

## مقدمة إلى تقنيات التحكم بالحركة:

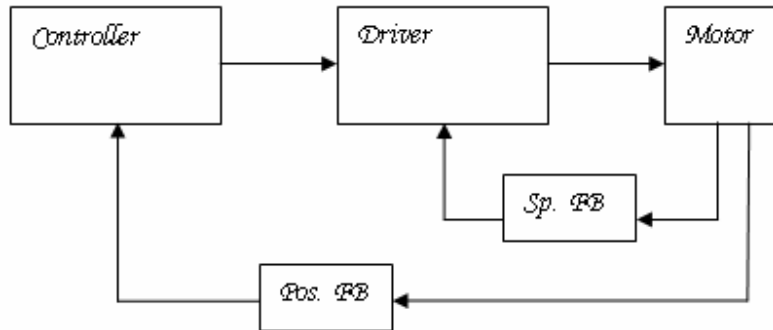
### *Introduction to motion control techniques:*

#### 1 تعريف أنظمة التحكم بالحركة:

في الحقيقة هناك عدد كبير من تعريفات أنظمة التحكم بالحركة Motion Control Systems. ولكن نستطيع تعريفه بأنه نظام يقوم بالتحكم بموضع وسرعة الجملة الميكانيكية المرتبطة به. إن استخدام أنظمة التحكم بالحركة لا بد منها في عدد كبير جداً من التطبيقات في خطوط الإنتاج والآلات. حيث إن التحكم بالسرعة والموضع أمر لا غنى عنه في هذه التطبيقات. بشكل عام هناك نوعان من أنظمة التحكم بالحركة من حيث وجود مراحل تغذية عكسية بها أو لا. يبين المخططان التاليان الشكل العام لكل من هذين النوعين:



النظام ذو الحلقة المفتوحة



## النظام ذو الحلقة المغلقة

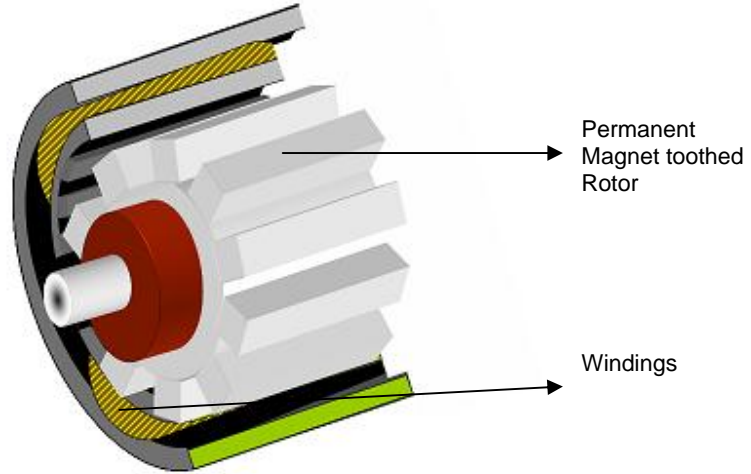
نلاحظ أن الفرق بين المخططين هو وجود عنصرا التغذية العكسية لكل من السرعة Sp. FB والموضع Pos. FB. وبالطبع لا بد لدارة التحكم ودارة القيادة أن تكونا مجهزتين تقنياً لمعالجة المعلومات الواردة من عناصر التغذية العكسية. مما يعني زيادة في كلفة النظام ذي الحلقة المغلقة. وسنتحدث فيما يلي عن المحركات المستخدمة في كلا النوعين من الأنظمة وطريقة قيادتها بشكل مقتضب، حيث إن التوسع فيها قد يستغرق عدداً من المقالات بل ربما عدد من الكتب.

## 2 مقدمة إلى المحركات المستخدمة في أنظمة التحكم بالحركة:

هناك عدة أنواع من المحركات التي يستخدمها المهندسون في هذه الأنظمة، نبين فيما يلي أشهر هذه الأنواع:

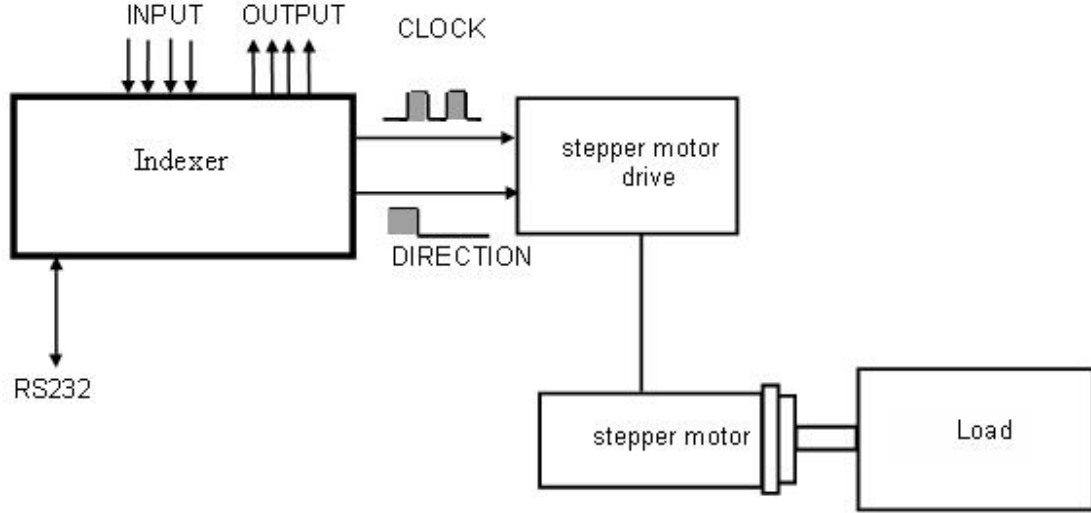
### 2.1 المحركات الخطوية:

إن المحركات الخطوية تعد من أشهر أنواع المحركات المستخدمة في أنظمة التحكم بالحركة، كما أنها تعد من المحركات المستخدمة بكثرة في الآلات البسيطة وذات السعر المنخفض. ويعد هذا المحرك من المحركات التي تعمل وفقاً لنظام الدارة المفتوحة. ونبين الشكل التالي البنية الداخلية لهذا المحرك:

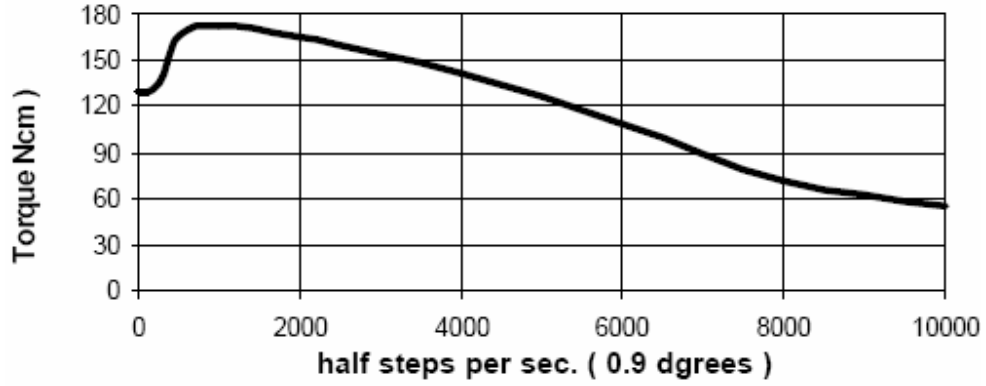


أما بالنسبة لطريقة قيادتها، فهي من أبسط طرق القيادة والتحكم في أنظمة التحكم بالحركة. تقوم دارة التحكم بإرسال قطار من النبضات إلى دارة القيادة، كل نبضة تسبب دوران المحرك خطوة واحدة (تعادل 1.8 درجة في المحرك رباعي الأقطاب وفي حالة العمل بخطوة كاملة Full Step). بالإضافة لبعض الأوامر التحكمية كأمر وضع دارة القيادة في الخدمة (enable) وأمر جهة الدوران (Direction)، وأمر اختيار نظام الخطوة الكاملة (full step) أم نصف الخطوة (half step) ... إلخ.

يبين الشكل التالي المخطط العام لنظام التحكم بالمحرك الخطوي:



يبين المنحني التالي منحني العزم/السرعة بالنسبة للمحركات الخطوية:



من مزايا النظام السابق الميزات التالية:

- سهولة التحكم.
- انخفاض السعر.
- عدم الحاجة لصيانة المحرك.

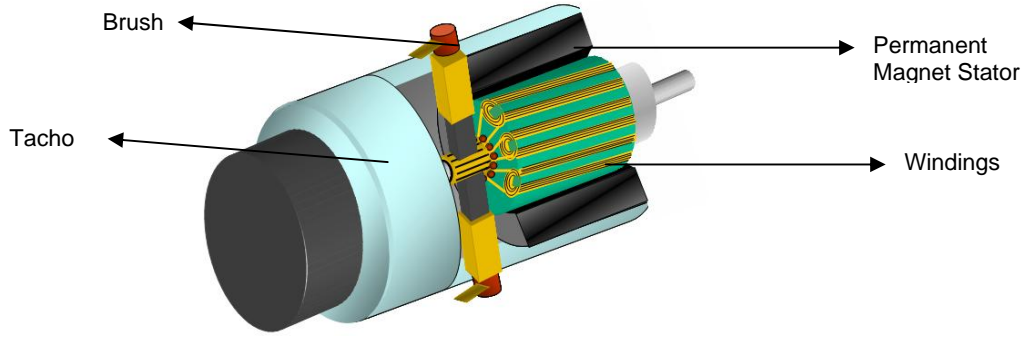
- العزم العالي عند التوقف Holding torque.

أما السليبيات فنجملها بما يلي:

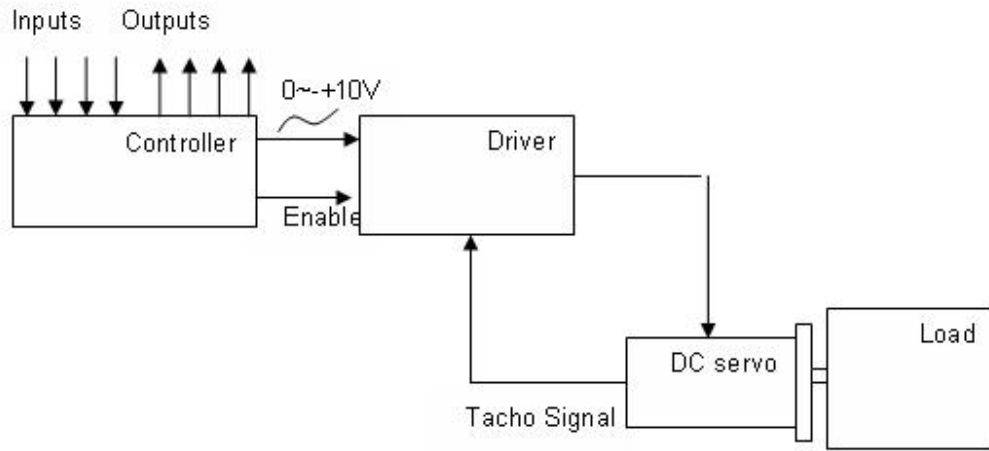
- انخفاض العزم بشكل كبير مع ازدياد السرعة (كما هو ملاحظ في منحني عزم/سرعة السابق).
- عدم القدرة على المتابعة الدقيقة للسرعة والموضع بسبب عدم وجود تغذية عكسية.
- تردد الرنين الذي قد يعاني منه المحرك عند العمل بسرعات منخفضة قريبة من هذا التردد، مما يؤدي لفقدان بعض النبضات القادمة من دائرة التحكم، وبالتالي خطأ في تحديد الموضع.

## 2.2 محركات السيرفو ذات المسفرات Brushed DC servomotors:

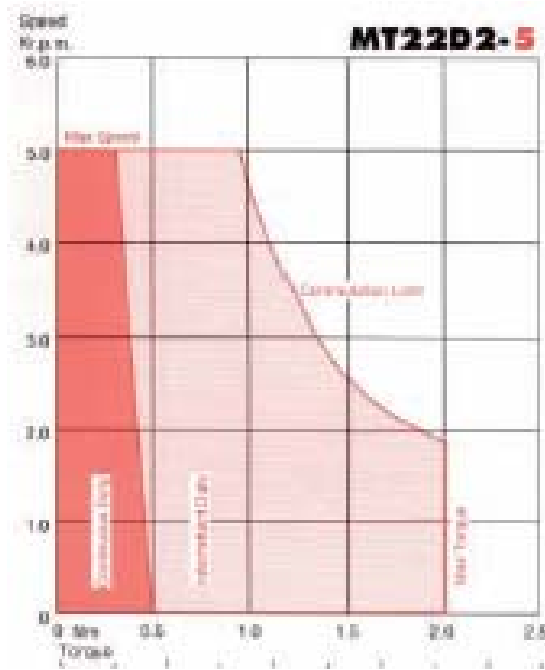
كان هذا النوع من المحركات له انتشار واسع في أواخر القرن العقد الأخير. وبقي لفترة طويلة من الزمن المحرك السيرفو الرئيس المعتمد عليه في أنظمة التحكم بالموضع، مقارنةً بالمحرك السيرفو عديم المسفرات Brushless servomotor. يبين الشكل التالي البنية الداخلية لهذا المحرك:



ينتمي هذا المحرك إلى نظام التغذية العكسية. حيث إنه مزود بـ Tacho يقوم بإعطاء دائرة القيادة معلومات حول السرعة الحقيقية للمحرك من أجل أن تتم متابعة دقيقة للسرعة. وعند تزويد النظام بعنصر تغذية عكسية للموضع، يتم إغلاق كل من حلقتي السرعة و الموضع. بالإضافة إلى مراقبة التيار الذي يقوم المحرك بسحبه من دائرة القيادة مما يعني مراقبة العزم. يبين الشكل التالي المخطط العام لنظام التحكم بهذا النوع من المحركات:



يبين المنحني التالي منحنى العزم/السرعة لمحركات السيرفو ذات المسفرات:



ومن ميزات هذا النوع من المحركات:

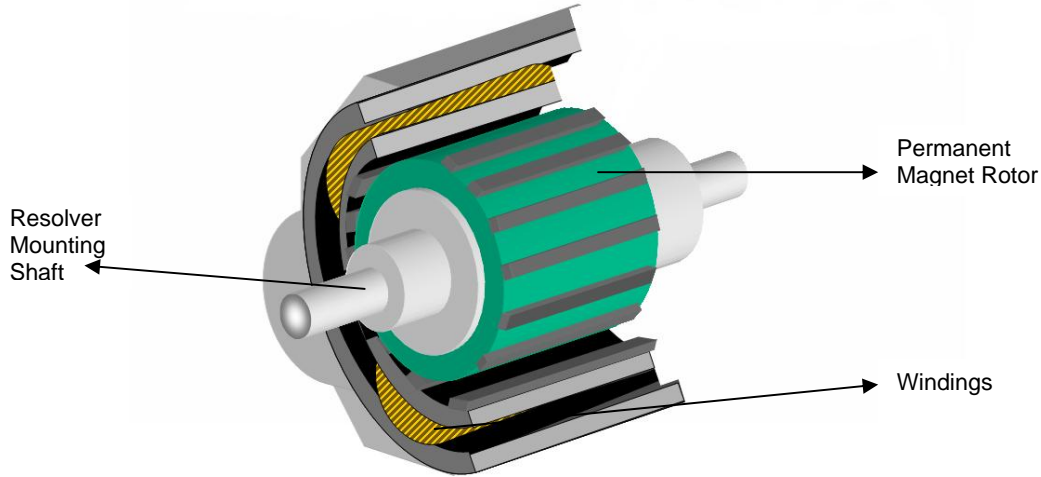
- سهولة القيادة.
- انخفاض التكلفة بالمقارنة مع المحركات عديمة المسفرات.

أما السيئات فهي:

- الحاجة إلى الصيانة بشكل مستمر (تغيير المسفرت بعد عدد محدد من ساعات العمل).
- الحجم الكبير.
- سرعة الاستجابة المنخفضة.

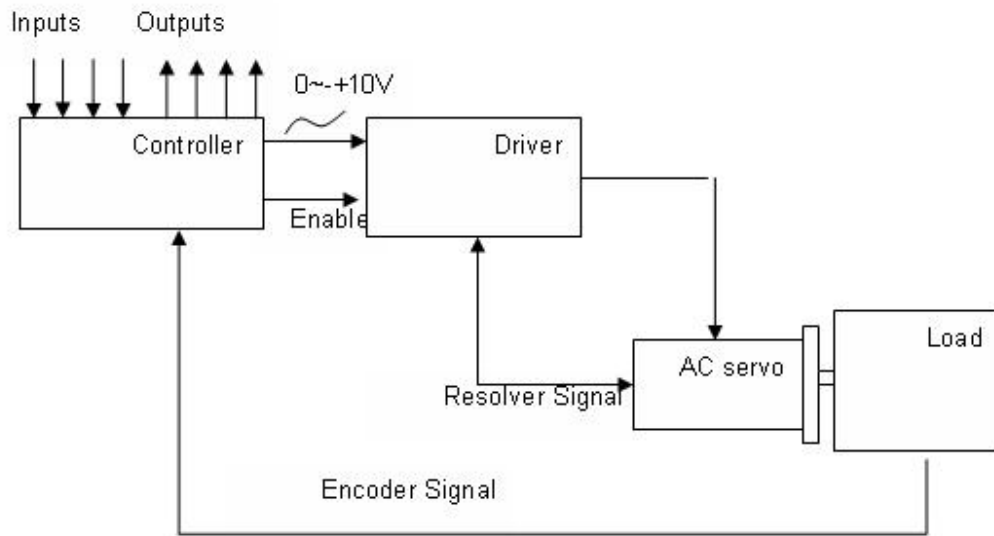
### 2.3 المحركات السيرفو عديمة المسفرت Brushless Servomotors :

بعد تطور الإلكترونيات بشكل ملحوظ في الأعوام الماضية، وخاصة انتشار معالجات الإشارة الرقمية DSP، بدأت أسعار أنظمة المحركات السيرفو عديمة المسفرت بالانخفاض إلى مستوٍ معقول. وبالتالي بدأ ازدياد الإقبال على استخدام هذه المحركات، من أجل زيادة فعالية أنظمة التحكم بالحركة. يبين الشكل التالي البنية الداخلية لهذه المحركات :

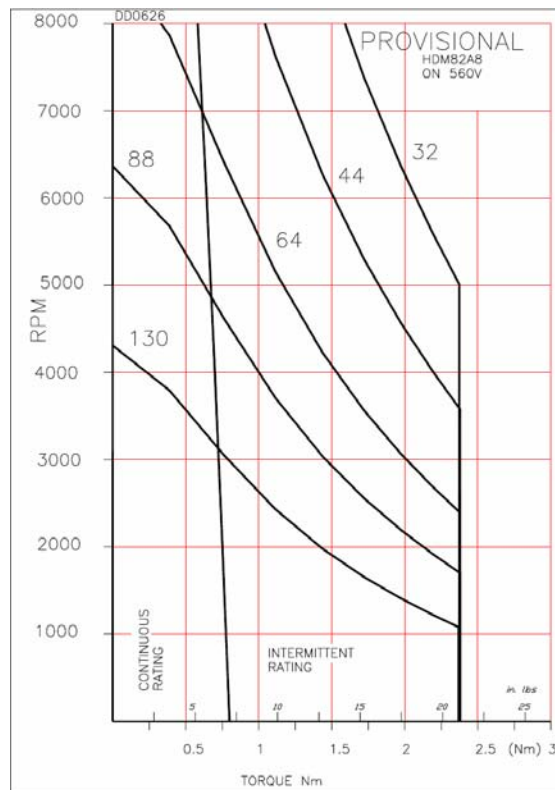


كما في النوع السابق لمحركات السيرفو، فإن المحركات عديمة المسفرت تنتمي إلى الأنظمة ذات التغذية العكسية. حيث يتم إغلاق حلقات التيار (العزم)، السرعة و الموضع. وبالتالي تقوم دارات القيادة و التحكم بمراقبة كاملة لهذه البارامترات الثلاثة. ومما يعزز أهمية هذا النظام، ما تتمتع به هذه المحركات من الديناميكية العالية المتمثلة بسرعة الاستجابة. حيث يمكن الوصول من السرعة الصفرية إلى السرعة العظمى (8000RPM) بزمن يصل إلى 50msec في حالة اللاحمل.

ويبين الشكل التالي المخطط العام للتحكم بهذا النوع من المحركات :



ويبين الشكل التالي منحنى العزم/السرعة بالنسبة للمحركات عديمة المسفرت، حيث نلاحظ الثبات العالي للعزم مع كامل مجال السرعة:



ومن مزايا هذا المحرك :

- السرعة العالية جداً (تصل لأكثر من 10000RPM).
- الثبات العالي للعزم على كامل مجال السرعة (كما هو مبين في الشكل السابق).
- سرعة الاستجابة العالية.
- صغر الحجم.

أما سيئاته :

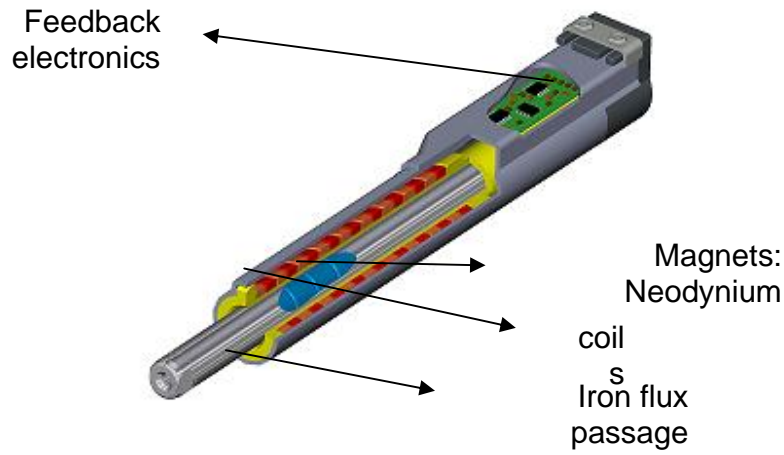
- الكلفة العالية.
- ارتفاع حرارة السطح الخارجي ، بسبب وجود ملفات الجزء الثابت على هذا السطح.

ونبين في الجدول التالي مقارنة بعض البارامترات ، بين هذه الأنواع الثلاثة للمحركات :

محرك السيرفو عديم المسفرت	محرك السيرفو ذو المسفرت	المحرك الخطوي	
صغير	وسط	صغير	الحجم
صغير	وسط	صغير	الوزن
حلقة مغلقة	حلقة مغلقة	حلقة مفتوحة	طريقة التحكم
عالية جداً	عالية	صغيرة جداً	السرعة العظمى
جيد جداً	جيد	سيء	ثبات العزم مع السرعة
صغيرة	عالية	صغيرة	عطالة الدوار
عالية	وسط	منخفضة	الكلفة

ولابد في نهاية المقال من الإشارة إلى التقنية الجديدة في محركات السيرفو ، وهي تقنية محركات السيرفو الخطية .

يبين الشكل التالي البنية الداخلية لهذا المحرك :



يعتبر هذا الطراز من محركات السيرفو، خطوة متقدمة جداً في مجال التحكم بالحركة. حيث أنه وفر كثيراً في عناصر الميكانيكية لنقل الحركة الدورانية إلى حركة خطية، وبالتالي زيادة في السرعة، مع تجنب مشكلة تآكل الأجزاء الميكانيكية المسؤولة عن تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية. كما أنه يعطي حلاً ممتازاً بديلاً في كثير من التطبيقات التي لا يمكن أن تستخدم فيها أنظمة التحكم بالهواء.

إن عجلة التقدم التقني في الدول الغربية عموماً تسير بسرعة كبيرة جداً، ونحن الآن نجد أنفسنا عاجزين عن تدارك هذه الفجوة التقنية الكبيرة بين مستوى صناعتنا المحلية وبين مستوى صناعتهم. مما يدفعنا لأن نسير بخطى حثيثة محاولين ردم هذه الهوة الكبيرة، عن طريق استخدام هذه الأنظمة وفهمها بشكل دقيق لكي نرتقي بمستوى صناعتنا المحلية حتى تنتقل إلى رتبة المنافسة العالمية.