بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة التعليم التقني

كلية الشيخ عبد الله البدري التقنية

قسم الهندسة الكهربائية

تخصص آلات وأجهزة

بحث تكميلي لنيل درجة الدبلوم التقني

في

محركات الجر في قاطرات السكة حديد

المشاكل والحلول

إعداد الطلاب

عز الدين عبد الله محمد البشير

الغزالي السماني الخضر

عبد القادر حسن بلال

إشراف الأستاذ:

محمد الحسن

فبراير 2009م

مقـــــــدمـة

تعتبـــر الكهربـــاء فـــي عـــالم اليـــوم دعامـــة تطـــور حيـــاة الشـــعوب ولقـــد أصـــبحت منـــذ اختراعهـــا وســـيلة رفاهيـــة وســـعادة للإنســـان كمـــا أصـــبح ارتبـــاط الإنســـان بهـــا مطلقـــا وإننـــا لا نتصـــور مجـــالا أو حقـــلا مـــن حقـــول العمـــل البشـــري بـــدونها . فكـــل المصـــانع والمعامـــل والـــورش كبيرهـــا وصـــغيرها لا تســـتغني عـــن وجـــود الطاقـــة الكهربائيـــه لدفع الإنتاج.

قـــام العـــالم فـــراداي ســـنه 1820 باكتشـــاف التـــأثير الكهربـــائي للمجـــال المغناطيســـي حتـــى بـــدأت الهندســـية الكهربائيـــه تتطـــور بقفـــزات ســـريعة حتـــى بلغـــت أوجهـــا الأساســـية كالمولـــدات والمحـــولات والمحركـــات وأهميـــة الكهربـــاء فـــي التنميـــة والتطـــور ومجـــالات الحيـــاة المختلفـــة لـــلآلات بصـــفه عامـــه وآلات التيـــار المســـتمر بصـــفه خاصـــة إذا أن التيـــار المســـتمر لـــه مزايـــا عديـــدة أضـــافه إلـــي انـــه ســـهل الـــتحكم فيـــه ، ويســـتخدم التيـــار المســـتمر فـــي كثيـــر مـــن الصـــناعات وفـــي الأجهـــزة

البالغـــة الدقـــة مثـــل الطـــائرات والمركبـــات الفضـــائية وقـــاطرات الســـكك الحديدية وغيرها .

المحتـــــويات

الموضـــــــــوع	
افتتاحية	A
إهـــــــــــداء	B
شكـــــــر وعرفـــــــان	C
مقدمـــــــــــــــة	1
البـــــــــــاب الاول الآلات الكهربائي	
تصنيف الآلات الكهربائيه	2-29
الفصـــــــــــل الاول آلات التيار المتردد	2-3
تصنيف الآلات الكهربائيه	2
الفصـــــــل الثانـــــي آلات التيار المستمر	7-13
أنواع محركات التيار المستمر	9
استخدام محركات التوالي	10
السرعة في محركات التوالي	12
الفصـــــل الثالـــــث خصائص آلات التيار المستمر	14-24

الخصائص التشغيلية لتطبيق المحركات DC	14
الخصائص التشغيلية لمحركات DC توازي	21
الفصل الرابع **السرعة والعزم**	25-29
التحكم في سرعة المحركات DC توالي	25
تنظيم السرعة	29
الباب الثانـــــــــي **محركات الجر الكهربائيه**	30-36
مقدمة	30
الجر الكهربائي	31
محركات التيار المستمر كمحركات للجر	34
مميزات وعيوب الجر الكهربائي	36
البـــــاب الثالـــــث **صيانة محركات الجر الكهربائيه**	37-41
مقدمـــة	37
أنواع الأعطال	38
أسباب الأعطال	38
أنواع الصيانة	38
الأعطال الشائعة	39
الباب الرابـــــــع	
تشـــغيل محركـــات الجـــر الكهربائيـــه فيها داخل القاطرة	
محركات الجر الرئيسية	

الحكايات الموجودة بدائرة المحركات	
الخاتمة	
المراجع	

الباب الاول

الالات الكهربائية

Electric Machines

الآلات الكهربائيه : The Electric Machines

تصنيف الآلات الكهربائيه:

إن الآلات الكهربائيه بشكل عام هي أجهزة لتوليد أو نقل ا و تحويل الطاقة من شكل إلي آخر أو من مكان إلي آخر . وتسمي الآلات التي تعتمد على مبدأ الحث ا لكهرومغناطيسي في تحويل الطاقة بالآلات الكهربائيه . وتقسم الآلات الكهربائيه إلي نوعين رئيسيين الاول يحتوي ضمن تركيبه على أجزاء متحركة ويسمي بالآلات الكهربائيه الدوارة الساكنة لا يحتوي على أجزاء متحركة ويسمي بالآلات الكهربائيه الساكنة والممثل الوحيد للآلات الساكنة هو المحول بينما جميع الآلات الكهربائيه الاخري هي دوارة .

إن ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي تعتمد علي معدل تقاطع خطوط الفيض المغناطيسي مع لفات الملف . فإذا كان الفيض المغناطيسي ثابتا مع الزمن فيمكن أن يتغير معدل التقاطع بتحريك الملفات ضمن للمجال المغناطيسي الساكن أو بتحريك المجال

المغناطيسي ليقاطع الملفات الساكنة أو بكل الطريقتين . ويشترط في جميع الحالات أن تكون هنالك حركه نسبيه بين الفيض والملفات مما يعني انه من الممكن أن يكون الفيض والملفات متحركان معا أو ساكنات معا (في حالة المجال المتناوب أو المتغير مع الزمن) وعلي أساس هذه الظاهرة يستند مبدأ عمل جميع أنواع الآلات الكهربائيه.

تصنف الآلات الكهربائيه بشكل عام مجاميع تشترك معا بشكل معين في خصائصها وطبيعة عملها والغرض منها ، ونورد في إيجاز بعض المعلومات الاوليه عن كل من هذه الأصناف كما يلي:

تصنيف الآلات حسب طريقة ˜ ' 2 " لاقة:

إن هذا التصنيف هو الأس 1 ام للآلات الكهربائيه حيث تقسم إلي مولدات – محركات – محولات.

أولا المولدات : Generators

هي عبارة عن آلات دواره تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلي طاقه كهربائه ومصدر الطاقة الحركية لإدارة العضو الدوار في المولد تغطي الصفة العامة المميزة لهذه المولدات فتوجد مولدات مائية – هيدروليكية – تعتمد في دورانها على شلالات المياه وتوجد مولدات سرعتها متوسطه تديرها محركات ديزل.

ثانيا : المحركات Motors

وهي عبارة عن آلات كهر بائيه دواره تقوم بتحويل الطاقة الكهربائيه إلي طاقه ميكانيكية وأكثر المحركات انتشارا هي المحركات الحثيه " Induction motor " المعتمدة الطور للأغراض المنزلية . وتوجد أيضا في الحياة اليومية الحاجة إلي

استخدام محركات التيار المستمر لبعض مزاياها الجيدة كتنظيم السرعة والعزم . ما المحركات التزامنيه فتستخدم في الحالات التي يتطلب فيها سرعة ثابتة مع تغير ا لحمل .

ثالثا : ا لمحولات : Transformers

وهي عبارة عن آلات كهر بائيه سأكنه تقوم بتحويل الطاقة الكهربائيه ذات المقدار المعين (جهد – تيار) إلي طاقة كهر بائيه بمقدار آخر.

الفصل الاول

الات التيار المتردد

Alternating Current Machines

1/ آلات التيار المتردد Ac Machines

آلات التيار المتردد هي الأوسع استخداما وذلك نسبة للاتي:

1/ المنخفضة 2/ وبساطة تركيبها 3/ وكفاءتها العالية 4/ ومعامل قدرتها الجيد 5/ وتكاليف الصيانة المنخفضة 6/ وترتيبان البسيطة.

التركيب :

تتركب أساسا من جزئين :

1/ الجزء الثابت المعروف باسم العضو الساكن Stator

2/ الجزء الدوار المعروف باسم العضو الدوار Rotor

العضو الساكن Stator

يتكون العضو الساكن من عدد من الشرائح المعدنية ذات فجوات مستقيمة توضع الملفات بداخلها ويتم لفه بعدد معين من الأقطاب حيث تحدد عدد الأقطاب مقدار السرعة المطلوبة في المحرك فكما زاد عدد الأقطاب مقدار السرعة المطلوبة في المحرك فكلما زاد عدد الأقطاب كلما تحصلنا على سرعة منخفضة عند تغذية الإله بإمداد كهربائي ثلاثي الطور يتولد فيض مغناطيس ذو قيمة ثابتة ولكنه بدور بسرعة تزامنيه تغطي بالمعاملة $Ns = \frac{120\,f}{p}$

حيث (1) ..... $Ns = \frac{120F}{P}$

Ns = السرعة التزامنيه (سرعة المجال المغنطيسي)

F = تردد المصدر

P = عدد الأقطاب

هذا الفيض المغناطيسي الدوار يولد قوه دافعة كهربائيه داخل العضو الدوار نتيجة الحث المغناطيسي

2/ العضو الدوار : Rotor

العضو الدوار المستخدم في آلات التيار المتردد يمكن أن يكون من

1/ قفص سنجابي = Squirrel cage 4

2/ ذو ملفات = Wound Ro 1

1/ العضو الدوار ذو القفص سنجابي

غالبا ما تزود اله آل Ac بعضو قفص سنجابي بسبب بساطته المتناهية ، متانة بنيانه ، .....

يتكون العضو الدوار في هذا النوع من شرائح اسطوانية ذات مجاري متوازية لتحمل موصلات العضو الدوار والتي تتكون من قضبان من النحاس أو الألمونيوم أو احد سبائكه حيث يعمل كل مجري قضيب واحد ويتم طلائها باستخدام مصدر النحاس ثم تقصر نهايات القضبان في حلقه دائرية هذه المجاري عادة تكون موازية لعمود الاداره ولكن أحيانا مائلة بذاوية معينه وذلك للمساعدة في عمرة الإقلاع في المحركات وتقليل القوه المعاكسة للعضو الدوار .

ح/ العضو الدوار ذو ملفات :

يسمي أيضا عضو دوار ذو حلقات منزلقة حيث يتم إمداد العضو الدوار بالطاقة الكهربائيه ويتم لف العضو الدوار ويكون عدد الأقطاب مساوي لعدد أقطاب العضو الساكن ويتم لفه في ثلاثة مجموعات لست نهايات ويتم وصل النهايات الثلاثة مقرونة مع بعضها في شكل نجمة وتوصل الثلاثة نهايات الاخري مع ثلاثة حلقات منزلقة مثبته على عمود الاداره حيث يتم إمداد العضو الدوار بطاقة كهربائيه عن طريق فحمات تضغط علي هذه الحلقات المنزلقة تسمع هذه الحلقات بامكانيه إدراج المقاومة الخارجية لدائرة العضو الدوار ، وعند امرار ملفات الجزء الثابت بالطاقة فان فيضا مغناطيسيا ذو قيمة ثابتة ولكن يدور بسرعة تزامنيه ينشأ داخل الجزء الثابت ، هذا الفيض المغنطيسي يتوغل داخل الفجوة الهوائية ملامسا سطح العضو الدوار وبالتالي يعمل على قطع موصلات العضو الدوار حيث تتولد قوة دافعة كهربائيه داخل العضو الدوار حسب قانون فراداي فيبدأ عندها الدوران .

تطبيقات آلات التيار المتردد: Application Machines

آلات التيار المتردد هي الأوسع انتشارا ونجدها أكثر استخداما في المجالات الصناعية بصوره عامه لأنها تمتاز بالاتي:

1.بساطة التركيب

2.سهوله صيانتها

3. يمكن تشغيلها من السكون إلي سرعتها القصوي دون الحوجه إلي وسيلة بدء

ومن عيوبها :

1. صعوبة التحكم في سرعتها .

2. تيار البدء عالي جدا في المحركات.

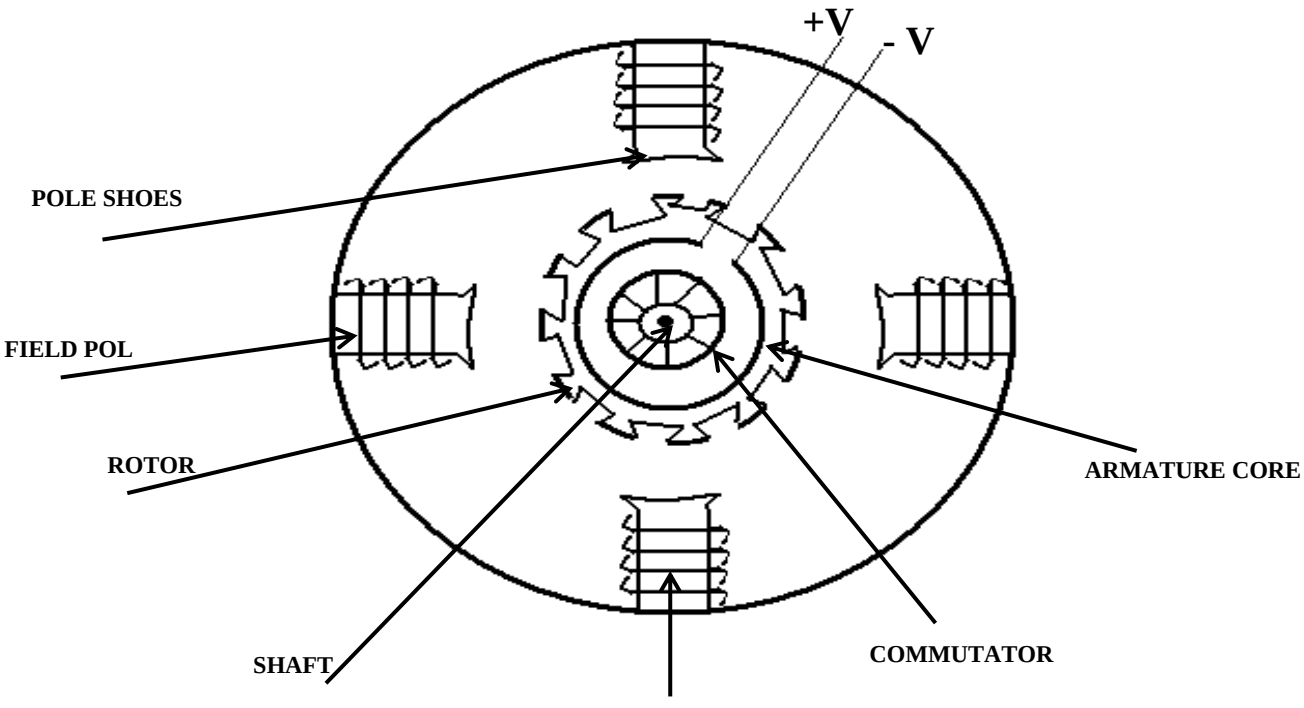
الفصل الثاني

الات التيار المستمر

Diract Current Machines

آلات التيار المستمر Dc Machines

الأجزاء الاساسيه لآله التيار المستمر



مثبت في الشكل اله DC بأربعة أقطاب . وتتكون الاله DC من أربعة أجزاء رئيسيه هي:

1/ مغناطيس المجال 2/ عضو الإنتاج

3/ المبدل 4/ الفرش

وأحيانا توجد أقطاب مساعدة بين كل قطبين رئيسيين .

2/ نظام المجال Field System:

الهدف منه هو خلق مجال مغناطيسي يدور فيه عضو الإنتاج ويفضل المغنطيس الكهربائي عن المغناطيس الدائم بسبب التأثير المغناطيسي وشدة تنظيم مجاله والتي يمكن أن تتحقق بالتحكم في تيار المغنطة

يتركب المجال من أربعة أجزا 7

1. الهيكل 2. قلب القطب

3. حذاء القطب 4. ملفات المجال

وتسمي ماكينة التيار المستمر على حسب عدد الأقطاب ويكون عدد الأقطاب دائما زوجي .

2/ عضو الإنتاج Armature

هــو الجــزء الــدوار لأي ماكينــة تيــار مســتمر ويبنــي علــى شــكل اســطوانة والغــرض منــه حمــل الموصــلات والــدوران بهــا فــي المجــال المغنطيســي ، ويضــع مــن دقــائق مــن الصــلب الســلكوني عــالي النفاذيــه المغناطيســية وتكــون هــذه الــدقائق معزولــة عــن بعضــها لتقليل التيارات الدوامية اوالاعصاريه .

3/ المبدل Commutator :

هو شكل من إشكال المفاتيح الدوارة يوصل ملفات عضو الإنتاج بالدائرة الخارجية عبر الفحمات ويقوم بعكس التوصيلات في كل لحظة حيث انه يقوم بتحويل التيار المتردد إلي تيار مستمر . يركب المبدل على عمود عضو الإنتاج وبه أسنان نحاسيه ذات سطح ناعم حتى يتثنى للفرش الكربونية ان تكون ملامسه باستمرار عند دورات عضو الإنتاج وتكون الأسنان النحاسية للمبدل معزولة عن بعضها بعازل .

4/ الفرش Brushes:

الهدف منها نقل التيار من والي الدائرة الخارجية وتصنيع من الكربون أو من النحاس .

أنواع محركات التيار المستمر Types of Dc Motor

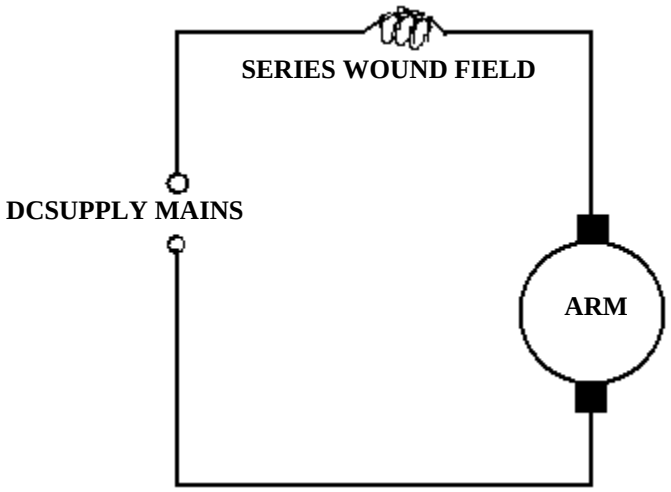
مثل المولدات DC يمكن تقسيم المحركات DC إلي :

1. المنفصلة الإثارة 2. لف توالي 3. لف توازي 4. لف مركب

1/ محركات DC منفصلة للاثاره Separately Exited motors

هذه المحركات لها ملفات مجال متماثلة للاله لف توازي ولكن ملفات عضو الإنتاج والمجال تتغذي من مصادر إمداد مختلفة ويمكن أن يكون لها مقننات جهد مختلفة .

2/ محركات DC لف توالي Series Wound Motors



SERIES WOUND DC MOTOR

في هذا النوع من المحركات ملفات المجال تتكون من لفات قليلة من سلك سميك ومتصلة في توالي مع عضو الإنتاج كما هو موضع بالشكل السابق ومساحة السلك المستخدم لملفات المجال يجب أن يتحمل تيار عضو الإنتاج

إذا فرضنا Ise= تيار مجال التوالي Ia= تيار عضو الإنتاج

تيار الخط = I

E= V-1(Ra+Rse)

P=V1 القدرة المستمدة من الإمداد الرئيسي

9 = P1n-1 (Ra+Rse) درة الميكانيكية المتولدة

= 1(V-1(Ra+R3e)

استخدام المحركات DC توالي

يتمثل الحمل علي محرك ما في مقدار عزم الدوران T المطلوب بذله من هذا المحرك علي عمود الاداره وعلي حسب مقدار السرعة التي يدور بها عمود الاداره والتي تناظر سرعة زاوية معينه (W) $W = 211\frac{n}{60}$

يتوقف مقدار القدرة P التي يأخذها المحرك من المصدر تبعا للمعادلة

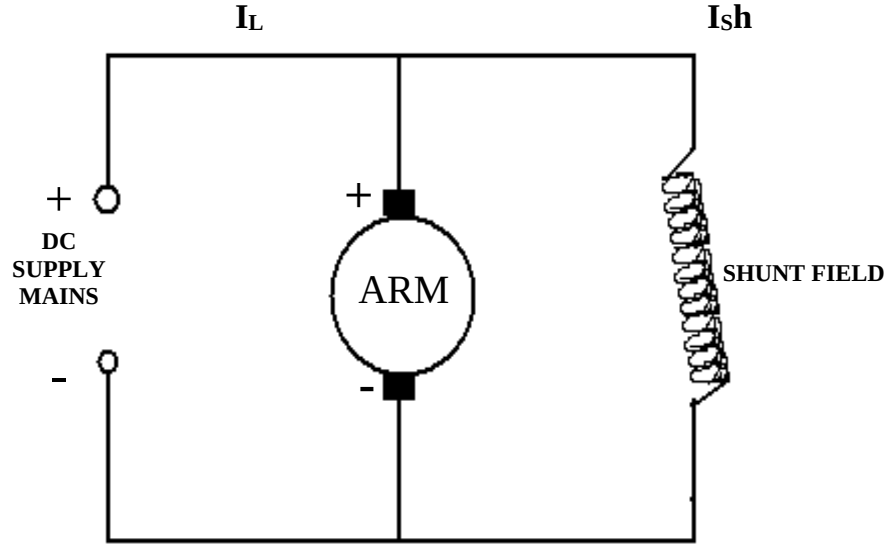
P(wat)= T(gol) * W = 9-81T (kg.m)XW

في حالة محرك التوازي نجد انه باعتبار ضغط المصدر Vl يظل ثابتا فان P تتناسب مع تيار الخط Il كما أن عزم الدورات T يتناسب مع تيار المنتج (يساوي الخط تقريبا) بينما تكون السرعة متغيره تغيرا طفيفا بحيث يمكن اعتبارها ثابتة . ا ما في حالة محرك التوالي فان عزم الدوران تتناسب السرعة عكسيا مع تيار ا لحمل بحيث تظل القدرة P متناسبة مع تيار الخط باعتبارها ضغط المصدر Vl ثابتا معني ذلك أن هذا النوع من المحركات قادرا على مواجهة أحمال كبيرة دون الحاجز إلي تعدي الحدود المقبولة في اخذ القدرة من

المصدر نظرا إلي أن هبوط قيمة سرعة الدوران مع الأحمال الثقيلة يعمل على الحد من القدرة الماخوذه من المصدر وهذا يجعل محركات التوالي أكثر ملائمة للاستخدام في الجر الكهربائي Electric Traction من محركات التوازي تمثل أوزان القاطرات والعربات التي تجرها هذه المحركات وزنا ينفي احتمال انطلاق المحرك . وكذلك تستخدم في الأوناش والأعمال المماثلة .

محرك DC لف توازي DC Motor Shut w

يتم تمثيل هذه المحركات بملفات مجال موصله توازي مع عضو الإنتاج ولفات المجال تتكون من عدد كبير من اللفات من سلك يضع ليعطي مقاومة اكبر . تيار المجال في هذا النوع اصغر من تيار عضو الإنتاج أحيانا يصل إلي 5%



SHUNT WOUND DC MOTOR

التيار الواصل إلي المحرك ينقسم إلي مسارين واحد خلال لفات المجال والثاني خلال عضو الإنتاج أي أن

$$1L = Ia + 1\,sh \quad 1sh \quad \frac{v}{R2h}$$

ق.د.ك المضادة Ep = V-!a Ra

القدرة المستمدة P=V1l

Pm= V1l - V12h – 1a 2Ra
=V(Il - I2h) – I 2Ra
= Ia(V- IaRa)
= Eb Ia

محركات DC لف مركب Compound wound DC Motors

المحرك DC المركب له كل من جال التوالي والتوازي مجال التوازي هو في العادة الاقوي من الاثنين (أي له امبير – لفات أكثر) والمحركات لف مركب تنقسم إلي نوعين (لف مركب تراكمي) و (لف مركب فرقي).

محرك لف مركب تراكمي Cumulatiue Compound wound

وفيه تكون ملفات المجال موصله بحيث يكون اتجاه تدفق التيار واحد في كلا من لفات المجالين . في محرك من هذا النوع يكون الفيض الناتج من لفات مجال التوالي يقوي المجال الناشي عن لفات مجال التوازي.

محرك اللف الفرقي Differential compound wound

وفيه تكون ملفات المجال موصله بحيث يكون اتجاهه تدفق التيار يعاكس كل منهم الآخر في كلا من لفات المجالين وفي هذا النوع من المحركات يكون الفيض الناتج عن لفات مجال التوالي يضعف من المجال الناشي عن لفات مجال التوازي.

المحركات DC لف مركب مثل المولدات DC لف مركب يمكن أن تكون أما توازي طويل أو توازي قصير في توصيل التوازي ا لطويل يكون مجال التوالي وعضو الإنتاج موصلين في توالي مع بعضهم وفي توازي مع مجال التوازن .

السرعة في المحرك التوالي"

تصبح السرعة صفر عندما يصبح تيار الدخل هو تيار دائرة القصر أي مساويا للجهد المؤثر مقسوما على مقاومه المحرك (R + R) وعادة هذا التيار يساوي عدة مرات قيمة تيار الحمل ا لكامل.

في المحرك التوالي هو محرك متغير السرعة أي أن السرعة تتغير بتغير تيار الخط وبتخفيض الحمل في المحرك DC توالي تزيد السرعة وممكن أن تصبح مرتفعه إلي حد عند الأحمال الصغيرة جدا وحيث انه عند اللاحمل تكون السرعة مرتفعه فان الاله يمكن أن تدمر بسبب القوه الطاردة المركزية التي تنشأ في الأجزاء الدوارة وهذا هو السبب في أن المحركات التوالي لا تبدأ أبدا عند اللاحمل.

عندما يتصل المحرك عبر مصدر ر 12 ون حمل فانه يسحب تيار من المصدر الرئيسي ويسري خلال مجال التوالي الإنتاج ، وتميل السرعة للزيادة حتى أن ق.د.ك المضادة ممكن أن تقترب من الجهد المؤثر في المقدار وزيادة ق.د.ك المضادة تضعف من تيار عضو الإنتاج وبالتالي تيار المجال وهذا يتسبب مره أخري في زيادة في السرعة و ق.د.ك المضادة وهكذا يستمر المجال في الضعف وتستمر السرعة في الزيادة حتى يتدمر عضو الإنتاج.

لكي تبدأ محرك DC يوضع أولا حمل ميكانيكي ثم يبدأ المحرك وحيث عند اللاحمل يحدث لمحرك التوالي سرعة عاليه خطيرة والتي ينتج عنها تدمير الاله.

ومحركات التوالي DC تكون مناسبة لإدارة التروس حيث أن التروس تعطي بعض الحمل بسبب مقاومه احتكاك التروس في حالة الحمل المفاجيء.

الفصل الثالث

خصائص الآت التيار المستمر

Characteristics of DC Machines

الخصائص التشغيلية وتطبيق المحركات DC

Operating characteristics and Application Of DC Motor I

مقدمة: *Introduction*

المحرك الكهربائي هو اله تحول الطاقة الكهربائيه إلي طاقه ميكانيكية بينما المولد هو تلك الاله التي تحول الطاقة الميكانيكية إلي طاقه كهر بائيه مع ملاحظة أن الاله التي تعمل كمحرك يمكن أن تعمل كمولد.

الفرق الوحيد يقع في شكل التركيب والتي هي بسبب حقيقة أن هيكل المولد يمكن كقاعدة أن يكون مفتوح ولكن بالنسبة للمحرك أن يكون مقفول كليا أو جزئيا وذلك لان المولد يوضع عادة في أماكن مناسبة والحماية الميكانيكية للملفات وأيضا يتم تداول المولدات بواسطة أشخاص فنيين / وحتى تتم عمليات التبريد والفحص والإصلاح . ومن الناحية الاخري فالمحركات عليها أن تعمل في ظروف رطوبة وبلل وقذارة وغازان وأبخره كيميائه وتعرض للتدمير الميكانيكي ولذلك الحماية يجب أن تكون كافيه وتصنع هياكل المحركات محمية ضد اللهب مقفلة جزئيا أو كليا حسب مطالبه الخدمة .

الحاجة ألي القدرة المحركة دعت إلي تطوير الأنواع المختلفة من المحركات الكهربية . حيث أن أنظمة القدرة الكهربية المبكرة كانت تيار مستمر فان المحركات الاول كانت أنواع DC ومع تطور أنظمة القدرة (AC) فان رواج المحركات DC تدهور ، أساسا بسبب تكلفتها العالية وحاجتها للكثير من الصيانة الدورية والمركزة ،ومع ذلك فإنها لن تختفي أبدا ، لان المحركات DC كانت أصلا الأكثر مناسبة للتحكم في السرعة الواسع المدى والكفء والناعم والعكس السريع والجزيء لأنها كانت النوع الوحيد الذي يمكن استخدامه لأجهزة الحركة الاوتوماتيكيه وتطبيقات الطائرات ومن المنافع الكهربية نقل الطاقة على AC حيث يستخرج عادة مجموعة محرك ومولد (مولد DC يدار بمحرك AC) لإمداد القدرة لمحرك DC

مبدأ العمل Working principle

يعمل عليها المحرك DC بسيطة جدا . إذا وضع موصل يحمل تيار في مجال مغناطيسي فان قوة ميكانيكيه تؤثر على الموصل ويمكن تحديد اتجاه هذه القوه بقاعدة فلمنج لليد اليسري وحينئذ يتحرك الموصل في اتجاه القوه ومقدار القوه المؤثرة على الموصل تعطي من

F= القوة المؤثرة F=BTL

B= هي شدة المجال بالتسلا (وبرام)

J= تيار المار في الموصل بالأمبير

L= طول الموصل بالمتر.

الخصائص والتطبيقات لمحرك DC منفصل الإنارة

الخصائص :

يمكن الحصول على سرعات مضبطة جدا مناسب للتطبيقات التي تتطلب تغيير سرعة من قيمة منخفضة جدا لقيم مرتفعه.

التطبيقات:

في آلات طباعة الورق و الديازل الكهربائيه لدفع السفن ، درفله الصلب الخ.

المحركات DC توالي:

الخصائص:characteristics

عزم البداية عالي جدا ويصل إلي 500% القيمة العظمي لعزم التشغيل اللحظي تصل إلي 400% تنظيم السرعة متغير على نطاق واسع فهو مرتفع جدا عند اللاحمل والتحكم في السرعة بمقاومه توالي.

التطبيقات:

للإدارة التي تتطلب عزم بداية كبير جدا وحيث ضبط تغيير السرعة مطلوب للدوافع والأوناش ، عربا التروللي ، القاطرات الكهربية ، الأحمال يجب أن تكون مرتبطة وليست سيور ولتجنب السرعة الزائدة .

2/ الخصائص التشغيلية للمحركات DC
Operating Characteristics of DC Motors

الأداء الملائم لمحرك DC يتحدد من خصائصه المعروفة باسم خصائص الأداء

أهم خصائص المحركات DC هي:Performance Characteristic :

1/ خاصية العزم – تيار عضو الإنتاج:

يعطي منحني الخصائص هذا علامة بين العزم المتولد في عضو الإنتاج T وتيار عضو الإنتاج Ia وتعرف هذه أيضا كـ (الخاصية الكهربائيه)

2/ خاصية السرعة – تيار عضو الإنتاج:

منحني هذه الخاصية يعطي علامة بين السرعة N وتيار عضو الإنتاج Ia وتعرف هذه أيضا كـ (خاصية السرعة)

3/ خاصية السرعة – العزم:

هذه الخاصية تعطي علاقة بين السرعة N والعز المتولد في عضو الإنتاج T وتعرف هذه أيضا كـ (الخاصية الميكانيكية) هذا المنحني يمكن اشتقاقه من الخاصيتين المذكورتين واعلي .

أهم علاقات خصائص المحرك:

$$(i) Ta = \frac{V - Eb}{Ra}$$

حيث

$$(ii) N\alpha \frac{Eb}{\Phi}$$

$$(iii) T\alpha Ia$$

حيث

Ta= العزم في عضو الإنتاج Ise

Eb= التغذية العكسية للمحرك

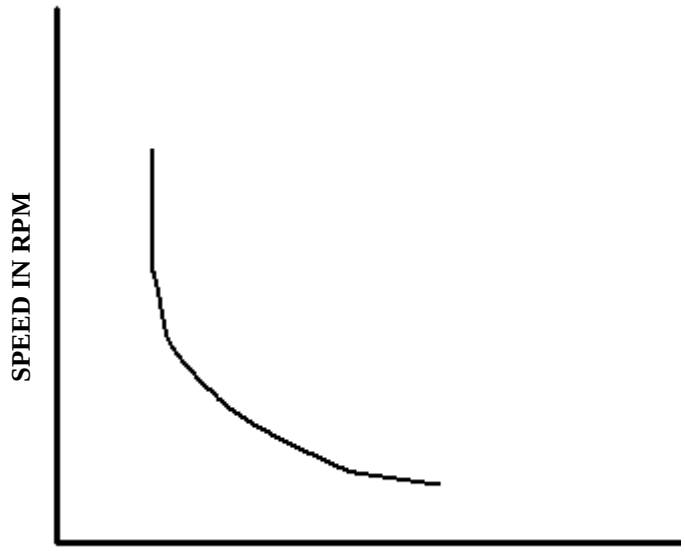
Ra = مقاومة عضو الإنتاج تيار المجال

V = الجهد

Q = الفيض المغناطيسي توالي (Sprier)

4/ خاصية العزم والتيار:

من التعبير الخاص بالعزم الميكانيكي ن الواضح أن العزم يتناسب طردي مع حاصل ضرب الفيض / قطب وتيار عضو الإنتاج Ia حتى نقطة التشبع ، الفيض يتناسب طردي المجال وبالتالي مع تيار عضو الإنتاج ، لان Ia=Tf ،ولذلك عند الأحمال الخفيفة نجدان العزم T يتناسب طردي مع مربع تيار عضو الإنتاج أي أن $T\alpha Ia$ **ولذلك فان المنحني المرسوم بين العزم وتيار عضو الإنتاج حتى نقطة التشبع هو قطع مكافيء شكل (6.21) بعد نقطة التشبع فان الفيض ø يكون مشغل عن تيار الاثاره ولذلك فان العزم يتناسب مع تيار عضو الإنتاج أي أن** $T\alpha Ia$ **إذا تصبح الخصائص خط مستقيم – العزم المفيد(عزم عمود الاداره) هو ، طبعا اقل من العزم الإجمالي المتولد . وهكذا بسبب العزم المفقود في فقد الحديد والاحتكاك بالهواء من منحني العزم والتيار عضو الإنتاج. انه طالما كان مجال المحرك غير مشبع فان محرك التوالي يبذل عزم يتناسب مع مربع التيار أن عزم البدء يكون مرتفع جدا إذا تستخدم محركات التوالي حيث يكون المطلوب عزم بدء كبير لتعجيل الكتل الثقيلة بسرعة وذلك كما هو موجود ، السكة الحديد الكهربية ، ترولي ، المركبات الكهربية .**



من خاصية العزم والتيار من الواضح أن محركات التوالي تنتج عزم بداية كبيره لتعجيل الكتل الثقيلة ومن خاصية السرعة والتيار أن السرعة تهبط كلما زاد العمل ،ولذلك محركات التوالي تخفف اوتوماتيكيا من الحمل الثقيل الزائد ولذلك محركات التوالي هي الأفضل مناسبة للأعمال [17] سحب الكهربي.

3/ خاصية السرعة والعزم.

خاصية السرعة والعزم تعرف أيضا _ بالخاصية الميكانيكية وعند القيم الصغيرة للحمل يكون هنالك هبوط حاد في السرعة مع الزيادة في العزم ولكن عند الأحمال المرتفعة تهبط السرعة خطيا ولكن ببطء مع الزيادة في العزم.

إذا محركات التوالي هي الأكثر مناسبة للحزمة حيث يكون المحرك مرتبط مباشره بالحمل مثل المراوح التي تهبط سرعتها مع الزيادة مع الزيادة في عزم الحمل.

الخصائص التشغيلية لمحركات DCتوالي

1/خاصية السرعة - التيار:

في حالة محرك Dc توالي ، ق . د . ك بسبب ملفات الاثاره تزداد في تناسب طردي مع تيار الخط أو عضو الإنتاج ، لذلك (مهملين لتأثيرات رد فعل عضو الإنتاج) فقيمة الفيض تتغير مع تيار الحمل حسب منحني التمغنط العادي. بسبب رد فعل عضو الإنتاج ، فالمنحني الفعلي الممثل للفيض الصغير يهبط تحت منحني تمغنط الدائرة . المفتوحة . ومع تيارات اكبر تصبح الدائرة المغناطيسية مشبعه ويميل الفيض ø للاقتراب من قيمة ثابتة.

من معادلة السرعة ، من الواضح أن السرعة تتناسب مع ق.د.ك المضادة تتناسب عكسيا مع الفيض / قطب ø فبزيادة تيار عضو الإنتاج يزداد هبوط الجهد في دائرة عضو الإنتاج ومجال التوالي (I(Ra+Rsa) ولذلك تنخفض ق.د.ك المضادة Eb ومع ذلك وتحت الشروط العادية فان هبوط I(Ra+Rsa) يكون صغيرا ويمكن إهماله . وهكذا إذا استمر الجهد المثر ثابت ، فان السرعة N تتناسب عكسيا مع الفيض ø وإذا رسم منحني بين السرعة وتيار الدخل (الخط) I سيكون على هيئه

قطع زائدة قبل التشبع المغناطيسي وبعد نقطة التشبع يكون منحني مع زيادة تيار الداخل . وبعد التشبع المغناطيسي ، فان الفيض ø يميل إلي أن يصبح ثابت وتصبح خصائص السرعة –التيار خط مستقي وتنخفض السرعة قليلا بسبب هبوط الجهد في عضو الإنتاج ومجال التوالي . وتصبح السرعة صفر عندما يصبح تيار الدخل وهو تيار دائرة القصد العادية للمحرك يساوي عدة مرات قيمة تيار الحمل الكامل.

منحني خاصية التيار – السرعة من الواضح أن المرح التوالي هو محرك متغير السرعة أي أن السرعة تتغير بتغيير تيار الخط وبتخفيض الحمل في المحرك dc توال، تزيد السرعة ويمكن أن تصبح مرتفعه إلي حد خطر عند الأحمال الصغيرة جدا وحيث انه عند اللاحمل تكون السرعة مرتفعه إلي حد خطر ، فان الاله يمكن أن تدمر بسبب القوه الطاردة المركزية التي تنشأ في الأجزاء الدوارة (وهذا هو السبب في أن المحركات التوالي لا تبدأ ابدأ عند اللاحمل والتي سيأتي شرحها).

عندما يتصل المحرك عبر مصدر رئيسي بدون حمل ، فانه يسحب تيار من المصدر الرئيسي ويسري خلال مجال التوالي وعضو الإنتاج وتميل السرعة للزيادة حتى أن ق .د.ك المضادة أن تقترب من الجهد المؤثر في المقدار. وزيادة ق.د.ك المضادة تضعف من تيار عضو الإنتاج وبالتالي تيار المجال. وهذا يتسبب مره أخري في زيادة في السرعة و ق . د . ك المضادة وهكذا يستمر المجال في الضعف وتستمر السرعة في الزيادة حتى يتدمر عضو الإنتاج.

لكي نبدأ محرك توالي dc يوضع أولا حمل ميكانيكي ثم يبدأ المحرك وحيث عند اللاحمل يحدث لمحرك التوالي سرعة عاليه خطيرة ،والتي تتسبب قوه طرد مركزيه تقيله ينتج عنها تدمير الاله ، ولذلك ، محركات التوالي غير مناسبة للخدمات التالية:

1/ حيث يمكن أن يزول الحمل كليه

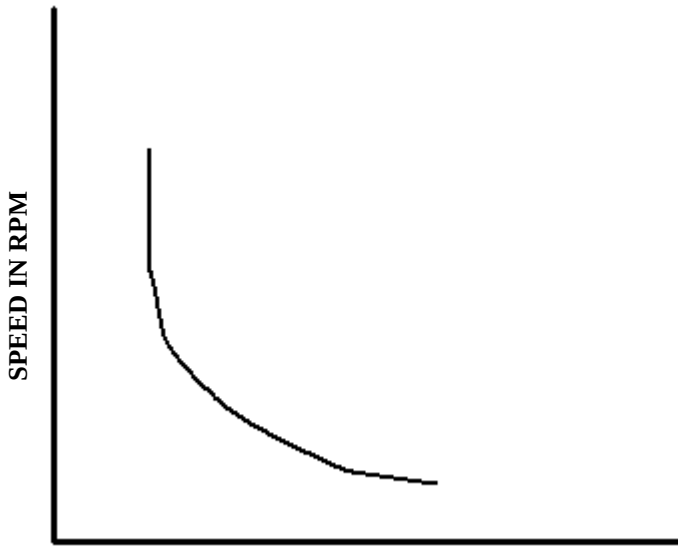
2/ عند الاداره باستخدام السيور حيث أن قطع السير يتسبب في ان يدور المحرك عند اللاحمل.

ومحركات DC توالي تكون مناسبة لأداره التروس ، وحيث أن التروس تعطي بعض الحمل بسبب مقاومه احتكاك أسنان التروس في حالة رفع الحمل المفاجيء ومع ذلك يمكن استخدام محركات التـ 19 غيرة جدا مع السيور، حيث في حالة قطع السير فان مقاومه الاحتكاك الكـ ـا سوف تمثل حمل محسوس عليه.

الحد الادني للحمل على المحرك DC توالي يجب أن يكون كبيرا كافيا (ليس اقل من 15% من الحمل الكامل) حتى يحفظ سرعة المحرك في داخل الحدود في حالة ان تصبح السرعة خطيرة الارتفاع يجب فصل المحرك عن المصدر الرئيسي .

2- خاصية العزم والتيار :

من التعبير الخاص بالعزم الميكانيكي T من الواضح أن العزم يتناسب طردي مع حاصل ضرب الفيض/ قطب وتيار عضو الإنتاج Ia حتى نقطة التشبع ، الفيض يتناسب طردي مع تيار المجال وبالتالي مع تيار عضو الإنتاج ، لان Ia=If ، ولذلك عند الأحمال الخفيفة نجد أن العزم T يتناسب مع مربع تيار عضو الإنتاج أي أن $T\alpha Ia$ إذ تستخدم محركات التوالي حيث يكون المطلوب عزم بدء كبير لتعجيل الكتل الثقيلة بسرعة وذلك كما هو موجود ، السكة الحديد الكهربية ، تروللي ، المركبات الكهربية



من خاصية العزم والتيار من الواضح أن محركات التوالي تنتج عزم بداية كبيره لتعجيل الكتل الثقيلة ومن خاصية السرعة نجد أن السرعة تهبط كلما زاد العمل ولذلك محركات التوالي تخفف اوتوماتيكيا من الحمل الثقيل الزائد محركات التوالي هي الأفضل مناسبة للأعمال الجر والسحب الكهربي.

3/ خاصية السرعة والعزم:

خاصية السرعة والعز تعرف أيضا (بالخاصية الميكانيكية وعند القيم الصغيرة للحمل يكون هنالك هبوط حاد في السرعة مع الزيادة في العزم ولكن عند الأحمال المرتفعة تهبط السرعة خطيا ولكن ببطْ مع الزيادة في العزم.

إذا محركات التوالي هي الأكثر مناسبة للحزمة حيث يكون المحرك مرتبط مباشره بالحمل مثل المراوح التي تهبط سرعتها مع الزيادة في عزم الحمل.

الخصائص التشغيلية لمحركات DC توازي

1/ خصائص السرعة – تيار عضو الإنتاج:

إذا حفظ الجهد المؤثر (V) ثابتا ، فأن تيار المجال سيبقي ثابت ، حينئذ سيكون للفيض قيمة عظمي عند اللاحمل ولكنه سينخفض قليلا بسبب رد فعل عضو الإنتاج بمجرد زيادة الحمل ولكن الغالبية الأغراض سنعتبر الفيض ثابت ، مهملين تأثير رد فعل عضو الإنتاج.

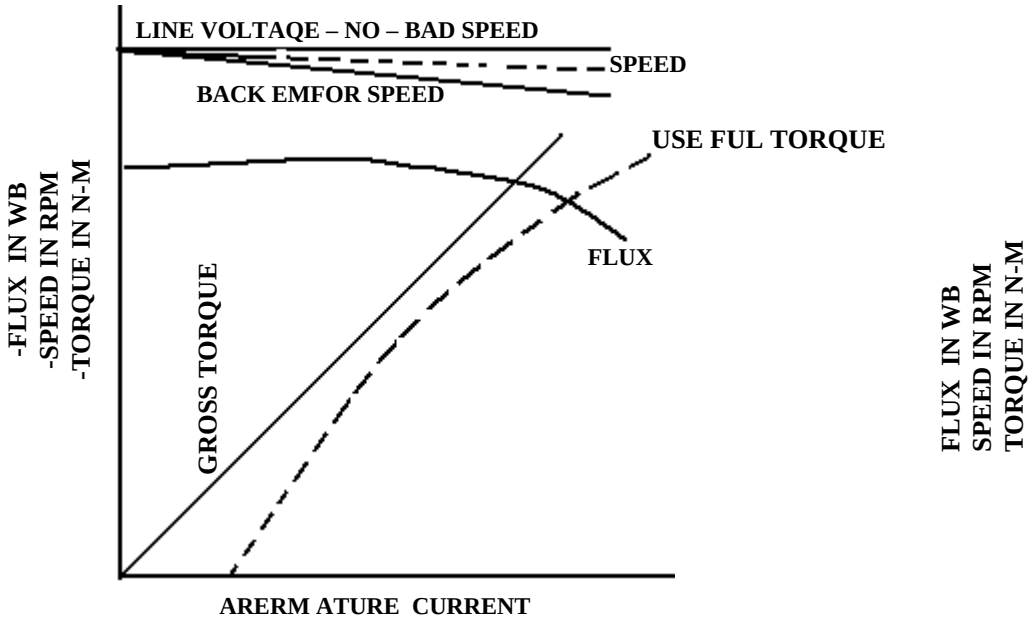
من معادلة السرعة ، نجد أن السرعة N تتناسب طردي مع ق.د.ك المضادة Eb أو (V-Ia-Ra) وتتناسب عكسيا مع الفيض ø حيث أن الفيض يعتبر ثابت كما ذكر بعالية ، لذلك بزيادة تيار عضو الإنتاج فان السرعة تهبط قليلا بسبب منحني ق.د.ك المضادة – تيار عضو الإنتاج – وحيث أن هبوط الجهد في عضو الإنتاج عند الحمل بالكامل صغير جدا بالمقارنة بالجهد المؤثر لذلك فان هبوط السرعة من اللاحمل للحمل الكامل صغير جدا وإذا اعتبرنا تأثير أزاله المغنطة لرد فعل عضو

الإنتاج ، فان هبوط السرعة بسبب هبوط الجهد في عضو الإنتاج يتم تعويضه إلي حد ما بسبب النقص في الفيض مع زيادة تيار العضو الإنتاج

وتصبح خواص السرعة وتيرا عضو الإنتاج اقل ا انحدارا كما هو مبين في شكل وهكذا فان الهبوط في السرعة من اللاحمل للحمل الكامل صغير جدا ولكن الأغراض العملية يؤخذ المحرك dc توازي كمحرك ثابت السرعة.

ونظرا لوجود تغيير طفيف في السرعة لمحرك التوازي من اللاحمل للحمل الكامل وهذا التغيير الطفيف في السرعة يمكن أن يهيئ بإدخال مقاومه في مجال التوازي وهكذا يخفض الفيض . ولذلك تستخدم المحركات توازي للأحمال التي يتم التخلص منها فجاه بدون حدوث سرعة زائدة عن الحد . وكون محركات التوازي ذات سرعة ثابتة بهذا يجعلها الأكثر مناسبة لإدارة آلات الخراطة والثقب والاحزمه الناقلة – والمراوح ولكل الأغراض حيث يكون

مطلوب سرعة ثابتة وهي ليست مناسبة للاستخدام مع الحدافات أو مع الأحمال المتقلبة أو لعمليات التوازي بسبب سرعتها الثابتة . وهي صغيره أيضا حيث يكون مطلوب درجه من التحكم في السرعة.



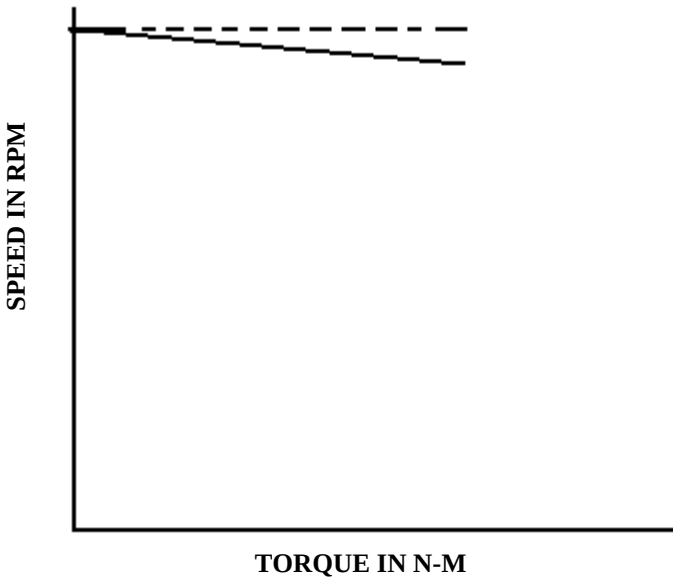
2/ خاصية العزم – تيار عضو الإنتاج:

من العلامة الخاصة بعزم محرك DC نجد أن العزم يتناسب طرديا مع حاصل ضرب الفيض / قطي وتيار عضو الإنتاج .وحيث انه في حالة محرك التوازي يعتبر الفيض/ قطب ø ثابت لذلك ، فان ا لعزم يزداد بزيادة تيار الحمل تابعا للقانون الخطي أي أن خاصيته العز τ_{22} عضو الإنتاج هي خط مستقيم يمر بنقطة الأصل (5) شكل السابق ولكز المجال بسبب رد فعل عضو الإنتاج يسبب هبوط خط العزم قليلا، وفقد الحديد والاحتكاك تسبب وقوعه أسفل الخط الممثل للعزم الكهرومغناطيسي المتولد المقابل لـ

3/ خاصية السرعة والعزم:

يمكن رسم منحني هذه الخاصية من الخاصيتين السابقين ومبنية في شكل -6) (25 هذا النوع من المحركات يستخدم في التطبيقات التي تتطلب عزم بداية متوسط مثل الطلمبات الطاردة المركزية ، المراوح ، أم آلات عمل الأخشاب، آلات الغزل والنسيج ، آلات الطباعة ، .... الخ.

محركات التوازي DC يجب أن لا تبدأ أبدا علي أحمال ثقيلة لان هذه الأحمال تحتاج تيارات بدء ثقيلة .



انقطاع دائرة المجال لمحرك DC:

انه أمر لا يمكن مخالفته ، ألا وهو أن دائرة المجال لمحرك DC لا يمكن أن تفتح عندما يكون دائرا . لأنه إذا فتحت دائرة المجال ، فان الفيض سيهبط عمليا إلي الصفر ، ولذلك ، وسوف ترتفع السرعة إلي قيمة عالية جدا . بحيث يمكن أن تتسبب القوه الطاردة المركزية المتولدة في خلع الملفات من الشقوق أو يمكن أن تتسبب في اعوجاج شد فات المبدل ، منتجه تدمير للمحرك.

الاستخدام الصحيح لأجهزة الحمل 23 سوف تحمي المحرك حيث ستنتج ق.د.ك المضادة بسبب نقص الفيض سبب زيادة في تيار عضو الإنتاج أو التيار

المسحوب من المصدر الرئيسي بواسطة المحرك . هذا التيار الزائد سوف يشغل جهاز الحمل الزائد. ويفصل المحرك عن المصدر، وهكذا يحمي المحرك.

الفصل الرابع
السرعة والعزم

Torque And Speed

التحكم في سرعة المحركات التوالي DC :

يتم التحكم في سرعة المحركات DC توالي أما بالتحكم في عضو الإنتاج أو التحكم في المجال أو التحكم في توالي – توازي

(1) طريقة التحكم في عضو الإنتاج: Armature Control Methods

ضبط سرعة المحركات DC توالي بالتحكم في عضو الإنتاج من خلال واحدة من الطرق الاتيه:

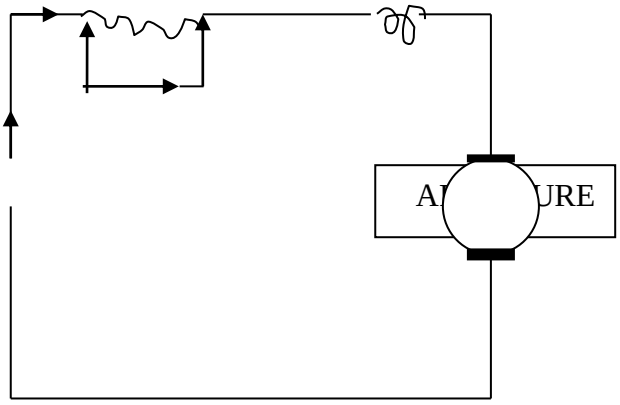
1/ التحكم بمقاومه عضوالانتاج

2/ التحكم بعضو الإنتاج المتوازي

3/ التحكم بجهد طرف عضوالانتاج

أولا التحكم بمقاومه عضوالانتاج:

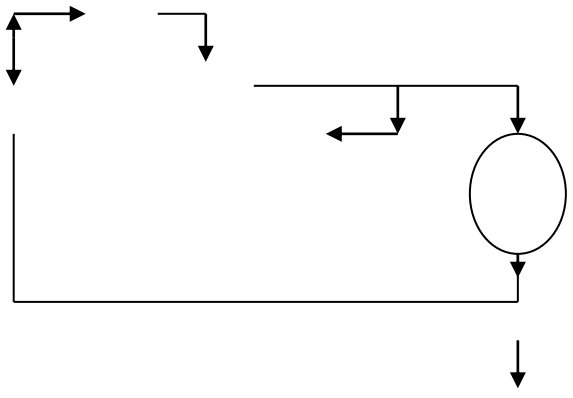
وهي أكثر الطرق استخداما وتتصل مقاومه التحكم مباشره في توالي المصدر كما موضح في الشكل



التحكم في مقاومة عضو الإنتاج للمحركات DC توالي

هذه الطريقة للتحكم في السرعة أكثر اقتصادا لأداره العزم الثابت وهذه الطريقة تستخدم أساسا لمحركات C 25 الأوناش والروافع والقاطرات لان هذه الإدارات تشغل على واجب متقطع .

ثانيا التحكم بعضو الإنتاج المتوازي:



ويستخدم هذا النظام لإعطاء سرعات بطيئة عند الأحمال الخفيفة هذا النظام ينفذ التحكم في السرعة بخفض الجهد المؤثر على عضو الإنتاج ويتغير الفيض الجهد المؤثر علي أطراف عضو الإنتاج يتغير بتغير ريوستات التوالي R1 تيار الاثاره يمكن أن يتغير بتغير مقاومه توازي عضوالانتاج لنفس تيار عضو الإنتاجR2 لنفس تيار عضوالانتاج Ia

في هذه الطريقة يمكن الحصول على التحكم في السرعة عبر مدي واسع ولكن تحت السرعة العادية.

هذه الطريقة ليست اقتصاديه بسبب مفقودات القدرة في مقاومات التحكم في السرعة والتحكم في السرعة بهذه الطريقة مقيد بفترات صغيره كما امكن.

ثالثا التحكم بجهد طرف عضو الإنتاج:

التحكم في سرعة محركات التوالي DC يمكن تنفيذها بإمداد القدرة للمحرك من مصدر متغير الجهد منفصل وهذه الطريقة نادرا ما تستخدم بسبب التكاليف المرتفعة لأجهزة التحكم .

طريقة التحكم في المجال :

يمكن التحكم في سرعة المحرك DC توالي بتغيير الفيض بأحد الأساليب الاتيه:

1/طريقة محول اتجاه المجال FIELD DIVERYOR METHO

يمكن تخفيض فيض المجال بعمل 26 إزي علي جزء من تيار المحرك حول مجال التوالي ، وهكذا تنخفض الاثاره ويضعف المجال.

2/ تحكم المجال المتفرع : TAPPED FIEDCONTROL

هذه الطريقة أخري لزيادة السرعة عن طريق خفض المجال وهي تقوم على تخفيض عدد لفات ملف المجال الذي يسري خلاله التيار.

3/طريقة ملفات المجال المتوازية :

PARALLELING FIELD COILS METHOD

هذه الطريقة المستخدمة في محركات المراوح يمكن الحصول علي عدد سرعات بإعادة ترتيب ملفات المجال في مجموعات.

معادلة السرعة Speed Equation

أن التعبير عن ق.د.ك المضادة المتولدة في عضو الإنتاج لمحرك DC تعطي كالآتي:

1. $Eb = \frac{\Phi 2N}{60} \times \frac{P}{A}$

2. $Eb = V - IaRa$

بمقارنة المعادلتين نحصل على $\frac{\Phi zn}{60} \times \frac{P}{A} = v - IaRa$

أو $$N = \frac{v - IaPa}{\Phi Z} \times \frac{60A}{P}$$

$$N = K\frac{V - IaRa}{\Phi Z} \therefore N = K\frac{Eb}{\Phi}$$

حيث

N= السرعة

Ia= تيار عضو الإنتاج

Eb = ق.د.ك.المضادة

Ø = كثافة الفيض المغناطيس

K = ثابت

P= عدد الأقطاب

A= مساحة مقطع الموصل

بما أن P، A ، Z، R هي ثابتة القيمة في الاله $\frac{\Phi zn}{60} \times \frac{P}{A} = v - IaRa$.

$$N1\alpha \frac{Eb1}{\Phi 1} - \Phi \therefore$$

$$Ea = V - IaRa$$

$$N2\alpha \frac{Eb2}{\phi 2} - -(4\ )$$

بقسمة 3 على4 $\frac{N1}{N2} = \frac{Eb2/\phi 2}{Eb1/\phi 1} = \frac{Eb2}{Eb1} \times \frac{\phi 1}{\phi 2}$

بالنسبة لمحرك DC توازي فان $\phi 1 = \phi 2$

$$\frac{N2}{N1} = \frac{Eb2}{Eb1} = \frac{V - Ia2}{V - Ia1Ra}$$

حيث 7 ثابت وهبوط الجهد في عضو الإنتاج (IaRa) يمكن إهماله بالمقارنة مع جهد الإمداد 7 ، لذلك فان السرعة لمحركDC توازي تبقي ثابتة.

أما بالنسبة لمحرك DC توالي قبل التشبع

$$\phi \alpha Ise \alpha Ia$$

حيث Ise = تيار مجال التوالي

$$\frac{\phi 1}{\phi 2} = \frac{Ia1}{Ia2}$$

$$\frac{N2}{N1} = \frac{Eb2}{Eb1} * \frac{IaIa21}{}$$

وبالنسبة لمحرك DC توالي بعد التشبع فان الفيض Ø مستقل عن تيار المجال Ise أو تيار عضو الإنتاج Ia

$$N \alpha Eb$$

$$\frac{N2}{N1} = \frac{Eb2}{Eb1}$$

تنظيم السرعة Speed Regulation

تنظيم السرعة لمحرك DC يعرف بـ [illegible] سرعة عندما ينخفض احمل على المحرك من حمل كامل إلي الصفر ويعبر عنها بالنسبة المئوية لسرعة الحمل الكامل المقننة

$$\text{نسبة تنظيم السرعة} = \frac{Na - Nf * 100}{Nf}$$

حيث أن

Na= سرعة اللاحمل

Nf= سرعة الحمل الكامل

والمحرك القادر علي الاحتفاظ بسرعة ثابتة مع تغير الحمل يقال أن له تنظيم سرعة جيد.

وتنظيم السرعة لمحركات المغنطيس الدائم جيده وهذا بسبب أن ضبوط الجملة تنظيم عضوالانتاج منخفض وتكون حوالي 10-15%

تنظيم السرعة لمحركات DC توازي هي عادة اقل من الخاصة بأنواع المغنطيس الدائم وتصل إلي اقل من 10% وهذا بسبب الانخفاض البسيط في الفيض/ القطب.

أما تنظيم السرعة لمحركات DC توالي هي في العادة صغيره جدا السبب في هذه السرعة العالية للاحمل هو انه مع الارتفاع في السرعة فان فيض المجال يضعف مسببا زيادة أكثر من السرعة تنظيم السرعة للمحركات DC لف مركب تراكمي يتراوح بن 20-50% بينما للمحركات DC لف مركب فرقي تكون حوالي 5%.

وكلا من المحركات DC توازي ومركب لها سرعة لا حمل محدودة بينما محرك DC توالي غير مستقر ويميل للعمل عند أقصي ارتفاع سرعة عندما يزال الحمل الميكانيكي.

الباب الثاني

محركات الجر الكهربائيه

ELECTRIC TRACTION MOTOR

مقدمة :

يعتبر الجر الكهربائي أحد الحلقات الرئيسية في علم الطاقة الكهربائية إذ انه يمثل العلاقة بين المحرك الكهربائي كأداة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية وبين الآلة التي يديرها أو الجهاز الميكانيكي الذي يحركه وكذلك كل ما يتصل بهذه العلاقة من أجهزة لنقل الحركة مثل السيور أو صناديق التروس حيث يتم التحكم في شكل وسرعة هذه الحركة بما يتناسب وعمل الآلة .

وتكمن أهمية الجر الكهربائي في أهمية الآلة ودورها في كل من الصناعة بمختلف أنواعها وفي نقل الركاب الذين يعتبرون أساس التنمية في جميع أرجاء العالم .

وقد ساعد تطور علم الجر الكهربائي في تطوير وتصميم الآلة وزيادة إنتاجها إلى حد كبير وكذلك تخفيف العمل الجسماني للإنسان والاستغناء عنه كلياً في الأوساط الضارة بصحته إذ أمكن التحكم في الآلة عن بعد .

هنالك عدة أنواع من المحركات الكهربائية المستخدمة في الكهربائي تختلف فيما بينها حسب طبيعة مصدر التغذية وطريقة تركيبها ونظرية عملها واهم هذه المحركات هي محركات التيار المستمر لأنها تتميز بأنها تدور بالسرعات المطلوبة بدقة وذات مدي واسع لتغيير السرعة مع إمكانية السيطرة عليها بسهولة وإمكانية عكس اتجاه حركتها الدورانية بالإضافة إلى تميزها بعزم بدء حركة مناسب .

الخواص العامة لمحركات الجر :

1. عزم كبير أثناء بدء الحركة :

أثناء بدء الحركة والتسارع تحتاج القاطرة الكهربائية لقوة جر كبيرة للحصول علي التسارع المطلوب بالإضافة إلى قوة الجر ألازمة للتغلب علي المقاومة لحركة القطار ، بينما يكون المطلوب أثناء فترة الانطلاق الحر بسرعة منتظمة فقط قوة الجر اللازمة للتغلب علي المقاومة لحركة القطار أثناء السير لأعلي المستويات المائلة يلزم قوة جر إضافية للتغلب علي تأثير الجاذبية الأرضية بالإضافة إلى القوة سابقة الذكر . لابد أن يبذل المحرك عزم كبير أثناء فترة البدء للحصول علي قوة الجر الكبيرة المطلوبة أثناء بدء الحركة .

2.خواص التوالي بين السرعة والعزم :

من المرغوب فيه أن يكون لمحركات الجر خواص محرك التوالي بين السرعة والعزم للأسباب التالية :

a.تشغيل أكثر من محرك في القاطرة الواحدة :

تحتوي القاطرة الكهربائية عادة علي عدة محركات متماثلة مثبته مع دواليب الحركة .طالما أن دواليب الحركة لها نفس القطر فان سرعة المحركات تكون متساوية ويكون الحمل موزعا بالتساوي بين المحركات . ولكن بسبب التآكل غير المتساوي في الدواليب تختلف أقطارها بعض الشئ ، مما قد يتسبب في توزيع غير متساوي للحمل علي المحركات .

b .خواص الحماية الذاتية : **31**

بسب خواص التوالي بين السرعة والعزم تحققت سرعة المحرك كلما زاد عزم الحمل والعلاقة التالية تبين ذلك عند إهمال التشبع المغناطيسي.

$$N\alpha\frac{1}{Ia}\text{و}T\alpha Ia^2$$

حيث N = السرعة

T = العزم

I = تيار المنتج

$$Powerout\ \alpha\ T.N\alpha\frac{1}{\sqrt{T}}\alpha\sqrt{T}$$

3.بساطة التحكم في سرعة المحرك :

يجب أن تكون الطرق المستخدمة للتحكم محركات الجر بسيطة في كيفية تغيرها

4. قابليتها للتعديل لاستخدام الفرامل الكهربائية :

يجب أن تكون محركات الجر قابلة لتطبيق الطرق المختلفة لفرامل عليها بسهولة مثل الفرامل الديناميكية والفرامل بإعادة التوليد والفرامل باستخدام التيار المعكوس أو التبديل .

5. قابليتها لتحمل الارتفاع المفاجئ في الجهد :

حيث في بعض الأحيان يحدث ارتفاع مفاجئ في الجهد بسبب عمل احد قواطع التيار لإزالة خطا ما بشبكة الجر هذا الارتفاع المفاجئ بسبب زيادة مفاجئة في التيار يجب علي المحرك أن يتحملها دون إحداث أي ضرر به .

6. تحمل الانقطاع المؤقت لمصدر الجهد :

الانقطاع المؤقت لمصدر الجهد قد يحدث عند تقاطع الطرق الانتقال في شبكة ج إلى أخري عند إعادة جهد المصدر ، ربما تكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية قد انخفضت كثيراً عن قيمتها الولي مما يتسبب عنه مرور تيار كبير بالمحرك .

7. الصلابة :

يجب أن تكون محركات الجر صلبة في هيكلتها الخارجي وتركيبها الداخلي لتتحمل عزم الجر الكبير المتولد بواسطتها وتتحمل كذلك الاهتزاز والارتجاج الذي تتعرض لهما أثناء حركة القطار .

8. وزن وحجم المحرك :

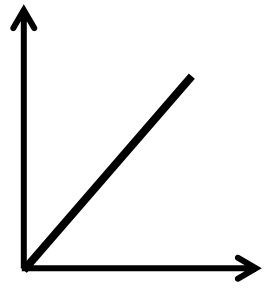
يجب إنقاص وزن محرك الجر بقدر الامكان لسهولة تثبيته مع دواليب الحركة وللتوفير في الطاقة المستهلكة ويجب أيضا الحرص علي الإنقاص من حجمه بسبب محدودية وضيق المكان المخصص لتثبيته .

محركات التيار المستمر كمحركات للجر

1. خواص محرك التوالي :

في المحركات علي التوالي توصل ملفات المجال علي التوالي مع ملفات المنتج . تتكون ملفات المجال من سلك سميك ذي عدد قليل من الملفات بحيث تكون ذات مقاومة صغيرة من الواضح أن تيار المنتج I_a يمر بالكامل في ملفات المجال فعند زيادة التحميل يزداد تيار المنتج وبالتالي تيار الحمل إذ يزداد المجال المغناطيسي في محركات التوالي مع زيادة تيار المنتج بزيادة التحميل .

أ/ علاقة العزم مع تيار المنتج : (T/I_a) يعتمد المجال المغنطيسي علي تيار المجال أي علي تيار المنتج ($I_a \Phi$) إذ يتناسب العزم مع مربع تيار المنتج (T I_a) طالما أن العلاقة بين المجال المغناطيس وتيار المجال علاقة خطية أي قبل أن يصل المحرك إلى مستوي التشبع المغناطيسي .

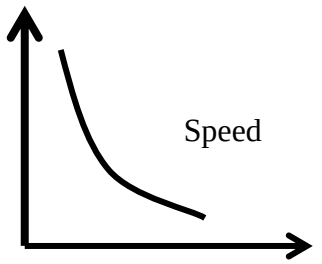


ب/ علاقة السرعة مع تيار المنتج (N/I_a) :

N E /Q

كلما ازداد تيار المنتج تنقص قيمة E نقصا طفيفا وتزداد قيمة Q مع زيادة تيار المنتج قبل الوصول لمستوي التشبع المغناطيسي أي أن $1/I_a$ $1/Q$ N عندما يصل المحرك لمستوي التشبع تثبت قيمة المجال المغناطيسي وتثبت السرعة أيضا سرعة محرك التوالي تتناسب عكسياً مع تيار المجال قبل التشبع المغناطيسي ثم تصبح ثابتة بعد الوصول إلى التشبع .

I_a



جـ/ علاقة العزم مع السرعة : T/N

علاقة العزم مع السرعة **تاجها من العلاقتين السابقتين من الواضح أن محرك التوالي يولد عزم لسرعات العالية والعكس صحيح هذا بسبب أن الزيادة في العزم تتطلب زيادة في تيار المنتج وبالتالي زيادة في تيار المجال**

ملاحظات في خواص محرك التوالي : DC :

محرك التوالي ذو سرعة صغيرة تلقائيا أي أن المحرك يغير من سرعته ذاتيا حسب التحميل . عندما ينقص الحمل تزداد سرعة المحرك تلقائيا هذه الخاصية مطلوبة للجر الكهربائي حيث يضبط المحرك سرعته ذاتيا مع تغير التحميل .

عندما يصل المنتج إلى قيمته عند اللاحمل بسبب إزالة الحمل يصبح المجال المغناطيسي صغيراً جداً تزداد السرعة إلى قيمة عالية جدا إلى درجة الخطورة حيث يمكن أن يتحطم العضو الدوار تحت تأثير قوي الطرد المركزي يجب أن لا يبدأ محرك التوالي حركته بدون أحمال بل يجب أن يتم تحميله أولاً ثم بدء الحركة اقل حمل لمحرك التوالي يجب أن يكون بالقدر الكافي للحفاظ علي السرعة في الحدود المعقولة وللاحتياط لابد من تزويد المحرك بالأجهزة اللازمة لفصل المحرك من مصدر الجهد عند زيادة السرعة عن الحد المسموح به .

مميزات وعيوب الجر الكهربائي

1. المميزات :

1. النظافة التي تصاحب استخدام المحركات الكهربائية

2. يوفر المحرك الكهربائي عزما كبيرا لبدء الحركة

3. يوفر المحرك الكهربائي تغييرا بالغ النعومة في السرعة

4. يوفر المحرك الكهربائي إمكانية استخدام الفرامل الكهربائية وهي تتيح إعادة الطاقة إلى الشبكة الكهربائية عند استخدام الفرامل بإعادة التوليد أثناء السير إلى أسفل المنحدرات .

5. الوقت اللازم لصيانة وإصلاح المركبة الكهربائية اقل بكثير مما تحتاجه المركبات الأخرى .

6. تكاليف الصيانة والإصلاح للمركبات الكهربائية تبلغ حوالي نصف تلك التكاليف المركبات الأخرى .

7. لا تحتاج المركبات الكهربائية لوقت لكي تصبح جاهزة للعمل

8. التخلص من الأدخنة والعادم الذي قد يحتوي علي عناصر سامة

العيوب :

1.تكلفة الإنشاء مرتفعة

2.أي عطل في الشبكة الكهربائية ولو لفترة وجيزة سوف يؤدي الي شلل تام لحركة السير قد يمتد لساعات طويلة .

3.التداخل الذي يحدث بين شبكة الجر الكهربائي وخطوط الهاتف والاتصالات.

الباب الثالث

صيانة محركات الجر الكهربائيه

مقـــــدمة:

أن محركات الجر الكهربائية كغيرها من الأجهزة الكهربائية معرضه لأعطال تحدث بشكل طبيعي قد تكون أسبابها تطبيقية أو تنفيذية أو تصميميه فالتطبيقية تكون في تطبيق أعاده اللف حيث تحدث هنالك بعض الأخطاء لا يمكن استكشافها الا أثناء العمل . أما التنفيذية فقد يكون المحرك جيد في إعادة لفه ولكن في ربط المحرك واعمل يحدث هنالك أخطاء قد تكون سببا في احتراق ملفاته ، أما ألتصميمه فعند تغيير بعض الخواص للمحرك يكون وقوع الخطأ متاحا فعند توصيل المحرك بالعمل يحدث العطل.

*** أنواع الأعطال:**

تقسم أعطال المحرك الجر إلي سسيس.

1/أعطال كهربائيه:

ويقصد بها الأعطال التي تمنع أو تعيق مرور التيار في ملفات المحرك أو الخطوط الرئيسية بشكل طبيعي يتناسب مع خواصه التي صنع من اجلها كقطع في احدي ملفات المحرك الداخلية أو نحاس احد للأسلاك مع جسم المحرك وغيرها.

2/ أعطال ميكانيكية:

ويقصد بها الأعطال التي تخص القطع المعدنية الخاصة بالمحرك دون العلاقة بمسار التيار وان كان ذلك يؤثر في مسار التيار بشكل غير مباشر .

3/ أسباب الأعطال:

أن لكل عطل سبب يؤدي إلي حدوث هوقد يجتمع أكثر من عطل في سبب واحد والعكس ويمكن اختصار الأسباب في شكلين رئيسين.

الأول : الأسباب الخارجية:

وهي التي تكون من خارج المحرك والتي تسببت في العطل الواحد أو أكثر وقد تكون كهربائيه كقطع في احد الخطوط الرئيسية التي تتغذي المحرك وقد تكون ميكانيكية بسبب فقدان الحمل.

الثاني: الأسباب الداخلية:

وهي التي تكون من داخل المحرك سواء كان كهربائيه كقصر في ملفات العضو الثابت أو ميانيكيه كتلف كراسي التحميل .

يتم تقسم الصيانة إلي نوعين:

1/الصيانة الدورية أو الوقائية:

حيث أن بالنسبة لمحركات الجر الكهربائية فتكون الصيانة الدورية بعد 1000/ساعة تشغيل وتكون شامله لكل أجزاء المحرك من الجانب الميكانيكي والكهربائي.

2/ الصيانة العلاجية أو الاضطرارية:

وتتم بعد ظهور خلل في أداء اله 38 عن العمل .

الأعطال الشائعة وطريقه صيانتها:

1/ أعطال عضو الإنتاج:Armature

O قصر في الملفات

B التماس احد الملفات مع جسم المحرك.

يتم فحصها بواسطة جهاز الاوم ميرت ومعالجتها بالهزل إذا وجد قصر أو التماس.

2/ أعطال العضو الدوار (Rotor)

- وجه قصر في صفائح العضو الدوار.

ويتم قياسها بواسطة جهاز الاوميتر ويتم فصل القصر بواسطة قطعة معدنية رقيقه (صفيحة منشار مثلا)لإزالة الكربون أو المادة المسببة للقصر.

3/ أعطال حوامل الفرش:

تكون الفرش مثبته على العضو الثابت في قواعد ثابتة . يوجد في محرك الحجر 4 حوامل للفرش بداخله فحمتين كربونيتين والتي بواسطتها تنتقل الكهرباء إلي عضو التوحيد . وتكون الأعطال في الفرش بتآكلها ويتم تغيرها بفرش جديدة.

الباب الرابع

تشغيل محركات الجر الكهربائيه والتحكم فيها داخل القاطرة

محركات الجر الرئيسية:

مهمتها تحويل الطاقة الكهربائية إلي طاقة حركيه بواسطة ترس مربوط بالمحرك يوصل إلي ترس موجود بالعجل يتم نقل الحركة بواسطة هذا الترس.

يستمد المحرك الطاقة الكهربائية من موصل بعمود مع ماكينة الديزل الرئيسية يتم نقل الطاقة الحركية من الماكينة ليتم تحويلها إلي طاقه كهربائية بواسطة هذا المولد.

طريقة التحكم في توليد المولد:

هنالك مولد آخر يسمي المولد المغذي موصل مع عمود الماكينة الرئيسية يتم تغذية ملفات هذا المولد بتيار من بطاريات ويتم التحكم في عملية هذه التغذية بواسطة مقاومات عن طريق يد تسمي الكنترول ويبدأ تدريجها من 1 إلي 8 يتم وضع يد الكنترول في المدرج 1 يمر تيار كهربائي يمر إلي ملفات المولد الرئيسي عن طريق Contac توليد كهربائي يمر إلي ملفات الرئيسي يسمي ال G.F ليتم توليد تيار المولد الرئيسي ليتم توصيله إلي محركات الجر الرئيسية عبر Contacts تعمل مع وضع يد الكنترول في المرحلة (1) وتبدأ المحركات بعملية الدوران لزيادة دوران المحركات عندما يتم وضع يد الكنترول في المدرج (2) يمر تيار إلي بلف مغناطيسي موضوع بمنظم الوقود الخاص بالماكينة الرئيسية تتم زيادة الوقود المار إلي الماكينة لتزداد لفات الماكينة ،أيضا يتم قطع جزء من المقاومات الموصلة بدائرة مجال المولد المغذي ليتم زيادة التيار المار إلي هذه الملفات وبالتالي يزداد التوليد الخاص به ليزداد التيار المار إلي ملفات المولد الرئيسي مع زيادة دوران هذا المولد بواسطة الماكينة الرئيسية وبالتالي يزداد التوليد المار إلي المحركات الرئيسية وتزداد سرعة دورانها وهكذا.

الحمايات الموجودة بدائرة المحركات:

في حالة حدوث عطل في احد المحركات الرئيسية هنالك Relay عن طريق توصيله بعلبه بيان توضح أن المحرك فقد حمله أي أن هنالك رفيف(No-load) ومن المعروف أن محرك التوالي عندما يفقد حمله فان ذلك سيؤدي إلي تدميره لذلك توصل مقاومات يتم بموجبها تقليل التيار المار إلي ملفات .المولد الرئيسي ليتم تقليل التوليد الخاص به.

في حالة وجود تلامس أي كيبل من هده الكوابل التي تعمل بدائرة المحركات والمولد الرئيسي أو وجود تلامس أي جزء من هذه المحركات أو المولد الرئيسي أن هنالك Relay يسمي Relay الأرضي (R.R) يقوم بفصل آل Contac G.F Contac المحركات ليتم فصل ملفات المولد الرئيسي من توليد المولد المغذي ويتم فصل محركات الجر الرئيسية من توليد المولد الرئيسي.

وأيضا يتم ربط مقاومه متغيره تعمل بواسطة ضغط زيت الماكينة عندما تكون كفاءة الماكينة الرئيسية اقل من الحمل الموجود علي المولد الرئيسي تعمل هذه المقاومة بالرجوع إلي نقطة البداية وبالتالي يقل التيار المار إلي ملفات المولد المغذي ويقل التوليد الخاص به وبالتالي يقل التوليد في المولد الرئيسي.