Lecture 1

جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

مفهوم القيادة الكهربائية

ELECTRICAL DRIVES

DR. BASSAM ATIEH

مفهوم القيادة الكهربائية Electrical Drives:

- تتطلب التطبيقات الصناعية المؤتمتة التحكم في الحركة .
- تسمى الأنظمة المستخدمة للحصول على الحركة المطلوبة والتحكم السلس فيها بأنظمة القيادة للمحركات (المشغلات) مثل محركات الديزل أو البنزين، أو توربينات الغاز أو البخار، أو المحركات الهيدروليكية أو المحركات الكهربائية.
- توفر هذه المحركات الأولية الطاقة الميكانيكية المطلوبة للحصول على الحركة والتحكم فيها.
- تسمى الانظمة التي تستخدم المحركات الكهربائية كمحركات رئيسية للتحكم في الحركة بالقيادة الكهربائية.

مزايا المحركات الكهربائية Advantages of Electrical Drives:

- امكانية تشكيل الحالة الساكنة steady state والأداء الديناميكي dynamic performance بسهولة للحصول على خصائص الحمل المطلوبة عبر نطاق واسع من السرعات وعزم الدوران.
- امكانية بدء التشغيل/الكبح Starting /Braking بكفاءة باستخدام معدات التحكم البسيطة.
- مع التطور السريع في مجال إلكترونيات الطاقة وتوافر الأجهزة عالية السرعة/الطاقة العالية مثل SCRsو Power MOSFETsو IGBTs، أصبح تصميم محولات الطاقة الفعالة Efficient Power Converters لتغذية المحركات الكهربائية أمرًا بسيطًا وسهلاً.
- مع التطور السريع في الأجهزة والبرامج الخاصة بالكمبيوتر، أصبحت أجهزة PLC والمتحكمات الدقيقة التي يمكنها أداء وظائف وحدة التحكم بسهولة.
- تتمتع المحركات الكهربائية بكفاءة عالية, وضياعات منخفضة، وقدرة كبيرة على التحميل الزائد overloading capability وعمر تشغيل طويل، وضوضاء ومتطلبات صيانة منخفضة .
- امكانية العمل في جميع الأرباع الأربعة للعمل في مستوى عزم الدوران/السرعة. توفر قدرة الكبح الكهربائي الناتجة تباطؤًا سلسًا وبالتالي توفر عمرًا أطول للمعدات. وبالمثل، يؤدي الكبح المتجدد Regenerative braking إلى توفير كبير في الطاقة energy saving.
- يتم تشغيلها من الطاقة الكهربائية التي يمكن نقلها بسهولة،

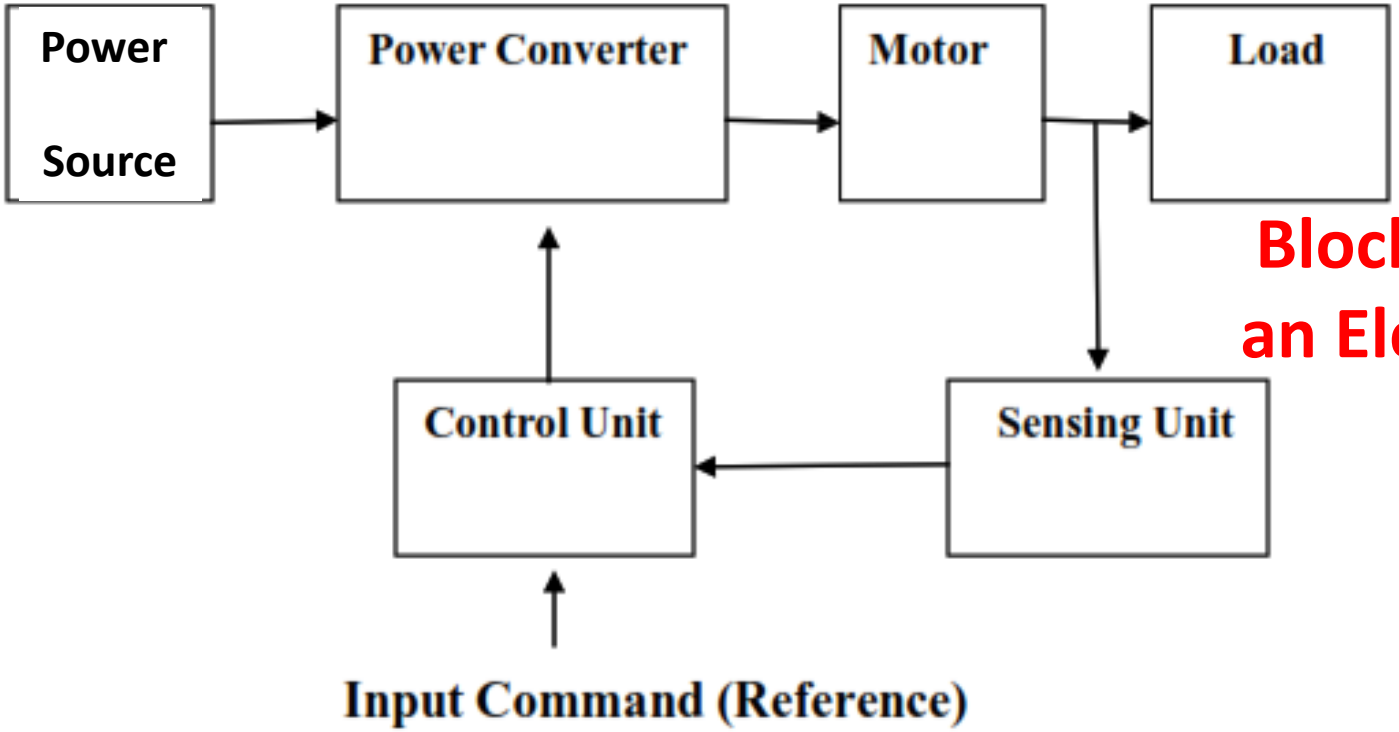
مخطط نظام القيادة الكهربائية
Block diagram of an Electrical drive:

يبين الشكل أجزاء المحرك الكهربائي: الأجزاء المختلفة ووظائفها :

الحمولة load: يمكن أن يكون أي من المعدات مثل المضخات والآلات وغيرها للقيام بمهمة محددة.

عادةً ما يتم تحديد متطلبات الحمل من حيث متطلبات السرعة/عزم الدوران.

يجب اختيار المحرك الكهربائي بحيث يحقق خصائص سرعة عزم الدوران متوافقة مع خصائص الحمل.



Block diagram of an Electrical drive

وظائف محول الطاقة Power Converter:

- تحويل الطاقة الكهربائية من المصدر إلى الشكل المناسب للمحرك. من ACإلى DCلمحرك DC و DCإلى ACللمحرك التحريضي Induction motor.
- التحكم في تدفق الطاقة إلى المحرك للحصول على سرعة وعزم الدوران حسب متطلبات الحمل.
- أثناء العمليات العابرة transient operations مثل البدء، والكبح، وعكس السرعة، وما إلى ذلك، يحد التيارات من المستويات المسموح بها لتجنب الظروف مثل انخفاض الجهد، والأحمال الزائدة وما إلى ذلك.
- تحديد وضع تشغيل المحرك، أي القيادة أو الفرملة Motoring or Braking.

أنواع محولات الطاقة
Types of Power Converters

- هناك عدة أنواع من محولات الطاقة اعتمادًا على نوع المحرك المستخدم. ونعرض فيما يلي ملخص موجز لبعض الأنواع الهامة.
- محولات التيار المتردد إلى التيار المستمر AC to DC converters:

تقوم بتحويل مصدر التيار المتردد أحادي الطور/متعدد الأطوار إلى مصدر تيار مستمر ثابت أو متغير باستخدام دوائر مقوم بسيطة أو مقومات متحكم فيها بأجهزة مثل الثايرستور و IGBTs.Power MOSFETs وما إلى ذلك اعتمادًا على التطبيق.

- أجهزة التحكم في جهد التيار المتردد أو منظمات التيار المتردد

AC voltage controllers or AC regulators :

يتم استخدامها للحصول على جهد تيار متردد متغير بنفس التردد من مصدر ثلاثي الطور. بعض وحدات التحكم هذه هي

Auto transformers, Transformers with various taps and Converters using Power electronics devices.

- **محولات التيار المستمر إلى تيار مستمر DC to DC converters:**

يتم استخدامها للحصول على جهد تيار مستمر متغير من مصدر جهد تيار مستمر ثابت باستخدام أجهزة إلكترونيات الطاقة.

القالبات Inverters:

يتم استخدامهم للحصول على جهد متغير/ تردد متغير من مصدر التيار المستمر باستخدام تقنيات PWM.

- **محولات Cycloconverters:**

تقوم بتحويل مصدر التيار المتردد ذو الجهد الثابت إلى مصدر تردد متغير الجهد للتحكم في محركات التيار المتردد.

وحدة التحكم/وحدة الاستشعار
Control unit/Sensing unit:

- تتحكم وحدة التحكم في تشغيل محول الطاقة بناءً على أمر الإدخال وإشارة التغذية العكسية التي يتم الحصول عليها بشكل مستمر من نقطة مناسبة (في عملية حلقة مغلقة) عند نهاية الحمل، وذلك لتامين الأداء المطلوب للحمل.
- تحصل وحدة الاستشعار على قيم الجهد والتيار أيضًا لتشغيل المحرك ضمن ظروف التشغيل الآمنة.

❑ بسبب المزايا المذكورة أعلاه، في العديد من التطبيقات مثل قاطرات الديزل والسفن وما إلى ذلك. يتم تحويل الطاقة الميكانيكية المتوفرة بالفعل من المحرك الرئيسي غير الكهربائي أولاً إلى طاقة كهربائية بواسطة مولد ثم يتم استخدام محرك كهربائي.

المحركات الكهربائية Electrical Motors:

المحركات الأكثر استخدامًا هي:

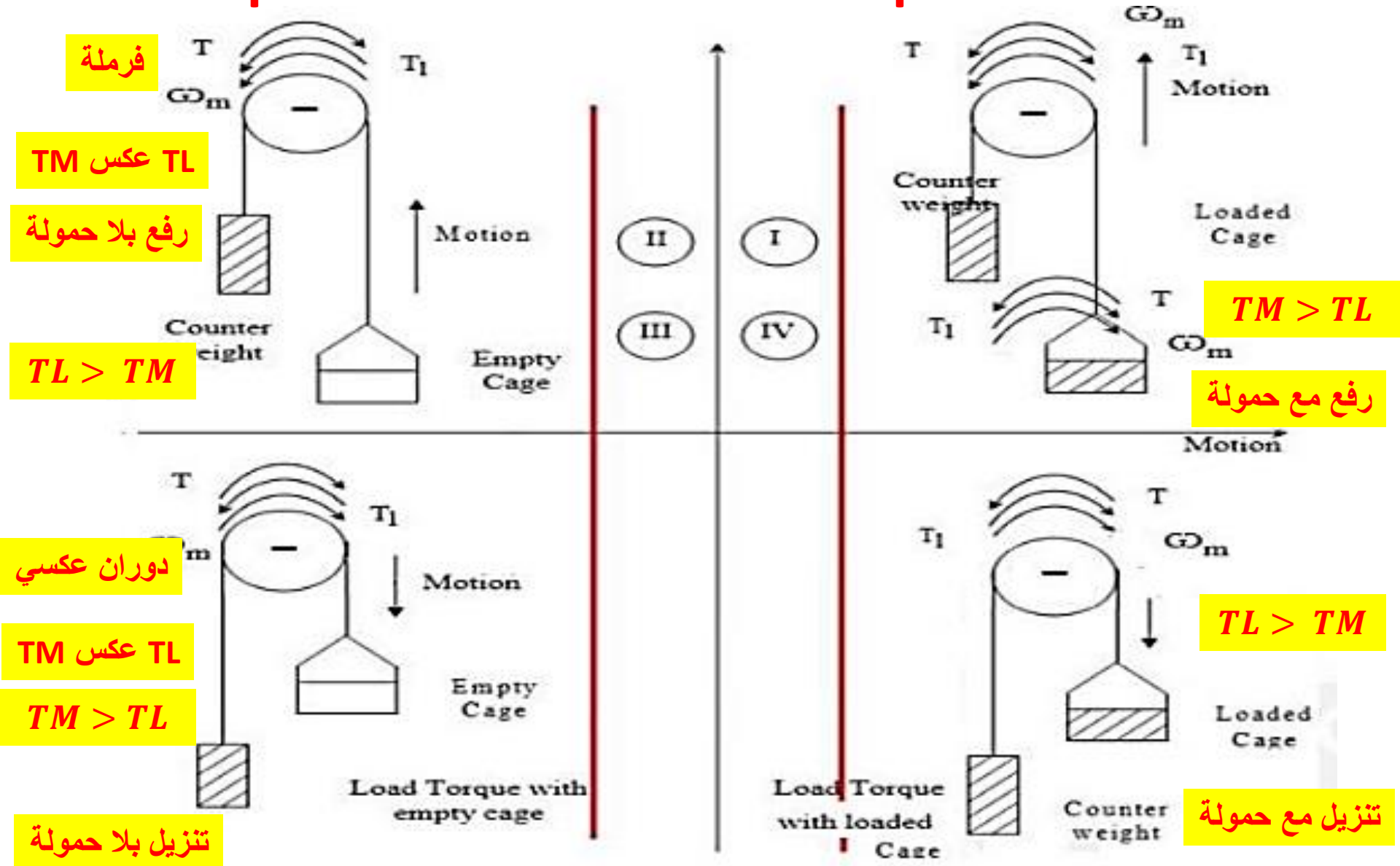
- ❑ محركات DC:
  - Shunt, Series Compound etc.,
- ❑ محركات التيار المتردد AC motors:
  - Squirrel cage & Slip ring induction motors
- ❑ والمحركات الخاصة Special motors :
  - Brushless DC motors, stepper motors etc.

- لدى محركات التيار المستمر عدد من العيوب مقارنة بالمحركات الحثية بسبب وجود المبدل والفرش.
- تعتبر المحركات ذات القفص السنجابي Squirrel cage أقل تكلفة من المحركات التي تعمل بالتيار المستمر من نفس التصنيف وتمتاز بالبساطة في التصنيع، كما تصنع باستطاعات عالية.
- نظرًا لسهولة التحكم في السرعة، تم استخدام محركات DC في بعض التطبيقات. ولكن مع التطور في إلكترونيات الطاقة ومزايا محركات التيار المتردد، أصبحت محركات التيار المتردد أكثر شيوعًا في العديد من التطبيقات في الأيام الحالية.

مفهوم العملية متعددة الأرباع
:Concept of Multi-quadrant operation

تشغيل الرافعة في الأرباع الأربعة

Operation of hoist in four quadrants



تصنيفات أنواع الأحمال المختلفة Classifications of Various Types of Loads

يمكن تصنيف معظم الأحمال الصناعية إلى الفئتين التاليتين:

1. عزم الحمل متغير مع الزمن : Load torques varying with time:

الأحمال الثابتة Constant continuous type loads:

نفس ظروف التحميل (نفس عزم الدوران) لفترة طويلة.

- أحمال لها دورة عمل.
- الأحمال النبضية: أحمال الآلات ذات أعمدة الكرنك.
- الأحمال المؤثرة Impact loads: قمم الأحمال المتكررة المنتظمة كما هو الحال في مصانع الدرفلة، المطرقة، إلخ.
- الأحمال قصيرة الوقت (مثل الرافعات).

2. عزم دوران التحميل متغير مع السرعة:

- عزم الحمل المستقل عن السرعة (مثل الرافعات).
- عزم الحمل يتناسب مع السرعة (نوع حمل المولد).
- عزم التحميل يتناسب مع مربع السرعة (حمولة نوع المروحة).
- عزم الدوران يتناسب عكسيا مع السرعة (حمولة ثابتة من نوع الطاقة).

خصائص سرعة عزم الدوران Load Torque-Speed Characteristics

- يجب معرفة خصائص سرعة عزم الدوران للحمل لحساب زمن التسارع واختيار نوع المحرك المناسب ليناسب الحمل.
- خصائص السرعة وعزم الدوران للأحمال الصناعية عادة ما تكون غير تحليلية .TL = f (ω)ومع ذلك، يمكن تقريب بعضها إلى علاقة تحليلية

مثل :

1- خصائص عزم الدوران الثابت: TL = k

معظم آلات العمل التي لها طبيعة ميكانيكية في العمل مثل التشكيل، يتطلب القطع أو الطحن أو القص عزمًا ثابتًا بغض النظر عن السرعة .

وبالمثل الرافعات أثناء الرفع والناقلات مناولة ثابتة يُظهر وزن المادة لكل وحدة زمنية أيضًا هذا النوع من الخصائص.

2- عزم الدوران المتناسب مع السرعة: TL= kω Torque Proportional to speed

تشكل موادات التيار المستمر بتهييج مستقل بحمل مقاومة ثابتة خصائص عزم الدوران التي تعطى بواسطة

TL= kω

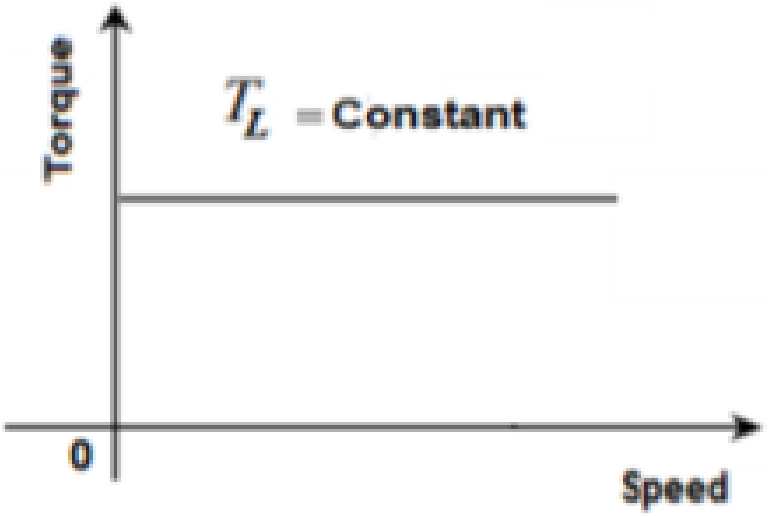
3- العزم المتناسب مع مربع السرعة $TL = k\omega^2$:

هناك نوع آخر من الأحمال يتم مواجهته عمليًا وهو النوع الذي يتناسب فيه عزم الحمل مع مربع السرعة، على سبيل المثال. : المراوح والمضخات الدوارة والضواغط ومراوح السفن.

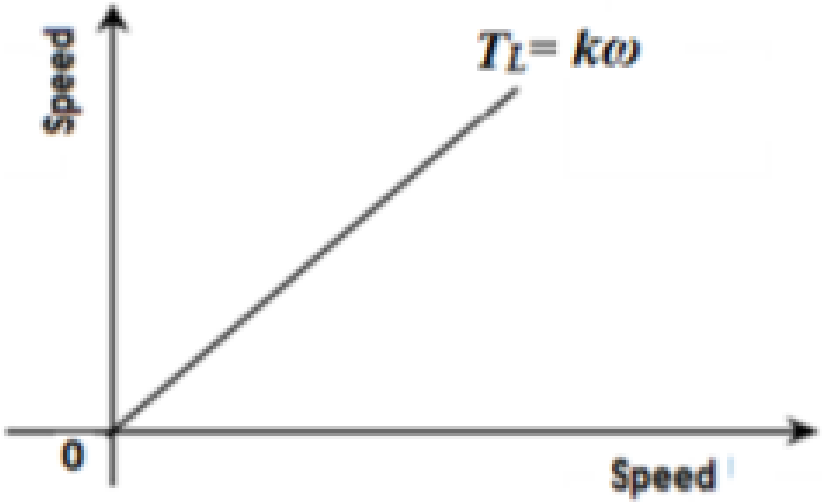
4. عزم الدوران يتناسب عكسيًا مع السرعة: $TL \propto 1/\omega$

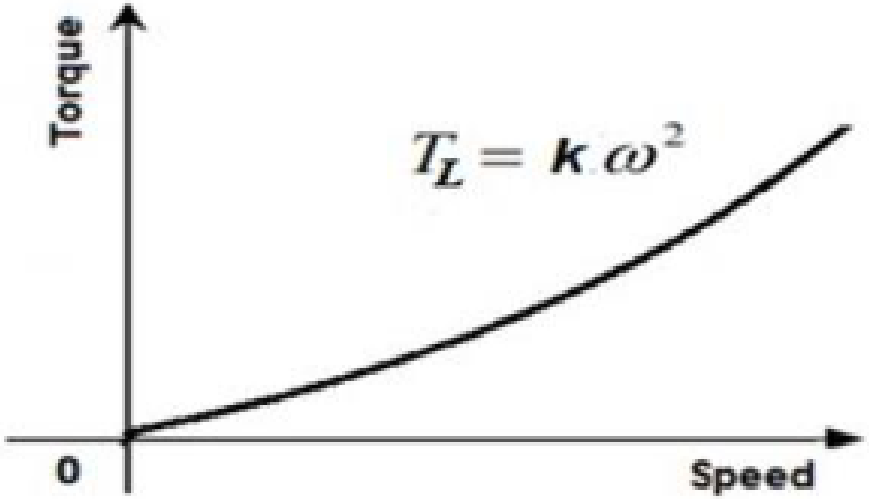
على سبيل المثال. : أنواع معينة من المخارط وآلات الثقب وآلات الطحن ومصانع الصلب

خصائص عزم الدوران الثابت: TL = k

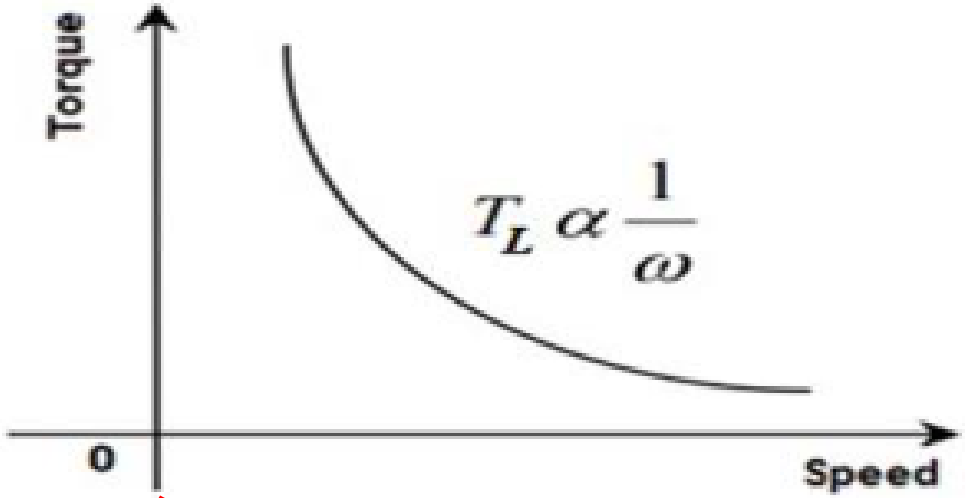


العزم يتناسب مع السرعة: TL= kω





العزم يتناسب مع مربع السرعة $TL = k\omega^2$



العزم يتناسب عكسيًا مع السرعة:

$TL \propto 1/\omega$