

Boekbespreking

Precision machine design

Auteur: Alexander H. Slocum,
Department of Mechanical
Engineering, Massachusetts
Institute of Technology.

**Uitgever: Prentice Hall, Englewood
Cliffs, New Jersey.**

**Uitgave: Juni 1992, gebonden,
215x280 mm, 750 pagina's, 593 fi-
guren, 727 referenties, 657 indices;
prijs: \$ 95,20.
ISBN 0.13.690918.3**

Met deze dikke, rijk geïllustreerde "bijbel" heeft Alexander Slocum een boek samengesteld waarin nagenoeg alles te vinden is over het hoe en waarom bij het ontwerpen, de constructie en de bouw van hoge-precisie- machines. Dat hij veel support bij de realisatie van dit boek heeft gehad blijkt wel uit de dankbetuiging aan meer dan 125 instituten en individuele personen.

Het boek dient als leidraad voor ver gevorderde ontwerpers en constructeurs. Het kan gebruikt worden als een studieboek en is tevens een waardevol leerboek dankzij zijn heldere figuren en vele verwijzingen, ofschoon en gezien het vele formulewerk en de kretologie een lijst van afkortingen niet zou hebben misstaan.

Het boek begint met een uiteenzetting over de stappen die gedaan worden gedurende het ontwerpproces. Aan de orde komen onderwerpen zoals economische analyses, projectmanagement, brainstorm en conceptueel ontwerp. Vervolgens behandelt hij onderwerpen die niet direct te maken hebben met het ontwerpen van precisiemachines maar waar wel elke projectleider of constructeur mee te maken heeft. Opvallend is de manier waarop Slocum door het hele boek heen er telkens op wijst dat het ontwerpen en bouwen van precisiemachines een, bijna overdreven, nauwgezette aanpak vereist bij elk

facet van de realisatie. Het lijkt vaak overdreven, maar de praktijk laat zien dat het echt nodig is. Het aantal onderwerpen en de diepte waarop zij zijn uitgewerkt laat vermoeden dat Slocum precies weet waar het op aankomt. Aandachtige en nauwkeurige studie van het boek zal menigeen behoeden voor fouten die anderen voor hem gemaakt hebben. Het zal echter niet gemakkelijk zijn er doorheen te komen want ondanks de volumineuze inhoud is de informatiedichtheid vrij groot en eist een flinke dosis concentratie. Het grote aantal figuren maakt het boek erg prettig alhoewel toch af en toe een extra figuurtje ter verheldering niet had misstaan. Zij die honger hebben naar nog meer informatie kunnen kiezen uit een fenomenaal aantal literatuurverwijzingen.

Ofschoon het boek, zoals de titel het terecht zegt, handelt over precisiemachines kan de uitgebreid aanwezige basisinformatie zonder meer vertaald worden naar apparaten en onderzoekapparatuur. Alhoewel op deze wijze gebrachte informatie het boek op een eerste gezicht zeer specifiek lijkt te maken is dat echter niet het geval. Maar dan moet wel tussen de regels gelezen worden.

De conclusie is dat "Precision machine design" zonder meer is aan te bevelen voor allen die zich bezighouden met het ontwerpen, construeren en bouwen

waarbij hoge precisie in beweging en positie een vereiste is. De "value for money" van dit boek is zeker de moeite waard

De inhoud

Gezien de omvang van het boek kan de bespreking slechts een korte impressie geven van de wijze waarop het is opgebouwd en een bescheiden opsomming zijn van de onderwerpen die zoal behandeld worden.

Het eerste hoofdstuk "Introduction to precision machine design" beschrijft na een inleiding de basis van een economische analyse waarin financiële aspecten zoals de waarde van geld en tijd gedurende een project, cashflow, terugverdientijd, etc. worden behandeld. Omdat tegenwoordig veelal in projectstructuren gewerkt wordt schenkt Slocum hieraan eveneens aandacht: welke consequenties dat heeft voor de aanpak, het management en de hulpmiddelen met betrekking tot onder andere kosten en honorering. Vervolgens gaat de auteur in op de eigenschappen die een goede constructeur moet hebben. Vooral het belang van creatief denkvermogen, het up to date houden van kennis en weten wat in de wereld om je heen gebeurt blijkt van overlevingsbelang te zijn.

Ook beschrijft hij hoe en welke over-

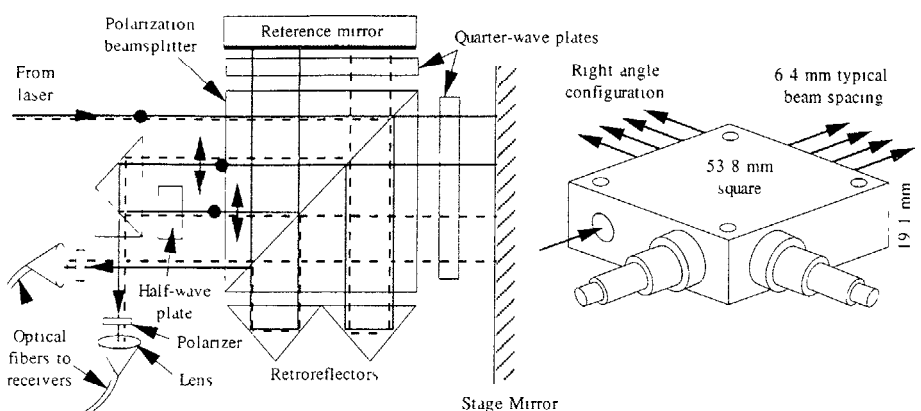


Figure 4.5.21 Zygo's linear/angular displacement interferometer (Courtesy of Zygo Corp)

wegingen een rol spelen bij het selecteren van oplossingen om te komen tot het beste ontwerp. Het geheel sluit hij af met twee ontwerp-cases. De een gaat over de realisatie van een hoogtoerig bewerkingscentrum, de tweede behandelt een 3D-meetmachine.

Het volgende hoofdstuk "Principles of accuracy, repeatability and resolution" beschrijft onderwerpen zoals nauwkeurigheid, reproduceerbaarheid en resolutie. Interessant is hoe het begrip "error budget" gepresenteerd wordt als een ideale methode om al voor de realisatie van een precisiemachine te voorspellen wat de nauwkeurigheid ervan zal worden. Hij brengt daar zaken in rekening zoals de bewerkingsnauwkeurigheid, omgevingsinvloeden tengevolge van temperatuur, zwaartekracht, belasting van en op werkstukken tengevolge van bewerkingen, etc. Het hoofdstuk wordt wederom afgesloten met een ontwerp-case, nu met betrekking tot een geleideschroefspil.

De hoofdstukken drie en vier, resp. "Analog sensors" en "Optical sensor systems" behandelen uitgebreid (100 pagina's) sensoren. Hierbij komen de capacitieve, inductieve, magnetische en piezo-elektrische en zij die werken op het Hall-effect uitgebreid aan de orde. Niet te versmaden is ook de verhandeling over synchronisatie. Het hoofdstuk over optische sensoren is zeer uitgebreid waarin onder andere de gewone, fiber, interferometrische, la-

sertriangulatie sensoren worden behandeld. Ook aan de orde komen foto-elektrische transducers en vision systemen.

Het volgende hoofdstuk "Sensor mounting and calibration" beschrijft hoe sensoren gemonteerd moeten worden en wat de consequenties zijn voor de werking tengevolge van hun positie en uitlijning, hun montage en omgeving. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een ontwerp-case.

Hoofdstuk zes "Mapping geometric and thermal errors in a turning centre" geeft een gedetailleerde studie van de foutcompensatie in een CNC-precisiendraaimachine. Niet alleen de constructieve en thermische fouten komen aan de orde, maar ook de implementatie van een real time foutcompensatiesysteem wordt besproken. Dit hoofdstuk is wel erg specifiek. Toch geeft het body aan genoemde fenomenen die een ontwerper gemakkelijk zal weten om te zetten naar andere machines en apparatuur waarin soortgelijke problemen kunnen optreden.

Het volgende hoofdstuk "System design considerations" begint met een uitspraak die voor elke ontwerper/constructeur geldt en die ik hier specifiek wil aanhalen: "Dingen moeten zo eenvoudig mogelijk gemaakt worden, echter niet te eenvoudig". Wist U dat die uitspraak van Albert Einstein was? Kern van deze uitspraak in dit hoofdstuk is dat altijd elke keuze goed over-

wogen moet worden. Dit begint al bij de keuze van de fabricage- en montage-methode, gevolgd door de materiaalkeuze, de uitvoeringsvorm, bevestigingsmethoden, ondersteuning en kinematische effecten, enz. In meer dan honderd pagina's beschrijft Slo-cum al deze onderwerpen; ditmaal wordt afgesloten met een ontwerp-case van een grote slijpmachine.

De hoofdstukken acht en negen, "Bearings with(out) mechanical contact between elements" bespreken zeer uitgebreid lagers (meer dan tweehonderd pagina's).

De auteur behandelt lagers waarvan de elementen onderling mechanisch contact hebben en zulke die dat niet hebben. De eerste categorie wordt onderverdeeld in glijlagers en rollagers voor rotatie en translatic. Van de tweede categorie worden de hydrostatische, aerostatische en magnetische lagers uitgebreid besproken.

Te kort en krachtig worden elastische scharnieren behandeld. Een uitgebreide bespreking van deze scharnieren - hoe ze berekend worden en vooral een uiteenzetting over monolitische uitvoeringen - was wenselijk geweest gezien de hedendaagse mogelijkheden om deze interessante bouwelementen te realiseren. Dat dit opvalt vindt wellicht zijn oorzaak in het feit dat we in Mikroniek verwend zijn door artikelen van Nick Rosielle e.a.

Wel wordt besproken hoe lageringen ontworpen worden om de thermische effecten te beperken.

De case in dit hoofdstuk bestaat uit de metingen van een hoogtoerenspil.

Het laatste hoofdstuk "Power generation and transmission" gaat in op de aandrijvingen (ook hydraulische), reductoren, koppelingen, geleideassen, en dergelijke. Zaken zoals stijfheid, kracht, koppel, etc. komen aan de orde. Ook dit hoofdstuk wordt met een ontwerp-case afgesloten die handelt over de verhoging van de axiale stijfheid van een translatietafel.

HGJR

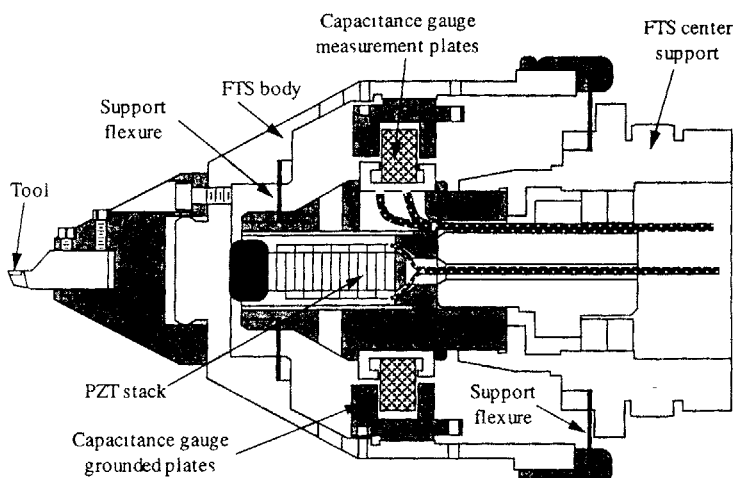


Figure 10.5.1 Piezoelectric actuated fast tool servo (FTS). (After Patterson and Magrab, Courtesy of Lawrence Livermore National Laboratory.)