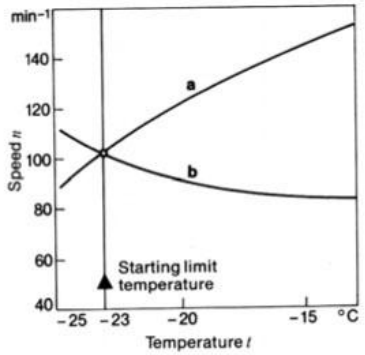
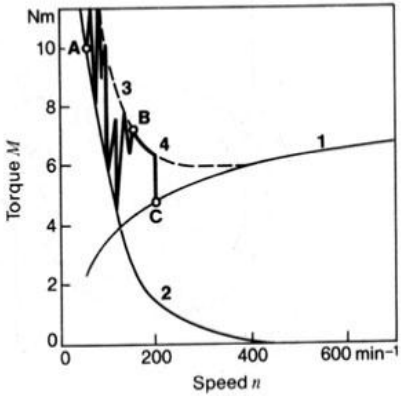
المحاضرة الخامسة عشرة



شكل (٢ – ٣٣): أقل درجة حرارة يمكن عندها إدارة محرك ديزل ٢ لتر (نقطة التقاطع)

(المحور الأفقي يمثل درجة الحرارة t، بينما المحور الرأسي يمثل سرعة دوران n محرك المركبة (b) و بادئ الحركة (a))

مثال (٢): شكل (٢ – ٣٤) يوضح أقل سرعة دوران يمكن أن يبدأ عندها خليط الهواء والوقود في الاحتراق ومن ثم يبدأ محرك المركبة في الدوران معتمداً على نفسه (النقطة C على المنحنى). المنحنى (١) يمثل العزم النظري لمحرك المركبة بفرض الاحتراق السلس والمنتظم للخليط. المنحنى (٢) يمثل عزم بادئ الحركة. المنحنى (٣) (الخطوط الشُرَطْ) يمثل العزم الكلي النظري (مجموع عزم المحرك وعزم بادئ الحركة). المنحنى (٤) (الجزء المستمر على الخط الشُرَطْ) يمثل العزم الكلي الفعلي كنتيجة لعدم الاحتراق المنتظم. النقطة (A) يبدأ عنها الاحتراق غير المنتظم، بينما النقطة (B) يبدأ عندها الاحتراق السلس و المنتظم.



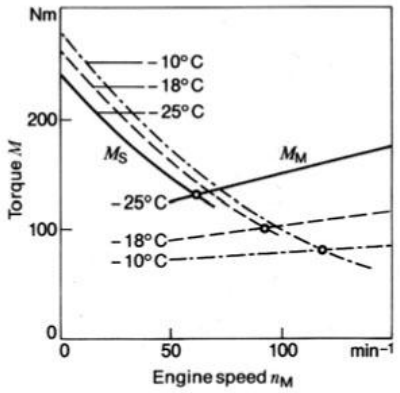
شكل (٢ – ٣٤): أقل سرعة دوران يمكن أن يبدأ الحريق المنتظم واعتماد محرك المركبة على نفسه في استمرارية العمل (النقطة C)

(المحور الأفقي يمثل سرعة الدوران n ، بينما المحور الرأسي يمثل العزم M)

مثال (٣): شكل (٢ – ٣٥) يوضح أقل سرعة يمكن أن يبدأ عندها محرك مركبة إشعال بالشرارة سعته ٣ لتر عند درجات حرارة مختلفة (– ١٠ °م و– ١٨ °م و – ٢٥ °م)، ويمثلها نقاط التقاطع بين عزم محرك المركبة (M_M) وعزم بادئ الحركة (M_S). هذه المنحنيات تمثل أداء محرك المركبة وبادئ الحركة مع بطارية ٥٥ أمبير- ساعة (55 Ah).

منظومات بدء الحركة متاحة بمقننات جهد مختلفة. على سبيل المثال: السيارات الصغيرة اليوم لها

نظام ١٢ فولت (12 V)، الشاحنات و الباصات تستخدم أنظمة ١٢ فولت (12 V) و ٢٤ فولت (24 V)، ومقنن الجهد القياسي لبادئ الحركة في الباصات الكبيرة والشاحنات هو ٢٤ فولت (24 V) لأن أقل فقد في الجهد يسمح باستخدام بادئ حركة أصغر بالنسبة لقيمة الخرج. وهكذا، نجد أن لكل نوع مركبة وحسب بادئ الحركة المستخدم معها، هناك مقنن جهد خاص بهذا النوع. الخلاصة أن مقنن الجهد لبادئ الحركة الصغير هو ١٢ فولت، وبالنسبة لبادئ الحركة متوسط الحجم فهو بين ١٢ فولت و ٢٤ فولت. تزيد قيمة مقنن الجهد عن ٢٤ فولت في بادئ الحركة كبير الحجم اعتماداً على طبيعة ونوع الاستخدام.



شكل (٢ – ٣٥): أقل سرعة دوران يبدأ عندها محرك مركبة إشعال بالشرارة ٣ لتر الدوران معتمداً على نفسه عند درجات حرارة مختلفة (أقل سرعة يمثلها نقاط التقاطع)

(المحور الأفقي يمثل سرعة دوران محرك المركبة n_M، بينما المحور الرأسي يمثل قيم العزم M)

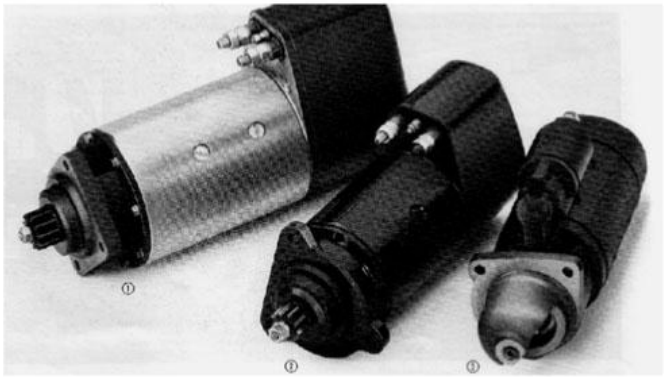
بصفة عامة يمكن تصنيف الأنواع المختلفة لبادئ الحركة على عدة أسس، منها على سبيل المثال:

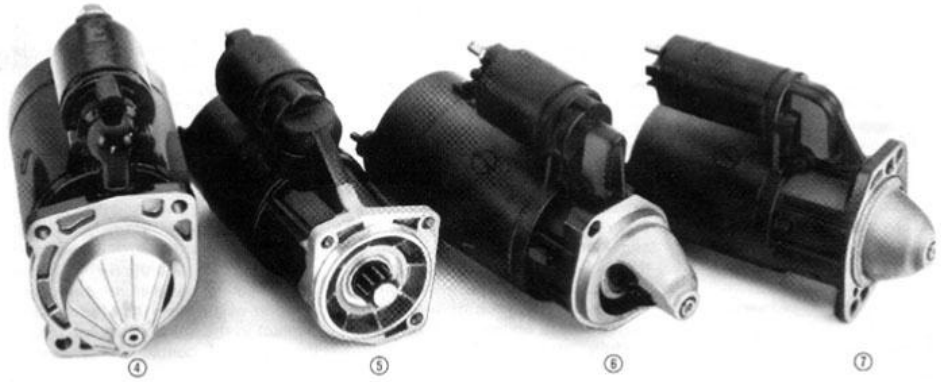
١- تصنيف على أساس نوع دائرة محرك بدء الإدارة الكهربائي: يقصد توصيل ملفات المجال (ملفات الإثارة) وملفات عضو الاستنتاج بالنسبة لبعضها البعض (توالي – توازي – مركب) (راجع الأشكال ٢ – ١٣ و ٢ – ١٤).

٢- تصنيف على أساس نوع مفتاح التحكم: استخدام مفتاح كهرومغناطيسي فقط أو استخدام مفتاح كهرومغناطيسي ومُرَّحل أو استخدام مُرَّحل فقط (راجع الأشكال ٢ – ٢ و ٢ – ١٣ و ٢ – ١٦ و ٢ – ١٧).

٣- تصنيف على أساس طريقة إدارة محرك المركبة (طريقة تعشيق ترس البنيون مع الترس الحلقي لحذافة محرك المركبة): تعشيق موجب أو تعشيق بالترس الحلزوني الدفعي أو التعشيق المسبق لترس البنيون.

٤- تصنيف على أساس استخدام نسبة نقل حركة وسطية ونوعية الوسيلة في حالة استخدامها من عدمه: قد لا تكون هناك نسبة نقل حركة وسطية، وقد تستخدم نسبة نقل حركة عبارة عن ترسين منهما الصغير يركب على عمود عضو الاستنتاج والكبير





شكل (٢ – ٣٦): أنواع مختلفة من بادئ الحركة

على عمود مجموعة الإدارة، وقد تستخدم مجموعة تروس كوكبية للحصول على نسبة نقل الحركة المطلوبة.

٥- تصنيف على أساس مكان ترس البنيون (داخل أم خارج بادئ الحركة): داخل جسم بادئ الحركة وله غطاء ضمن مجموعة الإدارة أو خارج بادئ الحركة وبقية مجموعة الإدارة في داخله (شكل ٢ – ٣٦ (١، ٢)).

٦- نوع المغناطيس المستخدم للإثارة: استخدام مغناطيس دائم أو استخدام مغناطيس كهربائي.

٧- مكان مفتاح التشغيل الكهرومغناطيسي: يثبت فوق بادئ الحركة (إذا كان مسؤولاً أيضاً عن تعشيق البنيون) أو يركب بعيداً إذا كان يؤدي فقط وظيفته الكهربائية.

مما سبق وحتى يكون التقسيم محدوداً، يتم تقسيم بادئ الحركة إلى أنواع ثلاثة رئيسة معنية بمحرك بدء الإدارة الكهربائي وبطريقة تعشيق ترس البنيون مع الترس الحلقي لحذافة محرك المركبة.

الأنواع الرئيسة الثلاثة لبادئ الحركة هي:

١- بادئ الحركة الموجب التعشيق (Positive Engagement Starter)

٢- بادئ الحركة ذو التشغيل الكهرومغناطيسي (Solenoid-actuated Starter)

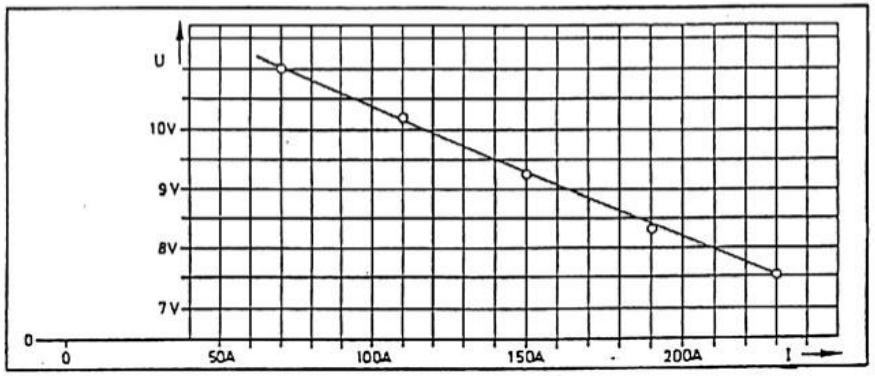
٣- بادئ الحركة ذو المغناطيس الدائم (Permanent Magnet Starter)

المنحنيات الخصائصية لبادئ الحركة (Starter Characteristic Curves)

المنحنيات الخصائصية لبادئ الحركة هي مجموعة من المنحنيات تمثل العلاقات بين مجموعة من المتغيرات مثل: جهد البطارية والتيار وسرعة الدوران وعزم الدوران والقدرة الفعالة والكفاءة.

فيما يلي، سنقدم شرحاً للمنحنيات الخصائصية لأحد أنواع بادئ الحركة (محرك بدء الإدارة الكهربائي من نوع التوالي) وطبيعة العلاقة بين المتغيرات المختلفة المشار إليها. يجب ملاحظة أن كل نوع من أنواع بادئ الحركة له مجموعة منحنيات خاصة به وتميزه عن غيره.

١- منحنى العلاقة بين جهد البطارية والتيار (U - I Curve)



شكل (٢ – ٤٥): منحنى العلاقة بين جهد البطارية (U) والتيار (I)

(المحور الأفقي يمثل شدة التيار بالأمبير، والمحور الرأسي يمثل جهد البطارية بالفولت)

من منحنى العلاقة بين جهد البطارية (U) والتيار (I) الموضح في شكل (٢ – ٤٥)، نلاحظ ما يلي:

١- جهد البطارية لا يعتبر ثابتاً أثناء سحب التيار منها عند تشغيل بادئ الحركة. ينخفض جهد البطارية تدريجياً كلما زادت قيمة التيار المسحوب منها، بسبب وجود مقاومة كهربائية في البطارية وبادئ الحركة ومفتاح التشغيل الكهرومغناطيسي.

٢- ينخفض جهد البطارية بشدة (يصل إلى نهايته الصغرى) عندما يوشك محرك المركبة على بدء الدوران، في نفس اللحظة يكون التيار المسحوب قد وصل إلى نهايته العظمى.

٣- إذا كانت البطارية غير مشحونة شحناً تاماً ودرجة الحرارة منخفضة، قد لا يتحقق بدء إدارة المحرك حسب الظروف في بند (٢). تعتبر هذه الحالة، هي أسوأ ظروف بدء الإدارة المحرك.

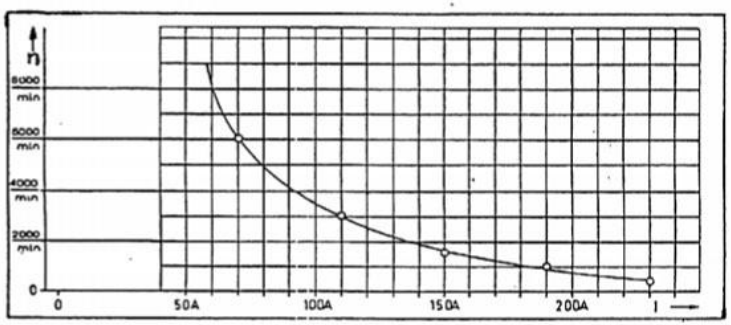
٢- منحنى العلاقة بين سرعة الدوران والتيار (n - I Curve)

من منحنى العلاقة بين سرعة الدوران (n) والتيار (I) الموضح في شكل (٢ – ٤٦)، نلاحظ ما يلي:

١- تنخفض سرعة الدوران مع زيادة قيمة التيار المسحوب.

٢- يصل التيار إلى قيمته العظمى عندما يبدأ محرك المركبة في الدوران (عند سرعة دوران لبادئ الحركة تساوي تقريباً صفراً).

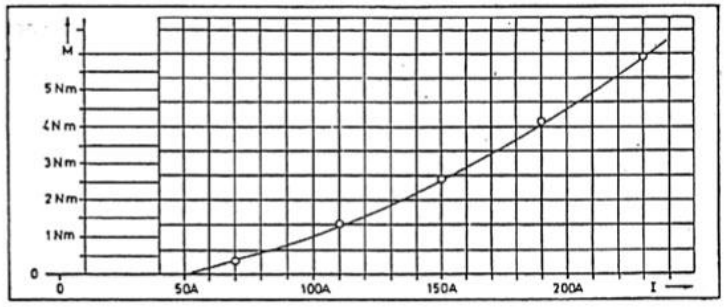
٣- يمكن استنتاج الخاصية المميزة لمحركات التوالي الكهربائية لبدء الإدارة، وهي أنه عند التحميل المنخفض (التيار المسحوب صغير) يبلغ بادئ الحركة سرعات دوران شديدة الارتفاع وعند التحميل (زيادة التيار المسحوب) تنخفض سرعة الدوران بسرعة.



شكل (٢ – ٤٦): منحنى العلاقة بين سرعة الدوران (n) والتيار (I)

(المحور الأفقي يمثل شدة التيار بالأمبير، والمحور الرأسي يمثل سرعة الدوران لفة/دقيقة)

٣- منحنى العلاقة بين عزم الدوران والتيار (M - I Curve)



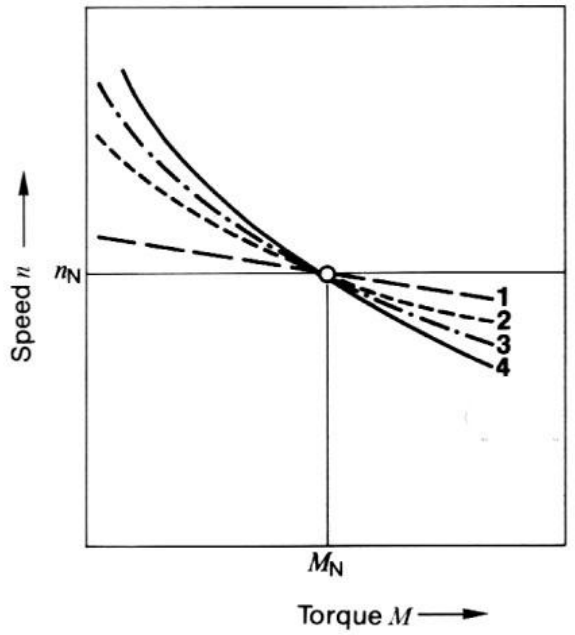
شكل (٢ – ٤٧): منحنى العلاقة بين عزم الدوران (M) والتيار (I)

(المحور الأفقي يمثل شدة التيار بالأمبير، والمحور الرأسي يمثل عزم الدوران بالنيوتن.متر)

من منحنى العلاقة بين عزم الدوران (M) والتيار (I) الموضح في شكل (٢ – ٤٧)، نلاحظ ما يلي:

١- عزم دوران بادئ الحركة يزيد مع زيادة التيار المسحوب من البطارية.

٢- يمكن استنتاج خاصية أخرى مميزة لمحركات التوالي الكهربائية لبدء الإدارة، وهي أن محرك التوالي يحوز عزم دوران كبير جداً في حالة السكون وعند سرعات الدوران المنخفضة، لذلك يعتبر محرك التوالي لبدء الإدارة الكهربائي ذا صلاحية جيدة للاستعمال في بادئ حركة المركبات الآلية.



٤- منحنى العلاقة بين سرعة الدوران وعزم الدوران (n - M Curve)

(١- محرك بدء إدارة كهربائي توازي مع جهد ثابت

٢- محرك بدء إدارة كهربائي ذو مغناطيس دائم

٣- محرك بدء إدارة كهربائي مركب

٤- محرك بدء إدارة كهربائي توالي)

شكل (٢ – ٤٨): منحنى العلاقة بين سرعة الدوران (n) وعزم الدوران (M)

من منحنى العلاقة بين سرعة الدوران (n) وعزم الدوران (M) الموضح في شكل (٢ – ٤٨)، نلاحظ ما يلي:

١- للأنواع الأربعة من محركات بدء الإدارة الكهربائية الموضحة في الشكل، كلما زاد عزم الدوران قلت سرعة الدوران والعكس صحيح.

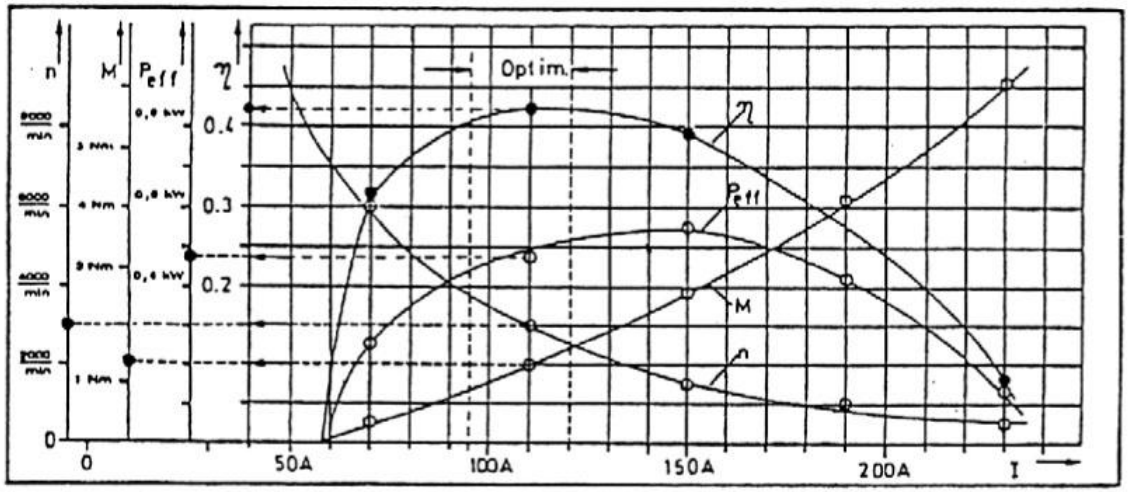
٢- يتساوى أداء محركات بدء الإدارة الكهربائية الأربعة ولا توجد فروق بينها (تتساوى قيمة عزم الدوران وقيمة سرعة الدوران) عند قيمة متوسطة للعزم وسرعة الدوران.

٣- أداء محرك بدء الإدارة الكهربائي التوازي مع الجهد الثابت أفضل من بقية الأنواع الأخرى حيث يكون الانخفاض في سرعة الدوران صغيراً مع التغير الكبير في قيم عزم الدوران.

٤- يعكس ترتيب أداء محركات بدء الإدارة الكهربائية (ذات المغناطيس الدائم والمركب والتوالي) بالنسبة لبعضها في القيم المتوسطة لعزم الإدارة عنها في القيم العليا للعزم وما يقابلها من قيم سرعة الدوران

٥- منحنيات العلاقة بين كل من سرعة الدوران وعزم الدوران والقدرة الفعالة والكفاءة وبين التيار

(n, M, P_{eff}, η - I Curves)



شكل (٢ – ٤٩): منحنى العلاقات بين كل من سرعة الدوران (n) وعزم الدوران (M) والقدرة الفعالة (P_{eff}) والكفاءة (η) وبين التيار (I)

(المحور الأفقي يمثل شدة التيار بالأمبير، والمحور الرأسي يمثل بقية المتغيرات ولكل متغير مقياس خاص به)

من منحنيات العلاقة بين كل من سرعة الدوران (n) وعزم الدوران (M) والقدرة الفعالة (P_{eff}) والكفاءة (η) وبين التيار (I)، الموضحة في شكل (٢ – ٤٩)، نلاحظ ما يلي:

١- لكل قيمة تيار مسحوب من البطارية (الحمل)، يمكن الحصول على القيم المناظرة لسرعة وعزم الدوران والقدرة الفعالة والكفاءة لبادئ الحركة.

٢- منحنى الكفاءة يماثل منحنى القدرة الفعالة من حيث الشكل، وتصل كفاءة بادئ الحركة حدها الأقصى عند قيمة متوسطة للتيار المسحوب (الحمل).

٣- القدرة الفعالة تساوي صفراً في حالة السكون، وتكون قيمتها صغيرة جداً عند التيارات المسحوبة الكبيرة والعالية.

٤- كلما زاد التيار، قلت سرعة الدوران وزاد عزم الدوران.

٥- كلما زاد التيار (في حدود القيم المتوسطة)، زادت القدرة الفعالة والكفاءة.

٦- كلما زاد التيار (في حدود القيم العالية)، تقل القدرة الفعالة والكفاءة.