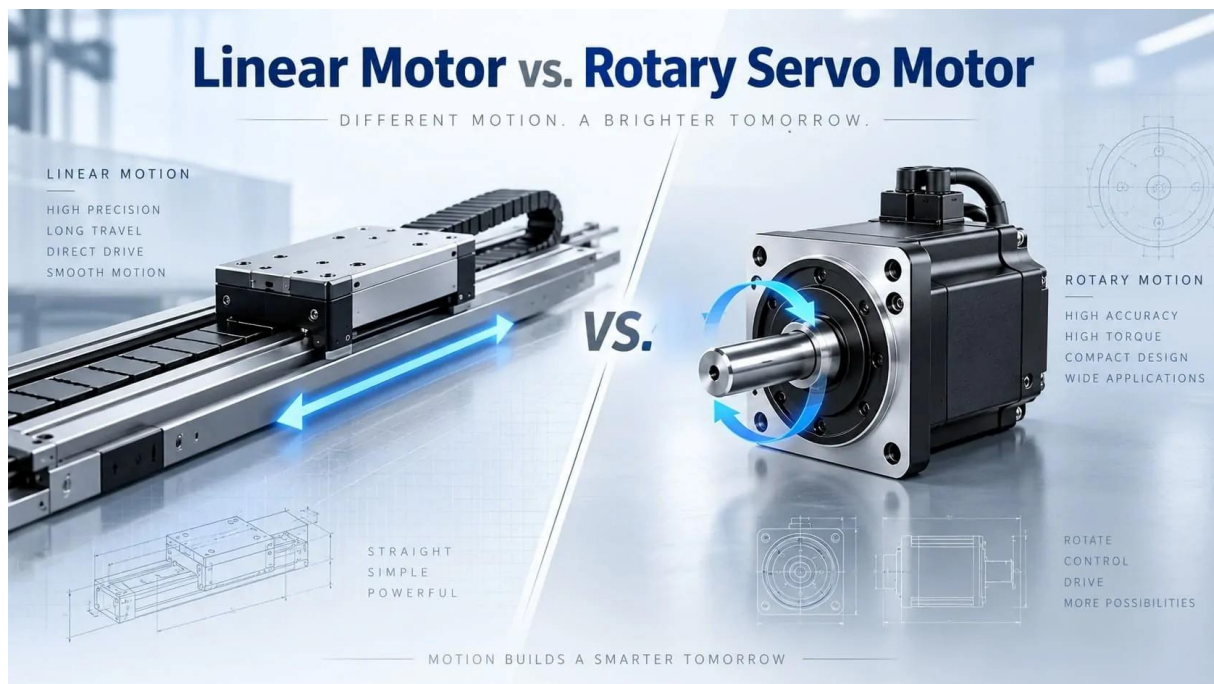




Lineaire motor of roterende servomotor met kogelomloopspindel?

In de machinebouw keert één vraag steeds terug: kiezen we voor een roterende servomotor met mechanische transmissie of voor een lineaire direct-drive motor? De afweging raakt vier dimensies die elk ontwerp bepalen: kracht, snelheid, nauwkeurigheid en kosten — aangevuld met twee vaak vergeten factoren: traagheid en thermiek.

Het technologische verschil

Een lineaire motor is in essentie een roterende borstelloze motor die is "uitgerold". Waar bij een klassieke opbouw een rotor binnen een stator draait, beweegt bij een lineaire motor een wagen met spoelen langs een spoor van permanentmagneten met afwisselende polariteit. Het elektromagnetische principe is identiek; alleen de geometrie verschilt. Servodrives commuteren en regelen beide systemen daarom op dezelfde manier.

Het roterende alternatief houdt de motor draaiende en voegt een mechanische transmissie toe: een kogelomloopspindel, riem met poelie, of tandheugel met tandwiel. Beide transmissies zetten rotatie om in translatie maar met duidelijk verschillende afwegingen. Riemen bieden snelheid tegen lage kosten, tandheugels zijn geschikt voor lange slagen. In dit artikel wordt de kogelomloopspindel als representatief voorbeeld gebruikt omdat deze op het gebied van precisie het meest direct concurreert met de lineaire motor.

Het meest fundamentele verschil ligt in het bewegingspad zelf. Waar het roterende systeem rotatie via de kogelomloopspindel omzet in translatie, produceert de lineaire motor direct een rechtlijnige beweging — er zit simpelweg geen omzetting tussen.

Kracht: het mechanisch voordeel van de spindel

Het bepalende voordeel van de kogelomloopspindel is mechanische vermenigvuldiging. Een spindel met kleine spoed wisselt snelheid in voor kracht: het motorkoppel wordt omgezet in hoge lineaire stuwkracht. Daarom domineren roterende systemen met spindel persen, klemmen en andere toepassingen waar hogere krachten zijn vereist en waar een lineaire motor van vergelijkbare afmetingen niet kan concurreren.

Een lineaire motor kent die vermenigvuldiging niet. De stuwkracht volgt rechtstreeks uit de spoelstroom die samenwerkt met de magnetenbaan, en de continu leverbare kracht wordt bepaald door wat de spoelen kunnen dragen voordat de thermische limiet wordt bereikt.

Snelheid en acceleratie: het domein van de direct drive

Hier maakt de lineaire motor het verschil. Zonder de rotatiemassa van een spindel die toerental moet opbouwen, en zonder elastische koppeling die torsie-energie moet opslaan, haalt hij acceleraties tot ongeveer 10 g en snelheden van 5–10 m/s. Roterende servomotoren met kogelomloopspindel bereiken doorgaans maximaal ongeveer 2 g en snelheden onder de 1 m/s.

Daarnaast geldt voor lange, dunne spindels een fysieke limiet: bij overschrijding van de kritische rotatiefrequentie treden buigtrillingen op, wat de bruikbare lineaire snelheid beperkt en vaak een grotere spoeddiameter vereist. Een lineaire motor heeft geen roterende as en kent deze beperking niet.

Traagheid en thermiek: twee vaak vergeten factoren

Een transmissie verkleint de gereflecteerde belastingstraagheid op de motoras met het kwadraat van de overbrengingsverhouding.

Voor een kogelomloopspindel geldt:

$$J_{\text{ref}} = m \left(\frac{p}{2\pi} \right)^2$$

Hierin is J_{ref} de belastingstraagheid bij de motoras, m de bewegende belastingmassa en p de spoed van de spindel. Omdat de spoed kwadratisch in de formule zit, wordt de gereflecteerde traagheid al sterk gereduceerd bij een bescheiden spoedverkleining: halveer je de spoed, dan ziet de motor de last vier keer kleiner terug. De motor wordt daarmee grotendeels ontkoppeld van belastingsvariaties, wat tuning eenvoudiger maakt. Een lineaire motor kent geen enkele reductie: de volledige belasting zit direct aan de wagen gekoppeld, waardoor variabele lasten aanzienlijk veeleisender zijn voor de regelaar.

Ook thermisch gedrag verschilt fundamenteel. Bij een roterende motor zit de warmtebron aan het vaste aandrijfuiteinde, op afstand van het werkstuk. Bij een lineaire motor bewegen de spoelen met de last mee en geven die direct warmte af aan de omgeving — een aandachtspunt bij temperatuurgevoelige processen.

De temperatuurstijging van de spoel volgt:

$$T_{coil} = T_{amb} + \left(\frac{F_c}{K_m} \right)^2 R_{th}$$

Omdat de continu leverbare kracht F_c kwadratisch in deze vergelijking staat, verlagen hoge omgevingstemperaturen of strikte temperatuurlimieten de beschikbare kracht aanzienlijk.

Wanneer kies je wat?

De combinatie van roterende servomotor en kogelomloopspindel is doorgaans voordeliger in aanschaf en levert aanzienlijk meer kracht per geïnvesteerde euro. Deze route is de juiste keuze wanneer krachtdichtheid en kosten zwaarder wegen dan dynamische prestaties: toepassingen met hoge krachteisen zoals persen en krimpen, verticale assen, of processen met sterk wisselende belastingen.

Een lineaire motor is de logische keuze wanneer de applicatie snelheden, acceleraties of nauwkeurigheidsniveaus vereist die een motor met spindel niet realiseert: positioneren op fracties van een micrometer, high-throughput pick-and-place-systemen, of scanningprocessen waarin mechanische trillingen en slijtage het eindresultaat negatief beïnvloeden.

Omdat een lineaire motor elektrisch gezien niet meer is dan een uitgerolde borstelloze motor, kunnen standaard servodrives — zoals de FlexPro en DigiFlex Performance van onze partner Advanced Motion Controls — beide technologieën zonder aanpassingen aansturen.

Bron: [Lineaire motor vs. roterende servomotor](#)

Over ons

Marsman Elektronica en Aandrijvingen - De toekomst in besturings- en automatiseringstechnologie

Onze kernactiviteiten zijn:

- Procesautomatisering en visualisatie
- Motion control technologie
- Asynchrone motoren, synchrone motoren en servomotoren (wisselstroom)
- Borstelmotoren, borstelloze motoren, servomotoren, motoren met geïntegreerde elektronica en frameloze motoren (gelijkstroom)
- Diverse opties voor vertragingskasten, feedback, remmen, koppelingen en accessoires
- Klantspecifieke aanpassingen en speciale ontwerpen

Onze partners:

KEB Automation | KEB Antriebstechnik | Württembergische Elektromotoren (WEG) | KOSTAL Drives Technology | PMW Dynamics | Kählig Antriebstechnik GmbH | **ADVANCED Motion Controls**

[Marsman Elektronica en Aandrijvingen](#)