برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء – الدرجة ستة شهور

مكونات المعدات الكهربائية

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

المحتويات

الباب الأول أنواع اللوحات الكهربائية ومكوناتها ٢
مقدمة ٢
تقسيم وتصنيف اللوحات الكهربائية: ٢
نظام الحماية من تداخل خطوط القوى الإنترلوك Inter lock ٧
أنواع الأنترلوك: ٨
أهم مكونات اللوحات الكهربائية هي: ٨
أولا قضبان التوزيع العمومية Bus Bar(B.B) ٩
ثانيا محولات الجهد والتيار لتغذية دوائر التحكم باللوحات: ٩
ثالثا الفيوزات (المصهرات) FUSES ١٠
رابعا السكاكين الكهربائية: ١١
الباب الثاني المحركات الكهربائية ١٣
١. المُحَرِّك الكهربائي ١٣
اولاً محركات التيار المستمر D.C Machines ١٤
ثانياً محركات التيار المتغير A.C Machines ١٦
وسائل بدء الحركة ٢٢
١. مباشر على الخط Direct on line D.O.L: ٢٣
٢. بادئ تشغيل ستار - دلتا: ٢٤
٣. بادئ الحركة الناعم soft starter ٢٥
٤. بادئ تشغيل باستخدام محول التردد Frequency Converter ٢٦
٥. بادئ تشغيل بإدخال مجموعه مقاومات خارجية مع العضو المتحرك Slip ring motor ٢٦
٦. بادئ تشغيل باستخدام محول ذاتي (auto transformer) ٢٨
الباب الثالث المحولات الكهربية ٢٨
المحولات الكهربية Transformer ٣٠
تعريف المحول ٣٠
استخدامات المحولات ٣٠
انواع المحولات الكهربية: ٣٠
مكونات المحول ٣١
نظريه عمل المحول ٣٢
الباب الرابع وحدات التوليد (المولدات) ٣٣
مكونات وحدات التوليد: ٣٣
نظرية عمل المولد ٣٣

الباب الأول أنواع اللوحات الكهربائية ومكوناتها

مقدمة

تعود أهمية اللوحات الكهربائية من أنها ضرورية عند أي نقطة توزيع أو فصل وتوصيل في أي نظام كهربي وكذلك فأنها ضرورية عند اختلاف مستويات الجهد واختلاف مستويات الأحمال وأيضا للربط بين محطات المحولات والتوليد والأحمال النهائية ولهذا فأن التطبيقات المختلفة لمتطلبات اللوحة تعتمد بصورة كبيرة على:

١. موقع اللوحة وطبيعة تركيبها.
٢. معدل الجهد.
٣. المتطلبات المحلية (لموقع اللوحة).

وبجانب أهمية اللوحات عند مصادر تغذية الشبكات تتبع أيضا أهمية لوحة التوزيع في الأعمال والمشاريع الصناعية والمنشئات الخدمية المستهلكة للطاقة الكهربائية.

تقسيم وتصنيف اللوحات الكهربائية:

أولا من حيث قيمة ونوع الجهد إلى:

١. من حيث قيمه الجهد:

أ. لوحات ضغط عالي H.V (٦٦ ك.ف حتى ٢٢٠ ك.ف).
ب. لوحات ضغط متوسط M.V (من ١ ك.ف حتى أقل من ٦٦ ك.ف).
ج. لوحات ضغط منخفض L.V (أقل من ١٠٠٠ فولت والشائع ٣٨٠ فولت فأقل).

٢. من حيث نوع الجهد:

أ. لوحات الجهد المتغير (A. C).
ب. لوحات الجهد المستمر (D. C).

وهي اللوحات التي تستخدم في شحن البطاريات لجميع الأغراض مثل الإنارة أو للسيارات أو لتغذية دوائر التحكم للوحات الكهربائية وهذا هو المهم بالنسبة لنا داخل المحطات حيث يعمل التيار المستمر(D.C) على تشغيل دوائر التحكم لأجهزة الحماية والفصل والإنذار عند انقطاع المصادر الرئيسية للتيار الكهربي وحتى تعمل بصورة سليمة.

والجهد المستمر المستخدم لهذه الأغراض متعدد القيم حسب تصميم دوائر التحكم ويبدأ من (٢٤ . ٤٨ .٦٠ فولت مستمر)

ثانيا من حيث الموقع وطبيعة التركيب

١. لوحات تركب داخل المباني IN DOOR

وهي اللوحات التي تركب داخل مبنى سواء معدني أو من المباني الخرسانية بمعنى أنها محمية من العوامل الجوية مثل الأمطار والأتربة والرطوبة والحرارة والغازات والطيور والحشرات. وبالتالي فالجسم الخارجي للوحة لا يتكلف كثيراً بالنسبة للنوع التالي حيث أن المبنى يعطى جزء كبير من الحماية للوحات ويتم تجهيز وضع اللوحة بالشكل المناسب والوضع

الذي لا يتعارض مع حرية الحركة والدخول للمعدات داخل المبنى لذلك يراعى وضع اللوحات بجوار الجدران دون ملاصقة لها حتى يمكن لفرق الصيانة فتحها من الخلف أثناء عمليات الإصلاح والصيانة بسهولة وإدخال معدات الصيانة ويراعى أيضا وضعها بعيداً عن الأبواب الرئيسية والفرعية ومنافذ الهروب وبعيداً عن أماكن المعدات التي تحدث اهتزازات وكذلك أبعادها عن خطوط أنابيب المياه بأنواعها والغازات وتركب اللوحة على قاعدة إسمنتية مرتفعة عن مستوى أرضية المبنى حماية لها من المياه أثناء عمليات التنظيف ويتم أيضا تجهيز مجارى للكابلات أسفل اللوحات لسهولة توصيل الكابلات الكهربائية بها.

٢. لوحات تركب خارج مبنى (OUT DOOR)

وهي اللوحات التي تفرض علينا ظروف العمل داخل المحطة وضعها في العراء في الأجواء المفتوحة مثل بعض لوحات الإنارة لشوارع أو لوحات أحواض الترسيب الابتدائي والثانوي واللوحات المركبة على الكباري داخل تلك الأحواض وغيرها.

لذا فإن هذا النوع من اللوحات يراعى فيه حماية اللوحة ومعداتها الداخلية من العوامل البيئية مثل السابق ذكرها. وعلية فيتم تصنيع هذه اللوحات بإحكام شديد ومدهونة بدهانات خاصة تقاوم هذه البيئات بجميع ظروفها لتصبح هذه اللوحات:

١. مقاومة لتسرب الغازات PROOF GAS.
٢. مقاومة لتسرب الأتربة DUST PROOF.
٣. مقاومة لتسرب المياه PROOF WATER.

ويتم إدخال الكابلات الكهربائية بأنواعها إلي تلك اللوحات من خلال مواسير معدنية تحكم بحقنها بالفوم بعد أمرار الكابلات خلالها وذلك لمنع تسرب الحشرات إلي داخل اللوحات

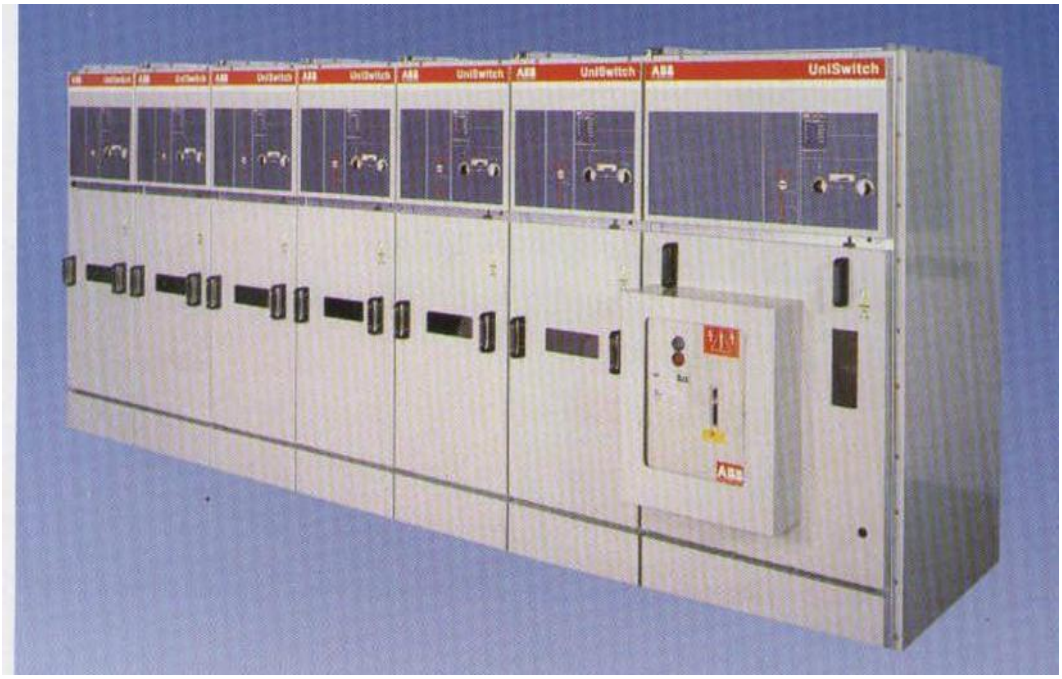
لوحه كهربائية لتشغيل محول خارج مبنى تحتوى على لوحه دخول عمومي جهد متوسط (اليمنى) ولوحه جهد منخفض (اليسرى).

ثالثا من حيث طبيعة عملها:

١. لوحات توزيع الخطوط الكهربائية الرئيسية:

وهي لوحات عمومية الغرض منها استقبال الخطوط الكهربائية الرئيسية بأي عدد وتقوم بتوزيعها على أقسام الموقع (المحطة).

ويتم من خلال هذا النوع من اللوحات عمل المناورات الكهربائية عند تعطل أحد أو بعض الخطوط الكهربائية لضمان استمرار التغذية بالطاقة الكهربائية لجميع أجزاء المحطة.



لوحه توزيع جهد متوسط داخل مبنى

٢. لوحات توزيع محطات المحولات والتوليد:

وهي لوحات تعمل على ربط المحولات الكهربائية أو المولدات بخطوط التغذية والأحمال، لذلك فهي مجهزة بأجهزة الحماية والإنذار المناسبة لطبيعة عمل المحولات ويقاس عليها لوحات محطات التوليد فهي تجهز بحيث تكون مناسبة للتحكم في المولدات وتوزيع الطاقة الخارجة منها.

لوحه تشغيل محركات جهد متوسط ٣و٣ ك.ف داخل مبنى

٣. لوحات التشغيل:

وهي لوحات سواء في الضغط المتوسط أو المنخفض الغرض منها هو توصيل الطاقة الكهربائية لتشغيل الأحمال والتحكم فيها لذلك تجهز تلك اللوحات بمكونات كهربائية تناسب كل حمل على حدي وعلى سبيل المثال لوحات الأوناش ولوحات تشغيل كباري أحواض الرمال والترسيب.

٤. لوحـات التحـكم:

هذا النوع من اللوحات يختلف عما سبق من حيث أن هذه اللوحات للتحكم فقط وليست لوحات قوى كاللوحات التوزيع والتشغيل التي تعمل على توترات منخفضة أو متوسطة أو عالية حيث أن الجهد في تلك اللوحات هو جهد التحكم البسيط (٢٢٠ – ٢٤٠ فولت) اي تعمل خلال هذا المجال من الجهدات فقط.

ووظيفتها هي التحكم في العمليات التشغيلية مثل خطوط الإنتاج أو المولدات بمحطات الطاقة وغيرها.

حيث يتم ربط المعدات السابقة بهذه اللوحات التي تحتوى على دوائر ونظم تحكم تعمل على تشغيل ومتابعة عمل هذه المعدات إما يدوياً أو اوتوماتيكياً أو محلياً أو عن بعد وقد يكون العمل بنظام مبرمج بأحد أنواع نظم التشغيل المخطط على وحدة PLC أو ميكروبروسيسور ويوجد بمحطات الصرف الصحي أنواع من هذه اللوحات التي تتحكم في تشغيل المولدات واللوحات التي تنظم العمل بين وحدات الطلمبات بمحطات الرفع الرأسية أو الحلزونية حيث تعمل على تشغيل الوحدات حسب مناسيب المياه وحسب حالة الوحدات المتوافرة للعمل.

وهذه اللوحات إما أن تكون في صورة لوحة مستقلة صغيرة أو متوسطة الحجم وإما ان يتم احتواء نظم تحكمها داخل لوحات التشغيل السابق الحديث عنها وبذلك تصبح لوحة التشغيل محملة بنظام القوى (الجهد العالي) ومحتوية على نظام التحكم مما يجعلها معقدة بموصلات التحكم مما يصعب عمليات الصيانة والإصلاح والبحث عن الأعطال.

٥. لوحـات المراقبة والتحكم:

وهي قريبة الشبه بالنظام السابق للوحات التحكم لكن هي تنقسم الى

أ. لوحة مراقبة فقط.
ب. لوحة مراقبة وتحكم جزئي.
ج. لوحة مراقبة وتحكم كامل في التشغيل.

أ. لوحة المراقبة فقط:

وهي لوحة توجد في غرفة متابعة عن بعد لمتابعة نظام العمل داخل المحطة لمعرفة الوحدات المتوقفة عن عطل حتى يتمكن مراقب أو مهندس التشغيل التعرف على حالة المحطة في اي وقت ويعنى ذلك انه من خلال تلك اللوحة يمكن التعرف الكامل على وحدات المحطة وحالة تشغيلها من خلال لوحة واحدة إما أن تكون في صورة وحدات بيان (لمبات) مكتوب عليها اسم ورقم الوحدة وموقعها بالمحطة وإما أن تكون في صورة لوحة بيانية مخطط عليها مواقع المحطة جزء جزء من أول مدخل مياه الصرف الصحي وحتى خروجها سواء في محطات الرفع أو المعالجة وفي داخل كل جزء توضح

عدد الوحدات وأنواعها وعلى كل وحدة لمبات بيان حالة التشغيل وهذه اللوحات يتراوح حجمها من الصغير الى المتوسط الى اللوحات الضخمة التي تحاكى نموذج كامل للمحطة.

ب. لوحة مراقبة وتحكم جزئي:

وهي لوحة مشابهه للسابقة تماما لكن يضاف عليها بعض مفاتيح التشغيل عن بعد لبعض الوحدات للمحطة سواء (OFF&ON) وهذه الوحدات تكون لها حساسية خاصة في منظومة العمل داخل المحطة مثل تشغيل وحدات الطلمبات للتحكم في كمية التدفق بزيادتها أو أقلالها أو التحكم في الهدارات بأحواض التهوية مثلاً وغيرها.

ج. لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل:

وهذا النوع يشابه ما سبق ولكن في هذا النوع من اللوحات يكون التحكم كامل في جميع وحدات المحطات تشغيلياً وعن بعد وكذلك توافر بيان كامل لحالة كل وحدة من خلال أجهزة القياس مثل الفولت (الجهد) – الأمبير (شدة التيار المستهلكة بالوحدة).

وغيرها من أجهزة القياس الكهربائية وكذلك أجهزة بيان المناسيب والتدفق (الغزارة) وغيرها كل ذلك متوافر في هذا النوع من اللوحات بحيث يكون مراقب التشغيل متحكم تماماً في جميع أجزاء المحطة تشغيلياً ويمكنه إتمام جميع أعمال التشغيل من خلال لوحة المراقبة وهذا النوع من اللوحات ضخم ومعقد تحكمياً حيث يمكنه تشغيل المحطة دون الحاجة الى مشغلين بالأقسام المختلفة للمحطة أو تقليل العمالة الى أقصى حد.

لوحه مراقبه وتحكم خاصة بأحد المولدات

نظم تغذية القدرة بلوحات الضغط المتوسط

من الأسباب الهامة باي لوحة توزيع كهربيه معرفة المخطط الكهربي لهذه اللوحة والذى يسمي (Single Line Digram) وهذا المخطط يصف أسلوب التوزيع الكهربي والذى يبنى على أساس أن اي لوحه كهربائية تنقسم تخطيطيا إلى جزئيين هما:

١. الدخول Incoming

اي التغذية الداخلة للوحه وقد تكون مصدر واحد أو أكثر، وكل مصدر يستقبل على خلية دخول مستقله مجهزه أساسيا بسكينه مركبه لربط الكابل المغذى عليها وقاطع كهربي وفي بعض الأحيان تركب سكينه أخرى أعلى القاطع بحيث يكون القاطع محصور بين عدد (٢) سكينه وكل ذلك لغرض أعمال العزل الكهربي – وفي بعض النظم يوضع عدد (٣) فيوز بعد السكينة السفلية كأحد وسائل الحماية.

ويضاف إلى خلية الدخول آليه تأمين خطوط القوي من التداخل والمسماة (أنترلوك Inter Lock) ويضاف إلى مكونات خليه الدخول عدد (٢) محول جهد P.T. وذلك لتغذية أجهزة الحماية والقياس للجهد وكذلك يوجد عدد (٣) محول تيار C.T. لتغذية أجهزة الحماية والقياس بالتيار.

٢. الخروج (المغذيات Feeders)

وهي عبارة عن خلايا توزيع تقوم كل خليه بتغذية حمل معين وتتغذى من قضبان التوزيع العمومية ثم عن طريق القاطع الذى يعتبر المكون الأساسي بها يتم ربط الحمل لتغذيته وتحتوى أيضا على محولات (C.T) لتغذية أجهزة الحماية والقياس.

وهذا التقسيم الكهربي للوحات مع وجود جزء هام وهو خلية الربط Tie وهي جزء أساسي يساعد على حرية المناورة والتحميل على خطوط الدخول المتعددة بنفس اللوحة.

ومن الأساليب المختلفة في تنظيم وضع خلايا الدخول باللوحات الآتي:

١. وضع خلايا الدخول متجاورة وذلك في حالة التغذية بخطى دخول ويوضعوا على أحد طرفي اللوحة متلاصقتين وفي هذه الحالة يكون كل خط دخول في خليه مستقله والذى يقوم بتغذية اللوحة احدهم والأخر احتياطي له ويتم تامين ذلك عن طريق الإنترلوك.
٢. وضع خلايا الدخول على أطراف اللوحة وذلك أيضا في حالة التغذية كما سبق ولكن في هذه الحالة يتم تقسيم اللوحة إلى جزئيين بينهم مفتاح او سكينه ربط وهذا يساعد على جعل كل خط كهربي يغذى جزء مستقل من اللوحة وفي حالة غياب أو عطل أحد الخطوط يتم ربط اللوحة بمفتاح الربط وتحميلها على خط واحد.
٣. وضع خلايا الدخول في منتصف اللوحة وبينهم مفتاح الربط وتصبح الاحمال (المغذيات) طرفيه.
٤. في حالة ربط دخول محطات التوليد الاحتياطية بلوحات التوزيع العمومية كما هو موضح بعالية.

فتضاف في هذه الحالة خليه دخول للمولد وتوضع بجوار الخط رقم (١) وخليه أخرى للمولد بجوار خط رقم ٢ وبحيث يكونوا بدائل للدخول الرئيسي كما هو موضح ببند (٣,٢) السابقين سواء كان الدخول طرفي أو في منتصف اللوحة.

نظام الحماية من تداخل خطوط القوى الإنترلوك Inter lock

وهو المسمى الخاص بتأمين تداخل خطوط القوى الكهربائية وهو نظام حماية لا يركب إلا على خطوط الدخول باللوحات سواء كانت من مصادر رئيسية خارجية أو من مصادر احتياطية كمحطات التوليد مما يجعل عملية المناورة بين الخطوط مأمونة ويتلاشى الخطأ البشرى حيث يجعل نظام الأنترلوك المشغل داخل مسار يمنعه من الخطأ.

وأساس عملية الإنترلوك هو وضع مفاتيح من نوع خاص وبأعداد محددة على خلايا الدخول بحيث لا يسمح النظام بتوصيل التيار الكهربي إلا للخط الذى به مفتاح تشغيل الأنترلوك وعلى هذا الأساس يجب معرفة أنه في حالة وجود خطى كهرباء باللوحة أذن يوجد جهازين أنتروك بمفتاح واحد فقط، وإذا كانت التغذية طرفية باللوحة وتوجد خلية ربط أذن يوجد ثلاثة أجهزة أنترلوك ولهم عدد ٢ مفتاح فقط. وبهذا النظام لا يمكن سوى تشغيل قاطعين كهربائيين من الثلاثة مما يمنع تداخل القوى الكهربائية.

ملحوظة:

مفاتيح تشغيل الإنترلوك هي في العموم مفاتيح من نوع خاص كما سبق ذكره وأحياناً قليلة تكون مفاتيح تشغيلها من النوع العادي المتداول وفي النظم الدقيقة جداً يكون المفتاح الخاص بتشغيل الإنترلوك مرمز بحروف مثل (A. B. C)، ذلك في حالة تعدد خطوط الدخول مما يساعد على زيادة الأمان والسهولة في العمل.

أنواع الأنترلوك:

١. ميكانيكي.
٢. كهروميكانيكي.
٣. كهربي.

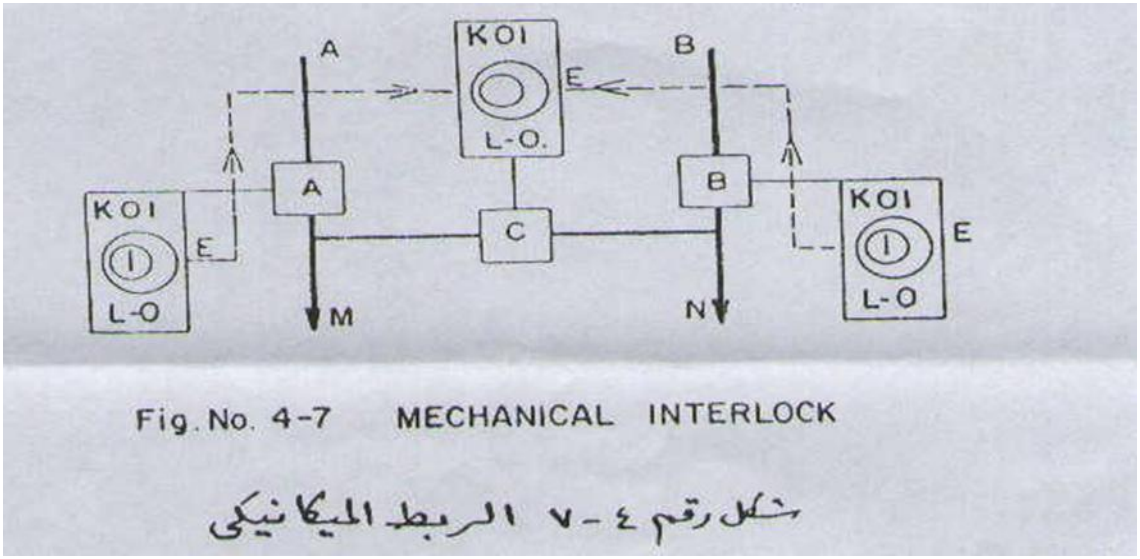


Fig. No. 4-7 MECHANICAL INTERLOCK

شكل رقم ٤-٧ الربط الميكانيكى

أهم مكونات اللوحات الكهربائية هي:

١. قضبان التوزيع العمومية.
٢. محولات الجهد والتيار.
٣. المصهرات (الفيوزات).
٤. السكاكين الكهربائية.
٥. قواطع الدائرة الكهربائية (C. B).
٦. العوازل.
٧. أجهزة الحماية والتحكم والقياس.

أولا قضبان التوزيع العمومية Bus Bar (B.B)

وهي الناقل الرئيسي لتيار الكهربي من بداية أطراف دخوله حتى أطراف خروجه من المغذيات.

وتصنع قضبان التوزيع العمومية أما من النحاس الأحمر أو من الألومنيوم وذلك بالمقطع (A) المناسب لأمبير القدرة المنقولة عبر هذه القضبان.

ويتم تثبيت القضبان رأسياً وأفقياً داخل اللوحة على عوازل كهربائية تتناسب مع نوع وقيمة الجهد وهي عوازل من الصيني أو البكاليت ولها طرفان معدنيان أحدهما يثبت بجسم اللوحة المعدني والطرف الثاني يثبت القضبان العمومية ومربوط بها.

وكذلك يتم حماية القضبان من تأثير الرطوبة الجوية أو اي غازات ضارة من وسط بيئة العمل يمكنها أن تؤثر بالضرر على قضبان التوزيع وذلك بأحد هذه الوسائل:

١. دهان القضبان بعد تمام توصيلها وتربيطها باللوحة بمواد عازلة ذات الوان مميزة للبارات.
٢. إدخال قضبان التوزيع داخل غلاف من (P.V.C) يعزلها تماماً عن البيئة ومؤثراتها وكذلك من الحشرات الضارة كالفئران والثعابين وغيرها والتي تسبب بدون ذلك مخاطر شديدة عند دخولها ومرورها على قضبان التوزيع.

ثانيا محولات الجهد والتيار لتغذية دوائر التحكم باللوحات:

في اللوحات الكهربائية قد تتعدد قيم الجهدات الكهربائية داخل اللوحة الواحدة حيث يوجد بها الجهد الرئيسي لدائرة القوى وأيضاً الجهدات الخارجة من محولات (P.T) المغذية لأجهزة القياس والحماية وكذلك تغذى اللوحات أحياناً بجهد مثل(٢٢٠ فولت) لتغذية دوائر الإنارة وتشغيل السخانات بداخل اللوحات وعلاوة على ذلك يضاف جهد التحكم وهو عصب تشغيل وحماية اللوحة وتشغيل أجهزة الإنذار والتحكم.

ولأهمية دوائر التحكم باللوحات الكهربائية يتم تشغيلها بجهد منخفض حماية لها وحماية لمن يقوم على إصلاحها وصيانتها.

وعلى سبيل المثال يبدأ جهد التحكم باللوحات من ٢٤ فولت وحتى ٢٢٠ فولت أما تيار مستمر D.C أو متغير A.C وهذا يتم بأحد النظامين:

١. نظام التغذية الخارجي:

وهو نظام يعتمد على تغذية اللوحة بجهد التحكم من خارجها وذلك بجهد مستمر (D.C) يتكون من شاحن بطارية (CHARGER) ومجموعة بطاريات قابلة لإعادة الشحن عدة مرات وهذا النظام من مميزاته أنه يقوم بتغذية اللوحة بجهد التحكم باستمرار مما يضمن تغذية دوائر الحماية والإنذار والفصل عند حدوث الخطأ أو الخطر.

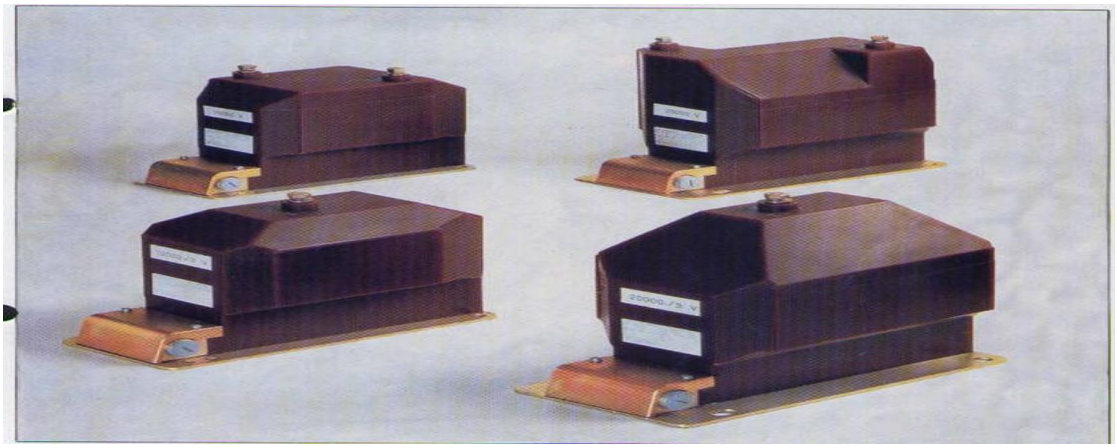
ولكن من عيوب هذا النظام أنه مكلف اقتصاديا ويحتاج الى صيانة دائمة.

٢. نظام التغذية الذاتي:

وهو نظام يعتمد على تغذية اللوحة ذاتيا بجهد التحكم من داخلها وذلك بجهد (A. C) متغير (إما ١١٠ أو ٢٢٠ فولت) عن طريق محول جهد صغير (P.T).

ومن مزايا هذا النظام أنه اقتصادي وتكاليفه قليلة ويحتاج الى قدر قليل من الصيانة.

ولكن من أهم عيوبه أنه في حالة انقطاع الجهد الكهربي الرئيسي باللوحة يتوقف نظام تغذية دوائر التحكم مما قد يسبب عدم فصل المفاتيح الكهربائية باللوحة.



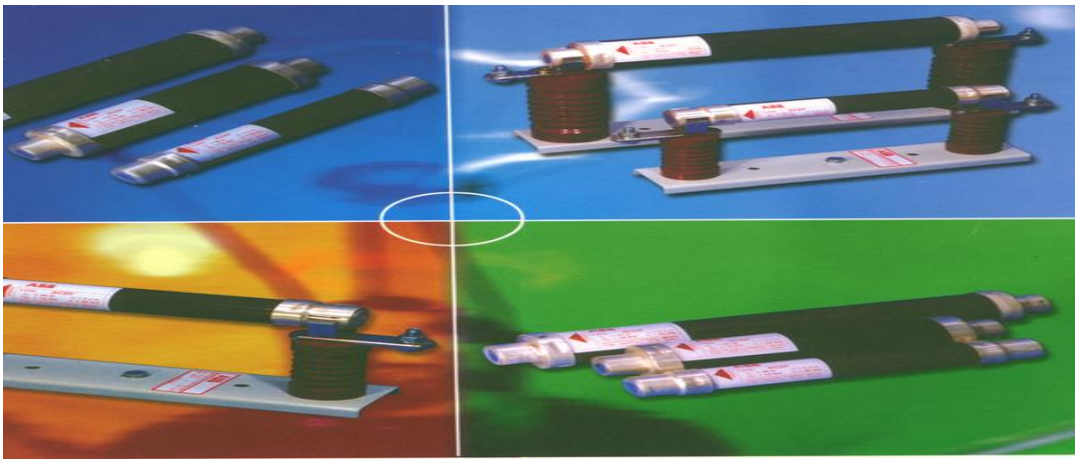
محولات الجهد (P.T) التي تغذى أجهزة القياس والتحكم

ثالثا الفيوزات (المصهرات) FUSES

المصهرات هي أحد المكونات الكهربائية الهامة بدوائر التحكم والقوى الكهربائية لأنها تعتبر أهم وأبسط وأرخص وأسهل وسائل الحماية لتلك الدوائر. وتصنع المصهرات حسب قيمة التيارات المختلفة والمقننة لكل دائرة.

أنواعها:

١. فيوزات الجهد العالي.



٢. فيوزات الجهد المنخفض (خرطوشة – سكينة).

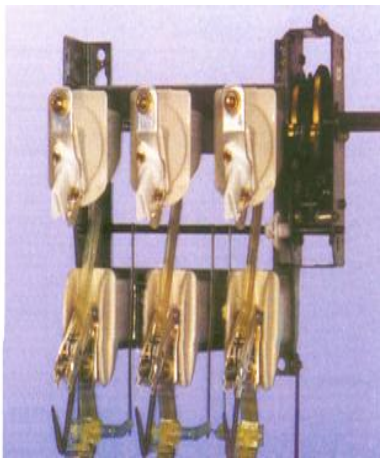
٣. فيوزات تحكم (صيني أو زجاجي صغير).

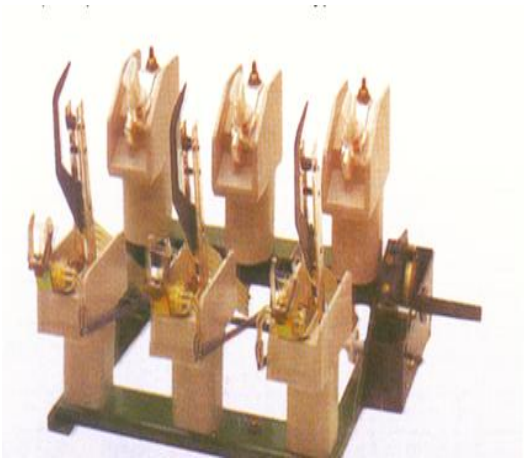
رابعا السكاكين الكهربائية:

وهي نقطه البداية في اي نظام قوى كهربائية وتعتبر هي المدخل في نظام تغذيه القوى للوحات الكهربائية.

والغرض الأساسي لها ليس توصيل وفصل التيار الكهربي ولكن وظيفتها العزل الكهربي وهي نوعان:

١. سكاكين تعمل على حمل on load
٢. سكاكين لا تعمل على حمل off load





٥. قواطع الدائرة الكهربائية (C. B).

وظيفة القواطع:

هي توصيل وفصل التيار الكهربي على الحمل وبدون وتحت اي ظروف تشغيلية والعمل على فصل الأحمال أوتوماتيكيا كفصل طبيعي، وكذلك التحكم في تشغيل الأحمال آليا أو يدوياً

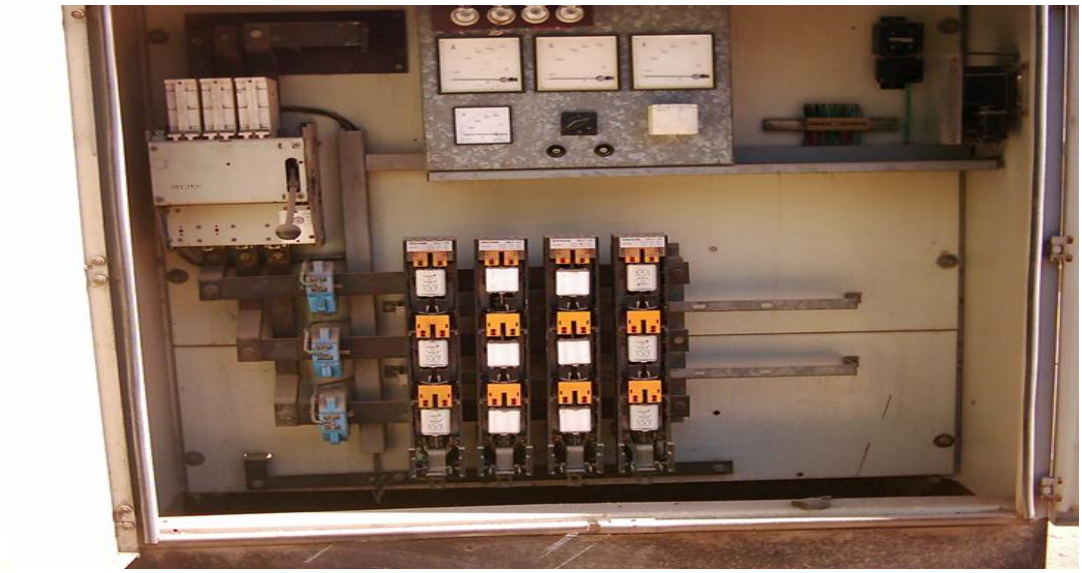
اهم أنواع القواطع كالآتي:

١. C.B يدوى بدون حماية ويستخدم كأنه سكينة عمومية لأغراض التوصيل والفصل الرئيسي والعزل.
٢. C.B يدوى وعلية حماية ضد زيادة الحمل (O.L) ويستخدم كما سبق لكن يفصل عند زيادة الحمل.
٣. C.B يدوى وعلية حماية ضد زيادة التيار (O.L) وحماية ضد انقطاع الجهد الرئيسي وتتم عملية التشغيل – OFF ON يدوياً ويفصل أوتوماتيكيا في حالة الخطأ.
٤. C.B هوائي يعمل كقاطع الضغط العالي من حيث العمل والتركيب وإدخاله وإخراجه وبه دائرة شحن وتشغيل وفصل ومربوط مع أجهزة الحماية بأنواعها للفصل عند الخطأ. وهو يعمل أوتوماتيكيا حسب الغرض.

٦. العوازل

تستخدم لعزل الأجزاء الحاملة للتيار الكهربي عن جسم اللوحة

٧. أجهزة الحماية والتحكم والقياس



الباب الثاني المحركات الكهربائية

١. محركات التيار المستمر
٢. محركات التيار المتغير
٣. طرق تقويم المحرك

١. المُحَرِّك الكهربائي

مقدمة

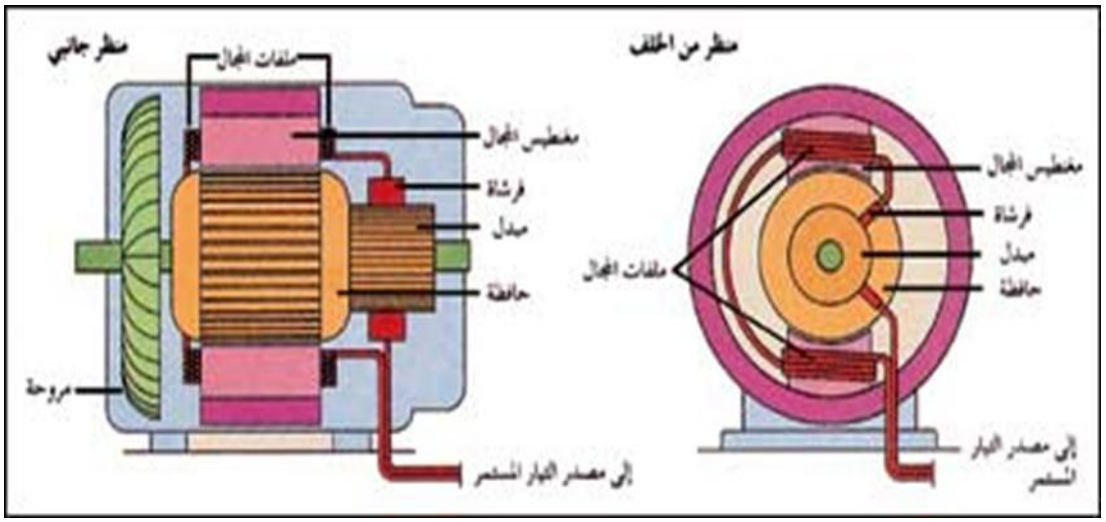
بعد اكتشاف تولد قوة دافعة كهربية نتيجة لحركة موصل في مجال مغناطيسي، بدأ التفكير في صناعة المحركات الكهربية، بغرض إنتاج الطاقة الكهربية لتغذية الأحمال الكهربية. وأيضا بعد اكتشاف تولد قوة محركة نتيجة لحركة موصل يحمل تيارا كهربيا في مجال مغناطيس، بدأ التفكير في صناعة المحركات الكهربية وهي آلة تحوِّل الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإنجاز عمل.

وتُستَخدم المحركات الكهربائية لتشْغيل معدات ميكانيكية مثل الطلمبات وضواغط الهواء والمصافي والاوناش وأجهزة التكييف والمكانس والمثاقب الكهربائية والمناشير.

بغرض إنتاج طاقة حركية، لإدارة الأحمال الميكانيكية. ومع تطور وسائل البحث وتقدم العلوم حدث تغيير كبير في صناعة الأنواع العديدة من المحركات الكهربية، التي يمكن أن تعمل كمولدات للطاقة الكهربية Generators أو التي تدير الأحمال الميكانيكية Motors فأغلب المحركات يمكنها أن تقوم بالوظيفتين. فالآلة الكهربية ما هي إلا محول للطاقة. وتنقسم المحركات الكهربية إلى نوعين:

١. **محركات التيار المستمر:** وهي المحركات التي يديرها أو ينتج منها التيار المستمر D.C Machines.
٢. **محركات التيار المتردد:** وهي المحركات التي يديرها أو ينتج منها التيار المترددA.C Machines.

اولاً محركات التيار المستمر D.C Machines



تستخدم هذه المحركات في الاستخدامات التي تحتاج لضبط دقيق للسرعة مثل القطارات الكهربية والترولي والمصاعد وتصنع بأحجام كبيرة من آلاف الأحصنة.

المكونات:

١. المنتج (العضو الدوار):

وهو رقائق حديد بها مجاري داخلها ملفات ومركبة على عمود دوران يحمل الموحد الذي يغذي الملفات بالتيار من المنبع عن طريق فرش كربونية (فحمات).

٢. الأقطاب المغناطيسية (العضو الساكن):

وهي رقائق حديد بها مجاري داخلها ملفات المجال التي تلف حسب عدد الأقطاب المطلوبة للمحرك.

٣. الإطار:

وهو من الحديد الزهر أو المطاوع دائري الشكل مثبت به الأقطاب بالمسامير أو بالصب.

٤. الغطاء:

يثبت مع الإطار ويحوي كراس محاور الدوران ومراوح التبريد.

٥. حامل الفُرش:

لتركيب الفرش عليه لتغذية الموحد وبالتالي ملفات العضو الدوار بالتيار الكهربي ويعزل حامل الفرش عن الغطاء لمنع حدوث تسرب للتيار للغطاء وتضغط الفرش على الموحد بواسطة ياي (نابض) عن طريق ماسك الفرش المثبت على حامل الفرش.

أنواع محركات التيار المستمر:

تنقسم محركات التيار المستمر إلى محرك توالي، توازي، مركب.

١. محرك التوالي:

بتوصيل ملفات العضو الساكن والدوار على التوالي بالمنبع ويتميز بعزم دوران كبير وسرعة متغيرة مع الحمل ويستخدم مع الأوناش ووسائل النقل.

٢. محرك التوازي:

بتوصيل ملفات العضو الساكن والدوار على التوازي مع المنبع ويتميز بعزم دوران صغير وسرعة ثابتة مع الحمل ويستخدم مع المخارط والمثاقيب.

٣. محرك مركب:

بتوصيل بعض ملفات العضو الساكن توالي وبعضها توازي مع ملفات العضو الدوار بالمنبع ويمكن أن يكون اتجاه الفيض الناتج من جزء ملفات التوازي في نفس اتجاه / ضد اتجاه فيض ملفات التوالي (جمعي / فرقي) وهو يجمع بين خواص محرك التوالي والتوازي معاً.

الأقطاب المساعدة (التوحيد):

وهي توضع بين الأقطاب الرئيسية وتغذي على التوالي مع المنتج أي بنفس تيار الحمل وذلك لمنع حدوث الشرارة على الفرش وعددها= عد الأقطاب الرئيسية أو نصفها وتتحدد حسب اتجاه دوران المحرك وقطبيه القطب الرئيسي.

عكس اتجاه دوران المحرك المستمر:

يتم ذلك بعكس أطراف التوصيل للمنبع لعكس اتجاه التيار في المنتج وأقطاب التوحيد أو المجال.

ثانياً محركات التيار المتغير A.C Machines

تستقبل معظم محركات التيار المتغير القدرة من مخارج الكهرباء. ويعكس التيار المتغير اتجاه سريانه تلقائيًا. ويسمى الموصل الدوار في محرك التيار المتغير عادة العضو الدوار. أما الجزء الساكن (الثابت) الذي يشتمل على مغنطيس المجال وملفات المجال فيشار له أحيانًا باسم العضو الساكن.

ويسمى الجزء المتحرك في محرك التيار المتغير بالعضو الدوار والجزء الثابت بالعضو الساكن. وتشمل معظم محركات التيار المتغير الشائعة محركات حثية ومحركات متزامنة.

تنقسم محركات التيار المتغير إلى قسمين مولدات ومحركات ايضا وفي المحركات من الممكن أن تعمل بطور وجه واحد (أحادي) أو الطور الثلاثي الأوجه.

محركات الوجه الواحد

تعتبر المحركات أحادية الوجه من أكثر أنواع المحركات استعمالا في الاستخدامات المنزلية والصناعية، فعلى سبيل المثال نجد أنها تستخدم في المثاقيب اليدوية الكهربية والمكانس والخلاطات والمراوح والغسالات والثلاجات وأجهزة التكييف...إلخ.

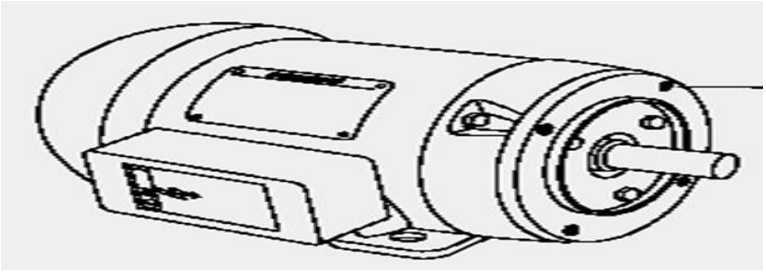
ومن أنواعها:

- المحرك ذو الوجه المشطور Split-phase motor
- المحرك ذو مكثف البدء Capacitor-start motor
- المحرك ذو المكثف الدائم Permanent-Capacitor motor

أولاً المحرك ذو الوجه المشطور:

هو أحد محركات التيار المتردد ذات القدرة الكسرية للحصان، ويستخدم غالبا لتشغيل بعض الأجهزة المنزلية مثل الغسالات والمضخات الصغيرة والمراوح وأجهزة الموسيقي ...الخ.

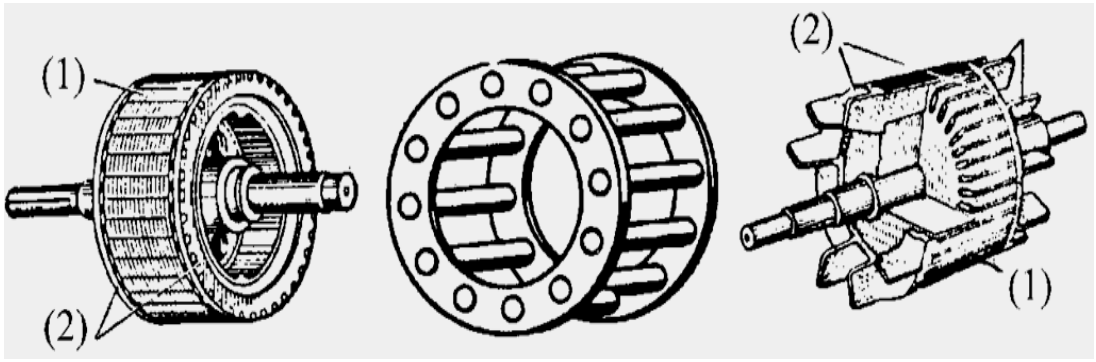
وسمى بهذا الاسم لأنه لا يستطيع بدء حركته عند تغذيه ملفة من مصدر جهد وجه واحد لذا فقد تم شطر (فصل) وجه آخر بواسطة ملف أو ملف ومكثف لتكون مقاومة ملفات الوجه المشطور ذات مقاومة أومية كبيرة بالنسبة للملفات الرئيسية مما يؤدى إلى وجود زاوية وجه بين التيار في الملفات الرئيسية وملفات الوجه المشطور وبين الجهد وعندما تصل زاوية الوجه إلى ٩٠ درجة فإننا نحصل على أفضل حالة. وتسمى ملفات الوجه المشطور بالملفات المساعدة أو بملفات التقويم أو بملفات البدء، والملفات الرئيسية بملفات التشغيل أو بملفات الحركة.



ويتكون هذا المحرك من جزأين أساسيين أولهما جزء يدور ويطلق عليه العضو الدائر (Rotor) وثانيهما جزء ساكن ويسمي بالعضو الثابت (Stator). ويتم تثبيت العضو الدائر محوريا داخل العضو الثابت بطريقة ميكانيكية، حيث يتم تغذيته من دائرة قدرة أو دائرة إنارة وجه واحد.

العضو الدائر:

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية. الجزء الأول هو القلب حيث يتركب من ألواح رقيقة من الفولاذ ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمي بالرقائق والجزء الثاني هو عمود الإدارة حيث يتم تجميع رقائق القلب عليه مع ضغطها. أما الجزء الثالث فهو عبارة عن ملفات القفص السنجابي والتي تتكون من قضبان نحاسية سميكة تم تبييتها في مجار خاصة بها في القلب الحديدي ويربط بين نهاية كل قضيبين حلقة نحاسية سمكية.

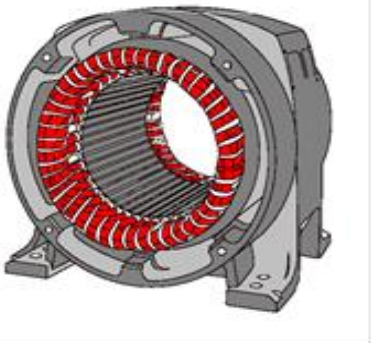


القضبان موضوعة في المجاري قفص السنجاب القفص مصنع بالصب

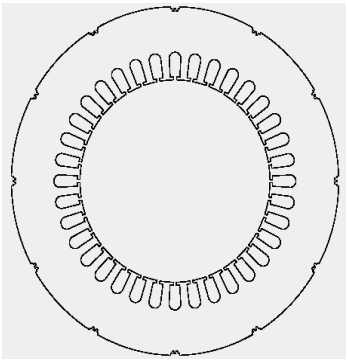
- قلب العضو الدائر
- حلقتي توصيل القضبان وقصرهم

العضو الثابت:

هو عبارة عن قلب حديدي مصنوع من رقائق الصلب السليكونى على شكل أقراص مستديرة وتعزل كل رقيقة عن الأخرى بالورنيش لتقليل التيارات الإعصارية بها مجار شبه مغلقة، ومثبت في إطار من الحديد الزهر أو الصلب ويتم لف وحدتين من ملفات نحاسية معزولة تشغلان المجاري ويطلق علي إحداهما ملفات البدء (بدء الحركة أو التقويم أو المساعدة) وهي من سلك النحاس الرفيع المعزول وعلي الثانية الملفات الرئيسية (التشغيل أو الحركة) وهي من سلك النحاس السميك المعزول.



(رقيقة من رقائق العضو الثابت)



(العضو الثابت وبه الملفات)

فملفات البدء لازمة إذن عند بدء التشغيل للمساعدة علي توليد المجال المغناطيسي الدائم ثم تزول الحاجة إليها وتنفصل من الدائرة بواسطة مفتاح الطرد المركزي، وذلك عندما تصل سرعة المحرك إلي ٧٥% أو ٨٠% من سرعته الكاملة. ووظيفة مفتاح الطرد المركزي هو منع المحرك من سحب المزيد من تيار الخط وحماية ملفات البدء من التلف نتيجة لارتفاع درجة الحرارة.

مفتاح الطرد المركزي:

ويتركب من جزئيين أحدهما ساكن وبه نقطتي تلامس يتم توصيل أحدهما إلى ملفات التقويم بداخل المحرك والطرف الثاني موصل بروزتة المحرك. والجزء الثاني مركب على عمود الدوران أمام الجزء الثابت وعندما تصل سرعة العضو الدائر إلى حوالي ٧٥ % من ا لسرعة المقننة وبفعل القوة الطاردة المركزية فإن الجزء الذى يدور ينضغط إلى الخلف رافعا ضغطه على طرفي التلامس للجزء الثابت تاركا لهما حرية الانفصال بعضهما عن بعض وعاملا بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة كليا.

الغطاءان الجانبيان:

ويثبتان على هيكل العضو الثابت بواسطة مسامير بصواميل أو مسامير مقلوظة وكل منهما تجويف مركزي دائري ويحتوي الغطاءان علي الكرسيين، وهما عادة بلي أو ذو جلبة حيث يدور فيهما عمود الدوران وفائدتهما حمل العضو الدائر في وضع مركزي دون احتكاك بينهما.

نظرية التشغيل

وجد أن محركات الوجه الواحد ذات التيار المتغير لا تستطيع بدء حركتها إذا تم تغذية ملفات الوجه الواحد من مصدر جهد متردد فإن المجال الناشئ عبارة عن مجال فيض ثابت في الفراغ وبالتالي لا ينشأ عنه عزم حركة، ويمكن تحليل مجال الفيض هذا إلى مركبتين إحداهما تدور في محرك اتجاه الموجب والأخرى تدور في محرك اتجاه السالب ولهما نفس القيمة، وبالتالي فإن العزم المحصل فه هذه الحالة يكون صفرا عندما تكون السرعة صفر وعند بدء الحركة في اي اتجاه فإن العزم الناشئ عن المجال الذى له نفس محرك اتجاه يزداد مع تناقص عزم المجال المعاكس وبالتالي تستمر الحركة في هذا محرك اتجاه ولهذا فإن محرك الوجه الواحد يمكن أن يدور في كلا محرك اتجاهين بحسب الحركة الابتدائية. وهكذا نجد أن المحرك الحثى (الاستنتاجي) أحادي الوجه لا يستطيع بدء حركته من تلقاء نفسه وإذا بدأت حركة العضو

الدوار بوسيلة مساعدة ثم أزيلت تلك الوسيلة بعد دورانه. فإن العضو الدوار يستمر في دورانه في محرك اتجاه الذى بدأ فيه. وإذا أوقف المحرك فإنه لا يستطيع بدء حركته مرة أخرى إلا عن طريق وسيلة مساعدة.

فعند بدء التشغيل للمحرك يتولد مجال مغناطيسي داخل المحرك نتيجة لمرور التيار الكهربي في كل من ملفات الحركة وملفات البدء. وهذا المجال المغناطيسي يدور، فيولد تيارا بالتأثير في ملفات العضو الدائر التي تنتج بدورها تبعا لذلك مجالا مغناطيسيا آخر. ثم يتفاعل هذان المجال أن المغناطيسيان بطريقة تؤدي إلي دوران المحرك.

وجدير بالذكر أن سرعة المحرك الاستنتاجي (Induction motor) تتوقف علي عدد أقطابه (باعتبار أن التردد ثابت لتيار الخط)، فإن تغيير سرعة محرك ذو وجه مشطور يستلزم تغيير عدد أقطابه، وهذا يمكن عمله بعدة طرق. تحتاج إحدى هذه الطرق إلي استعمال ملفات حركة إضافية، ولا يحتاج الأمر إلي استعمال ملفات بدء أخري. وفي طريقة ثانية نحتاج إلي وحدتين من ملفات الحركة ووحدتين من ملفات البدء.

ثانيا المحرك ذو مكثف البدء Starting

هذا النوع من المحركات يعمل بالتيار المتردد ويصنع بأحجام تتراوح بين ١ / ٢٠ من الحصان إلي أكثر من واحد حصان، ويستعمل علي نطاق واسع لإدارة أجهزة التكييف والغسالات ذو المحركات الكهربائية. ومحرك مكثف البدء يشبه محرك الوجه المشطور في تركيبه إلا أن به وحدة إضافية يطلق عليها المكثف حيث يتم توصيله علي التوالي مع ملفات البدء أو الملفات المساعدة ويعمل هذا المكثف على تحسين زاوية الوجه لتقترب من ٩٠ درجة. ويكون المكثف عادة مثبتا بأعلى المحرك ويعطي المحرك ذو المكثف عزم دوران عند بدء حركة أكبر من ذلك الذي يعطيه محرك الوجه المشطور. ويتغذى المحرك ذو المكثف عادة من دائرة إنارة أو دائرة قوي ذات وجه واحد. والمكثفات المستخدمة في هذا النوع من المحركات تكون عادة من المكثفات الورقية أو المشبعة بالزيت الموضوعة في إناء مملوء بالزيت. ويفقد المكثف خواصه المميزة نتيجة لكثرة التشغيل أو السخونة الزائدة أو لأي سبب آخر. ويجب عند بدء استبداله بأخر له نفس السعة تقريبا، وإلا فإن المحرك قد لا يستطيع أن يولد عزم الدوران المطلوب عند البدء. ولكي يتولد عزم دوران ابتدائي في محرك ذو مكثف البدء، ينبغي تكوين مجال مغناطيسي دائر بداخل المحرك. ويستعمل المكثف لكي يساعد التيار في ملفات البدء علي أن يسبق التيار في ملفات الحركة. ويمكن بذلك جعل زاوية إزاحة الوجه الزمني مساوية ٩٠ درجة، ويكون التيار في ملفات البدء والمكثف متقدما الجهد أما ملفات الحركة فيكون التيار متأخرا عن الجهد. وينتج عن هذه الحالة تولد مجال مغناطيسي دائر في العضو الثابت، والذي يعمل علي إنتاج تيار كهربي بالتأثير في ملفات العضو الدائر، ويؤثر بطريقة تؤدي إلي توليد حركة الدوران في العضو الدائر. وتتوقف سرعة هذا المحرك، كباقي المحركات، علي عدد الأقطاب فيه. فكلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة وكلما قل عدد الأقطاب ازدادت السرعة.

ثالثا المحرك ذو المكثف الدائم (التشغيل) Running

ويتم في هذا النوع من المحركات توصيل الملفات الرئيسية مباشرة لجهد التغذية المتردد، أما الملفات الإضافية فتكون موصلة علي التوالي مع المكثف. وهنا يجب الإشارة إلي أن كل من المكثف والملف الإضافي يبقي في الدائرة أثناء اشتغال المحرك ولذا أطلق عليه محرك ذو المكثف الدائم، أي يساعد في عملية البدء للتشغيل ثم يستمر في الدائرة أثناء التشغيل أيضا. وهذا النوع من المحركات ليس به مفتاح طرد مركزي وهذا يعنى استمرار المحرك في الدوران كمحرك ذو

وجهين. ويمتاز هذا النوع من المحركات بهدوء ويسر الدوران نتيجة انخفاض عزمها. وهذا النوع من المحركات يمكن إعداده بسرعات مختلفة قابلة للضبط باستخدام طريقة تقسيم الملفات أو أي منظم لمحول ذاتي.

محركات الثلاثي الأوجه

محركات تعمل بالتيار المتغير وهي نفس تكوين المحرك الطور الواحد ولكن لا تحتاج إلى مكثف في تشغيلها وسوف يدرس بدراسة متعمقة في الفصل الثالث بقسم المحطات.

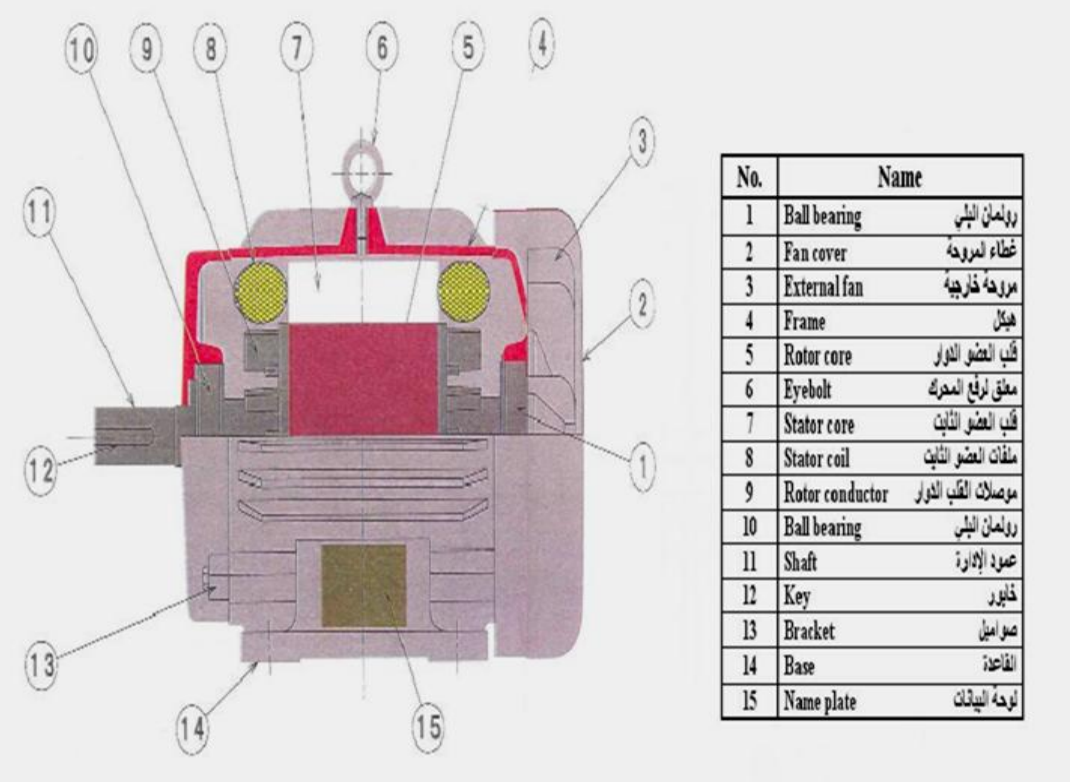
فكرة عملها:

ويتكون العضو الدوار في المحرك الحثي من قلب حديدي أسطواني به فتحات في جانبه الطولي. وتثبت قضبان من النحاس في هذه الفتحات وتُربط بحلقة نحاسية سميكة في كل طرف. ولا يتصل العضو الدوّار مباشرة بمصدر الكهرباء الخارجي. ويسري التيار المتغير حول ملفات المجال في العضو الساكن ويولد مجالاً مغنطيسيا دواراً. ويولد هذا المجال تيارًا كهربائيًا في العضو الدوار مما ينتج عنه مجال مغنطيسي آخر. ويتفاعل المجال المغنطيسي الناشئ من العضو الدوار مع المجال المغنطيسي محركاتي من العضو الساكن، مُسبِّبًا حركة العضو الدوار.

وتنقسم إلى نوعين:

١. محرك قفص سنجابي Squirrel cage
٢. محرك ذو حلقات انزلاق Slip ring

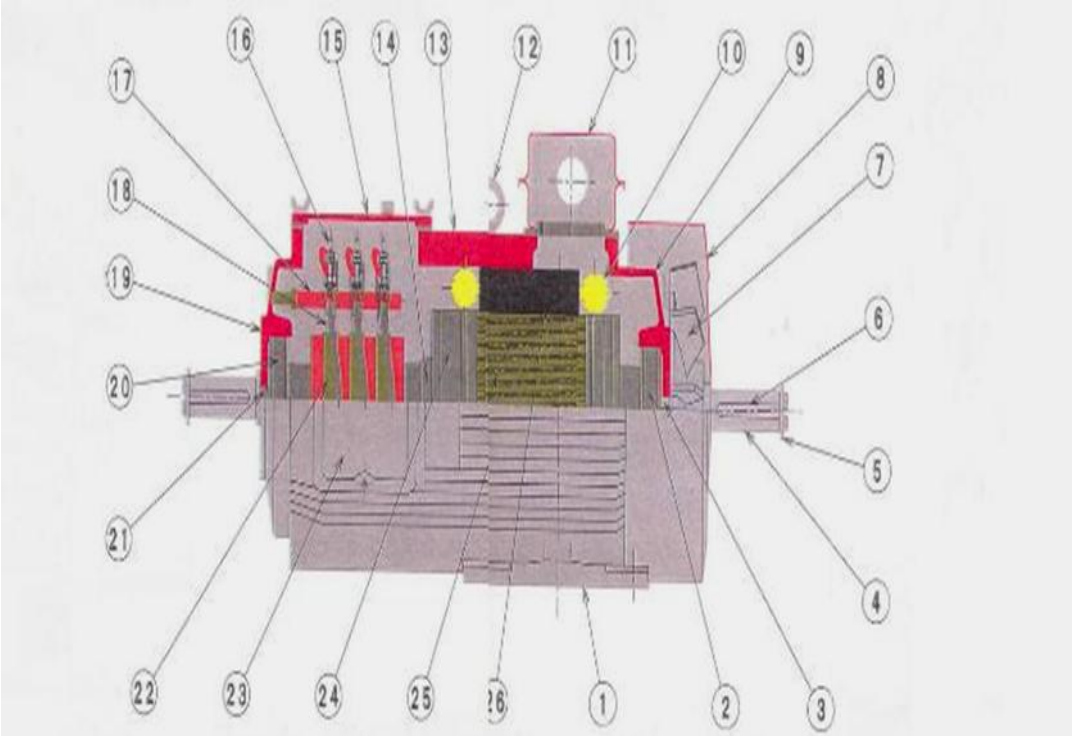
كما هو موضح بالشكل التالي، وهذه المحركات شائعة الاستخدام في جميع التطبيقات وذلك لاختلاف وسائل بدء الحركة لها مع اختلاف احجامها ونتيجة إلى التحكم في السرعة عن الوسائل التالي ذكرها.



No.	Name	
1	Ball bearing	رولمان البلي
2	Fan cover	غطاء المروحة
3	External fan	مروحة خارجية
4	Frame	هيكل
5	Rotor core	قلب العضو الدوار
6	Eyebolt	معلق لرفع المحرك
7	Stator core	قلب العضو الثابت
8	Stator coil	ملفات العضو الثابت
9	Rotor conductor	موصلات القلب الدوار
10	Ball bearing	رولمان البلي
11	Shaft	عمود الإدارة
12	Key	خابور
13	Bracket	صواميل
14	Base	القاعدة
15	Name plate	لوحة البيانات

محرك قفص سنجابي

محرك ذو حلقات انزلاق



No.	Name	No.	Name	No.	Name
1	Base قاعدة	11	Primary terminal box صندوق اطراف توصيل العضو الثابت	21	Slinger (drive end) نهاية بيت رولمان بلي
2	Ball Bearing رولمان بلي (امامي)	12	Hanger مثلث التعليق	22	Slip ring حلقات الانزلاق
3	Slinger (non-drive end) نهاية بيت البلي	13	Housing بيت	23	Secondary terminal box صندوق توصيل طرف العضو الدوار
4	Shaft عمود الادارة	14	Rotor coil ملف العضو الدوار	24	Rotor coil binder رباط ملفات العضو الدوار
5	Stopping plate for key and boss محدد للخابور	15	Hand hole cover غطاء فتحة التوصيل	25	Rotor core نكلب تحديدي للعضو الدوار
6	Key خابور (مفتاح)	16	Brush holder صندوق الفرش الكربونية	26	Stator core نكلب تحديدي للعضو الثابت
7	External fan مروحة خارجية	17	Brush holder rod عمود حامل الفرش الكربونية		
8	Cowl زعانف التهوية	18	Carbon brush الفرش الكربونية		
9	Outside bearing cover بيت البلي	19	Outside bearing cover بيت البلي الخارجي		
10	Stator coil ملف العضو الثابت	20	Ball bearing رولمان بلي (خلفي)		

وسائل بدء الحركة

مقدمة

عند بدء تشغيل اي محرك يتم سحب تيار عالي جدا بصل الى حوالى ٧ اضعاف التيار المقنن بالإضافة الى عزم ابتدائي عالي جدا وهذا الامر يؤدى الى مشاكل كهربائية وميكانيكية. ولتجنب هذه المشاكل يتم استخدام احد أنواع بادئات التشغيل المناسبة وخاصة مع الاحمال الكبيرة.

فيما يلى وصف مختصر لأكثر الطرق شيوعاً لبدء تشغيل المحركات

١. مباشر على الخط D.O.L

Direct-on-line start (D.O.L)

٢. مفتاح ستار/دلتا star – delta stout

Start-delta start

٣. المقوم الناعم soft starter

Softstarter

٤. محول التردد freq. converter

Frequency converter

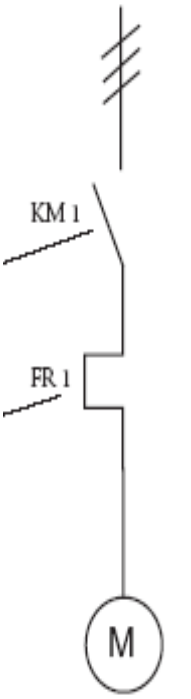
١. مباشر على الخط Direct on line D.O.L:

أكثر الطرق شيوعاً، ويتكون من الكونتاكتور الرئيسي وأوفرلود حرارى أو إليكتروني. وعيب هذه الطريقة أن تيار البدء يكون أعلى ما يمكن تصل قيمته عادة إلى ٦ إلى ٧ مرة وأحياناً توجد بعض الموتورات يصل التيار بها إلى ٩ أو ١٠ مرات عن التيار المقرر.

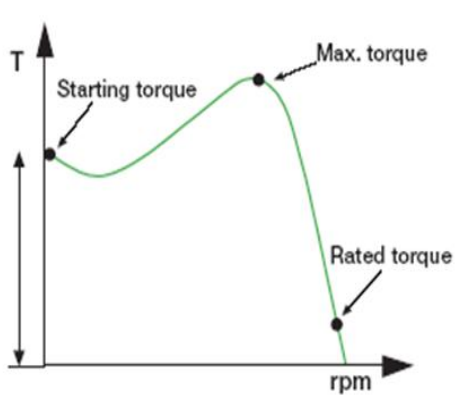
وإلى جانب ذلك يوجد قيمة تيار Peak التي قد يرتفع فيها قيمة التيار إلى ١٤ مرة من التيار المقرر لأن الموتور لا يشحن من أول لحظة لبدء التشغيل.

D.O.L. starter with contactor and O/L relay

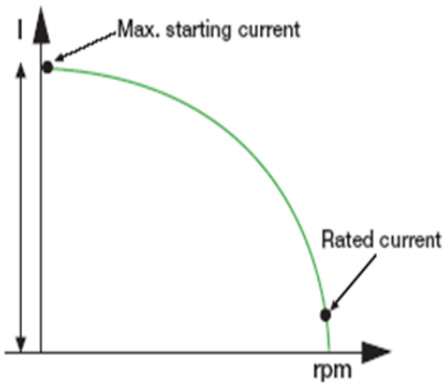
KM 1 Main contactor
FR 1 Overload relay



Single line diagram for a D.O.L.



Torque/speed curve att D.O.L start



Current curve at D.O.L start

٢. بادئ تشغيل ستار – دلتا:

هي طريقة لبدء التشغيل يقل بها تيار / عزم بدء التشغيل. يتكون عادة من عدد "٣" كونتاكتور وربلبه ضد زيادة الحمل ومؤقت زمنى لضبط زمن وضع الـ "ستار".

ويجب أن يكون توصيلة ملفات الموتور في وضع "دلتا" في التشغيل العادي. لكى تستطيع استخدام هذه الطريقة في بدء التشغيل.

تيار البدء حوالي ٣٠% من تيار D.O.L، كما يقل عزم البدء بحوالي ٢٥% من D.O.L.

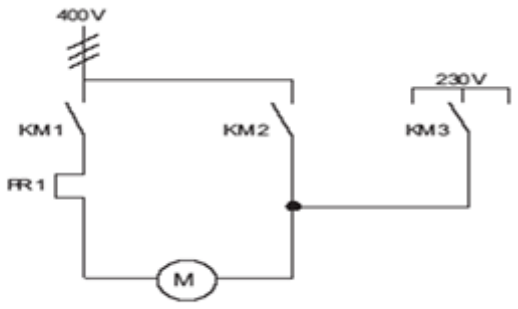
تعمل هذه الطريقة في التطبيقات ذات التحميل الخفيف خلال البدء، أما لو كان الموتور محمل بحمل عالي جداً فلن يكون هناك عزم كافي لتعجيل accelerate سرعة الموتور قبل الانتقال إلى توصيلة " الدلتا" Δ.

فمثلاً:

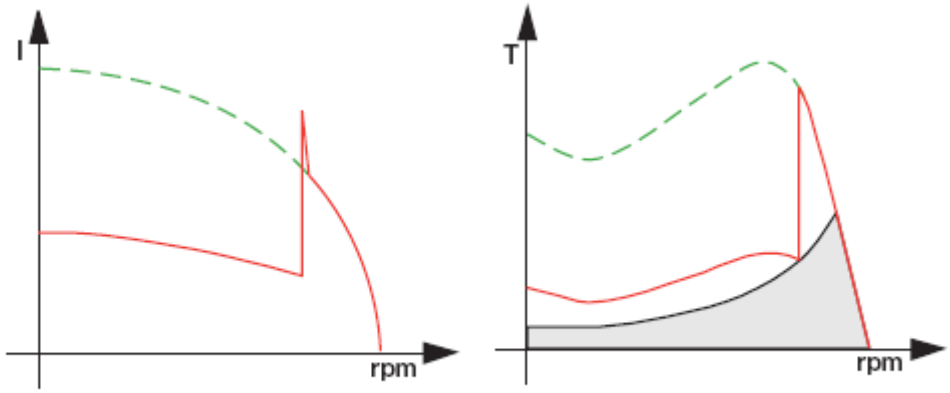
عند تقويم الطلمبات والمراوح يكون عزم الحمل منخفض في البداية ويزيد مع مربع السرعة وعندما يصل إلى حوالي ٨٠-٨٥% من السرعة المقررة يكون عزم الحمل مساوى لعزم الموتور وتوقف العجلة The acceleration cases.

وللوصول إلى السرعة المقررة يكون من الضروري النقل على وضع الدلتا Δ – وعادة ما يسبب نقله عالية وتيارات عالية جداً (peaks) تكون في بعض الأحيان أكبر من D.O.L في التطبيقات التي يكون فيها عزم الحمل أكبر من ٥٠% من العزم المقرر للموتور لا يمكن تقويم الموتور باستخدام مقوم ستار – دلتا.

KM1	Main contactor
KM2	Delta contactor
KM3	Star contactor
FR1	Overload relay



Single line diagram for a Star-delta starter



Current curve at Star-Delta start

Torque/speed curve at Star-Delta start

٣. بادئ الحركة الناعم soft starter

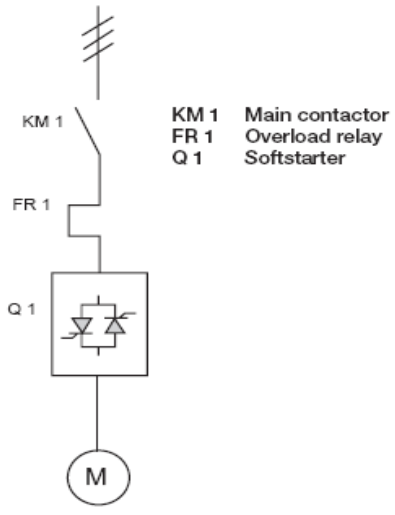
يختلف عن طرق التقويم الأخرى حيث يحتوى على مقوم ترازستورى Thyristor في الدائرة الرئيسية ويتم تنظيم جهد الموتور بكارت دائرة مطبوعة.

ويعتمد على الحقيقة التي مفادها أنه إذا كان جهد الموتور منخفض في بداية التشغيل يكون أيضاً التيار والعزم قليل خلال المرحلة الأولى من بدء التشغيل الموتور يكون الجهد قليل لدرجة أنه يكون قادر فقط على قلقلة التروس أو شد السيور أو السلاسل... إلخ. وبمعنى آخر لا يحدث هزة (رجة) خلال بدء التقويم تدريجياً يزيد الجهد والعزم لتبدأ المعدة في أخذ السرعة تدريجياً (to accelerate).

أحد مزايا هذه الطريقة هي إمكانية ضبط العزم على الاحتياج الفعلي سواء كانت المعدة محملة أم لا. في الأصل أن عزم البدء الكلى متاح ولكن مع الفرق الكبير لأن مما ينتج عنه تكلفة صيانة أقل.

ميزة أخرى هي التوقف الناعم حيث تكون مفيدة جداً لطلمبات المياه تحد من مشكلة الطرق المائي وكذلك السيور الناقلة للمواد القابلة للكسر.

Softstarter



Single line diagram for a softstarter

٤. بادئ تشغيل باستخدام محول التردد Frequency Converter

يسمى أحياناً VSD (variable speed drive) أو VFD (variable freq drive) أو Simply Drives، ويتكون مبدئياً من جزئيين رأسيين أحدهما يحول التيار المتردد (٥٠ أو ٦٠ هرتز) إلى تيار مستمر والآخر يحول DC إلى تيار متردد AC ولكن بتردد متغير من صفر إلى ٢٥٠ هرتز ولأن سرعة الموتور تعتمد على التردد يصبح من الممكن التحكم في السرعة وهذه ميزة كبيرة إن كان هناك حاجة إلى تغيير السرعة خلال التشغيل المستمر.

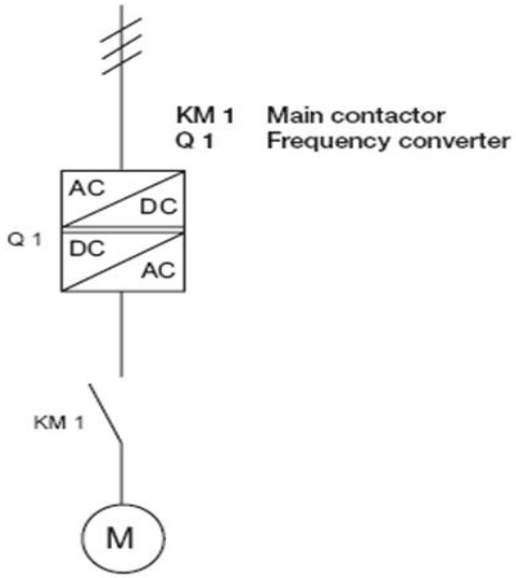
في معظم التطبيقات العملية يظل هذا الجهاز مستخدم في التقويم والإيقاف حيث لا تكون هناك حاجة لتنظيم السرعة خلال التشغيل العادي، وهذه بالطبع تكلفة أكثر من اللازم. وبالتحكم في التردد يكون العزم المقرر للموتور متوفر عند سرعة منخفضه ويكون تيار البدء منخفض بين ٠,٥ – ١,٠٠ مرة من التيار المقرر وأقصى ما يمكن ١,٥ × In.

وإحدى المميزات الأخرى هي الإيقاف الناعم – مفيد جداً – فمثلاً: عند إيقاف المضخات حيث تكون هناك مشكلة الطرق المائي في خطوط المواسير عند التوقف المباشر.

والتوقف الناعم (المتدرج) يفيد أيضاً عند إيقاف السيور الناقلة للمواد القابلة للكسر أو الهشة.

ومن الشائع جداً استخدام فلتر مع هذه الوحدة (drive) لتقليل مستوى الانبعاث والهرمونيات المتولدة.

Frequency converter



Single line diagram for a frequency converter

KM1 = main contactor

Q1 = frequency converter (variable speed drive)

٥. بادئ تشغيل بإدخال مجموعه مقاومات خارجية مع العضو المتحرك Slip ring motor

يتم استخدام هذه الطريقة مع المحركات التي يكون فيها العضو المتحرك من النوع الملفوف (slip ring). وفي هذه المحركات يتم توصيل ملفات العضو الثابت ستار او دلتا بحيث يخرج منهم ثلاث اطراف فقط.

اما العضو المتحرك (الروتور) فتتصل اطراف ملفاته بثلاث حلقات نحاسيه مركبه على عمود الإدارة ومعزولة عنه . وهذه الحلقات الثلاثة تعرف بحلقات الانزلاق.

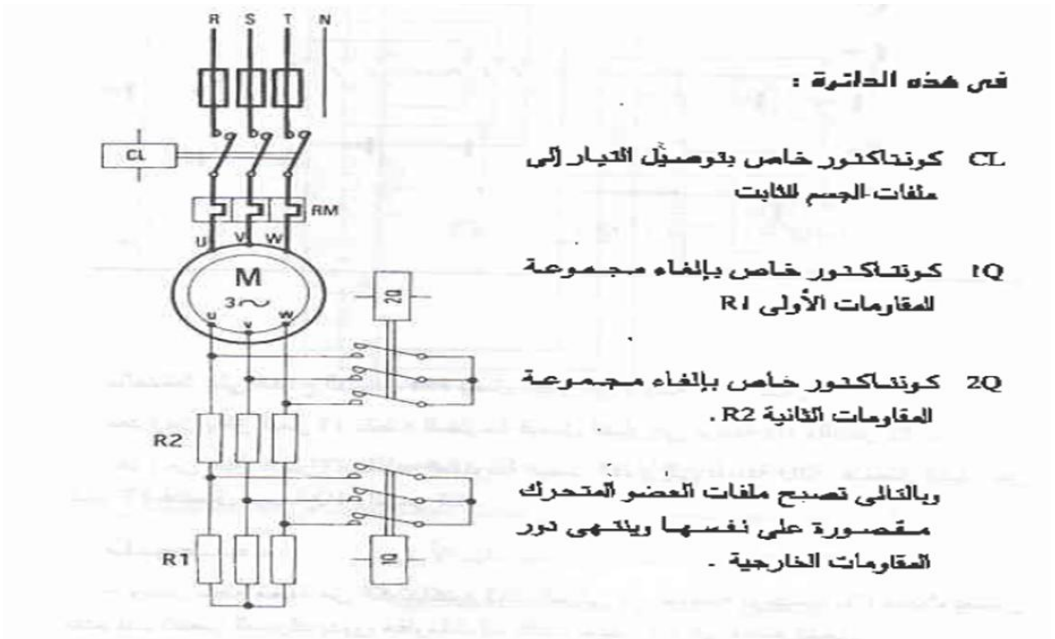
ويتميز هذا النوع من المحركات بإمكانيه توصيل مقاومات خارجيه بالتوالي مع ملفات العضو المتحرك ويتم ذلك عن طريق الشربون الملامس للحلقات مع الوضع في الاعتبار انه كلما زادت قيمه مقاومه العضو المتحرك كلما قلت قيمه شده تيار البدء وهذا هو المطلوب.

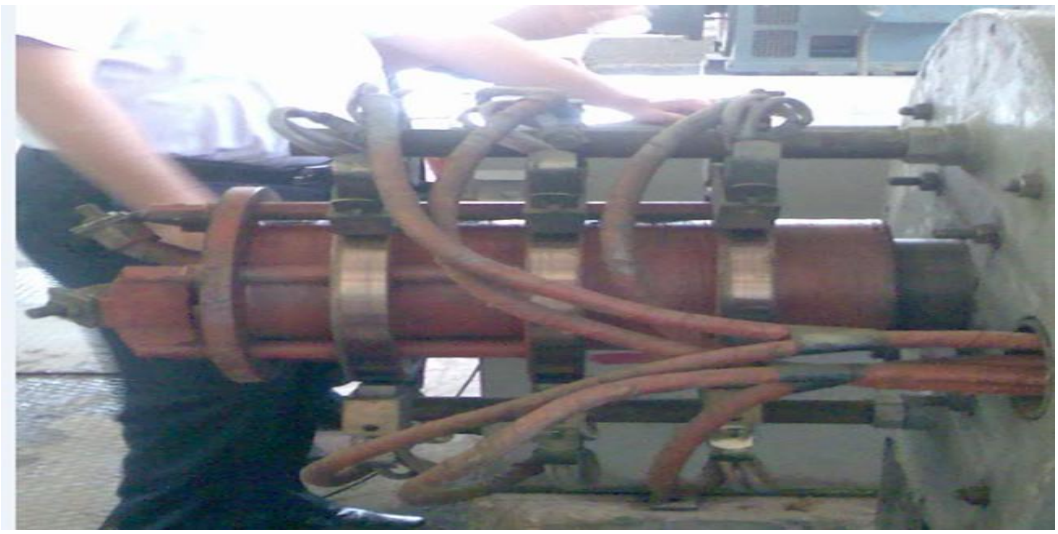
وعند بدء الحركة تدخل المقاومات الخارجية بالكامل على التوالي مع ملفات الروتور ثم تخفض هذه القيمة تدريجيا اثناء الدوران حتى تخرج اطراف ملفات الروتور معا ليعمل المحرك بسرعته الطبيعية.

ومن الممكن تشغيل هذا النوع من المحركات بدون مقاومات خارجيه على ان يتم عمل كوبرى بين الحلقات الثلاثة وبذلك تقتصر ملفات العضو المتحرك على نفسها. ويبدا المحرك بعزم دوران عادى مثله مثل المحرك العادي.

مع ملاحظه انه اذا تم توصيل التيار الى ملفات العضو الثابت بدون عمل قصر على ملفات العضو المتحرك سيسحب المحرك امبير عالي ويدور ببطء شديد ويحترق.

الشكل الآتي يوضح دائرة الباور لبدء الحركة بنظام (slip ring)

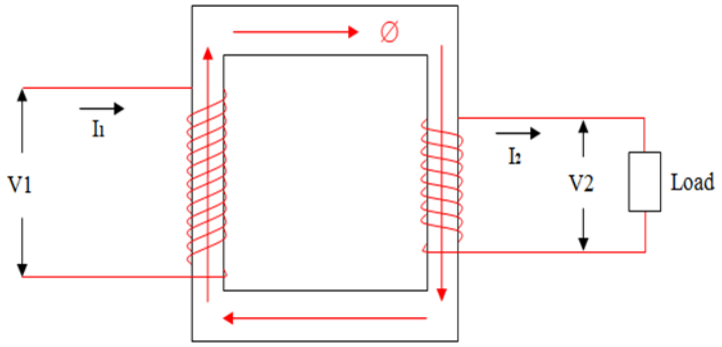




شكل يوضح حلقات الانزلاق (slip ring)

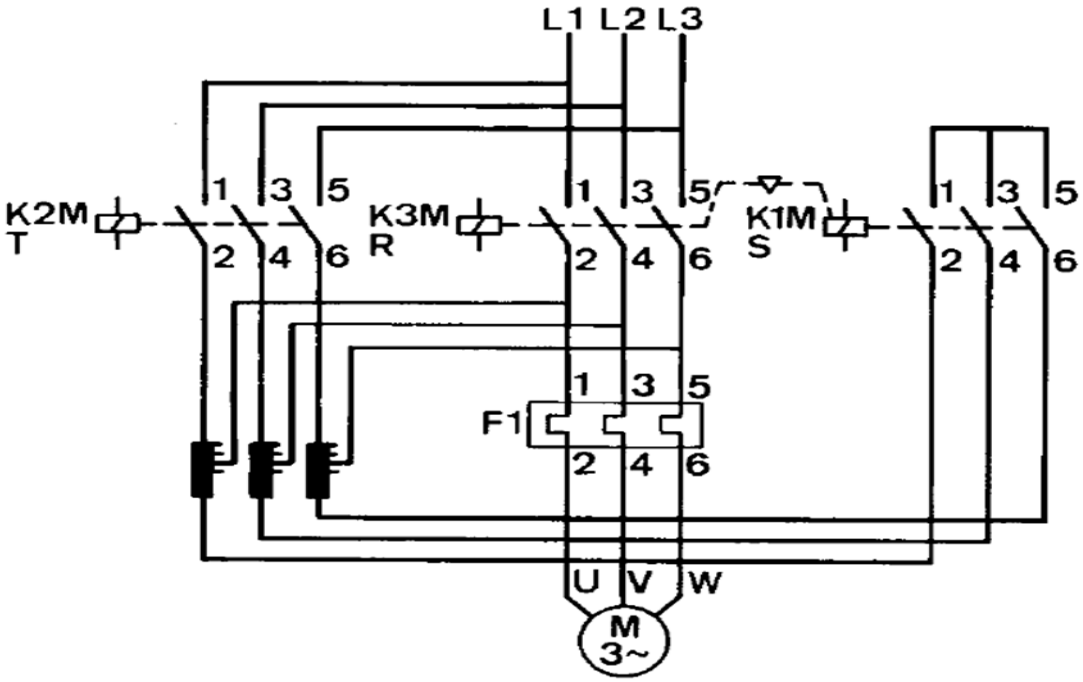
٦. بادئ تشغيل باستخدام محول ذاتي (auto transformer)

في هذه الطريقة يتم ادخال محول جهد (خافض) في الدائرة فعند بدء الحركة يكون المحول متصل على شكل ستار الامر الذى يؤدى الى خفض الجهد وبالتالي خفض تيار البدء. هذا بالإضافة الى انخفاض الجهد ايضا نتيجة نسبه التحويل الخاصة بالمحول.



تكون نسبه التحويل للمحول هي خارج قسمه عدد لفات الملف الثانوي على عدد لفات الملف الابتدائي.

الشكل الآتي يوضح دائرة الباور لبادئ التشغيل (auto transformer)



الباب الثالث المحولات الكهربية

الهدف من دراسة الباب:

يكون المتدرب قادرا على التعرف على:

- مكونات المحولات.
- ونظرية العمل وأنواعها.
- وأجهزة حمايتها وطرق توصيلها.

محولات تركب خارج المباني

محولات تركب داخل المباني

المحولات الكهربية Transformer

مقدمة

من أهم مميزات التيار المتغير عن التيار المستمر هو سهولة رفع الجهد الكهربي أو خفضه بواسطة المحولات الكهربية وهذه الميزة الفريدة مكنتنا من نقل وتوزيع الطاقة الكهربية على جهود عالية تصل إلى ٥٠٠ ك ف إلى مسافات بعيدة جدا بواسطة المحولات وذلك أدى إلى الوفر الكبير في الموصلات النحاسية وإلى خفض تكاليف نقل الطاقة الكهربية وإنتاجها فمثلا توليد الطاقة الكهربية بجهد ١١ ك ف من مولدات كهربية كبيرة القدرة ثم يرفع الجهد الكهربي بواسطة محولات رفع step up transformer إلى جهد أعلى من ذلك يصل إلى ١١٠ ك ف ١٣٢ ك ف أو ٢٢٠ ك ف لنقلها إلى أماكن استهلاك الطاقة (مصانع ومدن) وعندها يخفض الجهد بواسطة محولات خفض step down Transformer.

تعريف المحول

هو جهاز كهرومغناطيسي ساكن (اي ليست به أجزاء متحركة) يعمل على رفع أو خفض الجهد الكهربي دون تغيير التردد ويعمل على التيار المتغير فقط.

استخدامات المحولات

- تستخدم المحولات لنقل القدرة الكهربية من أماكن توليدها إلى أماكن توزيعها.
- تستخدم المحولات مع أجهزة القياس والوقاية.
- تستخدم المحولات في العزل الكهربائي بغرض منع الشوشرة الكهرومغناطيسية في الدوائر الإلكترونية.
- تستخدم المحولات في اغلب الأجهزة الكهربية والإلكترونية للحصول على جهود تشغيل هذه الأجهزة.

انواع المحولات الكهربية:

١. تصنف المحولات من حيث نسبة التحويل:

- محولات رفع Step-up.
- محولات خفض Step-down.

٢. تصنف المحولات من حيث الوظيفة الكهربية:

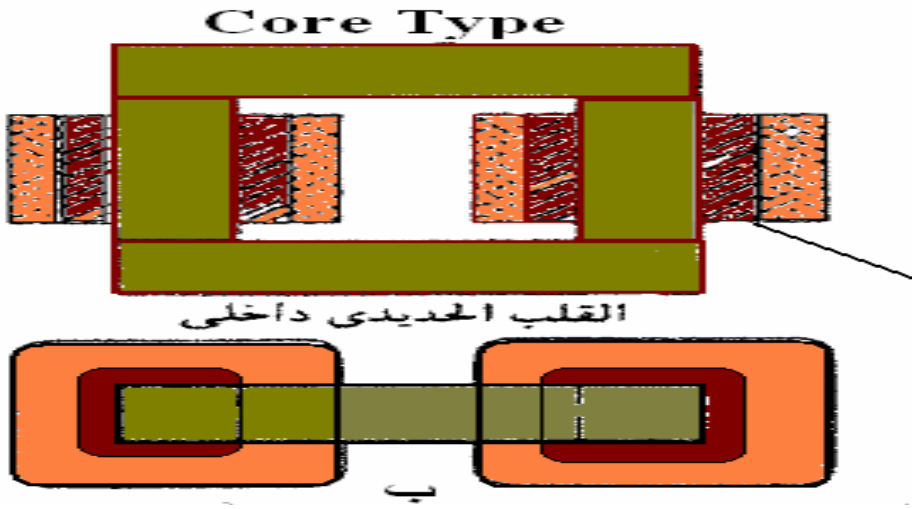
- محولات قدرة (Power Transformer) وهي المحولات المستخدمة في شبكات النقل الكهربية ومحطات التوليد الكهربية.
- محولات توزيع (Distribution Transformer) وهي المحولات المستخدمة في شبكات التوزيع الكهربائية وتكون قدرة هذه المحولات أقل من MVA.
- محولات ذاتية Auto transformer وهي المحولات المستخدمة في احدى طرق بدء تشغيل المحركات.
- محولات قياس وحماية وتنقسم إلى نوعين:
  - محولات جهد Voltage Transformer.
  - محولات تيار Current Transformer.

مكونات المحول

١. قلب حديدي Iron Core

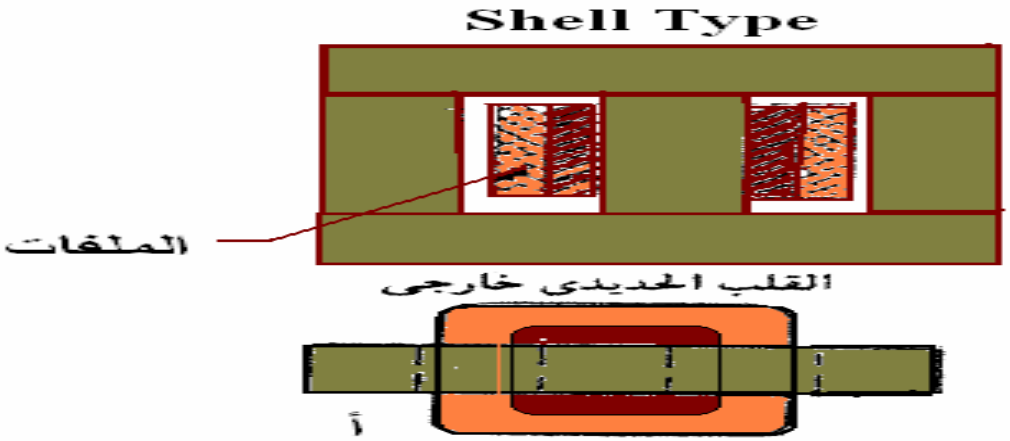
يصنع من رقائق الصلب السلكونى وذلك لتقليل التيارات الإعصارية والوظيفة الأساسية للقلب الحديدي هي حمل الفيض المغناطيسي وينقسم المحول من حيث القلب الحديدي إلى نوعين رئيسيين.

٢. محول ذو قلب حديدي داخلي core type



وفيه توضع الملفات الابتدائية والثانوية حول القلب الحديدي ويمر الفيض المغناطيسي في دائرة واحدة وهذا النوع شائع الاستعمال خصوصا للجهود العالية لسهولة تركيبه وعزله.

٣. محول ذو قلب حديدي خارجي shell type



يصنع القلب في هذه الحالة بحيث يحيط بالملفات من الخارج ويمر فيه التدفق المغناطيسي في دائرتين ويستعمل هذا النوع في الجهود المنخفضة ومن عيوبه أن التهوية فيه غير جيدة.

٢. الملف الابتدائي primary coil

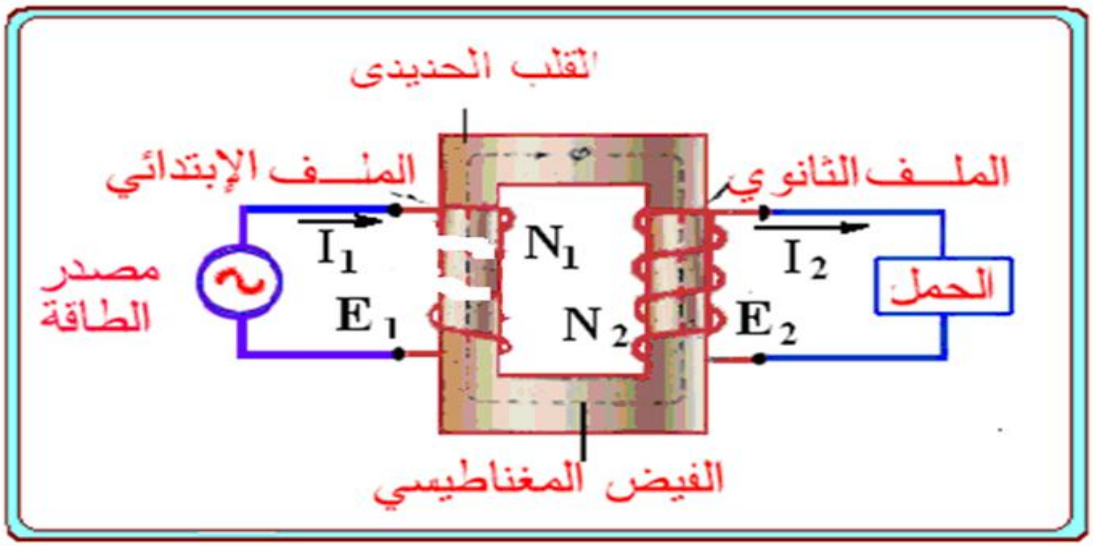
يصنع من سلك من النحاس المعزول ويوصل بالمنبع ويتكون من عدد معين N1 من اللفات.

٣. الملف الثانوي secondary coil

يصنع من سلك من النحاس المعزول ويوصل بالحمل ويتكون من عدد N2 من اللفات.

نظريه عمل المحول

بنيت نظرية عمل المحول على الحث الذاتي والمتبادل بين دائرتين متصلتين مغناطيسيا ومنفصلتين كهربيا فعند مرور تيار كهربي في الملف الابتدائي ينشأ مجال مغناطيسي في القلب الحديدي يقطع الملف الثانوي فيتولد به قوة دافعة كهربية تتناسب مع عدد لفات الملف الثانوي.



الباب الرابع وحدات التوليد (المولـدات)

الهدف من دراسة الباب

يكون المتدرب قادرا على التعرف على:

- مكونات المولد.
- ونظرية عمله.

مقدمة

تستخدم وحدات توليد الطاقة الكهربية في مجال مياه الشرب والصرف الصحي كمغذيات احتياطية في حالة انقطاع مصدر التيار الكهربي الرئيسي للمحافظة على استمرارية التشغيل.

مكونات وحدات التوليد:

يتكون نظام التوليد من الآتي:

١. ماكينات الديزل.
٢. وحدة التوليد (العضو الثابت، العضو الدوار)

نظرية عمل المولد

اذا تحرك موصل في وسط ساحة مغناطيسية (مجال مغناطيسي) فانه يتولد به قوة دافعة كهربية تكون اقصى ما يمكن عند تعامد الموصل على المجال المغناطيسي.

وحدة توليد

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ **مهندس/ أشرف لمعي توفيق**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ السيد رجب شتيا**	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
➢ **مهندس/ أيمن النقيب**	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
➢ **مهندس/ خالد سيد أحمد**	**شركة مياه القاهرة**
➢ **مهندس/ طارق ابراهيم**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ علي عبد الرحمن**	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
➢ **مهندس/ علي عبد المقصود**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ محمد رزق صالح**	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
➢ **مهندس/ مصطفي سبيع**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ وحيد أمين أحمد**	**شركة مياه القاهرة**
➢ **مهندس/ يحي عبد الجواد**	**شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**