

Tredimensionell toleransanalys direkt i CAD-miljö

CETOL for Six Sigma SIGMETRIX

■ PÅ DAGENS KONKURRENSUTSATT marknad är det kritiskt att åstadkomma hög kvalitet till lägsta möjliga produktionskostnad.

För konstruktören är det viktigt att säkra funktionen och minska variationen. Det ger fina önskade toleranser men oftast onödigt höga sådana. Produktionsteknikern, å andra sidan, kommer att sträva efter lösare toleranser för att kunna producera till en rimlig kostnad. Detta är en konflikt som kräver ett rätt balans hittas mellan produktens prestanda/kvalitet och produktionskostnaden. Tidig analys och optimering av toleranser kan resultera i enorma kostnadsbesparingar i produktionen.

Ett av de ledande CAE-verktygen för 3D-variationsanalys och toleransoptimering är CETOL for Six Sigma, från Sigmetrix. VerkstadsForum har bett Ariadne Engineerings VD Miroslav Chamera, att presentera lösningen.

Skillnaden mellan elektroniska ritplankor och ingenjörsverktyg

Moderna CAD program är bra på att noggrant fånga och definiera 3D-geometrin. Digital produktdefinition tillåter i sin tur att vidare simulera produktens funktion, prestanda, kontrollera kvalitet och undvika dyrbara fel. Det är CAE-systemet som gör skillnaden om ett modernt 3D-CAD-system är bara en datoriserad ritplanka eller ett ingenjörsverktyg som säkrar konkurrenskraften och överlevnadsförmågan för moderna företag.

3D-CAD-program är mycket bra på att definiera nominell (perfekt) geometri. Men som bekant, tillverkas komponenter med en viss tolerans, monteras med en viss precision, kan utvidgas på grund av värmeinverkan, mm. Allt detta innebär att det skapas variation som ackumuleras och propageras genom systemet. Denna variation kan kosta oss sämre prestanda, kvalitet eller i värsta fall produktens funktion. Det är mycket viktigt att beräkna, kontrollera och minimera den denna variation!

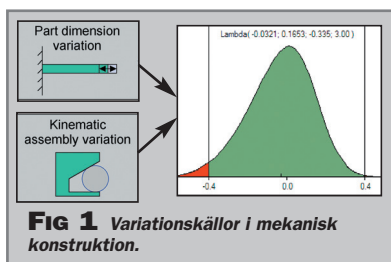


FIG 1 Variationskällor i mekanisk konstruktion.

Betrakta bilden ovan (fig 1). Vi ser en axel stoppad i ett spår. I den perfekta CAD-värden är cylinderns position entydigt bestämd. Om vi däremot tar hänsyn till att cylinderns diameter kan variera i storlek, spårets vinkel och bredd kan ändras, så blir cylinderns läge plötsligt dynamiskt och obestämt. Dess position varierar statistiskt inom vissa gränser. Variationen för läget kan beskrivas med distributionskurvan på bilden till höger.

Problemet kanske ser enkelt ut, men om vi vill matematiskt bestämma vilka av parametrarna är kritiska och påverkar cylinderns läge mest, så visar det sig att

matematiken är mer komplicerad. Tar vi som exempel en finmekanisk sammanställning som en växellåda, med flera komponenter och långa toleranskedjor, så ser man ett tydligt behov av ett avancerat CAE-verktyg för den här typen av analyser.

En lösning på dilemmat finns i den inledningsvis nämnda CAE-mjukvaran från Sigmetrix.

Detta CAE-system, i direkt integration med CAD (Pro/E, CATIA och andra CAD-system via neutral format) möjliggör byggandet av 3D-toleranskedjor, analys av dem samt optimering. Dimensioner som är kritiska för kvaliteten kan identifieras. Sedan gäller det att skriva upp toleranserna till rätt nivå. För andra ställen som är mindre viktiga, är det möjligt att släppa på toleranserna och på så sätt spara pengar i produktion.

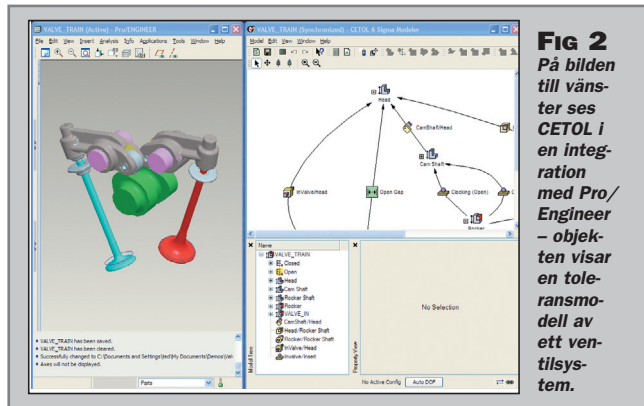


FIG 2 På bilden till vänster ses CETOL i en integration med Pro/Engineer - objektet visar en toleransmodell av ett ventilsystem.

Kinematiska modeller.

■ Efter koppling till och synkronisering med CAD-modellen definierar vi "measures", d v s mäter det som är viktigt för systemets funktion. Allt vi gör kan visualiseras och kontrolleras i CAD-programmet. Det är möjligt att definiera flera

mätningar i många olika positioner. Detta gör att programmet är mycket kraftfullt även när det gäller toleransanalyser av komplexa mekanismer med olika konfigurationer.

Nästa steg är att definiera kopplingsvillkor mellan komponenterna. Målet är att definiera en kinematisk loop som representerar varje toleranskedja. Processen påminner om uppbyggandet av en CAD-sammansättning, men tar även hänsyn till hur komponenterna hänger ihop i verkligheten samt monteringsordningen i produktionsprocessen. Flexibla kopplingselement (joints) tillåter att ta hänsyn till gravitation, fjäderkrafter m m, som gör att komponenter hamnar på ett annat ställe än nominell CAD-placering. T ex när en axel trycks mot halvåggen p g a en extern kraft.

Det är viktigt att fånga hur komponenter hänger ihop i verkligheten. CETOL hjälper till att ta reda på systemets frihetsgrader. Rätt

konstruerad kedja borde vara varken under- eller överbestämd. Det innebär 0 under- och 0 överbestämda frihetsgrader/variationer. Underbestämd betyder att vi har en mekanism. Överbestämd betyder egentligen deformationstvång i konstruktionen, alltså konstruktionsfel eller tankefel i randvillkor. Eftersom vi normalt inte vill införa deformation vid montage, så är detta ett utmärkt sätt att kontrollera om konstruktionen kan absorbera variationen - robust konstruktionstänkande.

Till sist definierar vi variation på komponentnivå. Vi använder funktionssytor direkt från CAD modellen och definierar deras statistiska variation. Vi kan även importera geometriska toleranser från CAD-systemet eller definiera dem i CETOL. Genom att införa rätt referensgeometri, kan vi fånga hur produkten produceras och monteras. Ordningen i vilken bearbetningsoperationer körs samt komponenter monteras, kan påverka variationen och kvaliteten i produkten. På så sätt kan vi kan snabbt testa olika monteringsscenarion.

Modellen visualiseras med en över- skådlig graf som visar toleranskedjan

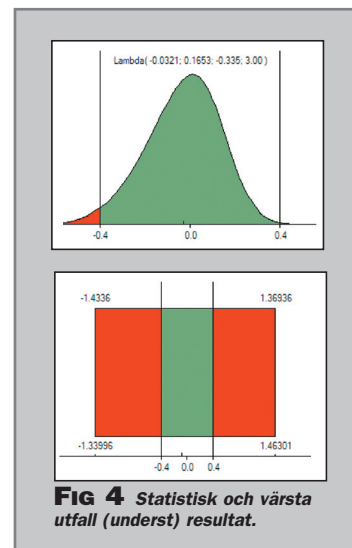


FIG 4 Statistisk och värsta utfall (underst) resultat.

Visas både som statisk distribution och som "worst case"-scenario

Resultatet visar variationsfördelningen för våra "measures" och hur de uppfyller toleranskraven. Den röda "svansen" på bilden ovan visar felaktiga detaljer.

Resultatet kan visas både som statistisk distribution och som värsta toleransutfall. Värsta scenariot visar vad som händer om vi råkar ha maximalt fel på alla toleranser. En mycket konservativ beräkning, men som kan vara intressant för vissa applikationer, t ex för kritiska produkter där inga fel tillåts, så som exempelvis pace makers eller krockkuddar.

Statistiska resultat är oftast mer intressanta. Där beräknar vi och bedömer helt enkelt hur många felaktiga komponenter vi förväntas få (t ex per miljon producerade detaljer). Vi kan även kontrollera 6 sigma-relaterade parametrar så som sigmavärde, Cp, Cpk och DPMU.

Från komponent- till slutfel

■ En mekanism-approach gör att vi kan analysera variationsbidraget vidare från respektive komponent i toleranskedjan fram till slutfel.

Vi kan även få fram känslighetsdata, dvs utväxling mellan förändring i nominell

och sambandet mellan komponenter (se fig 3). Data kan visualiseras och struktureras på många sätt (Windows File Manager-liknade modellträd, en graf, listor med indata mm).

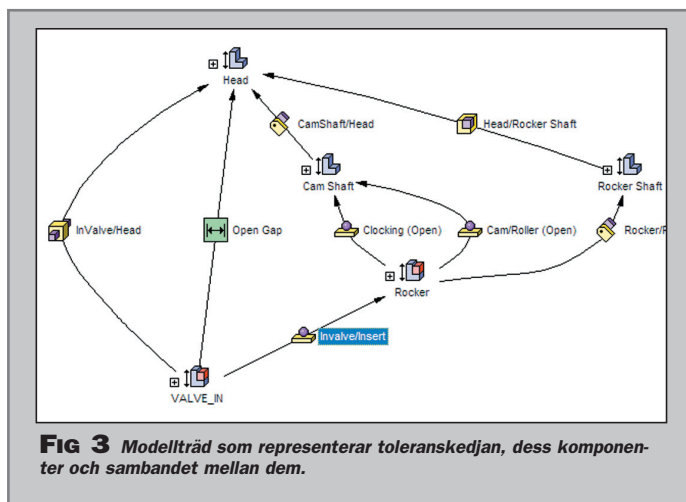


FIG 3 Modellträd som representerar toleranskedjan, dess komponenter och sambandet mellan dem.

Klart för analys.

■ Nu är vi redo för en analys. Både första- och andraordnings (för icke-linjära förlopp) analytisk lösning kan köras, samt Monte Carlo-metoden. Efter några minuter är resultatet färdigt.

dimension och dess påverkan på slutmätningen (measures). Både toleransbidrag och känslighet hjälper till att identifiera dimensioner som är kritiska för kvaliteten.

Sedan kan vi utifrån detta optimera toleranser och variationen.

Det är mycket lätt att i CETOL-analysen direkt laborera med olika toleransvärden och undersöka dess inverkan på produktens slutliga kvalitet. Med andra ord kan vi skriva upp toleranskrav där det behövs, och släppa på andra ställen, där vi kan spara pengar. Det är också möjligt att använda faktiska produktionsprocessdata i programmet, eller direkt föra in verkligt produktionsutfall i analysen, och på så sätt komma närmare verkligheten. Högre eller lägre satta toleranser kan motsvara olika tillverkningsprocesser.

Sist men inte minst finns det möjlighet att med en enda knapptryckning generera en fullständig analysrapport.

Sammanfattningsvis...

CETOL arbetar direkt med 3D-CAD och är lätt och intuitivt att använda. Det möjliggör att hitta rätt balans mellan tillverkningskostnaden och produktens prestanda/kvalitet. Lösningen är integrerad med Pro/E och Catia, vilket gör att 3D-CAD-informationen lätt kan nyttjas och toleransanalysen kan integreras direkt i konstruktionsprocessen. Konstruktören kan snabbt se vilka parametrar som är kritiska för konstruktionens kvalitet och prestanda.

GÄSTSKRIBENT MIROSLAW CHAMERA 

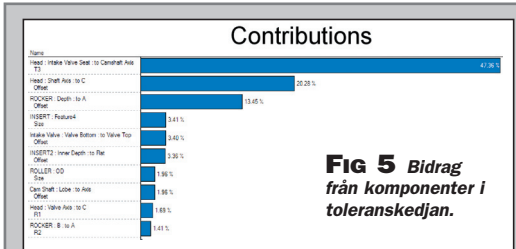


FIG 5 Bidrag från komponenter i toleranskedjan.

T v Den översta komponenten står för 47% av felet. Där skall man skriva upp toleransen. De nedersta dimensionerna bidrar däremot mycket litet till slutfelet. Där

kan vi istället släppa på toleranserna och spara pengar i produktionen.

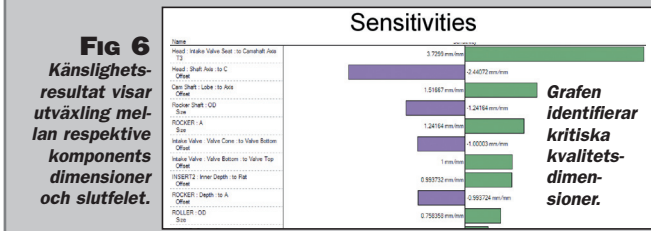


FIG 6 Känslighetsresultat visar utväxling mellan respektive komponents dimensioner och slutfelet.

Grafen identifierar kritiska kvalitetsdimensioner.

Bullets

Bra Ansys-siffror med Fluent ombord

● Ansys kunde fira ettårsjubileum för köpet av Fluent med ett finansiellt toppresultat. Intäkterna för första kvartalet 2007 nådde 89,6 miljoner dollar (non-GAAP), eller drygt 600 miljoner kronor. Första kvartalet ifjol stannade siffran för enbart Ansys på 46 miljoner dollar.

Vinsten stannade på 23,5 miljoner (Q1 ifjol 14,5, non-GAAP). "Vi gick in i det här fiskala året med stor antusiasm och ett momentum i affärerna. Och vi är mycket nöjda med att ha nått de uppställda målen vad gäller integrationsarbetet med Fluent, kommenterade Ansys CEO och ordförande Jim Cashman.

Han sa vidare att bolagets målsättning - att kunna servera marknaden ett ojämförbart starkt program med simuleringslösningar i världsklass -

bekräftades av den nyligen lanserade version 11.0 av Ansys (se även artikel på sid 41).

MSC på väg att vända kurvan?

● För MSC Software ser läget fortsatt tuftt. Förra kvartalets tunga tapp följdes upp med ytterligare ett, även om kurvan neråt nu ser ut att plana av.

Intäkterna för första kvartalet blev 57,6 miljoner dollar, jämfört med fjolårets Q1s 67,4.

Man ska dock när man tittar på dessa siffror minnas att företaget befinner sig i en omdaningsprocess, som handlar om att på djupet anpassa sina CAE-lösningar till PLM-konceptet tankegångar.

- Vår nya inriktning mot att täcka bredare spektra av industriföretagens CAE-behov har inneburit en hel del nya exekutiva utmaningar i samband med att vi nu jobbar med att flytta över våra

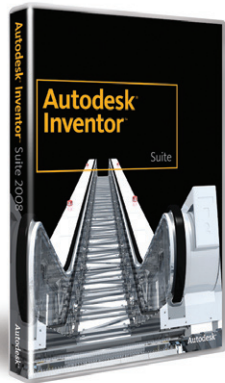
nyckelkunder från att ha jobbat med individuella ingenjörsvrktyg till att börja utnyttja breda simuleringsplattformar, säger MSC Software CEO Bill Weyand.

PLM-koncept är inget man säljer under korta cykler. Tidigare kanske man kunde sälja in en applikation på, såg 3 månader. Men då PLM-konceptet går

betydligt mer på djupet, talar vi om cykler på upp till ett år. MSC har ett bra tänk i sitt helhetsuppbygg, så

det finns anledningar att tro på ett förbättrat läge inom en inte allt för avlägsen framtid.

Wyand pekade också på att MSCs SimManager Enterprise-prislösning fått IBM-priset Beacon Award for Global Solutions - Best Industry Solution.



Autodesk®
Value Added Reseller

CAD/CAM-it
Design Solution Partner
+46 (0) 26 66 00 10
www.cadcam-it.se