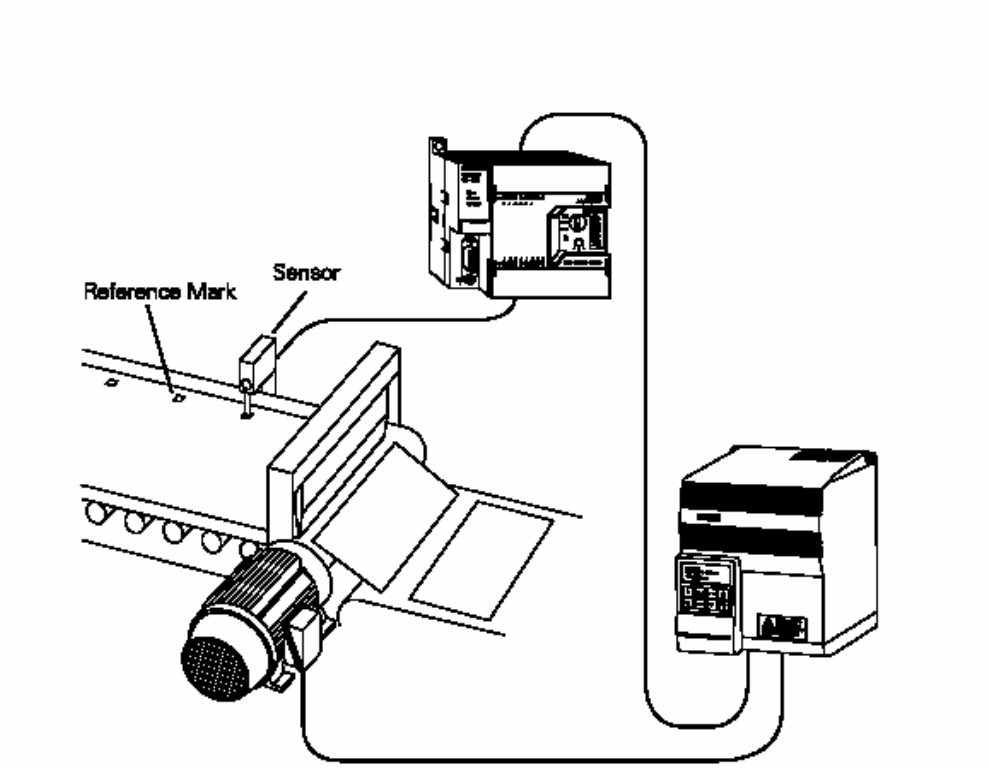


مثال للتئحكم فى الحركة فى محور واحد



فى هذا المثال يتحرك الماتور فيتحرك السير الذى يوجد علية المنتج حتى يصل المنتج امام الحساس فيقوم ال plc بوقف الاشارة للخرج الذى تذهب للكونتاكتور ليقف الماتور

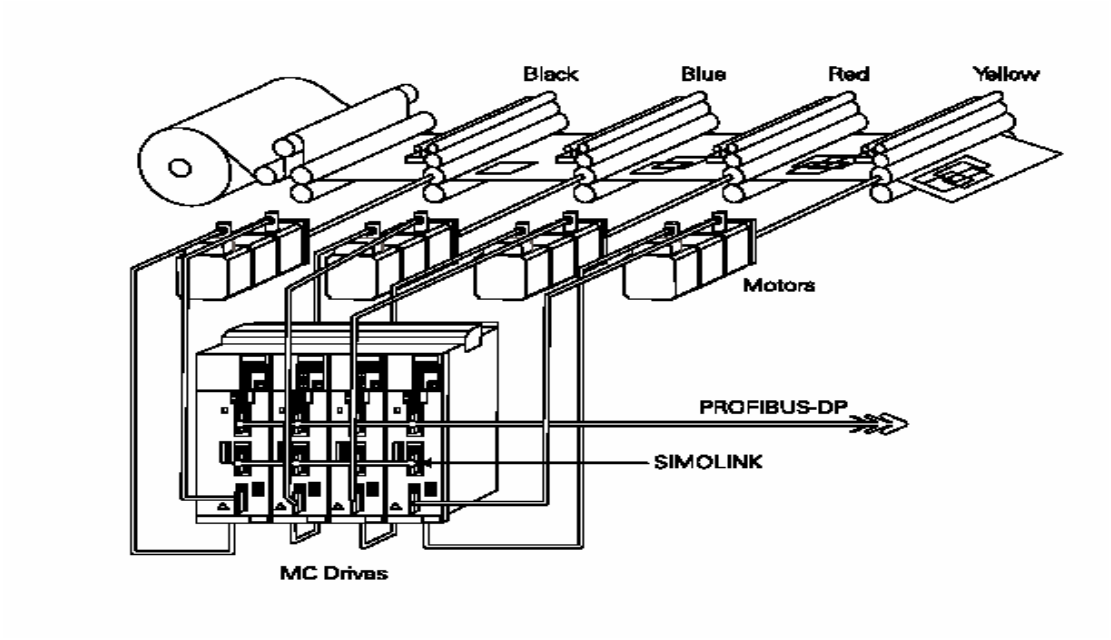
مثال للتحكم فى الحركة باستخدام متحكم فى السرعة (drive)



مثال عندما يحس الحساس بالعلامة يقوم ال plc بقطع اشارة التشغيل عن ال drive و ايضا يعمل على زيادة السرعة و تقليلها و للتشغيل و الايقاف

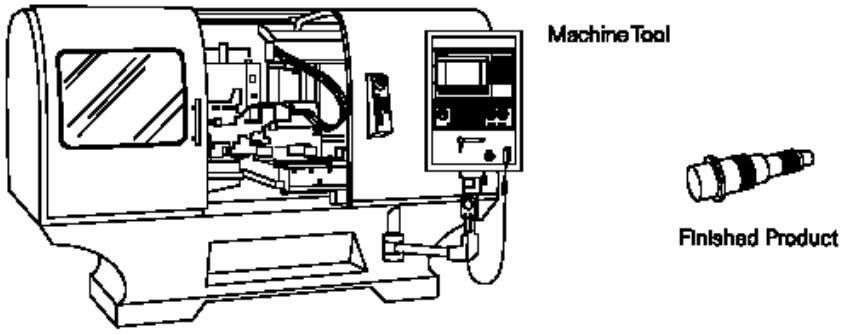
امثلة اكثر تعقيدا

لعمل صورة فى مجلة تشغيل ماتور للطباعة لكل لون

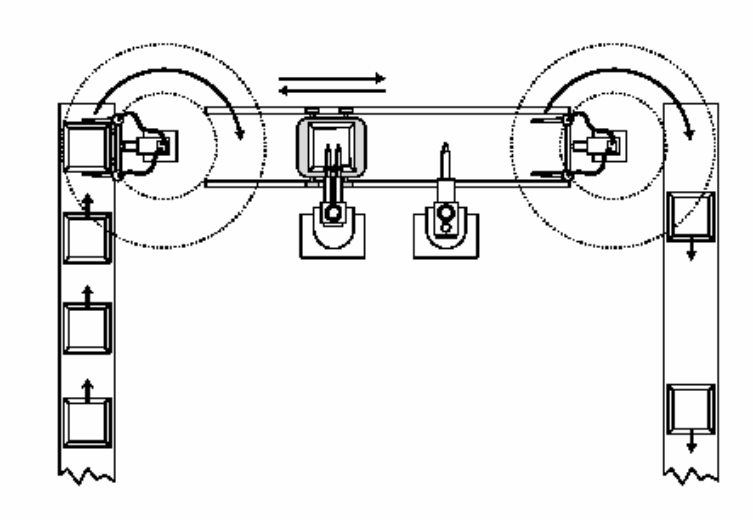


تطبيقات عدد الماكينات

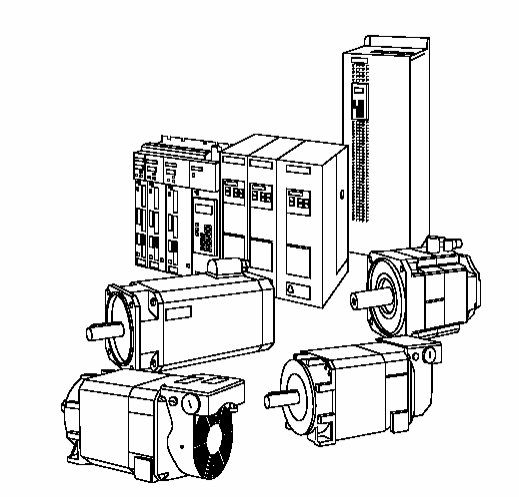
هذة الماكينات تقوم بعمل قطع و عمل اخرام و لف بدقة عالية باستخدام العديد من المحاور و تستخدم الماكينات التى يحدث فيها التحكم فى العديد من المحاور رقميا بالكمبيوتر CNC



مثال لحركة طولية و دائرية معا linear & rotational axis



Simens simovert



الخصائص بالتحكم فى الحركات drives

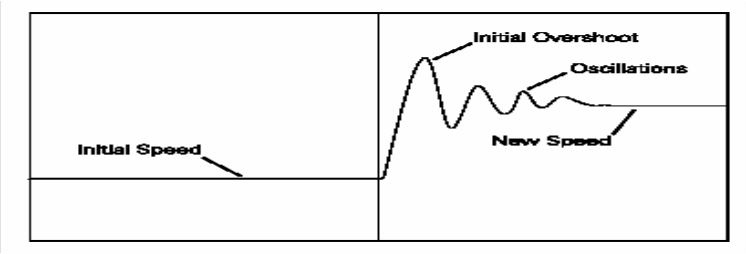
1- التحكم فى عزم البداية (السرعة = 0)
2- التشغيل و الايقاف بسرعة
3- عزم عالى اثناء زيادة الحركة
4- التكرار
5- التزامن
6- القدرة على ضبط المكان بدقة
7- قدرة على التحكم فى السرعة بدقة

لبداية الكلام فى ذلك الموضوع ستكون بداية الكلام عن القواعد الميكانيكية و سبق التحدث عنها امثال

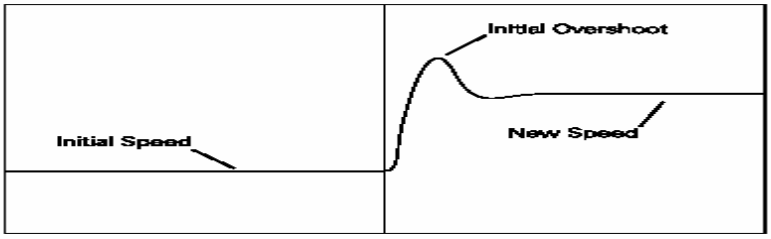
1- وحدات القياس
2- القوة
3- القوة المحصلة (قيمة و اتجاة)

4- العزم
5- العجلة
6- قانون عزم القصور
7- الاحتكاك

لابد من التاكد من ان عزم قصور المعدة يتناسب مع عزم قصور الحمل و ايضا يفضل الوصول للسرعة الجديدة بسرعة عند التغير من السرعة البطيئة للسرعة السريعة



عندما يكون الحمل غير مطابق



عند تطابق قصور الحمل و الماتور

8- الشغل
9- القدرة

العزم و القدرة

عند التكلم عن الماتور و التحكم فى سرعة نتكلم عن القدرة و هى لها علاقة بالسرعة و ذلك انة لا يتكون شغل الا مع حركة
ولكن المطلوب الحصول على عزم جيد و مناسب عند بداية الحركة لذا سوف نتكلم اكثر عن العزم

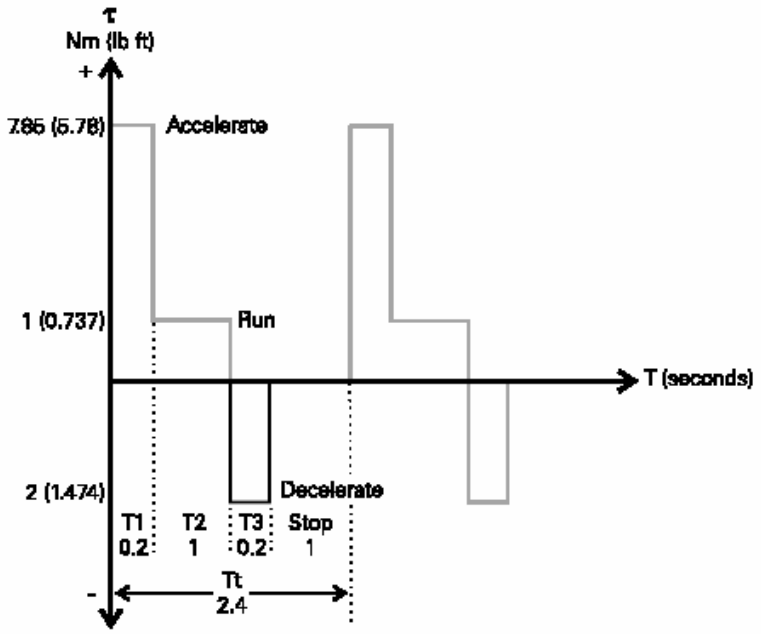
عزم بداية السرعة accelerating torque

Formula for SI Unit (kgm^2)	Formula for English Unit ($lb\ ft^2$)
$T_a = \frac{2\pi \cdot \Delta n \cdot J}{60 \cdot \Delta t}$	$T_a = \frac{\Delta n \cdot J}{308 \cdot \Delta t}$

عزم قصور الماكينة j
مقدار تغير السرعة Δn
الوقت الذى اخذتة فى تغيرالسرعة Δt

العزم المؤثر (RMS TORQUE)

عزم زيادة السرعة يكون فى وقت لحظى
عند حساب قيمة العزم اثناء الحركة و الوقت لمعرفة القيمة المؤثرة للعزم لاختيار الماتور المناسب



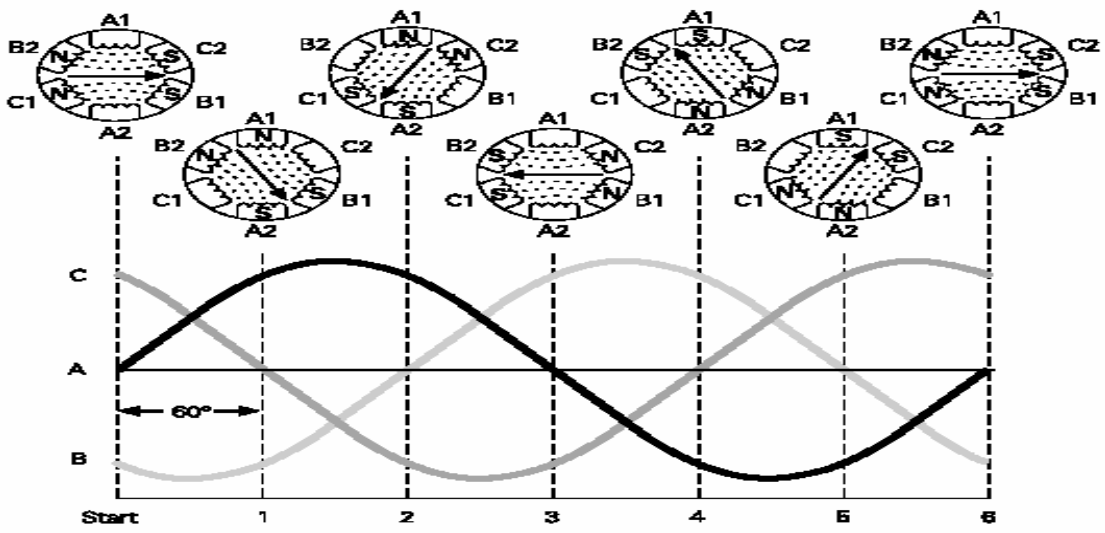
$$\tau_{eff} = \sqrt{\frac{\Sigma(\tau^2 Mot\,1 \cdot \Delta ti)}{Tt}}$$

$$\sqrt{\frac{(\tau 1^2 \cdot \Delta t1) + (\tau 2^2 \cdot \Delta t2) + (\tau 3^2 \cdot \Delta t3)}{Tt}}$$

عند البداية نحتاج الى 7.85
و للاستمرار و مقاومة الاحتكاك نحتاج 1
و نحتاج للوقوف و الوصول للصفر 2
Tt الوقت الكلى
و هناك برنامج simosize لحساب العزم و المواتير و ال drive المناسب

تكوين الماتور السرفو servomotor construction

هناك ماتورين يستخدمان للتحكم فى الحركات induction & synchronous وهم متشابهان فى ال stator و مختلفان فى ال rotor
ال stator و المجال المغناطيسى المتولد (الدائرى) سبق التكلم عليها



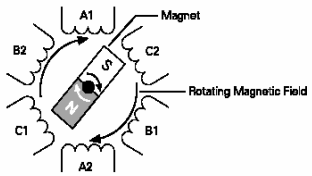
السرعة ال RPM synchronous

$$N_S = \frac{120F}{P}$$

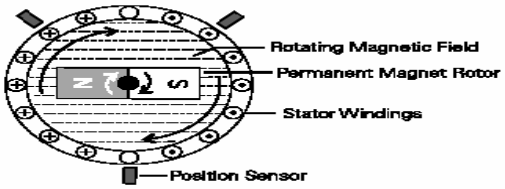
rotor

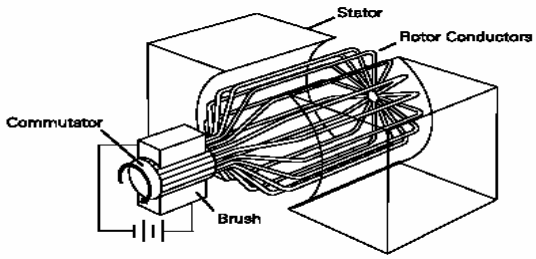
يسمى synchronous متزامن لان سرعة الروتور نفس سرعة المجال المغناطيسى الدائر و هناك العديد من الطرق المستخدمة للحصول على هذا الشئ و اشهرهم استخدام الروتور المغنلاطيسى و يوجد فى المواتير الصغيرة

عند تولد مجال مغناطيسى دائر ز الروتور عبارة عن مغناطيس لة اقطاب فان كل قطب يندفع ليسير مع القطب المعاكس فى المجال المغناطيسى



المواتير ال ac افضل من ال dc
لان لا يوجد تيار يسير فى الروتور يؤدى لسخونتة





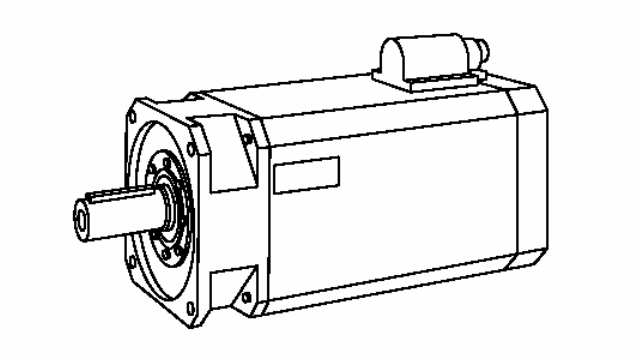
الماتور ال dc

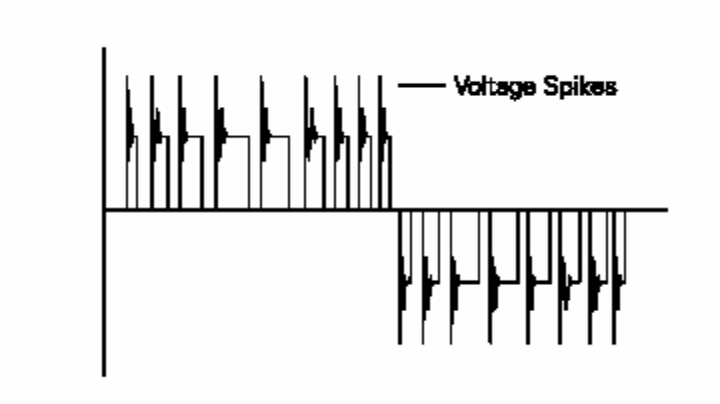
بالنسبة للمواتير ال asynchronous تم الكلام عليها مسبقا

Servo motors

تستخدم تلك المواتير مع ال drives

ال drives ترسل للماتور موجات مربعة pulses نبضات بفولت و تردد مما يؤدى لحدوث علو مفاجئ للفولت spikes و تؤدى الى زيادة حرارة الكابلات و الماتور





السرعة و العزم SPEED & TORQUE

السرعة المعاير عليها الماتور تكون مكتوبة على اللافتة الحديدية الموجودة عليه RPM و التى يكون عندها الماتور يعمل فى الفولت المسموح له و يعطى العزم المعاير له

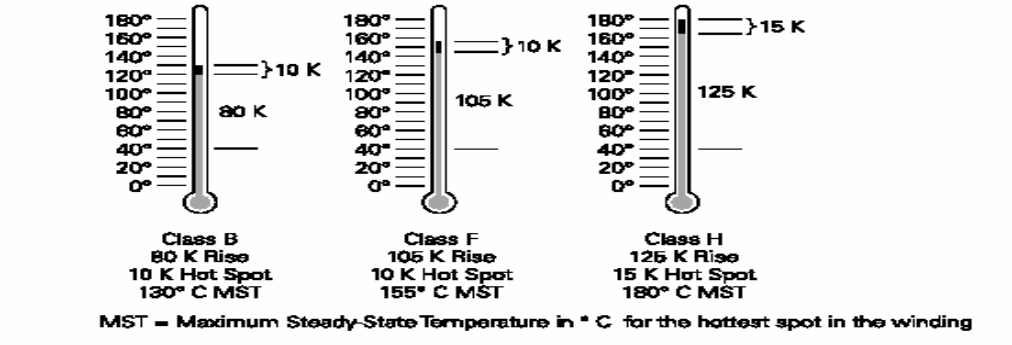
مثلاً
RATED TOURQUE : 10.3 NM
RATED SPEED :3000 RPMعند
RATED VOLTAGE :460 VACمع مصدر فولت

ايضا السرعة القصوى تعطى و هى MAX SPEED : 4160 RPM و التى لا يزال الماتور عندها يعطى العزم المطلوب. عند استخدام ال DRIVE يمكن الماتور من اعطاء العزم الكامل عند اى سرعة اقل من القصوى و لكن أعلى من القصوى لا يكون العزم كافى يكون أقل

التيار CURRENT

هناك تيار يسحب عن البداية (Stall current)
عزم (Stall) : عزم الربط الذى يستخدم لايقاف الماتور و التيار المسحوب وقتها I0 (تيار الربط)

العزل و درجاته و مدى استحمال زيادة درجة الحرارة



الحماية IP و تم التكلم عليها سابقاً

خواص العزم و السرعة speed torque characteristics

دورة العمل duty cycle

طريقة العمل و دورته توضح الحرارة التى يتم تولدها و تنقسم الى 9 انواع

S1	Continuous Running Duty
S2	Short-Time Duty
S3	Intermittent Periodic Duty Without Starting
S4	Intermittent Periodic Duty With Starting
S5	Intermittent Periodic Duty with Starting and Electric Braking
S6	Continuous Operation Periodic Duty
S7	Continuous Operation Periodic Duty with Starting and Electric Braking
S8	Continuous Operation Periodic Duty with Related Load/Speed Changes
S9	Continuous Operation Duty with Non-Periodic Load and Speed Variations

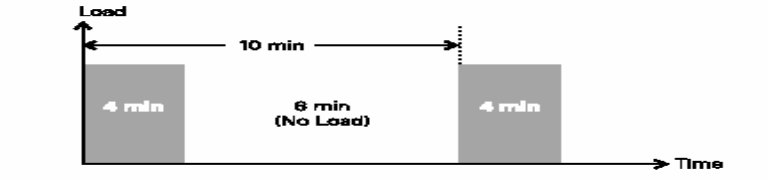
هم الشائعين S1,S3,S6

S1

كل المواتير تصمم على هذا النظام الذى يكون فية الحمل ثابت طول وقت العمل و تكو ن درجة الحرارة المتولدة معروفة

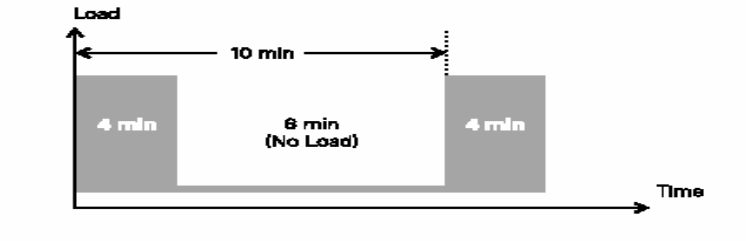
S3

يتحرك دوريا بدورات ثابتة
يعمل فى دورات ثابتة ثم يقف فى دورات معروفة
تيار البداية لا يؤثر على درجة الحرارة
و الوقت الذى يعمل فية الماتور للدورة هو 10 دقائق او غير ذلك و دورة العمل التشغيلية تعطى ب 15%و 20%و 25%و 30 %
مثلا تشغيل 40% تعنى انة يعمل 40% و يقف 60%



S6

الفرق بينة و بين الذى قبلة ان الماتور يظل علية كهرباء حتى فى حالة عدم وجود حمل

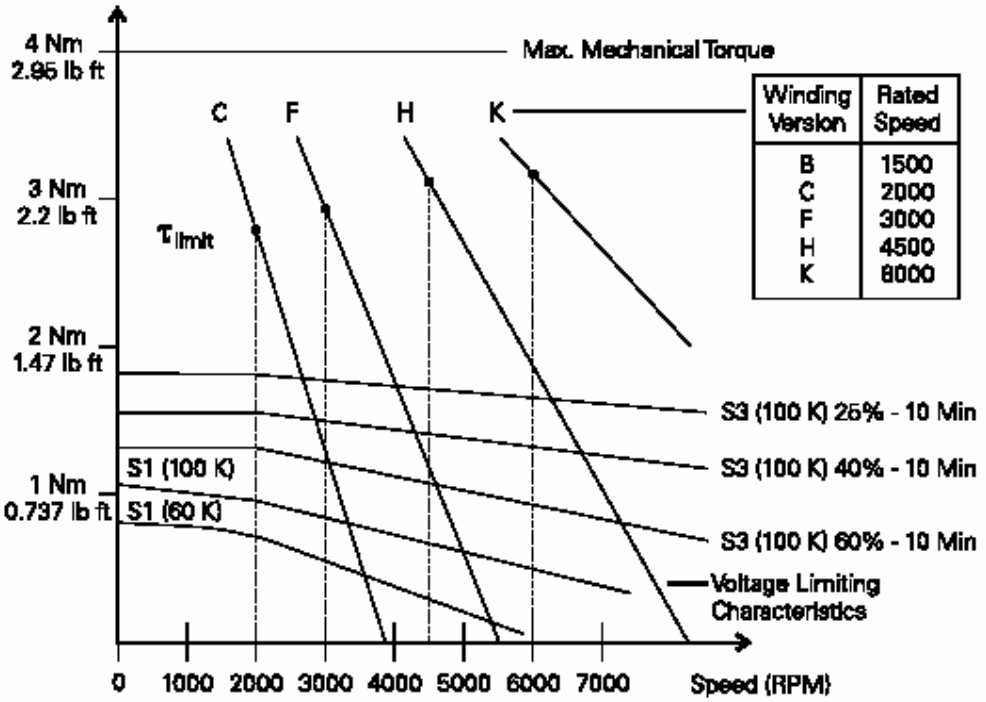


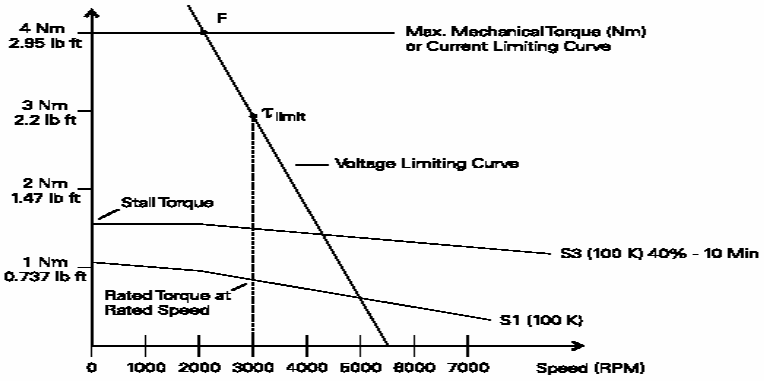
خصائص السرعة و العزم فى المواتير ال servo synchronous

الماتور يعرف بحجمة و ايضا طريقة تثبيتة و تعتمد خصائص العزم و السرعة على طريقة لف ملفات الماتور

الرسم المبين لماتور ممكن ان يلف لسرعات مختلفة و دورات تشغيل ايضا مختافة و الحروف تعبر عن السرعة

الرسم يوضح قيمة العزم عند التشغيل بدورة معينة و عند سرعة معروفة
العزم سوف يكون لتشغيل s1, s3 و السرعات الملفوف لها الماتور





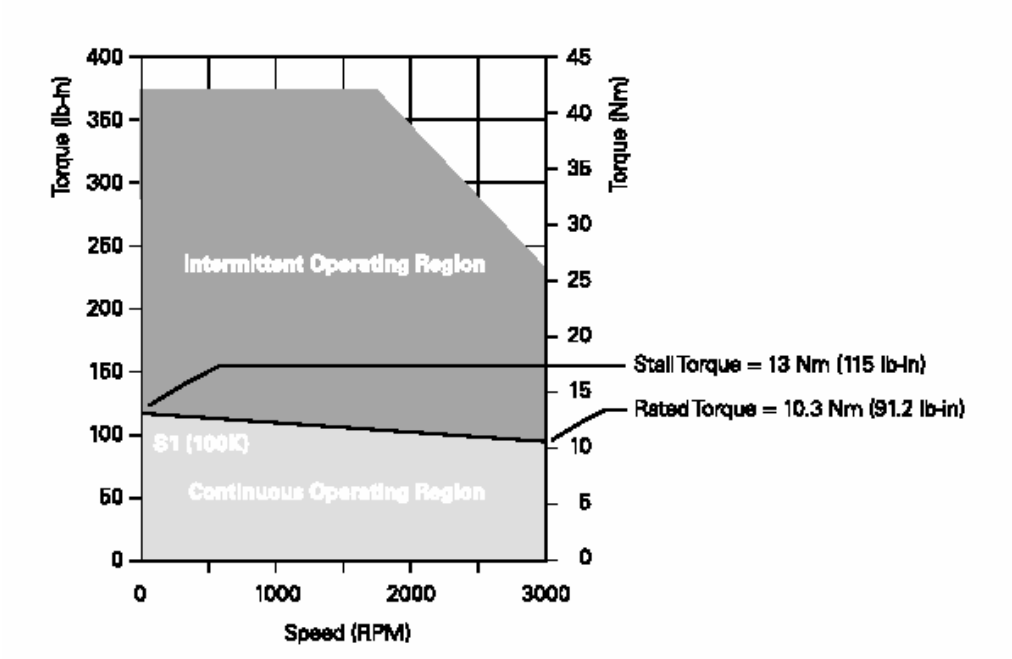
ماتور (F) لف (3000 RPM) و يكون عزم البداية 1.1 NM عند تشغيلة S1 عند وصول الماتور للسرعة المعتادة 3000 يكون العزم اقل 0.9 NM بسبب الاحتكاك و فقد ملفات STATOR .

العزم الافصى الذى ممكن ان يعطية لحظيا عند التشغيل بسرعة 3000 يسمى τ limit

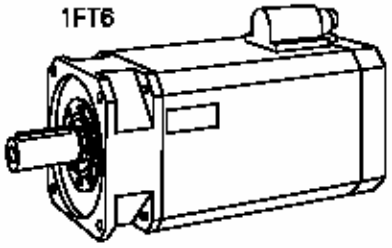
(S1) ال CURVE يوضح العزم عند اى سرعة

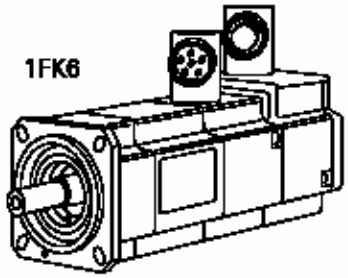
عند زيادة العزم عن العزم الأفصى يدمر الماتور

العزم و السرعة للماتور

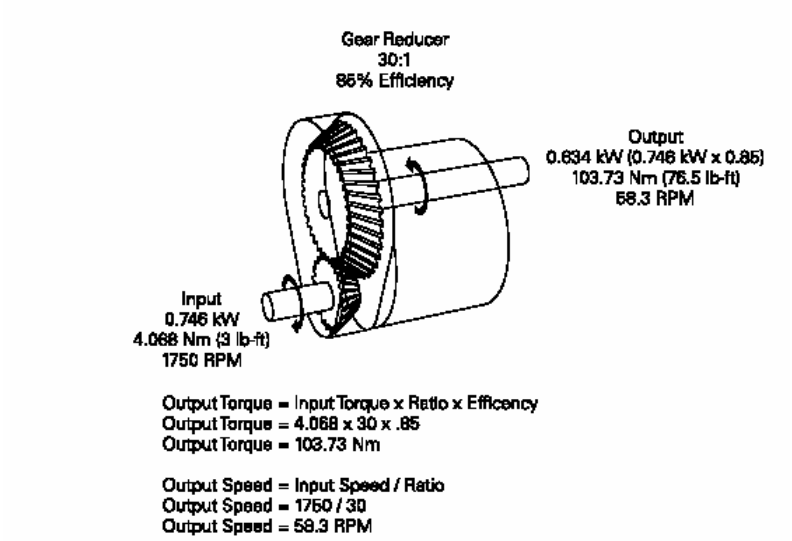


المواتير (السرفو ماتور)

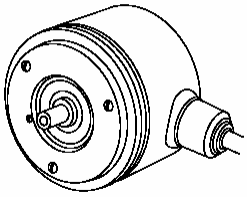




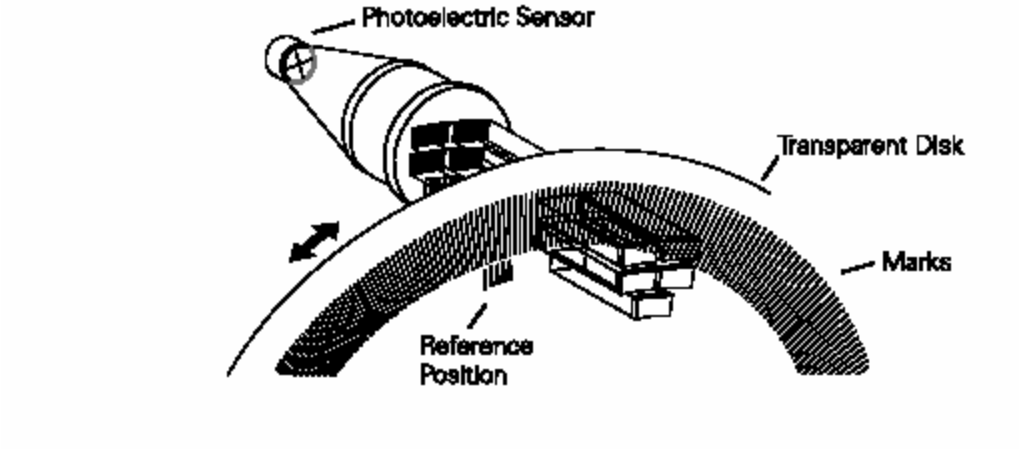
يمكن استخدام BRAKE او الفرملة له و يتم تثبيتها مدة
عند امداد فولت لها تقوم بتحرير الماتور و عند انقطاع الكهرباء تمسك الماتور كحالة من الطوارىء
يستخدم ايضا (وحدة تقل السرعة (تروس) للتخفيض)
GEAR REDUCER



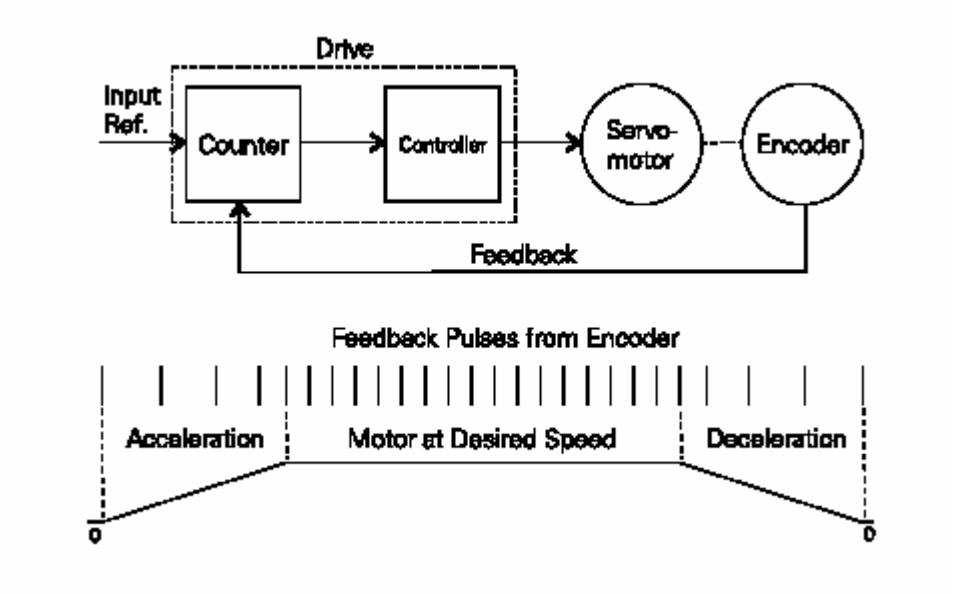
اجهزة تحديد المسافات المقطوعة encoders & resolver



حساب المسافة و السرعة و الاتجاه
يستخدم مع المواتير ال ENCODER
التصاعدى (INCREMENTAL)
و هو عبارة عن قرص عليه شروط و امامه حساس ضوئى و يقوم بارسال نبضات او موجه SINE

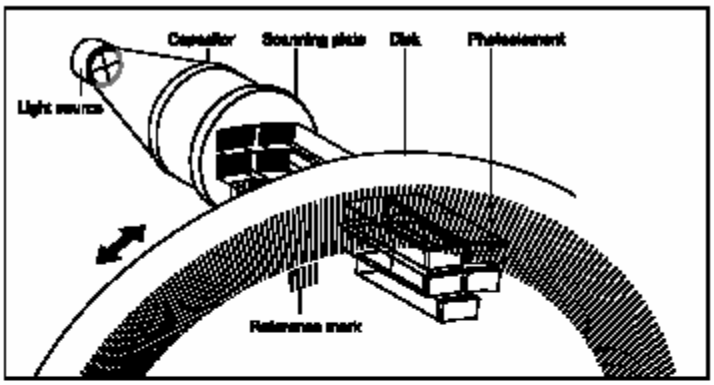


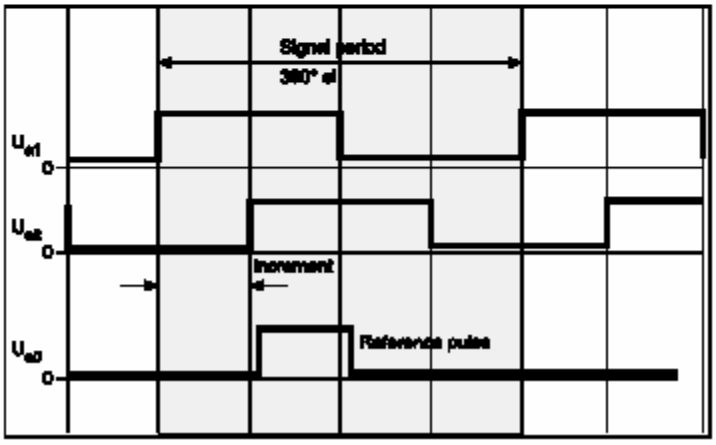
التحكم المغلق closed loop control



النبضات القادمة من الـ ENCODER

مطلوب للقيام بالحركات بدقة مراجعة دائما المكان و السرعة الذى وصل لها الماتور و يتم ذلك عن طريق التأكد من (ENCODER) (FEED BACK) و يقوم المتحكم بمقارنة القيمة المطلوبه و الاشارة الراجعة للعداد لتعديل المكان او السرعة لزيادة الدقة

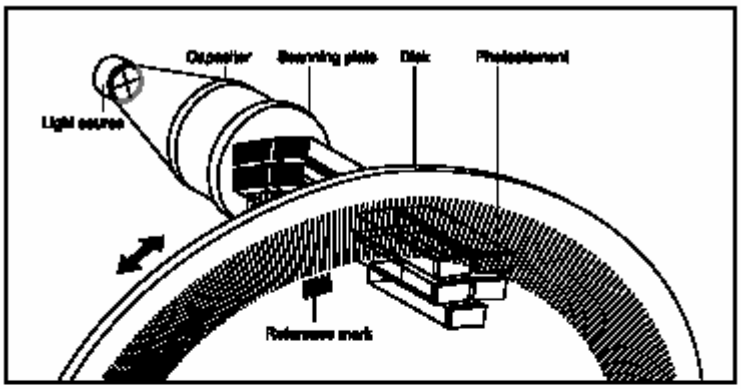


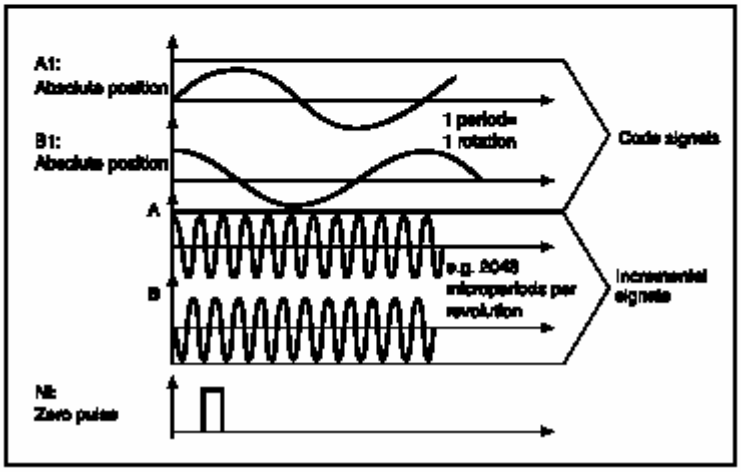


يقوم باعطاء خرج Ua1, Ua2

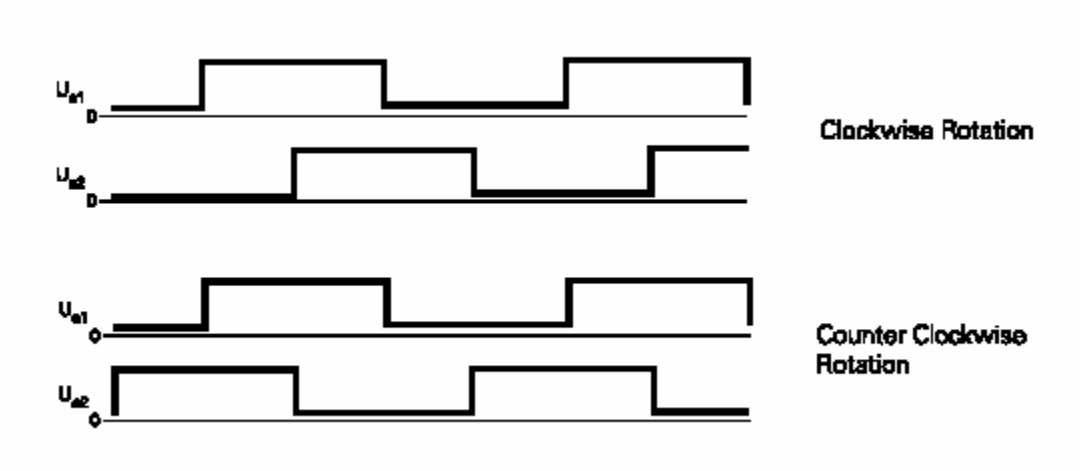
و هم يبعدون عن بعض 90
و يقوم بارسال 1024 نبضة فى اللفة الواحدة
النبضة الاصلية Ua0 التى تمر فى بداية كل دورة

نوع اخر



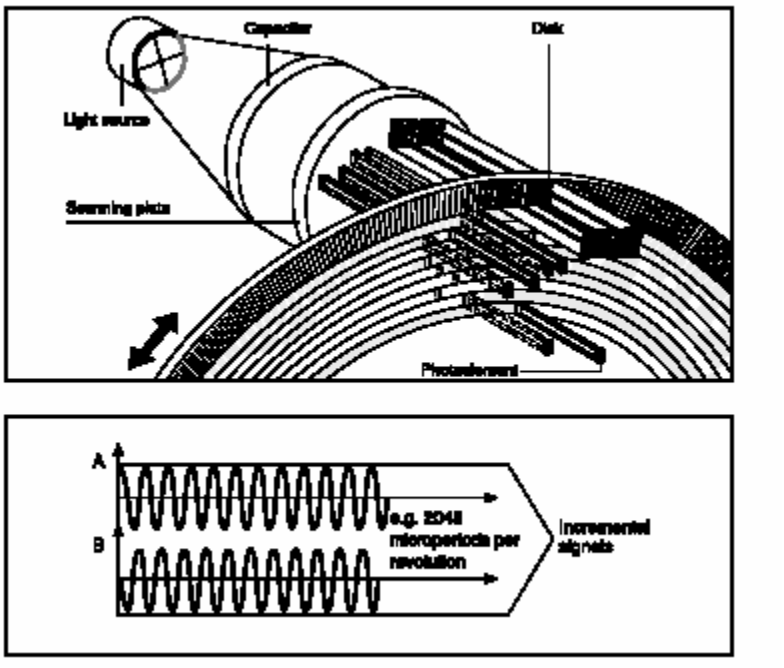


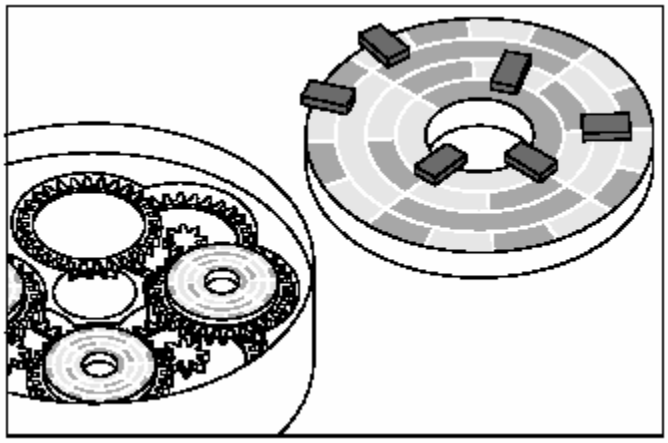
الدوران فى اتجاه عقارب الساعة



الدوران فى عكس اتجاه عقارب الساعة

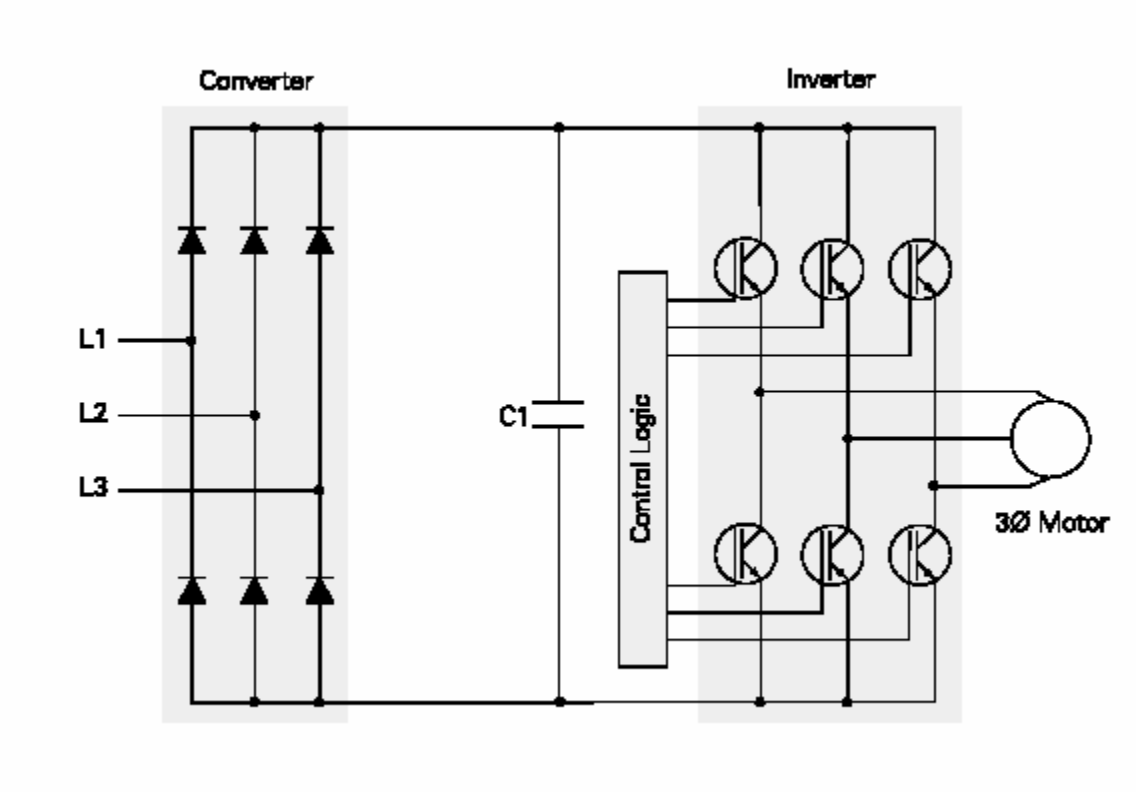
Absolute encoder





يعطى قيمة مطلقة لكل مكان
القرص الذى يقوم الحساس بارسال ضوء عليه شفرة تختلف من مكان للاخر لتعطى كل مكان قيمة مختلفة عن الاخر

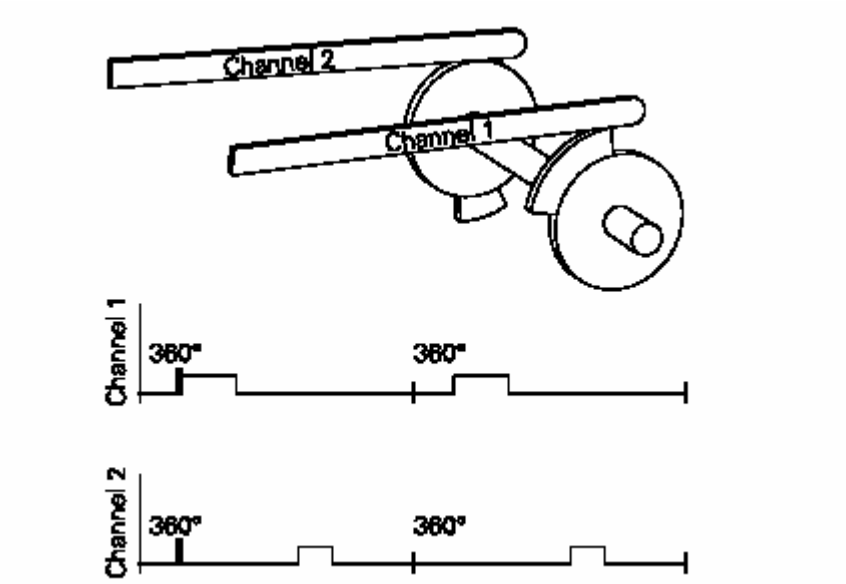
بالنسبة للمتحكم فى الماتور و طرق التحكم PWM فى الفولت و التردد سبق التكلم عليها



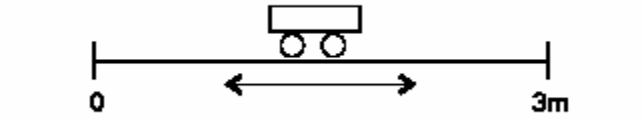
ايضا ال MASTER DRIVES الخاصة بـ SIEMENS سبق التحدث عنها

المميزات التكنولوجية

يوجد برامج مجهزة للمحاور لحركات الطولية و الدائرة و الامدادات و ايضا اقامة ضبط المكان و ايضا العمليات المتزامنه

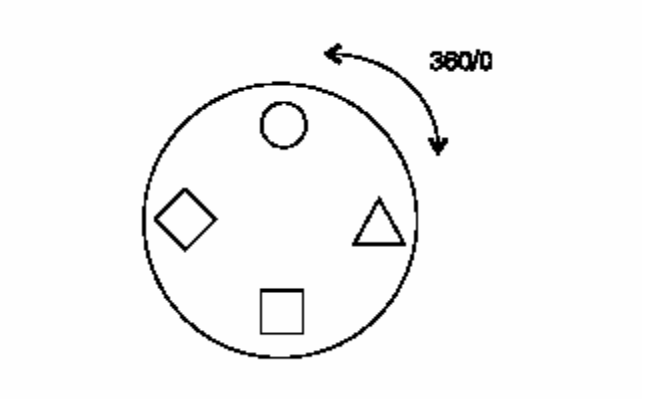


1) يستخدم لاعطاء اشارة بوصول المحور للمكان المخصص cam controller

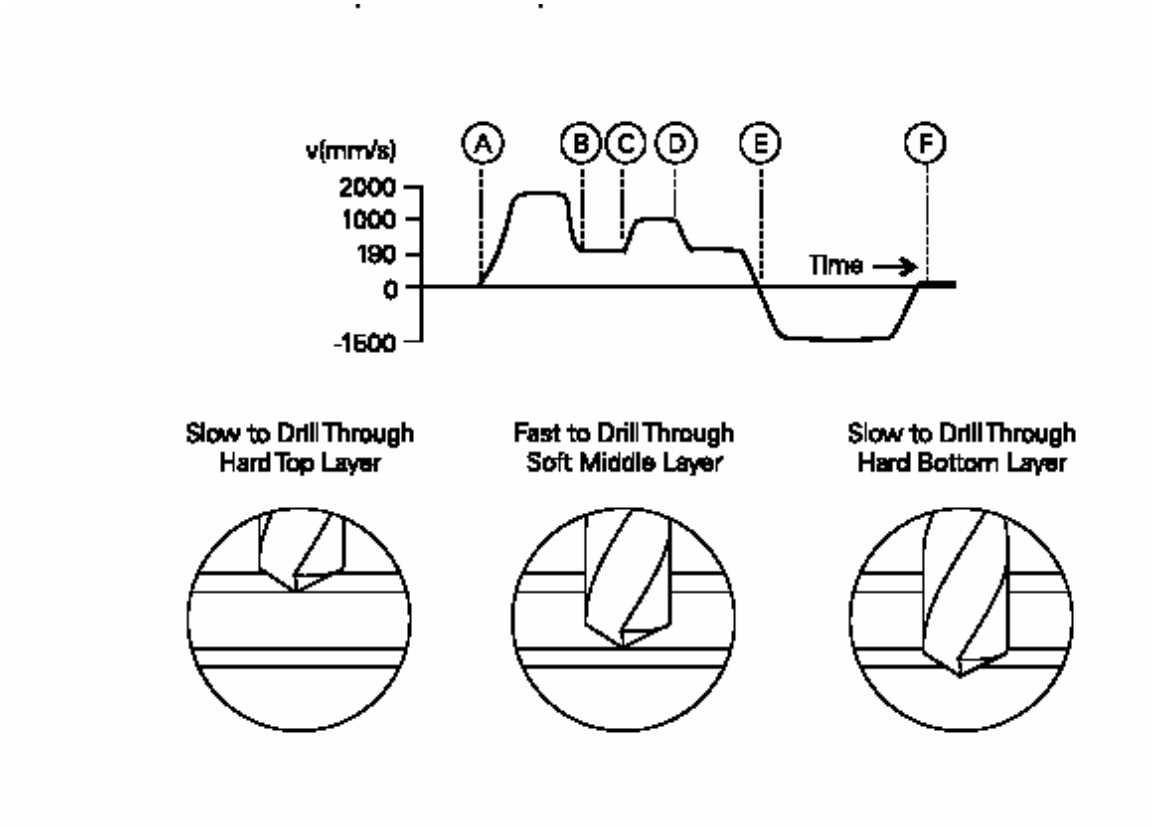


2) التحكم فى المحاور الطولية مثال العربات المتحركة

التحكم فى المحاور الدائرة
امثال : المنضدة الدائرة



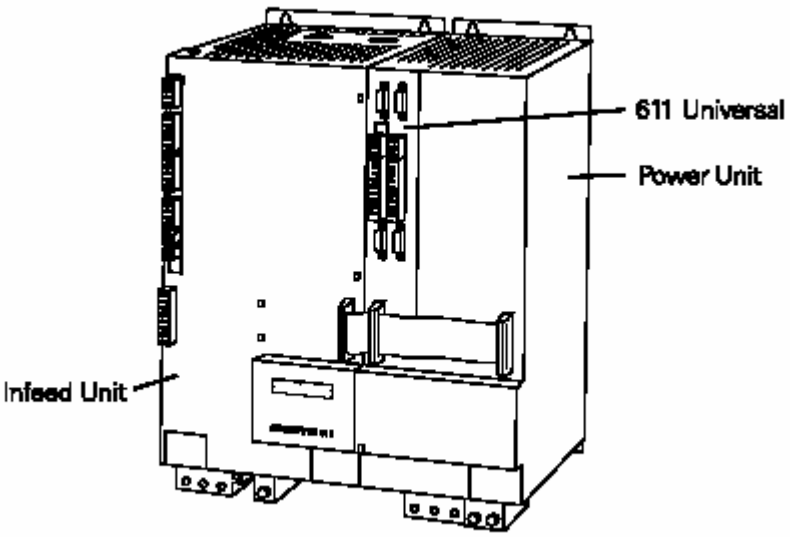
مثال لعمل ضبط المسافة



تطبيقات

ملحق امثاة لاستخدام ال DRIVES فى التحكم فى الحركات

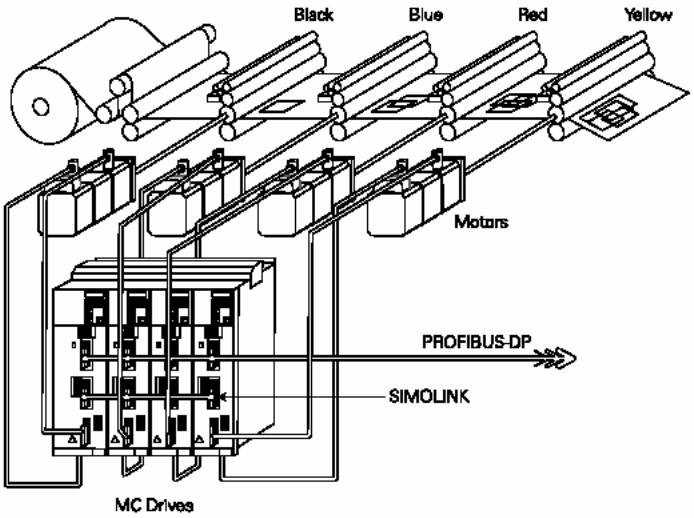
يوجد لهذا النظام نظام خاص بـ SIEMENS هو SIMODRIVE 611



Offset Printing

Offset printing traditionally uses a mechanical line shaft to synchronize the different color print stations. The mechanical devices involved require high maintenace, and the system is limited in speed.

The mechanical line shaft system can be replaced with individual servomotors which are precisely synchronized through the MASTERDRIVE MC and SIMOLINK. Communication to higher level controls, such as a SIMATIC S7 PLC, for evaluation of system status and drive setpoint signals, is accomplished with PROFIBUS-DP.

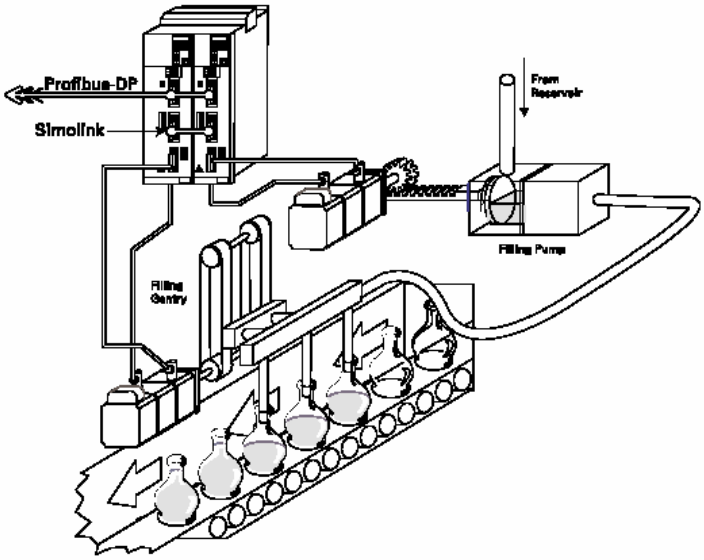


Application Requirement	Web Handling with Synchronization
MASTERDRIVE MC Feature	Synchronization: Virtual Master, Real Master, Gear Box (Electronic Line Shaft)
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	Increased Accuracy and Production Print Speed. Flexibility to Add and Remove Print Stations with Minimum Downtime.

Bottle Filling

Some bottle filling applications, such as cosmetics, require the distance between the filling pipe and the liquid level in the bottle to be kept constant. In addition, the filling pump must maintain a constant flow. These two axes can be precisely synchronized with the MASTERDRIVE MC.

In this application, the pump drive acts as the master and the filling gantry acts as the slave. As the pump provides a constant flow of product, the filling gantry movement is synchronized, through a cam profile that corresponds to the bottle contour. This maintains a constant filling pipe to liquid distance.

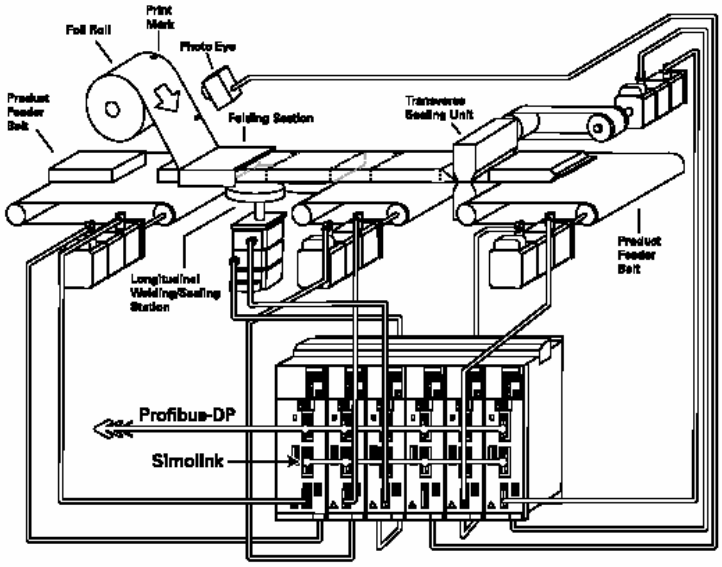


Application Requirement	2-Axis Synchronized Control
MASTERDRIVE MC Feature	Synchronization with Cam Profiling
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	Quick Cam Profile Change to Accommodate Bottle Contour Change. Increased Production for Multi-Product Line Runs.

Horizontal Bagging

This application involves a continuous roll of foil for horizontal bagging. The sealing station handles the foil transport. Electronic line shaft and print mark registration ensure the foil is synchronized with the products being packaged. Electronic line shafting also ensures the product feeder belt and the foil are in continuous position synchronization. Print mark registration will accelerate or decelerate the foil to make up for possible stretch. This ensures that printed labels on the foil will be correctly positioned on the package.

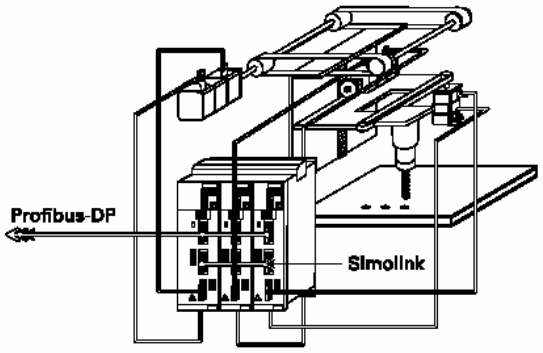
The transverse sealing station must travel with the line in order to achieve continuous packaging. This is accomplished with the MASTERDRIVE MC's electronic line shaft and electronic cam functions. The sealing station is accelerted with the electronic line shaft function to the speed of the product (x-axis). The electronic cam function closes the sealing jaws (y-axis) while the sealer moves across and simultaneously seals the package.



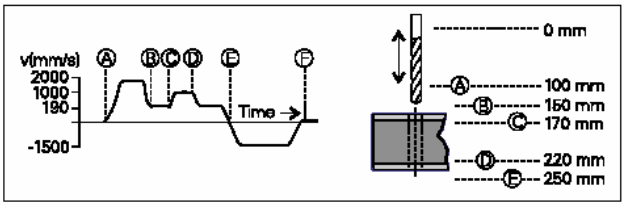
Application Requirement	Continous Positioning and Synchronization. Continuous Packaging
MASTERDRIVE MC Feature	Print Mark Registration Synchronization: Electronic Line Shaft Control Including Cam Profile
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	Continous Adjustment to Compensate for Foil Stretch. Multi-Axis Coordination for Sealing and Bagging Sections.

Composite Drilling

Positioning the x- and y-axis to locate the drilling tool can be accomplished with the manual data input (MDI) mode. Once the drilling tool has reached the desired location, the automatic function takes over and controls the movement of the z-axis. The following instruction set is an example of a drilling profile.



- Moving from A to B the drilling gantry rapidly traverses to just in front of the board and starts to reduce the feed velocity.
- At point B the drill reaches the reduced feed velocity to drill through a plastic laminate.
- Moving from B to C the drill slows to drill through the laminate.
- Moving from C to D the drill increases to normal velocity to drill through core.
- Moving from D to E the drill reduces velocity to drill through bottom laminate.
- Moving from E to F the drill returns with increased velocity.

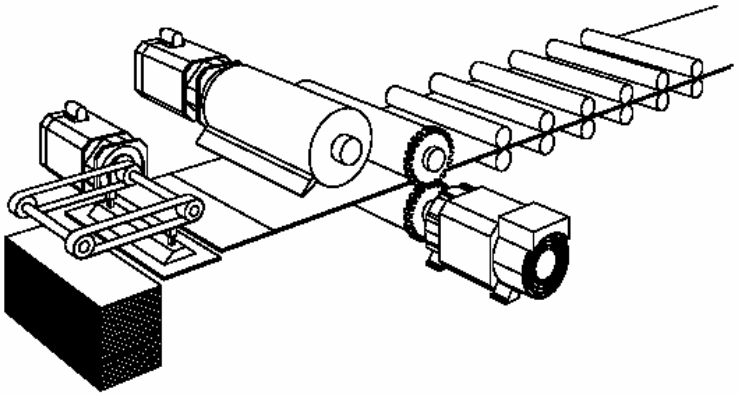


Application Requirement	3-Axis Positioning (Composite Drilling).
MASTERDRIVE MC Feature	MDI Point-to-Point Positioning. Automatic Mode Positioning.
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	High Accuracy Drill Bit Placement and Optimized Drilling Speed to Improve Quality of Cut and Tool Life.

Cut to Length
Rotary Knife/Sheater

In Cut to Length applications, the purpose is to cut material to a precise length. For a fixed cut length, and a knife circumference of the same length, it is simply a matter of maintaining a constant speed between the web and the knife. However, for products that require various cut lengths, the knife's circumference would have to vary to match these new cut lengths. Since this would not be practical, the knife speed is often profiled. By varying the knife speed various cut lengths can be obtained. Furthermore, the rotary knife is accelerated so that as the cutting edge comes into contact with the material it is traveling at the same velocity. This is done to avoid "ripping" the material.

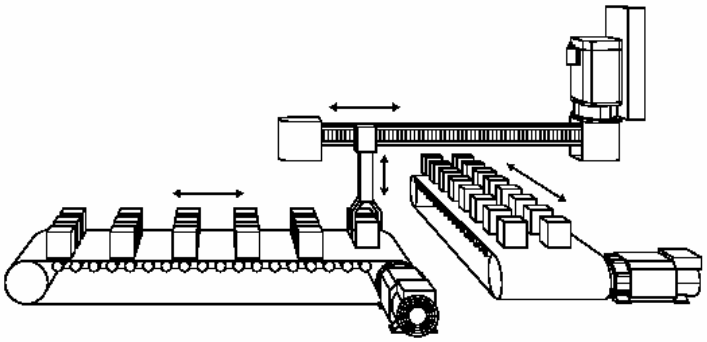
To accomplish this task a Cam profile is often employed. Using the technology features of the MASTERDRIVES MC, a number of cam profiles can be created to perform the needed contoured movement that is synchronized with the material to perform the cut.



Application Requirement	Variable Speed and Product Cut Lengths.
MASTERDRIVE MC Feature	Synchronization with Cam Profiling
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	Short Current Rise Time allows for High Dynamic Response. Multiple Cam Profiles Allow for Quick Changeover to Various Product Lengths.

Pick and Place

Pick and Place applications involve the precise movement of product from one location to another. Using the Point-to-Point positioning features (MDI mode) of the MASTERDRIVES MC, this precise movement can be realized. Typically the gripper claw is "homed" to the starting location during initialization of the system. From that point, as product is sensed, the gripper closes on it and the Point-to-Point move is made. Once the final destination point is reached the gripper releases the product and the return move to home position is carried out. SIMOLINK is the perfect choice to coordinate these actions. It allows for easily sending all of the appropriate status and control signals from one axis drive to the next.



Application Requirement	Pick and Place Positioning
MASTERDRIVE MC Feature	MDI Point-to-Point Positioning
MASTERDRIVE MC Solution/Benefit	High Accuracy Organization and Location of Product Packaging