از

CATIA V5

بیشتر بدانیم ...

مصطفی هیهات

فهرست مطالب

دیباچه نویسنده ۶

بخش ۱- مدیریت چرخه تولید محصول (PLM) ۸

۱-۱ مدیریت چرخه تولید محصول ۸

۱-۲ راه‌حل‌های مدیریت چرخه تولید محصول شرکت Dassault Systemes ۹

۱-۳ معرفی Dassault Systemes ۱۰

۱-۴ استراتژی Dassault Systemes ۱۱

۱-۵ مدیریت داده‌های محصول (PDM) ۱۲

بخش دوم- معرفی توانایی‌های CATIA V5 ..... ۱۳

۲-۱ مقدمه ۱۳

۲-۲ مجموعه Mechanical Design ۱۴

۲-۲-۱ CATIA – Part Design (PDG) ۳۱

۲-۲-۲ CATIA – Assembly Design (ASD) ۳۳

۲-۲-۳ CATIA – Composites Design (CPD) ۳۶

۲-۲-۴ CATIA – Composites Engineering (CPE) ۳۷

۲-۲-۵ CATIA – Composites Design for Manufacturing (CPM) ۳۷

۲-۲-۶ CATIA – Weld Design (WD1) ۳۷

۲-۲-۷ CATIA – Sheetmetal Design (SMD) ۳۸

۲-۲-۸ CATIA – Sheetmetal Production (SH1) ۴۰

۲-۲-۹ CATIA – Aerospace Sheetmetal Design (ASL) ۴۱

۲-۲-۱۰ CATIA – Part Design Feature Recognition (FR1) ۴۱

۲-۲-۱۱ CATIA – Structure Design (SR1) ۴۱

۲-۲-۱۲ CATIA – Core & Cavity Design (CCV) ۴۲

۲-۲-۱۳ CATIA – Mold Tooling Design (MTD) ۴۲

۲-۲-۱۴ CATIA – Tooling Design (TG1) ۴۳

۲-۲-۱۵ CATIA – Functional Molded Part (FM1) ۴۳

۲-۲-۱۶ CATIA – Wireframe & Surface (WS1) ۴۵

۲-۲-۱۷ CATIA – Healing Assistant (HA1) ۴۵

۲-۲-۱۸ CATIA – Cast & Forged Part Optimizer (CFO) ۴۶

۲-۲-۱۹ CATIA – Generative Drafting (GRD) ۴۶
۲-۲-۲۰ CATIA – Interactive Drafting (ID1) ۴۷
۲-۲-۲۱ CATIA – 3D Functional Tolerancing & Annotations (FTA) ۴۸
۲-۲-۲۲ CATIA – 2D Layout for 3D Design (LO1) ۴۸
۲-۳ مجموعه Analysis ۴۸
۲-۳-۱ CATIA – Elfini Structural Analysis (EST) ۵۶
۲-۳-۲ CATIA – Generative Part Structural Analysis (GPS) ۵۷
۲-۳-۳ CATIA – Generative Assembly Structural Analysis (GAS) ۵۷
۲-۳-۴ CATIA – Generative Dynamic Response Analysis (GDY) ۵۹
۲-۳-۵ CATIA – FEM Surface (FMS) ۵۹
۲-۳-۶ CATIA – FEM Solid (FMD) ۶۰
۲-۳-۷ CATIA – Tolerance Analysis of Deformable Assembly (TAA) ۶۰
۲-۴ مجموعه Machining ۶۰
۲-۴-۱ CATIA – NC Machine Tool Builder (MBG) ۷۰
۲-۴-۲ CATIA – NC Machine Tool Simulation (MSG) ۷۰
۲-۴-۳ CATIA – Lath Machining (LMG) ۷۱
۲-۴-۴ CATIA – Prismatic Machining (PMG) ۷۴
۲-۴-۵ CATIA – Prismatic Machining Preparation Assistant (MPA) ۷۶
۲-۴-۶ CATIA – 3-Axis Surface Machining (SMG) ۷۷
۲-۴-۷ CATIA – Advanced Machining (AMG) ۷۹
۲-۴-۸ CATIA – NC Manufacturing Review (NCG) ۷۹
۲-۴-۹ CATIA – NC Manufacturing Verification (NVG) ۷۹
۲-۴-۱۰ CATIA – STL Rapid Prototyping (STL) ۷۹
۲-۴-۱۱ CATIA – Multi-Slide Lath Machining (MLG) ۸۰
۲-۴-۱۲ CATIA – Multi Pocket Machining (MPG) ۸۰
۲-۴-۱۳ CATIA – Multi-Axis Surface Machining (MMG) ۸۰
۳-۵ مجموعه Product Synthesis ۸۰
۳-۵-۱ CATIA – DMU Navigator (DMN) ۹۹
۳-۵-۲ DMU Kinematics Simulator (KIN) ۱۰۱
۳-۵-۳ DMU Space Analysis (SPA) ۱۰۲
۳-۵-۴ DMU Optimizer (DMO) ۱۰۳
۳-۵-۵ DMU Fitting Simulator (FIT) ۱۰۳
۳-۵-۶ Human Builder (HBR) ۱۰۴

۳-۵-۷ Human Measurements Editor (HME) ۱۰۵
۳-۵-۸ Human Posture Analysis (HPA) ۱۰۶
۳-۵-۹ Human Activity Analysis (HAA) ۱۰۷
۳-۵-۱۰ DMU – Engineering Analysis Review (ANR) ۱۱۰
۳-۵-۱۱ DMU Fastening Review (FAR) ۱۱۰
۳-۵-۱۲ CATIA – DMU Space Engineering Assistant (SPE) ۱۱۰
۳-۵-۱۳ DMU Dimensioning & Tolerancing Review (DT1) ۱۱۱
۳-۵-۱۴ CATIA – Flex Physical Simulation (FLX) ۱۱۱
۳-۵-۱۵ CATIA – Knowledge Expert (KWE) ۱۱۱
۳-۵-۱۶ CATIA – Knowledge Advisor (KWA) ۱۱۲
۳-۵-۱۷ CATIA – Product Engineering Optimizer (PEO) ۱۱۲
۳-۵-۱۸ CATIA – Product Knowledge Template (PKT) ۱۱۳
۳-۵-۱۹ CATIA – Product Function Description (PFD) ۱۱۳
۳-۵-۲۰ CATIA – Product Function Optimizer (PFO) ۱۱۴
۳-۶ مجموعه Shape Design & Styling ۱۱۴
۳-۶-۱ CATIA – Automotive Body-In-White Fastening (ABF) ۱۳۱
۳-۶-۲ CATIA – Realistic Shape Optimizer (RSO) ۱۳۱
۳-۶-۳ CATIA – Generative Shape Design (GSD) ۱۳۱
۳-۶-۴ CATIA – Generative Shape Optimizer (GSO) ۱۳۲
۳-۶-۵ CATIA – Developed Shapes (DL1) ۱۳۲
۳-۶-۶ CATIA – Freestyle Shaper (FSS) ۱۳۲
۳-۶-۷ CATIA – Freestyle Optimizer (FSO) ۱۳۳
۳-۶-۸ CATIA – Freestyle Profiler (FSP) ۱۳۳
۳-۶-۹ CATIA – Freestyle Sketch Tracer (FSK) ۱۳۳
۳-۶-۱۰ CATIA – Automotive Class A (ASA) ۱۳۳
۳-۶-۱۱ CATIA – Automotive Class A Optimizer (ACO) ۱۳۴
۳-۶-۱۲ CATIA – Imagine & Shape (IMA) ۱۳۴
۳-۶-۱۳ CATIA – Digitized Shape Editor (DSE) ۱۳۴
۳-۶-۱۴ CATIA – Quick Surface Reconstruction (QSR) ۱۳۵
۳-۶-۱۵ CATIA – Shape Sculptor (DSS) ۱۳۵
۳-۶-۱۶ CATIA – Automotive Body In White Templates (ABT) ۱۳۵
۳-۶-۱۷ Real Time Rendering (RTR) ۱۳۵
۳-۶-۱۸ Photo Studio (PHS) ۱۳۶

۳-۶-۱۹ Photo Studio Optimizer (PSO) ۱۳۶
۳-۷ مجموعه Equipment & Systems Engineering ۱۳۶
۳-۷-۱ CATIA – Circuit Board Design (CBD) ۱۵۵
۳-۷-۲ CATIA – Systems Routing (SRT) ۱۵۵
۳-۷-۳ CATIA – Systems Space Reservation (SSR) ۱۵۵
۳-۷-۴ CATIA – Electrical 3D Design & Documentation (EC1) ۱۵۶
۳-۷-۵ CATIA – Electrical System Functional Definition (EFD) ۱۵۶
۳-۷-۶ CATIA – Electrical Library (ELB) ۱۵۶
۳-۷-۷ CATIA – Electrical Wire Routing (EWR) ۱۵۷
۳-۷-۸ CATIA – Electrical Harness Installation (EHI) ۱۵۷
۳-۷-۹ CATIA – Electrical Harness Flattening (EHF) ۱۵۸
۳-۷-۱۰ CATIA – Electrical Connectivity Diagrams (ELD) ۱۵۸
۳-۷-۱۱ CATIA – Electrical Cableway Routing (ECR) ۱۵۸
۳-۷-۱۲ CATIA – Systems Diagrams (SD1) ۱۵۹
۳-۷-۱۳ CATIA – Piping & Instrumentation Diagrams (PID) ۱۵۹
۳-۷-۱۴ CATIA – HVAC Design (HVA) ۱۵۹
۳-۷-۱۵ CATIA – HVAC Diagrams (HVD) ۱۵۹
۳-۷-۱۶ CATIA – Piping Design (PIP) ۱۵۹
۳-۷-۱۷ CATIA – Tubing Design (TUB) ۱۶۰
۳-۷-۱۸ CATIA – Tubing Diagrams (TUD) ۱۶۰
۳-۷-۱۹ CATIA – Waveguide Design (WAV) ۱۶۰
۳-۷-۲۰ CATIA – Waveguide Diagrams (WGD) ۱۶۰
۳-۷-۲۱ CATIA – Hanger Design (HGR) ۱۶۰
۳-۷-۲۲ CATIA – Raceway & Conduit Design (RCD) ۱۶۱
۳-۷-۲۳ CATIA – Equipment Arrangement (EQT) ۱۶۱
۳-۷-۲۴ CATIA – Equipment Support Structures (ESS) ۱۶۱
۳-۷-۲۵ CATIA – Structure Preliminary Layout (SPL) ۱۶۱
۳-۷-۲۶ CATIA – Structure Functional Design (SFD) ۱۶۲
۳-۷-۲۷ CATIA – Ship Structure Detail Design (SDD) ۱۶۲
۳-۷-۲۸ CATIA – Compartment & Access (CNA) ۱۶۲
۳-۷-۲۹ CATIA – Plant Layout (PLO) ۱۶۲

دیباچه نویسنده

به نام خداوند بخشنده مهربان

خدای بزرگ را شاکرم که توانستم گامی دیگر در جهت افزودن به دانش خود بردارم. مجموعه پیش رو حاصل تلاشی است که هدف آن پاسخ به نیاز درونی خود و همچنین شناساندن نرم‌افزار معظم CATIA V5 به علاقمندان فراگیری آن می‌باشد.

این مجموعه در خرداد سال ۱۳۸۴ در قالب پروژه کارشناسی دانشگاهی در دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران با عنوان "CATIA و دنیای مهندسی آینده" تدوین و تالیف گردید؛ اساس مطالب آن حاصل بررسی منابع موجود و تجربیات گذشته در استفاده از این نرم‌افزار می‌باشد. البته آنچه که در اختیار شما قرار می‌گیرد به‌روز شده است. امید دارم که این مطالب شما را به فراگیری مطالب جدیدتر که تنها سر نخی از آنها در این متن ارائه شده است مشتاق نماید.

این متن نه تنها برای کاربران نرم‌افزار CATIA V5 بلکه برای مدیران بخش‌های طراحی یا حتی مدیران سطوح بالاتر که وظیفه آنها تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش‌های نرم‌افزاری مناسب برای پیشبرد اهداف طراحی یک مجموعه می‌باشد نیز مفید است.

اما پاسخ به یک سوال لازم است؛ چرا این مجموعه به صورت یک نسخه الکترونیک رایگان در اختیار شما قرار گرفته است؟! دلیل اول اینکه، تدریس این نرم‌افزار این نکته را برای اینجانب روشن کرده است که بیشتر دانشجویان علاقمند به فراگیری این نرم‌افزار بینشی سطحی از راه پیش رو دارند و دلیل انتخاب‌شان استناد به شنیده‌های بعضاً نادرست می‌باشد. امید است که با مطالعه این مجموعه بینشی جامع و کاربردی در مورد این نرم‌افزار در خوانندگان پدید آید.

اما دلیل دیگری که اینجانب را در ارائه نسخه کامل این مجموعه مصمم نمود انتشار بخش‌هایی از این مجموعه در کتابی با موضوع آموزش نرم‌افزار CATIA V5 در ماه‌های گذشته می‌باشد. در این کتاب

بخش‌هایی از نوشته‌های اینجانب به صورت ناقص و با ایرادات فراوان به صورت غیرحرفه‌ای کپی شده است. این موضوع مرا بر آن داشت تا مطالب را به صورت کامل در اختیار علاقمندان قرار دهم تا اطلاعاتی که بعضاً در اثر برداشت‌های نادرست از متن پیش رو در کتاب مذکور آورده شده است تصحیح شود.

در انتها با دو تقاضا از خوانندگان محترم این بخش را به پایان می‌رسانم؛ لطفاً پس از مطالعه این متن آن را در اختیار دوستان خود قرار دهید تا در افزایش آگاهی نسبت به این نرم‌افزار سهیم باشید. اما با توجه به اینکه این نرم‌افزار حیطه‌های مختلفی از علوم را در بر می‌گیرد مسلماً تدوین مطالبی بدون اشکال در مورد آن مشکل است؛ از این رو ممکن است این متن در برخی موارد با کاستی‌هایی روبرو باشد. لطفاً نظرات، پیشنهادات و سوالات خود را از طریق آدرس ***Learn.CATIA@gmail.com*** با ما در میان بگذارید.

در انتها از یاری دوستان عزیزم آقایان مهندس مرتضی گنجی و مجید نریمانی سپاسگزارم.

همچنین از حمایت‌های بی‌شائبه دوست و استاد گرامیم آقای مهندس هادی جعفری کمال تشکر را دارم و نیز از همراهی استاد گرامی آقای دکتر علی جعفری که در تالیف و تدوین این متن مشوق اینجانب بوده‌اند متشکرم.

مصطفی هیهات

تهران- تابستان ۱۳۸۶

بخش اول

مدیریت چرخه تولید محصول (PLM)

۱-۱ مدیریت چرخه تولید محصول

بیشتر افراد مدیریت چرخه تولید محصول (Product Lifecycle Management-PLM) را به عنوان یک فناوری می‌شناسند ولی مدیریت چرخه تولید محصول یک استراتژی برای ایجاد شرکت‌هایی نوآور و ثمربخش است و در این راه چندین فناوری به کار گرفته می‌شود. این ابزار تولیدکنندگان را قادر می‌سازد تا اطلاعات مورد نیاز خود را به‌دست بیاورند و از آن برای تولید محصول بهره گیرند و در این راه به آنچه در اختیار دارند و آنچه که توسط مهندسین طراح و ساخت و تولید خود ایجاد کرده‌اند متکی باشند. مدیریت چرخه تولید محصول با یک مفهوم چتری تمام مراحل تولید یک محصول از خلق آن و تهیه فرآیند تولید تا از رده خارج شدن آن را در بر می‌گیرد.

در طی سال‌های اخیر نیاز تولیدکنندگان به فناوری که توانایی ثبت و دسترسی در کوتاه‌ترین زمان به داده‌های ایجاد شده در طی فعالیت‌های مهندسی را داشته باشد، افزایش یافته است. دشوارترین بخش فعالیت مهندسین طراح یافتن داده‌های مورد نیاز در کوتاه‌ترین زمان و از میان انبوهی از فایل‌ها می‌باشد. اما مشکل در سطحی بالاتر در یک شرکت گسترده‌تر می‌شود و افراد غیر مهندس مانند افرادی که در امور مالی مشغول محاسبه هزینه داده‌ها بر روی پیکربندی ویژه خود هستند نیز با مشکل مشابهی مواجه هستند.

برای حل این مشکلات و افزایش بهره‌وری، PLM داده‌های محصول را در اختیار می‌گیرد تا بتواند آنها را در محیط کار گروهی یک مجموعه کاری بزرگ مدیریت کند. با انجام این کار مهندسین طراح، ساخت و تولید، تعمیر و نگهداری و افراد غیر مهندس و قسمت‌هایی که وظیفه آنها تامین مواد، محاسبه هزینه‌ها، مدیریت فروش و بازاریابی می‌باشد (تمام افراد موثر در ایجاد داده‌های محصول) تشکیل مجموعه‌ای یکپارچه می‌دهند.

امروزه دیگر واژه‌هایی مانند CAD (طراحی به کمک رایانه)، CAM (ساخت به کمک رایانه) و CAE (مهندسی به کمک رایانه) شرح کاملی بر اتفاقات واقع شده در طی تولید یک محصول در صنایع نیست. CAD، CAM و CAE تنها بخش کوچکی از سیستم مدیریتی PLM می‌باشند؛ با PLM ارتباط مشتریان، بخش‌های اداری و تامین‌کنندگان تجهیزات و مواد با بخش‌های مهندسی CAD، CAM و CAE برقرار می‌شود و علاوه بر نظر طراح، نظر مشتری در مورد محصول نیز فرآیند ساخت و تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این سیستم مدل سه‌بعدی (CAD Model) قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات تنها بخش کوچکی از این شبکه پیچیده است.

۱-۲ راه‌حل‌های مدیریت چرخه تولید محصول شرکت Dassault Systemes

نمونه‌ای از فناوری‌های PLM، محصولات شرکت Dassault Systemes است. این شرکت مجموعه‌ای از نرم‌افزارها یا به عبارت بهتر راه‌حل‌های مدیریت چرخه تولید محصول (PLM Solutions) را توسعه داده است. این راه‌حل‌های نرم‌افزاری مدیریتی شامل سه بخش اصلی است:

- CATIA که هدف از ایجاد آن ارائه سرویس‌هایی برای طراحی، تولید و مهندسی به کمک رایانه است (CAD, CAM, CAE).
- ENOVIA که هدف از ایجاد آن ارائه سرویس‌هایی برای مدیریت داده‌های محصول (Product Data Management) است و در کنار آن وظیفه مرتبط کردن بخش‌های سیستم مدیریت چرخه تولید محصول (Product Lifecycle Management) را نیز به عهده دارد.
- DELMIA که هدف از ایجاد آن ارائه سرویس‌هایی برای مدیریت و شبیه‌سازی فرآیند تولید و ایجاد کارخانه مجازی (Virtual Factory) است.

این محصولات توانایی برقراری ارتباط با یکدیگر را با هدف سرعت بخشیدن به عملیات تولید دارند و می‌توانند واحدهای مختلف یک شرکت را به هم مرتبط کنند. هر محصول می‌تواند مستقل از بقیه نیز کار کند.

داده‌های محصول و فرآیند ساخت آن توسط CATIA ایجاد می‌شود. یک مدل CAD شامل داده‌های طراحی، جنس و داده‌های فرآیند تولید آن است. با استفاده از قابلیت برنامه‌ریزی CATIA می‌توان "طراحی وابسته" انجام داد. طراحی وابسته (Relational Design) روشی برای توسعه یک محصول بر پایه ایجاد پیوندها و رابطه‌هایی است که در طی تعریف محصول بین پارامترهای طراحی یک محصول یا پارامترهای فرآیند ساخت و تولید آن ایجاد می‌شوند. طراحی وابسته به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین توانمندی‌های PLM، تغییرات ایجاد شده را در تمام مراحل تولید یک محصول اعمال می‌کند. اگر هدف، طراحی بدنه یک اتومبیل باشد، مهندس طراح ابزار که فایل آن را وارد محیط کاری شخصی خود در CATIA می‌کند می‌تواند از تمام داده‌های طراحی قطعه همراه مدل مطلع شود و از آن داده‌ها در طراحی خود بهره گیرد.

با DELMIA فرآیند ساخت و تولید تعریف، فضای قرارگیری دستگاه‌ها در یک کارخانه تعیین و فیکسچرها و ابزارهای کاربردی طراحی می‌شوند و می‌توان کارخانه واقعی را با استفاده از قابلیت‌های DELMIA کنترل نمود. با استفاده از DELMIA مهندسین ساخت و تولید فرآیند تولید را به‌طور کامل شبیه‌سازی می‌کنند و قبل از اجرا از عملکرد آن اطمینان می‌یابند.

ترکیب CATIA، DELMIA و ENOVIA مفهوم مهندسی همزمان (Concurrent Engineering) را برای کاربران روشن می‌کند. شبیه‌سازی فرآیند تولید برای مهندسین طراح مشخص می‌کند که با در نظر گرفتن پارامترهای تولید و بهره‌گیری از امکانات موجود چه مقدار امکان تولید محصول جدید وجود دارد. ممکن است طراح بخواهد طرح محصولی را تغییر دهد اما چون امکانات ساخت محصول جدید یا امکان سرمایه‌گذاری برای خرید ماشین‌آلات و تجهیزات جدید وجود ندارد باید طرح را برای رسیدن به یک طرح بهینه قابل ساخت با امکانات موجود تغییر دهد.

با استفاده از ENOVIA مهندسین طراح و ساخت و تولید می‌توانند به‌صورت گروهی برای ایجاد

تغییرات بر روی محصول همکاری کنند. ENOVIA با در اختیار داشتن داده‌های لازم و اطمینان یافتن از صحت ارتباط‌های بین داده‌های محصول و همچنین نگهداری پیوندهای طراحی وابسته و تولید، فرآیند طراحی را به تولید متصل می‌کند. این موضوع در زمان ایجاد تغییر در طرح اهمیت می‌یابد زیرا این تغییر باید به تمامی قسمت‌های آن منتقل شود.

با توجه به اینکه حجم زیادی داده در طی فرآیند تولید ایجاد می‌شود، ENOVIA می‌تواند با انجام "تحلیل اثر" (Impact Analysis) میزان نیروی انسانی، منابع و پول لازم انجام یک تغییر را برای مدیران تعیین کند. به عنوان مثال ENOVIA تشخیص می‌دهد که چه قسمت‌هایی از فرآیند ساخت با یک تغییر تحت تاثیر قرار می‌گیرد و با تهیه یک گزارش تغییر ایجاد شده را اطلاع می‌دهد. این تحلیل مشخص می‌کند که مثلاً باید ۳ نفر طراح برای تغییر و اصلاح مسیرهای ماشینکاری به مدت یک هفته بر روی این تغییر همکاری کنند. در مثالی دیگر دو تیم را در طراحی یک هواپیما در نظر بگیرید که بر روی سیستم هیدرولیک و بوردهای الکترونیک آن کار می‌کنند. تیم هیدرولیک تصمیم می‌گیرد که مسیر یکی از شیلنگ‌ها را تغییر دهد. پس از انتقال داده‌های طراحی به ENOVIA، سیستم متوجه می‌شود که با اجرای این تغییر برخوردی بین یکی از بوردهای الکترونیک و یک شیلنگ هیدرولیک به‌وجود خواهد آمد. گزارش این برخورد برای دو تیم فرستاده می‌شود تا آنها از این موضوع اطلاع یابند. در گزارش مشخص شده است که تیم هیدرولیک باید در طرح خود تجدید نظر کند چون هزینه تغییر مکان بورد الکترونیک بیش از تجدید نظر در طراحی سیستم هیدرولیک است.

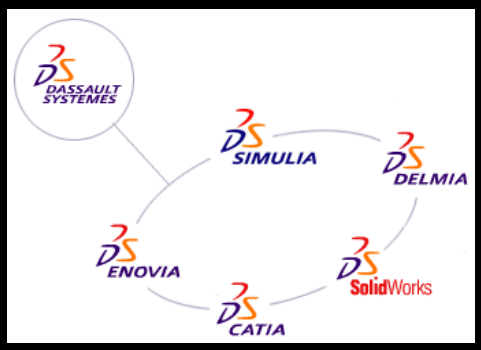
این داده‌ها به مدیران امکان می‌دهد تا با دید وسیع‌تری در حین ایجاد تغییرات برای اعمال آنها در طرح تصمیم‌گیری کنند. مدیر پروژه باید بین انتخاب تغییری با ۱۰۰۰۰ واحد هزینه یا تغییری با ۱۰۰۰۰۰۰ واحد هزینه تصمیم‌گیری کند. در اینجاست که شرکت بهره‌وری که می‌تواند هزینه‌های تحقیق و تولید خود را کاهش دهد و در مقابل، طرح‌های بیشتر و خلاقانه ارائه دهد متمایز می‌شود.

۱-۳ معرفی Dassault Systemes

شرکت Dassault Systemes در سال ۱۹۸۱ توسط گروهی از مهندسین شرکت هواپیماسازی Dassault Aviation با هدف ایجاد نرم‌افزاری برای طراحی محصولات به صورت سه‌بعدی، در کشور فرانسه تاسیس شد. در همان سال، توافق برای توزیع محصولات با شرکت آمریکایی فناوری اطلاعات IBM حاصل شد و نرم‌افزار این شرکت با نام تجاری CATIA به شرکت‌های سازنده اتومبیل و هواپیما عرضه شد.

این شرکت در طی همکاری با مشتریان خود در صنایع بزرگ دریافت که در اختیار داشتن روش نرم‌افزاری با توانایی پشتیبانی از فرآیند توسعه محصولات برای آن صنایع مهم است. با توجه به این نیاز، آنها روش‌ها و نرم‌افزارهای‌شان را توانا به طراحی ماکت دیجیتالی (Digital Mock Up) نمودند. ماکت‌های دیجیتالی به صنایع کمک کرد تا با کاهش تعداد ماکت‌های فیزیکی (Physical Prototype) زمان توسعه محصولات‌شان را کاهش دهند. طراحی هواپیمای BOEING 777 اولین پروژه مهمی بود که با استفاده از این دستاورد جدید انجام شد.

این شرکت در سال ۱۹۹۷، فعالیت‌های خود را در دو بخش عمده یعنی Process Centric (با هدف پشتیبانی مشتریان از آغاز تا پایان توسعه محصولات‌شان) و Design Centric (با هدف پشتیبانی مشتریان برای طراحی محصولات‌شان به‌صورت سه‌بعدی) سازماندهی نمود. همزمان با این تصمیم‌گیری، شرکت SolidWorks با هدف پوشش مشتریانی که هدف آنها طراحی محصولات‌شان به صورت سه‌بعدی می‌باشد، خریداری شد. اکنون ۹۸٪ سهام این شرکت آمریکایی متعلق به Dassault Systemes است.



نشان‌های تجاری محصولات شرکت Dassault Systemes

شرکت Dassault Systemes به منظور انجام ماموریت خود در فراهم آوردن راه‌حل‌های قدرتمند مدیریت چرخه تولید محصول، مجموعه‌ای از شرکت‌ها را خریداری و یک پلات‌فرم نرم‌افزاری جدید- نسخه ۵ (V5)- را برای گسترش بخش Process Centric ایجاد کرد (۱۹۹۹). در سال ۱۹۹۸، نرم‌افزار "مدیریت محصول" شرکت IBM خریداری شد و با ترکیب آن با پلات‌فرم مدیریت داده‌های محصول مجازی، ENOVIA ایجاد شد.

در پی خرید شرکت SmarTeam (۱۹۹۹) با استفاده از ENOVIA و SMARTEAM مجموعه‌ای برای مدیریت پیکربندی داده‌های محصول، یکپارچه‌سازی چرخه تولید محصول و همکاری گروهی ایجاد شد.

در سال ۲۰۰۰، DELIMA برای ایجاد مجموعه ساخت و تولید دیجیتال با تکیه بر دانش شرکت‌های Deneb، شرکت آمریکایی متخصص در شبیه‌سازی روباتیک (خریداری شده در ۱۹۹۷) Safework، شرکت کانادایی متخصص در فناوری مدل کردن انسان (۲۰۰۰) و Delta، شرکت آلمانی متخصص در نرم‌افزارهای مدیریت فرآیند ساخت و تولید (۲۰۰۰) ایجاد شد. در سال ۲۰۰۰، شرکت آمریکایی Spatial، برای توسعه و فروش اجزای نرم‌افزاری مانند ACIS خریداری شد.

در سال ۲۰۰۴ Dassault Systemes، با ایجاد سیستم اتوماسیون DELMIA و در پی خرید شرکت Athys -شرکت فرانسوی متخصص در توسعه نرم‌افزارهای کنترل Workcell- وارد بازار اتوماسیون شد.

در سال ۲۰۰۵ شرکت ABAQUS خریداری شد. هدف از خرید ABAQUS، که تجارب پیشرفته‌ای در زمینه نرم‌افزارهای تحلیل اجزاء محدود (Finite Elements Analysis) داشت، افزایش حضور در بازار شبیه‌سازی بود. در پی این خرید، محصول جدید Dassault Systemes با نام تجاری SIMULIA با هدف شبیه‌سازی واقع‌گرایانه معرفی شد.

در سال ۲۰۰۵ شرکت Virtools خریداری شد تا با استفاده از تخصص این شرکت بتوان رفتارهای واقعی را بر روی محصولات سه‌بعدی نشان داد.

۱-۴ استراتژی Dassault Systemes

در این قسمت می‌خواهیم هدف و استراتژی این شرکت را از زبان مدیرعامل شرکت بیان کنیم.

برنارد چارلز می‌گوید: ما معتقدیم که در آینده، تمام کالاهای ساخته شده در دنیا به‌صورت دیجیتال تعریف، مهندسی، شبیه‌سازی، ساخته و در طی چرخه تولید آن مدیریت می‌شوند. به نظر ما مناسب‌ترین وسیله برای دست یافتن به این مهم این است که هر چه سریع‌تر توانایی‌های طراحی سه‌بعدی دیجیتال را درک کنیم. مدیریت چرخه تولید محصول فقط در مورد ساخت ابزارهای جدید یا بالابردن کارایی فعالیت‌های جاری نیست، این فناوری ارائه دهنده یک پیشرفت فوق‌العاده در استراتژی‌ها و شیوه‌ها می‌باشد.

در سال‌های اخیر معرفی فناوری ساخت ماکت‌های سه‌بعدی دیجیتالی محصولات، طراحی صنعتی را متحول کرد. ما این توانایی را با هدف کمک به مدیریت یک مجموعه کاری بزرگ برای تولید یک محصول گسترش داده‌ایم؛ در نتیجه هم‌اکنون این دنیای دیجیتال است که کار هدایت، پایش و کنترل دنیای واقعی را برای ارائه محصولاتی با کیفیت بالاتر، نوآوری بیشتر و راحتی بیشتر مشتری در استفاده از آنها انجام می‌دهد. دستاوردهای دیجیتال شرکت Dassault Systemes/IBM برای کسانی طراحی شده‌اند که تمایل دارند محصولات، فرآیندها و منابع داده‌های مرتبط با محصولات خود را کامل کنند. دستاورد مذکور به عنوان یک تسهیل‌کننده برای نوآوری و واقعیت بخشیدن به آن و بهینه‌سازی موثر زنجیره تولید عمل می‌کند.

با هدف تبدیل این نظریه به واقعیت مجموعه‌ای از راه‌حل‌ها (Solutions) و نرم‌افزارهای کاربردی بر روی پلات‌فرم‌های پیشرفته ایجاد شده است. ساختار PLM شبکه‌ای از افراد، شامل مشتریان، شریک‌ها و تامین‌کنندگان قطعات و تجهیزات را در برمی‌گیرد. این شبکه ارتباطی امکان آموزش، نوآوری و کار گروهی را برای تولیدکنندگان فراهم می‌آورد.

۱-۵ مدیریت داده‌های محصول (PDM)

تمام سیستم‌های CAD، داده تولید می‌کنند؛ این داده‌ها همان چیزهایی است که ما آنها را با نام قطعه، نقشه دوبعدی و مجموعه مونتاژی می‌شناسیم. از این رو سیستمی برای مدیریت این حجم داده نیاز است.

شاید زمانی که بر روی رایانه شخصی خود مشغول طراحی مجموعه‌ای از قطعات هستید، مدیریت ذخیره‌سازی اطلاعات، بازبینی آنها و به‌روزکردن نقشه‌ها کار مشکلی نباشد چون سیستم تنها در اختیار شماست و شخص دیگری بر روی فایل‌های رایانه شما تغییری اعمال نمی‌کند. اما در صنایع امروز، یک کارخانه تنها شامل یک طراح نیست بلکه تیمی از مهندسین طراح که هر یک دارای تخصص ویژه‌ای می‌باشند بر روی طراحی و ساخت یک محصول کار می‌کنند. هر کدام از اعضای این تیم در اتاق‌های کنار هم به طراحی مشغول نیستند بلکه هر قسمت در شهر یا حتی کشوری دیگر قرار گرفته است و بخش‌های آن با شبکه گسترده‌ای برای ایجاد محصول نهایی با هم در ارتباط هستند.

روزانه صدها فایل شامل داده‌های طراحی قطعات، نقشه‌های آنها و اطلاعات مربوط به تامین‌کنندگان وارد سرورهای این شبکه پیچیده می‌شوند. هر کدام از این فایل‌ها بارها بررسی و تجدید نظر می‌شود و طرح‌های جدید جایگزین طرح‌های قبلی می‌شوند. در چنین شبکه‌ای که روزانه میلیون‌ها بایت داده وارد می‌شود وجود سیستمی که بتواند اطلاعات را مدیریت کند بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. سیستمی که مدیریت داده‌ها را در یک سیستم مدیریت چرخه تولید محصول (PLM) یا یک سیستم مستقل به عهده دارد سیستم مدیریت داده‌های محصول (Product Data Management-PDM) می‌باشد.

بخش دوم

معرفی توانایی‌های CATIA V5

۲-۱ مقدمه

مطالبی که تاکنون در مورد PLM و PDM بیان شد تنها اشاره‌ای به سیستم‌های مدیریتی است که صنایع امروز دنیا را با تغییراتی شگرف روبرو کرده است و CATIA V5 تنها هدایت بخشی از این سیستم عظیم را بر عهده دارد.

در این بخش قابلیت‌های هر کدام از محیط‌های کاری CATIA V5 معرفی می‌شود. تصور بر این است که شما به عنوان خواننده، اطلاعاتی در مورد حداقل یکی از نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی دارید و برخی از واژه‌های عمومی این دسته نرم‌افزارها برای‌تان روشن است.

در میان نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی CATIA V5 از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است زیرا این نرم‌افزار نه تنها دارای محیط‌های کاری متعدد برای پشتیبانی مراحل CAD، CAE و CAM می‌باشد بلکه پا را فراتر از مراحل طراحی، تحلیل و ساخت گذاشته است و در سیستم یکپارچه‌ای قرار می‌گیرد که هدف آن مدیریت تمامی مراحل تولید یک محصول از ایجاد مفهوم تا مرحله تولید و در نهایت از رده خارج شدن آن می‌باشد. به عبارت بهتر، CATIA V5 نرم‌افزار طراحی و ساخت و تولید است که قدرت کنترل و مدیریت کل فرآیند تولید محصول را دارد.

CATIA V5 مجموعه‌ای از محیط‌های کاری است که هر کدام از آنها با هدف پاسخگویی به نیاز بخشی از فرآیند ساخت و تولید محصول ایجاد شده است. یکی از اهداف ایجاد CATIA V5 حرکت به سوی تعریف دیجیتالی محصول و ایجاد ماکت‌های سه‌بعدی مجازی دقیق می‌باشد تا بدین وسیله با افزایش خلاقیت و نوآوری، هزینه‌های تولید کاهش و قدرت رقابت صنایع دارای این فناوری افزایش یابد.

CATIA V5 یک محیط Multi Document Interface است؛ یعنی در زمان واحد می‌توان در محیط‌های کاری (Workbench) متفاوتی کار کرد و هرکدام از آنها را در پنجره‌ای جدا مشاهده نمود. می‌توان همزمان که طراحی یک قطعه انجام می‌گیرد در پنجره دیگری تحلیل آن قطعه را تحت بارگذاری

مشاهده کرد و همزمان در پنجره دیگری شیوه ماشینکاری و ساخت آن را کنترل نمود. از طرفی دیگر می‌توان تمام این اسناد را کاملاً به‌هم وابسته کرد تا تغییر در یک سند در سندهای وابسته نیز اعمال شود. به‌کار بردن واژه Concurrent Engineering برای توصیف این تعریف مناسب است و می‌توان به خوبی درک کرد که منظور از تولید یکپارچه به کمک رایانه (Computer Integrated Manufacturing-CIM) چیست. به همین دلیل وقتی وارد CATIA V5 می‌شوید با لیستی از محیط‌های کاری متفاوت روبرو می‌شوید که بکارگیری موثر هر کدام لازمه داشتن تخصص در شاخه علم مربوط به آن محیط کاری است.

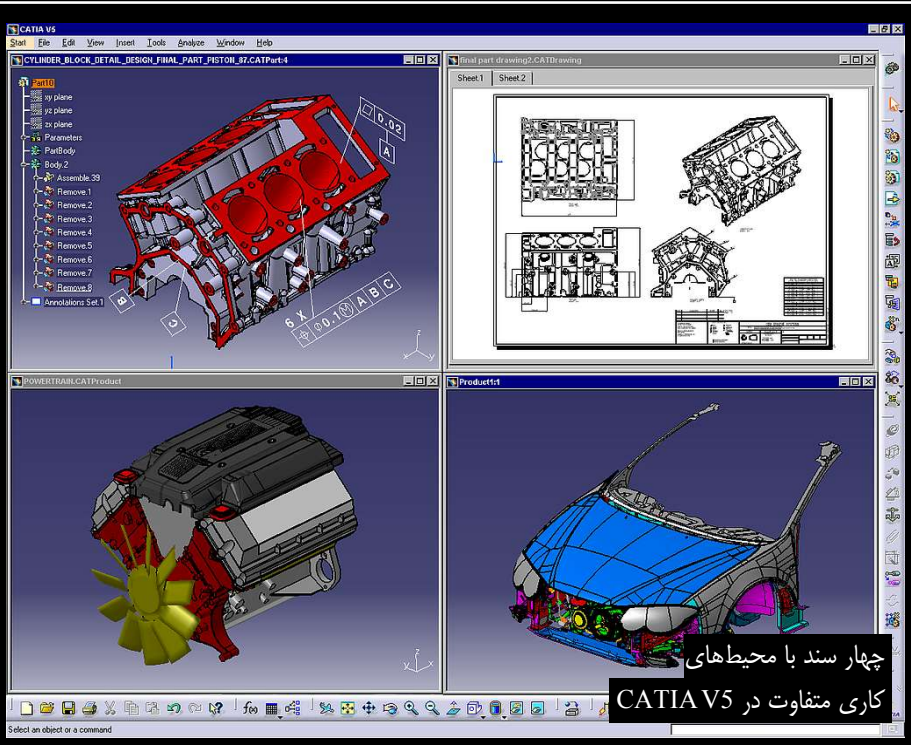
پس از مطالعه این متن مشخص می‌شود که فراگیری CATIA V5 به‌طور کامل امکان‌پذیر نیست و افراد هر کدام در زمینه کاری و تخصصی خود می‌تواند بخشی از آن را فرا بگیرند و در آن حرفه‌ای شوند. یادگیری نرم‌افزار به عنوان یک ابزار بخشی از توانایی یک مهندس می‌باشد و برای استفاده موثر از این ابزار باید تخصص را نیز در استفاده از آن بکار بست تا طرحی اصولی و منطقی با در نظر گرفتن فاکتورهای طراحی و مهندسی ایجاد شود.

۲-۲ مجموعه Mechanical Design

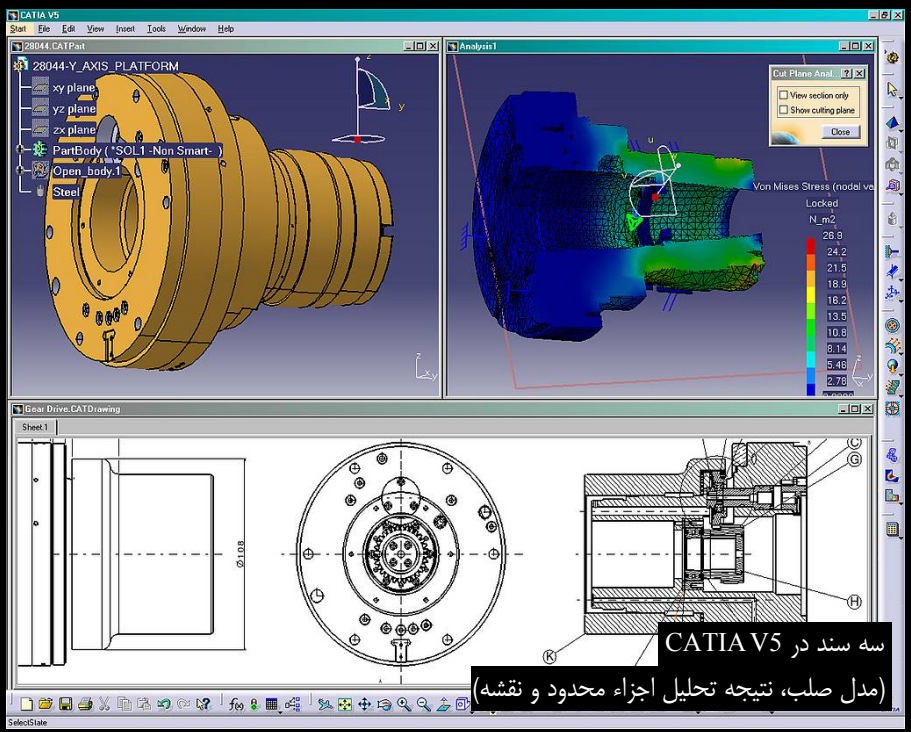
مجموعه محیط‌های کاری Mechanical Design نرم‌افزار CATIA V5 به عنوان هسته عملیات طراحی محصولات عمل می‌کند که از مفهوم (Concept) تا طراحی جزئیات و مرحله تولید نقشه‌های مهندسی را در بر می‌گیرد. همچنین با قرار دادن ابزارهای مخصوص در اختیار صنایعی که با ورقکاری و قالب‌سازی سر و کار دارند راه برای کاهش زمان رسیدن محصول به بازار هموار شده است.

محصولات مجموعه Mechanical Design کاربران را قادر می‌سازند تا قطعات خود را با بهره‌وری بالا در یک محیط واقعی طراحی کنند و مدل‌های صلب (Solid)، سیمی (Wireframe)، سطح (Surface) و مدل‌های ترکیبی (Hybride) را طراحی و بر هم سوار و صحت مجموعه مونتاژی را ارزیابی کنند و سرانجام نقشه‌های دوبعدی قطعات و مجموعه‌های مونتاژی را تولید نمایند.

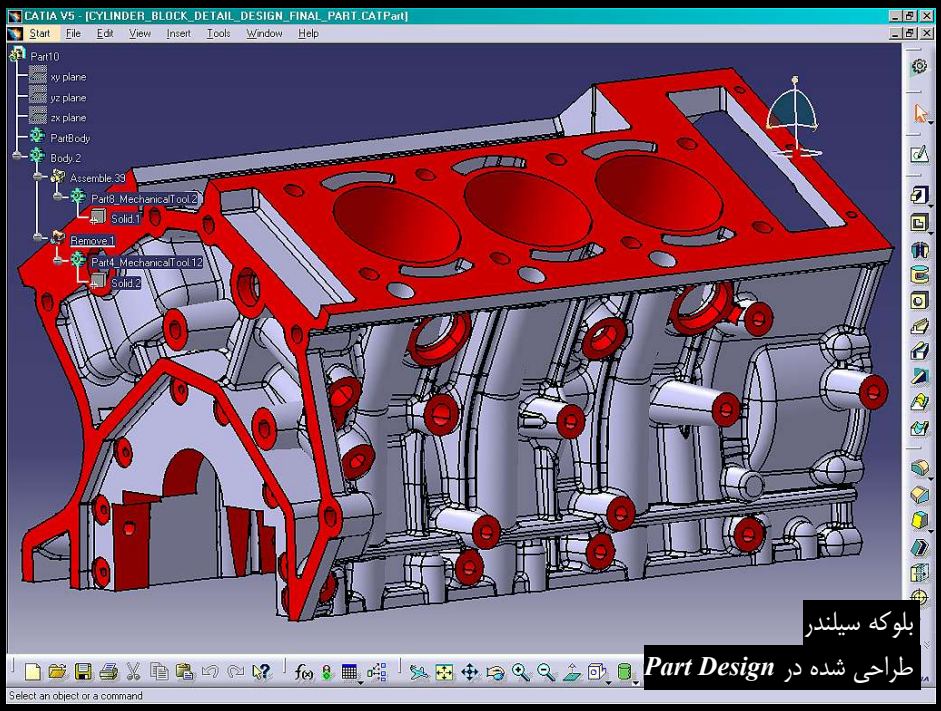
در ابتدا به صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Mechanical Design آشنا می‌شوید.



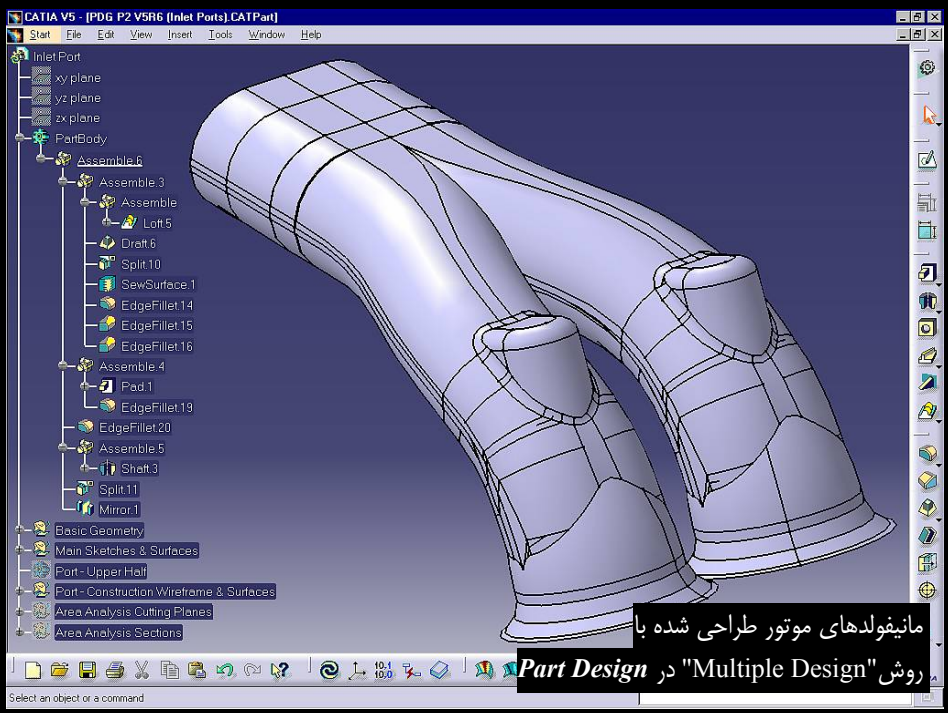
چهار سند با محیطهای
کاری متفاوت در CATIA V5



سه سند در CATIA V5
(مدل صلب، نتیجه تحلیل اجزاء محدود و نقشه)

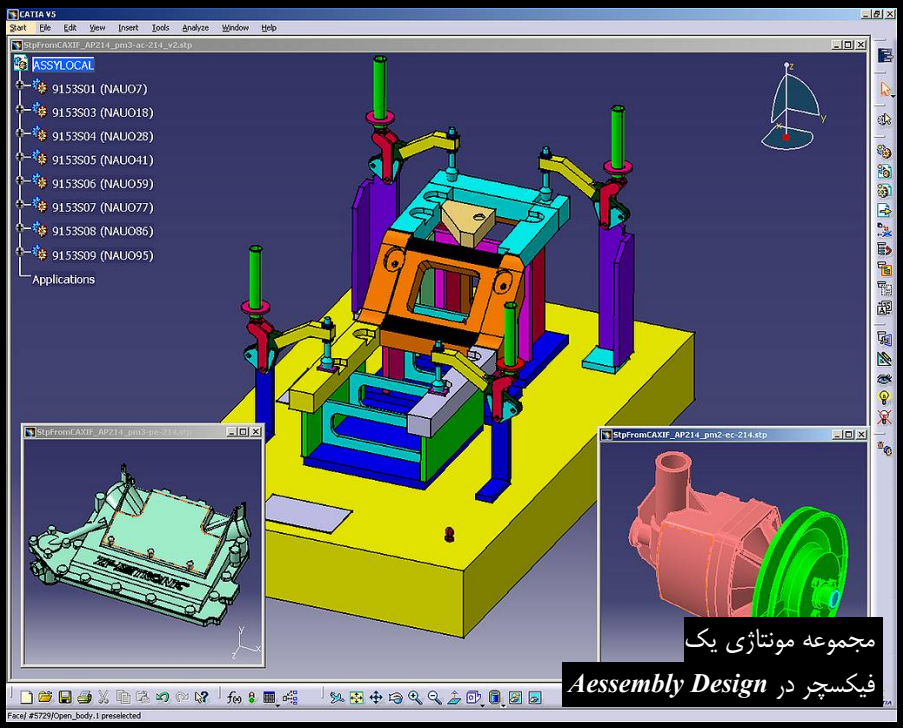


بلوکه سیلندر
طراحی شده در ***Part Design***

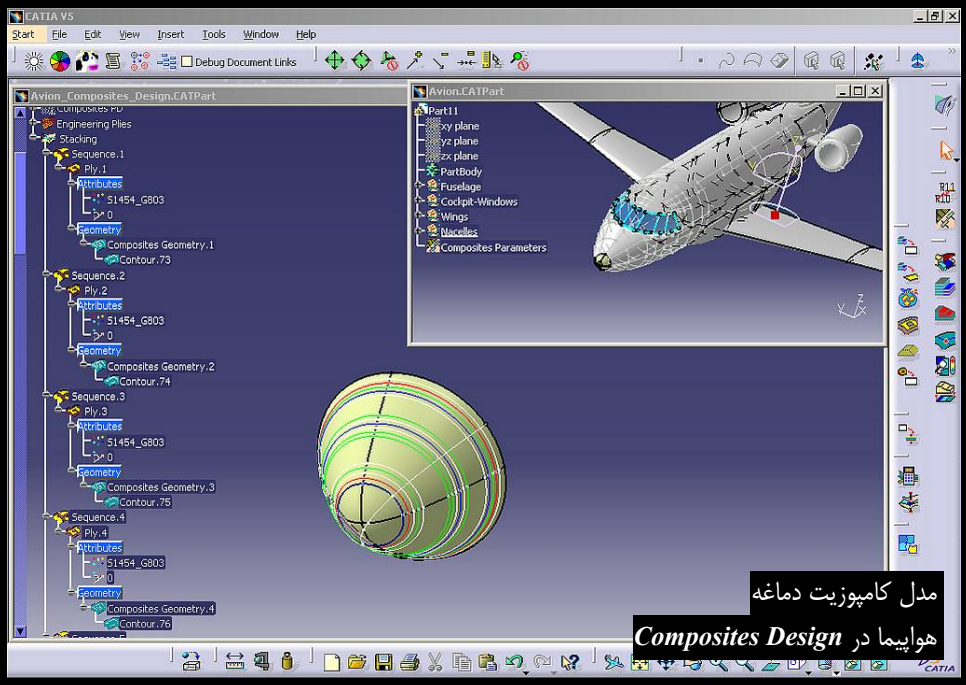


مانیفولدهای موتور طراحی شده با
روش"Multiple Design" در ***Part Design***

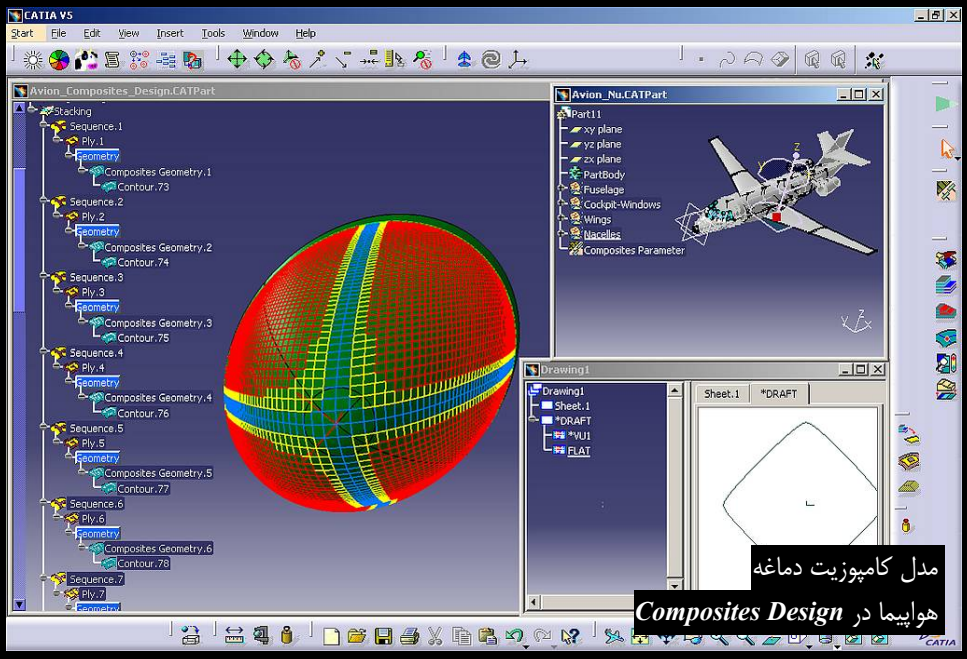
یک دستگاه VCR با اجزایی با ابعاد
واقعی مونتاژ شده در ***Aessembly Design***



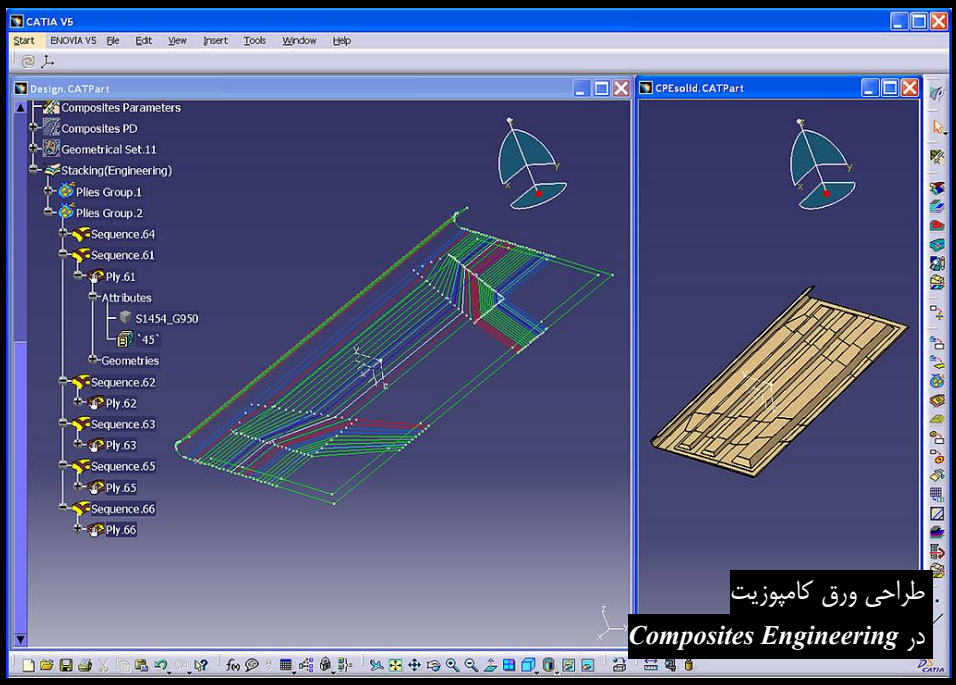
مجموعه مونتاژی یک
فیکسچر در ***Aessembly Design***



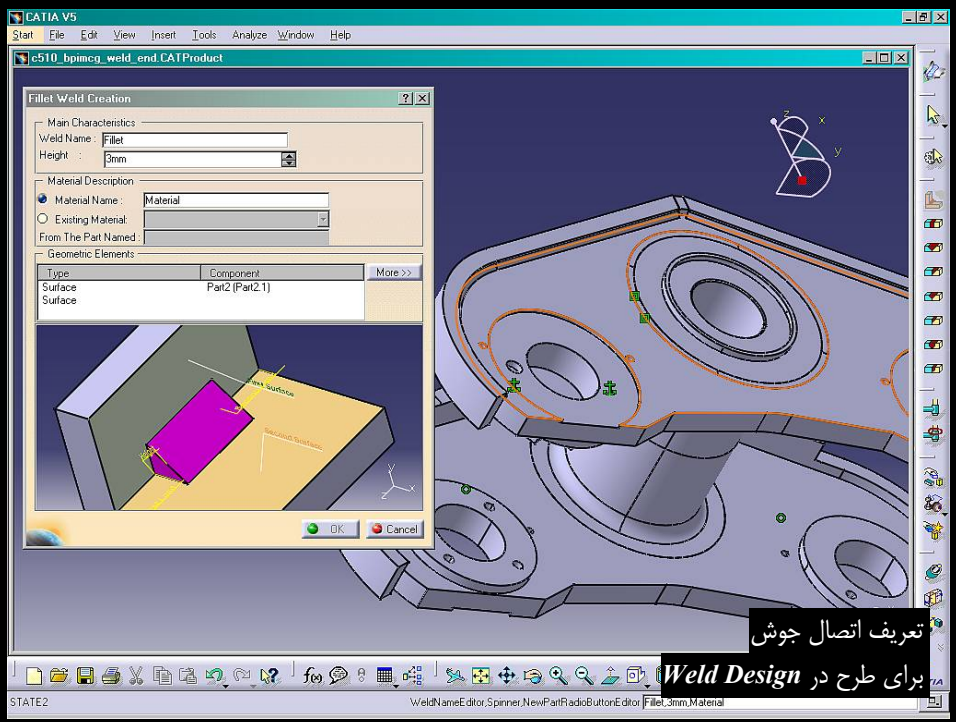
مدل کامپوزیت دماغه
هواپیما در ***Composites Design***



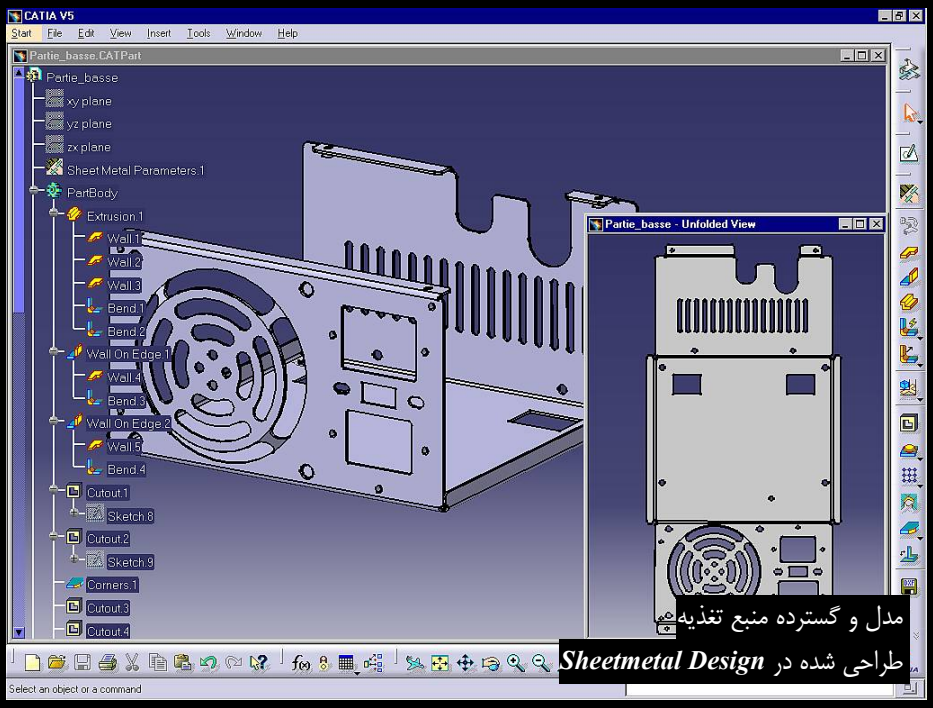
مدل کامپوزیت دماغه
هواپیما در ***Composites Design***



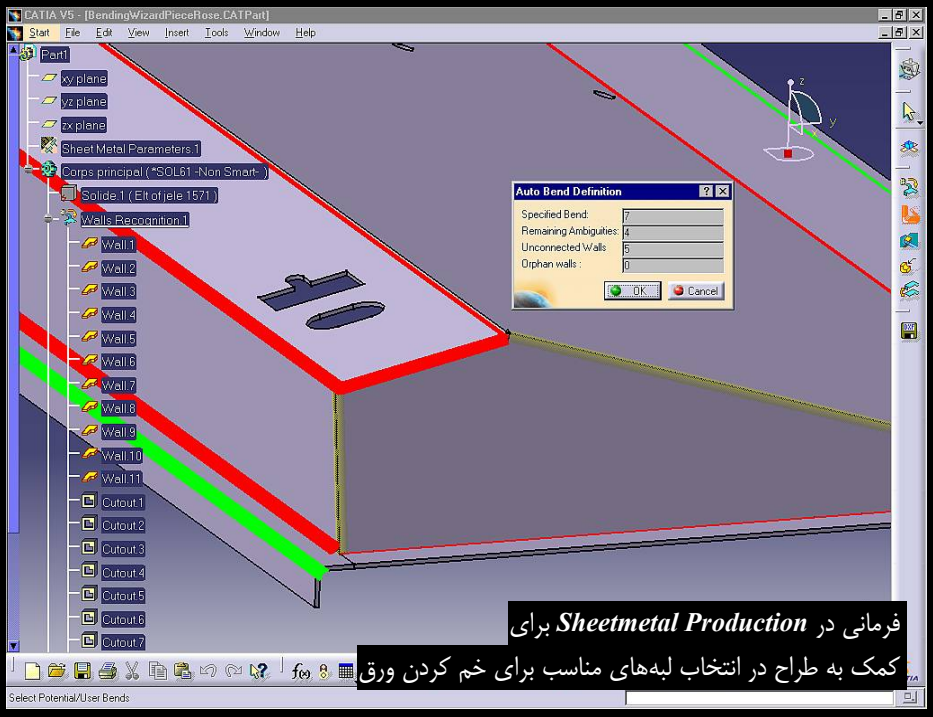
طراحی ورق کامپوزیت
در ***Composites Engineering***



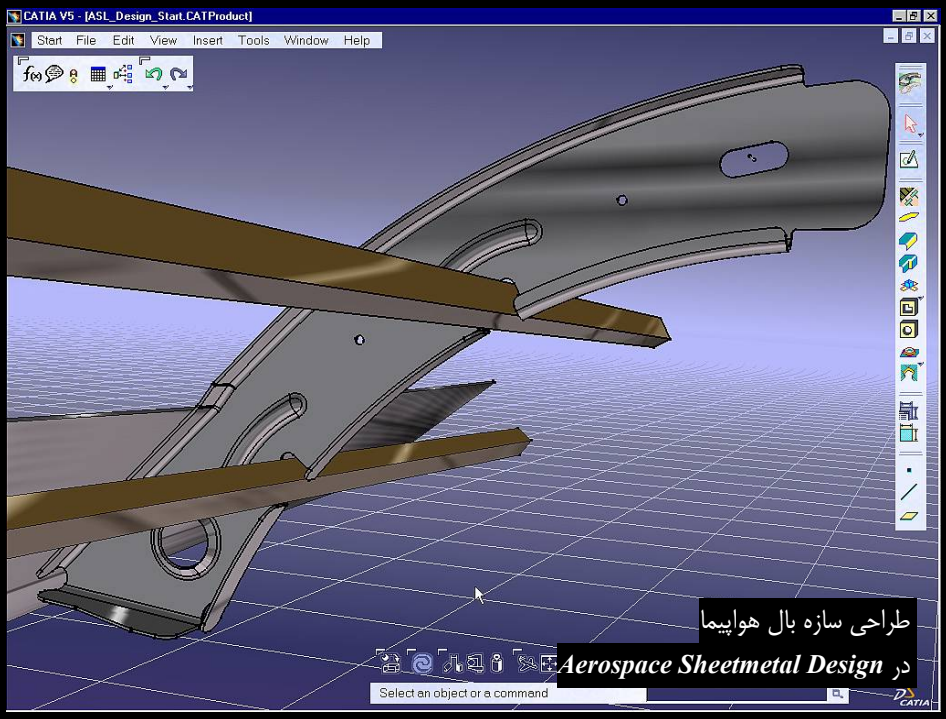
تعریف اتصال جوش
برای طرح در ***Weld Design***

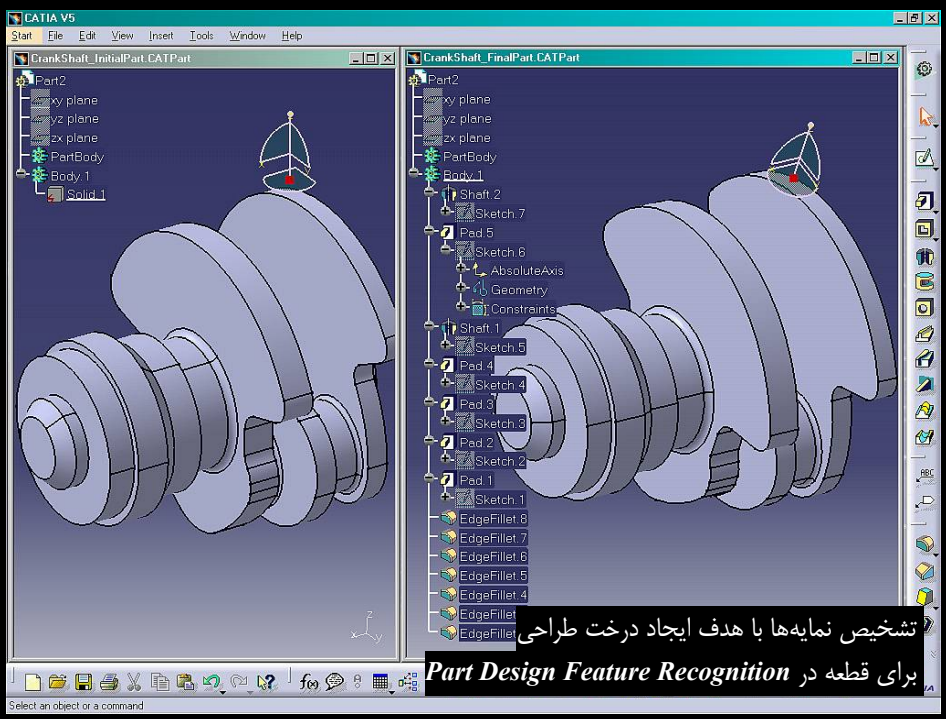


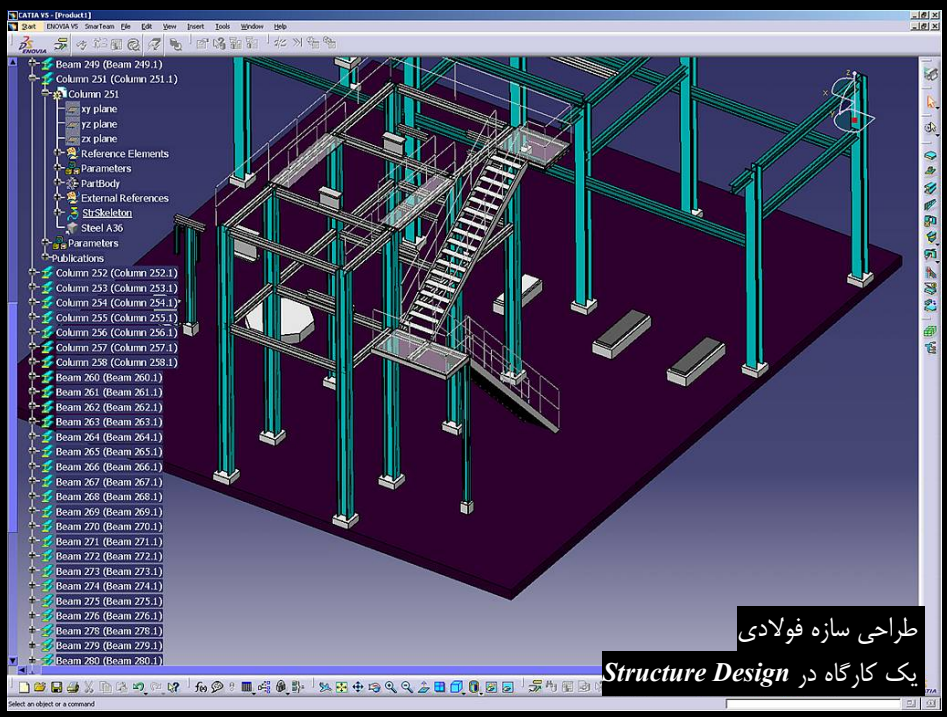
مدل و گسترده منبع تغذیه
طراحی شده در ***Sheetmetal Design***



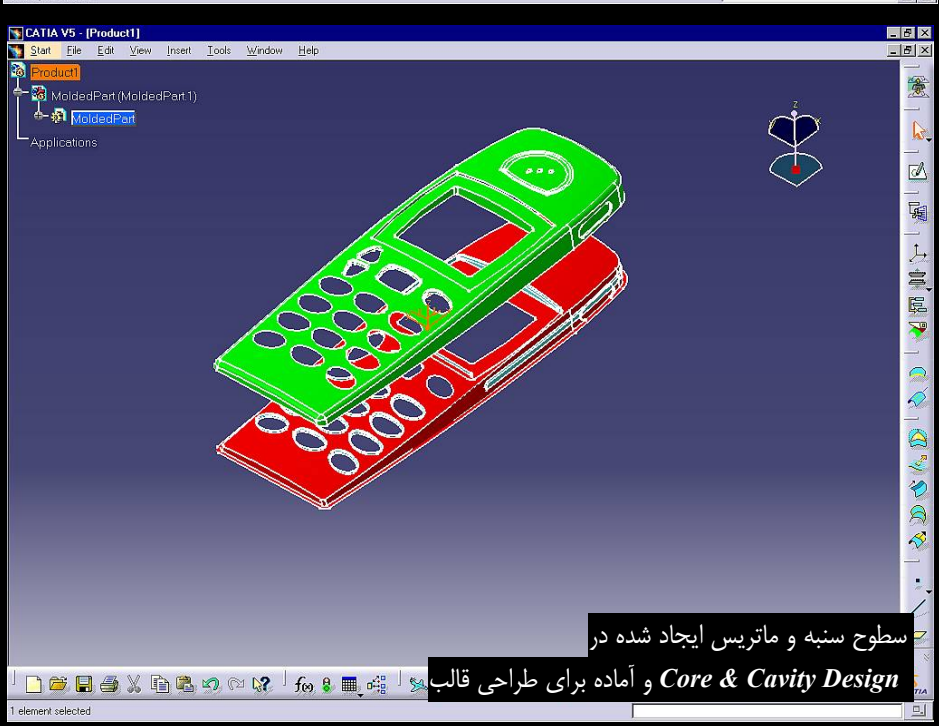
فرمانی در ***Sheetmetal Production*** برای
کمک به طراح در انتخاب لبه‌های مناسب برای خم کردن ورق


CATIA V5 - [ASL_Design_Start.CATProduct]
Start File Edit View Insert Tools Window Help
Select an object or a command
طراحی سازه بال هواپیما
در Aerospace Sheetmetal Design

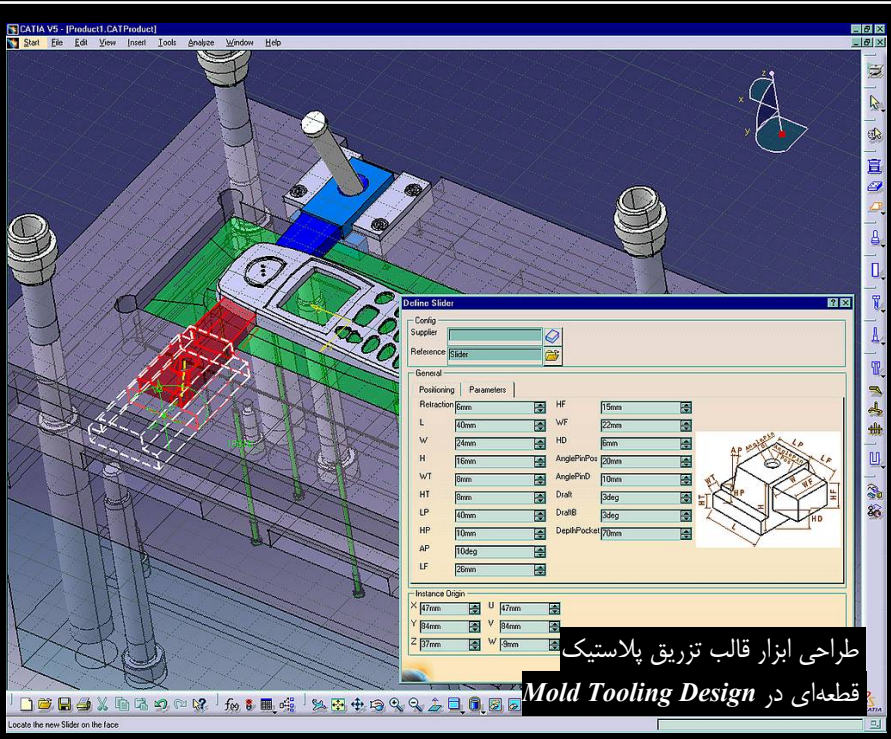

CATIA V5
CrankShaft_InitialPart.CATPart
CrankShaft_FinalPart.CATPart
Part2
xy plane
yz plane
zx plane
PartBody
Body.1
Solid.1
Shaft.2
Sketch.7
Pad.5
Sketch.6
AbsoluteAxis
Geometry
Constraints
Shaft.1
Sketch.5
Pad.4
Sketch.4
Pad.3
Sketch.3
Pad.2
Sketch.2
Pad.1
Sketch.1
EdgeFillet.8
EdgeFillet.7
EdgeFillet.6
EdgeFillet.5
EdgeFillet.4
Select an object or a command
تشخیص نمایه‌ها با هدف ایجاد درخت طراحی
برای قطعه در Part Design Feature Recognition



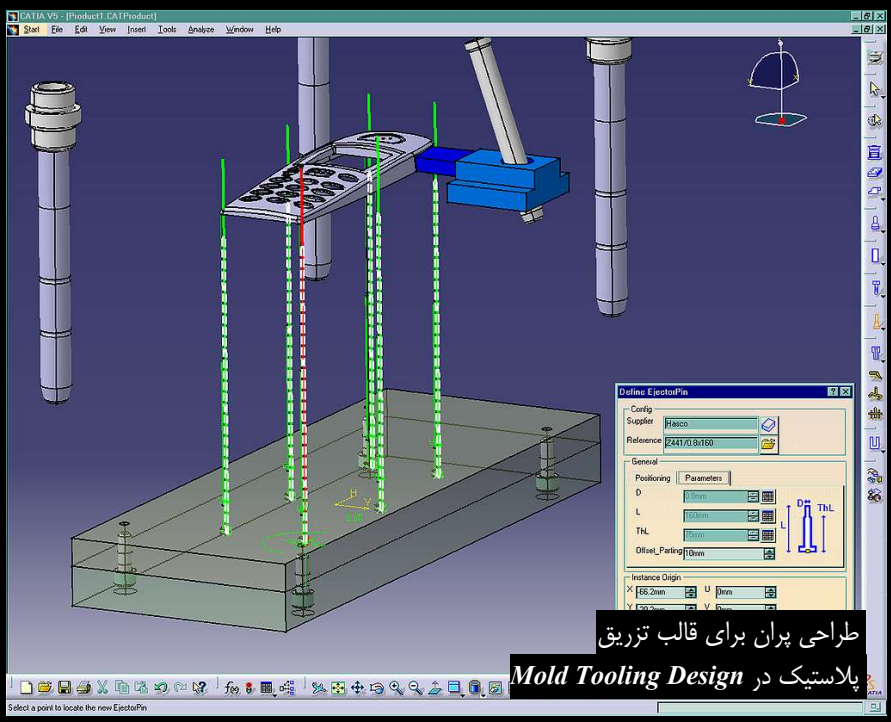
طراحی سازه فولادی
یک کارگاه در ***Structure Design***



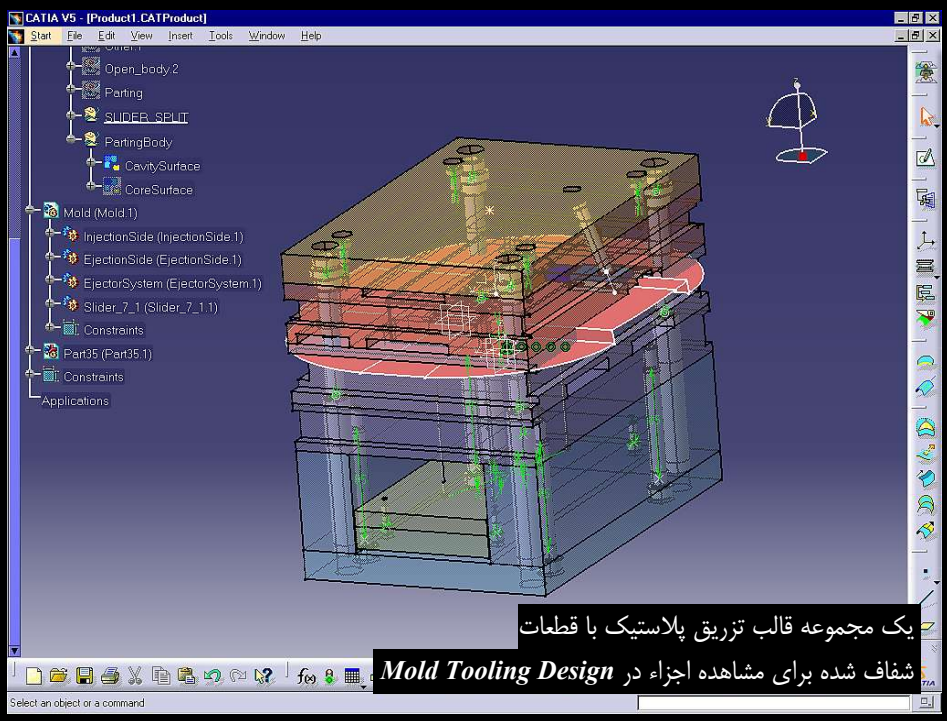
سطوح سنبه و ماتریس ایجاد شده در
Core & Cavity Design و آماده برای طراحی قالب



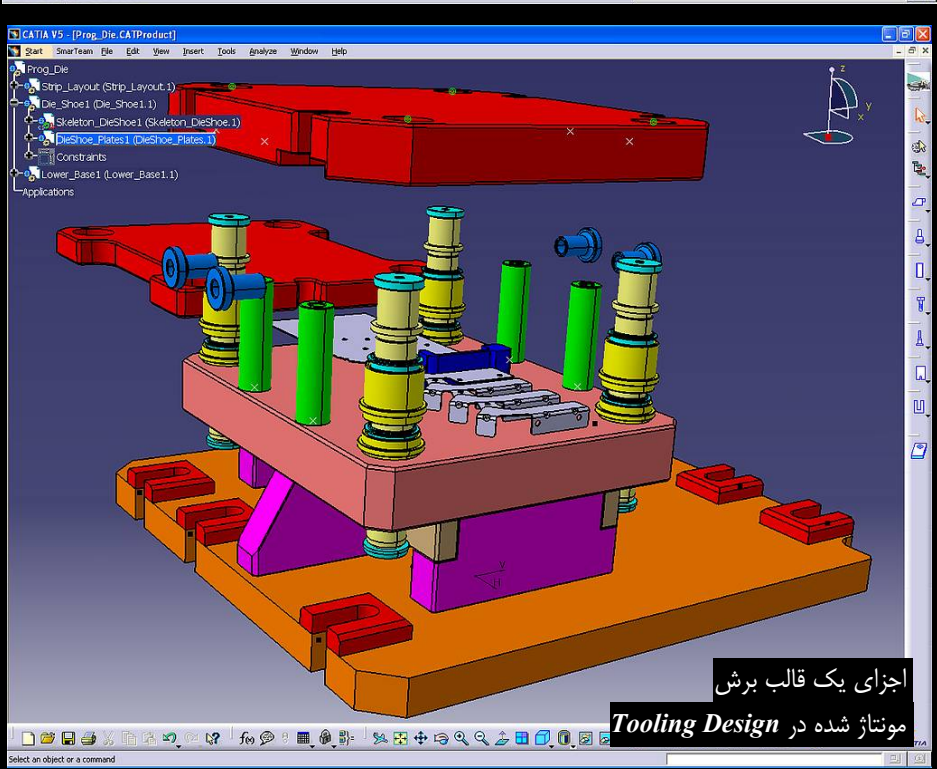
طراحی ابزار قالب تزریق پلاستیک قطعه‌ای در ***Mold Tooling Design***



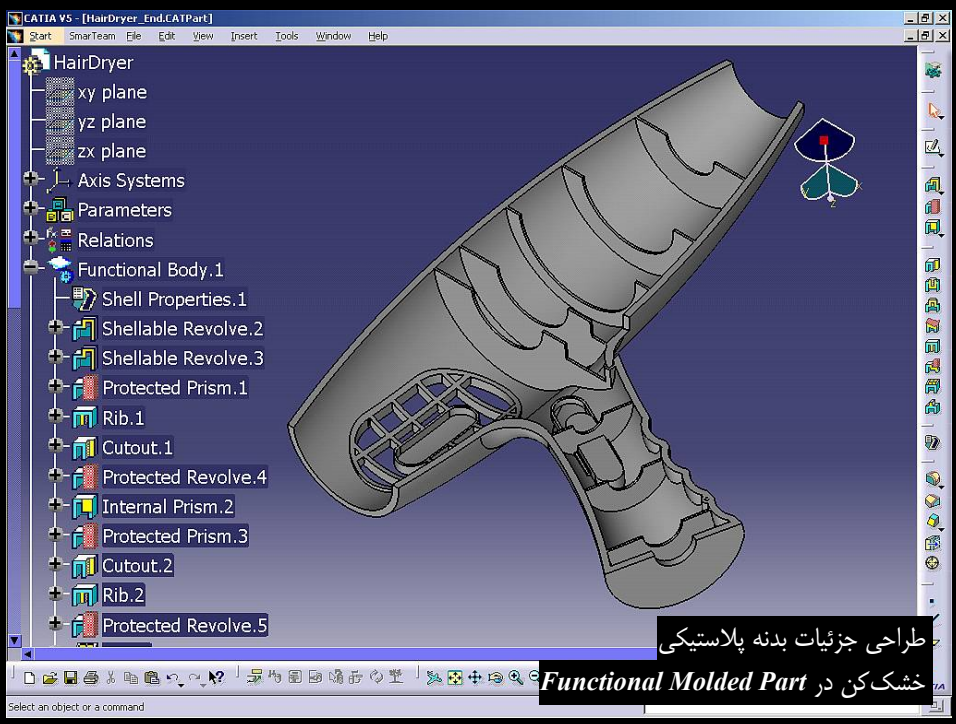
طراحی پران برای قالب تزریق پلاستیک در ***Mold Tooling Design***



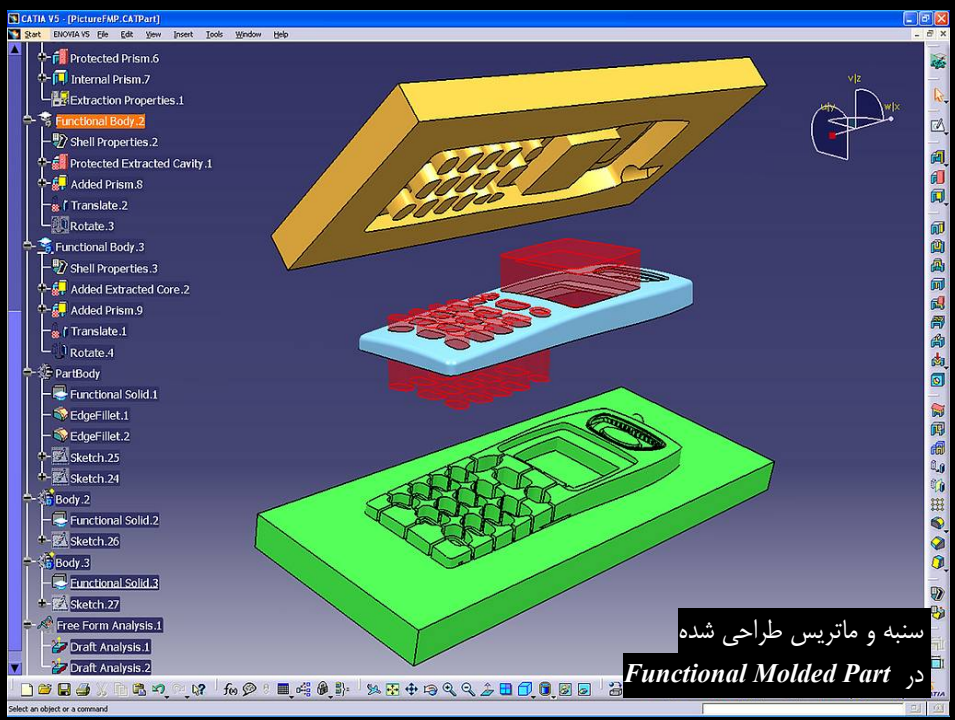
یک مجموعه قالب تزریق پلاستیک با قطعات شفاف شده برای مشاهده اجزاء در ***Mold Tooling Design***



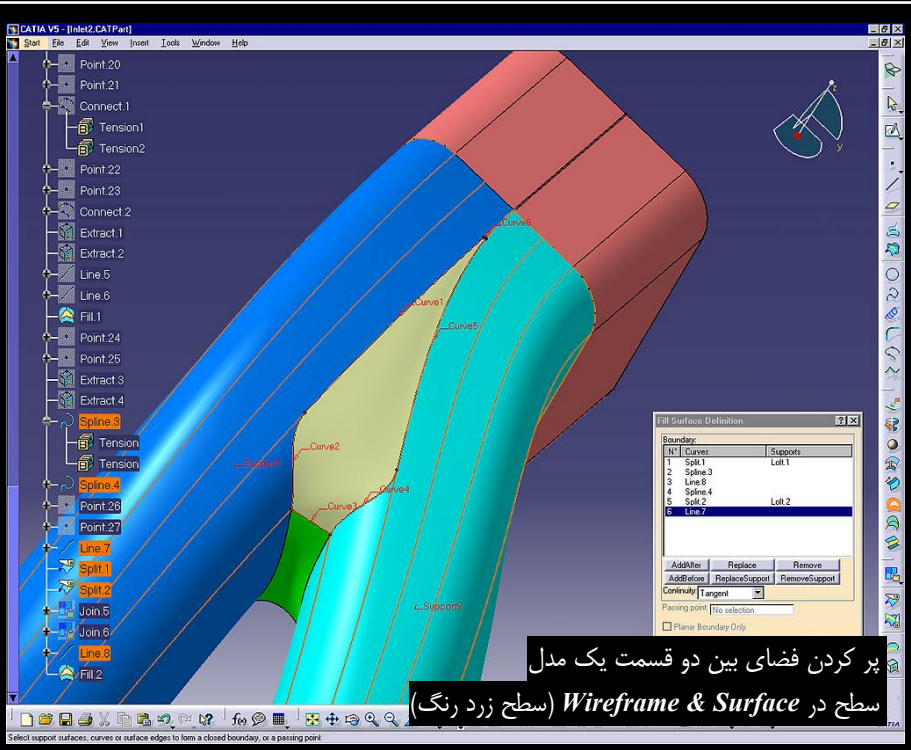
اجزای یک قالب برش مونتاژ شده در ***Tooling Design***



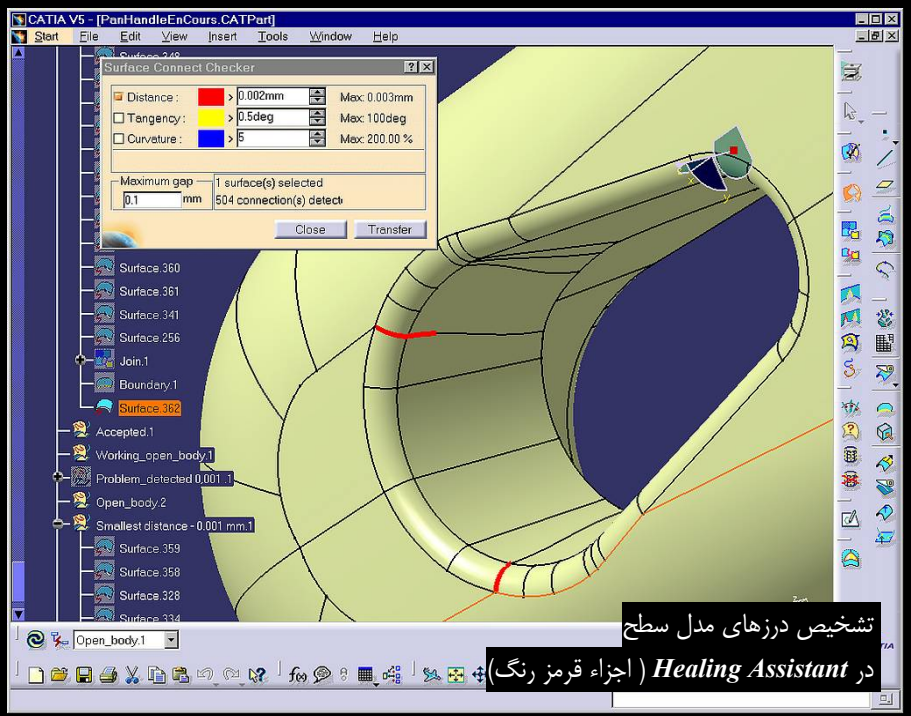
طراحی جزئیات بدنه پلاستیکی خشک‌کن در ***Functional Molded Part***



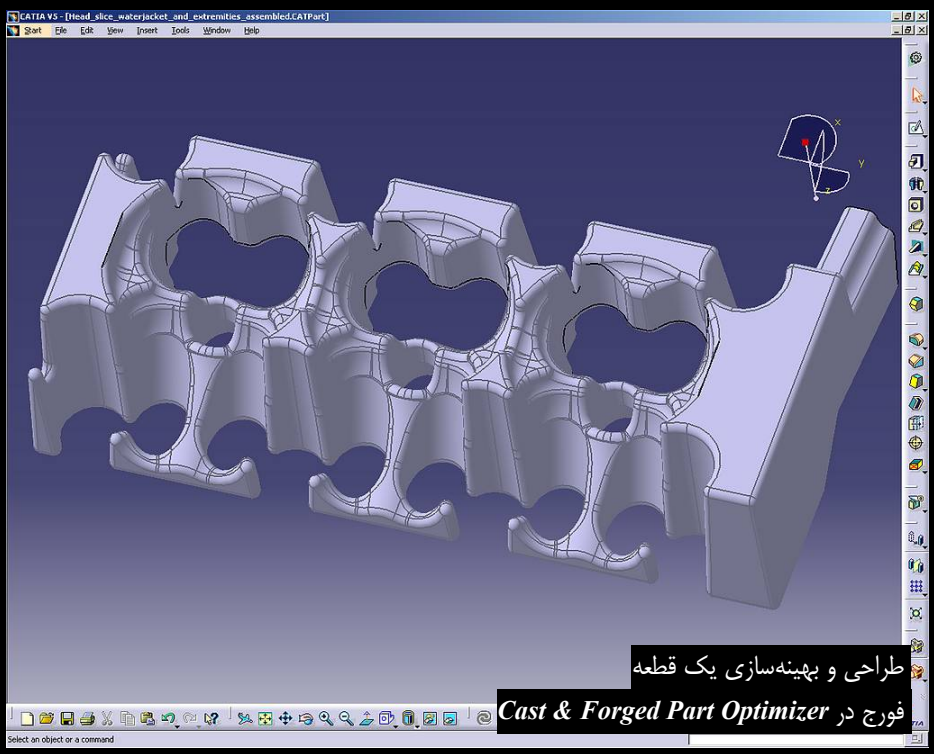
سنبه و ماتریس طراحی شده در ***Functional Molded Part***



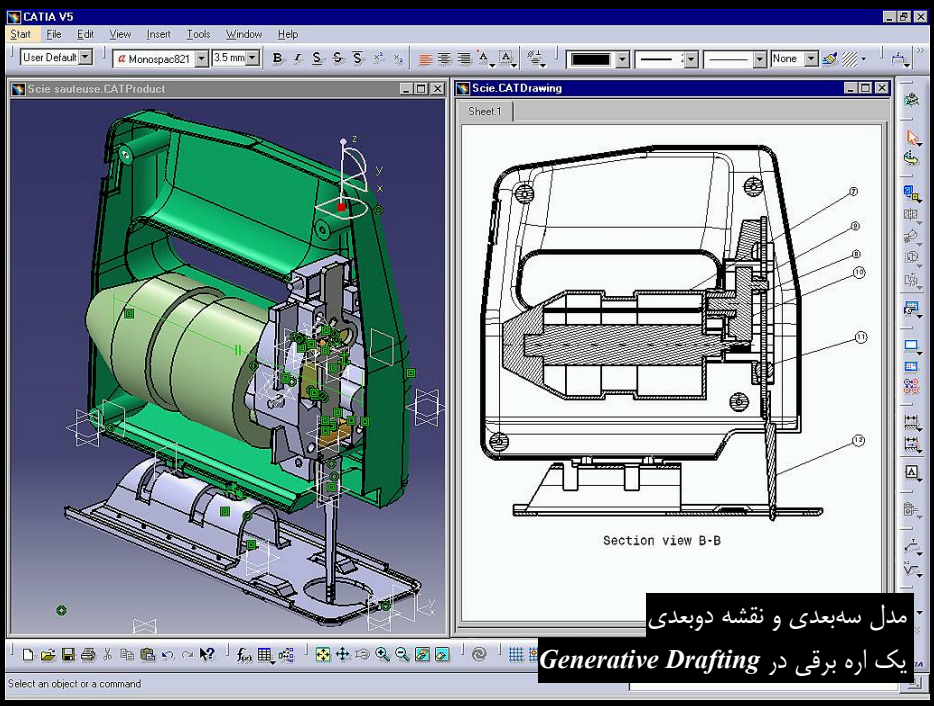
پر کردن فضای بین دو قسمت یک مدل
سطح در ***Wireframe & Surface*** (سطح زرد رنگ)



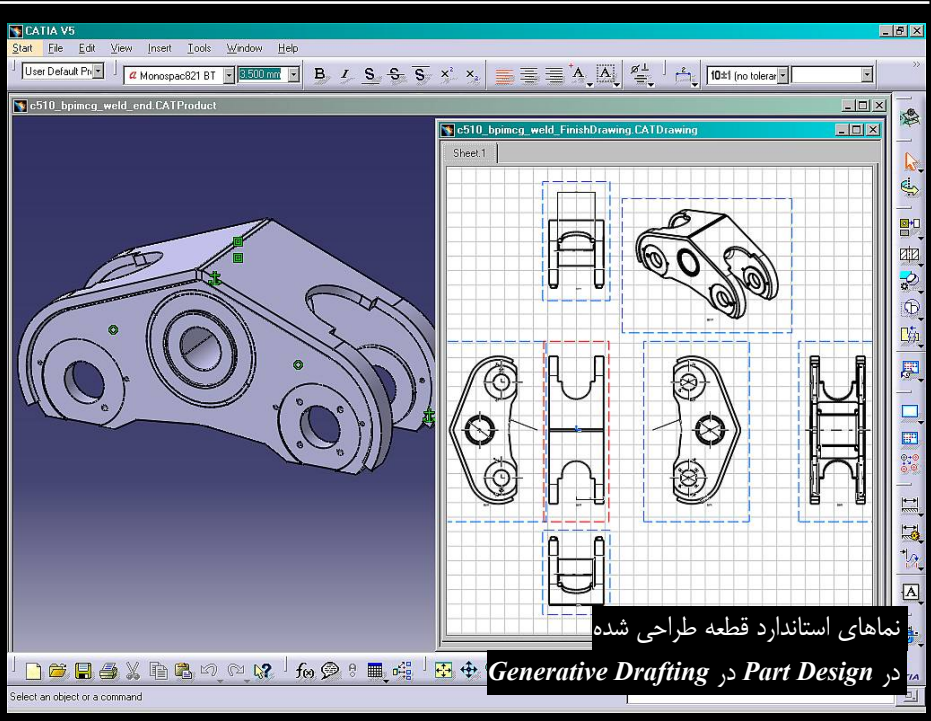
تشخیص درزهای مدل سطح
در ***Healing Assistant*** (اجزاء قرمز رنگ)



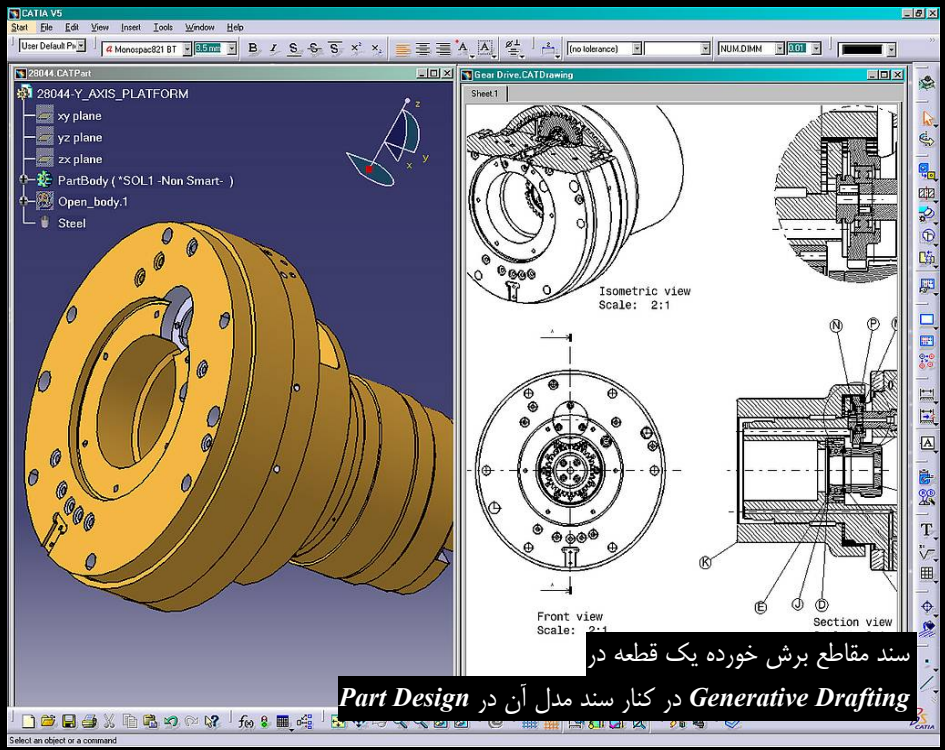
طراحی و بهینه‌سازی یک قطعه
فورج در ***Cast & Forged Part Optimizer***



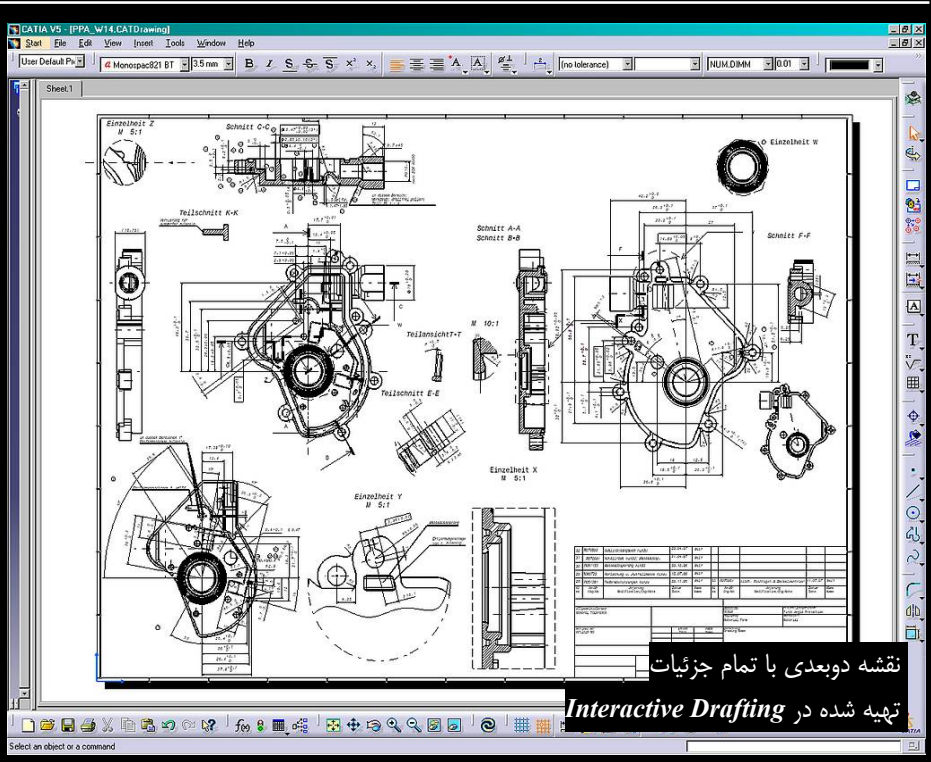
مدل سه‌بعدی و نقشه دوبعدی
یک اره برقی در ***Generative Drafting***



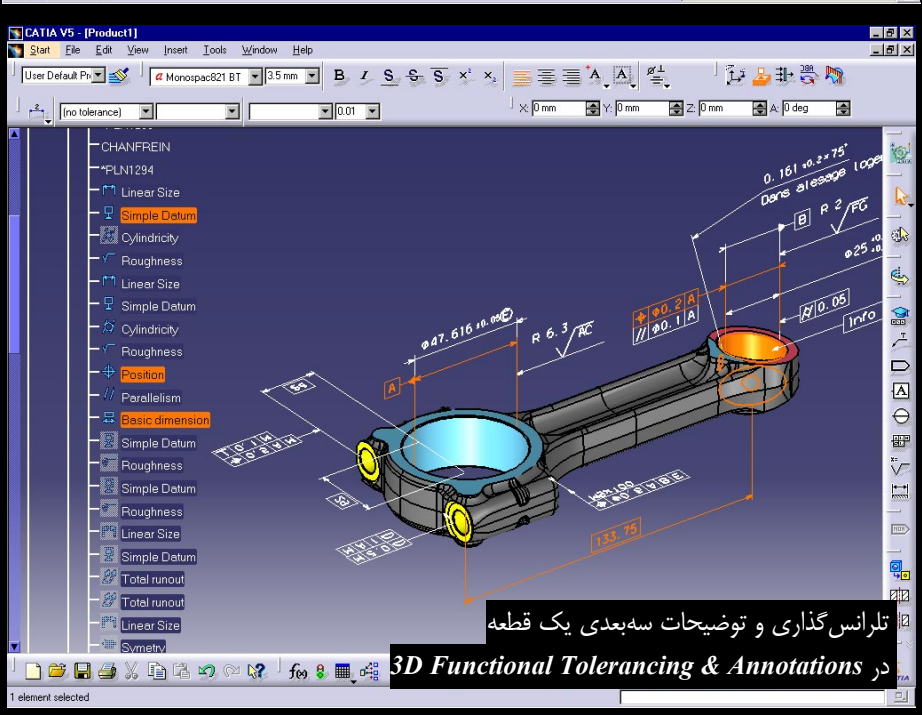
نماهای استاندارد قطعه طراحی شده
در ***Part Design*** در ***Generative Drafting***



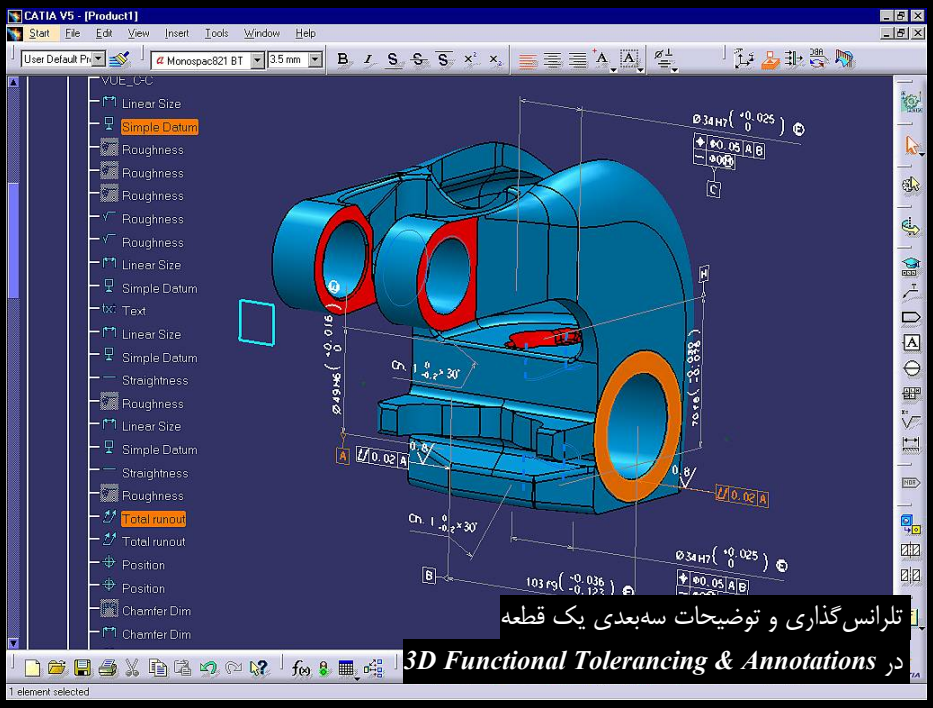
سند مقاطع برش خورده یک قطعه در
Generative Drafting در کنار سند مدل آن در ***Part Design***



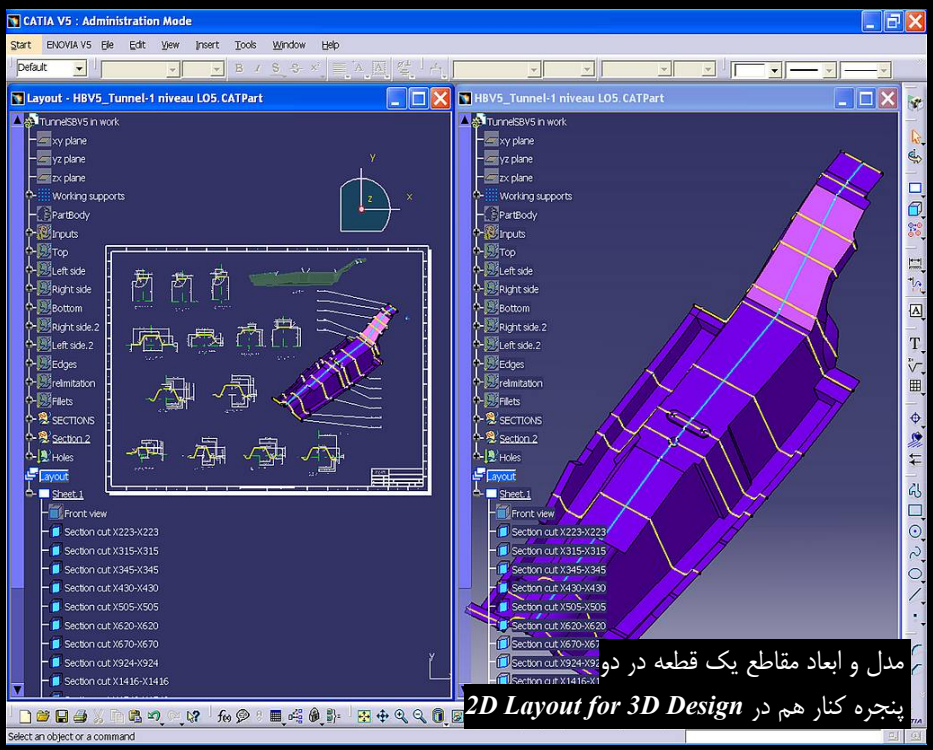
نقشه دوبعدی با تمام جزئیات
تهیه شده در ***Interactive Drafting***



تلرانس‌گذاری و توضیحات سه‌بعدی یک قطعه
در ***3D Functional Tolerancing & Annotations***



تلرانس‌گذاری و توضیحات سه‌بعدی یک قطعه
در ***3D Functional Tolerancing & Annotations***



مدل و ابعاد مقاطع یک قطعه در دو
پنجره کنار هم در ***2D Layout for 3D Design***

۱-۲-۲ CATIA – Part Design (PDG)

PDG شبیه محیط‌های ایجاد قطعه سایر نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی می‌باشد که در آنها مدل سه‌بعدی قطعه طراحی می‌شود اما امتیاز برتر ***PDG*** امکان تعریف پارامترهای مهم قطعه برای سیستم قبل از شروع به طراحی است (Rule). در حین طراحی، هر زمان که طرح با پارامترهای استاندارد از قبل تعریف شده تناقض پیدا کرد سیستم با پیغام خطا کاربر را از بروز خطای طراحی آگاه می‌کند.

در ***PDG*** می‌توان کلیه متغیرها از جمله متغیرهای ابعادی یک قطعه را وارد نرم‌افزار Excel کرد و با نسبت دادن مجموعه‌ای از ابعادی که می‌تواند جایگزین ابعاد فعلی شود یک سیستم شناور برای تغییر ابعاد و سایر خصوصیات قطعه ایجاد کرد؛ نتیجه ایجاد قطعاتی متنوع است که تنها با یک کلیک ایجاد می‌شوند. این قابلیت در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی با عنوان Design Table شناخته می‌شود و یکی از بخش‌های مهم هر نرم‌افزار طراحی مکانیکی را تشکیل می‌دهد. وجود چنین سیستم شناوری باعث می‌شود که تولیدکنندگان تنها با تغییر چند متغیر، مدل‌هایی پاسخگوی نیاز و سلیقه‌های متفاوت را وارد بازار کنند. این خصوصیات در کنار ابزارهایی که برای مدل‌کردن قطعه در اختیار طراح است به او برای تغییر طرح آزادی عمل بیشتری می‌دهند.

یکی از خصوصیات مهم ***PDG*** توانایی آماده‌سازی قطعه برای ساخت می‌باشد زیرا هدف از طراحی و مدل‌کردن قطعات در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی ساخت آنها می‌باشد. علم به فرمان‌های نرم‌افزار و نحوه استفاده از آنها تنها بخشی از دانش یک طراح می‌باشد که تا در خدمت این هدف قرار نگیرد نتیجه‌ای جز ایجاد یک مدل سه‌بعدی بی‌فایده ندارد. علم به فرآیندهای ساخت و تولید فاکتور دیگری است که باید یک طراح برای طراحی اصولی به آن آگاه باشد. ایجاد شیب خروج از قالب برای قطعاتی که با استفاده از قالب ساخته می‌شود و تحلیل این شیب نمونه‌هایی از ابزارهایی هستند که برای آماده‌سازی قطعه برای ساخت استفاده می‌شوند.

توانایی ایجاد مدل ترکیبی (Hybrid Model) یکی دیگر از مشخصات این محیط است که آن را از نرم‌افزارهای مشابه‌اش تمایز می‌دهد؛ یعنی علاوه بر ایجاد مدل صلب (Solid Model) می‌توان مدل‌هایی را امکان ایجاد آنها با فرمان‌های این محیط وجود ندارد، پس از ایجاد در محیط‌های کاری مخصوص ساخت مدل‌های سطح (مانند ***WS1*** یا ***GSD***) به ***PDG*** انتقال داد و پس از تبدیل آن به یک مدل صلب، آن را با مدل موجود ترکیب کرد. هر گونه تغییر در مدل سطح به مدل صلب نیز انتقال می‌یابد و ارتباط این دو مدل همواره برقرار است مگر اینکه طراح تصمیم بگیرد با قطع موقت یا همیشگی این ارتباط برهمکنش بین دو مدل را تحت تاثیر قرار دهد.

هر زمان طراح در مراحل طراحی قطعه دچار خطا شود سیستم با دادن پیغام خطا یا هشدار او را از بروز خطا آگاه می‌سازد. همچنین در زمان اجرای فرمان‌ها با نمایش پیغام‌های کمکی، کاربر را در انتخاب موضوعات مناسب برای اجرای فرمان یاری می‌دهد. اینجاست که مفهوم Interactive در CATIA معنا می‌یابد (CATIA سر واژه عبارت Computer Aided Three-dimensional Interactive Application است). واژه Interactive در فرهنگ واژگان علم رایانه معرف روشی است که توسط آن مبادله اطلاعات بین

کاربر و رایانه میسر می‌شود؛ همچنین از آن با عناوینی همچون همکنشی یا وابسته به تاثیر متقابل یاد شده است. این قابلیت، CATIA V5 را همچون همکاری در کنار طراح قرار می‌دهد و او را در ایجاد یک طرح قابل قبول یاری می‌کند. در واقع ویژگی این نرم‌افزار هوشمند بودن آن است.

قابلیت Smart Solid Design طراح را قادر می‌سازد علاوه بر استفاده از ابزارهای معمول مدل کردن سه‌بعدی قطعه که تقریباً مشابه سایر نرم‌افزارهای هم‌رده ***PDG*** است از ابزاری به نام Boolean برای طراحی قطعات استفاده کند. با Boolean می‌توان یک قطعه را از قطعه اصلی کم کرد یا به آن افزود. به بیان ساده‌تر، برای طراحی یک مدل یکپارچه صلب می‌توان از چندین بدنه (Body) استفاده کرد تا طرح موثرتری ایجاد شود. با این امکان از چند قطعه مجزا برای طراحی یک قطعه پیچیده استفاده می‌شود. این قابلیت باعث ایجاد روش طراحی Multiple Design می‌شود. مثلاً در طراحی مدل یک قالب ماسه‌ای در عین طراحی قطعه اصلی، مدل سه‌بعدی ماهیچه‌ها نیز طراحی شده است. در این حالت ابعاد ماهیچه و محل استقرار آنها بر روی قطعه به یکدیگر وابسته شده‌اند.

آشنایان با روش‌های طراحی مکانیکی و مدل‌کردن سه‌بعدی می‌دانند که در ایجاد یک مدل سه‌بعدی ابتدا باید یک ترسیم (Sketch) رسم شود و پس از مقیدسازی ترسیم، با قراردادن یک نمایه (Feature) ترسیم به یک مدل سه‌بعدی تبدیل می‌شود. با این کار محل ایجاد و شکل نمایه‌های یک قطعه کنترل می‌شود و فقط با تغییر اندازه‌ها و قیدهای ترسیم و نمایه می‌توان آن را ویرایش کرد. تا این بخش در تمام نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی که قابلیت طراحی پارامتریک (Parametric Design) دارند مشابه است ولی ***PDG*** پا را فراتر نهاده است و مفهوم Post Design را مطرح کرده است. با استفاده از این قابلیت و قرار دادن تعدادی اندازه سه‌بعدی، محل قرار گرفتن نمایه قابل تغییر است بدون اینکه در اندازه‌های قرار داده شده در دو مرحله قبل (رسم ترسیم و ایجاد نمایه) تغییری ایجاد شود.

در ***PDG*** می‌توان طراحی قطعات و ابعاد آنها را فرموله کرد و رابطه آنها را با هم برقرار ساخت. این بخش در CATIA V5 با نام Formula شناخته می‌شود. این نرم‌افزار در این زمینه خصوصیت ممتازی دارد. در طراحی قطعه علاوه بر برقراری رابطه بین قسمت‌های مختلف یک قطعه با اندازه‌هایی از نوع Length، متغیرهای دیگری از جنس زمان، جرم، حجم، وزن، چگالی، مساحت، ممان اینرسی، انرژی، نیرو، اینرسی، ممان، فشار، دما، دبی حجمی، فرکانس، توان الکتریکی، ولتاژ، مقاومت الکتریکی، جریان الکتریکی، شتاب خطی، شتاب زاویه‌ای، انرژی کرنش و ... را می‌توان تعریف و به‌هم وابسته نمود.

Formula می‌تواند پارامترهایی با دیمانسیون‌های متفاوت را به‌هم مرتبط کند. یک قطعه مکعب شکل با یک سوراخ قرار گرفته بر وجه بالایی آن را در نظر بگیرید. طبیعتاً عمق این سوراخ توسط یک اندازه کنترل می‌شود اما با استفاده از این قابلیت می‌توان با نوشتن رابطه‌ای، عمق سوراخ را به وزن قطعه وابسته کرد تا با تغییر وزن قطعه عمق سوراخ افزایش یا کاهش یابد.

اگر عملیاتی به صورت تکراری انجام می‌شود می‌توان با نوشتن مجموعه‌ای از توابع در یکی از زبان‌های برنامه نویسی یک Macro ایجاد کرد و هر بار که نیاز به اجرای مجموعه‌ای از عملیات بود تنها با فشردن دکمه‌ای آنها به‌صورت متوالی انجام می‌شود. با این روش وارد کردن مختصات کارتزین ۱۰۰۰ نقطه توسط برنامه‌ای که از امکانات نرم‌افزارهای Excel و Visual Basic استفاده می‌کند زمان انتقال داده‌ها و درصد

خطا کاهش می‌یابد. یکی از خصوصیات اکثر نرم‌افزارهای ایجاد شده بر پلات‌فرم Windows امکان نوشتن Macro است. Macro با یک زبان برنامه نویسی مانند Visual Basic نوشته می‌شود و پس از اجرای آن می‌توان مجموعه‌ای از فرمان‌ها را تنها با کلیک بر یک دکمه اجرا کرد. این نرم‌افزار نیز از این قاعده مستثنی نیست و این قابلیت را دارد.

از قابلیت‌های جالب CATIA V5 توانمند کردن کاربر برای ایجاد یک محیط کاری مستقل شامل نوار ابزارهای مورد نیاز انتخاب شده از محیط‌های کاری مختلف نرم‌افزار است. حتی می‌توان نام فرمان ها را تغییر داد و برای آنها کلید میانبر (Shortcut Key) نیز تعریف کرد.

۲-۲-۲ CATIA – Assembly Design (ASD)

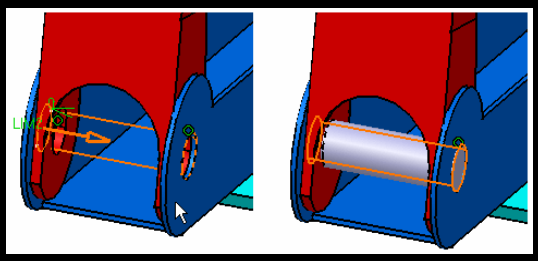
قطعاتی که در سایر محیط‌های‌کاری CATIA V5 ایجاد شده‌اند پس از وارد کردن به ***ASD***، بر هم سوار می‌شوند. پس از قرار دادن قطعات بر روی هم با استفاده از قیدهای مونتاژی، می‌توان داده‌هایی از مجموعه مونتاژ شده از قبیل جرم، فهرست و تعداد قطعات را استخراج کرد.

بدیهی است که روند صحیح طراحی یک ماشین (Machine) از ***ASD*** آغاز و سپس فایل تک‌تک قطعات ایجاد می‌شود؛ شاید به همین دلیل این محیط کاری، Assembly Design یعنی محیط کاری طراحی مونتاژ نامیده شده است. این گفته ممکن است با تصور شما از طراحی در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی یعنی طراحی تک‌تک قطعات در ***PDG*** و سپس انتقال آنها به ***ASD*** متفاوت باشد. این روش برای مجموعه‌های ساده و مشخص استفاده می‌شود اما در طراحی مجموعه‌های پیچیده نمی‌تواند کاربرد داشته باشد. در این‌گونه مجموعه‌ها قطعات در کنار یکدیگر شکل می‌گیرند و با حضور چند قطعه می‌توان قطعه جدید را طراحی کرد. این بدان معناست که باید بتوان داخل ***ASD*** قطعه ایجاد کرد.

وقتی قرار است در طراحی، داده‌های طرحی از ذهن شما به عنوان طراح به محیط نرم‌افزار منتقل شود هر قطعه زمانی که در کنار سایر قطعات قرار داشته باشد شکل نهایی خود را پیدا می‌کند. آیا تاکنون با مشاهده قطعه‌ای از یک ماشین پرسیده‌اید که چطور این شکل خاص برای این قطعه به ذهن طراح رسیده است؟ باید بدانید یک قطعه به تنهایی طراحی نمی‌شود و شکل و خصوصیات آن در ارتباط با سایر قطعات یک مجموعه شکل می‌گیرد. پس می‌توان دو روش طراحی برای در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی متصور شد:

۱. روشی که در آن قطعات از قبل ایجاد شده در محیط کاری طراحی قطعه در محیط کاری طراحی مونتاژ روی هم سوار می‌شوند (روش طراحی Bottom Up).
۲. روشی که در آن قطعات در محیط کاری طراحی مونتاژ همزمان با مدل شدن در کنار یکدیگر، روی هم سوار نیز می‌شوند (روش طراحی Top Down).

اصولاً زمانی طراح از روش اول استفاده می‌کند که نقشه یا خود قطعه را در اختیار داشته باشد و بخواهد آن را وارد محیط نرم‌افزار کند (گرچه در این حالت نیز بهتر است از روش دوم استفاده شود). با در پیش گرفتن چنین روشی دیگر واژه "طراحی" برای کار انجام شده توسط کاربر مناسب نیست بلکه فقط انتقال داده به سیستم CAD انجام شده است.



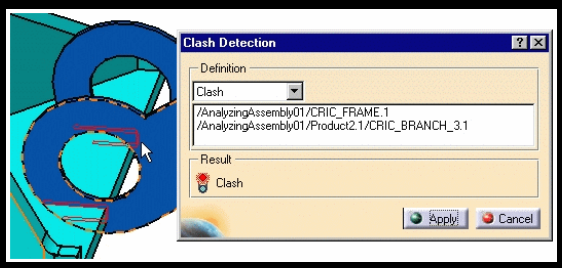
استفاده از قابلیت طراحی قطعات در ***ASD***؛ قطر و ارتفاع پین به ابعاد بازو وابسته می‌شود

در طراحی قطعات با روش Top Down با نوشتن فرمول و رابطه میان ابعاد و شکل آنها ارتباط برقرار می‌شود تا تغییرات قطعات، سایر قطعات مجموعه مونتاژی را تحت تاثیر قرار دهد. در ***ASD*** علاوه بر مونتاژ قطعات می‌توان شروع به مدل کردن آنها کرد. به طور خلاصه می‌توان گفت که ***ASD*** یک محیط کاری برای طراحی قطعات و برقراری ارتباط بین اجزاء یک مجموعه برای دستیابی به مهندسی همزمان با هدف ایجاد یک مجموعه مونتاژی و ایجاد همزمان تک‌تک قطعات در ***PDG*** می‌باشد.

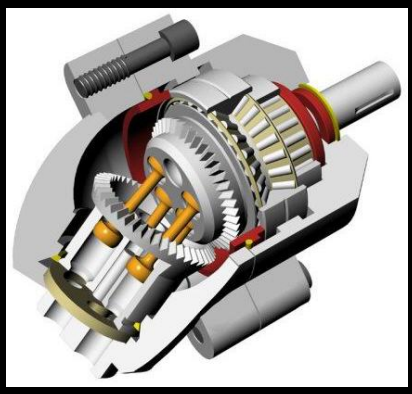
ASD دارای ابزاری برای بررسی تداخل قطعات یک مجموعه مونتاژی است. این تشخیص ممکن است در یک مجموعه مونتاژی با تعداد قطعات کم امکان پذیر باشد اما در مجموعه مونتاژی با ۱۵۰۰۰ قطعه ریز و درشت وجود چنین ابزاری در طراحی قطعات بسیار مهم است. با استفاده از ابزار Clash Analysis علاوه بر تشخیص تداخل بین قطعات می‌توان حداقل فاصله لازم بین آنها را نیز بررسی کرد. در یک شاتون سوار شده بر میل‌لنگ به دلیل لزوم قرار گرفتن غشای نازک روغن میان این دو قطعه، نرم‌افزار باید فاصله بین این دو قطعه درگیر را از نظر کمتر نبودن از مقداری معین (ضخامت فیلم روغن) بررسی کند و در صورت بروز خطا در طراحی با ارسال پیغامی کاربر را از آن آگاه کند.

این محیط کاری دارای فرمان‌هایی برای ایجاد نمایه بر مجموعه مونتاژی است. به عنوان مثال برای سوراخ کردن محل پیچ‌های مورد نیاز برای بستن درب جعبه دو روش وجود دارد؛ روش اول انجام عملیات سوراخکاری بر روی جعبه و درب به صورت مجزاء در ***PDG*** و سپس مونتاژ آنها در ***ASD*** می‌باشد. این روش باعث عدم انطباق سوراخ‌های دو قطعه در تغییرات محل و ابعاد سوراخ‌ها می‌باشد. روش دوم این است که پس از مونتاژ دو قطعه در ***ASD***، با استفاده از مجموعه فرمان‌های Assembly Feature عملیات سوراخکاری بر روی درب و قطعه همزمان انجام شود.

در برخی تصاویر، بخشی از یک ماشین به‌صورت برش خورده و بخش دیگری از آن برش نخورده نمایش داده می‌شود. با استفاده از یکی دیگر از فرمان‌های Assembly Feature می‌توان یک مجموعه مونتاژی را به صورت سه‌بعدی با هدف درک بهتر چگونگی ارتباط قطعات و مکانیسم آن برش داد.



فرمانی در ***ASD*** برخورد دو قطعه را در مونتاژشان بر روی هم را معلوم کرده است

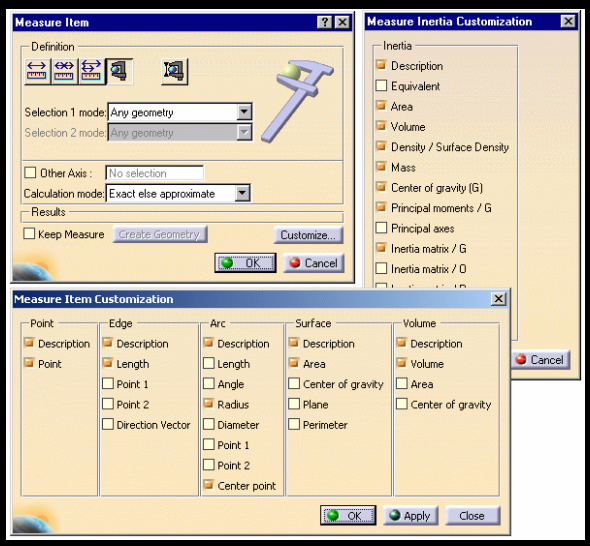


ایجاد قطعات برش خورده با استفاده از مجموعه فرمان‌های Assembly Feature

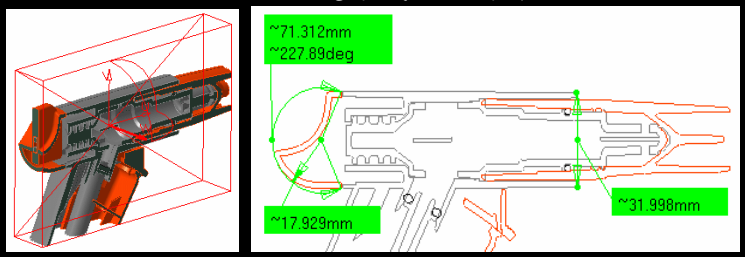
یکی از خصوصیات یک محیط مونتاژ این است که در حین طراحی لیستی از قطعات با تمام خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها از قبیل جنس، وزن و تعداد قطعات منفرد و مشابه تهیه گردد. این لیست که در اصطلاح Bill of Material یا BOM گفته می‌شود در ***ASD*** نیز به‌صورت خودکار همزمان با طراحی مجموعه تهیه می‌گردد.

با استفاده از مجموعه فرمان‌های Measure می‌توان اندازه‌برداری‌های پیشرفته‌ای را از روی ماکت دیجیتالی انجام داد؛ مانند اندازه‌گیری وزن یک قطعه، اندازه‌گیری وزن و مرکز ثقل مجموعه قطعات، مساحت سطوح، حجم قطعات، مرکز جرم و حتی مرکز جرم یک سطح.

ابزار Sectioning که در کمتر نرم‌افزار طراحی مکانیکی مشابه آن یافت می‌شود می‌تواند فصل مشترک بین یک مجموعه مونتاژی و یک صفحه را مشخص کند (یک مقطع خاص از مجموعه).



پنجره‌های مجموعه فرمان‌های Measure



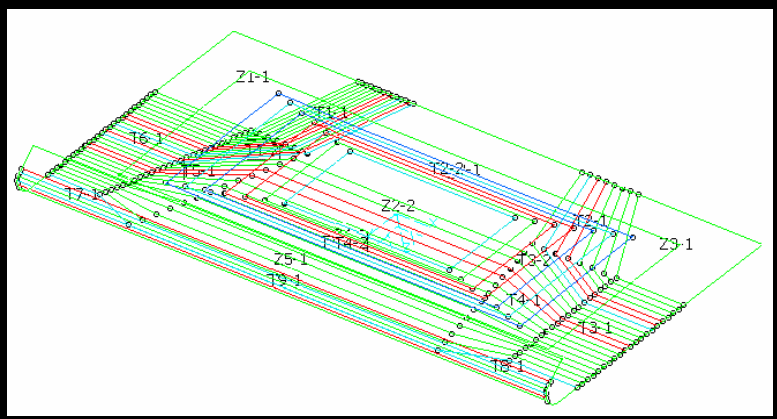
اندازه برداری بر روی مقطع یک مجموعه مونتاژی

۳-۲-۲ CATIA – Composites Design (CPD)

مواد مرکب (Composite) که در صنعت آن را با نام کامپوزیت نیز می‌شناسیم از دو یا چند ماده مختلف تشکیل می‌شوند که برای ایجاد خواص متفاوتی و گاه بهتر از مواد تشکیل دهنده آن به کار گرفته می‌شوند. مواد مرکب معمول دارای ماده پلیمری با پایه رزین می‌باشند که مواد الیافی تقویت کننده در داخل آن پراکنده شده‌اند. عواملی که در مواد مرکب یا کامپوزیت‌ها در اختیار طراح می‌باشند و با تغییر آنها می‌توان بسته به موارد استفاده به خواص متفاوتی دست یافت شامل نوع رزین پایه، نوع الیاف تقویت کننده، مقدار الیاف موجود در ماده مرکب، جهت الیاف، تعداد لایه‌های بکار رفته، ضخامت کلی، جهت لایه‌ها نسبت به یکدیگر و ترکیب دو یا چند ماده مرکب یا مواد مرکب دیگر در ساختمان ماده مرکب می‌باشد.

مواد مرکب در مقایسه با فلزات و پلاستیک‌های بدون الیاف تقویت‌کننده، به‌ویژه درمواردی که نیاز به وزن کم می‌باشد، مزایای چندی دارند. بر اساس دو پارامتر مقاومت و سفتی، می‌توان مواد مرکبی را انتخاب کرد که طرح‌های حاصل از آن سبک‌تر از طرح‌های مربوط به فلزات و پلاستیک‌ها باشد. از این روست که از این مواد برای ساخت بدنه اتومبیل‌ها، ساخت بدنه انواع ادوات نظامی مثل بدنه هلیکوپتر، هواپیماهای سبک، بدنه قایق‌ها، تولید میله‌ها، لوله‌های جدار نازک، اجزای T شکل به عنوان قسمت‌های محکم‌کننده سازه‌های هواپیما، مخازن تحت فشار، پوسته موتورهای راکت، پوسته وسایل اندازه‌گیری و ظروف دارای شکل‌های نامتقارن به کار می‌رود (حمیدرضا قاسم زاده، طراحی مکانیکی اجزای ماشین، انتشارات دانشگاه تبریز).

به‌نظر می‌رسد آنچه که لزوم وجود نرم‌افزاری برای طراحی کامپوزیت‌ها را ضروری می‌سازد تفاوت بین طرح‌های فلزی و مواد مرکب است. زیرا فلزات نوعاً همگن و با خواص مقاومت و سفتی ایزوتروپیک (Isotropic) فرض می‌شوند در حالی که مواد مرکب اساساً این‌گونه نیستند. حضور لایه‌های الیاف که جهت قرارگیری آنها در هر لایه نسبت به لایه دیگر برای دستیابی به خواص مورد نظر متفاوت است، محاسبات مربوط به خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌ها را پیچیده می‌سازد. این ترکیب پیچیده اهمیت وجود نرم‌افزار پارامتریکی که بتواند پارامترهای موثر در طراحی مواد مرکب را برای رسیدن به ترکیب و طرح بهینه در حداقل زمان تغییر دهد مشخص می‌کند.



ناحیه‌های یک صفحه کامپوزیتی طراحی شده در ***CPD***

CATIA V5 در ***CPD*** این سرویس را در اختیار طراحان صنایع نظامی تا صنایع اتومبیل‌سازی قرار می‌دهد. نه تنها می‌توان مواد مرکب را طراحی کرد بلکه طراح می‌تواند طرح را در محیط‌های کاری تحلیل مدل‌های کامپوزیتی با استفاده از روش اجزاء محدود (Finite Elements Method) تحلیل کند و زمان طراحی را برای رسیدن به طرح مناسب کاهش دهد.

CPD دارای ابزاری برای محاسبه مرکز ثقل، وزن، مساحت و هزینه ساخت طرح کامپوزیت می‌باشد.

مدل‌های صلب ساخته شده در ***PDG*** یا سایر نرم‌افزارهای CAD را می‌توان وارد ***CPD*** کرد و آن را به یک مدل کامپوزیت شامل صفحات و الیاف متعدد تبدیل کرد.

۴-۲-۲ CATIA – Composites Engineering (CPE)

با افزودن امکانات ***CPE*** به ***CPD*** توانایی آن برای طراحی و مهندسی قطعات کامپوزیت افزایش می‌یابد.

۵-۲-۲ CATIA – Composites Design for Manufacturing (CPM)

در ***CPM*** با افزودن جزئیات لازم به طرح ایجاد شده در ***CPD*** و انجام بررسی دقیق در مورد صحت طرح، قطعه کامپوزیت برای ساخت آماده می‌شوند.

امکانات ***CPM*** نیز به ***CPD*** اضافه می‌گردد و به همراه ***CPE*** همگی با نام Composits Design در نرم‌افزار CATIA V5 قرار می‌گیرند.

استفاده گسترده از مواد کامپوزیت در صنایع ساخت هواپیما، اتومبیل و کشتی باعث توجه بیشتر شرکت Dassault Systemes برای گسترش امکانات محیط‌های کاری مربوط به طراحی این نوع قطعات شده است. این توجه از آغاز پروژه جدید مشترک با صنایع هوایی BOEING در سال‌های گذشته یعنی ساخت نسل جدید هواپیماهای BOEING (BOEING 787) شتاب بیشتری گرفته است. درصد زیادی از بدنه این هواپیمای جدید با هدف کاهش مصرف سوخت و استفاده از فناوری Self-Monitoring برای پایش مداوم سلامتی مکانیکی بدنه از مواد کامپوزیت ساخته شده است.

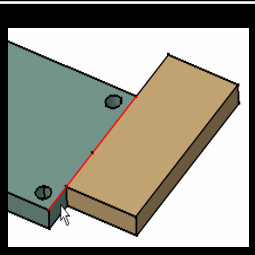
۶-۲-۲ CATIA – Weld Design (WD1)

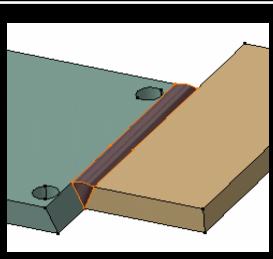
جوش یکی از اتصالاتی است که برای اتصال دو یا چند قطعه به هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ***WD1*** انواع مدل‌های جوش بر روی مجموعه‌ای از قطعات مونتاژ شده قرار می‌گیرد.

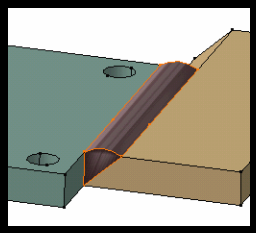
در ***WD1*** ۱۵ نوع جوش مطابق استاندارد ISO بر روی مجموعه مونتاژی قرار داده می‌شود. البته به این ۱۵ نوع جوش‌ها اکتفا نشده است و امکان ایجاد مدل جوش‌های دیگری نیز وجود دارد.

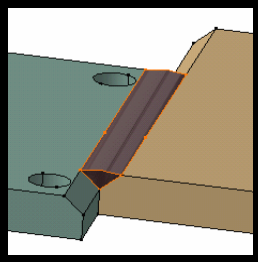
همان‌طور که می‌دانید برای ایجاد اتصالی بهتر توسط مواد جوش، لبه ورق‌ها را پخ می‌زنند. این محیط کاری امکان آماده‌سازی خودکار لبه‌ها همزمان با تعریف نوع جوش را نیز فراهم آورده است.

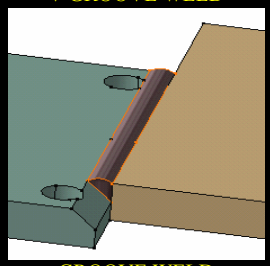
این نرم‌افزار هوشمند نیازهای کاربر را در هر محیطی پیش‌بینی می‌کند و بر اساس آن نوار ابزارهای مناسب را برای تسهیل عملیات طراحی در اختیار او قرار می‌دهد. بر همین اساس ممکن است در

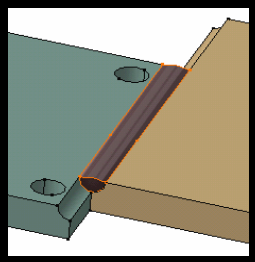

انتخاب لبه


V GROOVE WELD


BEVEL GROOVE WELD


Y GROOVE WELD


GROOVE WELD


U GROOVE WELD

چند نوع اتصال جوش؛ برای قراردادن هر کدام از اتصالات تنها باید محل اتصال دو قطعه را انتخاب‌کرد..

محیط‌های کاری متفاوت CATIA V5 با نوار ابزارهای مشابهی روبرو شوید. به‌عنوان مثال در ***WD1*** نوار ابزارهای مربوط به ***ASD*** نیز برای مونتاژ قطعات مشاهده می‌شود تا پس از سوار کردن قطعات، اتصالات جوش بر روی آن قرار داده شود. در اینجا ذکر نکته‌ای مهم است، زمانی‌که CATIA V5 از بازار ایران خریداری می‌شود و می‌توان از تمام محیط‌های کاری آن بهره گرفت تکرار نوار ابزارهای مشابه با توجه به امکان حرکت در محیط‌های کاری مختلف برای دستیابی به نوار ابزارهای محیط‌های کاری دیگر (یکی دیگر از قابلیت‌های CATIA V5) بیهوده به‌نظر می‌رسد. اما بدانید که خریداری نسخه اصلی این نرم‌افزار و استفاده از هر کدام از محیط‌های کاری آن آنها هزاران دلار هزینه دارد و هر کاربر تنها با توجه به نیاز خود آنها را خریداری می‌کند. بر همین اساس پیش‌بینی نیاز خریدار نرم‌افزار در هر کدام از محیط‌های کاری، مستقل از بقیه آنها صورت می‌گیرد. در نتیجه تکرار بعضی از نوار ابزارها در محیط‌های کاری مختلف منطقی به نظر می‌رسد.

جوش‌هایی که برای اتصال قطعات یک مجموعه مونتاژی به‌کار می‌روند از نظر وزن و نوع ماده قابل محاسبه هستند و از آنها می‌توان برای سفارش تعداد الکترودهای مورد نیاز و همچنین وزن نهایی مجموعه استفاده کرد. تمام این محاسبات به صورت خودکار همزمان با قراردادن جوش انجام می‌گیرد.

قسمت‌هایی از مدل سه‌بعدی که نمایه‌های جوش بر آن قرار گرفته‌اند در ***GRD*** (محیط کاری ایجاد نقشه) به‌صورت خودکار با علائم استاندارد مربوط به جوش علامت گذاری می‌شوند و یک نقشه استاندارد برای مونتاژ ماشین ایجاد می‌شود.

CATIA – Sheetmetal Design (SMD) ۷-۲-۲

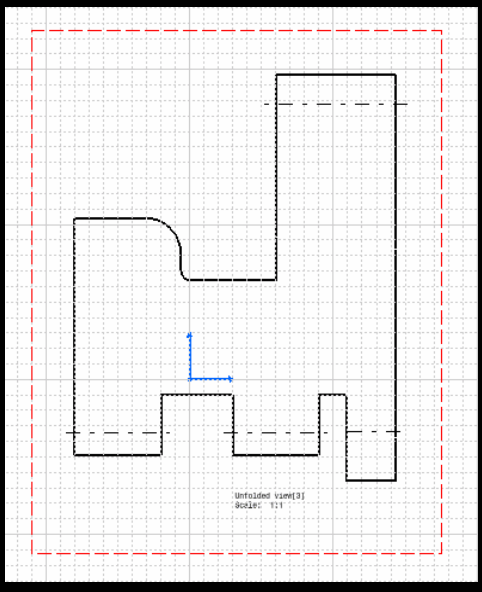
روش خمکاری (Bending) یکی از پرکاربردترین روش‌های ساخت قطعات می‌باشد. اغلب بر روی این

قطعات فرم‌های استانداردی با منظورهای متفاوت ایجاد شده است. مثال ساده این نوع قطعات کیس دستگاه رایانه است. این بار که آن را برای تعویض سخت‌افزار باز می‌کنید با دقت بیشتری ساختار قاب آن را بررسی کنید. برای مدل کردن این نوع قطعات باید از امکانات ***SMD*** بهره جست.

با توجه به اینکه فرآیند ساخت این نوع قطعات با قطعاتی که در ***PDG*** ساخته می‌شوند متفاوت است محیط کاری جداگانه‌ای برای آن در نظر گرفته شده است. آنچه که وجود ***SMD*** را مهم می‌سازد تمایل طراح به مشاهده طرح گسترده قطعه در هنگام مدل کردن آنها می‌باشد. یک قطعه L شکل با ضخامت ۲ میلی‌متر و ابعاد ۵۰ در۵۰ میلی‌متر و شعاع خم ۳ میلی‌متر را در نظر بگیرید. شما به عنوان سازنده باید ماده لازم برای ساخت این قطعه را از یک تسمه فولادی استاندارد از محل مناسب برش دهید و از محل مناسب خم کنید. اگر به هندبوک‌های مهندسی مکانیک مراجعه کنید روابطی با ضرایب مشخص در آنها آمده است تا توسط آنها طول گسترده ورق محاسبه شود. شاید این محاسبات برای قطعه ساده این مثال امکان پذیر باشد ولی در مورد قطعه‌ای پیچیده به سختی ممکن است و شاید هم امکان ناپذیر باشد.

در طراحی قطعه هر دو نمای گسترده و قطعه اصلی در کنار هم قابل مشاهده است تا از ایجاد طرح‌های غیرمنطقی جلوگیری شود. به عنوان مثال ممکن است هم‌پوشانی (Overlap) دو قسمت از ورق در بررسی گسترده یک قطعه خمکاری شده مشخص شود. مطمئناً نمی‌توان تکه‌ای از ورق را برای ساخت چنین قطعه‌ای از آن جدا کرد. ***SMD*** سرویسی ارائه می‌دهد که می‌تواند این هم‌پوشانی و برخوردها را در مدل اصلی و گسترده شناسایی کند.

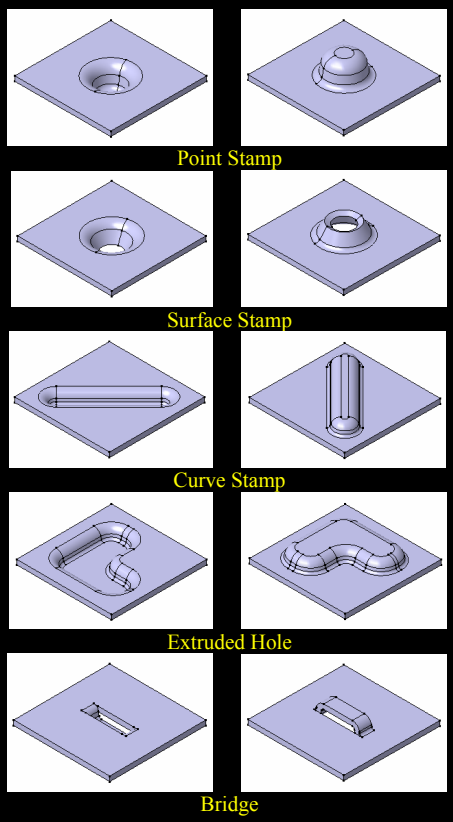
زمانی که از این نوع قطعات و گسترده آنها نقشه تهیه می‌شود محل‌های خم (Bend Axis) بر روی شکل گسترده ورق در نقشه به صورت خودکار مشخص می‌شود. حتی با تهیه خروجی با قالب DXF می‌توان نقشه گسترده ورق را در نرم‌افزارهای نقشه‌کشی دوبعدی مانند AutoCAD باز کرد.



نقشه گسترده یک قطعه خم شده؛ خط محور نشان دهنده محل‌هایی است که باید ورق خم شود

در SMD می‌توان انواع فرم‌ها را بر روی ورق ایجاد کرد. نکته جالب این است که برای ایجاد این فرم‌ها هیچ محدودیتی وجود ندارد زیرا می‌توان با ساخت فرم‌های دلخواه و انتقال آن به این محیط کاری فرم مورد نظر را با ایجاد یک مجموعه سنبه و ماتریس بر روی ورق منتقل کرد؛ یا با استفاده از ابزار ایجاد شده توسط کاربر، فرم‌ها و برش‌هایی را به‌طور همزمان بر روی ورق ایجاد کرد.

در دو انتهای محل خم شدن ورق در جایی‌که دو خم به‌هم می‌رسند شکاف‌هایی برای جلوگیری از چروکیدگی یا پاره‌شدن ورق در محل خم شدن ورق ایجاد می‌شود (Relief). در SMD انواع شکاف‌های از پیش تعریف شده به دو سوی یک خم افزوده می‌شود.



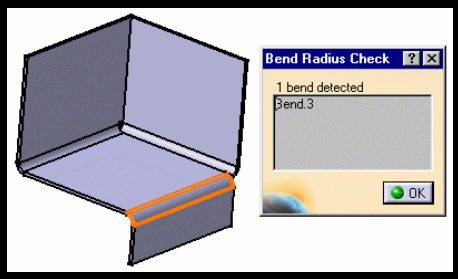
فرم‌های ایجاد شده بر روی ورق با فرمان‌های از پیش تعریف شده در SMD

۸-۲-۲ CATIA – Sheetmetal Production (SH1)

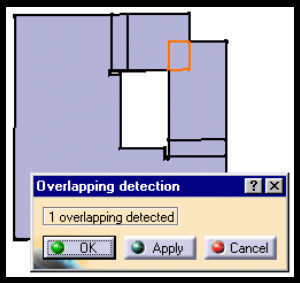
در SH1 قطعه مدل شده در SMD از نظر قابلیت ساخت (Manufacturing) مورد بررسی قرار می‌گیرد. تحلیل Self Overlapping Checking System از این دسته بررسی‌ها برای یافتن ناحیه‌های دارای هم‌پوشانی می‌باشد. ترکیب قابلیت‌های SH1 با SMD تمامی مراحل طراحی تا تولید این نوع قطعات را پوشش می‌دهد.

برای خم کردن ورق‌هایی با ضخامت و جنس‌های متفاوت حداقلی برای شعاع داخلی وجود دارد که در

صورت خم شدن ورق با شعاعی کمتر از آن، ورق به‌علت تنش‌های وارده به ناحیه خارجی خم ممکن است دچار شکست شود. با تکیه بر این تئوری و تهیه جدولی از ورق‌های استاندارد و مشخص کردن حداقل شعاع خم برای هرکدام از آنها از ایجاد این عیب در ساخت قطعات جلوگیری می‌شود. ***SH1*** ابزاری دارد که پس از پایان طراحی قطعه در ***SMD*** می‌توان خم‌های موجود در قطعه را با این جداول استاندارد مقایسه کرد تا هرگونه مغایرت در خصوص عدم رعایت حداقل شعاع داخلی خم به طراح گزارش داده شود.



بازبینی شعاع خم؛ تشخیص عدم تطابق شعاع خم با استاندارد ورق



تشخیص یک هم‌پوشانی در گسترده قطعه

CATIA – Aerospace Sheetmetal Design (ASL) ۹-۲-۲

ASL نیز مانند ***SMD*** اختصاص به مدل کردن قطعات ساخته شده با روش خمکاری دارد با این تفاوت که این محیط کاری برای صنایع هوایی اختصاصی شده است.

CATIA – Part Design Feature Recognition (FR1) ۱۰-۲-۲

نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی پارامتریک هستند و هر عملی که طراح در راستای مدل‌کردن قطعه در نرم‌افزار انجام می‌دهد در ساختاری با عنوان درخت طراحی (Design Tree) ثبت می‌شود تا در صورت تمایل بتوان طرح را ویرایش کرد.

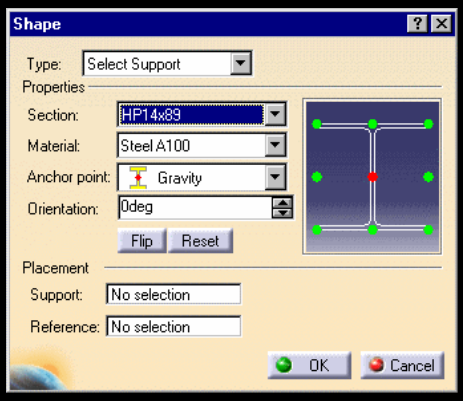
در نرم‌افزارهای غیر پارامتریک، اگر طراح در طول طراحی یک قطعه متوجه اشتباهی در مراحل قبل شود باید تمامی عملیات انجام داده شده را پاک کند و پس از حل مشکل دوباره به طراحی قسمت‌های دیگر بپردازد. در این‌گونه نرم‌افزارها قطعه هویت ندارد و صرفاً برای یک‌بار طراحی می‌شود. اما در نرم‌افزارهای پارامتریک اگر طراح فاکتورهای طراحی و شناوری طرح را در مدل کردن قطعه رعایت کرده باشد، هر زمان و بر روی هر کدام از قسمت‌های طرح می‌تواند تغییر مورد نظر خود را اعمال کند. بیان اخیر مفهوم پارامتریک بودن را روشن می‌سازند. در ***FR1*** برای قطعات فاقد این هویت، درخت طراحی ایجاد می‌شود تا بتوان اقدام به ویرایش و تغییر طرح نمود.

CATIA – Structure Design (SR1) ۱۱-۲-۲

در ساختمان ماشین‌های بسیاری پروفیل‌های فولادی مشاهده می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید مقاطع

این پروفیل‌ها بر اساس استانداردهای متفاوت تعریف می‌شوند. در ***SR1*** این امکان فراهم شده است که مجموعه‌ای از مقاطع با اندازه‌های استاندارد در Catalog در اختیار طراح باشد تا در ساخت سازه‌های فولادی از آنها استفاده کند.

مفهوم Catalog تنها اختصاص به ***SR1*** ندارد؛ در محیط‌های کاری که طراح نیاز به استفاده مکرر از قطعات استانداردی مانند انواع پیچ، بلبرینگ، رولربرینگ، چرخدنده، بوش و ابزار برشی دارد او از مجموعه قطعات از پیش تعریف و ذخیره شده در Catalog استفاده می‌کند.



پنجره انتخاب مقطع پروفیل فولادی استاندارد در ***SR1***

در ***SR1*** می‌توان انتهای تیرها را برای اتصال‌شان به یکدیگر آماده کرد. در این محیط کاری علاوه بر ایجاد تیرهای مستقیم می‌توان تیرهایی با فرم‌های قوسی را نیز مدل کرد.

با واردکردن سازه به محیط‌های کاری تحلیل CATIA V5 می‌توان رفتار آن را در مقابل نیروهای وارده تحلیل کرد.

۱۲-۲-۲ CATIA – Core & Cavity Design (CCV)

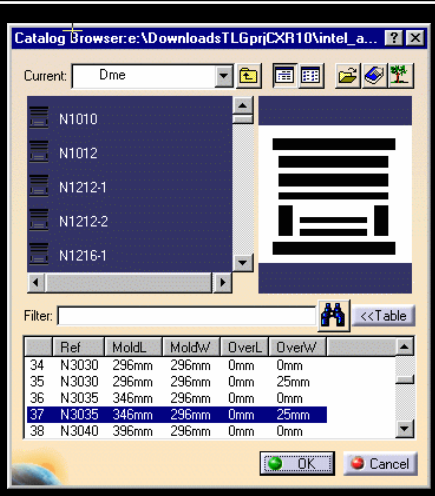
قالب‌های تزریقی عموماً از دو بخش اصلی سنبه (Core) و ماتریس (Cavity) تشکیل شده‌اند. زمانی‌که قالب بر روی دستگاه تزریق بسته شود ما بین دو قسمت سنبه و ماتریس فضایی خالی ایجاد می‌شود؛ این فضا هم‌شکل قطعه‌ای است که با عملیات قالب‌ریزی ساخته خواهد شد. بسته به جنس قطعه این فضا با مواد پلیمری یا فلزی مذاب پر می‌شود تا پس از خنک و باز شدن قالب، حاصل قطعه مورد نظر باشد.

در ***CCV*** سطوح سنبه و ماتریس قطعات ایجاد می‌شود و قطعه برای ساخت قالب آن در ***MTD*** (محیط کاری طراحی ابزار قالب) آماده می‌گردد؛ تعریف محل خط جدایش قالب (Parting Line)، صفحه جدایش (Parting Surface) برای استفاده در ساخت سنبه و ماتریس قالب، تعریف جهت جدا شدن قسمت‌های قالب (Pulling Direction)، بررسی شیب خروج قطعه از قالب و اعمال درصد انقباض یا انبساط بر روی قطعه از سرویس‌هایی هستند که برای آماده کردن قطعه برای مدل کردن قالب آنها در اختیار طراحان قالب می‌باشند.

۱۳-۲-۲ CATIA – Mold Tooling Design (MTD)

پس از آماده‌سازی مقدمات ساخت قالب در ***CCV*** قالب قطعه با استفاده از ابزار از پیش مدل شده و قرار گرفته در کاتالوگ‌های حاوی قطعات ساخت شرکت‌های فعال در امر ساخت ابزار قالب در ***MTD*** مدل می‌شود.

با بکارگیری قابلیت پارامتریک نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی و طراحی وابسته می‌توان با یک‌بار طراحی



یکی از کاتالوگ‌های ***MTD*** شامل مجموعه‌ای ابزار استاندارد قالب

قالب شرایطی را فراهم کرد تا امکان اعمال تغییرات در قالب، در برابر تغییرات ابعادی قطعه به‌صورت خودکار میسر شود. تمام این قابلیت‌ها در ***MTD*** یافت می‌شود.

نکته قابل توجه این است که ***MTD*** مختص طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک است. امروزه بخش عظیمی از قطعات پلاستیکی با این روش ساخته می‌شوند. دخالت عوامل متعدد در ساخت قطعات باکیفیت پلاستیکی باعث شده است که مختصصان طراح و سازنده قالب از جایگاه ویژه‌ای در بین متخصصین ساخت و تولید برخوردار باشند.

قطعات و ابزار قالب‌های تزریق پلاستیک همگی با ابعاد پارامتریک از پیش تعریف شده در ***MTD*** موجود می‌باشند و به‌راحتی فقط با مشخص شدن محل قرارگیری، ابزار بر روی بدنه قالب منتقل می‌شود. علاوه بر این ابزارها انواع فرم‌های راهگاهی، گیت‌ها و همچنین فرم‌های سیستم خنک‌کاری در ***MTD*** قرار داده شده است.

از سایر ویژگی‌های ***MTD*** می‌توان به توانایی برقراری ارتباط با ***PMG*** (محیط کاری طراحی برنامه ماشینکاری با ماشین ابزار فرز) برای تهیه برنامه سوراخکاری و ***SMG*** (محیط کاری طراحی برنامه ماشینکاری با ماشین ابزار سه‌محوره) برای تهیه برنامه ماشینکاری سطوح سنبه و ماتریس اشاره کرد.

ایجاد همزمان BOM برای سفارش ابزار و قطعات قالب، آن را به محیطی واقعی تبدیل کرده است که در آن طراحی برای ساخت (Design for Manufacturing-DFM) انجام می‌شود.

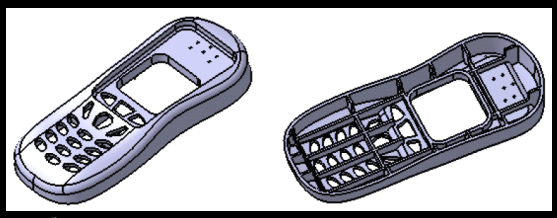
۱۴-۲-۲ CATIA – Tooling Design (TG1)

در ***TG1*** ابزار عمومی و وسیع‌تری برای مدل کردن سایر انواع قالب‌ها در اختیار قالب سازان قرار می‌گیرد. تفاوت ***TG1*** با ***MTD*** در عدم ارائه برخی از سرویس‌های در ***TG1*** است و همین امر آن را به ابزار مفیدی برای سازندگان قالب تبدیل کرده است زیرا تخصصی بودن ***MTD*** برای ساخت قالب‌های تزریق پلاستیک دلیل بر افزایش قیمت آن نیز است.

۱۵-۲-۲ CATIA – Functional Molded Part (FM1)

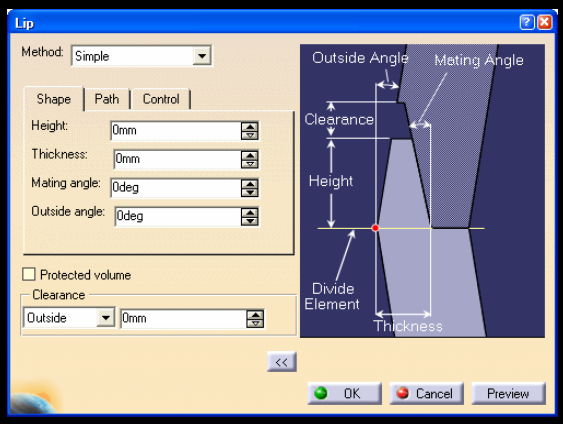
FM1 نیز یکی دیگر از محیطهای کاری طراحی CATIA V5 می‌باشد که برای طراحی قطعات پلاستیک تخصیص یافته است. در ***FM1*** قسمت‌هایی مانند انواع تقویتی‌هایی که در پشت قطعات پلاستیک دیده می‌شود مدل می‌شود. این تقویتی‌ها با اهداف مختلف به قطعات پلاستیک اضافه می‌شوند که از آنها

می‌توان به افزایش استحکام قطعات پلاستیک، افزایش کیفیت سطح قطعه و همچنین ایجاد موقعیت‌های مناسب برای قرار دادن محتویات دستگاه اشاره کرد.



مدل یک قطعه پلاستیک به همراه تقویتی‌های ایجاد شده برای آن

ایجاد شیب خروج از قالب، ایجاد لبه بر روی دو قطعه، ایجاد جای پیچ مخصوص قطعات پلاستیک بر روی دو قطعه‌ای که بر روی هم قرار می‌گیرند و ایجاد گیره و قفل برای بستن دو قطعه به‌هم در فرمان‌های ***FM1*** گنجانده شده است. در شکل، پنجره فرمانی نشان داده شده است که به راحتی می‌توان با تعیین چند پارامتر، بین دو قطعه پلاستیک که باید بر روی هم قرار گیرند لبه ایجاد کرد.



پنجره تعریف متغیرهای لازم برای مدل کردن لبه قطعات جفت شونده بر روی هم

اما پاسخ به سوال باقی می‌ماند، آیا نمی‌توان این نوع قطعات را در ***PDG*** مدل کرد و دلیل وجود ***FM1*** برای ایجاد این نوع قطعات چیست؟! در اینجا باید به فاکتورهای زمان و شناوری در طراحی قطعه توجه کرد. ممکن است عملیات ایجاد این قطعات در ***PDG*** با اجرای چند فرمان انجام شود اما در ***FM1*** هرکدام از نمایه‌ها تنها با اجرای یک فرمان و تعیین چند متغیر ابعادی ایجاد می‌شود و نتیجه، افزایش بازده در طراحی قطعات و ایجاد طرح‌هایی کاراتر می‌باشد.

در واقع ***FM1*** به‌جای اینکه انرژی تیم طراحی را معطوف پیدا کردن روش‌های مدل کردن قطعه در نرم‌افزار کند با ایجاد فرمان‌های تخصصی ذهن او را آزاد می‌گذارد تا تنها بر ایجاد طرح‌هایش متمرکز شود. در واقع نرم‌افزارهایی در این سطح شرایطی را برای طراح فراهم می‌آورند تا افکارشان بر روی این موضوع متمرکز کند که "چه چیز طراحی کنند" نه اینکه "چه طور طراحی کنند". امتیازی که فقدان آن در نرم-افزارهای طراحی مکانیکی سطح پایین امکان ارائه طرح‌های خلاقانه را از طراح می‌گیرد.

از امکانات جالب ***FM1*** می‌توان به ابزاری برای ایجاد مدل‌های پوسته‌ای اشاره کرد با این تفاوت که به جـای انتخاب متغیر ضخامت می‌توان با مشخص‌کردن حجم پوسته، تعیین ضخامت آن را به‌عهده نرم‌افزار گذاشت.

۲-۲-۱۶ CATIA – Wireframe & Surface (WS1)

WS1 معروف‌ترین محیط کاری CATIA V5 که آن را در بازار نرم‌افزارهای طراحـی مکـانیکی ایـران محبوب کرده است. این محیط کاری قابلیت ایجاد مدل‌های سیم و سطح را دارد.

پارامتریک بودن، امتیازی است که ***WS1*** را در کنار داشتن ابزار قدرتمند برای ایجاد سطوح و مدل‌هـایی با رویه پیچیده از محبوبیت فوق‌العاده‌ای برخوردار کرده است؛ امتیازی که در نرم‌افزارهایی که قابلیـت سـاخت چنین مدل‌هایی را دارند کمتر به چشم می‌خورد. به عنوان مثال در نـرم‌افـزار Mechanical Desktop بـرای ایجاد مدل‌های سطح درخت طراحـی (Design Tree) ایجـاد نمـی‌شـود و مـدل‌هـا پارامتریـک نیـستند. در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی عملیاتی پارامتریک است که در درخت طراحی ثبت شود و قابل ویرایش باشد.

یکی ازخصوصیات ***WS1*** امکان تبدیل مدل سطح به مدل صلب است. این بدان معنـی اسـت کـه اگـر طراح به این نتیجه رسید که ایجاد یک مدل صلب با مجموعه فرمان‌های ***PDG*** امکان پذیر نیست می‌توانـد تمام یا بخشی از طرح خود را در ***WS1*** ایجاد کند سپس آن را به یک مدل یکپارچه صلب تبدیل کنـد. البتـه این امکان به صورت عکس یعنی تبدیل مدل صلب به مدل سـطح نیـز وجـود دارد. ایـن قابلیـت طراحـی را Hybrid Design می‌نامند و مدل‌های حاصل نیز به Hybrid Model مشهور است.

جالب است بدانید که می‌توان مدل‌های سطح ایجاد شده را در یک مجموعه مونتـاژی در کنـار قطعـات صلب مونتاژ کرد؛ قابلیت اخیر Hybrid Assembly نامیده می‌شود.

قابلیت ایجاد مدل‌های سیم و سطح با استفاده از مدل‌های صلب مفهـوم Design in Context را بیـان می‌کند که به طراح اجازه می‌دهد با استفاده از مهندسی همزمان ارتباط‌ها را کنترل و مدیریت کند تا با تغییـر مدل اصلی تغییرات بر روی مدل‌های وابسته نیز اعمال شوند.

WS1 قابلیت ایجاد انواع منحنی‌های پارامتریک ریاضی را برای ساخت مدل‌های سیمی دارد که از جمله می‌توان به منحنی‌های Spline، Spline 3D، Helix، Polyline، Hyperbola، Parabola، Ellipse، Arc، Circle، Conic اشاره کرد. همچنین کیفیت و نوع منحنی‌ها را می‌توان در آن کنترل کرد تا بتوان سیم‌هـای G0، G1 و G2 (C0، C1 و C2) را ایجاد کرد.

۲-۲-۱۷ CATIA – Healing Assistant (HA1)

HA1 یک ابزار کمکی برای رفع عیوب مدل‌های سطح می‌باشد. با استفاده از فرمان‌هـای ایـن محـیط کاری سطوحی که از سایر نرم‌افزارها وارد CATIA V5 می‌شوند برای مطابقت با استانداردهای این نرم‌افـزار مورد بررسی قرار می‌گیرند تا ایرادات احتمالی رفع شود. حتی در برخی موارد مدل‌های سـطح ایجـاد شـده در محیط‌های کاری CATIA V5 نیز این ایرادات را دارند و نیاز به استفاده از امکانات ***HA1*** وجود دارد.

از آنجا که داده‌های این نوع مدل‌ها فقط داده‌های رویه قطعه است در صورت ایجاد درز بین دو سطح که ممکن است با چشم نیز قابل رویت نباشد، طراح در مراحل بعدی طراحی مانند ایجاد مدل‌های صلب یا تهیه برنامه ماشینکاری قطعه دچار مشکل خواهد شد. همچنین عملیات یکپارچه‌سازی سطوح را نمی‌توان انجام داد. ***HA1*** با فرمان‌هایی که در اختیار دارد این درزها را ترمیم می‌کند. البته می‌توان به غیر از درز بین دو سطح، شکستگی (عدم مماس‌بودن) بین آنها را که مانع از ایجاد سطوح پارامتریک G1 و G2 (C1 و C2) می‌شود را یافت و ترمیم‌شان کرد. انجام این عملیات ترمیمی بر روی مدل‌های سطح، Healing (Healing: التیام دادن، جوش‌دادن) نامیده می‌شود.

عملیاتی که در ***HA1*** بر روی مدل‌های سطح انجام می‌شود به‌خصوص برای عملیات قالب‌سازی و ماشینکاری بسیار مهم است. زیرا اکثر طراحان داده‌های یک قطعه را برای ساخت قالب و عملیات ماشینکاری به‌صورت داده‌های سطوح از قسمت CAD دریافت می‌کنند (قالب‌های ذخیره سازی IGES و STEP). حال ممکن است با ذخیره‌سازی با این‌گونه قالب‌ها و انتقال آن از یک نرم‌افزار به نرم‌افزار دیگر، داده‌های بعضی از قسمت‌های سطوح از بین برود. بروز این اشکال ادامه کار را دچار مشکل می‌کند.

۱۸-۲-۲ CATIA – Cast & Forged Part Optimizer (CFO)

امکانات ***CFO*** به ***PDG*** اضافه می‌شود و با استفاده از آنها می‌توان قطعات مدل شده در ***PDG*** را برای ساخت با روش‌های فورجینگ و ریخته‌گری آماده کرد.

در فورجینگ با وارد کردن ضربات متوالی فلز به فرم دلخواه درمی‌آید. قطعه بی‌شکل خارج شده از کوره با دمای بالا با وارد آمدن چند ضربه توسط پرس‌های سنگین، شکل قالب را به خود می‌گیرد (فورج گرم). در فورج سرد قطعه در دمای معمولی با وارد آمدن ضرباتی توسط پرس‌های سنگین به‌شکل قطعه مورد نظر درمی‌آید.

در ریخته‌گری نیز فلز یا آلیاژ مذاب وارد یک قالب می‌شود و پس از خنک‌شدن، شکل قالب را به خود می‌گیرد. از معروف‌ترین این نوع قالب‌ها می‌توان به قالب‌های ماسه‌ای اشاره کرد.

امکانات جدیدی که در ***CFO*** برای بهینه‌سازی قطعات ریخته و فورج قرار داده شده است پا به پای فناوری‌های جدید بخش فورجینگ و قالب‌ریزی در صنعت باعث افزایش کیفیت و بهره‌وری در طراحی این نوع قطعات می‌شود.

۱۹-۲-۲ CATIA – Generative Drafting (GRD)

تهیه نقشه‌های مهندسی قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات همیشه مدنظر طراحان بوده است و شرکت‌های سازنده نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی این سرویس را برای مشتریان خود قرار داده‌اند. CATIA V5 نیز آن را ارائه داده است. اما به‌نظر می‌رسد با گسترش روش‌های نوین انتقال داده طی سال‌های آتی که چندان هم دور نیست حضور این بخش در نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی کم‌رنگ‌تر شود و چاپ نقشه بر روی کاغذ جای خود را به نقشه‌های الکترونیک دهد.

در ***GRD*** نقشه‌های دوبعدی از قطعات مدل شده در محیط‌های کاری سه‌بعدی که در محیط‌های کاری سه‌بعدی در نماها و برش‌های مختلف و با استفاده از علائم استاندارد نقشه با استانداردهایی مانند ISO (سازمان بین المللی استاندارد سازی)، JIS (استاندارد صنعتی ژاپن)، ASME (جامعه مهندسان مکانیک آمریکا)، ANSI (موسسه استانداردهای ملی آمریکا) ایجاد می‌شود.

ایجاد اندازه‌های دوبعدی یک نقشه پیچیده به‌صورت خودکار تنها با فشردن یک دکمه، طراح را در ایجاد نقشه تا رسیدن به هدف مورد نظر همراهی می‌کند. در انتها با استفاده از یک ابزار تحلیل می‌توان تمام نقشه را بررسی کرد و اندازه‌ها و علائم قرار گرفته بر روی هم را یافت. این ابزار در نقشه‌های پیچیده برای دستیابی به نتیجه‌ای بهتر بسیار مفید است.

قابلیت بازخوانی فایل نقشه‌های دوبعدی از قالب‌های مختلف باعث شده است تا به راحتی بتوان نقشه‌ای را که در نرم‌افزار دیگری ایجاد شده است به ***GRD*** انتقال داد و تغییرات لازم را بر آن اعمال کرد. وجود قابلیت ذخیره داده در قالب نرم‌افزارهای دیگر باعث می‌شود تا ارتباط شرکت‌های استفاده کننده از CATIA V5 با شرکت‌های کاربر سایر نرم‌افزارها حفظ شود.

ارتباط نماهای نقشه با قطعه اصلی همواره برقرار است و در صورت تغییر ابعاد و شکل قطعات، نقشه‌های آن به صورت خودکار به‌روز می‌شوند. حتی این جریان به صورت عکس نیز می‌تواند اتفاق بیفتد یعنی با تغییر ابعاد در نقشه دوبعدی تغییرات به قطعه اصلی انتقال یابد. خصوصیت مذکور قابلیت کار همزمان بر روی نقشه و قطعه را برای طراح فراهم می‌آورد.

تهیه نقشه از نماهای انفجاری (نمای قطعات در وضعیت جدا از هم)، تهیه لیست قطعات، همچنین قراردادن علائم استاندارد جوش، صافی سطوح، تلرانس‌های هندسی و اندازه و تهیه جدول سوراخ‌های قطعه همراه با مشخصات مکانی سوراخ از سایر قابلیت‌های ***GRD*** است.

۲۰-۲-۲ CATIA – Interactive Drafting (ID1)

در ***ID1*** نیز نقشه‌های دوبعدی تهیه می‌شود با این تفاوت که در ***ID1*** نماهای دوبعدی مستقیماً توسط طراح ایجاد می‌شود (مانند نرم‌افزار AutoCAD) اما در ***GRD***، کاربر نقشه‌های دوبعدی را از یک مدل سه‌بعدی استخراج می‌کند. امکانات ***ID1*** در ***GRD*** در دسترس کاربر قرار می‌گیرد.

۲-۲-۲۱ CATIA – 3D Functional Tolerancing & Annotations (FTA)

در ***FTA*** توضیحات و تلرانس‌های قطعه اعم از ابعاد، تلرانس‌های هندسی، تلرانس‌های ابعادی، علائم جوش و صافی سطوح را بر روی مدل سه‌بعدی قرار می‌گیرد.

۲-۲-۲۲ CATIA – 2D Layout for 3D Design (LO1)

LO1 ترکیبی از ***PDG*** و ***GRD*** است. پس از ورود به ***LO1*** دو پنجره در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که یکی اختصاص به طراحی سه‌بعدی قطعه و دیگری به استخراج همزمان نقشه‌های دوبعدی آن اختصاص دارد. درخت طراحی واقع در این دو پنجره نیز مرکب است یعنی هر دو آنها اطلاعات پنجره دیگر را در بر می‌گیرد. اطلاعات این دو پنجره با نام یک فایل و با پسوند مشابه فایل‌های ***PDG*** ثبت می‌شود.

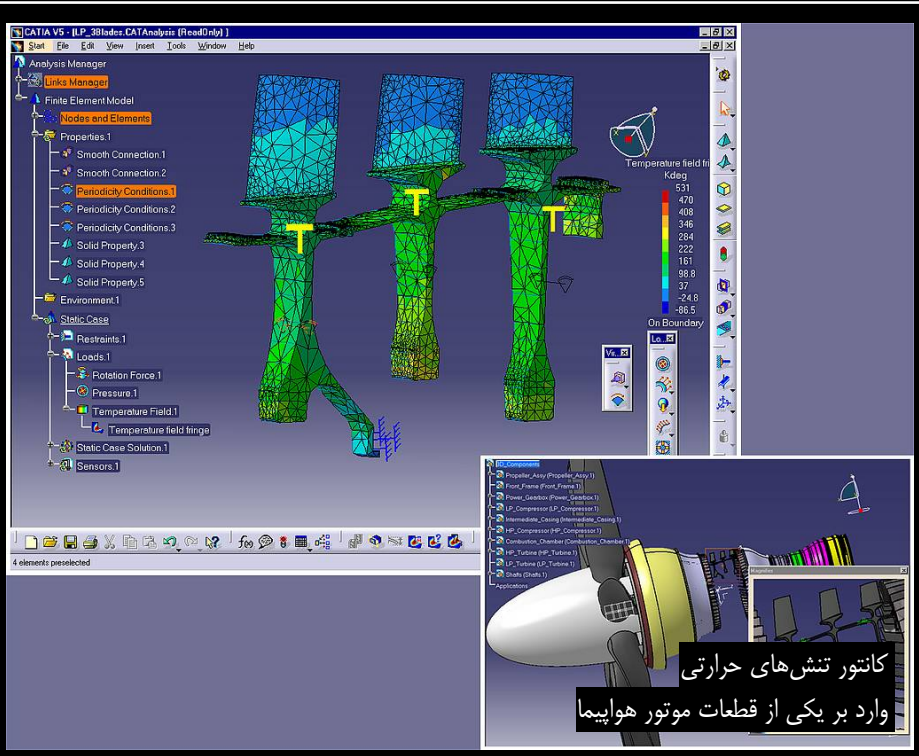
از دیگر توانایی‌های ***LO1*** استخراج مدل سه‌بعدی قطعه با ترکیب نماهای دوبعدی آن می‌باشد. در واقع در این محیط کاری مراحل طراحی از محیط کاری نقشه دوبعدی به سمت محیط کاری طراحی قطعه سه‌بعدی انجام می‌شود.

۲-۳ مجموعه Analysis

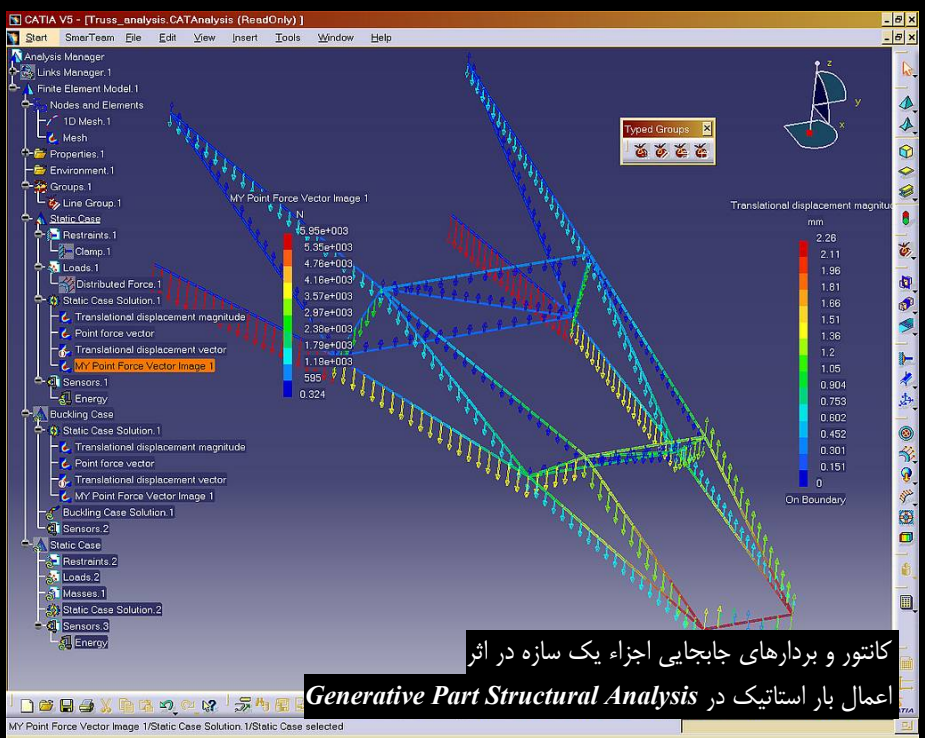
مجموعه Analysis شامل محیط‌های کاری توانمندی برای تحلیل با روش اجزاء محدود (FEM) هر نوع قطعه یا مجموعه مونتاژی می‌باشد. با استفاده از نتایج حاصله از تحلیل و استفاده از توانایی‌های CATIA V5 می‌توان محصولات را بهینه‌سازی کرد.

راحتی کاربر در استفاده از این امکان باعث شده است تا علاوه بر استفاده متخصصان تحلیل، طراحان نیز بتوانند از آن بهره گیرند. در واقع بین محیط‌های CAD و FEA (Finite Element Analysis) حلقه‌ای تشکیل می‌شود که همزمان با انجام کار طراحی می‌توان عملیات تحلیل را نیز انجام داد و هرگونه تغییر در قسمت CAD به قسمت CAE (Computer Aided Engineering) انتقال می‌یابد تا در تحلیل مورد توجه قرارگیرد. در نتیجه یک رابطه منسجم بین CAD و CAE ایجاد می‌شود.

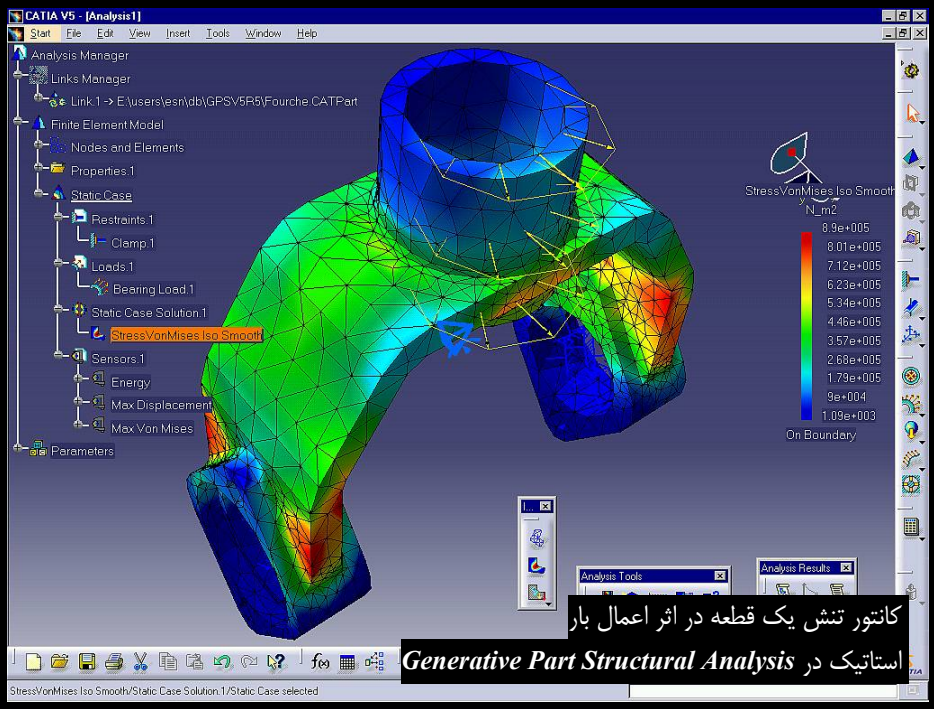
در ابتدا به صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Analysis آشنا می‌شوید.



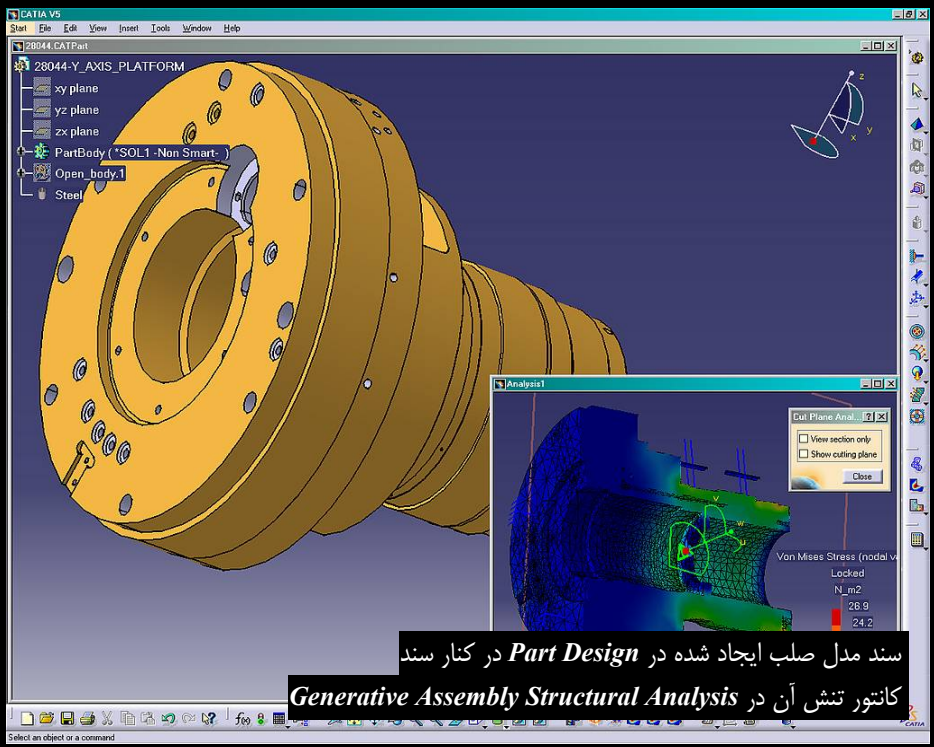
کانتور تنش‌های حرارتی
وارد بر یکی از قطعات موتور هواپیما



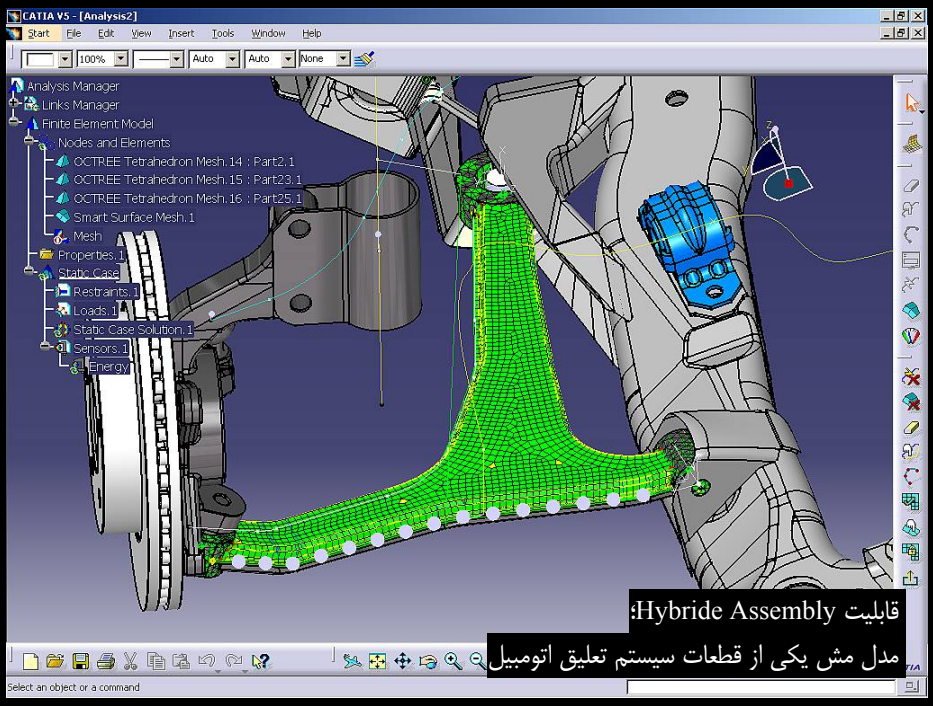
کانتور و بردارهای جابجایی اجزاء یک سازه در اثر
اعمال بار استاتیک در ***Generative Part Structural Analysis***



کانتور تنش یک قطعه در اثر اعمال بار
استاتیک در ***Generative Part Structural Analysis***

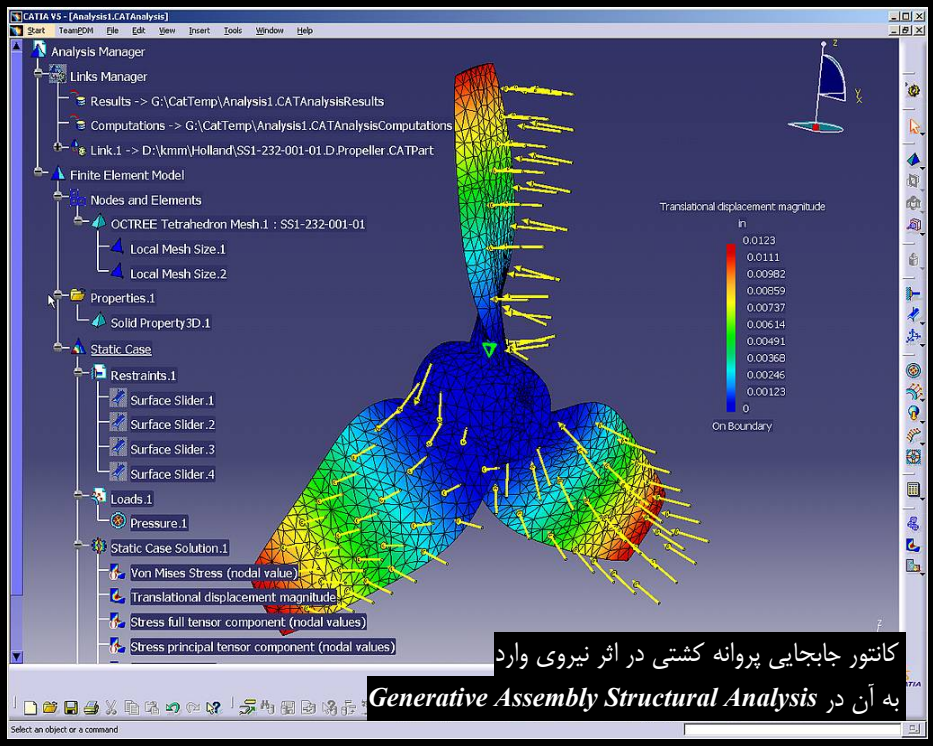


سند مدل صلب ایجاد شده در ***Part Design*** در کنار سند
کانتور تنش آن در ***Generative Assembly Structural Analysis***



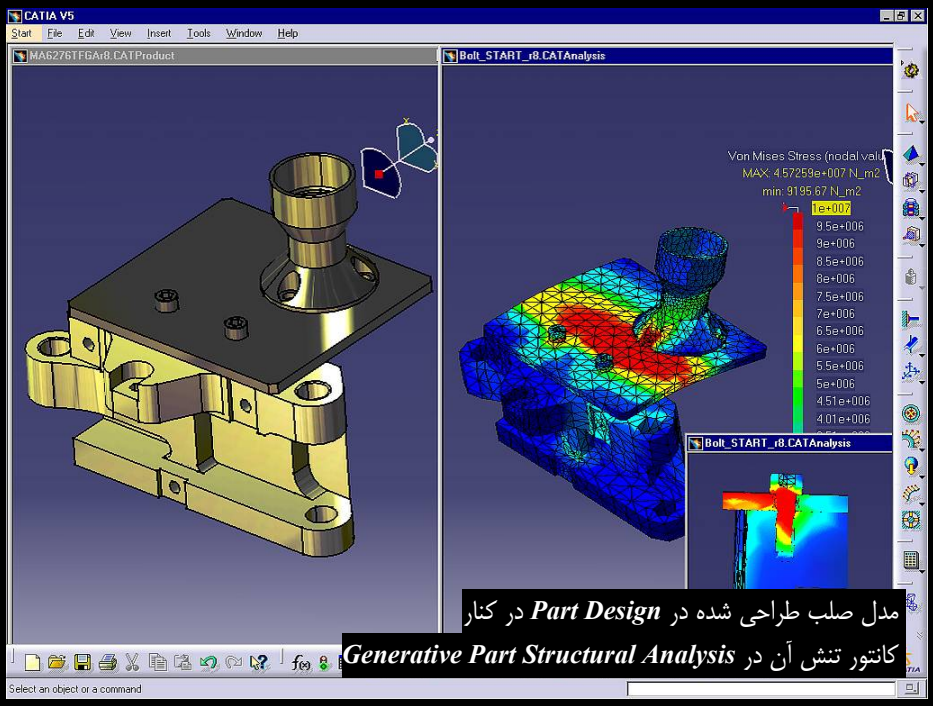
قابلیت Hybride Assembly:

مدل مش یکی از قطعات سیستم تعلیق اتومبیل

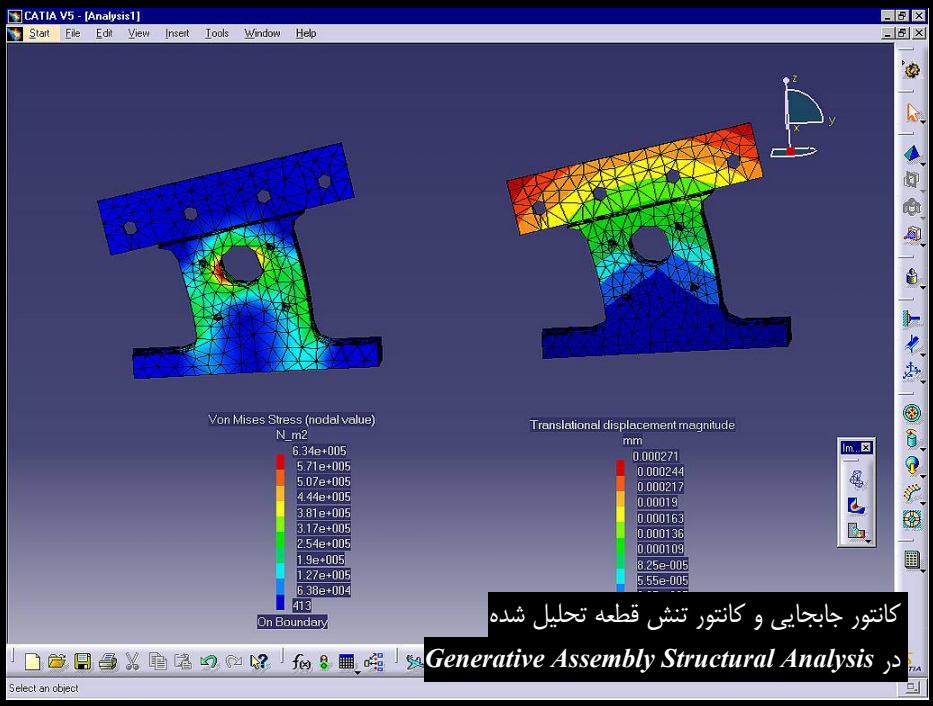


کانتور جابجایی پروانه کشتی در اثر نیروی وارد

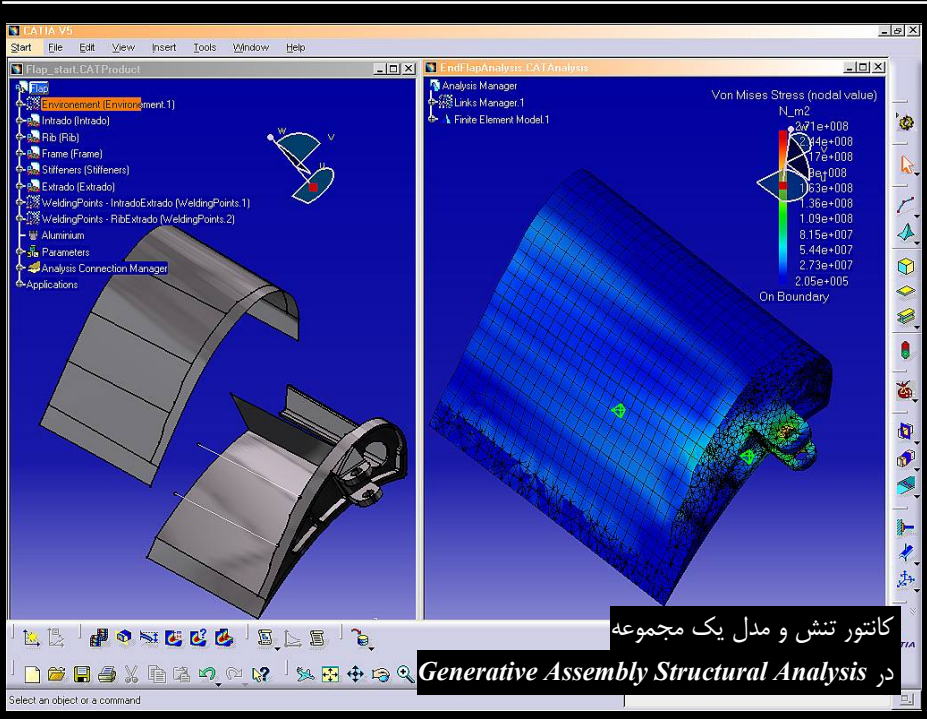
به آن در ***Generative Assembly Structural Analysis***



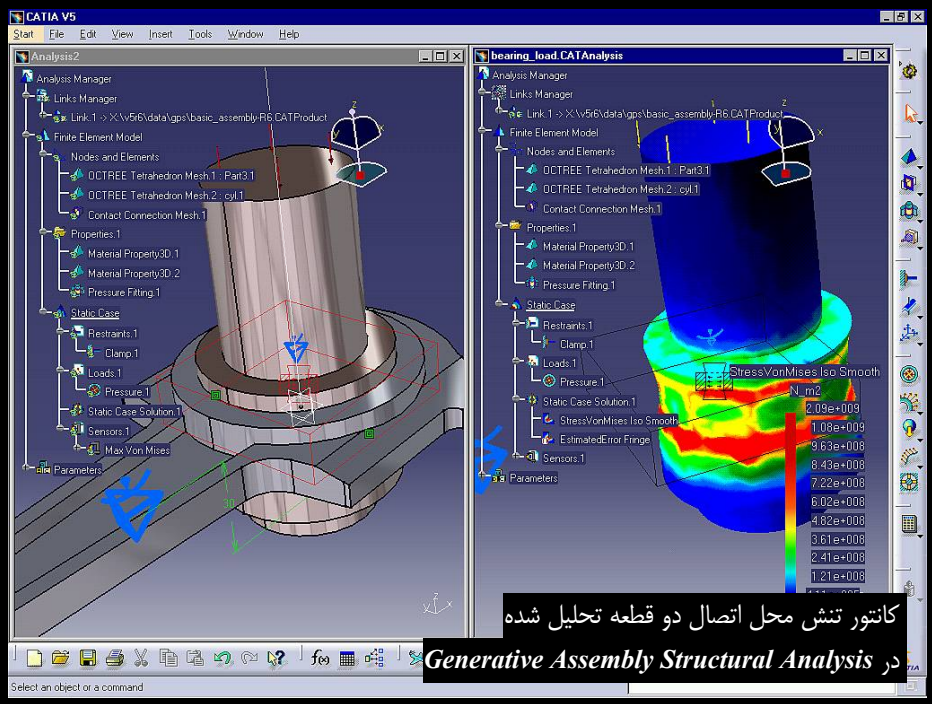
مدل صلب طراحی شده در ***Part Design*** در کنار کانتور تنش آن در ***Generative Part Structural Analysis***



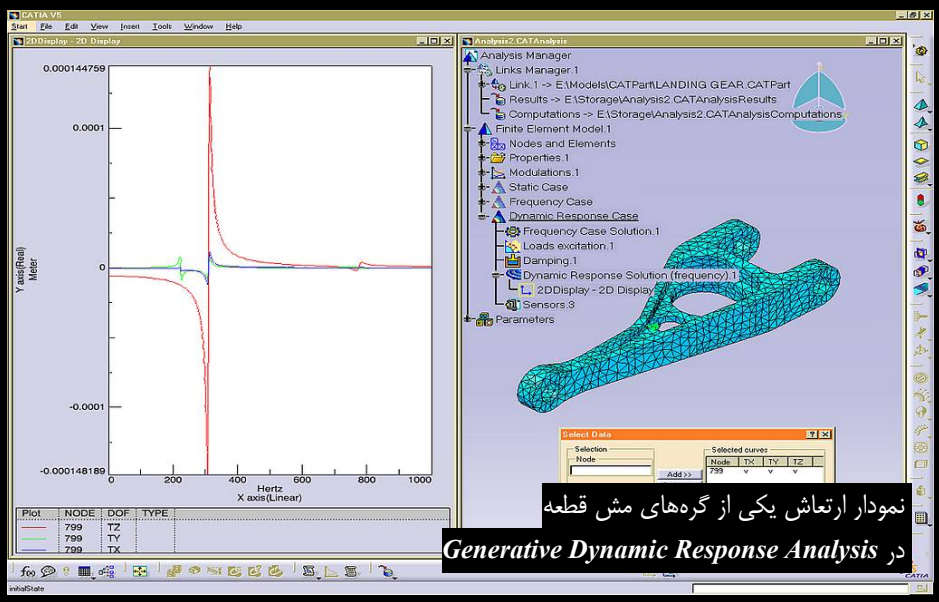
کانتور جابجایی و کانتور تنش قطعه تحلیل شده در ***Generative Assembly Structural Analysis***



کانتور تنش و مدل یک مجموعه
در ***Generative Assembly Structural Analysis***

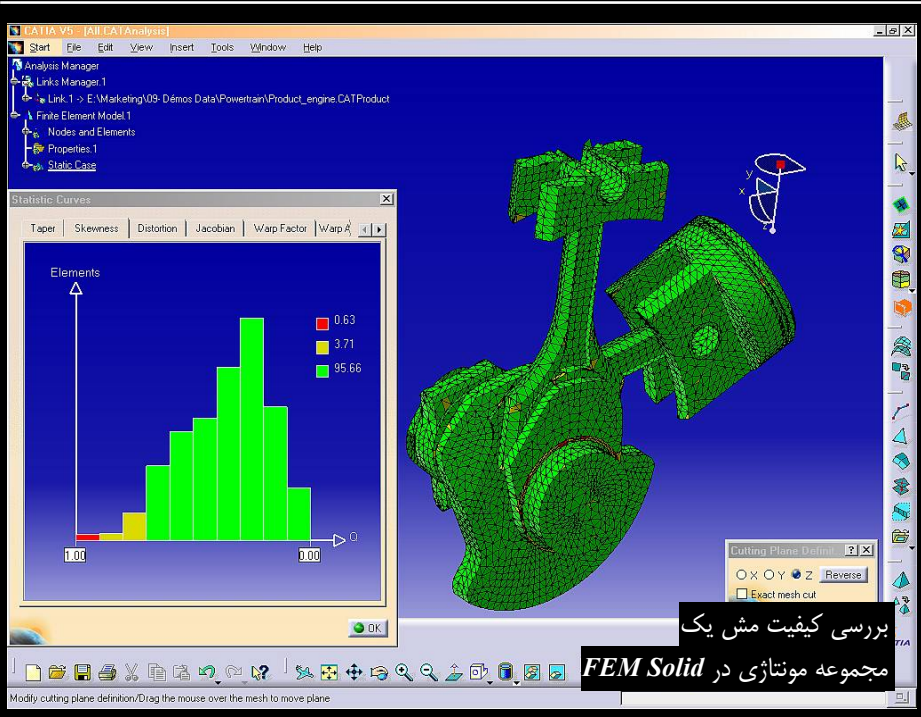


کانتور تنش محل اتصال دو قطعه تحلیل شده
در ***Generative Assembly Structural Analysis***

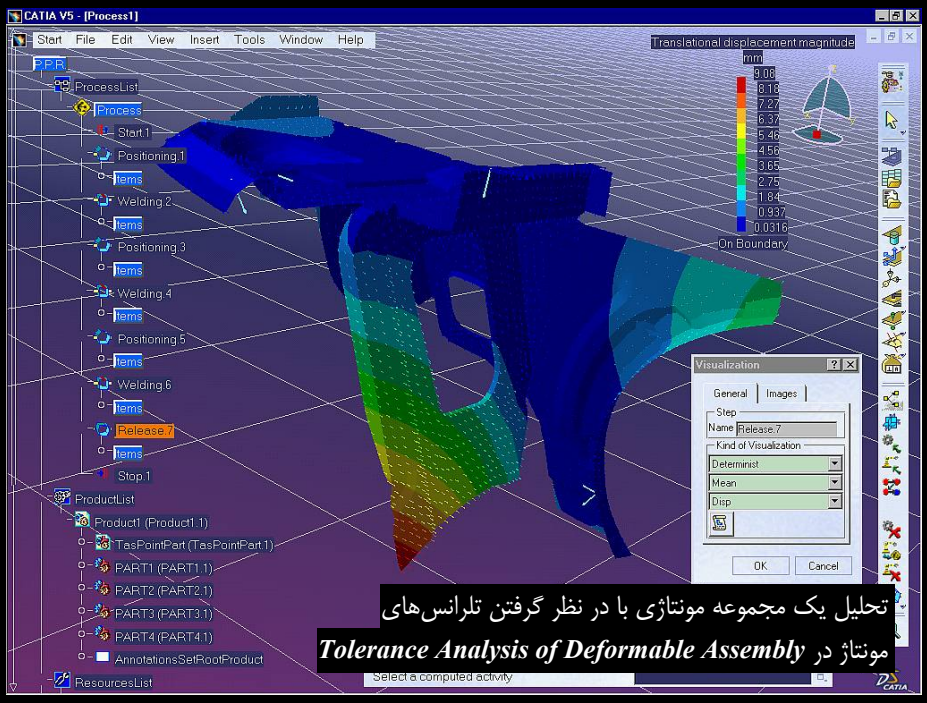


نمودار ارتعاش یکی از گره‌های مش قطعه
در ***Generative Dynamic Response Analysis***

بررسی کیفیت مش قسمتی
از بدنه یک اتومبیل در ***FEM Surface***



بررسی کیفیت مش یک
مجموعه مونتاژی در ***FEM Solid***



تحلیل یک مجموعه مونتاژی با در نظر گرفتن تلرانس‌های
مونتاژ در ***Tolerance Analysis of Deformable Assembly***

۱-۳-۲ CATIA – Elfini Structural Analysis (EST)

EST به همراه ***GPS*** و ***GAS*** امکان تحلیل مکانیکی قطعات سه‌بعدی را فراهم می‌آورد. ***EST*** می‌توانند به راحتی با ***PDG***، ***ASD*** و ***GRD*** ارتباط برقرار کند و عملیات تحلیل را با استفاده از روش تحلیل اجزاء محدود انجام دهد. این محیطهای کاری درعین حالی که از قدرت بالایی برای تحلیل قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات برخوردار هستند، یادگیری آنها نیز بسیار سریع و آسان است؛ استراتژی Easy to learn, fun to use در طراحی تمام محیطهای کاری CATIA V5 رعایت شده است تا بدین وسیله محدوده گسترده‌ای از کاربران پوشش داده شود.

GPS و ***GAS*** محیطهای کاری مستقل نیستند و همگی با نام Generative Structural Design در منوی Start نرم‌افزار CATIA V5 قرار می‌گیرند و نوارابزارهای اختصاصی آنها همگی در یک محیط کاری قرار می‌گیرند. ***GPS*** به عنوان یک محیط کاری اصلی برای تحلیل قطعات در نظر گرفته شده است و ***GAS*** و ***EST*** به ترتیب با هدف تحلیل مجموعه‌های مونتاژی و افزایش قابلیت‌های ***GPS*** و ***GAS*** طراحی شده‌اند به صورت انتخابی به سیستم اضافه می‌شوند.

محیطهای کاری تحلیل CATIA V5 کلیه مراحل پیش-پردازش، حل و دیدن نتایج را شامل می‌شود. این سه مرحله در تمام نرم‌افزارهای تحلیل که از روش اجزاء محدود برای تحلیل استفاده می‌کنند برای رسیدن به جواب طی می‌شوند. در CATIA V5 نیز این مراحل به ترتیب زیر انجام می‌شوند:

- در مرحله پیش-پردازش، کلیه عملیات مدل‌سازی، تعریف جنس، تعریف ثوابت و مش‌بندی مدل انجام می‌گیرد.
- در مرحله حل، علاوه بر قیدگذاری و تعریف شرایط مرزی، انواع نیروهای وارده بر قطعه تعریف و عملیات حل انجام می‌شود.
- در انتها در مرحله دیدن نتایج، نتیجه‌های تحلیل به‌صورت نمودار، جدول مقادیر، انیمیشن و کانتورهای رنگی نشان داده می‌شوند و می‌توان از آنها گزارش تهیه کرد.

این مراحل، مراحل استانداری هستند که در تمام نرم‌افزارهای مبتنی بر روش اجزاء محدود برای رسیدن به جواب طی می‌شوند؛ البته ممکن است در جزئیات متفاوت باشند.

اگر ***EST*** نصب شده باشد می‌توان برای مدل اجزاء محدود چندین تحلیل (استاتیک، هارمونیک، کمانش و ...) را همزمان تعریف و محاسبه کرد. در غیر این صورت در ***GPS***، تنها می‌توان در هر مرحله یک تحلیل بر روی مدل انجام داد. افزایش قابلیت‌های ***GPS*** با استفاده از ***EST*** باعث می‌شود تا بتوان انواع تحلیل‌های استاتیکی (Static Analysis) (بررسی رفتار قطعه تحت یک بار استاتیکی)، ارتعاشی (Frequency Analysis) (بررسی رفتار قطعه تحت بارگذاری هارمونیک) و کمانش (Buckling Analysis) (بررسی کمانش در تیرها) را انجام داد.

از امکانات جدید این محیط کاری امکان ایجاد مدل اجزاء محدود برای قطعات کامپوزیت است. خصوصیات این نوع مواد و همچنین جنس آنها از مدل تعریف شده در ***CPD*** استخراج می‌شود.

اعمال بارهای حرارتی (Thermal Loads) و بارهای متغیر یاتاقانی (Variable Bearing Loads) نیز در کنار سایر بارگذاری‌های معمول بر روی مدل امکان‌پذیر است. همچنین می‌توان بارهایی را که مشخصات آنها در Excel یا یک فایل متنی TXT ثبت شده است بر بخشی از قطعه اعمال نمود.

نرم‌افزار برای حل مسائل پیچیده و افزایش کارایی در حل مسائل می‌تواند مسائل را به روش Parallel یا Lanczos حل کند. پایه و اساس تحلیل با روش اجزاء محدود استفاده از ماتریس‌های سختی (Stiffness Matrix) برای حل مسئله می‌باشد. زمانی که مدل پیچیده و بزرگ باشد با افزایش ابعاد ماتریس‌ها، زمان محاسبه نیز افزایش می‌یابد. به همین دلیل با هدف افزایش سرعت محاسبات، ماتریس‌های بزرگ به ماتریس‌های کوچکتر تقسیم و همزمان با هم حل می‌شوند (Parallel). کاهش زمان محاسبات به کاهش هزینه‌های محاسبه می‌انجامد.

تحلیل‌ها را می‌توان بر روی قطعات حجمی مانند مدل‌های صلب، مدل‌های سطح و سیم‌ها انجام داد. تمام بار و قیدگذاری‌ها بر روی نمایه‌های (Features) قطعه اصلی قرار می‌گیرد و سیستم به صورت خودکار بعد از مش‌بندی مدل، بارها و قیدها را بر روی مدل مش‌شده انتقال می‌دهد (متفاوت با سایر نرم‌افزارهای تحلیل که باید ابتدا مدل را مش کرد و سپس بار و قیدگذاری را بر روی مدل قرار داد).

نتایج به‌دست آمده در تحلیل را می‌توان با تبدیل به قالب HTML به یک گزارش کامل شامل اطلاعات اجزاء قطعه (تعداد گره‌ها (Nodes) و المان‌ها (Elements))، نوع تحلیل، نتایج تحلیل به صورت مصور، جداول عددی، نمودار و انیمیشن تبدیل کرد. این گزارش‌ها قابل ویرایش هستند.

۲-۳-۲ CATIA – Generative Part Structural Analysis (GPS)

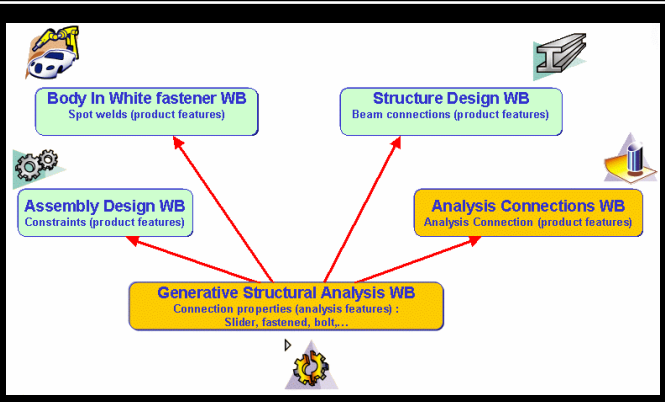
۲-۳-۱ CATIA – Elfini Structural Analysis (EST)

۲-۳-۳ CATIA – Generative Assembly Structural Analysis (GAS)

GAS با افزایش قابلیت‌های ***GPS***، تحلیل را بر روی مجموعه‌های مونتاژی شامل مدل‌های صلب یا مجموعه‌های Hybrid Assembly (مجموعه‌هایی شامل مدل‌های صلب و سطح) انجام می‌دهد. همچنین قابلیت تحلیل قطعات مش‌شده را در کنار سایر قطعات یک مجموعه مونتاژی دارد. این توانایی را Assemblies of Analysis یا Assembly of Finite Element Models گویند که هدف آن کاهش زمان طراحی با بهره‌گیری از قابلیت مهندسی همزمان در PLM می‌باشد یعنی می‌توان قطعات مش‌شده در نرم‌افزارهای دیگر را در CATIA V5 گردآوری کرد و پس از ایجاد یک مجموعه کامل مونتاژی تمام یا بخش‌هایی از آن را تحلیل کرد.

GAS شامل ابزارهای جامعی برای تعریف انواع حالت‌های اتصال قطعات شامل تماس‌های ساده، اتصالات جوشی، چسبی، پیچی و اتصالات تعریف شده توسط کاربر می‌باشد.

معمولاً زمانی که کاربر می‌خواهد بین قطعات ارتباط برقرار کند در ابتدا یک قید مونتاژی در ***ASD*** ایجاد می‌کند سپس در ***GAS*** یک خصوصیت به آن قید می‌افزاید (چسبیده به‌هم، انطباق فشاری،



ارتباط *GAS* با سایر محیط‌های کاری برای تعریف قیدهای اتصال

اتصال پیچی و...) اما در برخی موارد، قیدهای *ASD* برای مدل‌کردن اتصالات بین قطعات کارایی ندارند. علت مناسب نبودن قیدهای مونتاژی *ASD* برای استفاده در محیط تحلیل برای تحلیل مجموعه مونتاژی، در موارد زیر دسته‌بندی می‌شود:

۱. برای تعریف برخی خصوصیات و اتصالات خاص، کاربر باید تعداد زیادی قید در *ASD* بر روی قطعات قرار دهد که این کار باعث ایجاد خطای Over-Constraint می‌شود.

۲. تعریف قیدهای اتصال (Connection Constraints) در *ASD* امکان‌پذیر نیست و تنها می‌توان قیدهای موقعیت (Positioning Constraints) را در آن تعریف کرد. به عنوان مثال ممکن است بخواهیم وجه قطعه‌ای به وجهی از قطعه‌ای دیگر متصل شود اما چون نمی‌توان آنها را به دلیل در اختیار نداشتن قطعه دوم بر روی هم قرار داد باید از یک اتصال مجازی استفاده کرد.

۳. در مونتاژ قطعات سطح نمی‌توان از قیدهای موقعیت استفاده کرد.

۴. در *ASD* نمی‌توان اتصال جوش تعریف کرد.

برای پاسخ به این نیازها، یک محیط کاری جدید با عنوان Analysis Connection ایجاد شده است که به *ASD* در این زمینه کمک می‌کند (قرار گرفته در زیر منوهای Analysis & Simulation منوی Start نرم‌افزار CATIA V5؛ البته در برخی از نسخه‌های نرم‌افزار این محیط کاری وجود ندارد و نوار ابزارهای آن در *GAS* قرار می‌گیرد). در Analysis Connection اتصالات مورد نیاز برای مدل تحلیل ایجاد می‌شود؛ این اتصالات را نمی توان با قیدهای *ASD* ایجاد کرد.

نتیجه اینکه به دو صورت می‌توان مجموعه مونتاژی را برای تحلیل آماده کرد:

۱. اضافه کردن یک خصوصیت در *GAS* بر روی قیدی که در *ASD* بین قطعات قرار داده شده است

تا مفهوم اتصال برای آن قید ایجاد شود. به عنوان مثال قرار دادن قید اتصال لغزنده بـا اسـتفاده از قید مونتاژی Contact Constraints که در ***ASD*** بین دو قطعه قرار داده شده است.

۲. ایجاد اتصالاتی در محیط کاری Analysis Connection که از نوع اتـصالات طراحـی نیـستند و نمی‌توان آنها را در ***ASD*** ایجاد کرد (مثلا اتصال جوش).

۲-۳-۴ CATIA – Generative Dynamic Response Analysis (GDY)

GDY به کاربران اجازه مـی‌دهـد تـا پاسـخ دینـامیکی قطعـه یـا مجموعـه‌ای از قطعـات را در مقابـل بارگذاری‌های تصادفی و نامنظم پیش‌بینی کنند. این قابلیت باعث افزایش توانایی ***GPS*** در تحلیل دینـامیکی می‌شود. نوارابزارهای مربوط به این بخش به ***GAS*** افزوده می‌شوند.

۲-۳-۵ CATIA – FEM Surface (FMS)

اساس روش تحلیل اجزاء محدود بر تقسیم مسئله به قسمت‌های کوچک‌تر و حل قسمت‌هـای کـوچکتر برای رسیدن به جواب یک مسئله پیچیده می‌باشد. به همین دلیل در نرم‌افزارهایی که عملیـات تحلیـل را بـا روش اجزاء محدود انجام می‌دهند با مدل‌های خاصی روبرو می‌شویم کـه آنهـا را Mesh Model مـی‌نامنـد. برای رسیدن به جواب، قطعه پیچیده به قسمت‌های کوچـک‌تـر تقـسیم مـی‌شـود (مـش‌بنـدی)؛ نحـوه ایـن مش‌بندی برای رسیدن به جواب دقیق یکی از حساس‌ترین و مشکل‌ترین مراحل تحلیل است.

FMS و ***FMD*** که هر دو در محیط کاری Advanced Meshing Tool قرار مـی‌گیرنـد بـه کـاربران اجازه می‌دهد تا سطوح، سیم‌ها و قطعات صلب را با کنترل بر خصوصیات مش، مش کنند.

با هدف دستیابی به یک مدل مش‌شده باکیفیت می‌توان بخش‌هایی از مدل اصلی را در مـش‌بنـدی آن حذف کرد اما این تغییرات تنها بر روی مدل مش‌شده اعمال می‌شود و در طراحی اصـلی قطعـه تغییـر ایجـاد نمی‌کند. مثلاً حذف سوراخ‌های کوچک یا برخی گردی لبه‌ها که تاثیری در تحلیـل ندارنـد ولـی حـذف آنهـا کیفیت مش‌بندی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در واقع هدف ***FMS*** رسیدن به یـک مـش باکیفیـت مـی‌باشـد. نتیجه این بررسی به صورت نمودار یا مقدار عددی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد.

بررسی کیفیت مش (Mesh Quality) عملیاتی است که در کمتـر نـرم‌افـزار تحلیـل اجـزاء محـدودی می‌توان آن را یافت.

۲-۳-۶ CATIA – FEM Solid (FMD)

۲-۳-۵ CATIA – FEM Surface (FMS)

۲-۳-۷ CATIA – Tolerance Analysis of Deformable Assembly (TAA)

TAA به طراح کمک می‌کند تا دریابد در طی فرآیند مونتاژ چه تنش‌هایی در اثر ایجاد اتصالات بر روی قطعات به‌وجود می‌آید تا فرآیند مونتاژ را برای رسیدن به یک محصول بدون اشکال اصلاح کند.

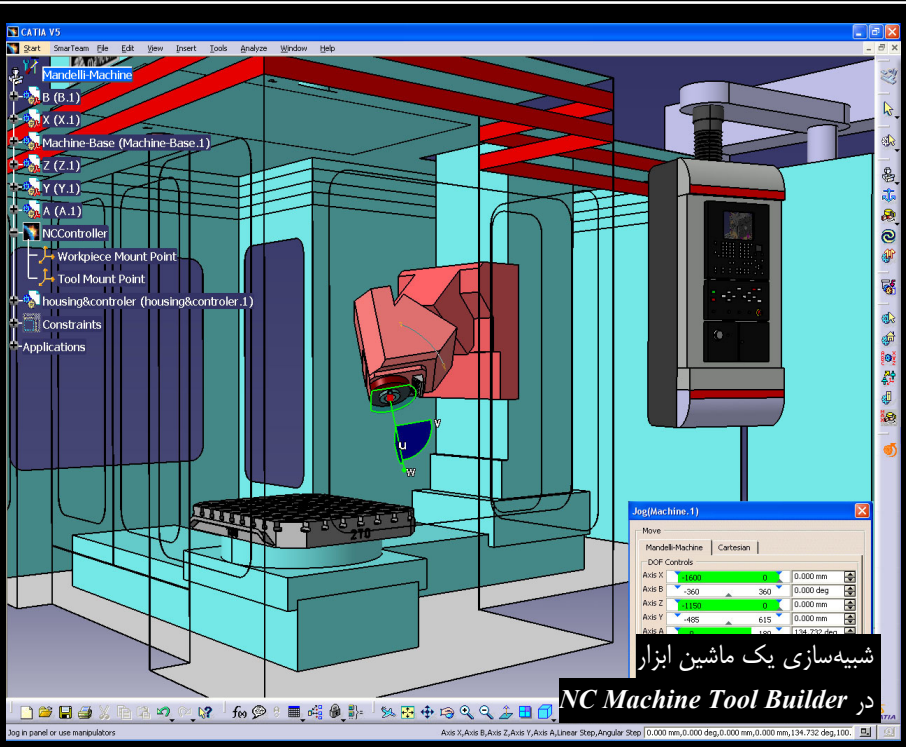
در صنایع تولید اتومبیل، هواپیما و کشتی بارها از اتصالات جوش، پرچ، پیچ، چسب و انواع انطباقات در مونتاژ قطعات استفاده می‌شود. ساخت قطعات معیوب به دلیل انتخاب یک فرآیند مونتاژ نامناسب و کنترل رفتار این نوع قطعات در حین مونتاژ برای پیش‌بینی دگرگونی‌های احتمالی و غیرقابل پیش‌بینی، لزوم وجود چنین محیط کاری را با اهمیت می‌سازد.

در ***TAA*** می‌توان تنش‌های ناشی از جوشکاری قطعات، استفاده از اتصالات پیچی و همچنین تنش‌های ایجاد شده در اثر مونتاژ قطعات با انطباق مورد نظر را پیش‌بینی کرد و ابعاد قطعات و ترتیب عملیات مونتاژ را بهینه نمود تا باعث ایجاد تنش‌های ناخواسته در قطعه نشود. این تنش‌ها باعث کاهش عمر قطعه و محصول می‌شود. اطلاع از ایجاد این‌گونه تنش‌ها قبل از مونتاژ نهایی قطعات باعث کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از خسارت‌های جبران ناپذیر محتمل در عملیات مونتاژ می‌شود. به دلیل اینکه ممکن است در هنگام تحلیل قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات در ***GAS*** و ***GPS*** تنش‌های پسماند ایجاد شده در فرآیند مونتاژ در نظر گرفته نشود از ***TAA*** برای تشخیص این نوع تنش‌ها استفاده می‌گردد.

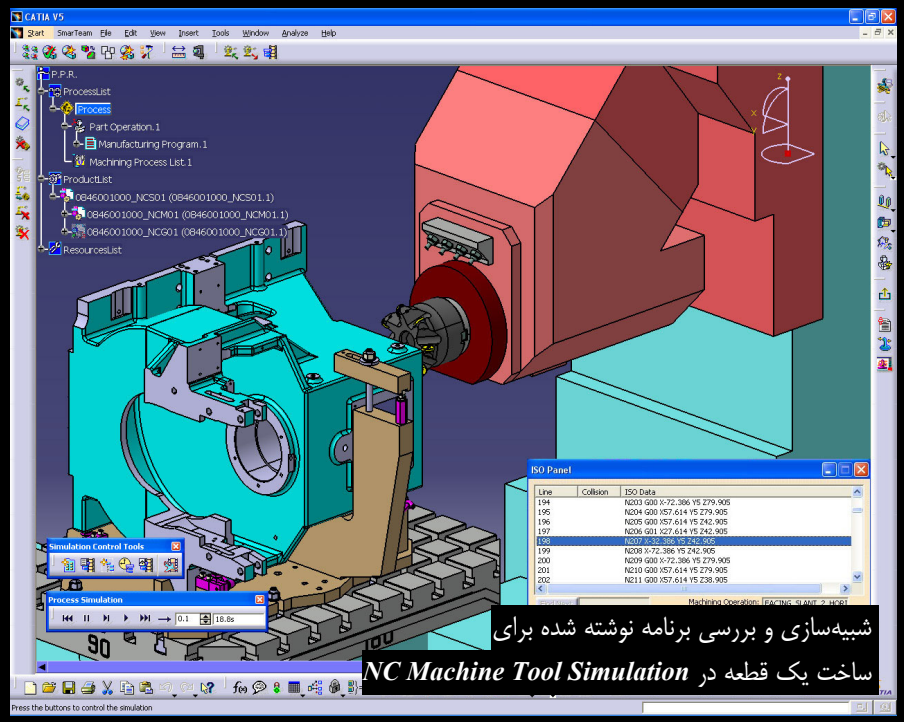
۲-۴ مجموعه Machining

هدف از استفاده از مجموعه Machining تهیه برنامه‌های ماشینکاری قطعات برای ماشین‌های ابزار NC و CNC می‌باشد. شبیه‌سازی عملیات براده‌برداری با هدف تحلیل و بهینه‌سازی فرآیند به منظور ساخت یک قطعه با کیفیت بالا نیز از دیگر اهداف محیط‌های کاری این مجموعه است.

در ابتدا به صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Machining آشنا می‌شوید.

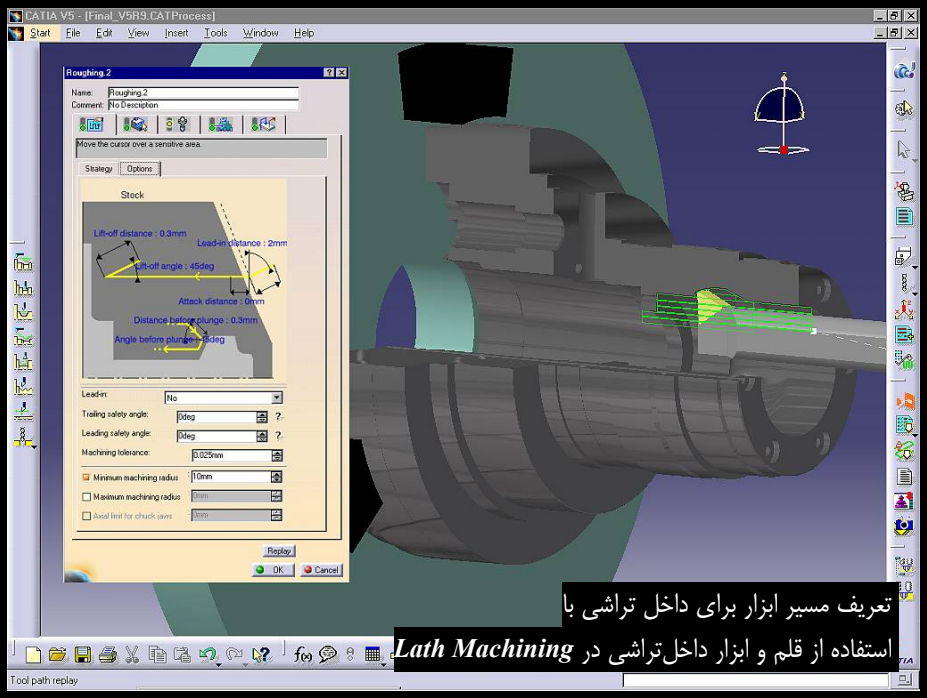


شبیه‌سازی یک ماشین ابزار در ***NC Machine Tool Builder***

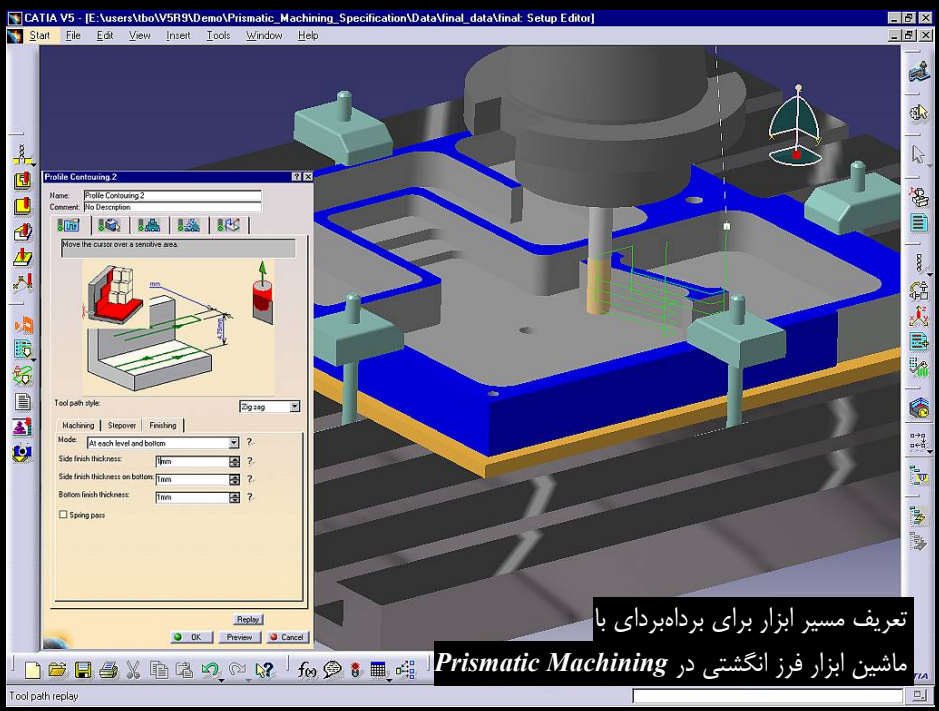


شبیه‌سازی و بررسی برنامه نوشته شده برای ساخت یک قطعه در ***NC Machine Tool Simulation***

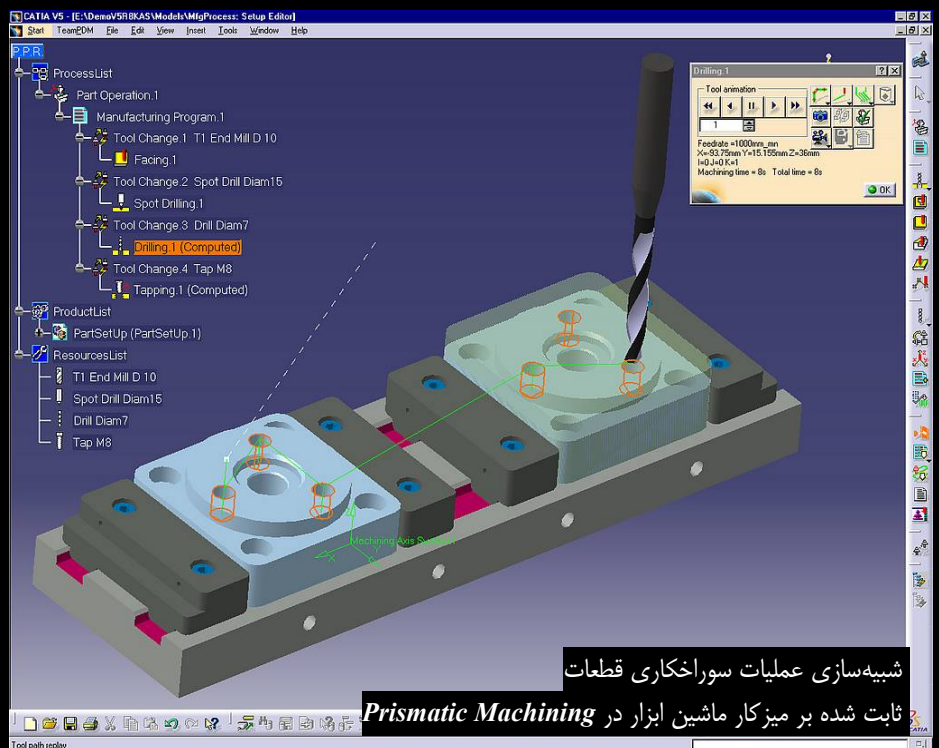
شبیه‌سازی براده‌برداری و
تخمین زمان عملیات در ***Lath Machining***



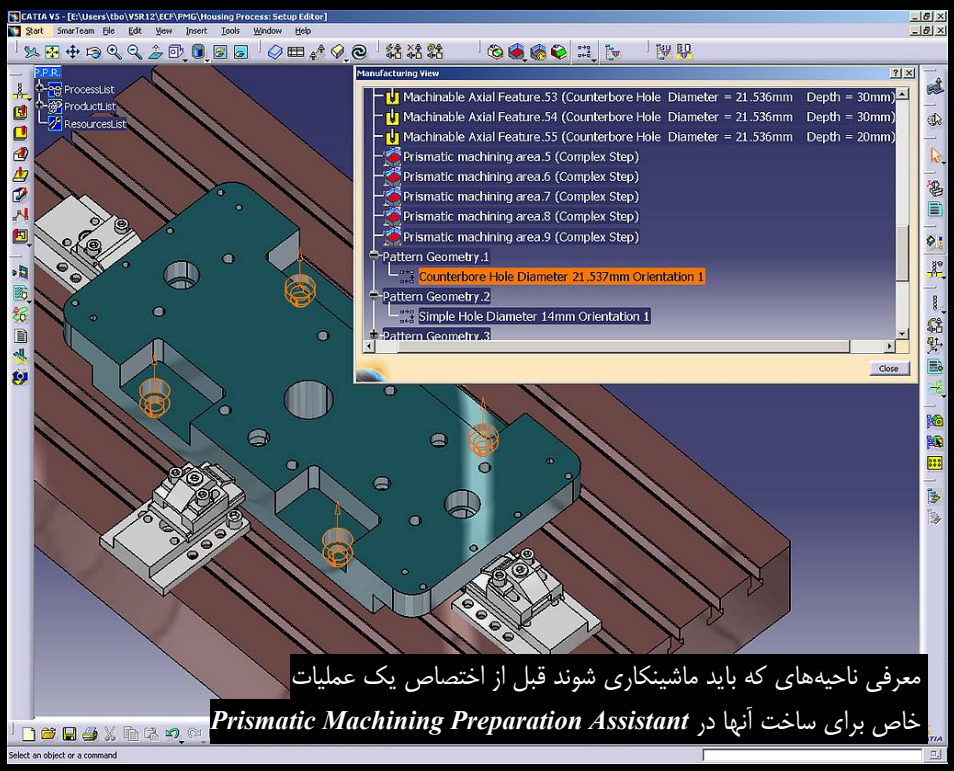
تعریف مسیر ابزار برای داخل تراشی با
استفاده از قلم و ابزار داخل‌تراشی در ***Lath Machining***



تعریف مسیر ابزار برای برداه‌بردای با
ماشین ابزار فرز انگشتی در ***Prismatic Machining***

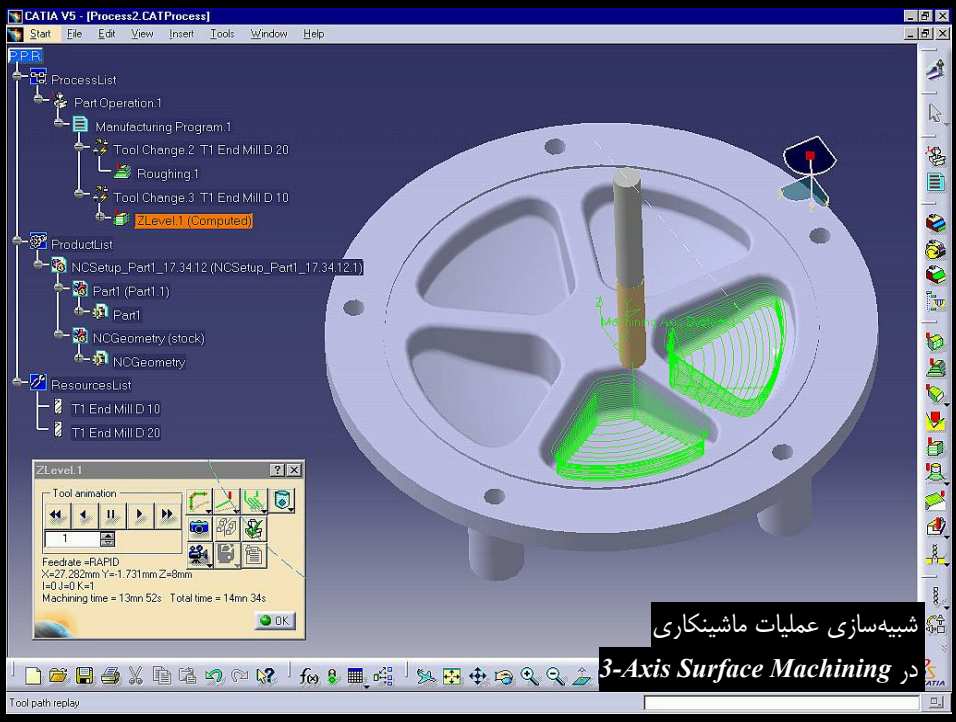


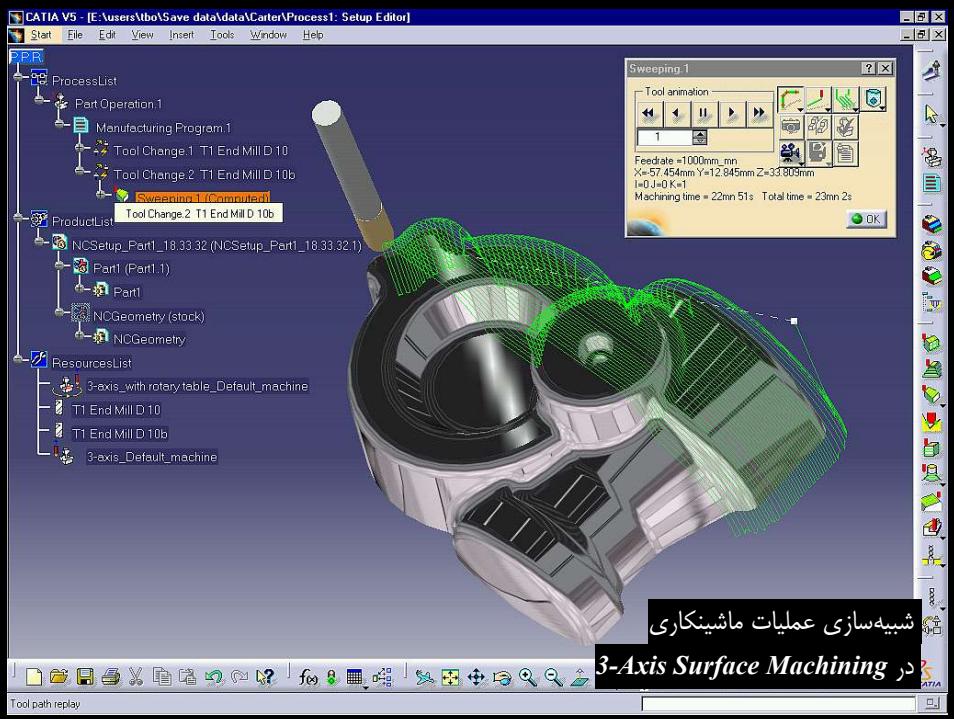
شبیه‌سازی عملیات سوراخکاری قطعات
ثابت شده بر میزکار ماشین ابزار در ***Prismatic Machining***



معرفی ناحیه‌های که باید ماشینکاری شوند قبل از اختصاص یک عملیات خاص برای ساخت آنها در ***Prismatic Machining Preparation Assistant***

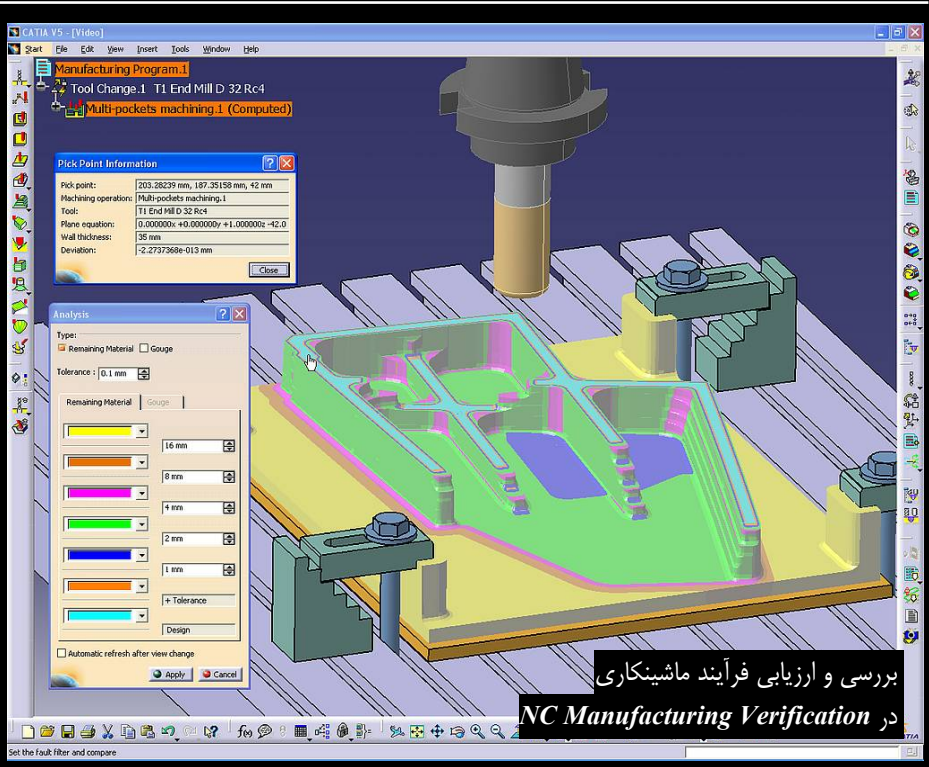
معرفی ناحیه‌های که باید ماشینکاری شوند قبل از اختصاص یک عملیات خاص برای ساخت آنها در ***Prismatic Machining Preparation Assistant***


CATIA V5 - [Process2.CATProcess]
Start File Edit View Insert Tools Window Help
PPR
ProcessList
Part Operation.1
Manufacturing Program.1
Tool Change.2 T1 End Mill D 20
Roughing.1
Tool Change.3 T1 End Mill D 10
ZLevel.1 (Computed)
ProductList
NCSetup_Part1_17.34.12 (NCSetup_Part1_17.34.12.1)
Part1 (Part1.1)
Part1
NCGeometry (stock)
NCGeometry
ResourcesList
T1 End Mill D 10
T1 End Mill D 20
ZLevel.1
Tool animation
Feedrate =RAPID
X=27.282mm Y=-1.731mm Z=8mm
I=0 J=0 K=1
Machining time = 13mn 52s Total time = 14mn 34s
OK
Tool path replay
شبیه‌سازی عملیات ماشینکاری
در 3-Axis Surface Machining

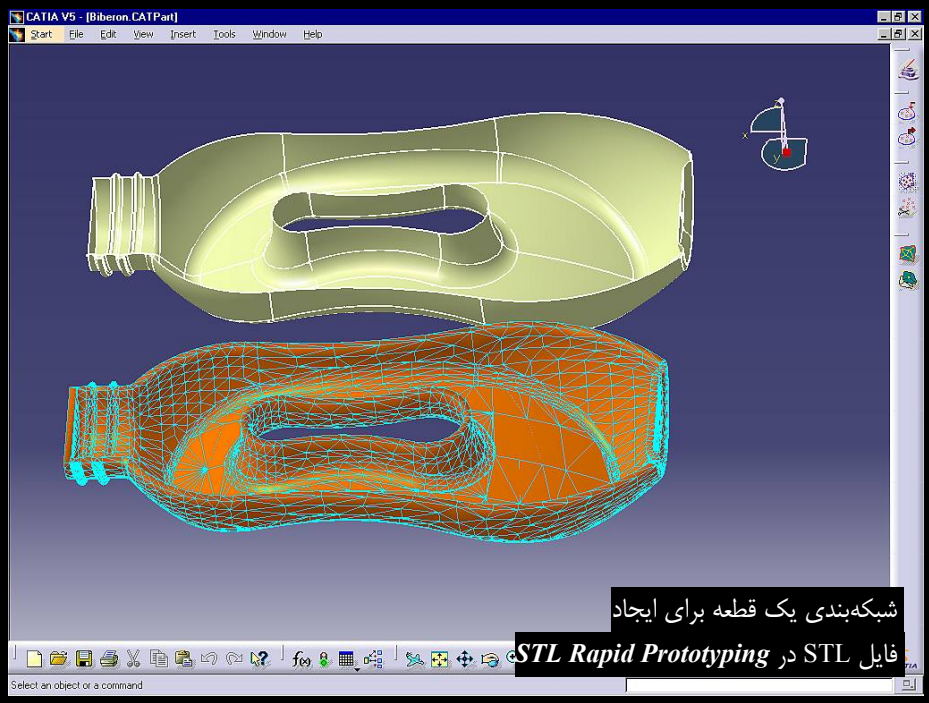

CATIA V5 - [E:\users\tbo\Save data\data\Carter\Process1: Setup Editor]
Start File Edit View Insert Tools Window Help
PPR
ProcessList
Part Operation.1
Manufacturing Program.1
Tool Change.1 T1 End Mill D 10
Tool Change.2 T1 End Mill D 10b
Sweeping.1 (Computed)
Tool Change.2 T1 End Mill D 10b
ProductList
NCSetup_Part1_18.33.32 (NCSetup_Part1_18.33.32.1)
Part1 (Part1.1)
Part1
NCGeometry (stock)
NCGeometry
ResourcesList
3-axis_with rotary table_Default_machine
T1 End Mill D 10
T1 End Mill D 10b
3-axis_Default_machine
Sweeping.1
Tool animation
Feedrate =1000mm_mn
X=57.454mm Y=12.845mm Z=33.803mm
I=0 J=0 K=1
Machining time = 22mn 51s Total time = 23mn 2s
OK
Tool path replay
شبیه‌سازی عملیات ماشینکاری
در 3-Axis Surface Machining

شبیه‌سازی عملیات ماشینکاری یک قطعه
برای ماشین‌ابزار سه‌محوره در ***Advanced Machining***

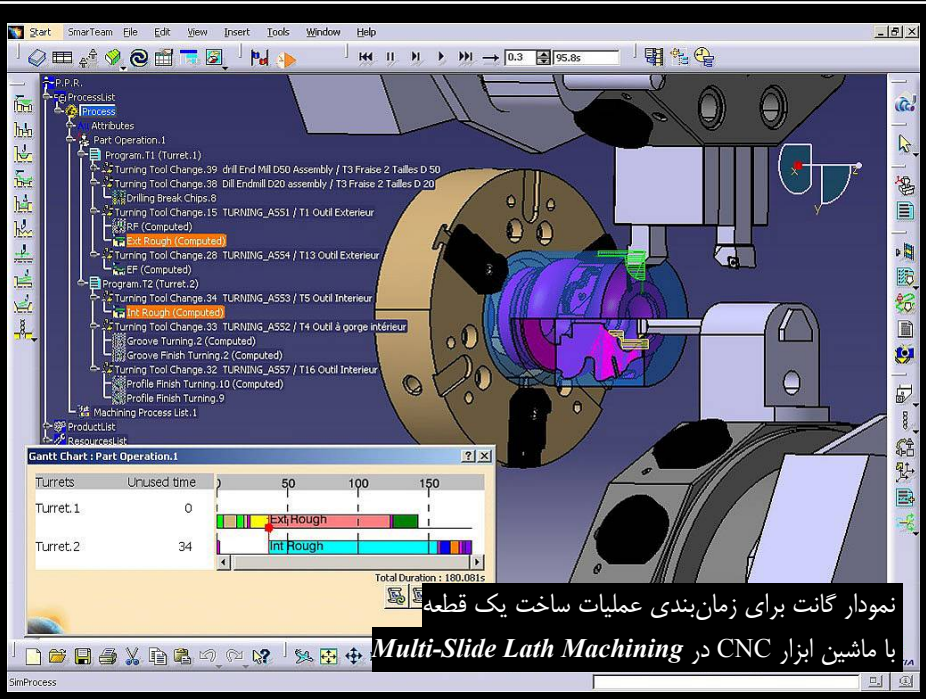
ارزیابی فرآیند ماشینکاری در ***NC Manufacturing Review***:
نشان دادن مقدار ماده باقیمانده تا پایان عملیات ماشینکاری با رنگ‌های متفاوت



بررسی و ارزیابی فرآیند ماشینکاری
در ***NC Manufacturing Verification***

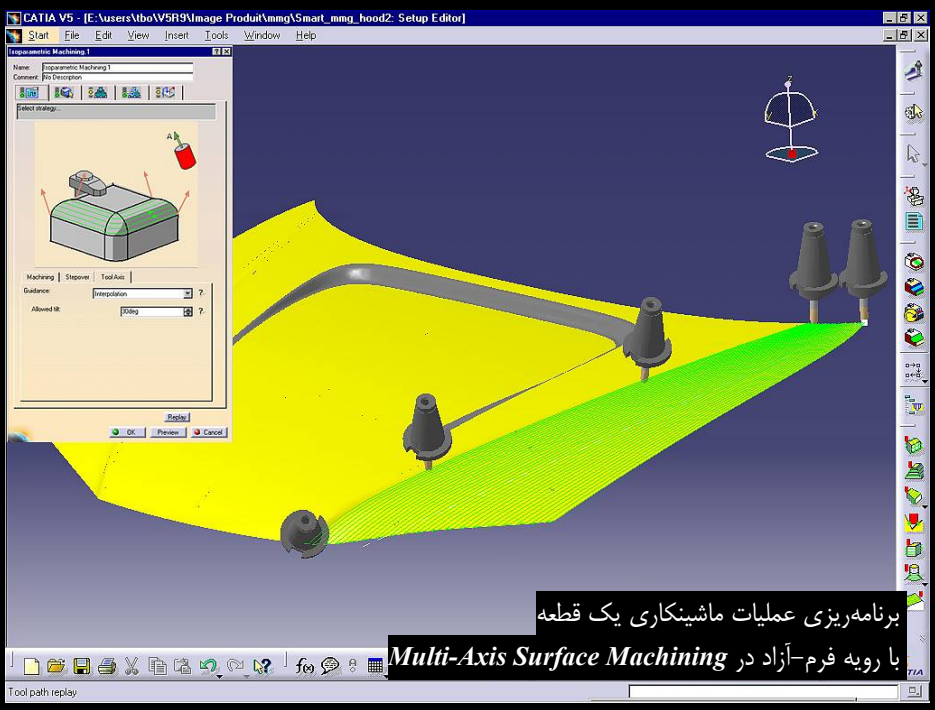


شبکه‌بندی یک قطعه برای ایجاد
فایل STL در ***STL Rapid Prototyping***

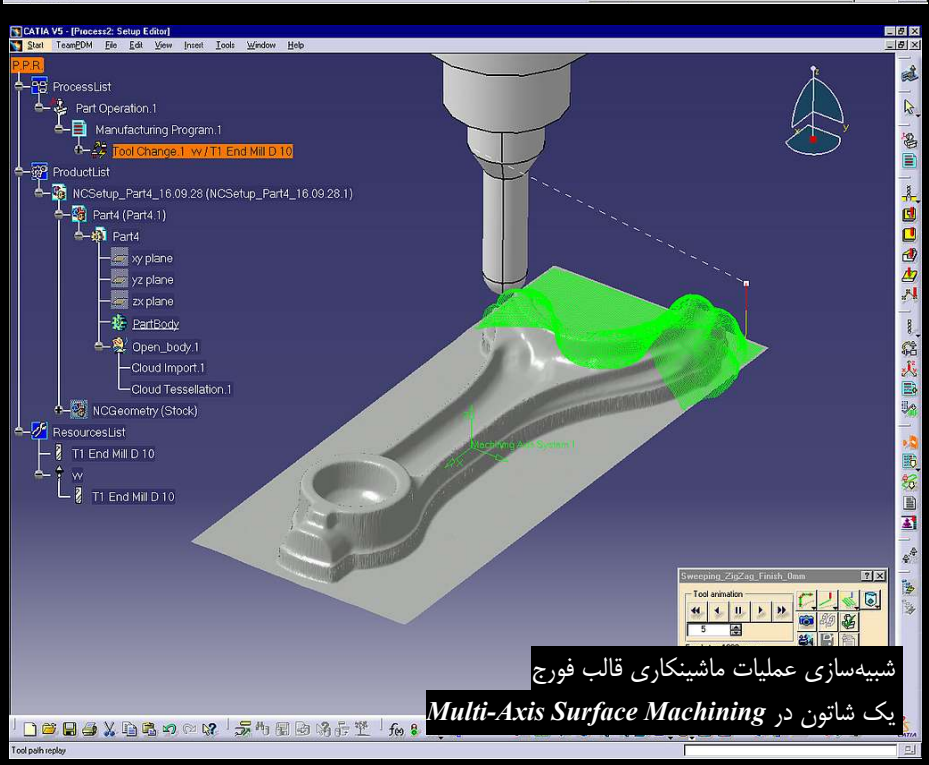


نمودار گانت برای زمان‌بندی عملیات ساخت یک قطعه با ماشین ابزار CNC در ***Multi-Slide Lath Machining***

طراحی برنامه ماشینکاری یک قطعه Multi-Cavity در ***Multi Pocket Machining***



برنامه‌ریزی عملیات ماشینکاری یک قطعه
با رویه فرم–آزاد در ***Multi-Axis Surface Machining***

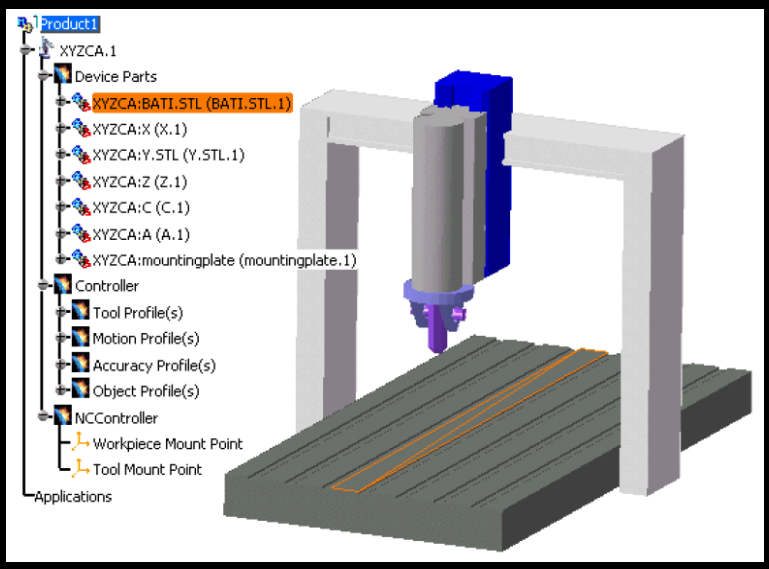


شبیه‌سازی عملیات ماشینکاری قالب فورج
یک شاتون در ***Multi-Axis Surface Machining***

۲-۴-۱ CATIA – NC Machine Tool Builder (MBG)

در ***MBG*** می‌توان یک ماشین ابزار را با تمام خصوصیات آن شبیه‌سازی کرد تا با استفاده از این مدل مجازی برنامه ساخت قطعه مورد نظر تعریف شود. در واقع طراح کارگاه کوچک یا کارخانه بزرگی را با تمامی ماشین ابزارهای آن به صورت مجازی شبیه‌سازی می‌کند. برای شبیه‌سازی از ماشین‌های ابزارهای مدل شده در همین محیط کاری، ***ASD*** یا DELMIA استفاده می‌شود.

همانطور که در ***KIN*** (محیط‌کاری طراحی مکانیسم) به مجموعه مونتاژی عنصر حرکت افزوده می‌شود در ***MBG*** ماشین ابزار مونتاژ شده حرکت داده می‌شود و درجات آزادی ابزار و میز مطابق واقعیت تعریف می‌شود سپس خصوصیاتی مانند نقطه قرارگیری قطعه کار و محل سوار شدن ابزار، محدودیت‌های حرکتی برای هر کدام از اتصالات ماشین ابزار، موقعیت مبداء، نقطه تعویض ابزار، محورهای مختصات و محدوده سرعت و شتاب تعریف می‌شود.

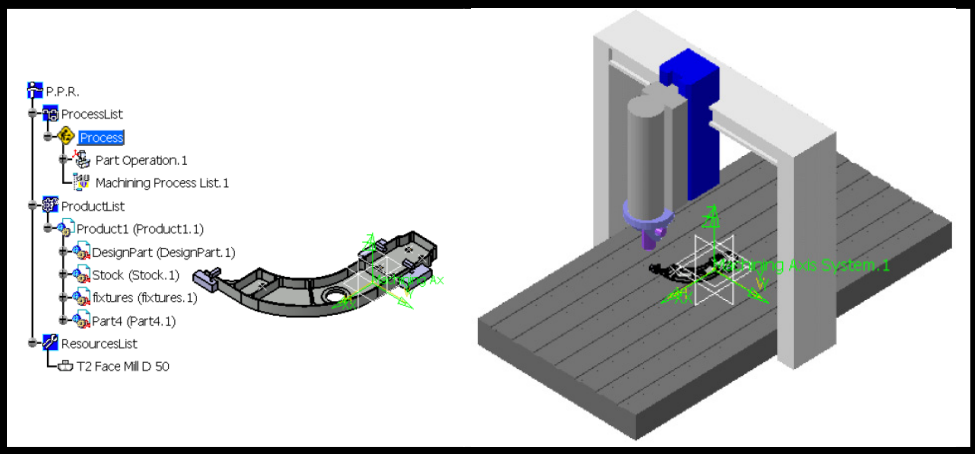


مدل ماشین ابزار وارد شده از DELMIA به ***MBG***

۲-۴-۲ CATIA – NC Machine Tool Simulation (MSG)

در ***MSG*** عملیات براده‌برداری از قطعه در مسیرهای تعریف شده به صورت گرافیکی یا با استفاده از کدهای عددی از قبل تهیه شده (برنامه آماده شده در سایر محیطهای کاری برای ساخت قطعه) شبیه‌سازی می‌شود. در شبیه‌سازی، از ماشین ابزار ایجاد شده در ***MBG*** برای بررسی برنامه ساخت قطعه استفاده می‌شود.

در واقع هدف از استفاده از ***MSG*** بررسی برهمکنش بین قطعه و ماشین ابزار در اثر اجرای برنامه ساخت می‌باشد. بر همین اساس یکی از قابلیت‌های ***MSG*** توان تحلیل برخورد بین عوامل موجود در ساخت یک قطعه می‌باشد تا با استفاده از آن بتوان از بروز خسارت‌های ناشی از این برخوردها جلوگیری کرد. طراح



استفاده از ماشین ابزار شبیه‌سازی شده در ***MBG*** برای بررسی برنامه ساخت قطعه در ***MSG***

می‌تواند برخورد بین کلگی، میز، ابزار و ضمائم آن، قطعه نهایی، قطعه خام و فیکسچرها را در شبیه‌سازی عملیات ساخت قطعه بررسی و برنامه و مسیرهای ابزار را برای رسیدن به وضعیت مطلوب در همین محیط کاری ویرایش کند.

۲-۴-۳ CATIA – Lath Machining (LMG)

ماشین تراش ماشین ابزاری است که با چرخش یک قطعه خام در برابر لبه برشی یک ابزار و براده برداری به آن شکل می‌دهد. ***LMG*** همانند یک ماشین تراش مجازی عمل می‌کند و با پشتیبانی عملیات مربوط به ماشین‌های تراش افقی و عمودی برنامه عملیات ماشینکاری توسط ماشین‌های ابزار برای قطعه تدوین می‌شود و پس از شبیه‌سازی کدهای مربوط به ماشین‌های تراش CNC به صورت خودکار استخراج می‌شود.

برخی از پارامترهایی که برای ایجاد یک برنامه ساخت (Manufacturing Program) در ***LMG*** می‌توان تعریف کرد عبارتند از نوع ماشین (ماشین تراش افقی یا عمودی)، نقطه مرجع، انتخاب صفحه حد مرز قلم دستگاه، محدوده قطعه کار نهایی و قطعه خام، مکان تعویض ابزار، مختصات مرکز میز کار، روش براده‌برداری از قطعه خام (براده‌برداری از روی قطعه در مسیر طولی، براده برداری از سطوح تخت (کف‌تراشی)، براده‌برداری از روی قطعه در مسیر کانتورهای موازی با کانتور نهایی، داخل‌تراشی، روتراشی، شروع عملیات براده‌برداری از لبه جلوی قطعه یا از لبه انتهایی آن)، مشخصات قلم ابزارگیر، زاویه نصب قلم ابزارگیر، مختصات مرجع قطعه کار (نقطه آغاز حرکت ابزار در زمان شروع)، نوع قلم ابزارگیر (قلم روتراشی یا داخل‌تراشی)، نوع و شکل ابزار برشی و تعریف ابعاد آن (ابزارهای برشی ۵ ضلعی، ۳ ضلعی، ۴ ضلعی، الماسه، گرد، شیار زن)، مشخصات دستگاه (سرعت دستگاه در حین براده‌برداری، سرعت پیشروی، زمان تاخیر، کیفیت سطح (سطح زبر یا سطح تمام شده)، سرعت نزدیک شدن به قطعه کار، سرعت اسپیندل)، نحوه حرکت قلم به طرف قطعه و برگشت بعد از اتمام عملیات.

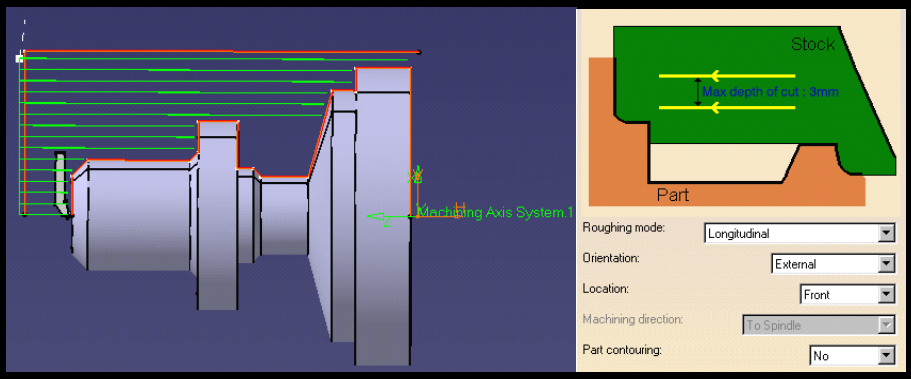
عملیات زیر را می‌توان برای یک قطعه کار تعریف کرد:

الف- خشن‌تراشی (تراش اولیه قطعه تا نزدیک اندازه نهایی با حداکثر سرعت و بار برداری) شامل براده‌برداری طولی، کف‌تراشی، براده‌برداری موازی کانتور نهایی

ب- تراشیدن شیار روی قطعه

پ- ایجاد تورفتگی (تک‌راه/ زیگزاگ/کانتور موازی)

با در اختیار داشتن پنج نوع قلم و نگهدارنده شامل قلم نگهدارنده ابزار شیارزن خارجی یا داخلی، قلم نگهدارنده ابزار شیارزن بر روی پیشانی قطعه، قلم روتراشی و قلم داخل‌تراشی عملیات براده‌برداری تعریف می‌شود.

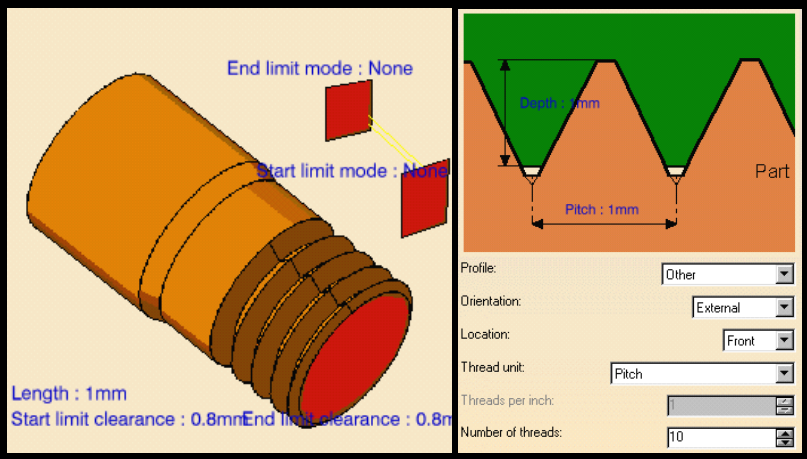


تعریف مسیر ابزار در عملیات خشن تراشی؛ خطوط سبز در شکل مسیر حرکت ابزار را نشان می‌دهد

ت- عملیات ماشینکاری نهایی یک شیار

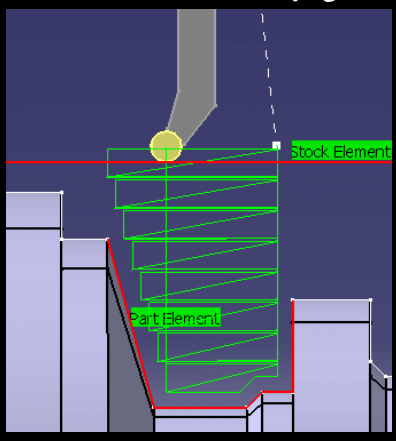
ث- عملیات ماشینکاری نهایی در امتداد یک پروفیل

ج- عملیات ایجاد رزوه بر قطعه



پنجره تعریف پارامترهای ماشینکاری نهایی ایجاد رزوه بر روی قطعه کار

برای عملیات ایجاد رزوه علاوه بر پارامترهای ذکر شده پارامترهایی همچون تعیین استاندارد دنده (ISO, Trapezoid, UNC, GAS, …)، نوع دنده (داخلی یا خارجی)، تعداد دندانه‌ها، گام رزوه، تعداد پاس‌های براده‌برداری برای کامل شدن دنده‌ها، فاصله و زاویه حرکت قلم در زمان براده‌برداری، مشخصات قلم (دنده‌زن داخلی یا خارجی) و کیفیت سطح نهایی را می‌توان مشخص کرد.



تعریف مسیر زیگزاگ برای ایجاد تورفتگی برای قطعات سخت جنس

چ- خشن‌تراشی با روش شیب‌دار، این روش برای براده‌برداری از قطعات دارای جنس سخت توسط ابزار برشی گرد مناسب است تا اثرات ساییدگی بر روی ابزار برشی و تنش‌های برشی کاهش یابد.

ح- عملیات ایجاد تورفتگی به روش شیب‌دار، این روش برای براده‌برداری از قطعات دارای جنس سخت توسط ابزار برشی‌گرد مناسب است تا اثرات ساییدگی بر روی ابزار برشی و تنش‌های برشی کاهش یابد.

علاوه بر عملیات ذکر شده که تنها مختص ماشین‌های تراش است برخی از عملیات عمومی سوراخکاری، برقوزنی، پخ‌زنی، بورینگ و تغییر شکل سوراخ‌های استوانه‌ای قابل تعریف است.

با توجه تعدد پارامترهایی تعریف شده توسط کاربر ممکن است تعریف برخی آنها از نظر دور بماند. برای حل این مشکل علائمی مانند چراغ‌های کنترل ترافیک در پنجره فرمان‌های محیط‌های کاری مجموعه Machining قرارگرفته است. سبز بودن این علائم، نشانه تکمیل تعریف پارامترهای لازم است و سایر رنگ‌ها نشانه نقص عملیات می‌باشد.

علائم راهنمایی کننده کاربر در تعریف یک برنامه ماشینکاری

پس از تعریف مسیرهای ماشینکاری و تعیین پارامترهای مربوط به آن، عملیات براده‌برداری در محیط مجازی نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌شود تا کیفیت سطح ماشین‌شده مشاهده و اشکالات احتمالی رفع شود. همچنین در حین شبیه‌سازی عملیات براده‌برداری زمان مورد نیاز برای ماشینکاری تخمین زده می‌شود.

مسلماً در طی تهیه برنامه فرآیند ماشینکاری از ابزارهای برشی مختلفی استفاده می‌شود که به صورت از پیش تعریف شده در یک بانک اطلاعاتی قرار گرفته‌اند یا در حین تهیه برنامه به‌صورت دلخواه تعریف می‌شوند. به هر حال تمام ابزار برشی مورد استفاده در شاخه Resource List درخت طراحی ثبت می‌شوند که با تهیه لیستی از آنها می‌توان ابزار برشی مورد نیاز را سفارش داد.

ایجاد ارتباط موثر بین ***LMG*** و ***PDG*** به طراح اجازه می‌دهد که عملیات ماشینکاری را به طور کامل با فرآیند طراحی سه‌بعدی قطعه مرتبط کند و تمام تغییرات قطعه در حین مراحل طراحی قطعه و ایجاد برنامه ساخت تحت تاثیر قرار می‌گیرد و سطح اتوماسیون افزایش می‌یابد.

۴-۴-۲ CATIA – Prismatic Machining (PMG)

در ***PMG*** برنامه ماشینکاری با ماشین‌ابزارهای فرز تهیه و کدهای آن برای استفاده در ماشین‌های فرز NC استخراج می‌شود.

در ***PMG*** می‌توان به راحتی عملیات سوراخکاری و فرزکاری با ماشین ابزارهای سه تا پنج‌محوره و همچنین ماشین‌های سه‌محوره با میز چرخان را برنامه‌ریزی کرد. این محیط برنامه‌ریزی عملیات برش با سرعت‌های بالا (High Speed Cutting) را نیز پشتیبانی می‌کند.

نکته مهم در شبیه سازی، بررسی مسیر ابزار می‌باشد و مقصود کنترل ابزار در حین حرکت از نقطه‌ای به نقطه دیگر برای بررسی احتمال برخورد با قطعه می‌باشد. برخوردهای ناگهانی در سرعت‌های بالا باعث آسیب دیدن قطعه، دستگاه و ابزار می‌شود.

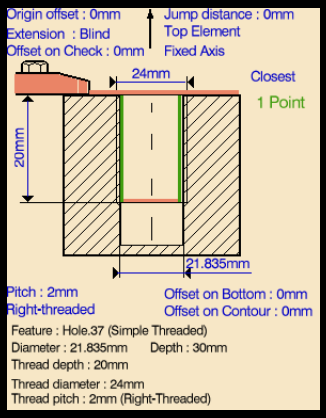
تعیین نوع و مشخصات ماشین‌ابزار (ماشین سه‌محوره، ماشین سه‌محوره با میز چرخان، ماشین پنج‌محوره، ماشین تراش افقی، ماشین تراش عمودی) و انواع تنظیمات برای ماشین و ابزار (تعیین نقاط مرجع، قطعه کار، بلوک خام، فیکسچر، تعیین صفحه حد مرز قلم دستگاه، نقطه تعویض ابزار، مختصات مرکز میز ماشین، مشخصات ابعادی ابزار، سرعت براده‌برداری دستگاه، سرعت پیشروی ابزار، سرعت نزدیک شدن و دور شدن ابزار به قطعه کار، سرعت دورانی اسپیندل (سرعت خطی یا دورانی)، نحوه تماس قلم با قطعه کار، موقعیت مکانی قلم ابزار قبل و بعد از انجام عملیات، تعریف نقطه شروع و پایان حرکت بر روی قطعه کار، میزان براده‌برداری در هر بار حرکت قلم (در هر پاس)، مسیر براده برداری و نحوه براده‌برداری، میزان تلرانس لقی قلم در حین حرکت، میزان تلرانس مربوط به ضخامت فیکسچر، فاصله بین قلم در دوبار براده‌برداری متوالی، تعداد دفعات براده‌برداری، زاویه دیواره‌هایی که تراشیده می‌شوند، نحوه عملیات ماشینکاری نهایی (Finishing)، راستای ابزار، مسیر حرکت ابزار قبل و بعد از براده‌برداری، مسیر نزدیک شدن به (Approach) و مسیر دور شدن از قطعه کار (Retract)) از ویژگی‌های ***PMG*** است.

اگر کاربر در درک مفهوم پارامترهای بالا دچار مشکل شود با کلیک بر دکمه‌ای که در کنار پارامتر قرار گرفته است متوجه می‌شود که پارامتر مذکور چه قسمتی از عملیات را تعریف می‌کند.

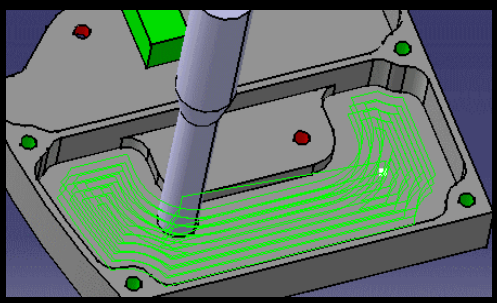
در ***PMG*** عملیات زیر برنامه‌ریزی و شبیه‌سازی می‌شود:

۱. Pocketing براده‌برداری با هدف ایجاد حفره در قطعه به‌وسیله فرز

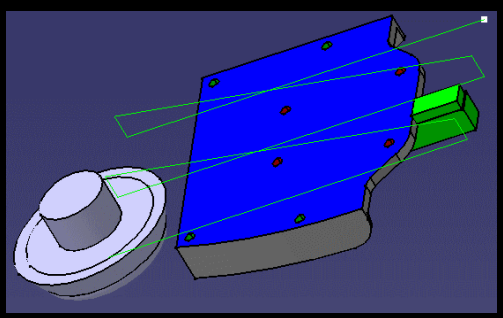
۲. Facing براده‌برداری از سطح قطعه یا کف‌تراشی قطعه به وسیله فرز
۳. Profile Contouring براده‌برداری از سطوح منحنی شکل به‌وسیله فرز
۴. Curve Following براده‌برداری در امتداد یک منحنی به‌وسیله فرز
۵. Point-Point تعریف مسیر براده‌برداری توسط تعدادی نقطه و سطح به‌وسیله فرز



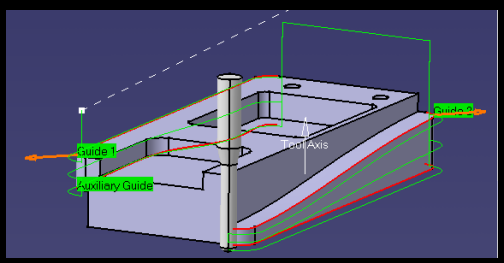
پارامترهای نشان داده شده به صورت گرافیکی در پنجره یکی از فرمان‌ها



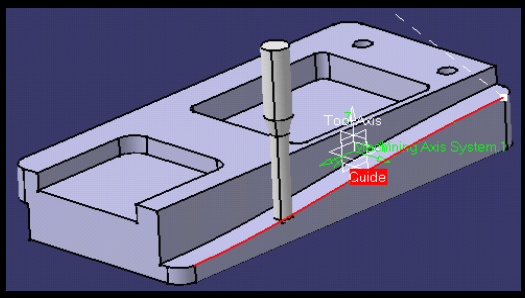
تعریف مسیر برای ایجاد حفره بر روی قطعه در ***PMG***



تعریف مسیر برای کف تراشی قطعه در ***PMG***



تعریف مسیر برای براده برداری در مسیر منحنی بر روی وجوه غیر مسطح قطعه



تعریف مسیر براده برداری در امتداد یک لبه غیر مستقیم

در اختیار داشتن ابزارهایی جهت انجام عملیات سوراخکاری، برقوزنی، پخزنی، بورینگ و تغییر شکل سوراخ‌های استوانه‌ای که از آنها می‌توان به مواردی مانند سوراخکاری با مته، ایجاد نشان روی قطعه کار قبل از سوراخکاری، ایجاد سوراخ با تاخیر دو مرحله‌ای، سوراخکاری با عمق زیاد، سوراخکاری براده شکن، قلایزکاری، ایجاد دنده معکوس، ایجاد دنده غیر استاندارد در داخل سوراخ، بورینگ، بورینگ و پخزدن، بورینگ در حالت اسپیندل ثابت، برقوزدن، ایجاد خزینه در لبه سوراخ، ایجاد خزینه مخروطی در لبه سوراخ، ایجاد پخ در دو لبه سوراخ، ایجاد خزینه در داخل سوراخ، ایجاد شکل T در داخل سوراخ، افزایش قطر سوراخ با استفاده از تیغه فرز، ایجاد رزوه در سوراخ با استفاده از فرز از دیگر ابزارهای ***PMG*** می‌باشد. هر یک از فرمان‌ها را با شکل دکمه‌های نوار ابزار زیر مطابقت دهید.

یکی از نوار ابزارهای ***PMG*** برای تعریف عملیات مختلف ماشینکاری

پس از ایجاد برنامه، هر مرحله از آن در فضای مجازی ***PMG*** شبیه‌سازی و با بررسی کیفیت ماشینکاری، ایرادات احتمالی برطرف می‌شود. این عملیات بارها بدون مصرف کمترین ماده برای ساخت قطعات متعدد قابل اجرا است.

مراحل ساخت قطعه و تهیه برنامه ماشینکاری را می‌توان به‌هم وابسته کرد، طوری که مثلاً عمق عملیات سوراخکاری بر روی قطعه با استفاده از عمقی که در ***PDG*** برای طراحی سوراخ مشخص شده است تعیین و تغییرات آنها به‌هم وابسته شود.

CATIA – Prismatic Machining Preparation Assistant (MPA) ۵-۴-۲

MPA به عنوان یک محیط کاری مستقل CATIA V5 نیست بلکه قابلیتی است که به محیطهای کاری دیگر افزوده می‌شود. نوارابزارهای ***MPA*** به نوار ابزارهای ***PMG*** و ***AMG*** افزوده می‌شود.

با ابزاری که به واسطه نصب ***MPA*** در ***PMG*** در اختیار کاربر قرار می‌گیرد، می‌توان به‌صورت خودکار با استفاده از نمایه‌های قطعه (Part Features) نمایه‌های ماشینکاری را استخراج کرد. مثلاً نرم‌افزار بعد از اجرای فرمان مربوط به عملیات سوراخکاری قسمت‌هایی را که باید سوراخ شود، نوع سوراخ و مشخصات آن را به‌صورت خودکار تشخیص می‌دهد و ابزار مناسب را برای آن انتخاب می‌کند. کاربر تنها باید با ویرایش

اطلاعات ثبت شده در درخت طراحی جزئیات را تغییر دهد و پارامترهای مربوط به عملیات ماشینکاری تشخیص داده شده توسط سیستم را تعریف کند. اگر کاربر این ابزار را در اختیار نداشته باشد باید تک‌تک مراحل ماشینکاری و نوع عملیات مربوطه را تشخیص دهد و با استفاده از فرمان‌های ***PMG*** آنها را ایجاد کند. این قابلیت به برنامه‌نویسان عملیات ماشینکاری اجازه می‌دهد تا رابطه‌ای بین ***PDG*** و مجموعه محیط‌های کاری Machining ایجاد کنند.

۶-۴-۲ CATIA – 3-Axis Surface Machining (SMG)

در ***SMG*** عملیات فرزکاری و سوراخکاری ماشین‌های ابزار سه‌محوره تعریف می‌شود. فناوری فرزکاری با سرعت‌های بالا توسط ***SMG*** پشتیبانی می‌شود. سایر امکانات این محیط کاری مشابه سایر محیط‌های کاری مجموعه Machining است.

ماشینکاری سطوح یک عملیات چند سویه است و با نیازهای کاری کاربران هماهنگ می‌باشد. مسیر تعریف شده برای عملیات ماشینکاری می‌تواند از فرم یک ناحیه از قطعه تبعیت کند (Area Oriented) یا مستقلاً تعریف شود (Operation Oriented).

در روش Area Oriented قبل از تعریف عملیات ماشینکاری، تمام ناحیه‌هایی که باید ماشینکاری شود به سیستم معرفی می‌شود. کاربرد این روش زمانی مفید است که طراح می‌داند برای ماشینکاری یک قطعه پیچیده باید چه عملیاتی برای هر کدام از ناحیه‌ها استفاده شود. این امکان زمانی بیشترین کاربرد را دارد که به عنوان مثال باید یک خانواده (Family) از قطعات مشابه ماشینکاری شود و از ماشین ابزار برای تولید انبوه (Mass Production) استفاده می‌شود. پس از تعریف ناحیه‌های مورد نظر بر روی یک قطعه یک عملیات برای هر ناحیه اختصاص داده می‌شود. در انتها برنامه‌ای که برای یک قطعه تعریف شده است برای تک‌تک اعضای یک خانواده به مرحله اجرا در می‌آید.

در روش Operated Oriented کاربر به صورت تدریجی برنامه عملیات ماشینکاری را به صورت عملیات متوالی تعریف می‌کند. این مورد برای تولید یک قطعه منفرد یا تولید محدود مناسب است زیرا به او امکان می‌دهد تا به‌صورت قدم به قدم مراحل ماشینکاری را تعریف کند. در این روش پس از انتخاب عملیات، ناحیه یا ناحیه‌هایی را که باید ماشینکاری شوند با انتخاب کل قطعه، یک وجه از قطعه یا گروهی از وجوه قطعه انتخاب می‌شوند. سپس پارامترهای مورد نظر در پنجره فرمان تعریف و در نهایت عملیات اجرا می‌شود. در صورت صحت نتیجه، عملیات برای ناحیه‌های باقیمانده انجام شود.

عملیات ماشینکاری که در ***SMG*** پس از عملیات خشن‌تراشی انجام می‌شود شامل موارد زیر است:

۱. Sweeping Machining یک عملیات ماشینکاری Finishing یا Semi-Finishing که پس از عملیات خشن‌کاری استفاده می‌شود و تمام قطعه را ماشینکاری می‌کند. مسیر ابزار در این عملیات در صفحات موازی تعریف می‌شود.
۲. Zlevel Machining یک عملیات ماشینکاری Finishing یا Semi-Finishing که مسیر ماشینکاری در صفحات موازی افقی عمود بر ابزار قطعه را ماشینکاری می‌کند.

۳. Contour-driven Machining این عملیات به سه دسته تقسیم می‌شود:

الف- Parallel Contours ابزار یک ناحیه را به تبعیت از مسیری که به‌صورت افست از یک کانتور راهنما ایجاد شده است جاروب می‌کند.

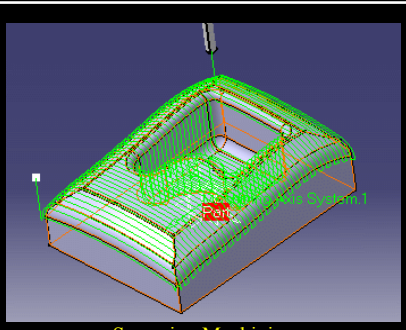
ب- Between Counters ابزار بین دو کانتور راهنما را که در طول مسیری که به وسیله میان‌یابی بین دو کانتور ایجاد شده است و انتهای هر پاس برداه‌برداری به دو کانتور ختم می‌شود، جاروب می‌کند.

پ- Spine Contours ابزار با عبور از کانتورهایی در صفحات عمود بر سطح قطعه، آن را جاروب می‌کند.

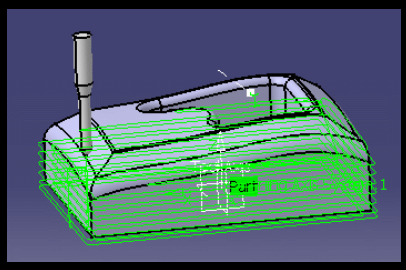
۴. Isoparametric Machininig عملیاتی است که به کاربر اجازه می‌دهد تا باریکه‌ای از سطح یک قطعه را برای ماشینکاری انتخاب کند.

۵. Spiral Milling با استفاده از این عملیات یک سطح با کیفیت خوب بدون نیاز به استفاده از ابزار خاص ایجاد می‌شود.

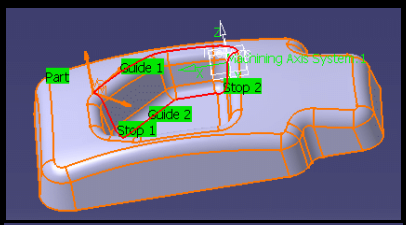
۶. Pencil Operation کاربرد این عملیات در جایی است که حرکت ابزار باید در محل اتصال دو سطح مجاور مماس باشد. کاربرد این عملیات بیشتر حذف قسمت‌های زائد باقیمانده از عملیات قبلی در محل برخورد دو سطح مجاور می‌باشد.

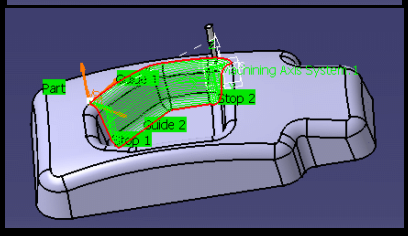


Sweeping Machining



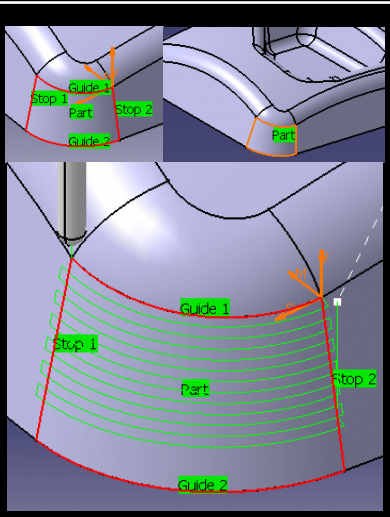
Zlevel Machining



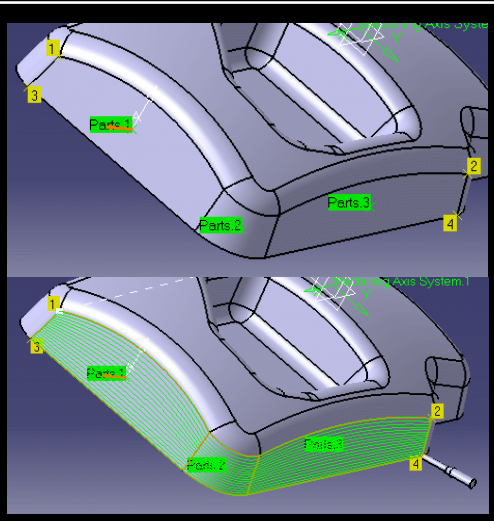


Contour-driven Machining (Parallel Contours)
مراحل انتخاب ناحیه وه اختصاص مسیر ابزار

۷. Roughing Rework Operation عملیاتی که هدف آن تنها توجه به مناطق خاصی است که احتمال باقیماندن قسمت‌های زائد از عملیات ماشینکاری قبلی وجود دارد. این ناحیه‌ها معمولاً محل اتصال دو ناحیه‌ای است که عملیات تعریف شده برای هرکدام متفاوت می‌باشد و در یک یا دو عملیات مرز اتصال این دو ناحیه پوشش داده نشده است.



Contour-driven Machining
(Between Contours)



Contour-driven Machining (Isoparametric Machinig)
مراحل انتخاب باریکه و تعریف مسیر ابزار

CATIA – Advanced Machining (AMG) ۷-۴-۲

CATIA – 3-Axis Surface Machining (SMG) ۶-۴-۲

CATIA – Prismatic Machining (PMG) ۴-۴-۲

CATIA – NC Manufacturing Review (NCG) ۸-۴-۲

NCG پایه‌ای برای تمام محیط‌های کاری مجموعه Machining می‌باشد و مجموعه‌ای از سرویس‌ها را برای بررسی صحت مسیر ابزار، شبیه‌سازی عملیات براده‌برداری، بررسی ماده باقیمانده را، ویرایش مسیر ابزار و انتقال برنامه ماشینکاری به ماشین ابزار را ارائه می‌دهد.

CATIA – NC Manufacturing Verification (NVG) ۹-۴-۲

در ***NVG*** صحت فرآیند ماشینکاری تائید و دقت قطعه ماشینکاری شده بررسی می‌شود. هرگونه برخورد ابزار یا ابزارگیر با قطعه خام و فیکسچرهای قطعه را پیدا می‌کند. همچنین دقت قطعه ماشینکاری شده به وسیله یافتن هرگونه خراش و شیار نابجا بررسی می‌شود. نتیجه به صورت گرافیکی با کانتورهای رنگی (هر رنگ معرف مقدار ماده باقیمانده در قسمتی از قطعه است) بر روی آن نمایش داده می‌شود.

CATIA – STL Rapid Prototyping (STL) ۱۰-۴-۲

یکی از روش‌های نمونه‌سازی سریع (Rapid Prototyping) استریولیتوگرافی (Stereo lithography) نام دارد. با استفاده از این روش می‌توان یک قطعه سه‌بعدی را برای بررسی عیوب طراحی اولیه تهیه کرد.

در ***STL*** فایل‌هایی با قالب STL ایجاد و مدیریت می‌شود. همچنین می‌توان فایل STL موجود را وارد ***STL*** کرد و پس از مش‌بندی، کیفیت آن را بررسی کرد.

۲-۴-۱۱ CATIA – Multi-Slide Lath Machining (MLG)

MLG عملیات ماشینکاری توسط ماشین‌های ابزار تراش Center چند محوره را پشتیبانی می‌کند.

Center Machine یکی از اجزاء اصلی یک خط تولید خودکار است که به صورت عددی کنترل می‌شود. امروزه ماشین‌های ابزاری که چند عملیات را با هم انجام می‌دهند به یکی از بخش‌های استاندارد صنایع تولیدی تبدیل شده‌اند.

۲-۴-۱۲ CATIA – Multi Pocket Machining (MPG)

MPG دارای فرمان‌هایی برای تعریف عملیات ماشینکاری قطعات Multi Cavity است. قابلیت‌های ***MPG*** با ***PMG***، ***SMG*** و ***AMG*** ترکیب و باعث افزایش قدرت‌شان می‌شود.

۲-۴-۱۳ CATIA – Multi-Axis Surface Machining (MMG)

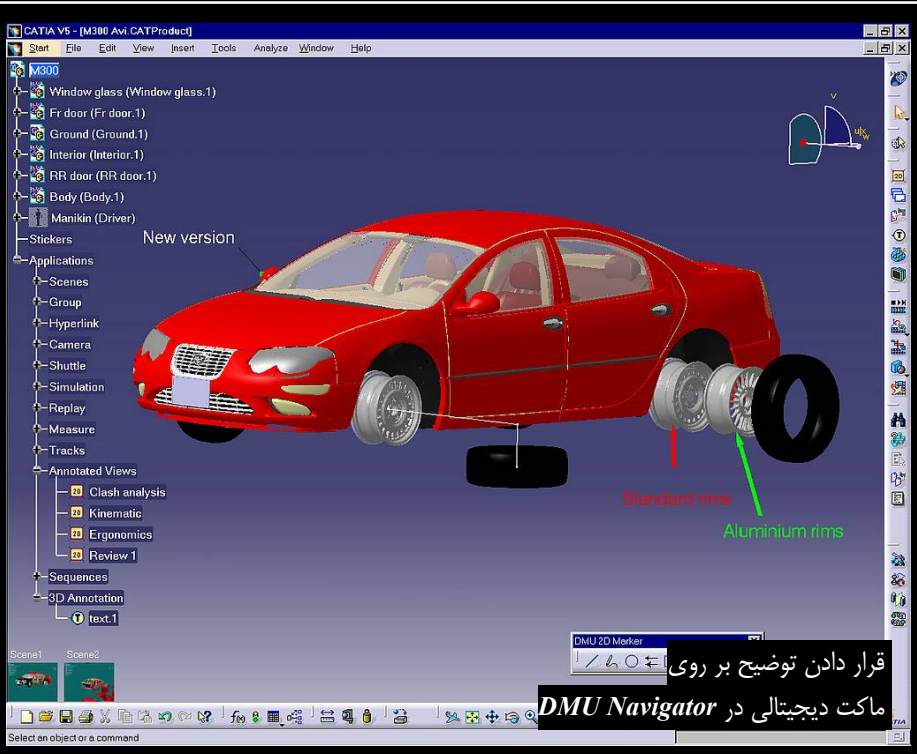
MMG کاربران را قادر می‌سازد تا برنامه عملیات ماشینکاری مدل‌های صلب یا سطح را برای ماشین‌های ابزار چند محوره تهیه کنند. ماشین‌های ابزار چند محوره به علت قابلیت‌های فوق العاده و انعطاف‌پذیری‌شان در ماشینکاری قطعاتی با رویه‌های پیچیده برای مصارف خاص از جمله صنایع ساخت هواپیما و اتومبیل و صنایع نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

افزوده شدن امکانات ***MMG*** به ***SMG*** توانایی آن را افزایش می‌دهد. سایر امکانات ***MMG*** همانند سایر محیط‌های کاری مجموعه Machining می‌باشد.

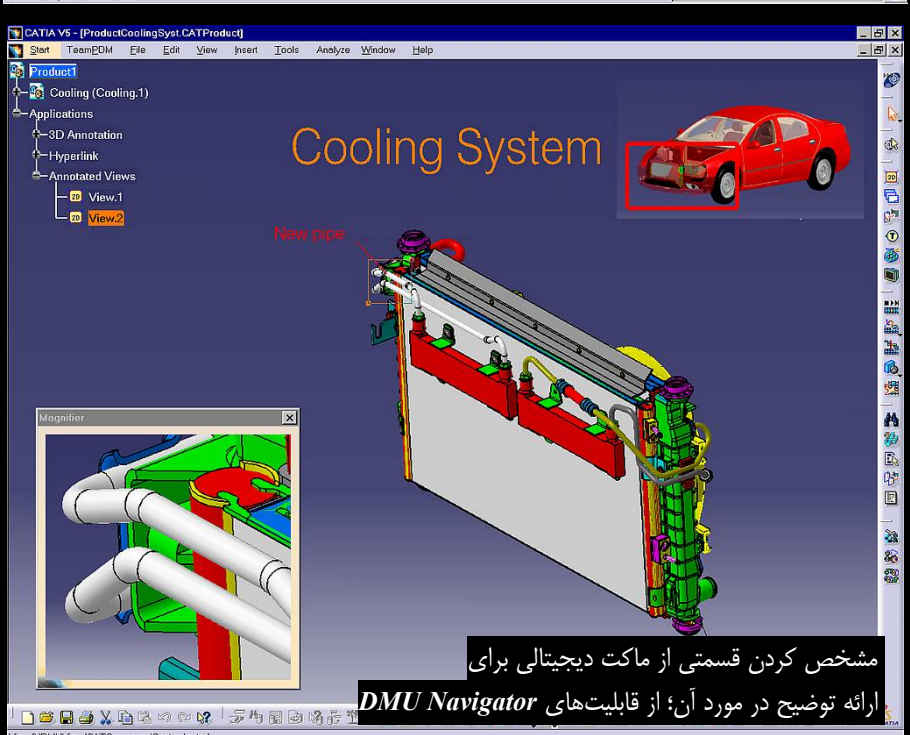
۳-۵ مجموعه Product Synthesis

هدف از استفاده از مجموعه محیط‌های کاری مجموعه Product Synthesis تامین اتوماسیون و بررسی داده‌های طراحی و تولید با هدف افزایش صحت آنها می‌باشد. همچنین با استفاده از امکانات این مجموعه می‌توان دانش فنی یک شرکت را در سیستم جمع‌آوری و از آنها بارها در طرح‌های جدید استفاده کرد.

در ابتدا به‌صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Product Synthesis آشنا می‌شوید.

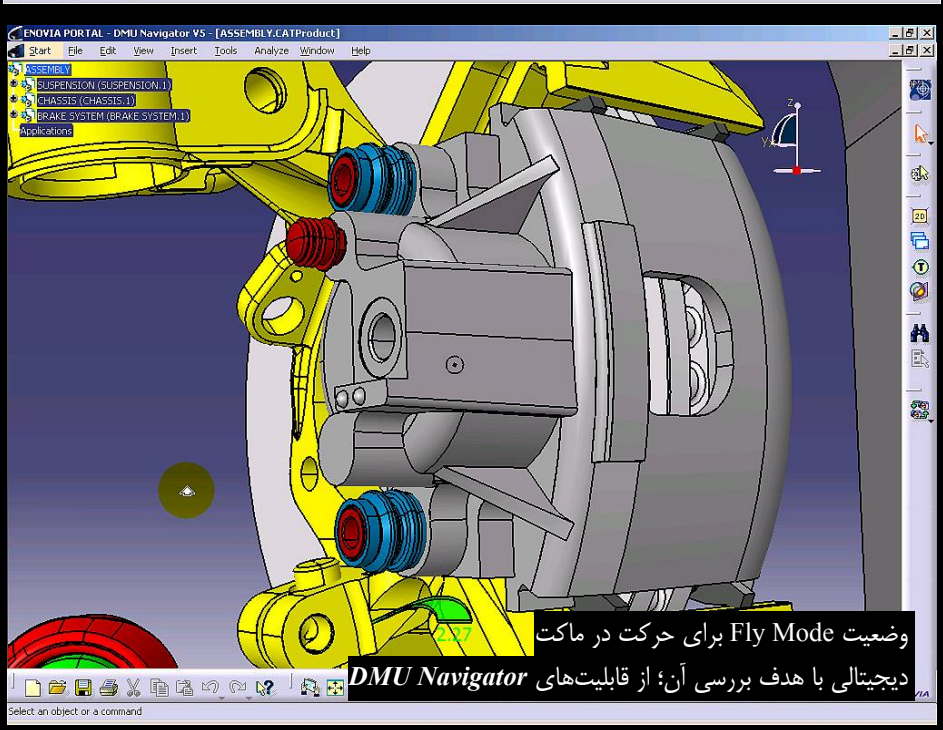


قرار دادن توضیح بر روی ماکت دیجیتالی در ***DMU Navigator***

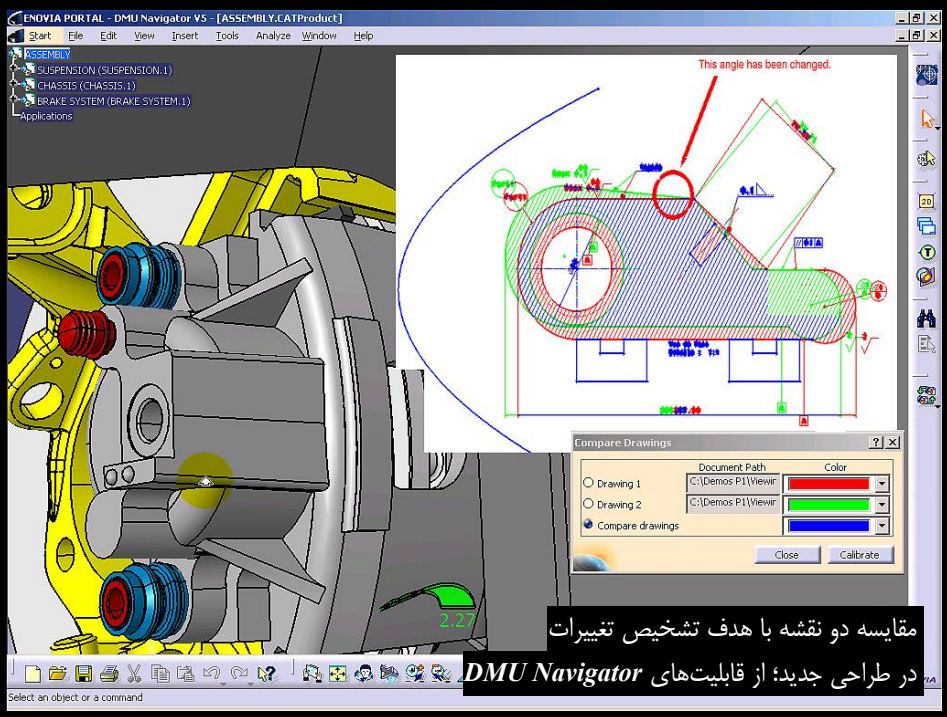


مشخص کردن قسمتی از ماکت دیجیتالی برای ارائه توضیح در مورد آن؛ از قابلیت‌های ***DMU Navigator***

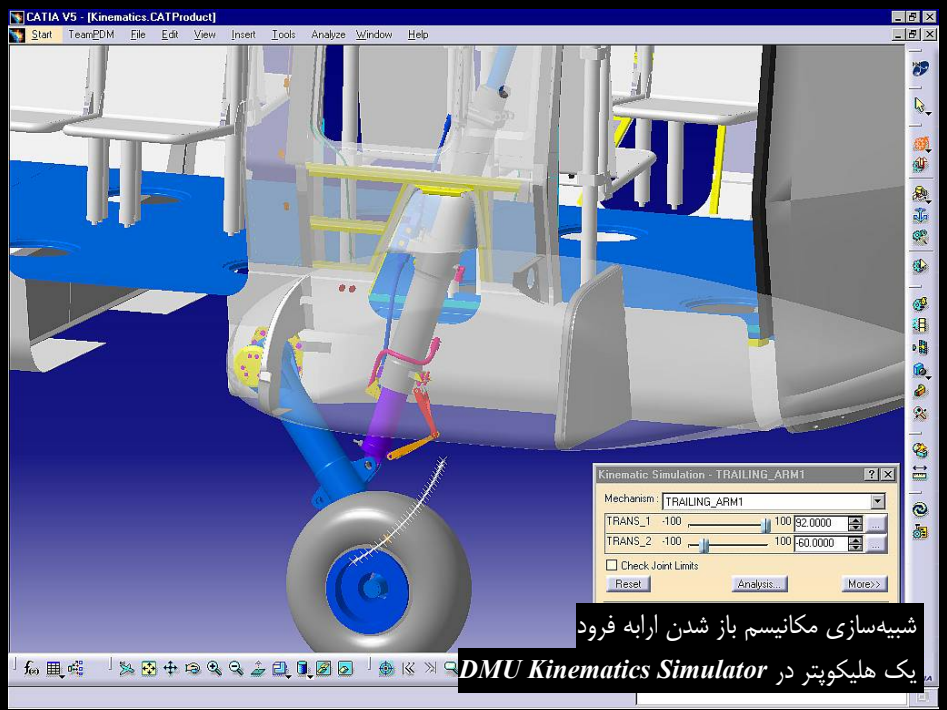
قرار دادن توضیحات بر روی قسمتی از ماکت دیجیتالی برای نشان دادن تغییرات در طراحی جدید؛ از قابلیت‌های ***DMU Navigator***



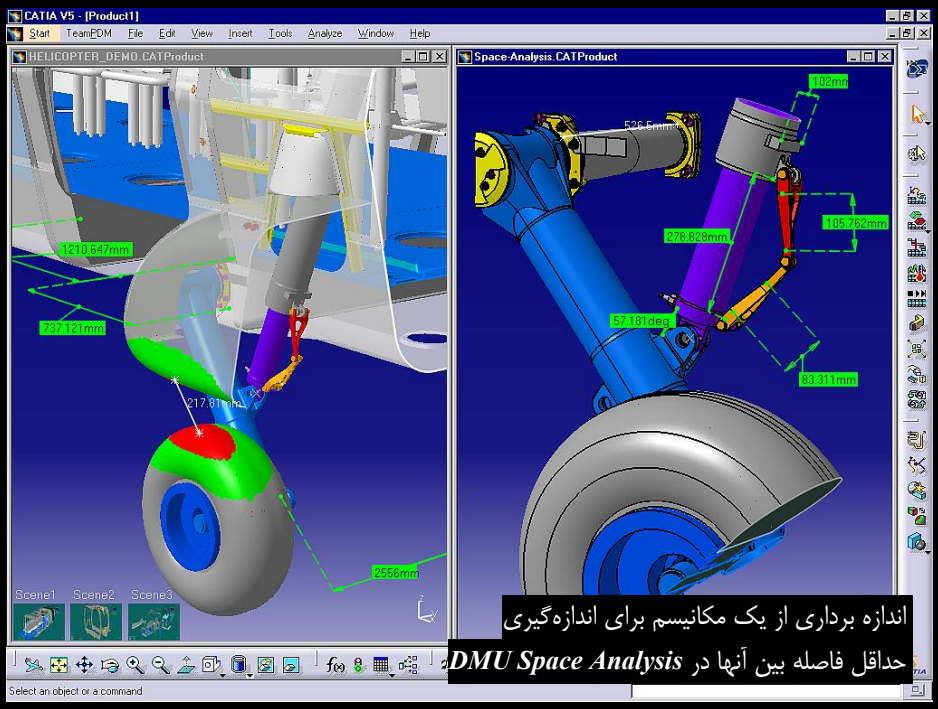
وضعیت Fly Mode برای حرکت در ماکت دیجیتالی با هدف بررسی آن؛ از قابلیت‌های ***DMU Navigator***



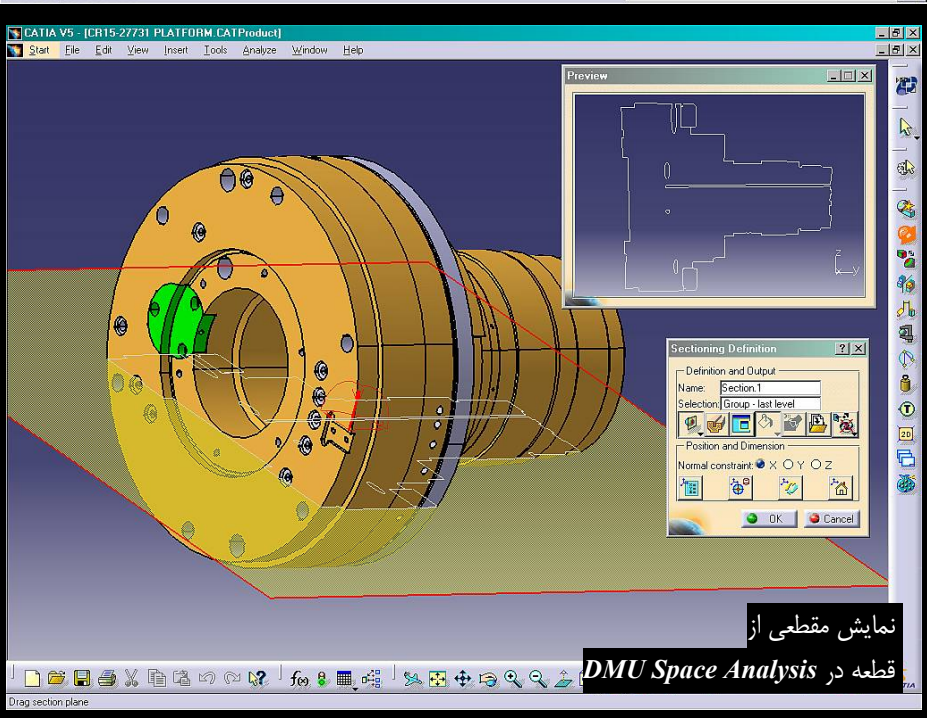
مقایسه دو نقشه با هدف تشخیص تغییرات در طراحی جدید؛ از قابلیت‌های ***DMU Navigator***



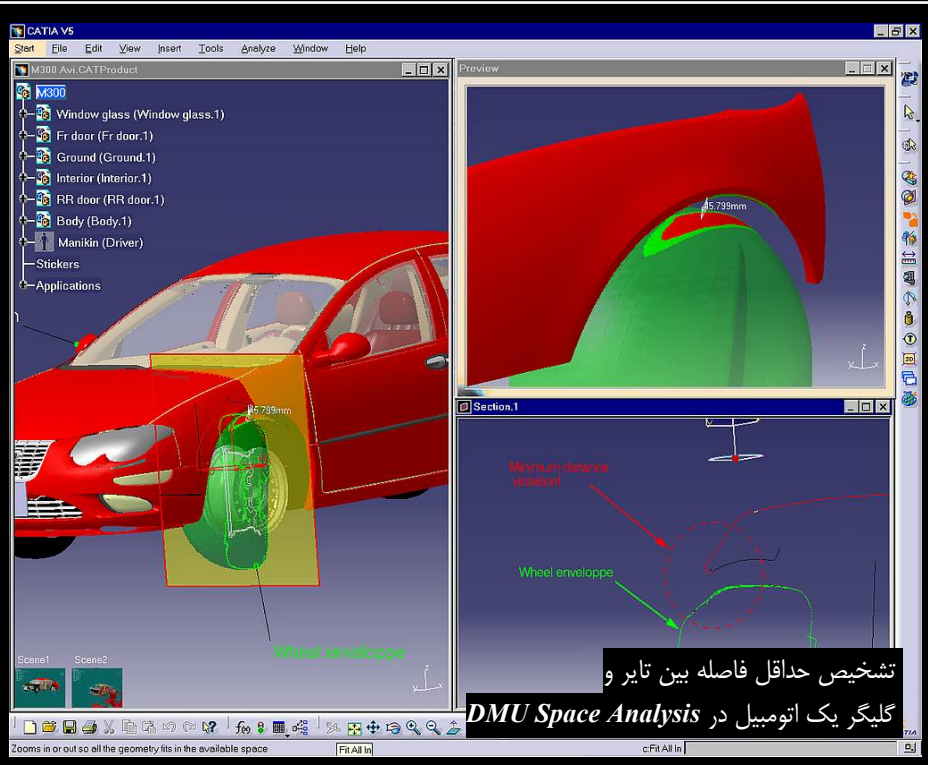
شبیه‌سازی مکانیسم باز شدن ارابه فرود یک هلیکوپتر در ***DMU Kinematics Simulator***



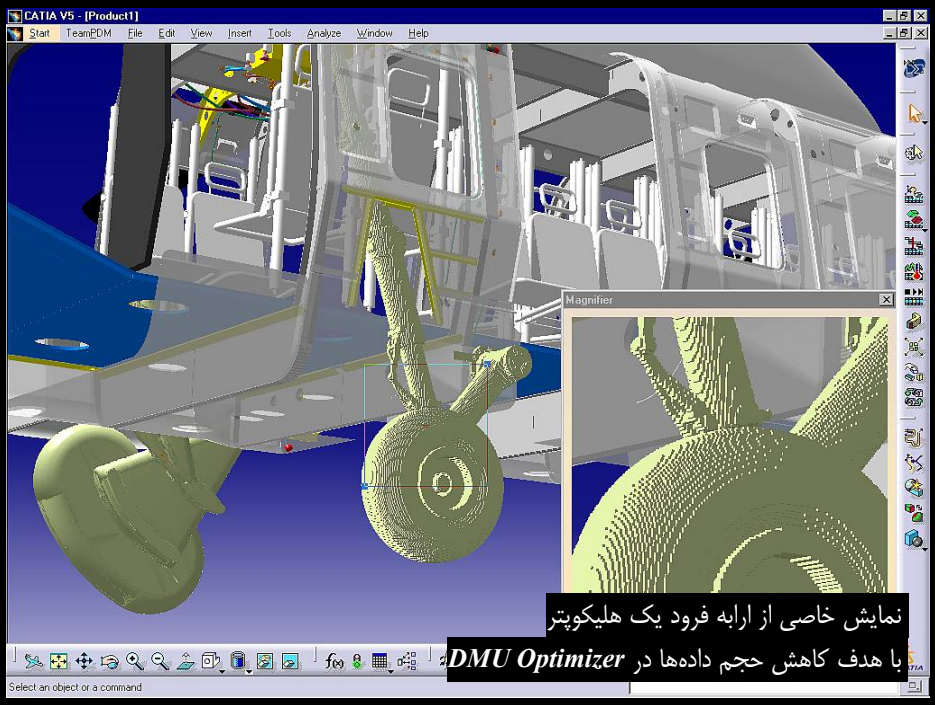
اندازه برداری از یک مکانیسم برای اندازه‌گیری حداقل فاصله بین آنها در ***DMU Space Analysis***



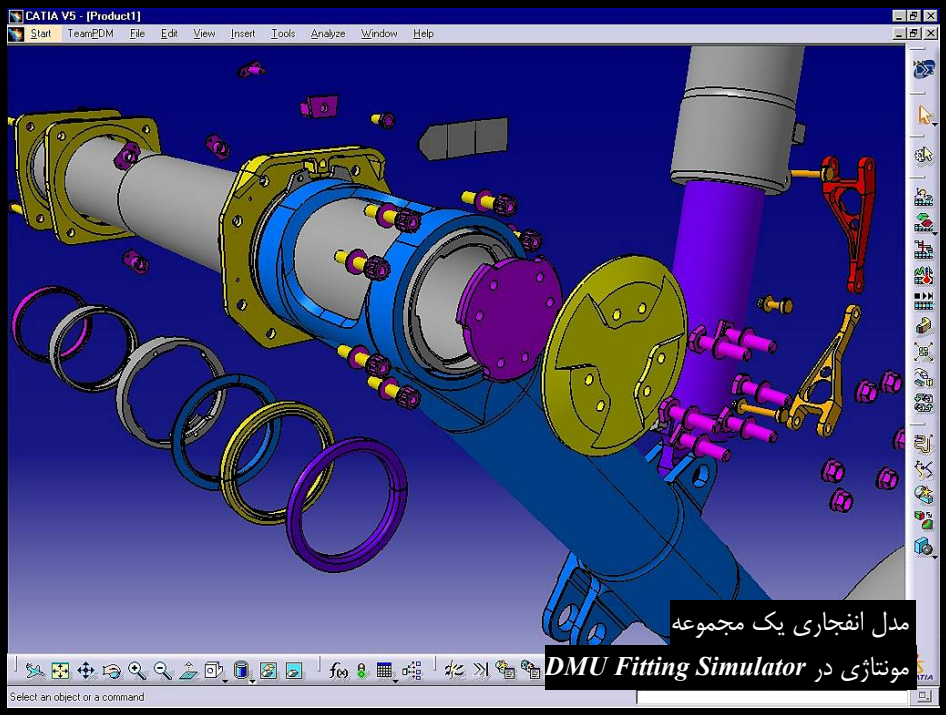
نمایش مقطعی از قطعه در ***DMU Space Analysis***



تشخیص حداقل فاصله بین تایر و
گلیگر یک اتومبیل در ***DMU Space Analysis***



نمایش خاصی از ارابه فرود یک هلیکوپتر
با هدف کاهش حجم داده‌ها در ***DMU Optimizer***

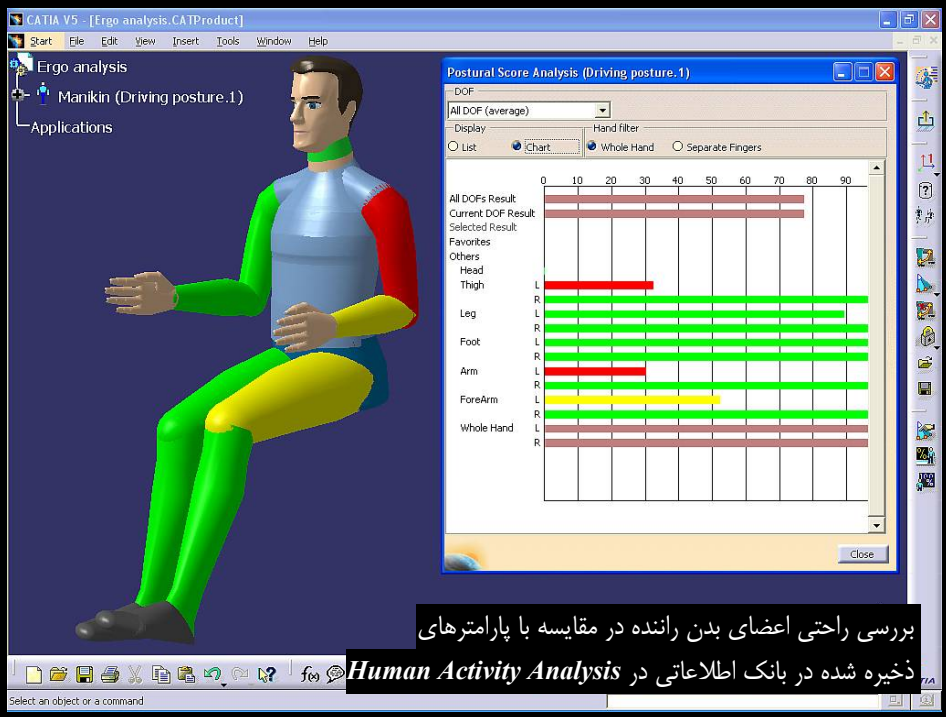


مدل انفجاری یک مجموعه
مونتاژی در ***DMU Fitting Simulator***

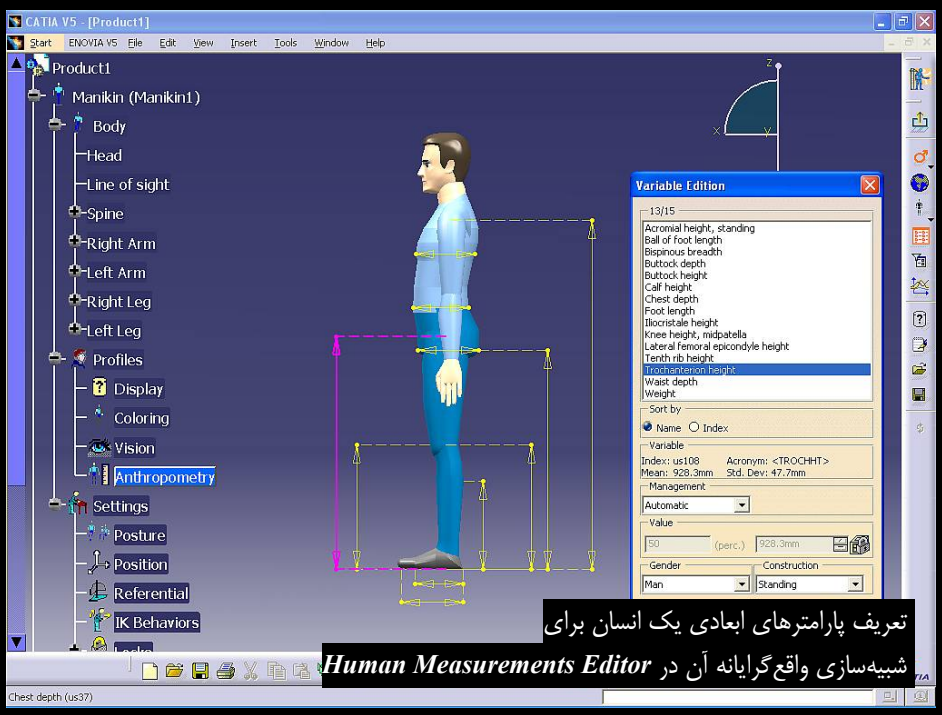
تعیین مسیر و شبیه‌سازی حرکت قطعه برای
شبیه‌سازی عملیات مونتاژ قطعات یک مجموعه در DELMIA

تعریف مشخصات دید برای شبیه‌سازی محدوده دید راننده در ***Human Builder***

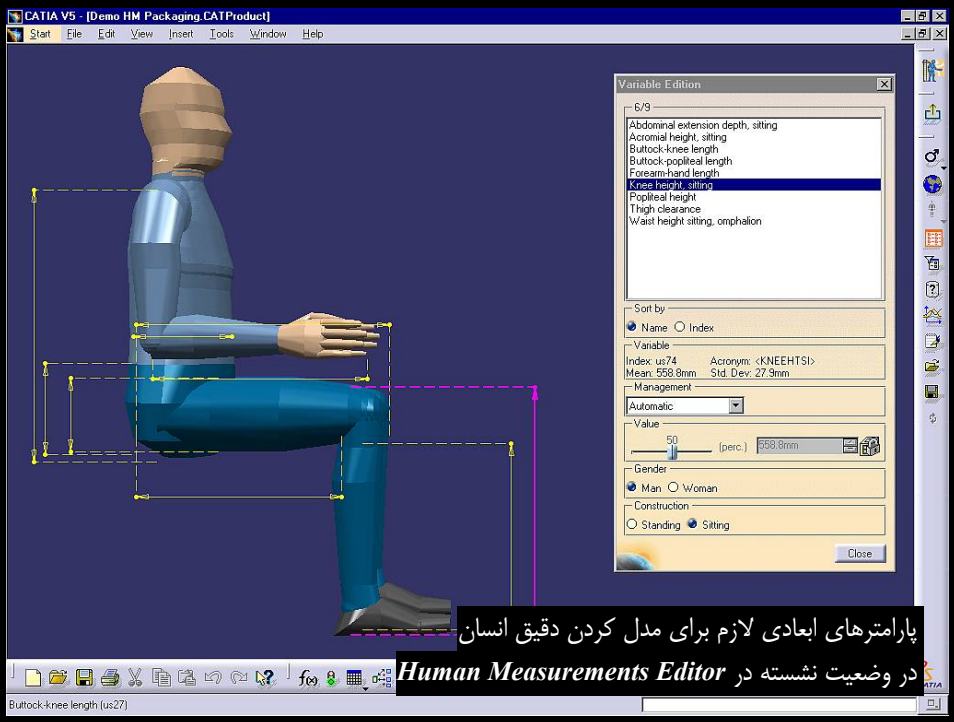
شبیه‌سازی دید راننده در هنگام رانندگی در جاده در ***Human Builder***



بررسی راحتی اعضای بدن راننده در مقایسه با پارامترهای ذخیره شده در بانک اطلاعاتی در ***Human Activity Analysis***

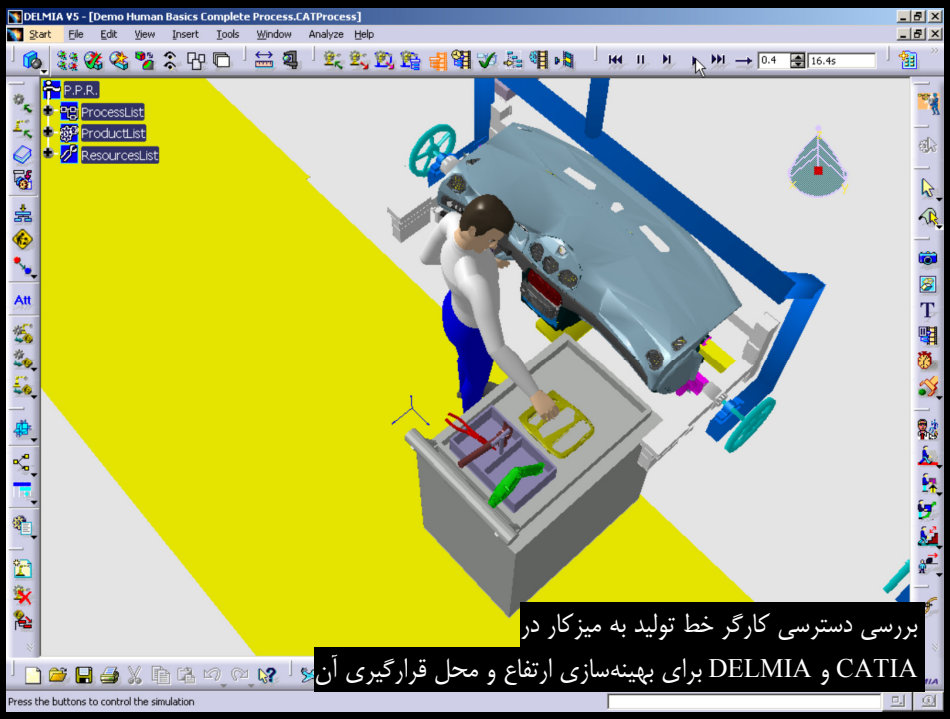


تعریف پارامترهای ابعادی یک انسان برای شبیه‌سازی واقع‌گرایانه آن در ***Human Measurements Editor***

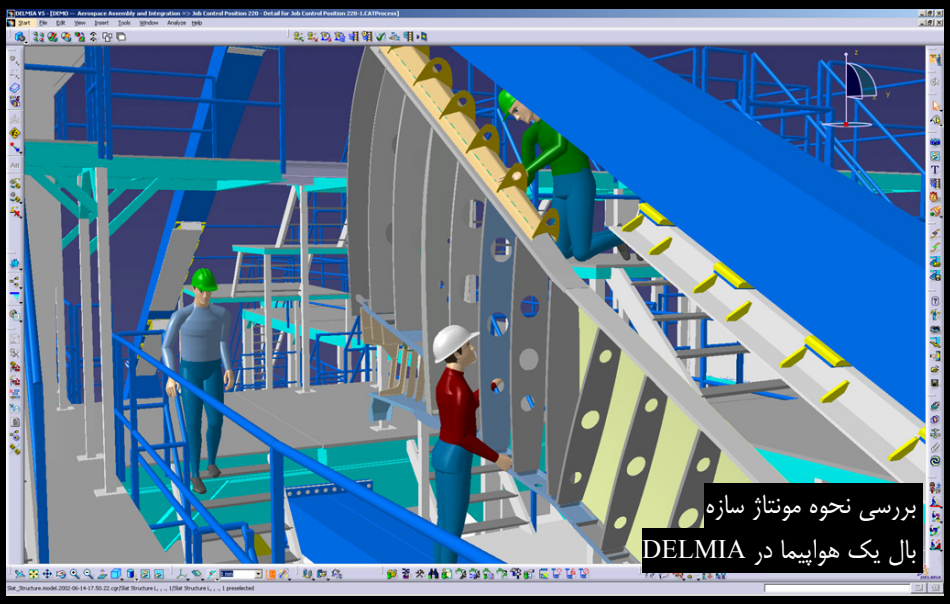


پارامترهای ابعادی لازم برای مدل کردن دقیق انسان
در وضعیت نشسته در ***Human Measurements Editor***

بررسی دسترسی راننده به تجهیزات روی
داشبورد در ***Human Posture Analysis*** برای بهینه‌سازی طرح

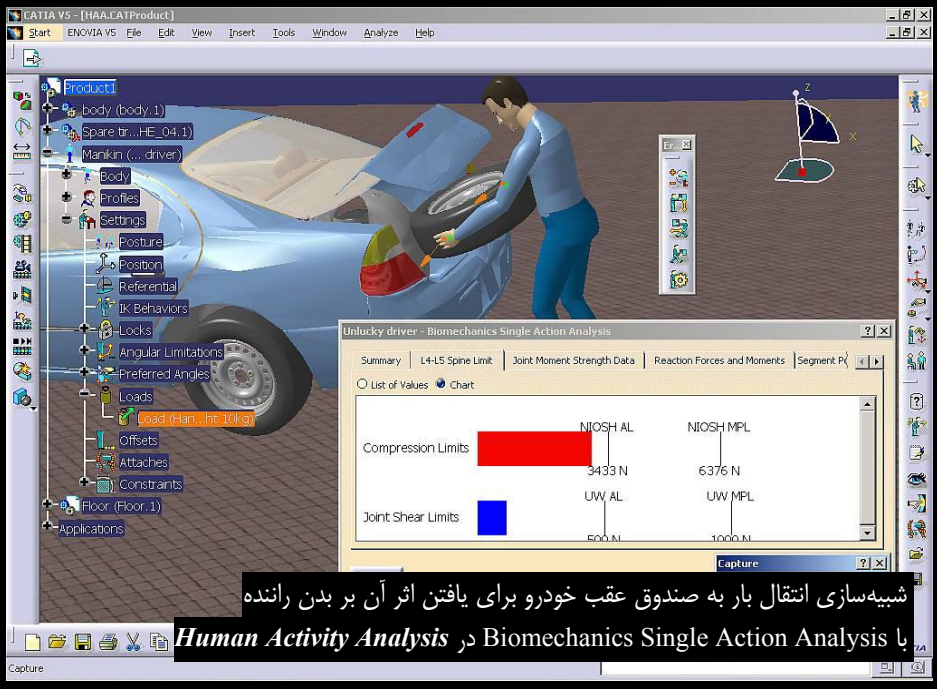


بررسی دسترسی کارگر خط تولید به میزکار در CATIA و DELMIA برای بهینه‌سازی ارتفاع و محل قرارگیری آن

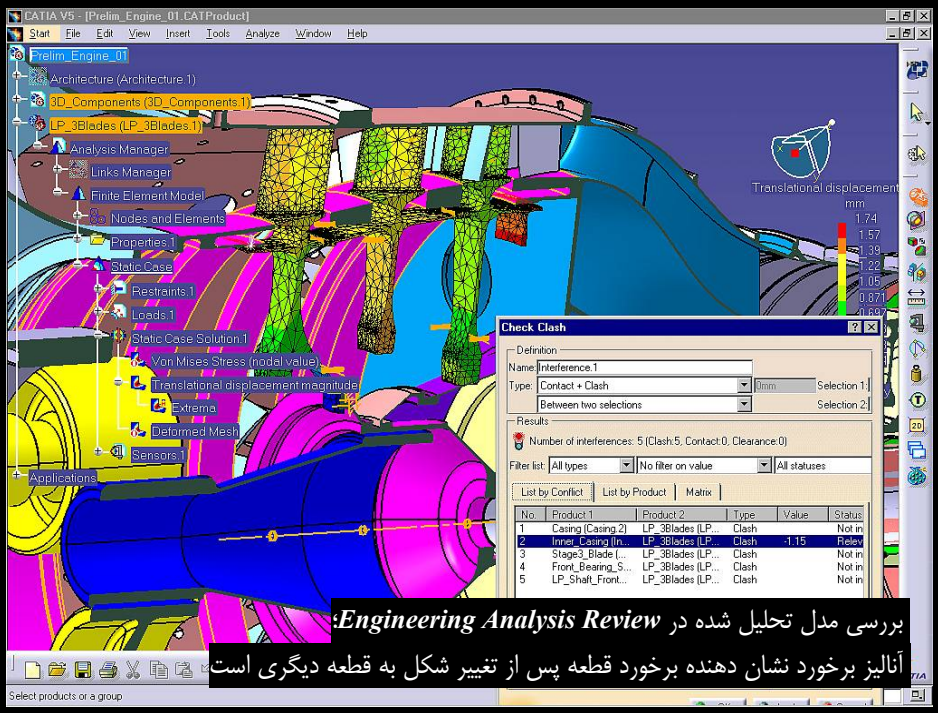


بررسی نحوه مونتاژ سازه بال یک هواپیما در DELMIA

شبیه‌سازی و تحلیل بلند کردن بار از صندوق عقب خودرو برای تعیین بیشترین بار مجاز قابل جابجایی با استفاده از معیار NIOSH 1981 در ***Human Activity Analysis***

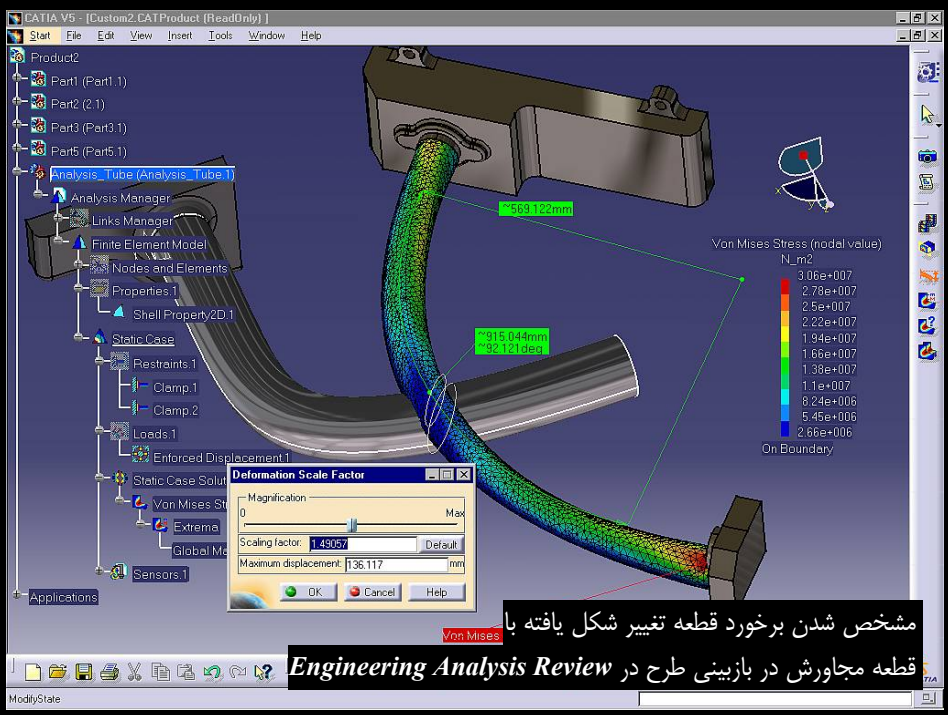


شبیه‌سازی انتقال بار به صندوق عقب خودرو برای یافتن اثر آن بر بدن راننده با Biomechanics Single Action Analysis در ***Human Activity Analysis***

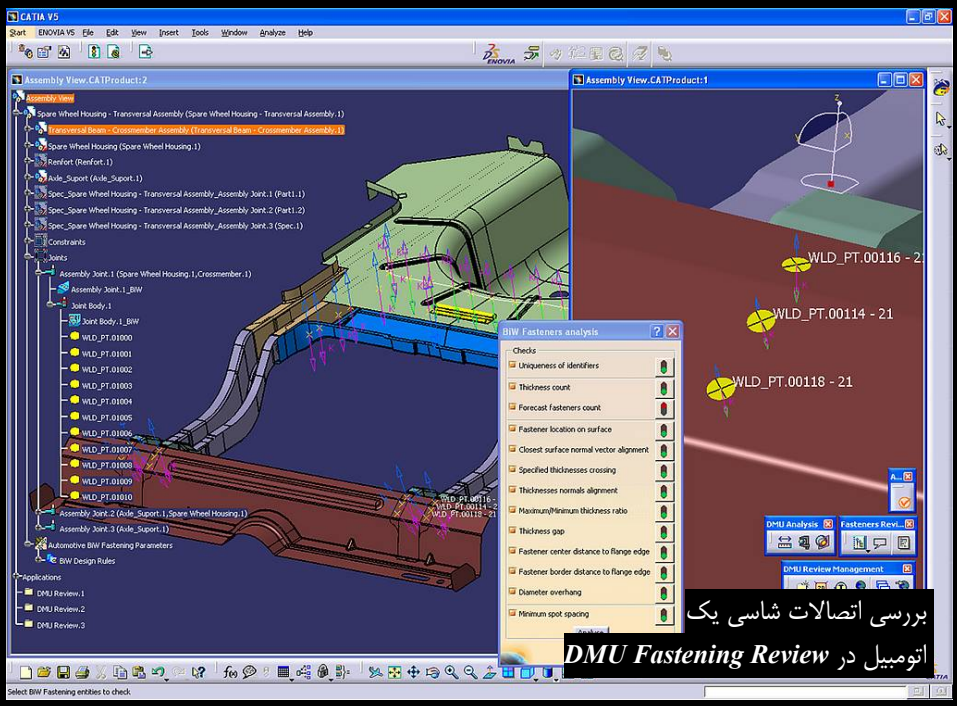


بررسی مدل تحلیل شده در ***Engineering Analysis Review***:

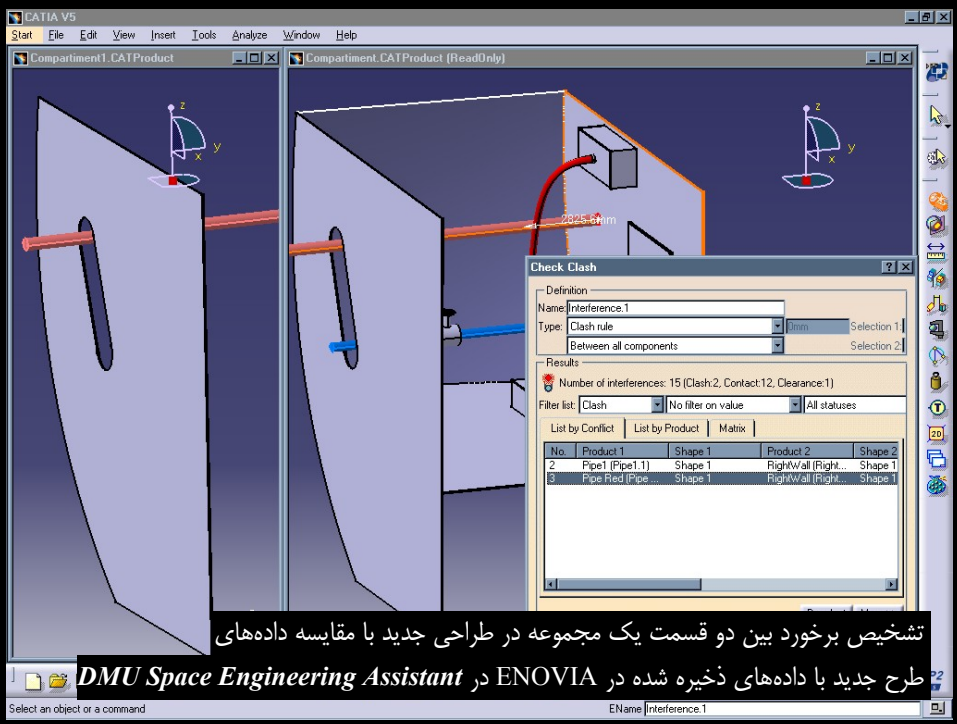
آنالیز برخورد نشان دهنده برخورد قطعه پس از تغییر شکل به قطعه دیگری است



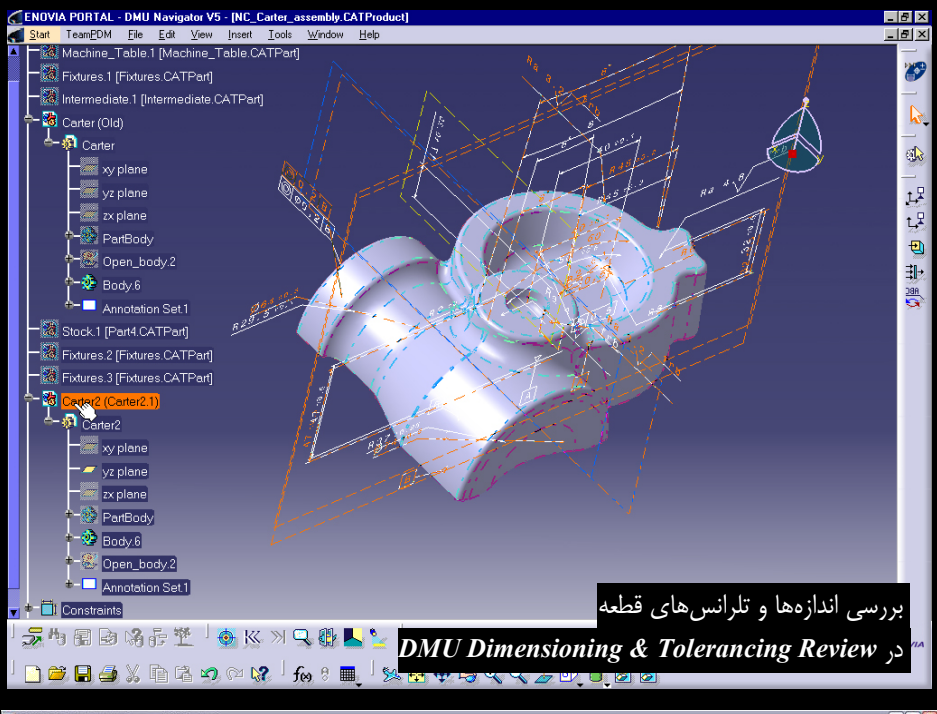
مشخص شدن برخورد قطعه تغییر شکل یافته با قطعه مجاورش در بازبینی طرح در ***Engineering Analysis Review***



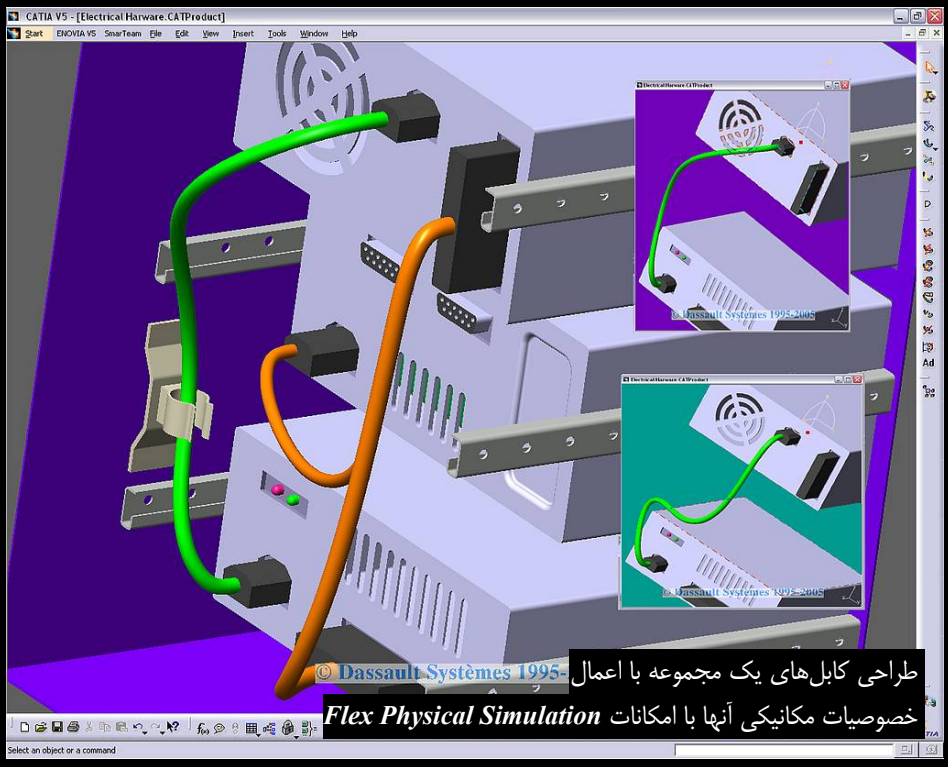
بررسی اتصالات شاسی یک اتومبیل در ***DMU Fastening Review***



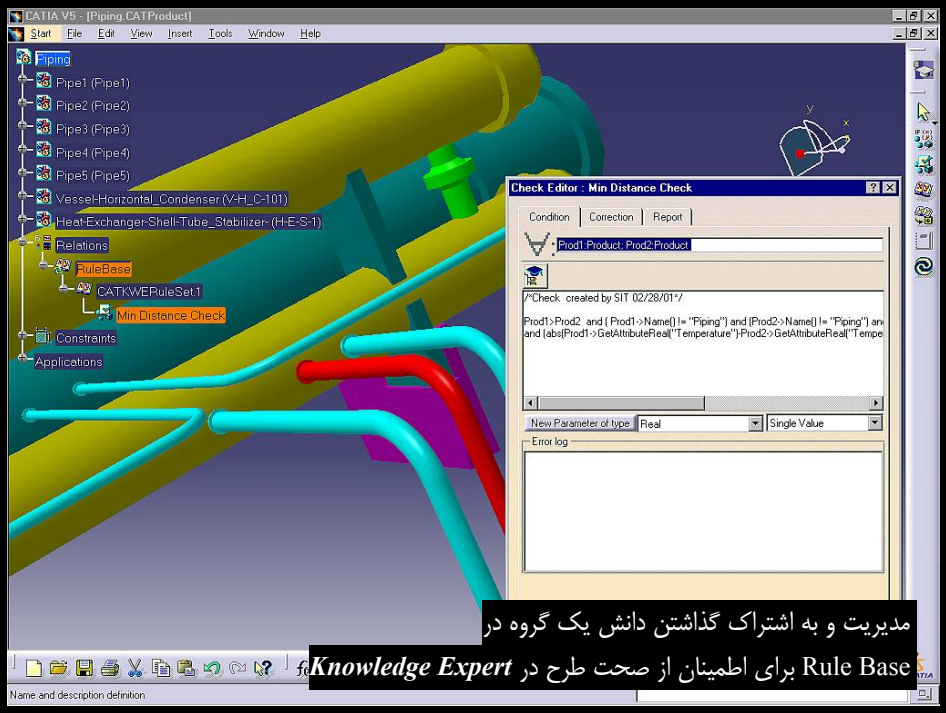
تشخیص برخورد بین دو قسمت یک مجموعه در طراحی جدید با مقایسه داده‌های طرح جدید با داده‌های ذخیره شده در ENOVIA در ***DMU Space Engineering Assistant***



بررسی اندازه‌ها و تلرانس‌های قطعه
در ***DMU Dimensioning & Tolerancing Review***

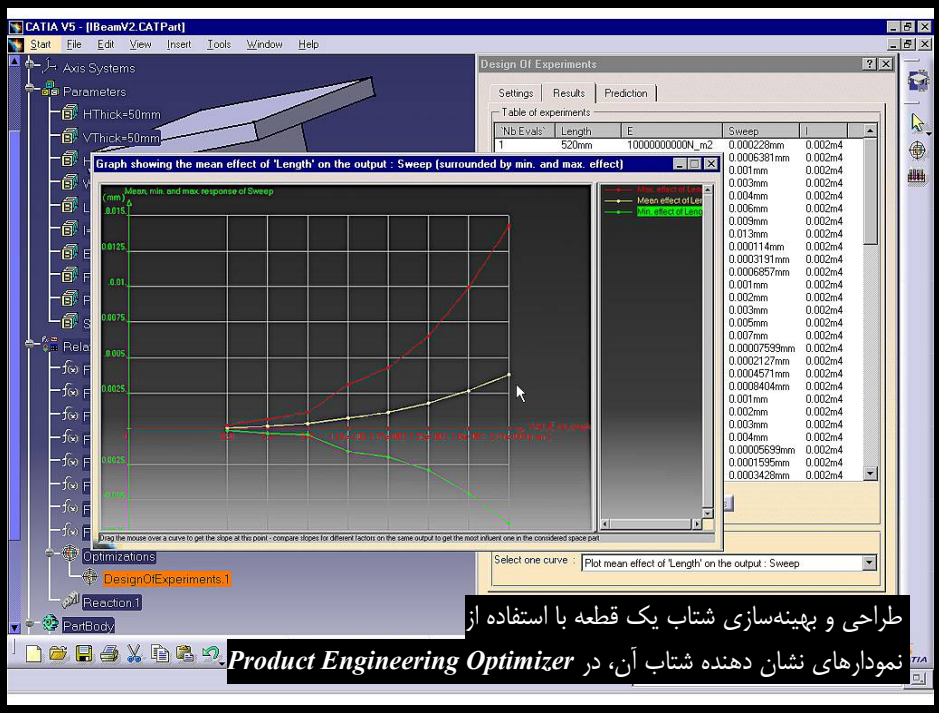


طراحی کابل‌های یک مجموعه با اعمال
خصوصیات مکانیکی آنها با امکانات ***Flex Physical Simulation***

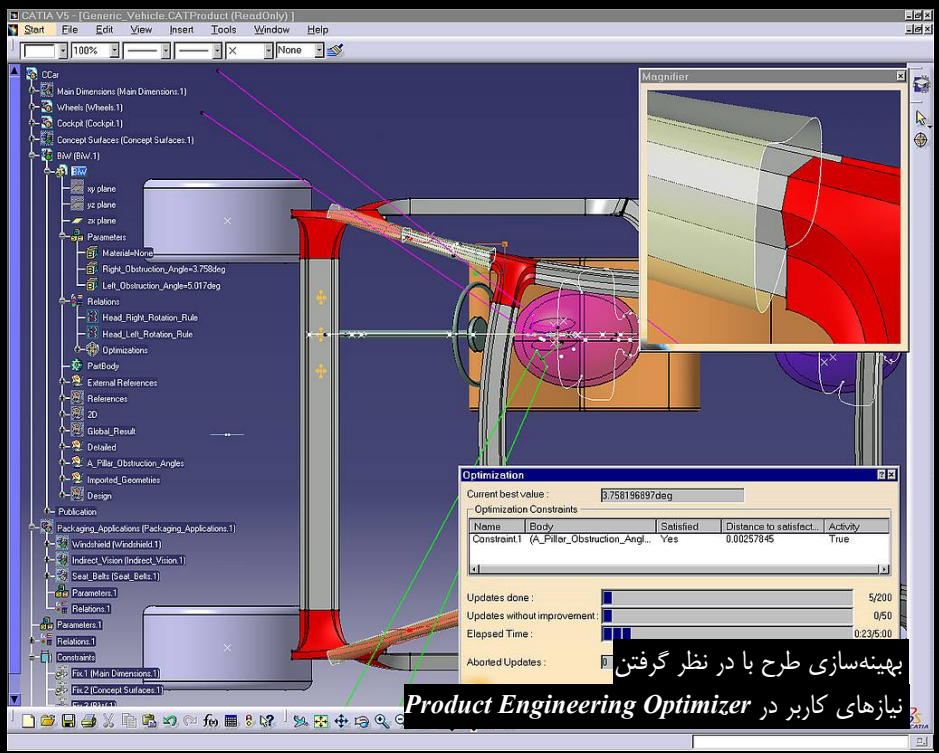


مدیریت و به اشتراک گذاشتن دانش یک گروه در Rule Base برای اطمینان از صحت طرح در ***Knowledge Expert***

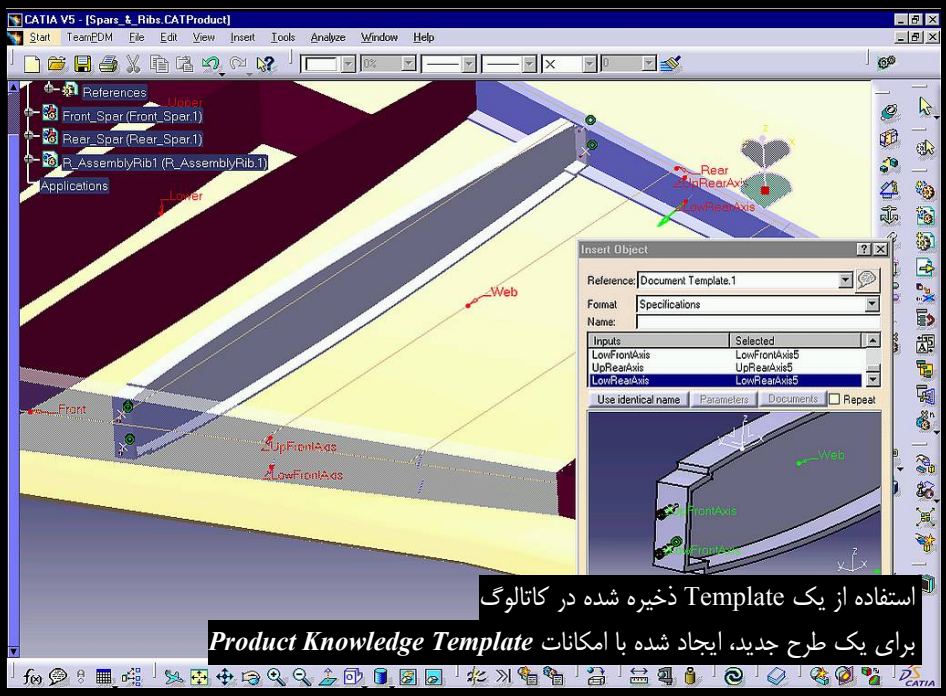
با استفاده از قوانین تعریف شده و قرار داده شده در مدل با استفاده از امکانات ***Knowledge Advisor*** با بروز مشکل در حین تغییر طرح پیغامی برای طراح نشان داده می‌شود



طراحی و بهینه‌سازی شتاب یک قطعه با استفاده از نمودارهای نشان دهنده شتاب آن، در ***Product Engineering Optimizer***



بهینه‌سازی طرح با در نظر گرفتن نیازهای کاربر در ***Product Engineering Optimizer***

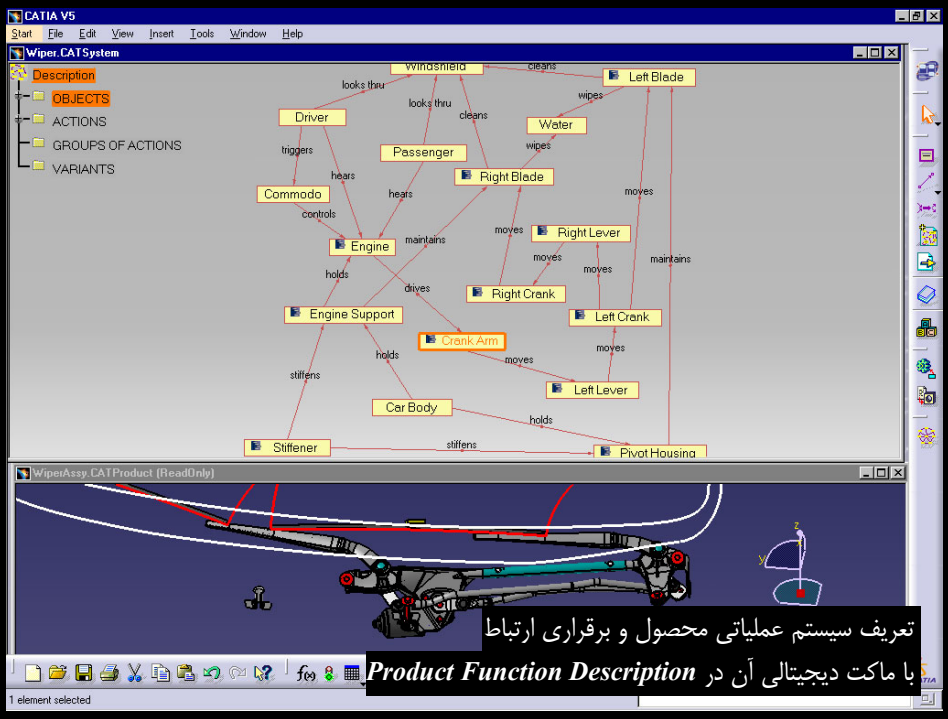


استفاده از یک Template ذخیره شده در کاتالوگ

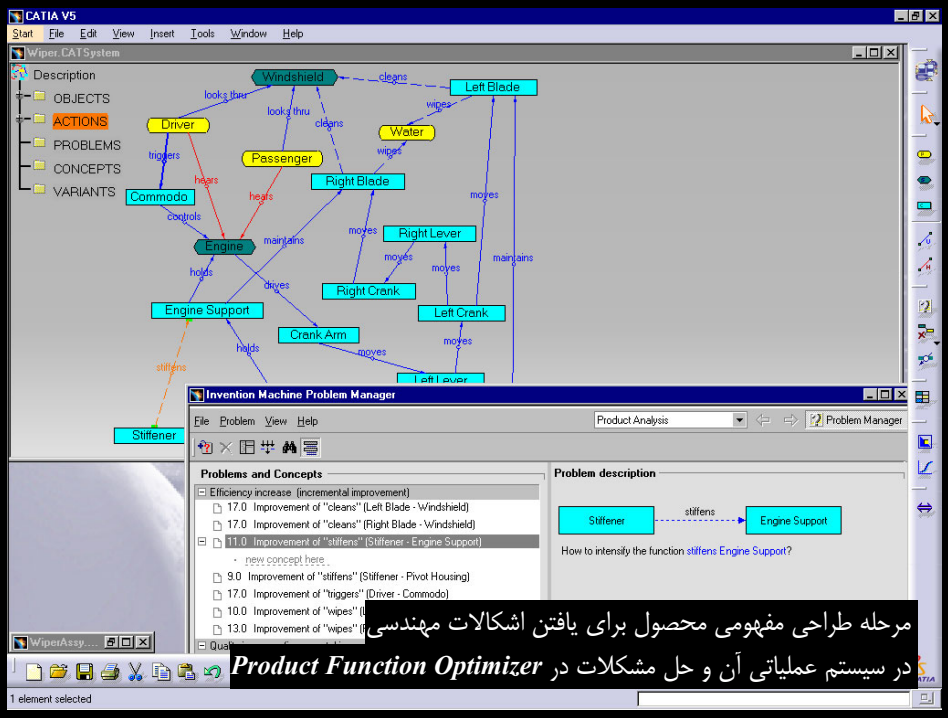
برای یک طرح جدید، ایجاد شده با امکانات ***Product Knowledge Template***

ایجاد یک Template برای استفاده در طرح‌های

بعدی با استفاده از امکانات ***Product Knowledge Template***



تعریف سیستم عملیاتی محصول و برقراری ارتباط
با ماکت دیجیتالی آن در ***Product Function Description***



مرحله طراحی مفهومی محصول برای یافتن اشکالات مهندسی
در سیستم عملیاتی آن و حل مشکلات در ***Product Function Optimizer***

۳-۵-۱ CATIA – DMU Navigator (DMN)

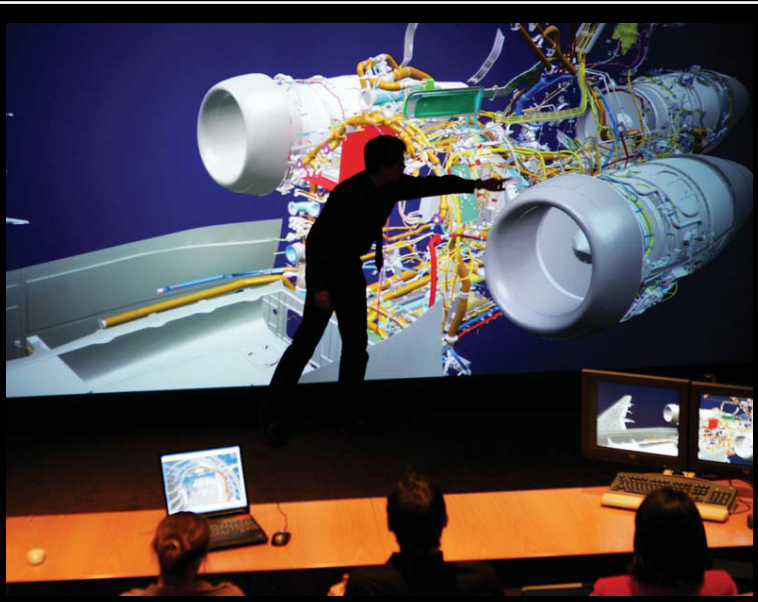
با امکانات ***DMN*** می‌توان به بررسی ماکت دیجیتالی پرداخت و با افـزودن توضـیحات، آن را بـرای یـک نمایش (Presentation) با اهدافی مانند مشاوره و بررسی گروهی بر طراحی محصول یا نمـایش محـصول بـه مشتری آماده کرد. واژه DMU – در ابتدای نام محیط‌های کـاری مجموعـه Product Synthesis– سـر واژه عبارت Digital Mock-Up می‌باشد. Mock-Up مدلی است با اندازه‌های واقعـی کـه بـرای آزمـایش از آن استفاده می‌شود اما این ماکت در به‌صورت مجازی در نرم‌افزار ایجاد می‌شود از این رو به آن ماکت دیجیتـالی گفته می‌شود.

DMN قابلیت بررسی ماکت‌های دیجیتالی در ابعاد مختلـف از کالاهـای مـصرفی در ابعـاد کوچـک تـا ماشین‌آلات عظیم را دارد. ***DMN*** شامل محیط‌های کاری ***KIN*** (شبیه‌سازی مکانیسم)، ***FTT*** (شـبیه‌سـازی مونتاژ و دمونتاژ محصول)، ***SPA*** (بررسی فواصـل بـین قطعـات) و ***DMO*** (بهینـه‌سـازی نمـایش فایـل‌هـا) می‌باشد. در واقع ***DMN*** یک محیط پایه برای محیط‌های کاری مذکور محسوب می‌شود کـه در آن کارهـای اولیه بر روی ماکت دیجیتالی انجام می‌شود.

در سایر نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی قابلیت مشاهده طرح فقط در نماهای خـاص (دیـد از بـالا، چـپ، راست و ایزومتریک) امکان پذیر است اما با استفاده از این نماهای استاندارد نمی‌توان اجزا پر پیچ و خـم یـک ماکت دیجیتالی را مشاهده و بررسی کرد اما در محیط مجازی CATIA V5 می‌توان با در اختیار داشتن یـک ماوس خاص و ابزار Navigating in Fly Mode مسیرهای غیر معمول را برای کنترل طرح طی کرد.

درخت طراحی ***DMN*** دقیقاً مشابه درخت طراحی ***ASD*** است زیرا در اینجا نیز قطعات وارد مـی‌شـوند و در موقعیت مکانی مناسب قرار می‌گیرند. با این تفاوت که در اینجا قطعات با روش‌ها و قیودی غیر از قیدهای مونتاژی (Assembly Constraints) ***ASD*** برای رسیدن به یک مکانیسم مطلوب روی هم مونتاژ می‌شـوند زیرا ارتباط قطعات در دنیای واقعی با ارتباط آنها با یکدیگر در ***ASD*** متفاوت است. این بار که یـک مجموعـه مونتاژی ایجاد می‌کنید از خود بپرسید آیا قیدی که به وسیله آن، دو قطعه به‌هم مرتبط شده‌اند واقعیت خارجی نیز دارند؟! آنگاه به تفاوت ***ASD*** و مجموعه محیط‌های کاری DMU در مونتاژ قطعات پی می‌برید. در ***ASD*** با قرار دادن قید، تمام درجات آزادی (Degree of Freedom) قطعات گرفته می‌شود اما در ***KIN*** بـا تعریـف قیدهای خاص تنها چند درجه آزادی قطعه محدود می‌شود و درجات آزادی مربوط به حرکت قطعات آزاد باقی می‌ماند.

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد در ***FTA*** توضیحات به‌صورت سه‌بعدی روی قطعه قرار داده می‌شـوند، در این محیط کاری نیز امکان مشابهی وجود دارد. کاربر با ایجاد توضیحات سه یا دوبعدی در محـل‌هـای مـورد نظر و تنظیم زاویه دید می‌تواند در حین ارائه پروژه با انتخاب این توضیحات از درخت طراحی، نمای دید را در محل مورد نظر برای ارائه توضیحات قرار دهد. همچنین می‌تواند با ایجاد Hyperlink ارتبـاط آن رابـا سـایر قسمت‌ها برقرار کند. این امکان به کاربر کمک می‌کند مثلاً در نمایش فایل خود بـاارتبـاط برقـرار کـردن بـا نرم‌افزارهای دیگر، نمودارها و جداول مربوط به آن قسمت یا اطلاعاتی از شرکت سـازنده آن قطعـه خـاص را نمایش دهد. حتی می‌توان بر روی قطعه یک لینک صوتی برای ارائه توضیحات ایجاد کرد. در واقع با استفاده



بررسی ماکت دیجیتالی یک هواپیمای جت در صفحات نمایش بزرگ

از این‌گونه ابزارها، فایلی از قطعه یا مجموعه مونتاژی ایجاد می‌شود که حاوی اطلاعاتی کامل است و هیچ محدودیتی از لحاظ قالب ذخیره‌سازی داده در آن وجود ندارد. این‌ها ابزارهای کمکی برای تیم طراح و ارائه دهنده ماکت دیجیتالی می‌باشند.

به لحاظ اینکه CATIA V5 در سیستمی قرار می‌گیرد که بخش‌های مختلف یک مجموعه بزرگ کاری (Enterprise) را در نقاط مختلف دنیا به‌هم متصل می‌کند وجود چنین محیط کاری برای نمایش و انتقال بهتر اطلاعات هنگام انتقال یک فایل به مکان دیگری از دنیا بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در منوهای CATIA V5 قسمت‌هایی وجود دارند که برای دستیابی به این هدف ایجاد شده‌اند. به عنوان مثال در منوی Tools همه محیط‌های کاری قسمتی به نام Conferencing قرار گرفته است که وظیفه آن برقراری ارتباط با سایر افراد درگیر در طراحی یک محصول می‌باشد. در واقع با حذف محدودیت فاصله بین متخصصین، یک محیط کار گروهی در یک اتاق مجازی ایجاد می‌شود که می‌توان از نظرات سایر افراد نیز به‌صورت آنلاین مطلع شد و با استفاده از قابلیت ویدئو کنفرانس در مورد طراحی قطعه‌ای با حضور سایر افراد از طریق برقراری ارتباط ماهواره‌ای، ارتباطی رودرو ایجاد کرد. در چنین جلسه‌ای اهمیت یک نمایش مناسب (Presentation) مشخص است و در نتیجه کاربر باید فایل‌های خود را برای ارائه در چنین جلسه‌ای آماده کند.

در ***DMN*** با انجام تنظیماتی که در مورد مسیر حرکت دوربین، خصوصیات نماها و نحوه نورپردازی انجام می‌شود می‌توان یک انیمیشن جامع برای طرح تهیه کرد. همچنین امکان تهیه گزارش‌هایی در قالب HTML شامل توضیحات و تصاویر وجود دارد. این گزارش در یکی از شاخه‌های درخت طراحی ثبت می‌شود و قابل ویرایش است.

اگر CATIA V5 در کنار ENOVIA قرار گرفته باشد می‌توان با امکاناتی که به ***DMN*** افزوده

می‌شود نقشه‌های دوبعدی طرح جدید قطعه‌ای را با طرح قبلی آن به صورت خودکار مقایسه کرد و تفاوت‌های آنها را بر روی نقشه مشخص نمود.

۳-۵-۲ DMU Kinematics Simulator (KIN)

KIN یکی از بخش‌های مهم مجموعه Product Synthesis است که در آن مکانیسم شبیه‌سازی و تحلیل می‌شود. این مکانیسم می‌تواند مکانیسم حرکت یک بیل مکانیکی یا مکانیسم باز شدن ارابه فرود یک هواپیما باشد. در واقع در این محیط ویژگی "حرکت" به محصول افزوده می‌شود.

در ***KIN*** ارتباط قطعات با استفاده از ۱۶ نوع اتصال (Joint) برای رسیدن به یک مکانیسم مناسب برقرار می‌شود. این اتصالات که هر کدام از آنها حرکت ویژه‌ای را تامین می‌کنند در نوار ابزار Kinematics Joints قرار گرفته است.

نوار ابزار تعریف اتصال برای قطعات مکانیسم

امتیاز مثبت محیط‌های کاری CATIA V5 برقراری ارتباط آسان با کاربر در عین قدرتمندی آنها می‌باشد. تمام دکمه‌ها و پنجره فرمان‌ها هوشمندانه طراحی شده‌اند و به نوعی کاربر را در انتخاب عناصر مورد نیاز برای اجرای یک فرمان راهنمایی می‌کنند. نمونه‌ای از این خصوصیت در شکل بالا نشان داده شده است. این قوانین در طراحی رابط گرافیکی کاربر (Graphical User Interface-GUI) نرم‌افزار رعایت شده است و باعث کاهش زمان آموزش نیروی انسانی برای کاربری این نرم‌افزار شده است.

پیش‌تر، تفاوت مونتاژ قطعات در محیط‌کاری طراحی مونتاژ و ایجاد یک مکانیسم بیان شد؛ اما قیدهایی که در ***ASD*** بر قطعات یک مجموعه مونتاژی قرار داده می‌شوند می‌توانند با استفاده از ابزاری به اتصال‌های ***KIN*** تبدیل شوند و دیگر نیازی به مونتاژ دوباره قطعات برای ساخت مکانیسم نیست.

پس از ایجاد مکانیسم، با تحلیل آن امکان حرکت برای مکانیسم با توجه به اتصالات قرار داده شده بررسی می‌شود. همچنین طراح می‌تواند با استفاده از ابزارهای ساده مکانیسم را از نظر حداقل فواصل بین قطعات مختلف در حین حرکت و برخوردهای احتمالی بررسی کند. مکانیسم به محض برخورد قطعات از حرکت باز می‌ایستد تا طراح در جهت رفع اشکال برآید.

برای بررسی کارایی مکانیسم در حین حرکت آن، سرعت‌ها و شتاب‌های خطی و زاویه‌ای قطعات قابل اندازه‌گیری و در گراف‌هایی قابل مشاهده است. با استفاده از ابزار Sensor می‌توان مقدار حرکت اجزای یک مکانیسم را طی متحرک‌سازی آن در نمودارهایی به صورت وابسته به زمان رسم کرد. به عنوان مثال می‌توان طی باز شدن یک جک هیدرولیک در طی ۱۵ ثانیه مکان سر جک را در زمان‌های مختلف نسبت به یک مبنا در گرافی مشاهده کرد.

در شبیه‌سازی مکانیسم می‌توان عنصر زمان را دخالت داد و زمان‌بندی حرکت قطعات نسبت به هم را تغییر داد. با استفاده از این قابلیت تقدم و تاخر اجرای حرکات‌ها در شبیه‌سازی تنظیم می‌شود. به عنوان مثال

حین فرود یک هواپیما انتظار داریم که ابتدا درب محفظه ارابه فرود هواپیما باز شود و سپس ارابه فرود باز شود و در موقعیت مناسب قرار گیرد و در انتها درب محفظه به محل خود باز گردد. این ترتیب زمانی باعث استفاده از ابزار Simulation with Law می‌شود.

در تمامی محیط‌های کاری CATIA V5 این امکان وجود دارد که کاربر از کارهایی که در محیط نرم‌افزار انجام می‌دهد عکس یا فلیم تهیه کند. این قابلیت در ***KIN*** نیز به طراح کمک می‌کند که از متحرک‌سازی مکانیسم فیلم تهیه کند و نحوه حرکت مکانیسم را در آن نمایش دهد.

ابزار دیگری با نام Swept Volume مکان هندسی یک قطعه را در حین حرکت در فضا از لحظه شروع تا پایان حرکت به صورت یک حجم ثبت می‌کند. این حجم همانند فایل یک قطعه ذخیره می‌شود. حجم ایجاد شده فضایی را که قطعه مورد نظر در حین حرکت از آن عبور می‌کند نشان می‌دهد و با استفاده از آن احتمال برخورد با سایر قطعات بررسی می‌شود.

۳-۵-۳ DMU Space Analysis (SPA)

گاهی در طراحی مکانیسم، اندازه‌هایی در حد دهم میلی‌متر می‌تواند عملکرد آن را با مشکل مواجه کند لذا اندازه‌گیری فواصل بین اجزاء مکانیسم و تصحیح آن برای رسیدن به اندازه‌های استاندارد وظیفه ***SPA*** است.

به طورکلی قطعات نسبت به هم سه وضعیت دارند؛ فاصله منفی، در این وضعیت در محیط مجازی نرم‌افزار قسمتی از یک قطعه در داخل قطعه دیگر فرو می‌رود، فاصله صفر، در این وضعیت دو قطعه با هم تماس دارند و فاصله مثبت، که در آن دو قطعه نسبت به هم فاصله دارند.

از انواع تحلیل‌هایی که بر روی مکانیسم انجام می‌شود Interference Checking & Analysis از اهمیت خاصی برخوردار است. در این تحلیل با مشخص کردن انتظار از وضعیت دو یا چند قطعه نسبت به یکدیگر، تحلیل آغاز می‌شود. اگر بین آنها شرط برقرار نگردید محل و نام قطعات تحت تاثیر نشان داده می‌شود. به عنوان مثال فرض کنید که انتظار داریم بین دو قطعه یک فاصله مجاز برای قرارگرفتن غشای نازک روغن جهت روانکاری باشد. چنانچه فاصله بین قطعات از فاصله تعیین شده کمتر باشد سیستم اخطار خواهد داد. این تحلیل طراح را از برخورد قطعات مطلع می‌سازد.

حضور ابزارهای اندازه‌گیری ابعادی بسیار قدرتمند طراح را قادر می‌کند تا با انواع ابزارهای اندازه‌گیری دقیق در محیط مجازی نرم‌افزار فواصل مهم را اندازه‌گیری کند. اندازه‌های گرفته شده به صورت پارامتریک در درخت طراحی ثبت و در صورت تغییر ابعاد قطعات و فاصله آنها، این اندازه‌ها نیز به صورت خودکار به‌روز می‌شوند. علاوه بر اینکه می‌توان با ایجاد مقاطع دوبعدی یا ایجاد برش در قسمتی از قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات، از وضعیت قطعات نسبت به‌هم آگاه شد و اندازه‌گیری‌هایی را بر روی مقاطع دوبعدی و بر روی قسمت‌های داخلی که در حالت عادی مشاهده نمی‌شوند تنها با حذف بخشی از قطعه انجام داد.

علاوه بر ابزار اندازه‌گیری که در تمام محیط‌های کاری دیده می‌شود ابزار Arc Through Tree Points به ***SPA*** افزوده شده است. از این ابزار برای محاسبه طول کمان، مختصات سه نقطه ابتدایی، میانی و انتهایی کمان، شعاع کمان، زاویه کمان و مختصات مرکز کمان استفاده می‌شود.

یکی از امکانات مفید CATIA V5 گزارش‌گیری از عملیات اجرا شده در این نرم‌افزار است. این گزارش‌ها در قالب‌های XML، HTML و TXT قابل ذخیره‌سازی است.

۳-۵-۴ DMU Optimizer (DMO)

بهینه‌سازی نمایش قطعات در ***DMO*** به طراح کمک می‌کند تا با افزایش کارایی سیستم، فایل‌هایی با حجم بالا را بررسی کند.

در ***DMO*** با ساده‌سازی (Simplification)، تنها داده‌های سطح قطعات نمایش داده می‌شود تا بتوان مکانیسم را بدون در نظرگرفتن محدودیت ناشی از حجم بالای فایل‌های مجموعه قطعات بررسی کرد. در بسیاری از موارد برای بررسی یک طرح، داشتن داده‌هایی دقیق از رویه یک قطعه برای دستیابی طراح به منظور خود کافی است. همچنین با استفاده از فرمان‌هایی می‌توان جزئیات قطعات را از بین برد و شکلی حدودی از قطعه را به نمایش گذاشت تا اطلاعات محرمانه طراحی در حین مشاوره با سایر افراد حفظ شود.

به‌طور کلی در تعریف جامعی از ***DMO*** می‌توان گفت که در این محیط کاری کارایی نرم‌افزار برای مدیریت بهتر ماکت دیجیتالی افزایش داده می‌شود.

در ***DMO*** فضاهایی که در محصول ایجاد می‌شود، بهینه‌سازی می‌شود. با محاسبه مکان اجزاء مرتعش در موقعیت‌های دامنه ارتعاش، فضای لازم برای قرارگیری این نوع قطعات محاسبه می‌شود. ابزار Vibration Volume فضایی را که قطعات نیاز دارند تا در حین کار به لحاظ داشتن ارتعاش به قطعات دیگر برخورد نکنند محاسبه می‌کند.

با استفاده از ابزاری می‌توان به سطح (Surface) ضخامت اختصاص داد تا تحلیل برخورد برای مدل‌هایی از این دست انجام شود. این ابزار مختص صنایعی است که قطعات خود را بیشتر به صورت مدل‌های سطح ایجاد می‌کنند و نیاز دارند اندازه‌گیری‌هایی را بر روی قطعه صلب آن انجام دهند.

حجم بین قطعات یک مجموعه مونتاژی، محدوده ابعادی یک قطعه و همچنین فضای خالی داخل یک قسمت را می‌توان با یک جسم صلب پر کرد تا محاسبات لازم بر روی آن انجام شود. به‌عنوان مثال حجم داخل باک بنزین یک اتومبیل با هندسه نامعین یا بیشینه ابعاد خارجی آن برای محاسبه فضای لازم برای استقرار باک در اتومبیل با ابزار Free Space قابل محاسبه است.

۳-۵-۵ DMU Fitting Simulator (FIT)

مطمئناً با تهیه مدل انفجاری آشنا هستید. در مدل انفجاری، قطعات به صورت خودکار از هم باز می‌شوند تا در تهیه نقشه و لیست قطعات یک ماشین از آنها استفاده شود. اما در CATIA V5 باز شدن قطعات به صورت حرفه‌ای انجام می‌شود. در ***FIT*** با ایجاد مسیرهای سه‌بعدی در محیط مجازی نرم‌افزار، عملیات قرار گرفتن قطعات بر روی هم و در محل مناسب به‌صورت انیمیشن نشان داده می‌شود.

با استفاده از ***FIT*** مدیریت مونتاژ ماشین‌آلات بزرگ با حجم بالای قطعات تسهیل و باعث کاهش هزینه‌های ناشی از خطای انسانی می‌شود. ***FIT*** نه تنها در مونتاژ قطعات بلکه در واحدهای سرویس و نگهداری

و تعمیرات می‌تواند نحوه باز شدن اجزای محصول و تقدم و تاخر باز کردن قطعات را که نکته‌ای مهم در تعمیرات ماشین‌آلات می‌باشد برنامه‌ریزی کند. اگر هدف، باز کردن قطعات یک هواپیما برای سرویس و تعمیرات سالیانه آن باشد وجود یک راهنمای دیجیتال که مجموعه عملیات باز یا بسته شدن قطعات را به صورت متحرک نمایش می‌دهد به‌صورت معنی‌داری در کاهش زمان، هزینه و خطای انسانی موثر است. امروزه در واحدهای سرویس و نگهداری کاتالوگ‌های حجیم جای خود را به لپ‌تاپ‌های همراه تکنسین‌ها داده‌اند.

از فایل‌های ایجاد شده در ***FIT*** برای آموزش نیروی انسانی و همچنین در واحدهای بازاریابی و فروش برای ارائه یک نمایش تاثیرگذار به تامین‌کنندگان استفاده می‌شود.

این نوع متحرک‌سازی را می‌توان به نوشتن یک سناریو برای ساخت یک فیلم سینمایی تشبیه کرد. در این سناریو طراح مشخص می‌کند که هر قطعه هر زمان در کدام نقطه از فضا قرار داشته باشد و چه مسیری برای رسیدن به هدف طی شود. فرمان Path Finder به طراح برای یافتن بهترین مسیر برای بازکردن یک مجموعه مونتاژی کمک می‌کند. این ابزار به صورت خودکار منطقی‌ترین مسیر را برای متحرک‌سازی مونتاژ و دمونتاژ شدن یک مجموعه مونتاژی انتخاب می‌کند.

در شبیه‌سازی بازکردن مجموعه اگر قطعه مورد نظر در مسیر جابجایی‌اش به قطعات دیگر برخورد کند سیستم با یک اخطار صوتی یا باز داشتن قطعه از حرکت یا شاخص‌کردن قطعاتی که به‌هم برمی‌خورند کاربر را از نحوه و محل برخورد مطلع می‌سازد.

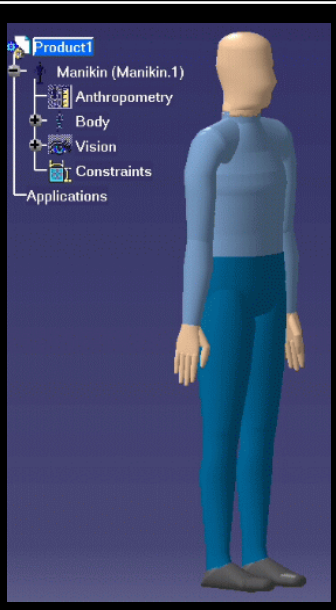
استفاده از امکان Swept Volume در ***FIT*** نیز وجود دارد اما در اینجا این حجم با استفاده از مکان هندسی قطعه در حال مونتاژ ایجاد می‌شود.

بررسی نحوه مونتاژ یا دمونتاژ شدن یک دستگاه بسیار مهم است؛ چه بسا با این شبیه‌سازی عدم امکان اجرای این عملیات در دنیای واقعی مشخص شود و همین امر باعث تغییر طراحی یک قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات شود. "طراحی برای مونتاژ" و "طراحی برای تعمیر و نگهداری" در کنار "طراحی برای ساخت" اصول مهمی هستند که باید در طراحی محصول مد نظر طراح قرار گیرند. دسترسی آسان به برخی از قطعات در طراحی یک محصول مهم است.

۳-۵-۶ Human Builder (HBR)

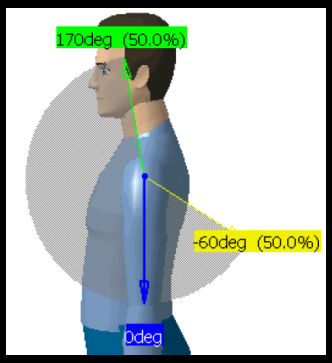
HBR به مدل‌کردن انسان به عنوان اولین مرحله تحلیل برهمکنش بین محصول و انسان اختصاص دارد. عوامل انسانی یکی از مهمترین پارامترها در طراحی ماشین‌آلات و ابزار می‌باشند.

هدف مهندسی عوامل انسانی سازگار کردن محیط و وسایل کار با عملکرد انسان در ارتباط با مشخصه‌های فیزیکی، ذهنی، ادراکی، حسی و .... انسان می‌باشد. از اطلاعات مربوط به این سازگاری می‌توان در طراحی تجهیزات، محیط‌های کاری و ... استفاده کرد. این اطلاعات باید کمک کند تا محیط‌ها و طرح‌های فراهم شده بیشترین راحتی کار و ایمنی ممکن را برای انسان تامین کند و همچنین اطلاعات مربوط به انواع محدودیت‌های ظرفیتی انسان نیز باید تامین گردد. مهندسی عوامل انسانی را ارگونومی می‌نامند (دکترعلی امیرفضلی، روش‌های طراحی در مهندسی، موسسه انتشارات علمی دانشگاه شریف).



مدل دیجیتالی انسان در ***HBR***

HBR وظیفه مدل و هدایت دقیق یک انسان دیجیتالی را با هدف تحلیل رفتار و برهمکنش با محیط اطراف بر عهده دارد. این مدل‌های دیجیتالی از پیش تعریف شده با ابعاد پارامتریک در اختیار طراح قرار دارد. بدن دیجیتالی طراحی شده برای CATIA V5 یکی از دقیق‌ترین مدل‌های دیجیتالی موجود از انسان است. این بدن با دارا بودن ۹۹ اتصال حرکات یک انسان را شبیه‌سازی می‌کند. مشخص کردن جنسیت مدل، انواع روش‌های حرکت دادن اعضا بدن با توجه به خصوصیات بدن (مثلاً محدودیت حرکت زاویه‌ای بازوی انسان)، مجموعه‌ای کامل از حرکت‌های خاص (مثلاً تفاوت فرم نگه داشتن یک جسم سیلندری و یک جسم کروی در دست)، امکان ذخیره مدل‌های ایجاد شده در یک کاتالوگ برای استفاده مجدد، ساخت انیمیشن از حرکت‌ها و ابزار پیشرفته شبیه‌سازی فضای دید یک انسان از امکانات ***HBR*** است.



محدودیت حرکت بازوی انسان دیجیتالی

مدل‌های دیجیتالی تنها در طراحی و بهینه‌سازی محصولات بکار نمی‌روند بلکه از آنها برای شبیه‌سازی عملیات مونتاژ و بسته‌بندی در خطوط تولید و تعمیر و نگهداری نیز استفاده می‌شود تا آسیب‌های احتمالی وارده به بدن کارگران خط تولید و دسترسی آسان تکنسین برای بازرسی و تعمیر قسمتی از یک ماشین مورد بررسی قرار گیرد. البته در این راه DELMIA نیز به کمک CATIA می‌آید.

(۳) (۲) (۱)

حالت یک دست دیجیتالی هنگام نگه‌داشتن اجسامی با فرم‌های متفاوت؛ حالت نگه داشتن جسمی مانند یک پیچ (۱)، جسم کروی (۲) و جسم استوانه‌ای (۳)

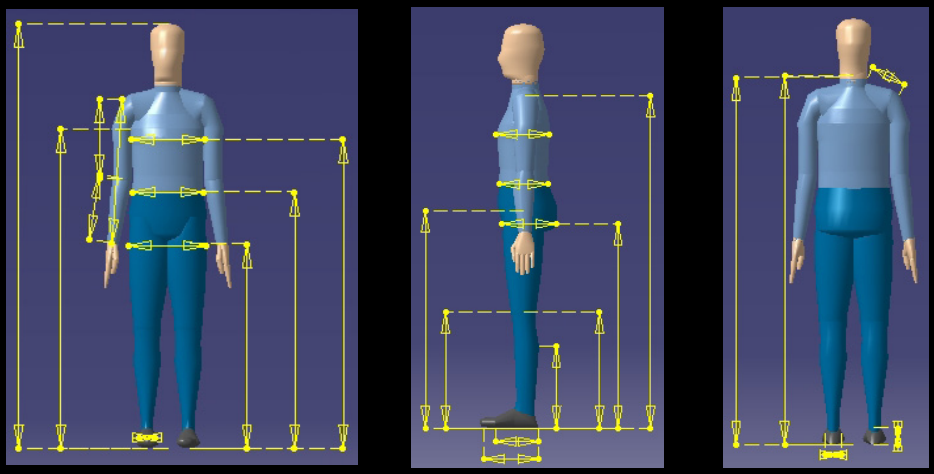
۳-۵-۷ Human Measurements Editor (HME)

امکانات ***HME*** به طراح اجازه می‌دهد تا خصوصیات ابعادی یک انسان (آنتروپومتری (Anthropometry) بررسی رابطه نسبی بین هیکل، وزن و ابعاد اجزاء بدن) را بهتر مدیریت کند.

یکی از موضوعات مهم در این حیطه توجه به جنسیت و ملیت است که خصوصیات ابعادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در ***HME*** امکان تعیین جنسیت و ملیت مدل فراهم شده است. توجه به ملیت طراحی را در کشورهای مختلف تحت تاثیر قرار می‌دهد. عدم توجه به این فاکتور و مسائل فرهنگی در استفاده از یک محصول در کشور دیگری باعث خسارت‌های جانی و مالی جبران‌ناپذیری خواهد شد. در نظر گرفتن این موضوع برای تولید کنندگانی که محصولات آنها در بازارهای جهانی توزیع می‌شود حیاتی است. ***HME*** علاوه بر پوشش ۵ ملیت به صورت پیش فرض (آمریکایی، کانادایی، فرانسوی، ژاپنی و کره‌ای) قابلیت ایجاد مدل دیجیتالی از ملیت مورد نظر کاربر را نیز دارد.

در محیط مجازی CATIA V5 کاربر ابزاری در اختیار دارد تا بتواند ملیت مدل را انتخاب کند و به تبع این انتخاب، فرم بدن، ابعاد اعضاء، وزن و مرکز ثقل مدل دیجیتالی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این اطلاعات از داده-های آماری هر کشور در مورد خصوصیات ابعادی مردم آن کشور تهیه می‌شود. همچنین بر اساس اطلاعات آماری کاربر مشخص می‌کند که مدل طراحی شده چند درصد از جمعیت آماری را پوشش دهد.

در ***HME*** ۱۰۳ متغیر آنتروپومتری پارامتریک قابل تعریف است.



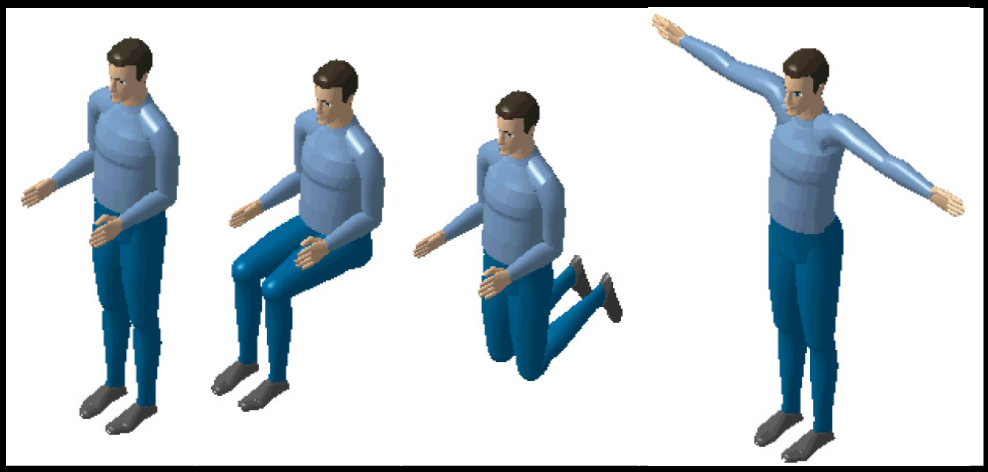
تعریف دقیق پارامترهای ابعادی یک انسان دیجیتالی

۳-۵-۸ Human Posture Analysis (HPA)

امکانات ***HPA*** به طراح امکان می‌دهد که به صورت کیفی جنبه‌های مختلف حالت‌های قرارگیری مدل دیجیتالی (Posture) و نحوه تاثیرگذاری این حالت‌ها بر روی عملکرد او را تحلیل کند و با اجرای آزمون‌هایی راحتی و عملکرد اپراتور را در ارتباط با محیط اطراف بهینه نماید.

این بهینه‌سازی با توجه به اطلاعات از قبل ذخیره شده در بانک اطلاعاتی در مورد وضعیت ایده‌آل قرارگیری اندام بدن انجام می‌شود. تمام یا قسمتی از بدن می‌تواند تحلیل شود و با مقایسه حالت مدل (مثلاً حالت نشستن راننده بر روی مبل اتومبیل در رانندگی) با بهترین معیارهای حالت‌های قرارگیری بدن که از قبل در بانک‌های اطلاعاتی ذخیره شده است به هر کدام از اعضای بدن مدل یک مقدار عددی اختصاص

داده می‌شود تا مشخص شود که مثلاً زاویه خم شدن زانو در هنگام نشستن چه مقدار با معیارهای مطلوب فاصله دارد. این امتیازها به‌صورت مقادیر درصدی، نمودار یا کدهای رنگی برای هر کدام از اعضای بدن در اختیار کاربر قرار می‌گیرد تا پارامترهای ابعادی برای رسیدن به وضعیت مطلوب تصحیح شود. این سیستم می‌تواند به‌صورت خودکار بهترین حالت را به طراح پیشنهاد کند. این تغییرات، طراحی محصول (در اینجا طراحی مبل و پدال‌ها) را به طور مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد. بر همین اساس هدف از استفاده از ابزار Postural Score Analysis در ***HPA*** پی بردن به میزان راحتی و کارایی کاربر در شرایط واقعی در هنگام کار با محصول می‌باشد.



حالت‌های از پیش تعریف شده برای بدن در ***HPA***

۹-۵-۳ Human Activity Analysis (HAA)

با استفاده از ابزار تحلیل ارگونومی ***HAA*** می‌توان راحتی، ایمنی و کارایی کاربر را در زمان استفاده از محصول در دنیای واقعی افزایش داد و از آسیب به بدن او جلوگیری کرد. امکانات ***HAA*** زمانی که در کنار امکانات ***HPA*** و ***HME*** قرار گیرد به ابزار قدرتمندی برای تحلیل رفتار و حرکات انسان با استفاده از مدل دیجیتالی تبدیل می‌شود. ***HAA*** پاسخ‌گوی نیاز مهندسین عوامل انسانی، بیومکانیک، تعمیر و نگهداری، صنایع بسته‌بندی، ساخت و تولید و طراحان خطوط تولید می‌باشد.

اطمینان از انطباق طراحی با خصوصیات استفاده‌کنندگان برای رقابت در بازارهای جهانی از اهمیت بسزایی برخوردار است. ***HAA*** توجه خود را بر این مسئله متمرکز می‌کند که چگونه یک انسان با اشیاء محیط واقعی برهمکنش دارد و نحوه بلندکردن، پایین گذاشتن، هل دادن، کشیدن و حمل اشیا بر سلامتی و کارایی او چه تاثیری می‌گذارد. در این محیط کاری تمام وضعیت‌های بدنی از حالت ایستادن تا حرکات پیچیده ایجاد و ذخیره می‌شود و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

برای بهینه‌سازی فعالیت‌های بلندکردن-پایین‌گذاشتن، هل‌دادن-کشیدن و حمل می‌توان از معادلات NIOSH 1981، NIOSH 1991 و Snook and Ciriello استفاده کرد. طراح برای تحلیل، متغیرهای

متعددی از جمله محدودیت‌های کاری، وزنی (مثلاً حداقل وزن در توان یک فرد برای جابجایی) و بیشترین وزن در توان یک فرد برای جابجایی را مشخص می‌کند. نتیجه این تحلیل پیش‌بینی کارایی، اطمینان از حفظ سلامتی و رعایت استانداردهای ایمنی کاربر می‌باشد.

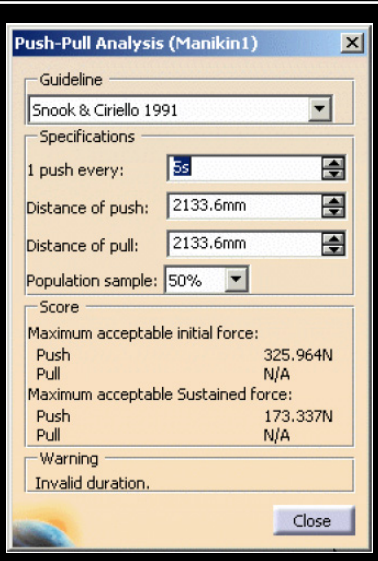
پنج تحلیل RULA، Lift-Lower، Push-Pull، Carry و Biomechanicks Single Action با استفاده از امکانات ***HAA*** انجام می‌شود.

RULA سرنام عبارت Rapid Upper Limb Assessment است. این روش برای تحقیق و بررسی خطراتی است که ممکن است هنگام کار برای اندام بالا تنه کارگر اتفاق بیفتد. باید در پارامترهای این نوع تحلیل، تعداد دفعاتی قرار گرفتن مدل در این حالت، تناوب آن و وزن شی در دست مدل مشخص شود. تحلیل، برای طراح قابل قبول بودن وضعیت بدنی یا تصحیح آن را مشخص می‌کند. در این تحلیل تعداد حرکات، کار استاتیک عضلات، نیرو، وضعیت بدنی درحالت کار و زمان کار بدون وقفه برای تعیین امتیاز نهایی دخالت داده می‌شود. نتیجه این تحلیل با امتیازی بین ۱ تا ۷ به طراح منتقل گردد (امتیاز ۱-۲ (رنگ سبز) وضعیت قابل قبول و بدون مشکل در طولانی مدت، امتیاز ۳-۴ (رنگ زرد) نیاز به تحقیق بیشتر به دلیل مشخص شدن نیاز به ایجاد تغییر، امتیاز ۵-۶ (رنگ نارنجی) نیاز به انجام تغییر، امتیاز ۷ (رنگ قرمز) نیاز فوری به اعمال تغییر). در شکل نتیجه این تحلیل با استفاده از کدهای رنگی بر روی اعضای بدن مدل نشان داده شده است.

نتیجه تحلیل RULA نشان داده شده با کدهای رنگی بر روی اعضای مدل بدن

در Lift-Lower Analysis از معیارهای NIOSH 1981، NIOSH 1991 و Snook and Ciriello 1991 برای تحلیل استفاده می‌شود. نکته مهم اینکه باید وضعیت بدن در حالت ابتدایی و انتهایی برای انجام این تحلیل به سیستم معرفی شود.

در Push-Pull Analysis با معیار Snook and Ciriello 1991 و بر اساس تحقیقات اس. اسنوک و وی. سیریلو در زمینه هل‌دادن و کشیدن اجسام پایه‌گذاری شده است. در این تحلیل باید زمان تکرار، مسافت هل دادن یا کشیدن جسم و همچنین محدوده آماری آن را در نظر گرفت. نتیجه انجام این تحلیل مشخص شدن نیروی اولیه برای شروع حرکت هر کدام از عملیات کشیدن یا هل دادن و نیروی لازم برای ادامه حرکت جسم می‌باشد. در شکل نتیجه نمونه‌ای از این تحلیل نشان داده شده است.



نتیجه یک تحلیل Push-Pull Analysis

Carry Analysis با معیار Snook and Ciriello 1991 و بر اساس تحقیقات اس. اسنوک و وی. سیریلو در زمینه حمل اجسام پایه‌گذاری شده است. در این تحلیل باید زمان تکرار عمل، مسافت جابجایی جسم و محدوده آماری را در نظر گرفت. نتیجه انجام این تحلیل مشخص شدن وزن مناسب بار با در نظر گرفتن فاکتورهای ایمنی و سلامت فرد می‌باشد.

در نهایت با استفاده از ابزار Biomechanics Single Action Analysis داده‌های بیومکانیکی بر روی کارگر در وضعیت قرارگیری بدنی معین شده اندازه‌گیری می‌شود و اطلاعاتی مانند بارهای وارد بر مهره‌های پایین تنه و همچنین نیروها و گشتاورهای وارد بر مفاصل بدن محاسبه می‌شود. نیروهای وارد بر دست‌های مدل‌دیجیتالی در تحلیل بیومکانیک در نظر گرفته می‌شود؛ این نیروها بارهای وارده در جابجایی، بلند کردن، پایین گذاشتن، هل دادن یا کشیدن می‌باشند.

معیارهایی که این تحلیل‌ها از آن استفاده می کنند بدین شرح هستند:

۱. معیار NIOSH 1981 توسط موسسه ملی ایمنی و سلامت شغلی به‌صورت یک تساوی جبری برای تحلیل بلند کردن دو دستی اجسام به صورت متقارن (به‌وسیله دو دست، بدون خم شدن بدن و فاصله دو دست کمتر از ۷۵ سانتی‌متر (۳۰ اینچ) باشد) ارائه شد. در این تحلیل باید بار با دست‌ها و همچنین کف کفش‌ها با سطح زمین کاملاً جفت باشند. در این حالت باید زمان تکرار عمل و تداوم آن توسط طراح مشخص شود. نتیجه انجام تحلیل با این معیار مشخص شدن بار مناسب برای جابجایی و بار بحرانی (حد وارد آمدن صدمات شدید به بدن) می‌باشد.

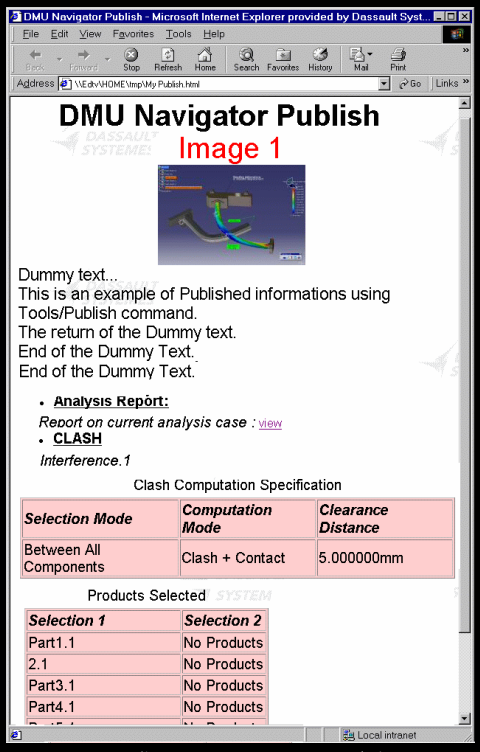
۲. تساوی جبری NIOSH 1991 تساوی تجدید نظر شده NIOSH 1981 می‌باشد که توسط آن بلند کردن با دو دست تحلیل می‌شود. حالت عدم تقارن در بلند کردن نیز در نظر گرفته می‌شود. در این حالت باید زمان تکرار عمل و تداوم آن و وضعیت جفت شدن دست‌ها با بار و میزان بار مشخص شود. نتیجه انجام این تحلیل مشخص شدن بار مناسب برای بلند کردن تکرار شده در طول یک زمان طولانی با توجه به وضعیت اولیه و نهایی بدن می‌باشد.

۳. معیار Snook and Ciriello 1991 بر اساس تحقیقات اس. اسنوک و وی. سیریلو بر نحوه بلند کردن و پایین گذاشتن اجسام به‌وجود آمده است. در این حالت فقط باید زمان تکرار عمل و محدوده آماری مشخص شود. نتیجه انجام تحلیل با این معیار مشخص شدن بار مناسب با در نظرگرفتن ایمنی برای بلند کردن ۷۵ ٪ از جمعیت در نظر گرفته شده می‌باشد.

۳-۵-۱۰ DMU – Engineering Analysis Review (ANR)

در ANR بررسی ماکت دیجیتالی در کنار نتایج حاصل از تحلیل‌های مجموعه محیط‌های کاری Analysis که اختصاص به تحلیل قطعات با روش اجزاء محدود دارد انجام می‌شود بدون اینکه محیط‌های کاری اختصاصی مربوط به آن در اختیار کاربر باشد. به عنوان مثال می‌توان تغییر شکل قطعه یا مجموعه‌ای از قطعات را با تحلیل مدل‌های مش مشخص کرد تا احتمال برخورد قطعاتی که دچار این تغییرات شده‌اند بررسی شود.

در ANR تحلیل‌های تداخل، برش‌های مقطعی، اندازه‌گیری و بررسی کمترین فاصله بین قطعات بر روی مدل‌های اجزاء محدود در حالت نرمال یا تغییر شکل یافته انجام می‌شود. همچنین می‌توان نتایج حاصل از بارگذاری بر روی مدل مش را متحرک کرد و از نتایج حاصل از آن گزارشی شامل جدول، تصویر و انیمیشن در قالب HTML ایجاد کرد.



نمونه گزارش تهیه شده در ANR در قالب HTML

۳-۵-۱۱ DMU Fastening Review (FAR)

برای اتصال اجزاء یک ماشین (Machine) از انواع روش‌های جوشکاری، چسب‌های صنعتی، اتصالات پرچی و درزگیرها استفاده می‌شود. در FAR اتصالات ایجاد شده در ABF مورد بررسی قرار می‌گیرند و برای مجموعه اتصالات مدارک فنی تهیه می‌شود. در بررسی اتصالات در FAR می‌توان آنها را با استانداردها مقایسه کرد.

با ابزار FAR می‌توان عملیات جستجو را در بین انبوهی از اتصالات تعریف شده با توجه به خصوصیات‌شان انجام داد یا تمام اتصالات مربوط به یک قطعه خاص را مشخص کرد.

۳-۵-۱۲ CATIA – DMU Space Engineering Assistant (SPE)

SPE زمان طراحی طرح‌های جدید یا تغییر یافتن طرح‌های قبلی را به واسطه بررسی طرح‌ها با مقایسه آن با اطلاعات از قبل ذخیره شده در ENOVIA کاهش می‌دهد؛ لذا با این روش می‌توان صحت ماکت‌های دیجیتالی را بررسی کرد.

همزمان با طراحی در CATIA V5 اطلاعات طرح جدید با قوانین از پیش تعریف و ذخیره شده در ENOVIA مقایسه می‌شود و در صورت بروز هرگونه خطا در طراحی طرح جدید این خطا به کاربر منتقل

می‌شود؛ نتیجه، کاهش زمان و خطاهای طراحی محصول در یک محیط کار گروهی می‌باشد.

۳-۵-۱۳ DMU Dimensioning & Tolerancing Review (DT1)

در ***DT1*** اندازه‌ها، تلرانس‌ها و توضیحات سه‌بعدی قرار داده شده بر روی ماکت بررسی و ویرایش می‌شود.

به دلیل تعدد اندازه‌های سه‌بعدی قرار داده شده روی یک مدل لازم است که اندازه‌های مورد نظر از بین آنها انتخاب شود از این رو با استفاده از امکانات فیلترینگ ***DT1*** می‌توان تنها توضیحات و اندازه‌های لازم را نمایش داد. اندازه‌ها و توضیحات سه‌بعدی در ***FTA*** مجموعه Mechanical Design ایجاد می‌شوند.

۳-۵-۱۴ CATIA – Flex Physical Simulation (FLX)

با استفاده از امکانات ***FLX*** خصوصیات واقعی در طراحی سیستم کابلی یک محصول اعمال می‌شود. از این خصوصیات می‌توان به در نظر گرفتن وزن، انعطاف پذیری و رفتار غیر خطی سیم اشاره کرد.

امکانات ***FLX*** به ***EHI*** (در مجموعه Equipment & Systems Engineering) که مختص طراحی سیستم کابلی یک مجموعه مونتاژی است افزوده می‌شود.

۳-۵-۱۵ CATIA – Knowledge Expert (KWE)

با استفاده از امکانات ***KWE*** می‌توان طرح‌های جدید را با استفاده از قواعد و قوانین پایه یا قوانین متعلق به یک شرکت بررسی کرد و هرگونه مغایرت بین طرح‌های ایجاد شده و قوانین از قبل تعریف شده را مشخص نمود. به زبان ساده‌تر طراح قوانین و ضوابطی را پیش از طراحی تعریف می‌کند تا طرح‌های جدید با استناد به این قواعد و قوانین مهندسی استاندارد صحت پیدا کنند و هرگونه مغایرت باید با تصحیح و تغییر طرح برطرف شود. روش حل مشکل و اجرای این تغییرات را نیز CATIA V5 به طراح پیشنهاد می‌دهد چون سیستم از قبل برای ارائه چنین پیشنهادهایی آموزش داده شده است. این قواعد در CATIA V5 به Rule معروف هستند و بررسی آنها توسط نرم‌افزار Check نامیده می‌شود.

دانش یک فرد متخصص در چنین سیستمی وارد و به اشتراک گذاشته می‌شود تا دیگران نیز بتوانند از این دانش استفاده کنند. این دانش‌ها و قواعد است که بهترین شیوه و کاربردی‌ترین فرآیند را مشخص می‌کند. با تعریف ارائه شده از ***KWE*** می‌توان نتیجه گرفت که این محیط کاری به صورت مستقل کارایی ندارد بلکه باید از آن به عنوان یک ابزار در کنار سایر محیطهای کاری برای بررسی طرح‌ها استفاده شود.

زمانی که از یک قاعده تخطی می‌شود، اقدام اصلاحی مطلوب به طراح پیشنهاد می‌گردد. وضعیت بررسی طرح با آیکون سبز (نشان دهنده طرح معتبر) یا قرمز (نشان دهنده طرح غیرمعتبر) نمایش داده می‌شود. اقدامات اصلاحی که ممکن است بتواند مشکل را حل کند در منویی با مشخص کردن موضوعاتی که باید اصلاح شوند (در محیط گرافیکی نرم‌افزار) نشان داده می‌شوند. به عنوان مثال، طراح می‌تواند ضخامت یک قطعه را با توجه به جنس ماده مورد استفاده برای اطمینان از کفایت این ضخامت برای ایجاد یک سوراخ بر روی آن مدیریت کند. حال اگر طراح سوراخی به قطعه اضافه کرد و قواعد ***KWE*** تشخیص داد

که این سوراخ بسیار نزدیک به دیواره قطعه قرار گرفته است در منویی به طراح پیشنهاد می‌دهد که محل سوراخ باید تغییر کند یا یک جزء تقویتی در محل قرارگیری سوراخ باید به قطعه افزوده شود. طراح با انتخاب راه‌حل مناسب به سیستم اجازه حل مشکل را می‌دهد.

۳-۵-۱۶ CATIA – Knowledge Advisor (KWA)

KWA به مهندسین طراح اجازه می‌دهد تا دانش تجربی خود را در داخل طرح‌هایشان قرار دهند. کاربران با استفاده از ابزارهایی مانند Formula[۱]، Rule[۲]، Reaction[۳] و Check[۴] دانش خود را به طرح‌ها انتقال می‌دهند و آن را به صورت کاربردی در می‌آورند تا در دسترس باشد. ***KWA*** با بررسی طرح و استفاده از Rule به کاربران در تصمیم‌گیری بهتر و دستیابی به طرح‌های بهینه و بدون خطا کمک می‌کند.

ابزار این محیط کاری به همراه دیگر محیط‌های کاری CATIA V5 برای حمایت هوشمند محصولات از طراحی تا فرآیند ساخت و تولید استفاده می‌شود. همچنین با استفاده از این امکانات، اجزای محصول برای بکارگیری در طراحی محصولات جدید "هوشمند" می‌شود.

طراح می‌تواند با استفاده از ابزار What if تاثیر تغییر یک یا چند پارامتر را بر روی طرح بررسی کند. مثلاً بررسی کند که وزن قطعه به ازای تغییر قطر و عمق یک سوراخ چگونه تغییر می‌کند. در واقع طراح از نرم‌افزار می‌پرسد چه می‌شد اگر...؟ در صورت نیاز می‌توان این تغییرات را بر روی قطعه اعمال و در محیط گرافیکی مشاهده‌شان کرد. همچنین با استفاده از ابزار How to این مسیر در خلاف جهت طی می‌شود، یعنی برای رسیدن به یک هدف، پارامترها چگونه باید تغییر کنند. در مثال ما، اگر بخواهیم وزن قطعه ۵ کیلوگرم شود شعاع و قطر سوراخ قطعه چه مقدار باید باشد؟ در این روش طراح از نرم‌افزار می‌پرسد چگونه ...؟ این دو قابلیت از توانایی‌های فرمان Knowledge Inspector می‌باشند که در سایر محیط های کاری نیز مشاهده می‌شوند.

۳-۵-۱۷ CATIA – Product Engineering Optimizer (PEO)

امکانات ***PEO*** در راستای بهینه‌سازی محصول می‌باشد. برای بهینه‌سازی محصول از دو ابزار Design of Experiments و Design by Goal استفاده می‌شود.

برآورد و تعیین سریع بهترین پیکربندی برای یک طرح به دلیل ترکیب‌های زیاد پارامترها (طول، جرم، تغییر شکل و ...) بسیار مشکل است. در ***PEO*** با استفاده از ابزار Design of Experiments و ترتیب دادن

۱- یک وابستگی است که قیدی را بر روی پارامتری اعمال می‌کند. Formula گزاره‌ای است تک‌خطی که در طرف چپ آن پارامتر مقید شده و در طرف راست آن پارامترهای متغیر قرار دارند

۲- مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها که عموماً به صورت گزاره‌های شرطی چندخطی می‌باشند و از طریق آن رابطه بین پارامترها کنترل می‌شود. نتیجه Rule می‌تواند اختصاص مقدار به پارامتر، نمایش پنجره اطلاعات، اجرای یک Macro یا تغییر نقاط، منحنی‌ها و سطوح برای ایجاد تغییرات توپولوژیکی خودکار باشد

۳- نسبت به پیامدهای انجام یک فعل، بر روی موضوع مشخص عکس العمل نشان می‌دهد به عبارت بهتر Reaction نسبت به وقایع از خود عکس‌العمل نشان می‌دهد. Reaction مشابه Rule است اما مزایای بیشتری دارد

۴- مجموعه‌ای از گزاره‌هایی که برای آگاهی طراح از برآورده یا عدم برآورده شدن وضعیتی معین در نظر گرفته شده است.

آزمایش‌های مجازی، پارامترهای زیادی مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین این ابزار به کاربران امکان ارزیابی برهمکنش بین پارامترها، پیش‌بینی پارامترها و تشخیص پارامتر موثرتر را می‌دهد.

با استفاده از ابزار Design by Goal هدف‌ها و روش‌های بهینه تعریف می‌شود. پس از تعیین اهداف، سیستم در جهت ارائه یک راه‌حل بهینه برای طرحی که حاوی تعداد زیادی متغیر و معیار می‌باشد هدایت می‌گردد. این اهداف می‌تواند Minimization (دست یافتن به کمترین مقدار)، Maximization (دست یافتن به بیشترین مقدار)، Objective Value (دست یافتن به مقدار مطلوب مشخص شده توسط طراح)، Constraint Satisfaction (دست یافتن به یک یا چند قید) باشد. همچنین می‌توان با انتخاب چند پارامتر آزاد که محدوده آنها مشخص شده است سیستم را برای تغییر آنها با هدف رسیدن به یک طرح بهینه آزاد گذاشت. علاوه بر این می‌توان برای سیستم مشخص کرد که در طی اجرای بهینه‌سازی مقادیر مرزی (کمترین و بیشترین مقدار؛ برعکس حالت قبل) را نیز مشخص نماید.

یکی از قابلیت‌های ***PEO*** توانایی انجام عملیات بهینه‌سازی به صورت Multidisciplinary می‌باشد یعنی می‌توان چند هدف مانند هزینه، حجم، زمان و ... را با استفاده از یک رابطه به یکدیگر مرتبط نمود.

برای بهینه‌سازی از الگوریتم‌های Simulated Annealing و Conjugate Gradient استفاده می‌شود.

۳-۵-۱۸ CATIA – Product Knowledge Template (PKT)

با استفاده از مجموعه فرمان‌های ***PKT*** از نمایه‌ها، قطعات، مجموعه‌های مونتاژی، روابط و پارامترهای پرکاربرد، الگو (Template) تهیه می‌گردد و در کاتالوگ‌هایی قرار داده می‌شود تا با مراجعه به آنها بتوان به راحتی از آن موضوعات دوباره استفاده کرد. این موضوعات با به اشتراک گذاشته شدن در دسترس دیگران نیز قرار می‌گیرد. موضوعات ذخیره شده، پارامتریک و نسبت شرایط انعطاف پذیر هستند.

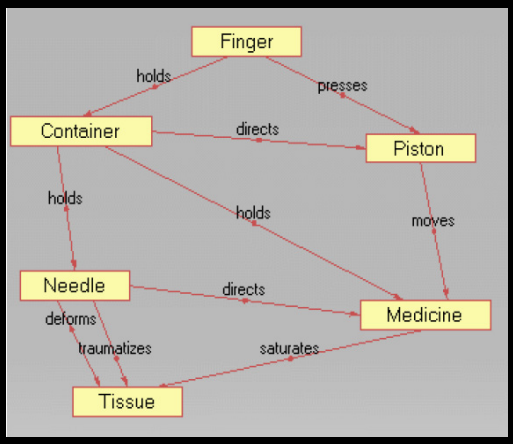
فرمان‌های ***PKT*** در سایر محیط‌های کاری مانند ***PDG*** نیز مشاهده می‌شوند. در واقع امکانات آن در ارتباط با سایر محیط‌های کاری CATIA V5 قابل استفاده است.

۳-۵-۱۹ CATIA – Product Function Description (PFD)

با استفاده از ***PFD*** می‌توان سیستم‌های عملیاتی محصولی (Functional Systems of a Product) که طراحی خواهد شد را به صورت نموداری نشان داد.

برای روش شدن وظیفه ***PFD*** به این مثال توجه کنید. به‌طور کلی سیستم (System) مجموعه‌ای از اجزاء است که جهت رسیدن به هدف یا اهداف مشترک در تعامل با یکدیگر می‌باشند. با همین تعریف یک وسیله تزریق دارو را به عنوان یک سیستم در نظر بگیرید. این وسیله پزشکی از سه جزء اصلی یعنی محفظه، پیستون و سوزن تشکیل شده است که محتوی محلول دارو است. هدف از استفاده از این وسیله انتقال محلول دارو از طریق سوزن به بافت از داخل محفظه با فشار انگشتان به پیستون می‌باشد. نگه داشتن این وسیله وظیفه دیگر انگشتان می‌باشد. در این توضیحات علاوه بر تعریف سیستم، وظیفه هر کدام از اجزاء و نیز ارتباط آنها با یکدیگر گنجانده شده است. همین توضیحات را می‌توان با یک نمودار نیز نشان داد. هر محصول

می‌تواند چنین نموداری داشته باشد.



نمودار سیستم عملیاتی یک وسیله پزشکی

معمولا برای شناخت و درک بهتر سیستم موجود ابتدا از عملیات و فرآیندهای عملیاتی سیستم جهت بررسی شروع می‌شود تا یک شناخت مناسب از سیستم موجود ایجاد شود و سپس طرح مناسب برای مدل انتخاب می‌شود.

در طراحی سیستم جدید، پس از طراحی منطقی سیستم جدید برای اینکه نشان دهیم که سیستم جدید چگونه کار می‌کند، مدل عملیاتی (Functional Model) آن نیز ارائه می‌شود.

برای درک کامل از سیستم موجود باید اطلاعاتی درباره کار (وظایف)، دستور العمل انجام کار، زمان‌بندی معیارهای عملکرد و مکانیسم‌های کنترل را تعیین کرد. این اطلاعات با استفاده از نمودار نمایش داده می‌شود.

مدل عملیاتی در دو مرحله از فرآیند تحلیل و طراحی سیستم یعنی شناخت فیزیکی سیستم موجود و طراحی سیستم جدید کاربرد دارد.

۳-۵-۲۰ CATIA – Product Function Optimizer (PFO)

با استفاده از امکانات ***PFO*** زمانی که طراحی محصول در مرحله مفهومی است مشکلات مهندسی با استفاده از سیستم‌های عملیاتی محصول مشخص و حل می‌شود. ***PFO*** قادر است مشکلات عملیاتی یک سیستم را تشخیص دهد و با جستجو در راه‌حل‌های موجود در بانک‌های اطلاعاتی به حل مشکل کمک کند.

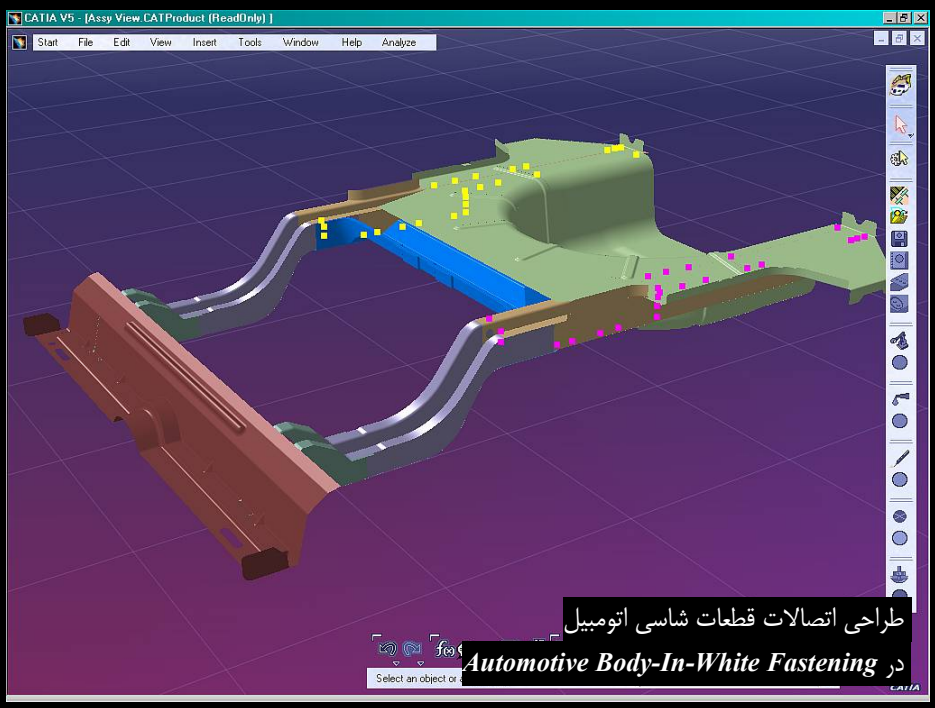
همانطور که در بخش قبل توضیح داده شد کاربر عوامل عملیاتی یک محصول را به عنوان یک سیستم بررسی می‌کند همچنین برهمکنش بین آنها را با امکانات ***PFD*** و ***PFO*** تشخیص می‌دهد. این سیستم به صورت یک نمودار نمایش داده می‌شود؛ موضوعات در گره‌ها نشان داده می‌شوند و برهمکنش بین آنها نیز با خط به‌هم متصل شده است. بنابراین تصویر معنایی محصول پیش از مراحل طراحی آن تعریف می‌شود.

۳-۶ مجموعه Shape Design & Styling

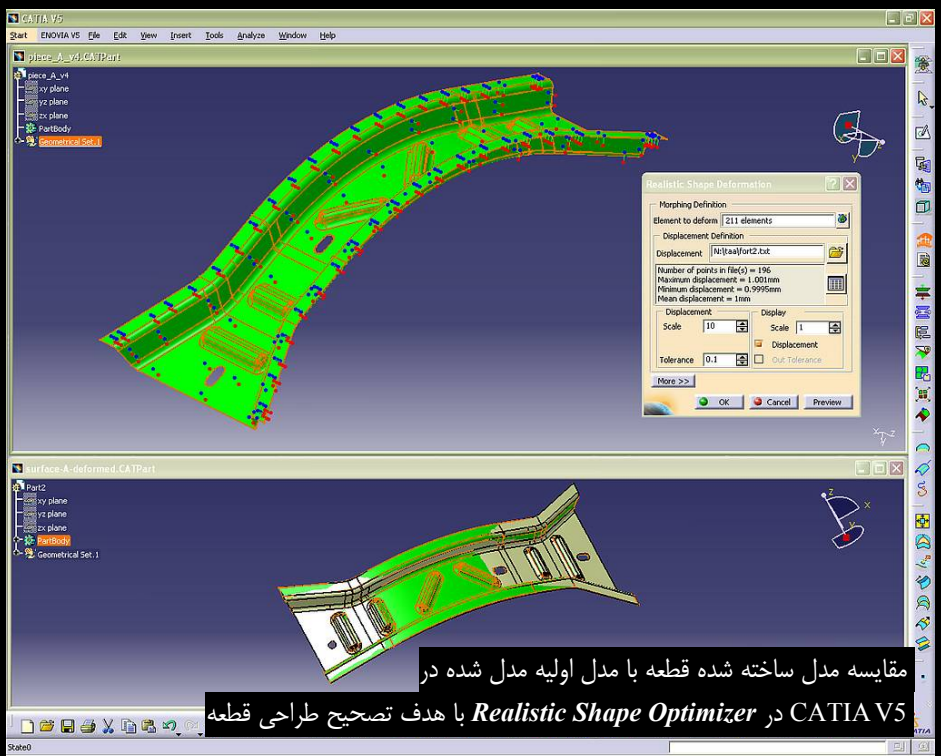
مجموعه محیط‌های کاری Shape Design & Styling به طراح امکان می‌دهند تا سطوحی با فرم‌های پیچیده را ایجاد و آنها را بررسی مهندسی کنند. این سطوح می‌تواند رویه بدنه هواپیما یا یک اتومبیل، شکل آج‌های یک تایر یا حتی رویه یک بطری تزئینی باشد.

کیفیت بالای ارائه (Rendering) محصولات با استفاده از امکانات برخی از محیط‌های کاری این مجموعه باعث توانا شدن طراح به واقعیت بخشیدن به طرح‌های مجازی خود می‌شود.

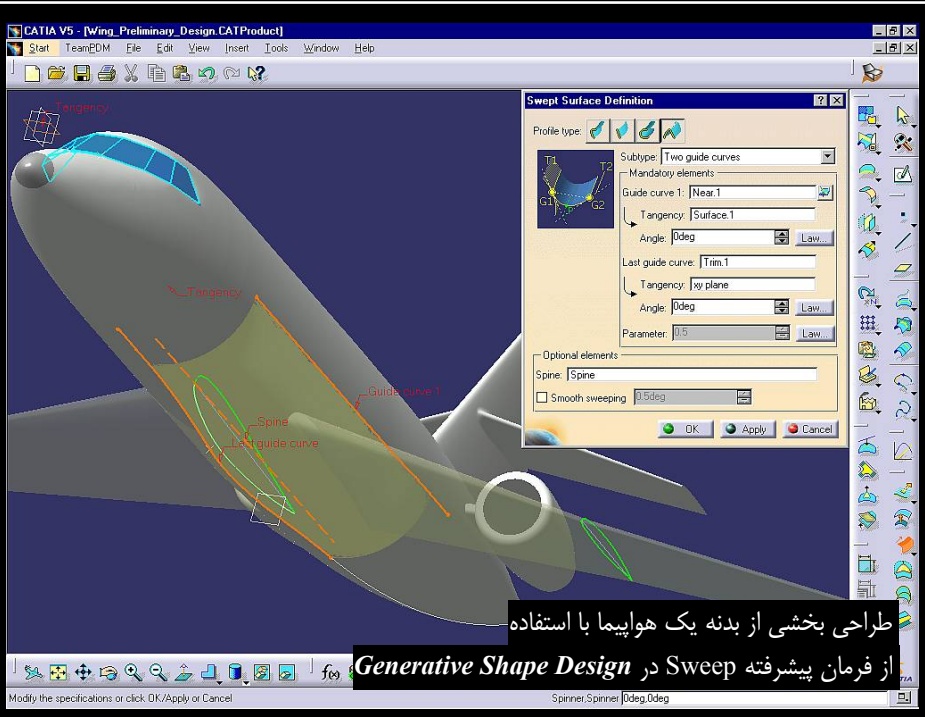
در ابتدا به‌صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Shape Design & Styling آشنا می‌شوید.



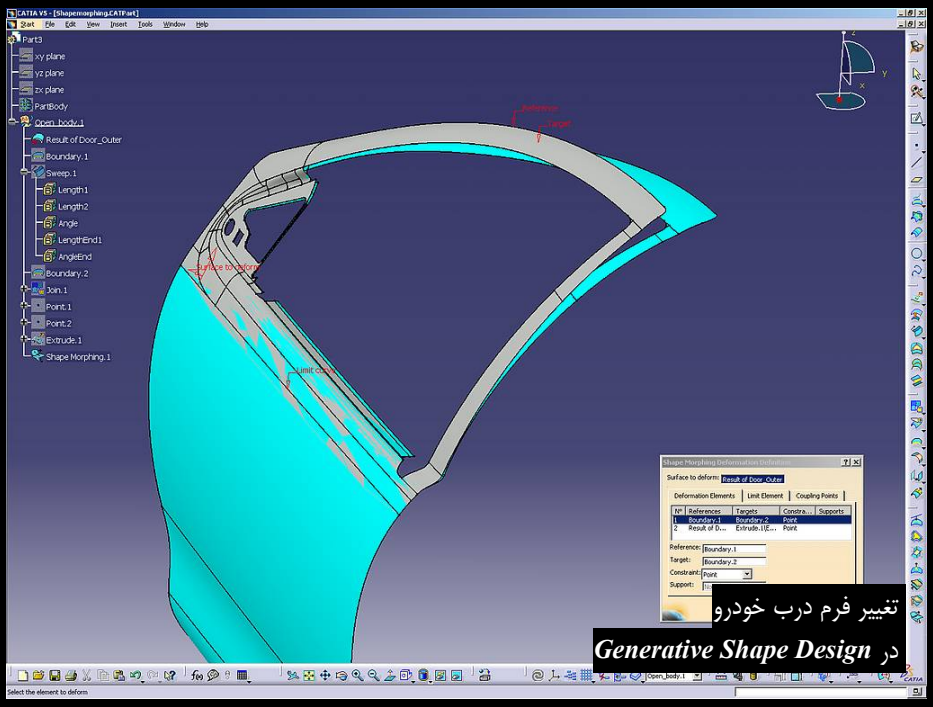
طراحی اتصالات قطعات شاسی اتومبیل
در ***Automotive Body-In-White Fastening***



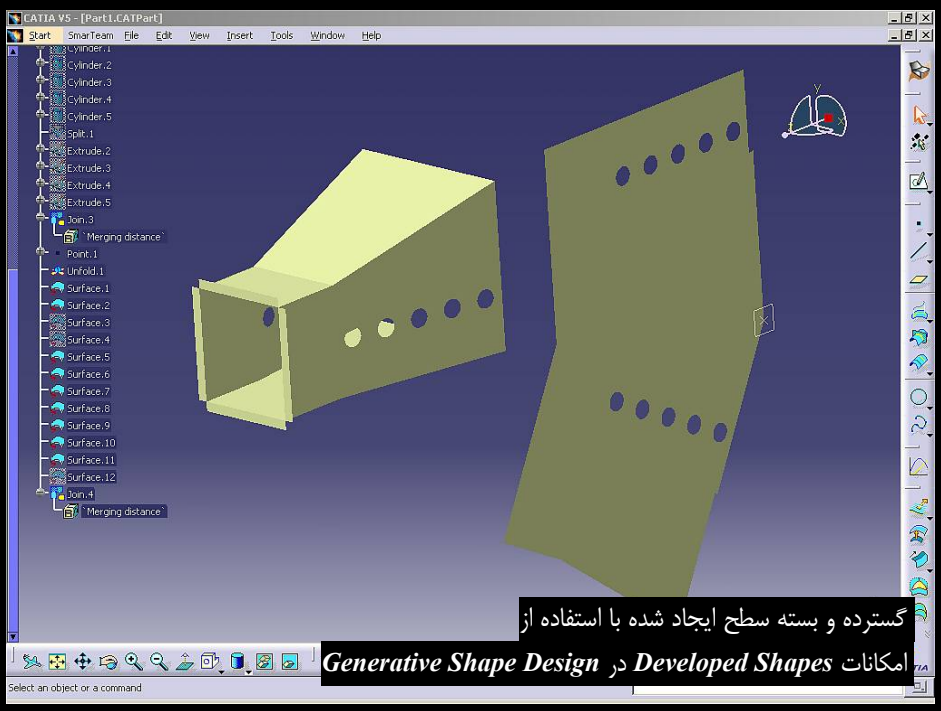
مقایسه مدل ساخته شده قطعه با مدل اولیه مدل شده در
CATIA V5 در ***Realistic Shape Optimizer*** با هدف تصحیح طراحی قطعه



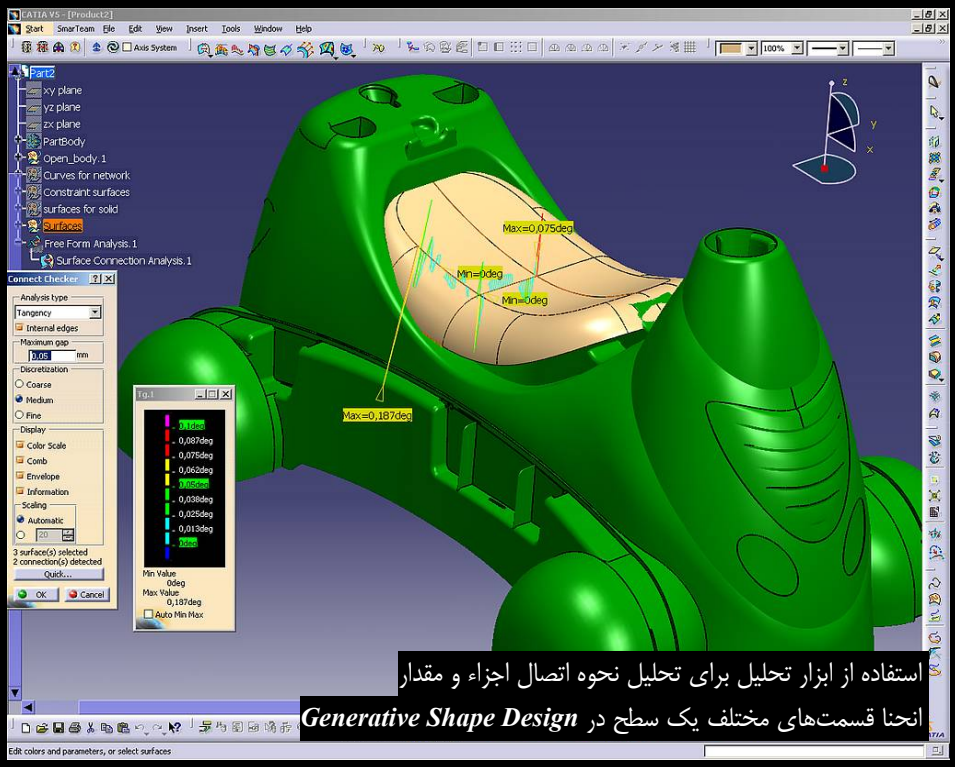
طراحی بخشی از بدنه یک هواپیما با استفاده
از فرمان پیشرفته Sweep در ***Generative Shape Design***



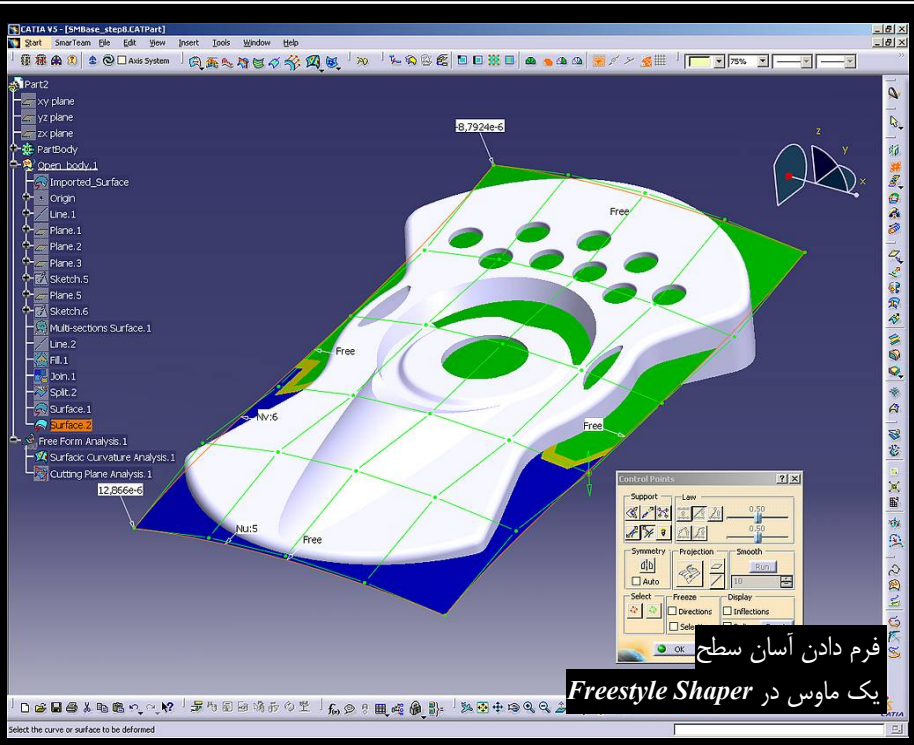
تغییر فرم درب خودرو
در ***Generative Shape Design***



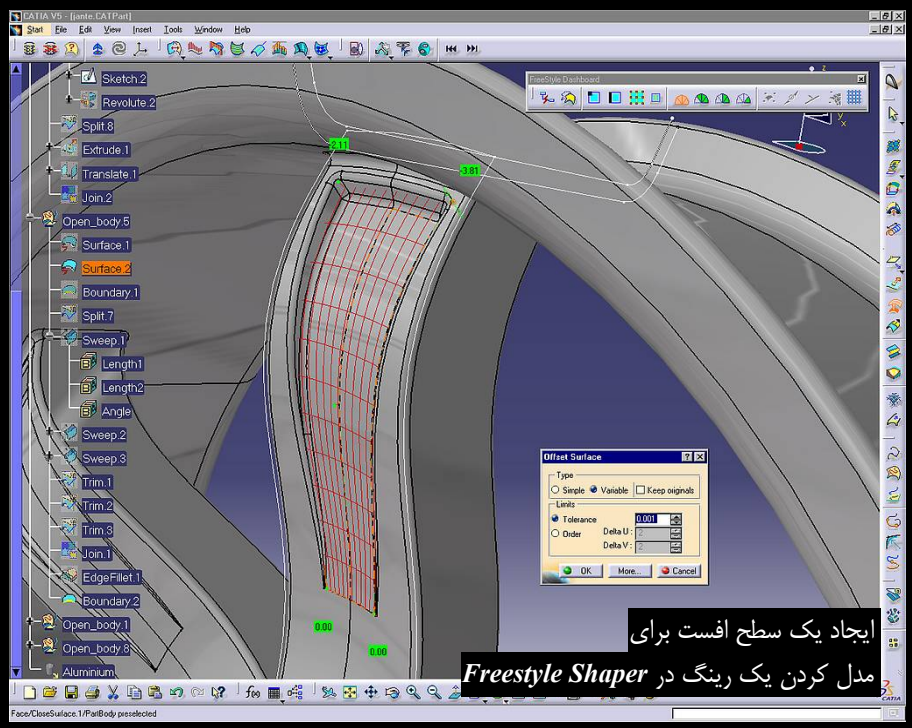
گسترده و بسته سطح ایجاد شده با استفاده از
امکانات ***Developed Shapes*** در ***Generative Shape Design***



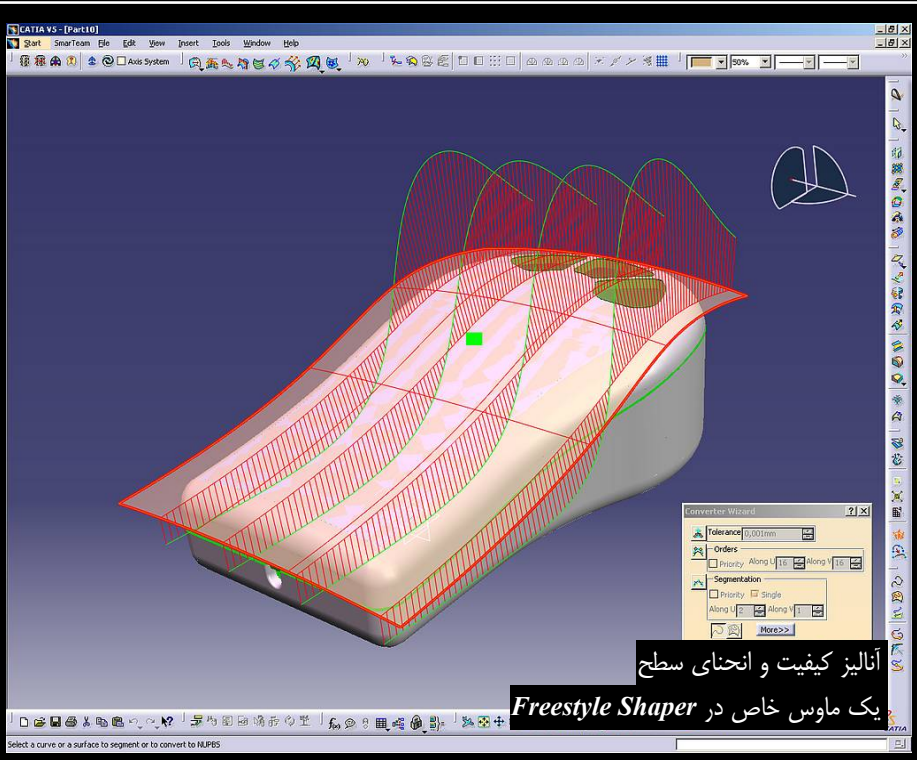
استفاده از ابزار تحلیل برای تحلیل نحوه اتصال اجزاء و مقدار
انحنا قسمت‌های مختلف یک سطح در ***Generative Shape Design***



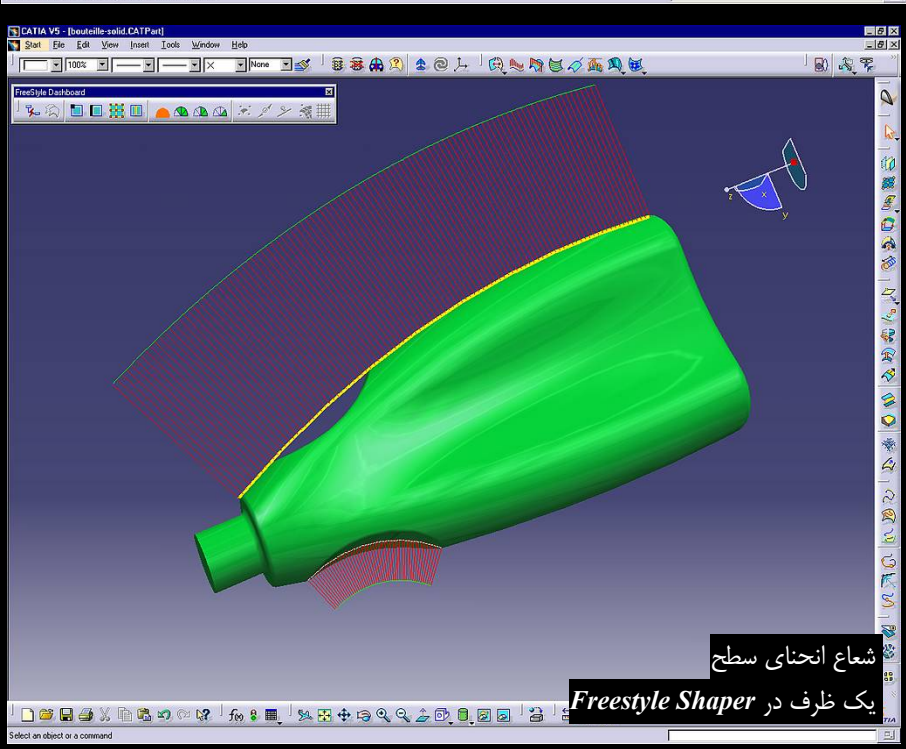
فرم دادن آسان سطح
یک ماوس در ***Freestyle Shaper***



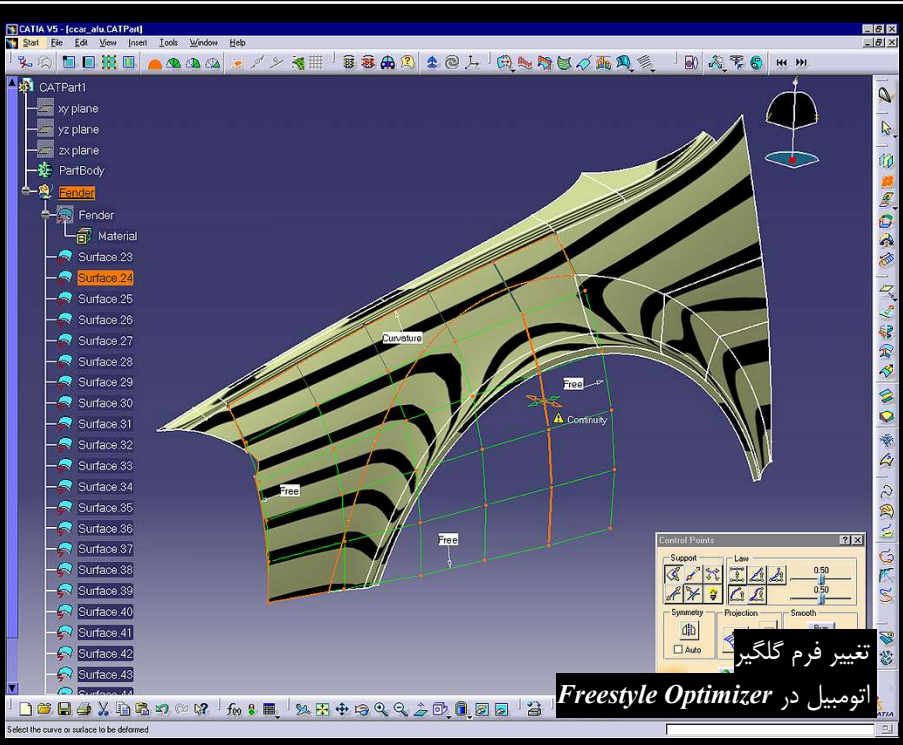
ایجاد یک سطح افست برای
مدل کردن یک رینگ در ***Freestyle Shaper***



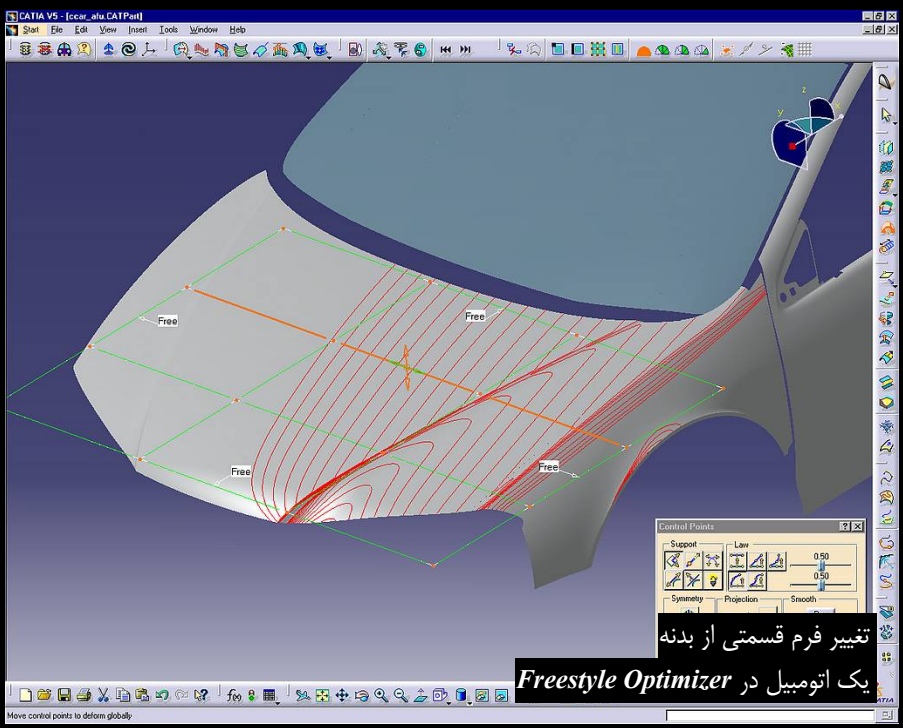
آنالیز کیفیت و انحنای سطح
یک ماوس خاص در ***Freestyle Shaper***



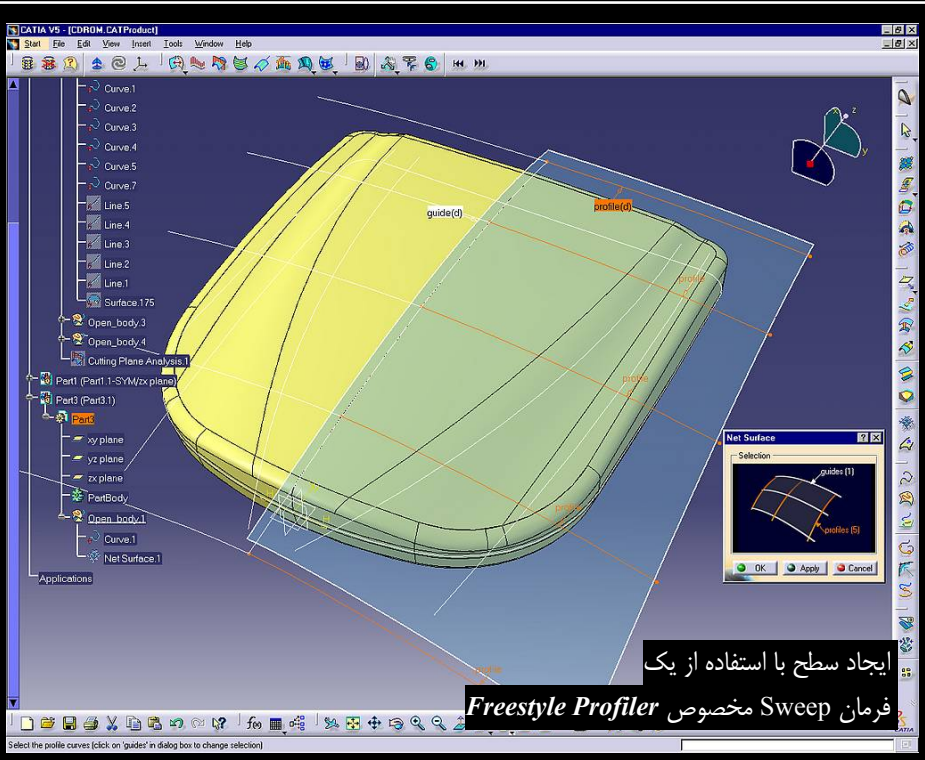
شعاع انحنای سطح
یک ظرف در ***Freestyle Shaper***



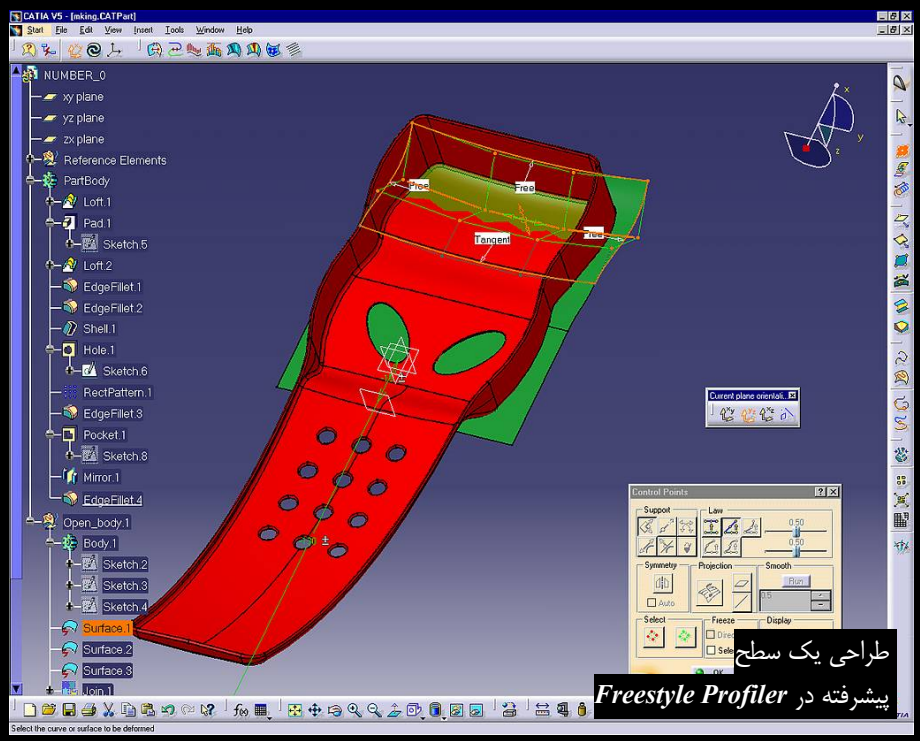
تغییر فرم گلگیر
اتومبیل در ***Freestyle Optimizer***



تغییر فرم قسمتی از بدنه
یک اتومبیل در ***Freestyle Optimizer***

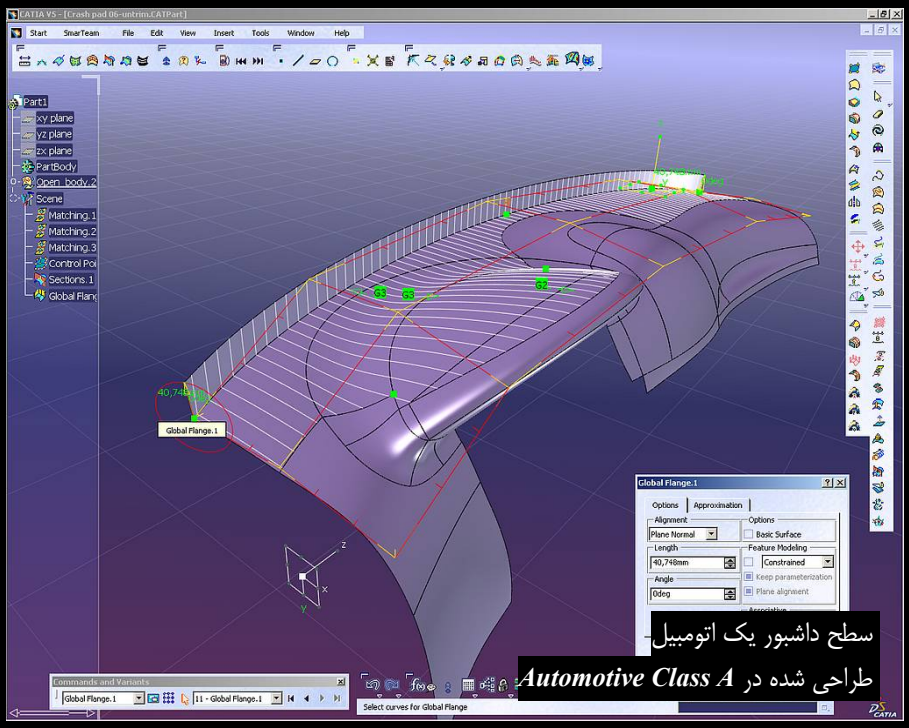


ایجاد سطح با استفاده از یک
فرمان Sweep مخصوص ***Freestyle Profiler***

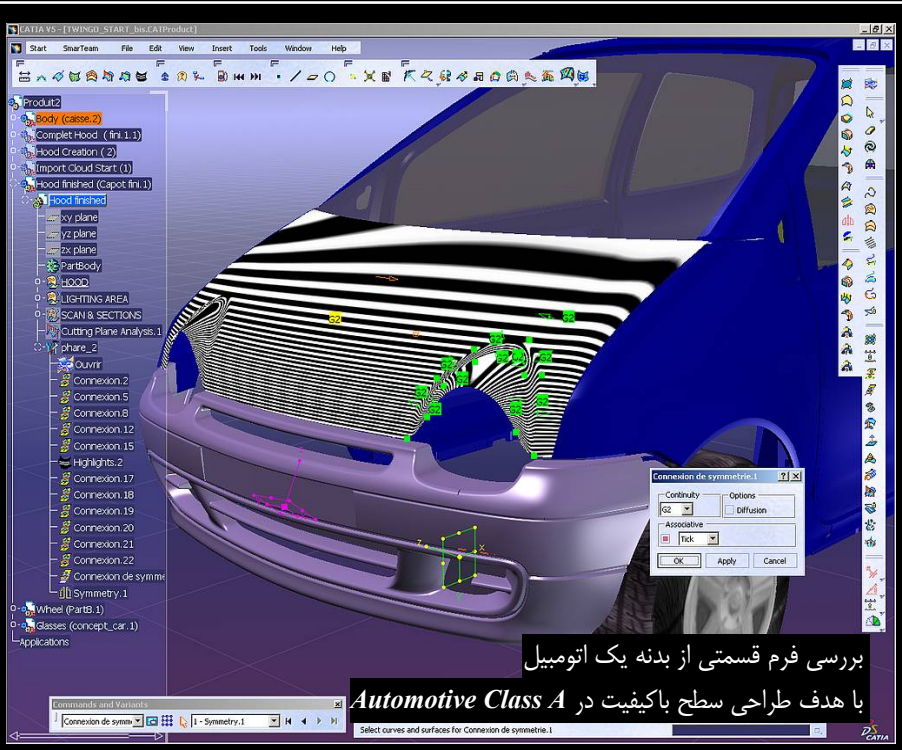


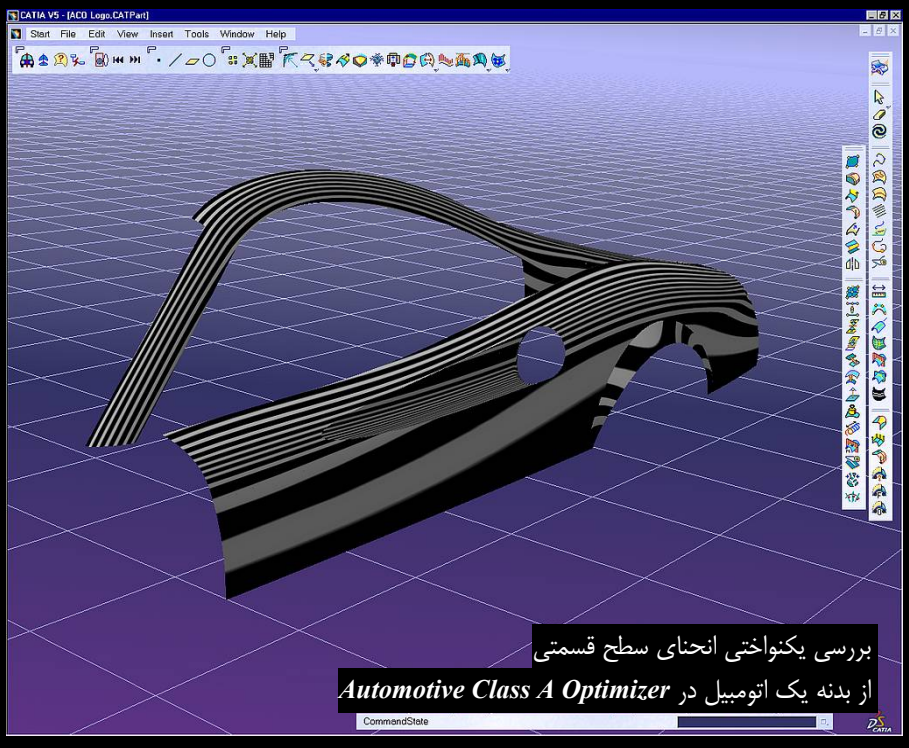
طراحی یک سطح
پیشرفته در ***Freestyle Profiler***

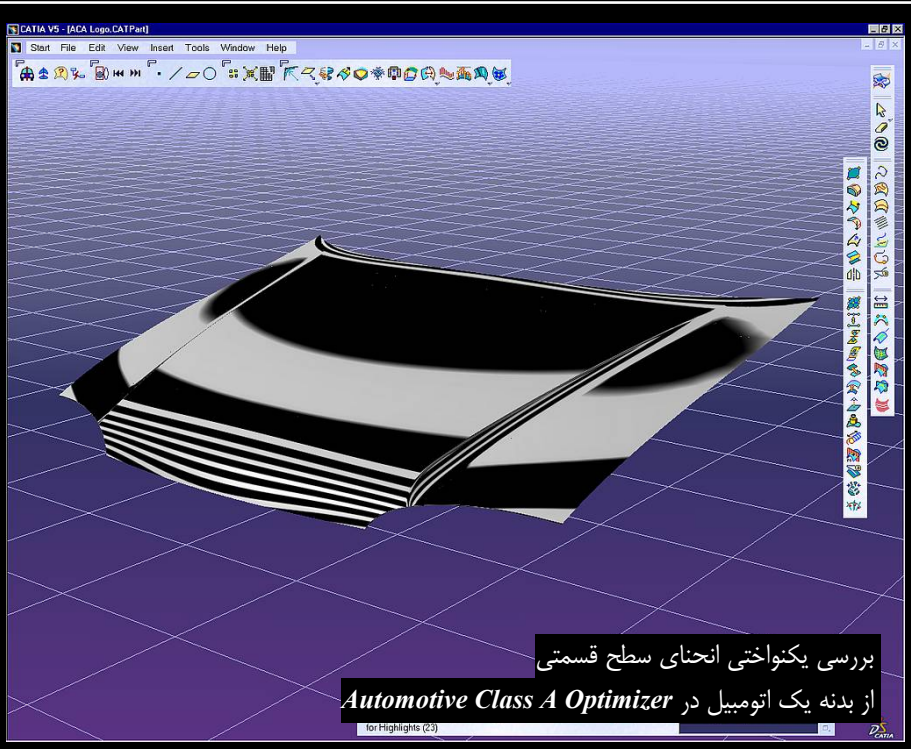
طراحی ماکت دیجیتالی با استفاده
از طرح‌های دوبعدی وارد شده به ***Freestyle Sketch Tracer***

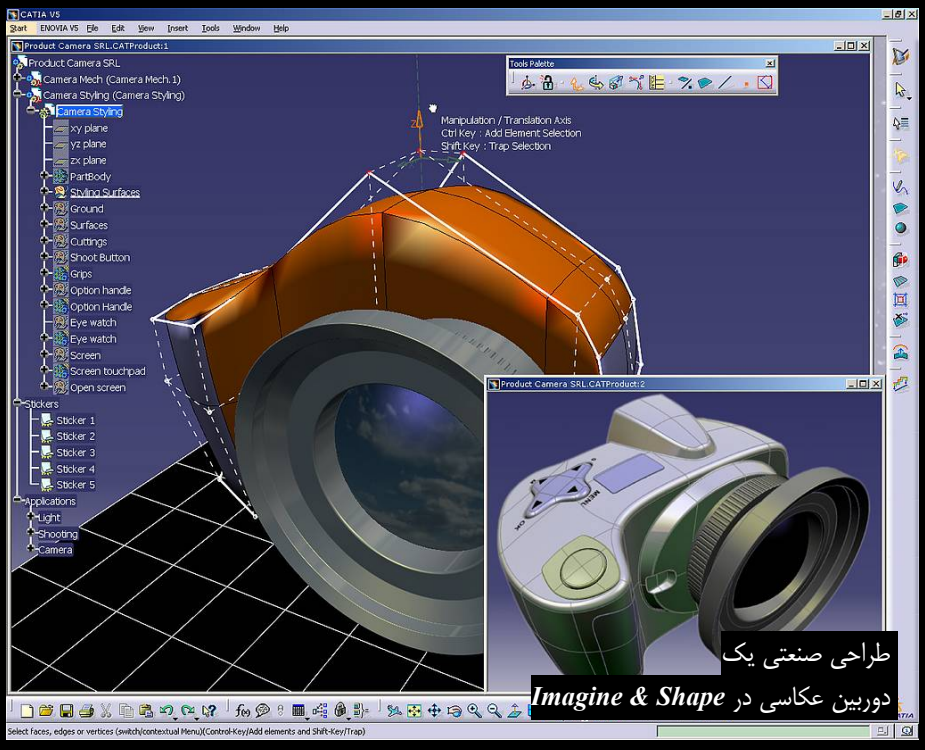


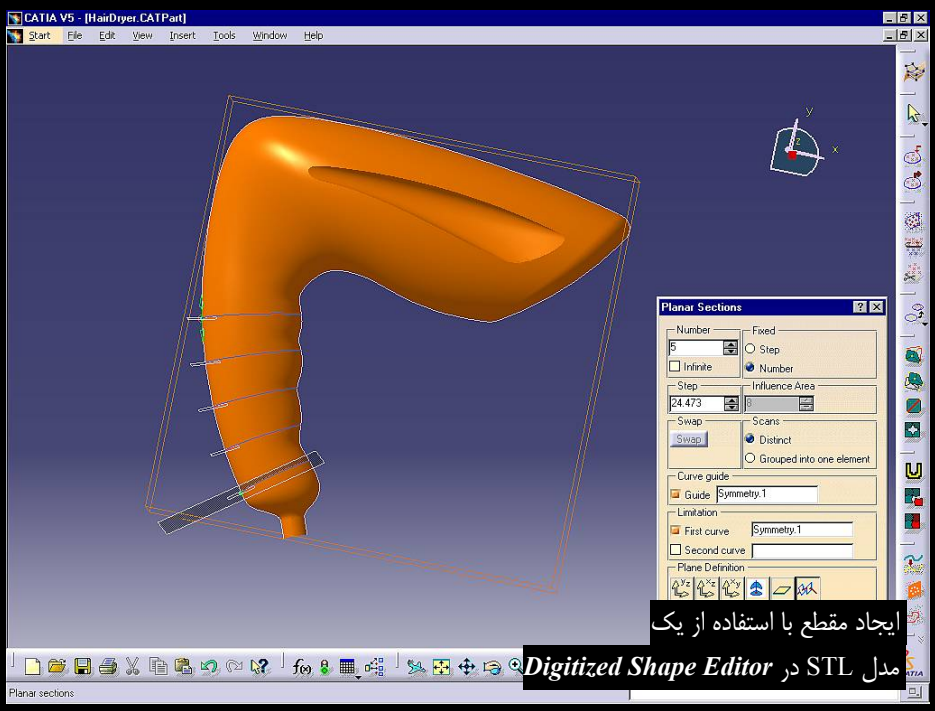
سطح داشبور یک اتومبیل
طراحی شده در ***Automotive Class A***


بررسی فرم قسمتی از بدنه یک اتومبیل
با هدف طراحی سطح باکیفیت در Automotive Class A

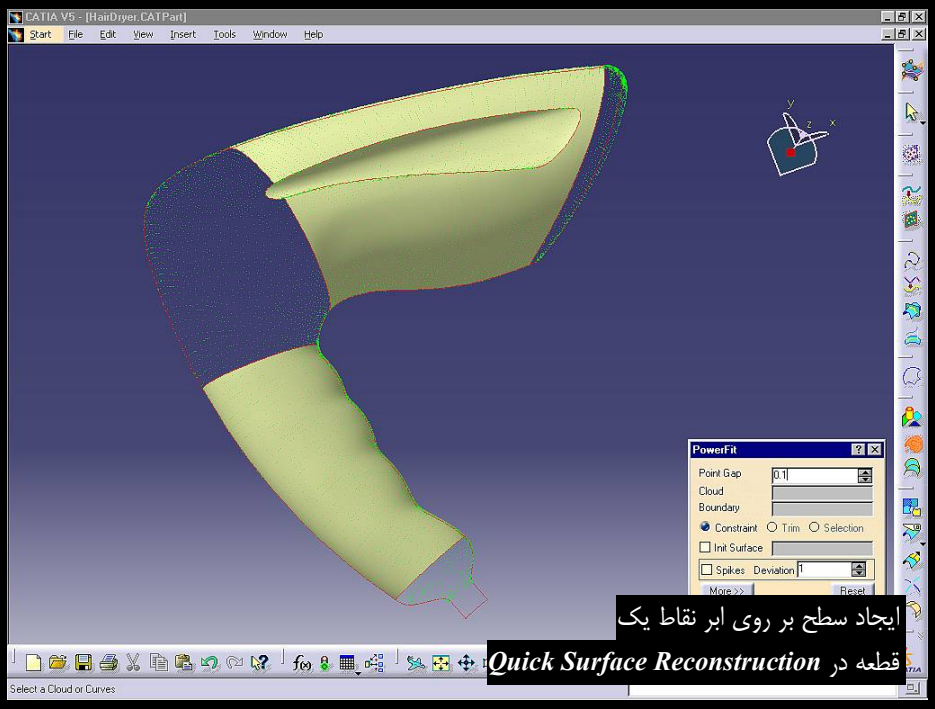

بررسی یکنواختی انحنای سطح قسمتی
از بدنه یک اتومبیل در Automotive Class A Optimizer


CATIA V5 - [ACA Logo.CATPart]
Start File Edit View Insert Tools Window Help
بررسی یکنواختی انحنای سطح قسمتی
از بدنه یک اتومبیل در *Automotive Class A Optimizer*

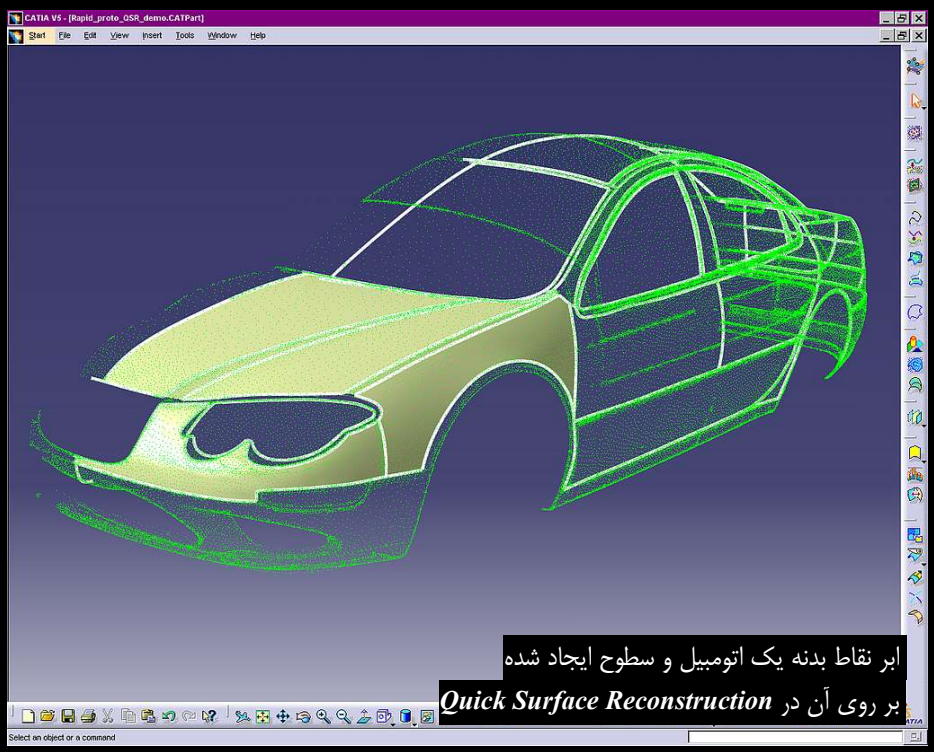

CATIA V5
Product Camera SRL.CATProduct:1
Product Camera SRL
Camera Mech (Camera Mech.1)
Camera Styling (Camera Styling)
Camera Styling
xy plane
yz plane
zx plane
PartBody
Styling Surfaces
Ground
Surfaces
Cuttings
Shoot Button
Grips
Option handle
Option Handle
Eye watch
Eye watch
Screen
Screen touchpad
Open screen
Stickers
Sticker 1
Sticker 2
Sticker 3
Sticker 4
Sticker 5
Applications
Light
Shooting
Camera
Tools Palette
Manipulation / Translation Axis
Ctrl Key : Add Element Selection
Shift Key : Trap Selection
Product Camera SRL.CATProduct:2
طراحی صنعتی یک
دوربین عکاسی در *Imagine & Shape*



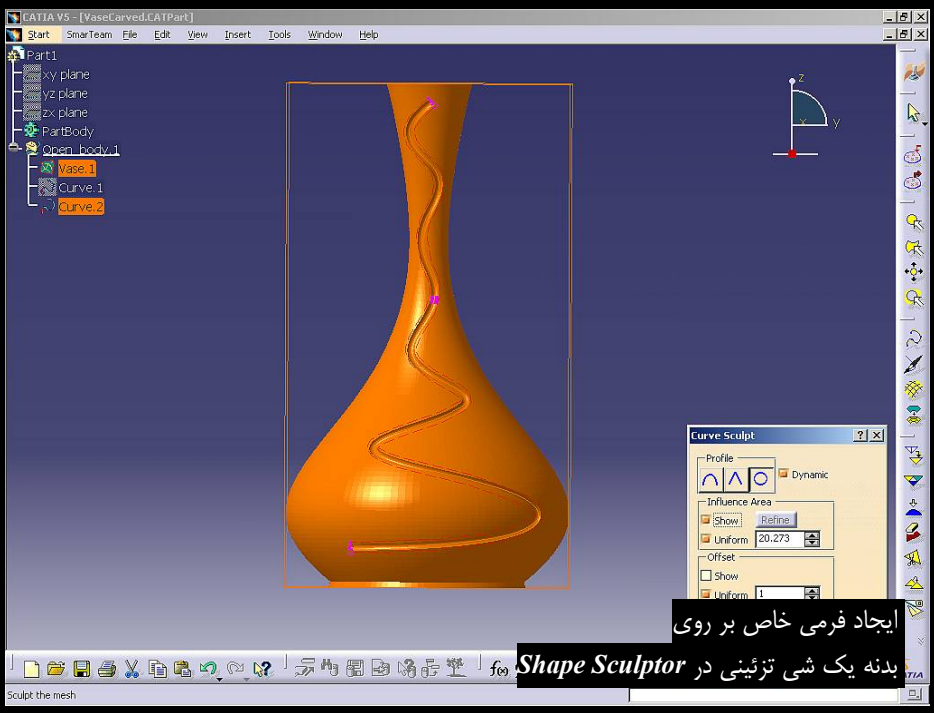
ایجاد مقطع با استفاده از یک مدل STL در ***Digitized Shape Editor***



ایجاد سطح بر روی ابر نقاط یک قطعه در ***Quick Surface Reconstruction***



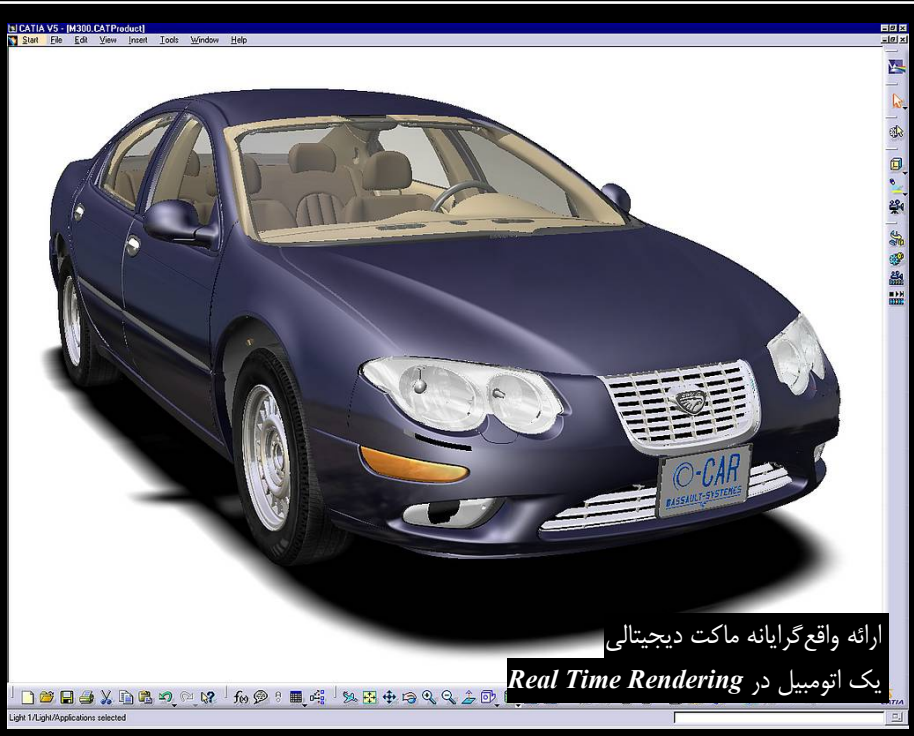
ابر نقاط بدنه یک اتومبیل و سطوح ایجاد شده
بر روی آن در ***Quick Surface Reconstruction***



ایجاد فرمی خاص بر روی
بدنه یک شی تزئینی در ***Shape Sculptor***

اتومبیل تبدیل شده به یک مدل مجازی منطبق بر واقعیت
با استفاده از قابلیت‌های ***Real Time Rendering*** و تخصیص جنس

نورپردازی و اختصاص جنس
به ماکت دیجیتالی در ***Real Time Rendering***



ارائه واقع‌گرایانه ماکت دیجیتالی
یک اتومبیل در ***Real Time Rendering***

اختصاص جنس به مدل برای ایجاد
دکور داخلی یک هواپیما در ***Real Time Rendering***

تعریف محیط قرارگیری ماکت دیجیتالی و ارائه آن برای واقعیت بخشیدن به آن در ***Photo Studio***

بررسی ترکیب رنگ یک ماکت دیجیتالی با محیط قرارگیری آن در ***Photo Studio***

نورپردازی و تخصیص جنس برای ارائه
واقع گرایانه فضای داخلی یک اتاق در ***Photo Studio***

تعریف جزئیات و خصوصیات یک ماده و نورپردازی مناسب
با استفاده از امکانات ***Photo Studio Optimizer*** و ***Photo Studio***

۳-۶-۱ CATIA – Automotive Body-In-White Fastening (ABF)

عبارت Body In White به بدنه یک اتومبیل پس جوش یا پیچ شدن اجزاء بـه یکـدیگر قبـل از سـوار کردن دربها و تزئینات داخلی و رنگ کردن آن اطـلاق مـی‌شـود. بـا اسـتفاده از امکانـات ***ABF*** اتـصالات (Fastener) بدنه اتومبیل برای سوار کردن اجزاء آن در کنار هم طراحی می‌شود. ***ABF*** فناوری‌هـای جـوش، پرچ و استفاده از چسب و درزگیر را در خود جای داده است. پس از انتخاب این اتصالات می‌توان گزارش‌هایی شامل مختصات محل قرارگیری اتصالات و مشخصات قطعات متصل به هم در آن نقطه را استخراج کرد.

۳-۶-۲ CATIA – Realistic Shape Optimizer (RSO)

در ***RSO*** از سطح ایجاد شده با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده از شبیه‌سـازی یـا انـدازه‌بـرداری از یـک محصول ساخته شده برای بهینه‌سازی مدل دیجیتالی سه‌بعدی استفاده می‌شود. ***RSO*** محیطی مـستقل نیـست بلکه امکانات آن (شامل دو فرمان در نوار ابزار Realistic Shape Optimizer) به سایر محیط‌های کاری مانند ***CCV*** (محیط کاری طراحی سنبه و ماتریس) و ***GSD*** (محیط کاری پیشرفته طراحی سطوح) افزوده می‌شود.

زمینه‌های اصلی کاربرد ***RSO*** مواردی همچون تجسم قطعات در وضعیتی که بارگذاری شده‌اند، اجـرای تحلیل معکوس (Reverse Analysis) برای بهینه‌سازی ابزار (انواع قالب‌ها) و بهینه‌سازی قطعات با اسـتفاده از اندازه‌های قطعه ساخته شده در مقایسه با مدل CAD اولیه می‌باشد.

فرض کنید که سطحی در اختیار است که با استفاده از مجموعه محیط‌هـای کـاری Analysis تحلیـل شده است. هر کدام از نقاط این سطح در اثر اعمال بار و در نتیجه تنش‌های ایجاد شده از محـل خـود جابجـا می‌شوند. جابجایی هر کدام از این نقاط با یک بردار انتقال (یک راستا، جهت و فاصـله جابجـایی) نـشان داده می‌شود. این مختصات عددی در یک فایل متنی ذخیره می‌شوند. حال بـا امکانـات ***RSO*** و اسـتفاده از مـدل اصلی و فایل متنی بردارهای جابجایی نقاط مدل اصلی، می‌توان سطح مدل اصلی پس از اعمال بار را ایجـاد کرد و آن را در وضعیت واقعی مشاهده کرد. در واقع به نوعی از سطح اصلی افست ایجاد می‌شود امـا فاصـله افست یکنواخت نیست و افست هر کدام از نقاط سطح اصلی توسط بردارهای انتقال مشخص می‌گردد. از این مدل تغییر شکل یافته می‌توان برای منظورهای مختلف از جمله بررسی برخورد قطعات زیر بار استفاده کرد.

هدف دیگر می‌تواند بررسی انطباق ابزار با شکل و کیفیت مورد انتظار از محصول باشد. به عنوان مثـال، کـاربر مـی‌توانـد خـصوصیت برگـشت فنـری بـه دسـت آمـده از اطلاعـات خروجـی یـک نـرم‌افـزار ثالـث (Third-Party Software) در مورد قطعه مورد نظر را وارد CATIA V5 کند و با استفاده از امکانـات ***RSO*** قطعه‌ای که قالب تولید خواهد کرد را با استفاده از قطعه اصلی مـدل نمایـد و بـا اسـتفاده از آن، مـدل CAD سنبه-ماتریس قالب را بهبود بخشد.

۳-۶-۳ CATIA – Generative Shape Design (GSD)

GSD همانند ***WS1*** بـه ایجـاد مـدل سـیم و سـطح اختـصاص دارد بـا ایـن تفـاوت کـه فرمـان‌هـای پیشرفته‌تری در ***GSD*** برای ایجاد سطوح پیچیده در اختیار طراح قرار می‌گیرد.

رویه بدنه یا داشبور یک اتومبیل و ماوسی که هر روز آن را در دست می‌گیرد همگی جز سطوح فرم-آزاد (Free Form) دسته‌بندی می‌شوند. ***GSD*** ابزار مناسب را برای طراحی چنین سطوحی فراهم آورده است.

اگر نگاهی به اطراف خود بیاندازید می‌توانید قطعات زیادی با این خصوصیت رویه ببینید؛ سطوحی که نمی‌توان شکل و فرم آنها را با توجه به قالب‌های هندسی مشخص (مکعب، کره، استوانه و...) توصیف کرد. از بدنه یک اتومبیل یا هواپیما که فرم آنها بر روی خصوصیات آئرودینامیکی‌شان مهم است تا بدنه ماوسی که فرم آن علاوه بر زیبایی بر روی طرح ارگونومیک آن موثر است، همگی قطعات و اجزایی هستند که برای طراحی آنها باید از مدل‌های سطح استفاده کرد. قطعاتی از این دست قطعاتی هستند که نمی‌توان آنها را با نمایه‌های مدل‌های صلب ایجاد کرد. در بیشتر موارد استفاده از مدل‌های صلب برای طراحی قطعاتی با سطوحی با فرم‌های پیچیده و دقیق، خصوصیات مکانیکی (فاکتور مهم در مورد قطعات دقیق) و زیبایی (فاکتور مهم در طراحی تعداد زیادی از محصولات مصرفی) مورد نظر را در بر ندارد. از این رو طراحان نرم‌افزارهای طراحی مکانیکی، مدل‌های سطح را برای جبران کاستی مدل‌های صلب به وجود آوردند تا طراح آزادی عمل بیشتری در ایجاد قطعات مورد نظرش داشته باشد.

طراحی سطوح در ***GSD*** کاملاً پارامتریک است. این خصوصیت در کمتر نرم‌افزار قادر به ایجاد مدل‌های سطحی مشاهده می‌شود.

۳-۶-۴ CATIA – Generative Shape Optimizer (GSO)

GSO فرمان‌هایی برای بهینه‌سازی مدل‌های ایجاد شده در ***GSD*** در اختیار طراح قرار می‌دهد. ***GSO*** محیط کاری مستقلی نیست و امکانات آن به ***GSD*** افزوده می‌شود و نتیجه استفاده از آنها تغییر فرم سطوحی است که قبلاً ایجاد شده است.

۳-۶-۵ CATIA – Developed Shapes (DL1)

قابلیت‌های ***DL1*** نیز به ***GSD*** افزوده می‌شود. بیشتر امکانات ***DL1*** نیز مستقیماً قادر به ایجاد سطح نیستند بلکه با استفاده از آنها می‌توان تغییری بر روی بخش یا تمامی سطح از قبل ایجاد شده ایجاد کرد. از این فرمان‌ها می‌توان به فرمانی که سیم ایجاد شده بر روی سطح تخت را بر روی یک سطح مدور انتقال می‌دهد اشاره کرد (فرمان مناسب برای ایجاد آج یک لاستیک با استفاده از اثر آن).

از امکانات جدید ***DL1*** امکان مشاهده گسترده یک مدل سطح می‌باشد (مانند گسترده یک قطعه خم شده در ***SMD***). از این امکان می‌توان برای طراحی دماغه یا بدنه یک هواپیما یا حتی ایجاد گسترده پارچه یک کیف دستی استفاده کرد.

۳-۶-۶ CATIA – Freestyle Shaper (FSS)

FSS از ابزار قدرتمندی برای مدل‌کردن سطوح از سطح اولیه تا سطح نهایی آماده ساخت برخوردار است. با استفاده از ***FSS*** سطوح و سیم‌های سه‌بعدی فرم-آزاد ایجاد می‌شوند و به‌صورت دینامیکی

تغییر شکل داده می‌شوند و تحلیل‌های مخصوص سطوح از قبیل تحلیل اتصال و انحنای سطوح برای بررسی کیفیت آنها انجام می‌شود. ***FSO*** این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان سیم و سطوح را با استفاده از داده‌های دستگاه‌های داده‌برداری ساخت و ویرایش‌شان کرد. این امکان در خدمت مهندسی معکوس قرار می‌گیرد.

امکانات سه محیط کاری ***FSS***، ***FSO*** و ***FSP*** در محیط کاری FreeStyle قرار می‌گیرد.

CATIA – Freestyle Optimizer (FSO) ۳-۶-۷

CATIA – Freestyle Shaper (FSS) ۳-۶-۶

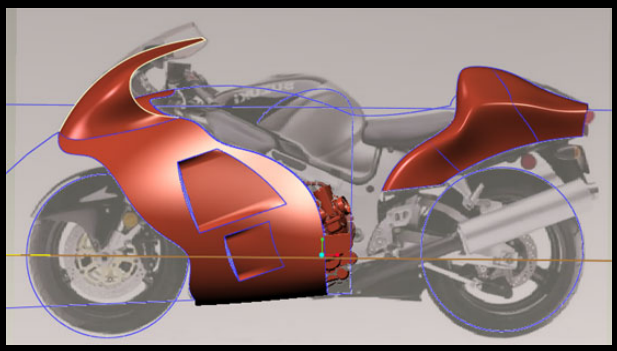
CATIA – Freestyle Profiler (FSP) ۳-۶-۸

CATIA – Freestyle Shaper (FSS) ۳-۶-۶

CATIA – Freestyle Sketch Tracer (FSK) ۳-۶-۹

در ***FSK*** طرح‌های دوبعدی به مدل سه‌بعدی تبدیل می‌شوند. این طرح‌های دوبعدی می‌تواند یک عکس باشد که از آن به عنوان پایه‌ای برای ایجاد ماکت دیجیتالی استفاده می‌شود.

کاربر ابتدا طرح‌های دوبعدی یا تصاویر مورد نظر خود را در قالب‌های تصویر (مانند BMP، TIFF، JPG) وارد محیط مجازی نرم‌افزار می‌کند سپس با استفاده از امکانات ***FSS*** و ***GSD*** ترسیم و سیم‌هایی را برای ایجاد طرح‌های سه‌بعدی ایجاد می‌کند. در واقع طرح‌هایی که به صورت دستی رسم و سپس وارد ***FSK*** شده‌اند به عنوان یک ابزار کمک رسم (یک شابلون) برای ایجاد ترسیم‌های دوبعدی عمل می‌کنند.



عکسی در زمینه برای ایجاد سیم و سطح سه‌بعدی (خطوط آبی و سطوح قهوه‌ای)

CATIA – Automotive Class A (ASA) ۳-۶-۱۰

در ***ASA*** سطوح کلاس A ایجاد می‌شوند. سطوح در کلاس‌های A، B و C که کیفیت آنها را مشخص می‌کند دسته‌بندی می‌شوند. سطح کلاس A پیشرفته‌ترین و باکیفیت‌ترین سطح می‌باشد. کاربرد این سطوح در جاهایی است که زیبایی و کیفیت مکانیکی در آنها مهم است.

۳-۶-۱۱ CATIA – Automotive Class A Optimizer (ACO)

به‌طورکلی محیط‌هایی معرفی شده با عنوان Optimizer برای گسترش امکانات محیط‌های کاری دیگری طراحی شده‌اند و هنگام نصب، امکانات آنها بر روی محیط کاری اصلی قرار می‌گیرد. ***ACO*** نیز از این قاعده مستثنی نیست و برای گسترش امکانات ***ASA*** طراحی شده است.

با توجه به اینکه در طراحی یک بدنه شامل چندین سطح، ممکن است هر کدام از قسمت‌ها مجزا مدل شوند در انتها طراح باید با استفاده از فرمان‌هایی تمام سطوح جدا را با هم هماهنگ کند و توسط ابزاری آنها را به‌صورت یکپارچه تغییر فرم دهد؛ این تغییرات با استفاده از امکانات ***ACO*** انجام می‌شود.

ACO فرمانی دارد که می‌تواند سطوح را از نظر انحنا تحلیل کند تا هرگونه ناهنجاری در انحنای سطح در عبور از قسمتی به قسمت دیگر به‌صورت بصری تشخیص داده شود؛ با برطرف کردن اعوجاج، سطح یا مجموعه‌ای از سطوح باکیفیت ایجاد می‌شود.

۳-۶-۱۲ CATIA – Imagine & Shape (IMA)

IMA برای افرادی طراحی شده است که می‌خواهند مدل‌ها را از لحاظ زیبایی شناختی طراحی کنند مانند طراحان صنعتی و افرادی که طرح‌های مفهومی به وجود می‌آورند. ***IMA*** تکنیک‌های جدیدی را معرفی می‌کند که روش‌های سنتی ایجاد مدل‌های سطح را از بین می‌برد. طرح در ذهن طراح بدون استفاده از واسطهایی مانند طرح‌های اولیه دستی و ماکت‌های فیزیکی به سرعت به یک مدل مجازی تبدیل می‌شود.

IMA می‌تواند در واحدهای ساخت ماکت، ایده‌پردازی و شبیه‌سازی کاربرد داشته باشد. در واقع در ***IMA*** مهندسی احساسی یک محصول (Engineering of Emotional Content) انجام می‌شود؛ فرم خاص یک وسیله اثر روانی مستقیمی در جذب مشتری برای خرید آن خواهد داشت.

افرادی که طرح‌های خود را بر روی کاغذ و به صورت پرسپکتیو انجام می‌دهند برای اطلاع از چگونگی مدل‌شان در جهات مختلف، مجبور به ساخت ماکت‌های فیزیکی پرهزینه هستند که نتیجه آن ایجاد محدودیت برای طراحان در ساخت مدل‌های مختلف برای بازبینی طرح‌های‌شان می‌باشد. اما با استفاده از ***IMA*** خواهند توانست به سرعت مدل‌های دیجیتالی طرح خود با استفاده از طرح‌های رسم شده بر روی کاغذ یا مستقیماً به وجود آورند؛ از همه مهم‌تر با استفاده از قابلیت‌های فوق‌العاده ارائه (Rendering) با اختصاص جنس و نورپردازی مناسب، مدل خود را در شرایط واقعی مشاهده کنند.

۳-۶-۱۳ CATIA – Digitized Shape Editor (DSE)

DSE ابزار قدرتمندی برای خواندن، وارد کردن و پردازش مجموعه ابر نقاط (Cloud of Points) می‌باشد. ابر نقاط مجموعه‌ای از داده‌های هزاران نقطه با مختصات سه‌بعدی می‌باشد که حاصل داده‌برداری نقطه‌ای از قطعات است؛ به عبارت بهتر هدف از استفاده از ***DSE*** مدیریت و ویرایش داده‌های نقطه‌ای قبل از ورود آنها به ***QSR***، ***DMU*** یا ***SMG*** و انجام عملیات پیش-پردازش در این محیط کاری بر روی آنها است.

پس از انتقال داده‌ها به ***DSE*** بر روی آنها عملیات مرتب‌سازی، کاهش حجم نقاط، ایجاد مدل موزائیکی (Tessellation) و ایجاد سطح مقاطع انجام می‌شود و در انتها کیفیت آنها توسط ابزارهای تشخیص عیب تجزیه و تحلیل می‌شود.

DSE در ابتدای فرآیند مهندسی معکوس قرار می‌گیرد؛ پس از دستگاه‌های داده‌برداری و قبل از انجام طراحی مکانیکی و طراحی مدل‌های سطح، داده‌ها ابتدا از ***DSE*** عبور می‌کند. اطلاعات ورودی می‌توانند در قالب‌های استاندارد IGES، ASCII و STL وارد این محیط کاری شود.

۳-۶-۱۴ CATIA – Quick Surface Reconstruction (QSR)

در ***QSR*** با استفاده از داده‌هایی که از طریق ***DSE*** وارد CATIA V5 شده است، سطح ایجاد می‌شود.

۳-۶-۱۵ CATIA – Shape Sculptor (DSS)

DSS فرمان‌هایی دارد که توسط آن می‌توان به سرعت فرم‌های مفهومی را مدل نمود.

این محیط برای کاربران غیرحرفه‌ای CAD این امکان را فراهم می‌آورد تا فرم‌هایی که از نظر زیبایی مورد توجه هستند ایجاد کنند. نتیجه این‌که ***DSS*** با هدف تکمیل و تقویت امکانات محیط‌های کاری طراحی سطوح برای طراحی سطوح پیچیده ایجاد شده است.

۳-۶-۱۶ CATIA – Automotive Body In White Templates (ABT)

ABT یک محیط کاری پیشرفته برای بالابردن کارایی طراحی بدنه اتومبیل می‌باشد. این ابزار امکان طراحی منطبق بر فرم بدنه اتومبیل را با توجه به خصوصیات طراحی و مهندسی به تیم طراحی می‌دهد.

یکپارچه شدن قابلیت‌های ***GSD***، ***FSS*** و ***ABF*** با ***ABT*** قدرت آن را افزایش می‌دهد.

۳-۶-۱۷ Real Time Rendering (RTR)

RTR به کاربران اجازه می‌دهد تا تصاویر واقعی را با استفاده از مدل دیجیتالی به‌وجود آورند. این کار مگر با اختصاص جنس به اجزاء یک مدل با تمام خصوصیات آن ماده (مکانیکی و بصری) میسر نیست.

از جنس تخصیص داده شده به مدل می‌توان در سایر محیطهای کاری مانند محیطهای کاری Analysis (اختصاص خصوصیات مکانیکی مانند مدول یونگ، چگالی، انبساط حرارتی و ... به مدل) یا محیط کاری ***GRD*** (برای تعیین خودکار هاشور استاندارد با توجه به جنس) استفاده کرد.

جنسی که برای هر قطعه تعریف می‌شود علاوه بر خصوصیات مکانیکی دارای خصوصیات بصری مانند رنگ، بافت (تفاوت سطح یک قطعه آلومینیم با قطعه چدن)، درخشش (تفاوت یک سطح مات با یک سطح براق)، شفافیت (حالت شیشه‌ای لامپ) و بازتاب (بازتاب نور از بدنه مدل) می‌باشد. با تعریف مکان، زاویه و شدت تابش نور خصوصیات فوق تقویت یا تضعیف می‌شوند.

۳-۶-۱۸ Photo Studio (PHS)

در ***PHS*** از مدل دیجیتالی تصویر و فیلم واقع‌گرایانه تهیه می‌شود. اعمال سایه، بازتاب و انکسار نور بر روی قطعات به ایجاد تصاویر واقعی باورپذیر کمک می‌کند.

اختصاص خصوصیات مدل واقعی به مدل دیجیتالی برای ایجاد یک مدل واقعی به طراحان در درک ظاهر محصول نهایی کمک می‌کند. در طراحی صنعتی فرم اجزاء و اندازه هر بخش از یک محصول بر روی انتخاب رنگ مناسب برای آنها و ترکیب‌بندی رنگ کل محصول موثر است و این امر اثر مستقیمی بر بازاریابی و فروش محصولات خواهد داشت. در بازارهای امروز دنیا توجه به تنوع علاوه بر کیفیت برای پوشش قسمت بیشتری از بازار بسیار مهم است و ترکیب رنگ‌ها در یک محصول یکی از عوامل ایجاد کننده ایجاد این تنوع است.

در ***PHS*** کاربر برای ایجاد تصاویر مورد نظر خود از منبع نور (تعریف منابع نوری متعدد و خصوصیات نور از جمله رنگ نور، مکان قرارگیری، شدت و ایجاد سایه)، دوربین (تعریف محل قرارگیری دوربین برای عکس‌برداری)، جنس (جنس تعریف شده در ***RTR***)، برچسب (تعریف برچسب بر روی محصول یا تعریف بافت خاصی بر روی سطح مورد نظر)، محیط اطراف (تعریف یک محیط واقعی سه‌بعدی برای قرار دادن محصول در آن) و کاتالوگ (ذخیره سازی تصاویر برای ویرایش‌های بعدی) بهره می‌گیرد.

۳-۶-۱۹ Photo Studio Optimizer (PSO)

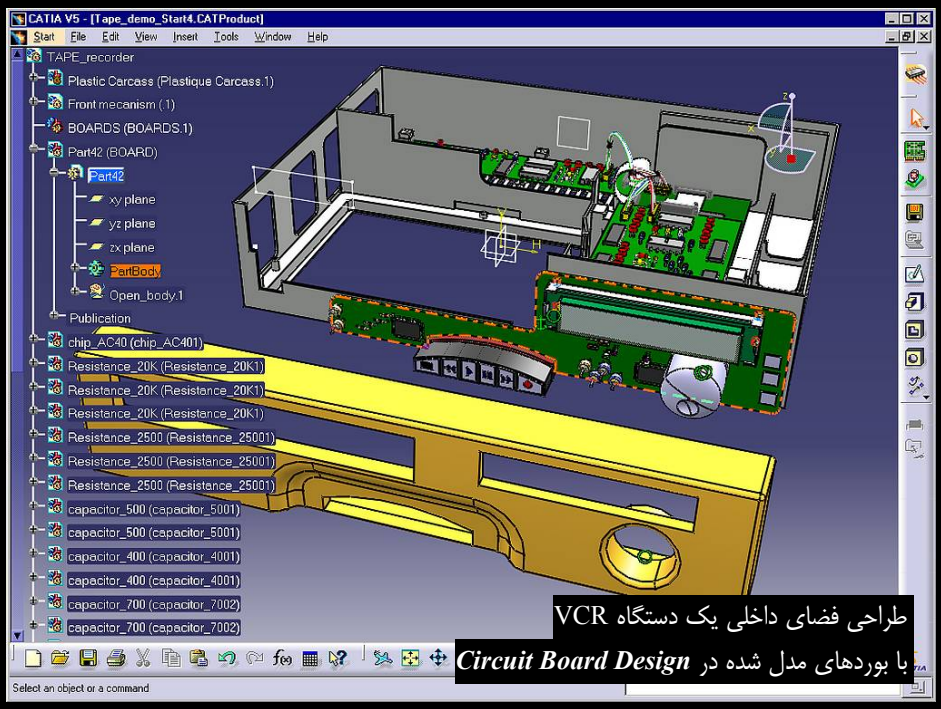
نصب ***PSO*** باعث گسترش قابلیت‌های ***PHS*** می‌شود. یکی از توانایی‌های ***PSO*** قابلیت ایجاد نورهای محیطی است.

۳-۷ مجموعه Equipment & Systems Engineering

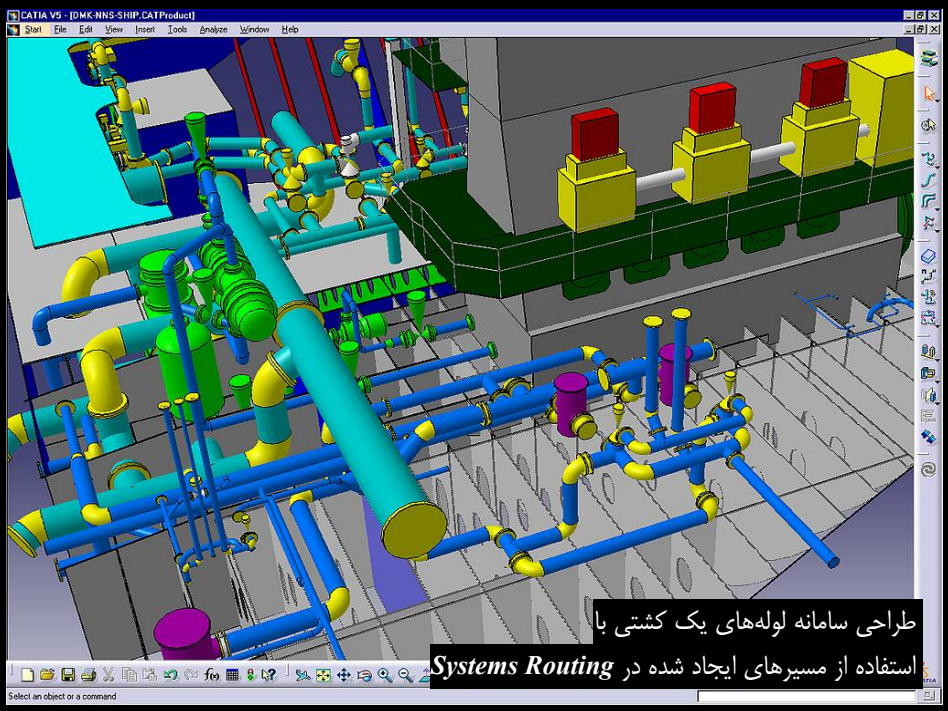
مجموعه Equipment & Systems Engineering شامل مجموعه‌ای از محیط‌های کاری است که امکان طراحی و تلفیق همزمان سیستم‌های الکتریکی، سیالاتی و مکانیکی را برای ایجاد ماکت دیجیتالی با توانایی بهینه‌سازی فضا فراهم می‌سازد.

این مجموعه دارای محیط‌های کاری است که بتوان توسط آن فضا و چیدمان تجهیزات یک کارخانه، بوردهای الکترونیکی و همچنین سازه‌های مورد نیاز برای محصول را طراحی کرد.

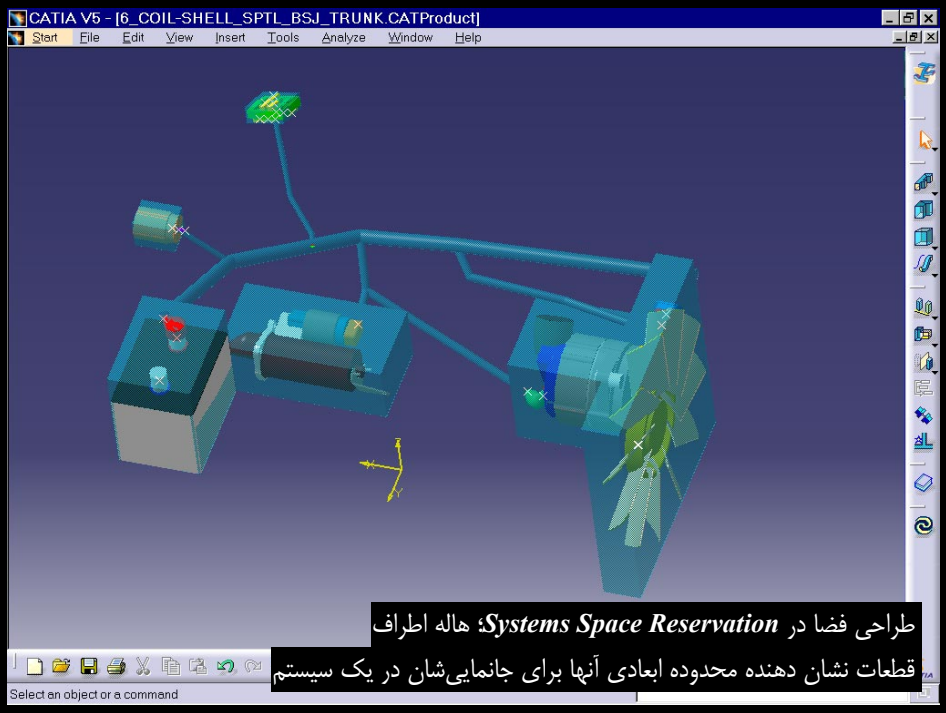
در ابتدا به صورت تصویری با قابلیت‌های مجموعه Equipment & Systems Engineering آشنا می‌شوید.



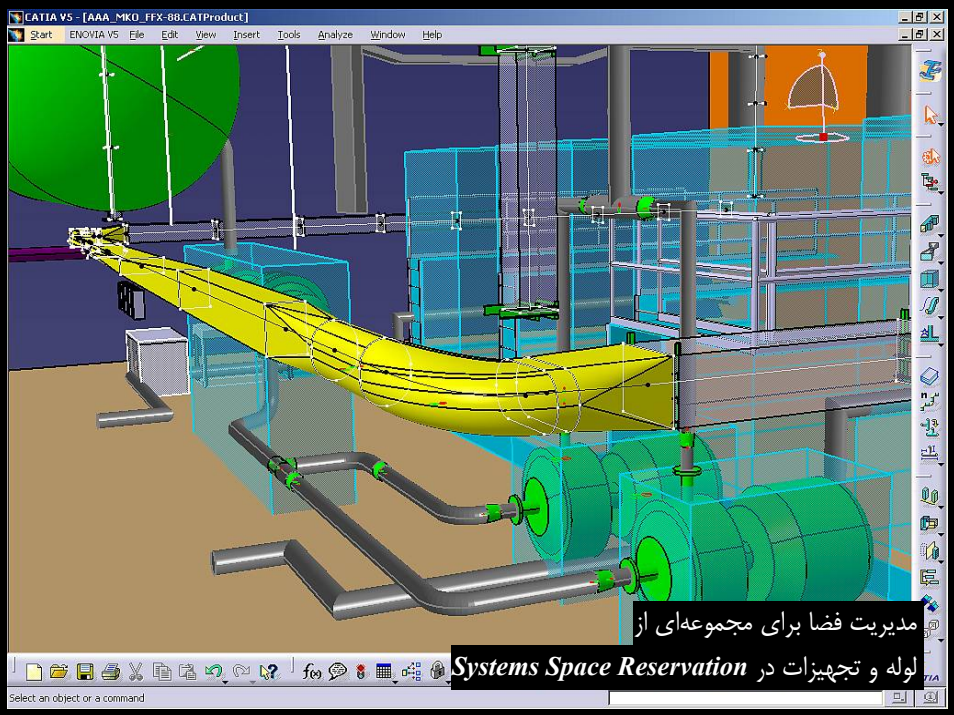
طراحی فضای داخلی یک دستگاه VCR
با بوردهای مدل شده در ***Circuit Board Design***



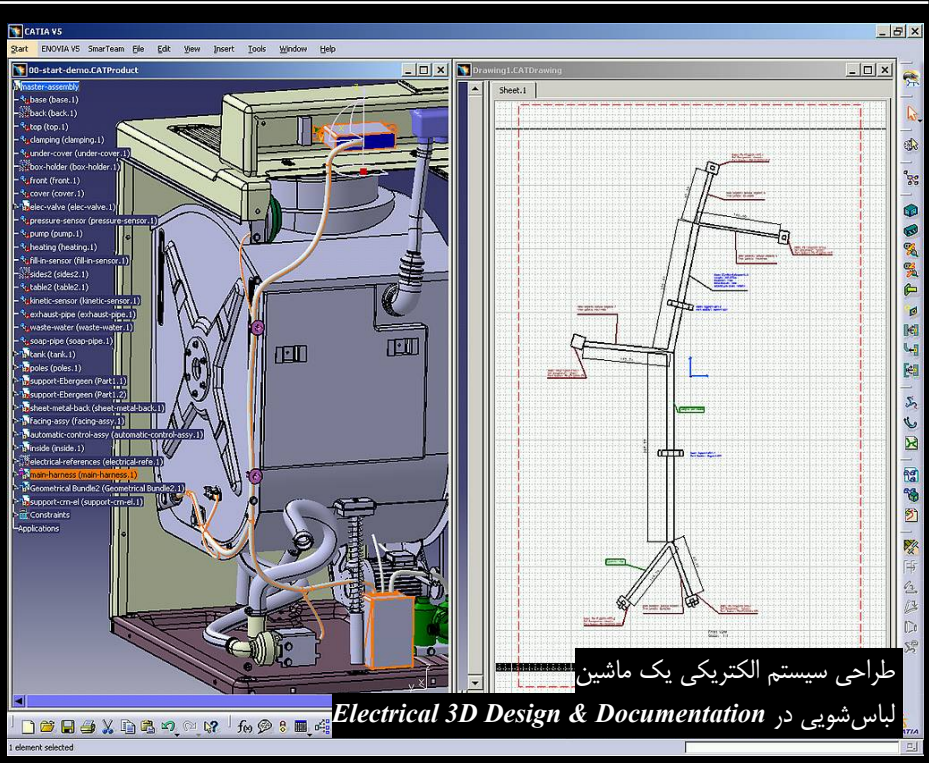
طراحی سامانه لوله‌های یک کشتی با
استفاده از مسیرهای ایجاد شده در ***Systems Routing***



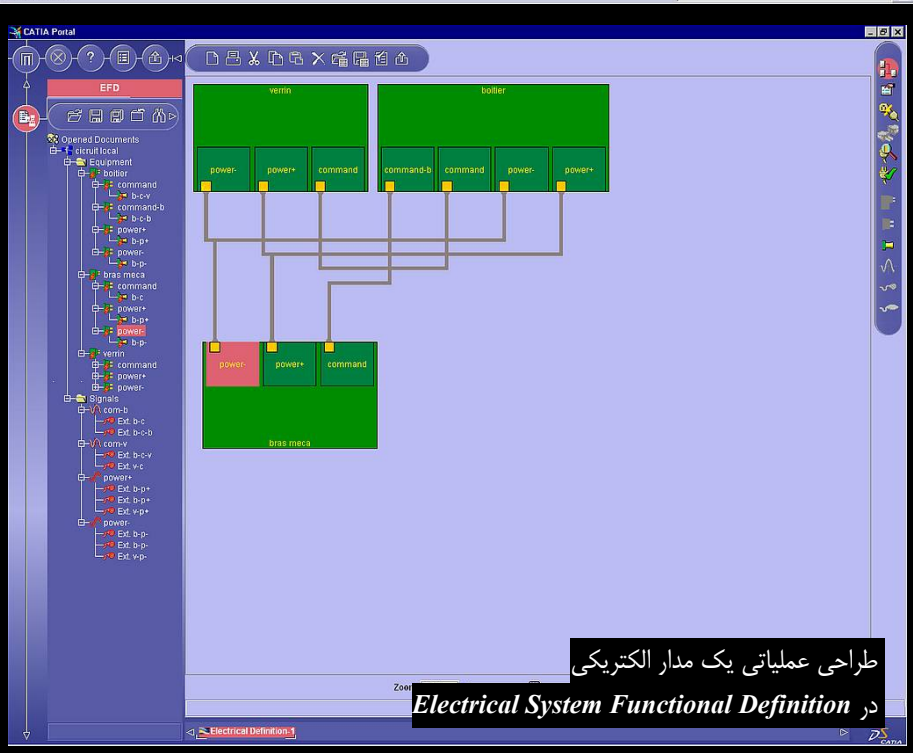
طراحی فضا در ***Systems Space Reservation***؛ هاله اطراف قطعات نشان دهنده محدوده ابعادی آنها برای جانمایی‌شان در یک سیستم



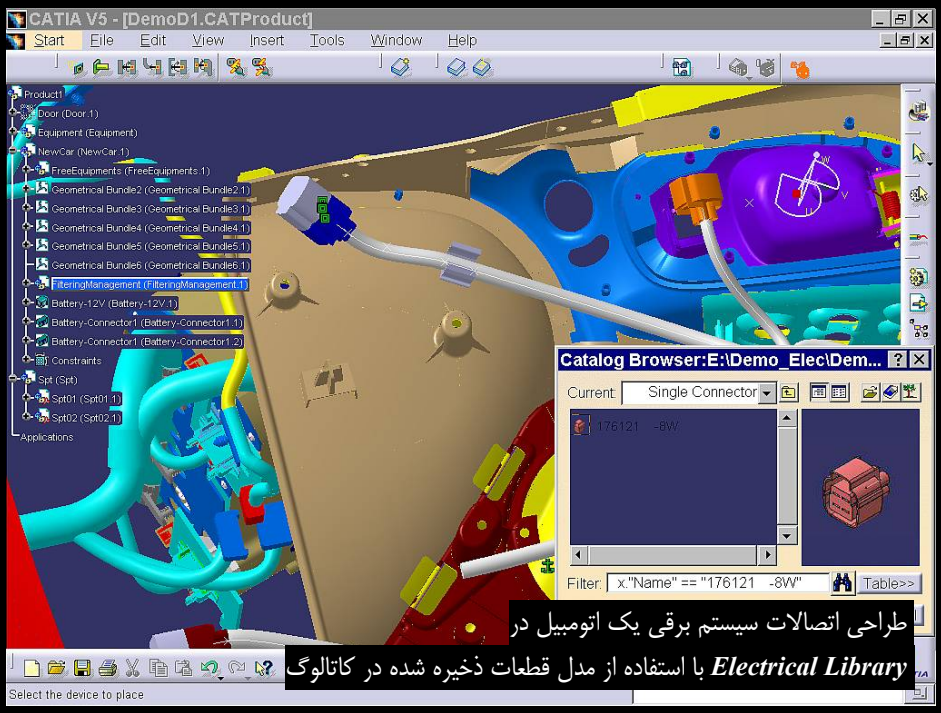
مدیریت فضا برای مجموعه‌ای از لوله و تجهیزات در ***Systems Space Reservation***



طراحی سیستم الکتریکی یک ماشین
لباس‌شویی در ***Electrical 3D Design & Documentation***

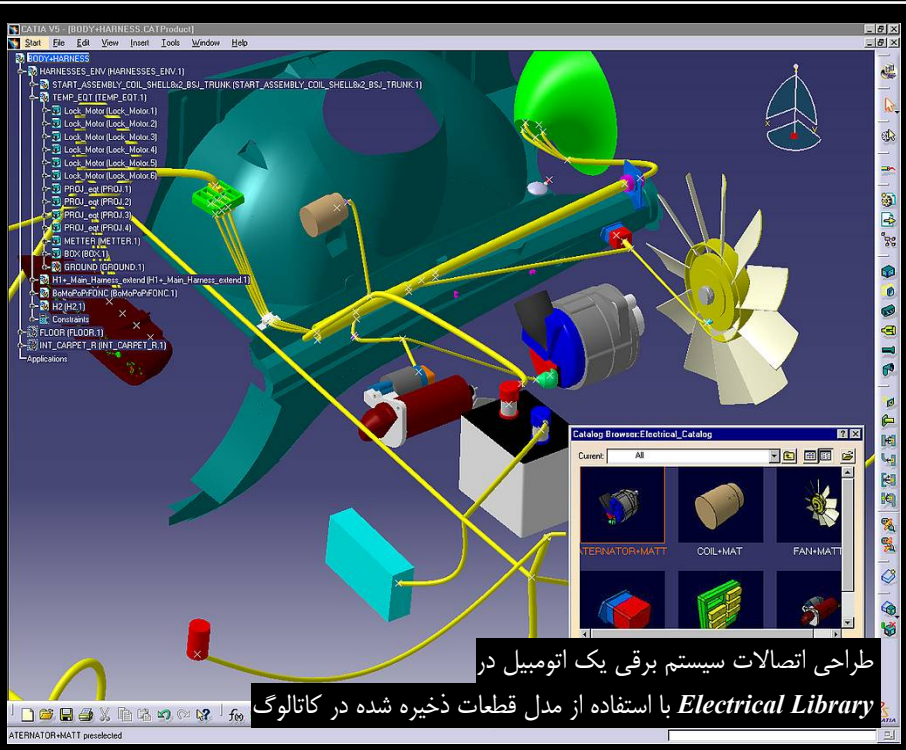


طراحی عملیاتی یک مدار الکتریکی
در ***Electrical System Functional Definition***

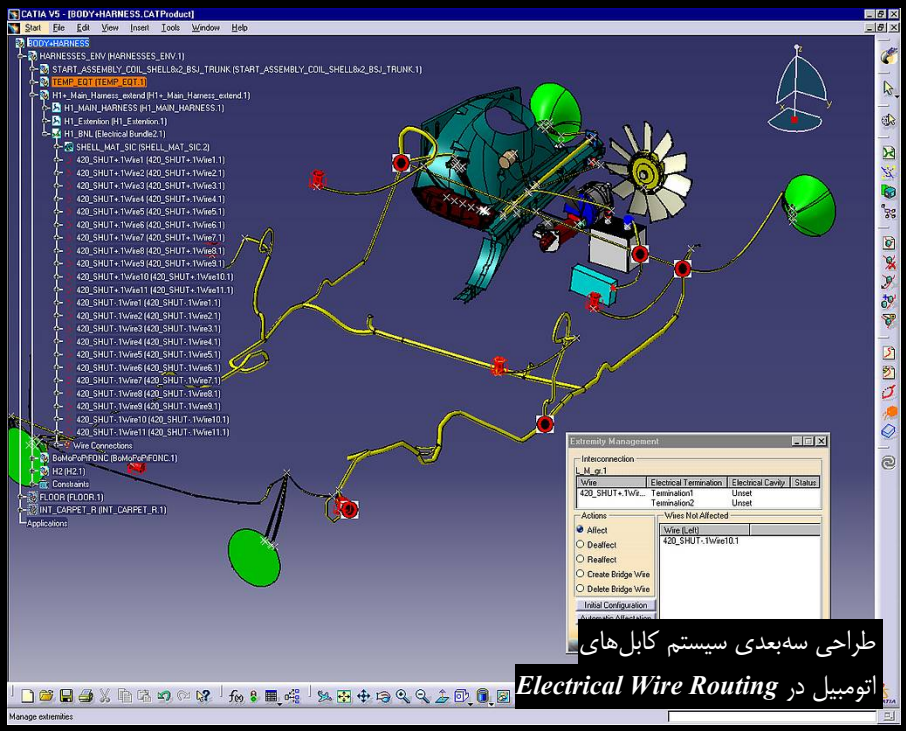


طراحی اتصالات سیستم برقی یک اتومبیل در ***Electrical Library*** با استفاده از مدل قطعات ذخیره شده در کاتالوگ

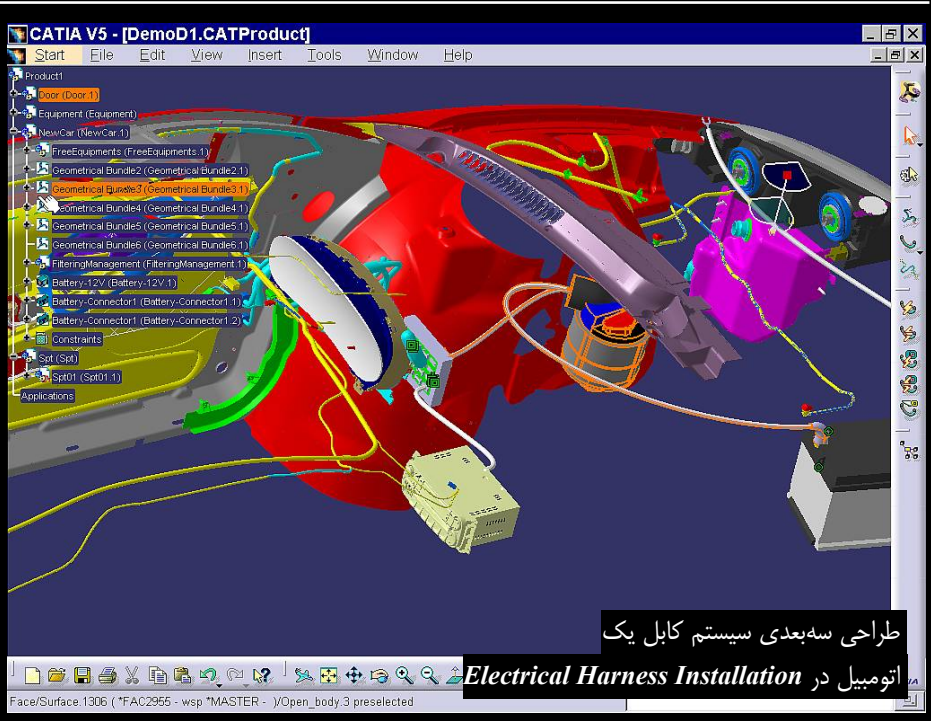
طراحی اتصالات سیستم برقی یک ماشین لباس‌شویی در ***Electrical Library*** با استفاده از مدل قطعات ذخیره شده در کاتالوگ



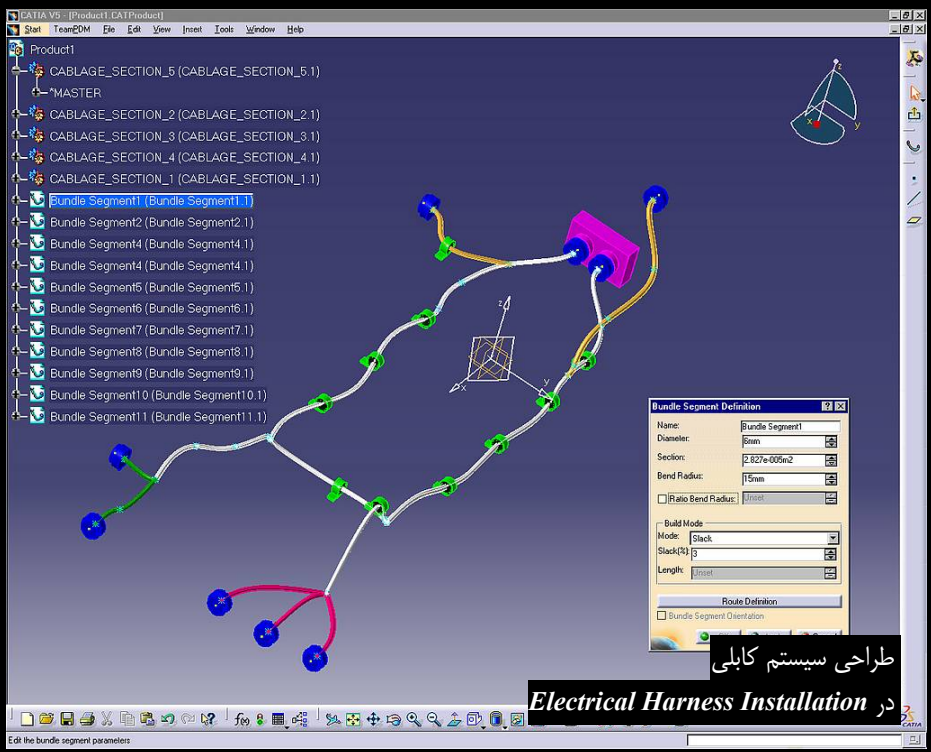
طراحی اتصالات سیستم برقی یک اتومبیل در ***Electrical Library*** با استفاده از مدل قطعات ذخیره شده در کاتالوگ



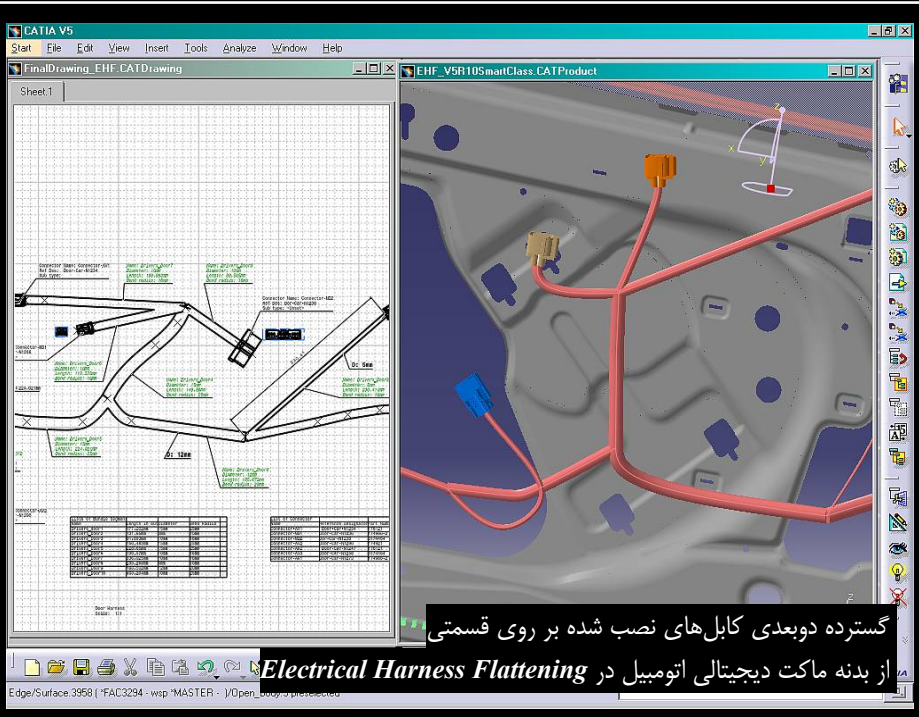
طراحی سه‌بعدی سیستم کابل‌های اتومبیل در ***Electrical Wire Routing***



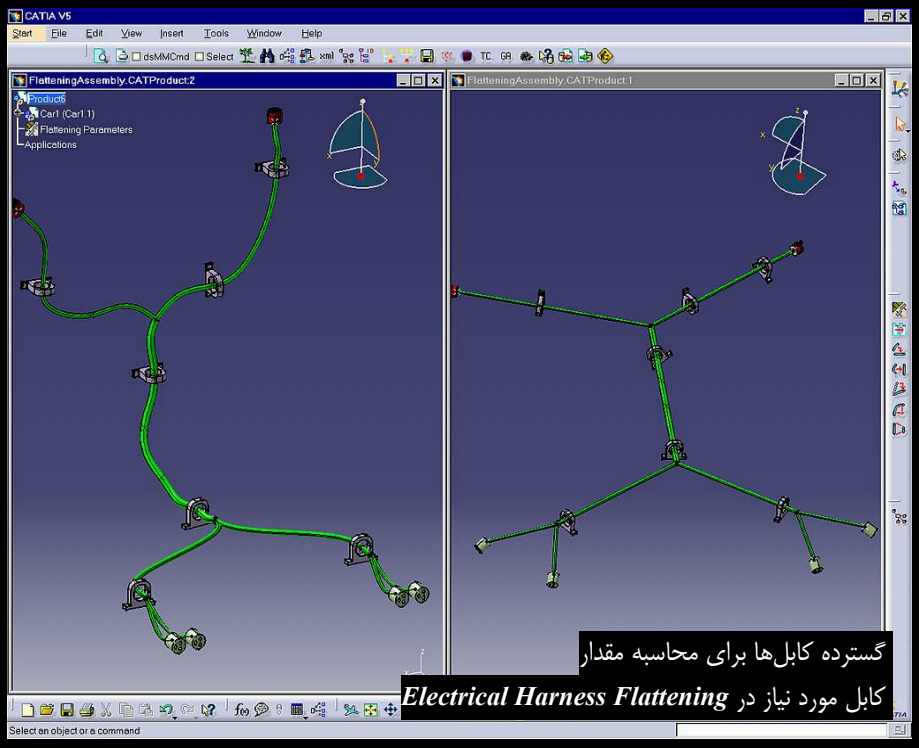
طراحی سه‌بعدی سیستم کابل یک اتومبیل در ***Electrical Harness Installation***



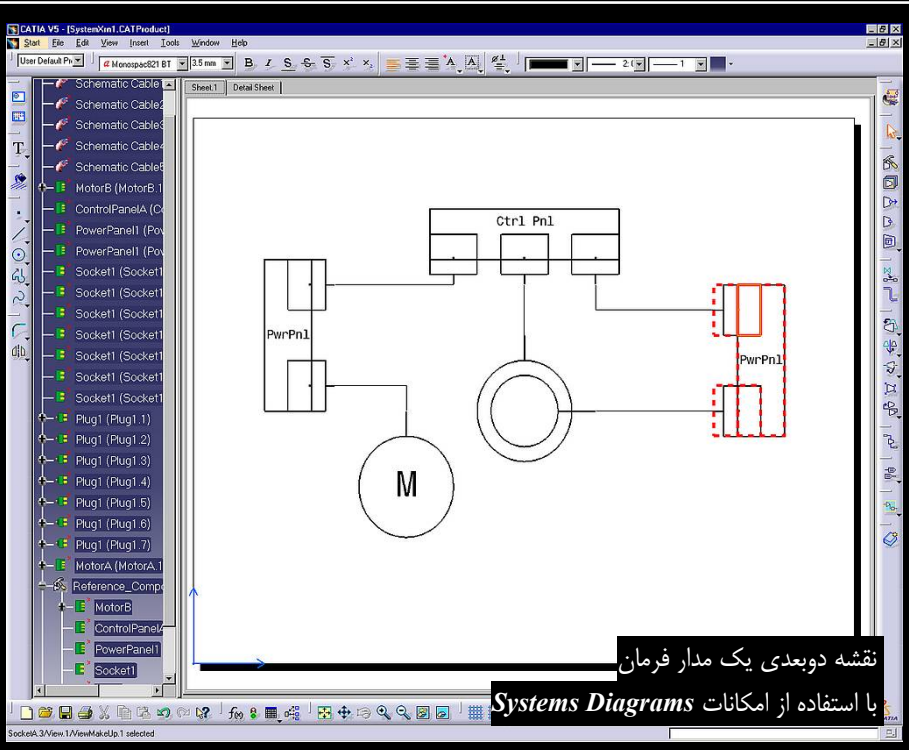
طراحی سیستم کابلی در ***Electrical Harness Installation***



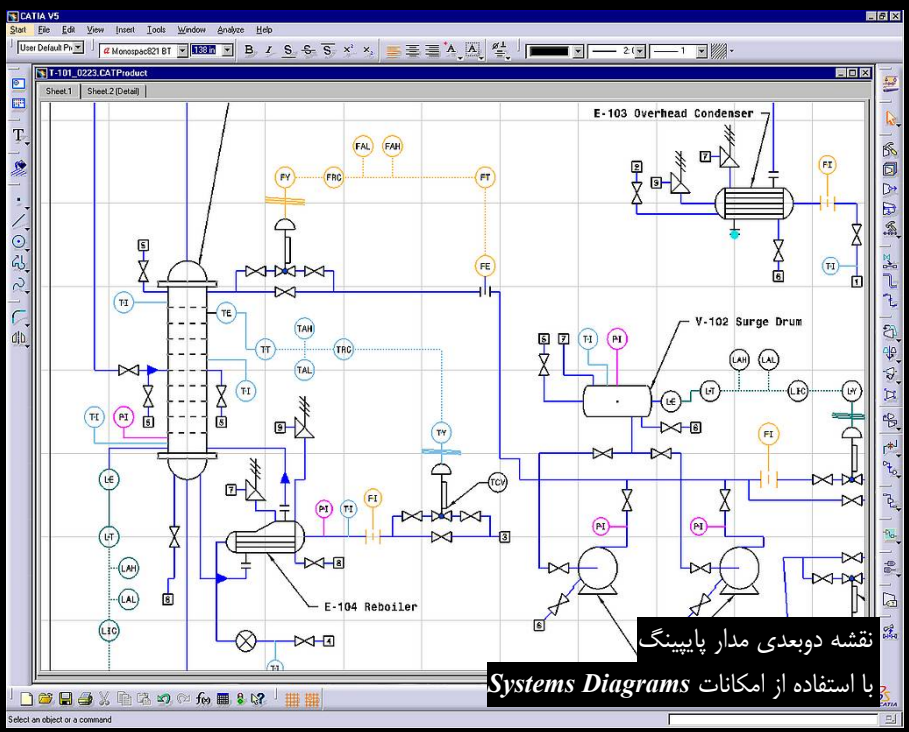
گسترده دوبعدی کابل‌های نصب شده بر روی قسمتی از بدنه ماکت دیجیتالی اتومبیل در ***Electrical Harness Flattening***



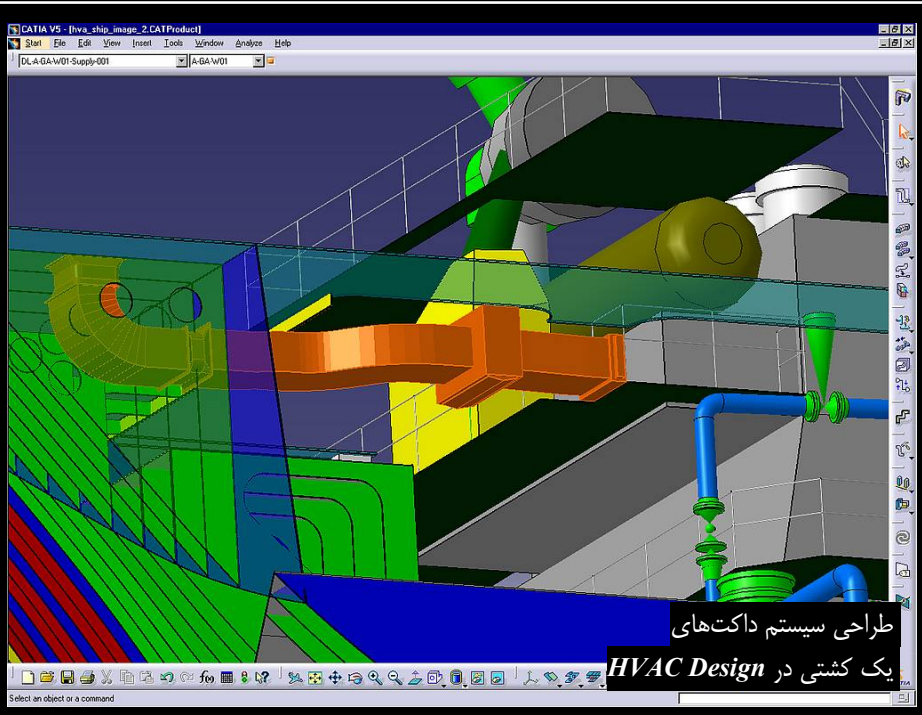
گسترده کابل‌ها برای محاسبه مقدار کابل مورد نیاز در ***Electrical Harness Flattening***



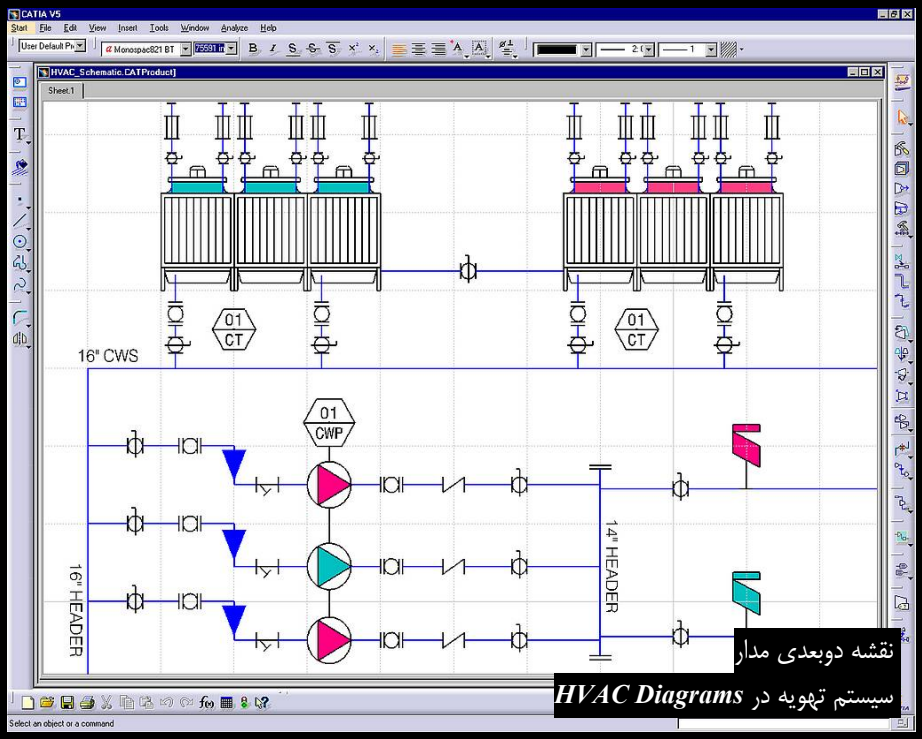
نقشه دوبعدی یک مدار فرمان
با استفاده از امکانات ***Systems Diagrams***



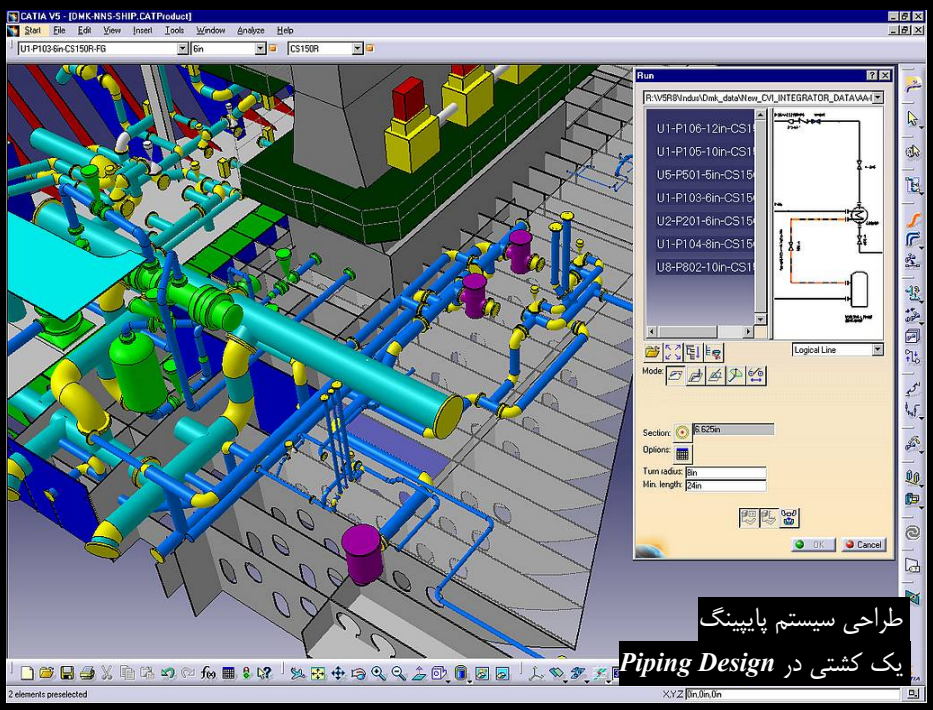
نقشه دوبعدی مدار پایپینگ
با استفاده از امکانات ***Systems Diagrams***



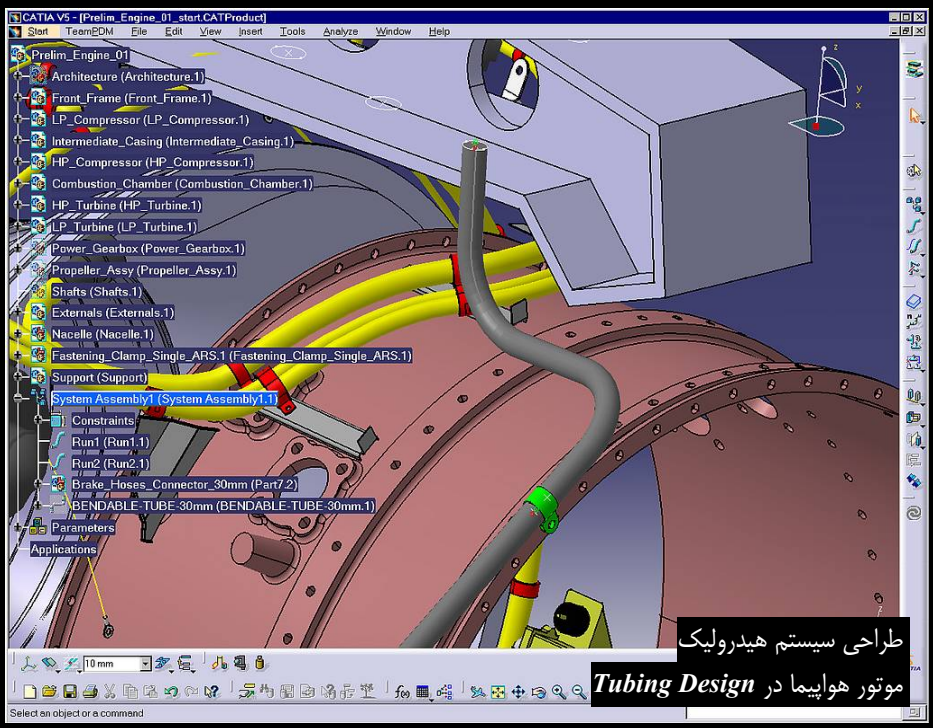
طراحی سیستم داکت‌های
یک کشتی در ***HVAC Design***



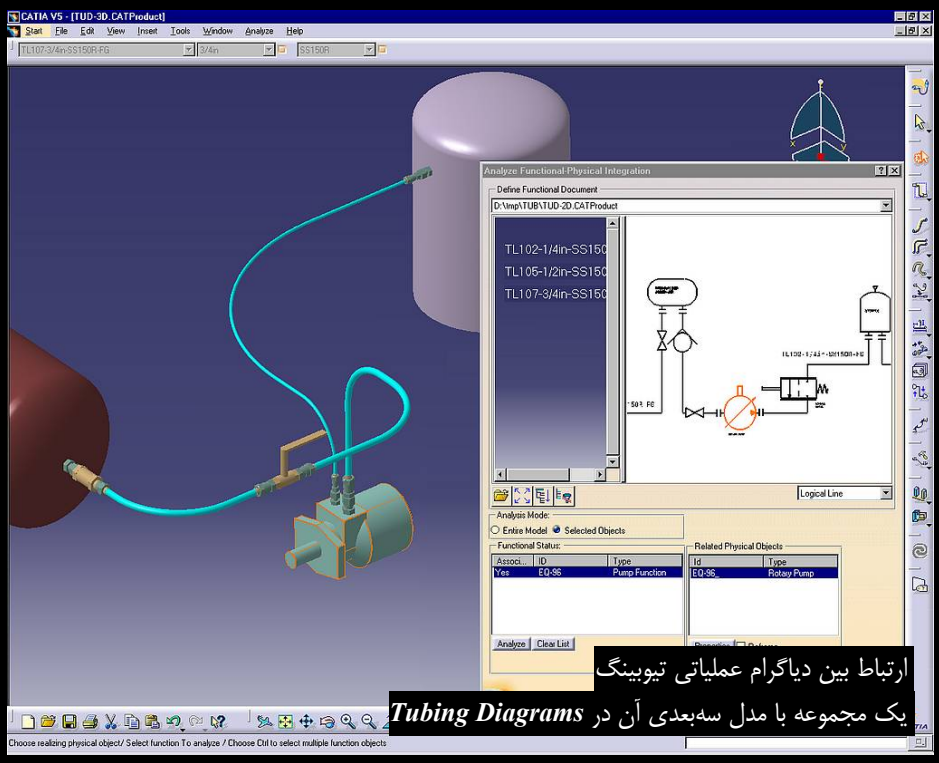
نقشه دوبعدی مدار
سیستم تهویه در ***HVAC Diagrams***



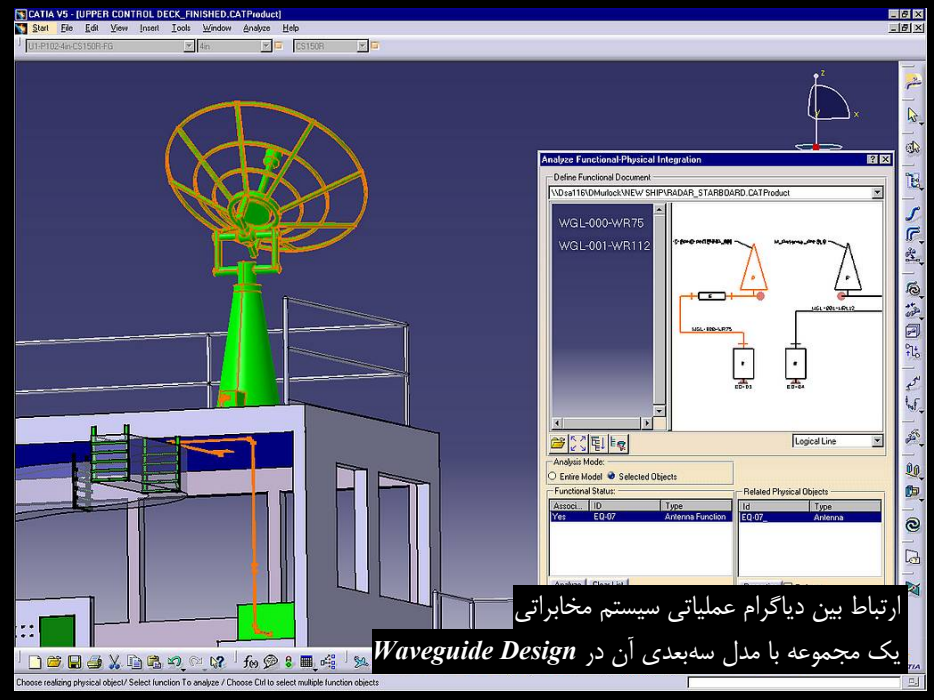
طراحی سیستم پایپینگ
یک کشتی در ***Piping Design***



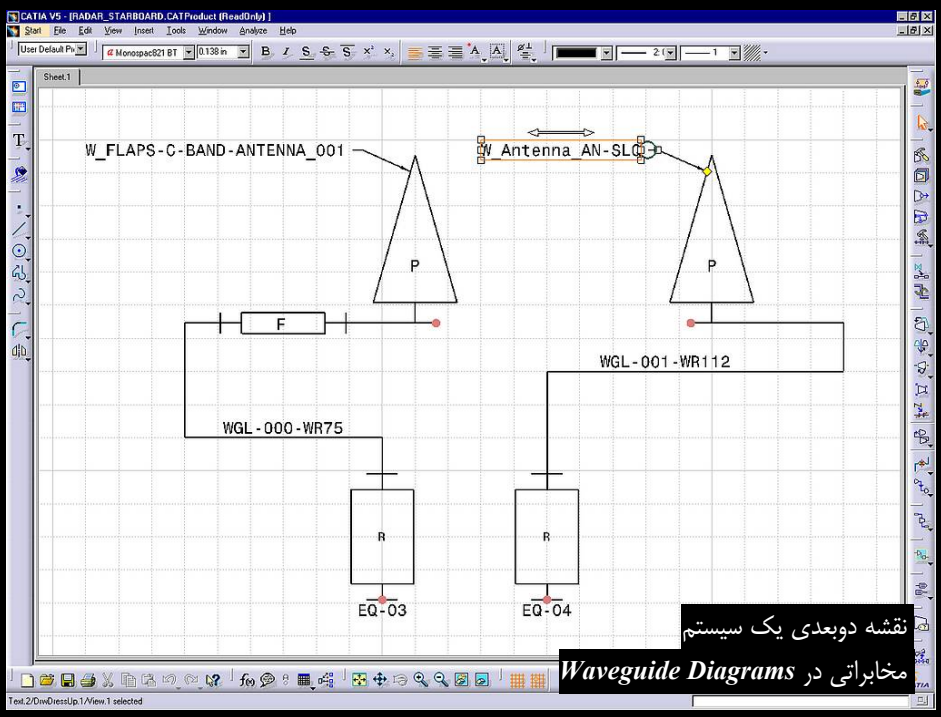
طراحی سیستم هیدرولیک
موتور هواپیما در ***Tubing Design***



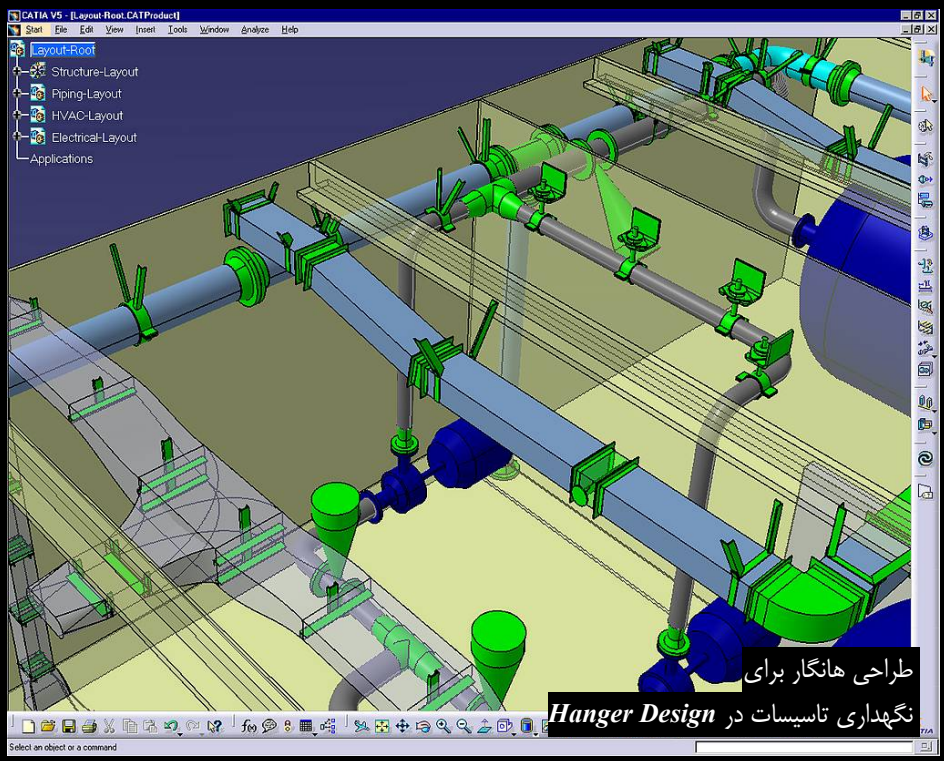
ارتباط بین دیاگرام عملیاتی تیوبینگ
یک مجموعه با مدل سه‌بعدی آن در ***Tubing Diagrams***



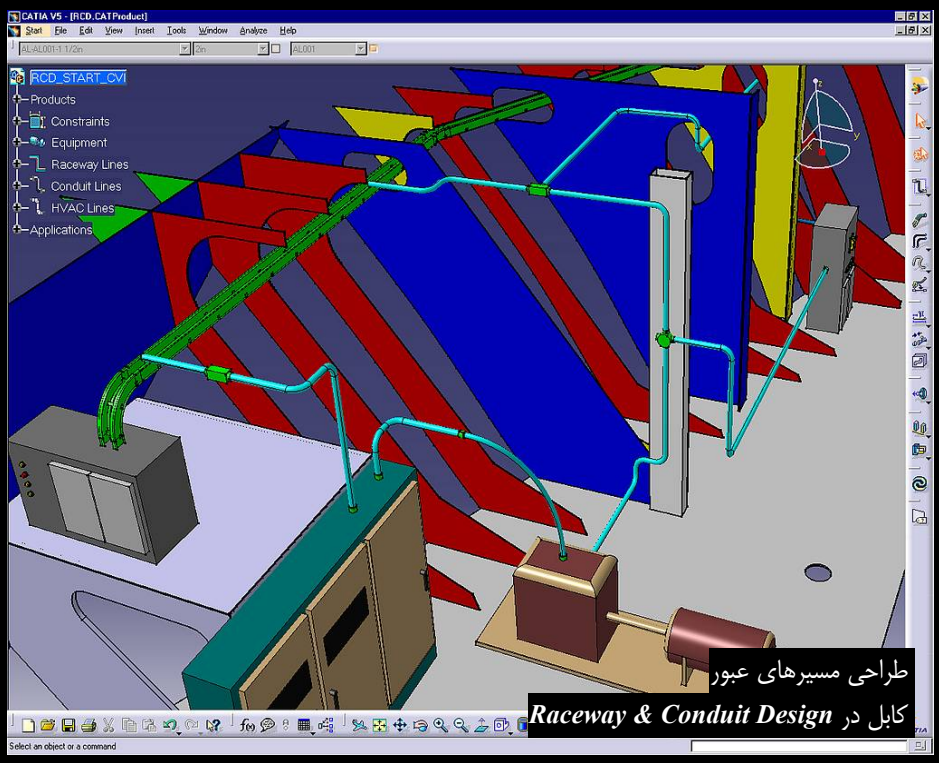
ارتباط بین دیاگرام عملیاتی سیستم مخابراتی
یک مجموعه با مدل سه‌بعدی آن در ***Waveguide Design***



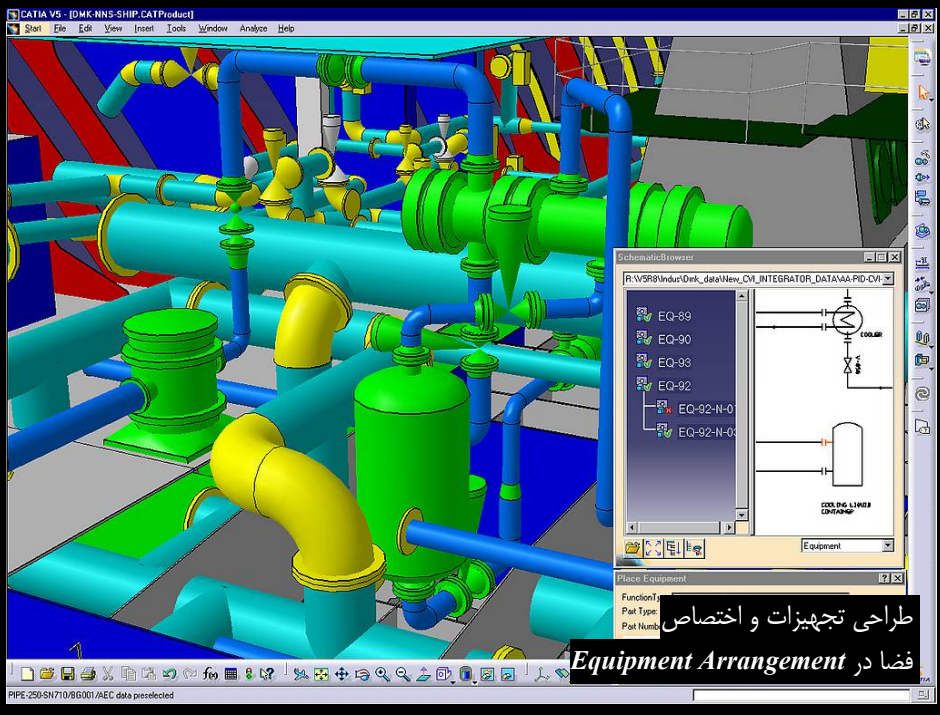
نقشه دوبعدی یک سیستم
مخابراتی در ***Waveguide Diagrams***



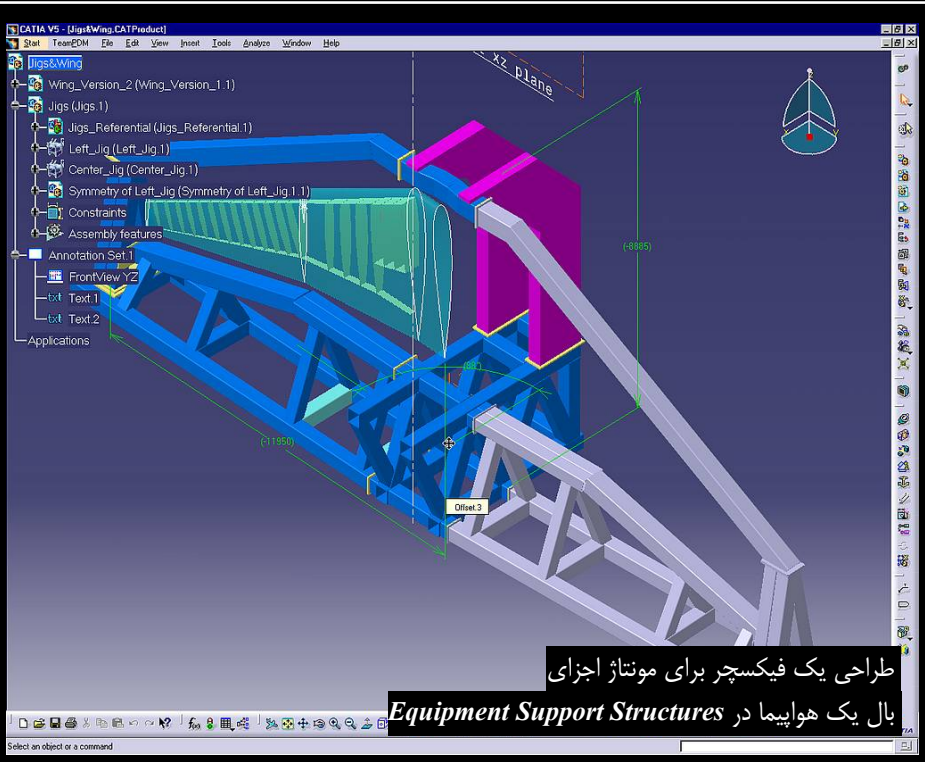
طراحی هانگار برای
نگهداری تاسیسات در ***Hanger Design***



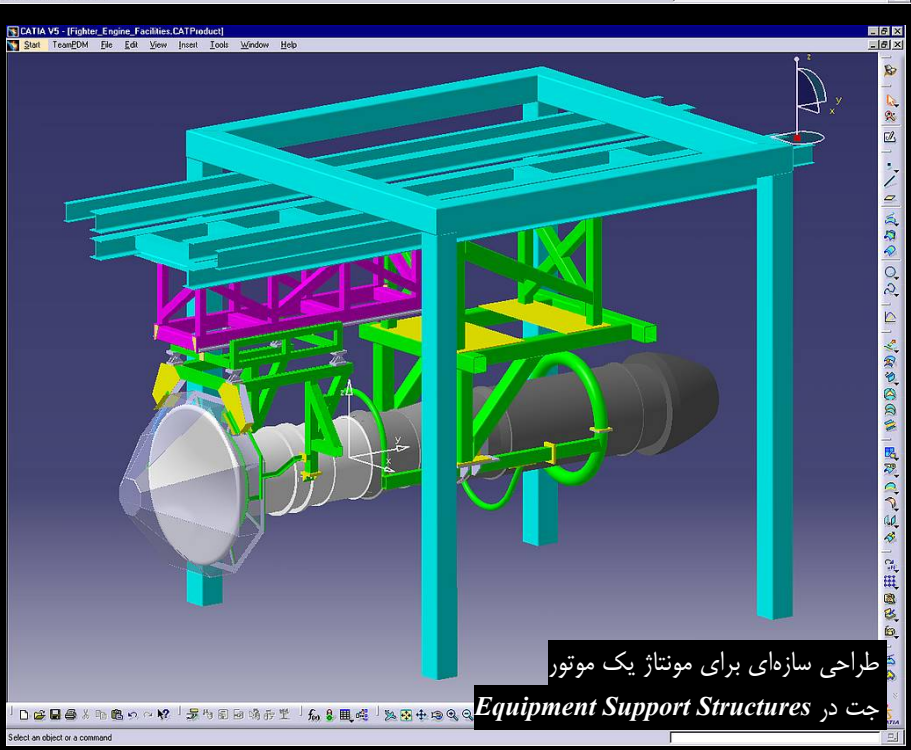
طراحی مسیرهای عبور کابل در ***Raceway & Conduit Design***



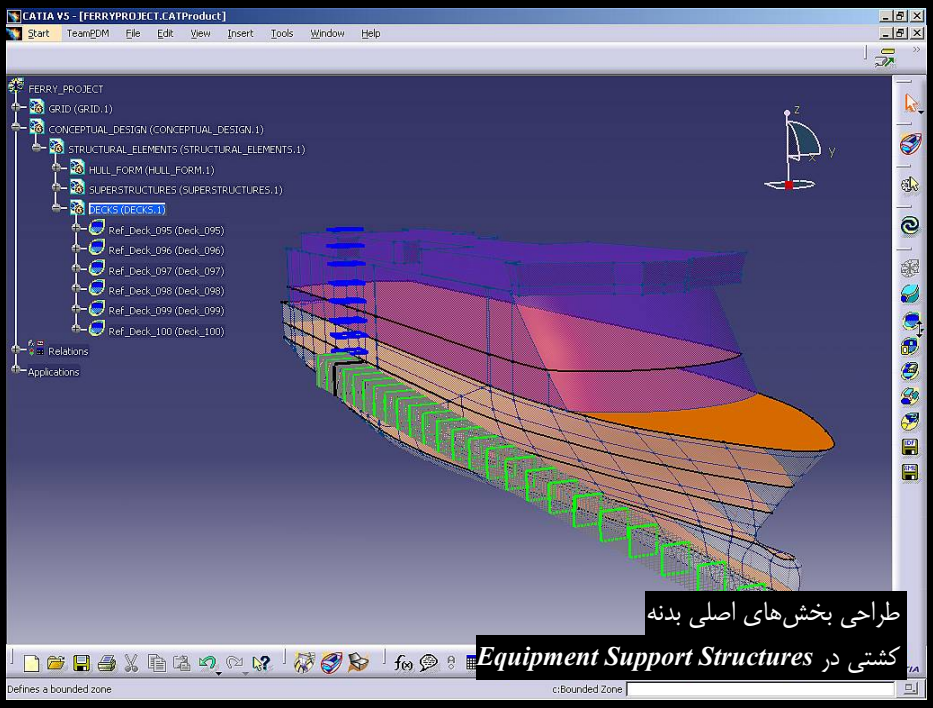
طراحی تجهیزات و اختصاص فضا در ***Equipment Arrangement***



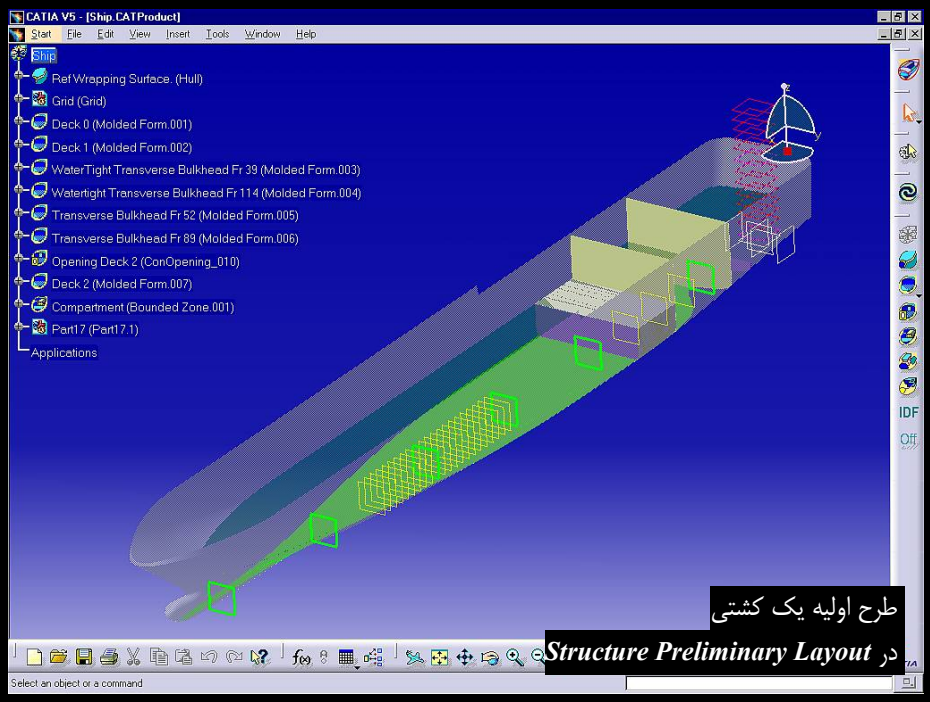
طراحی یک فیکسچر برای مونتاژ اجزای بال یک هواپیما در ***Equipment Support Structures***



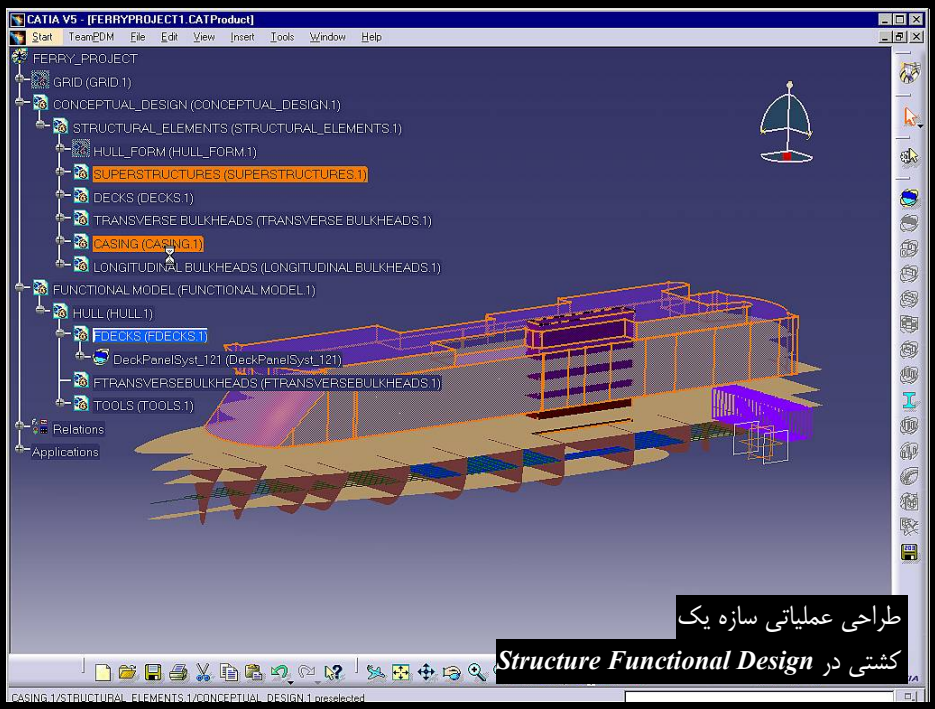
طراحی سازه‌ای برای مونتاژ یک موتور جت در ***Equipment Support Structures***



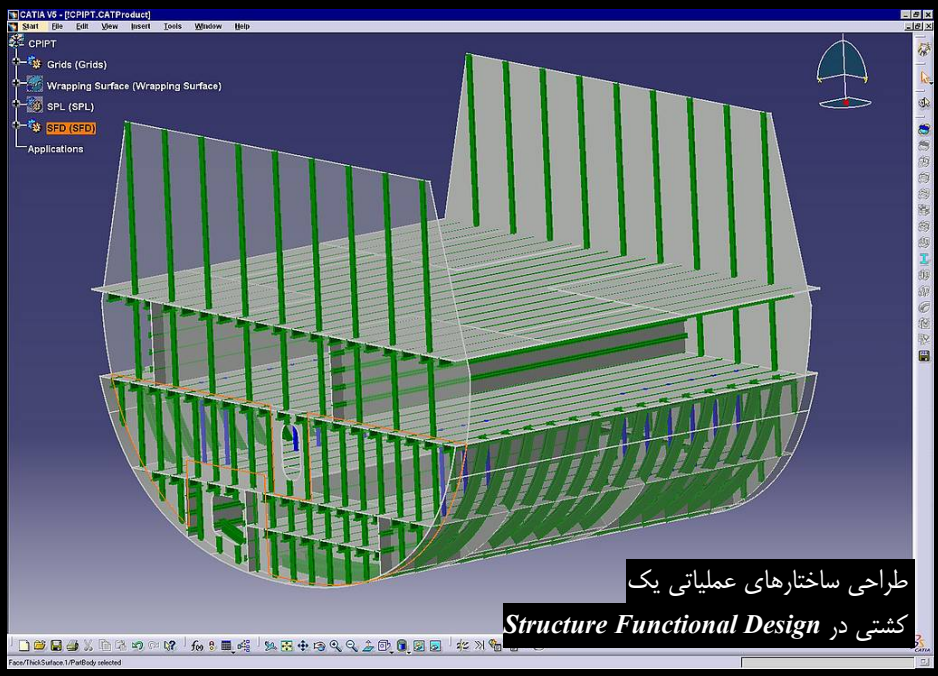
طراحی بخش‌های اصلی بدنه
کشتی در ***Equipment Support Structures***



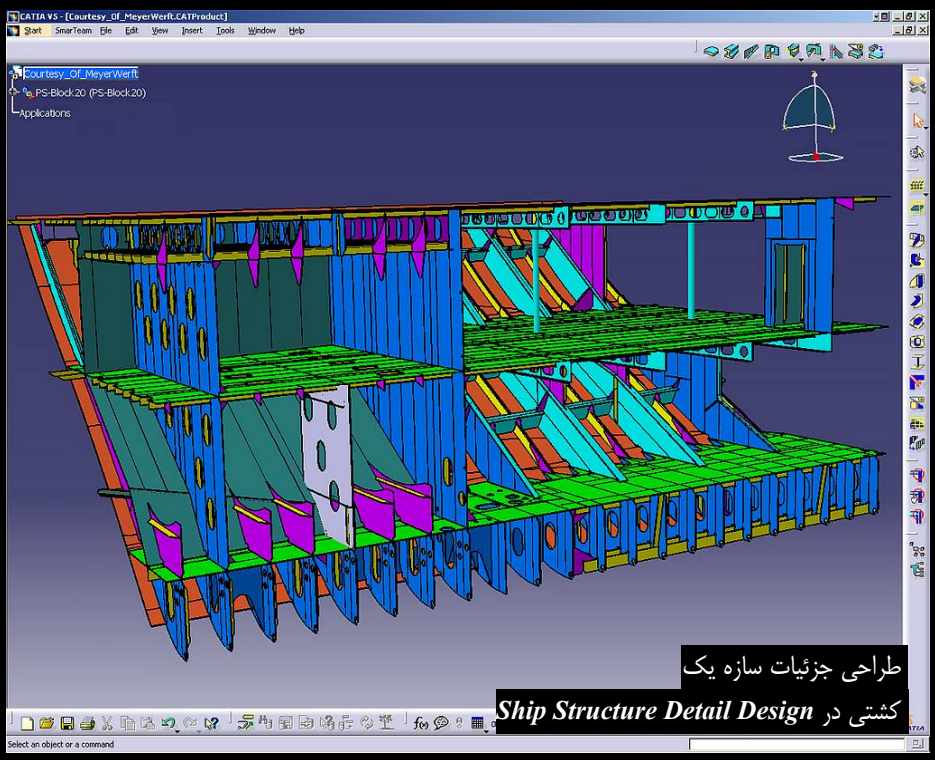
طرح اولیه یک کشتی
در ***Structure Preliminary Layout***



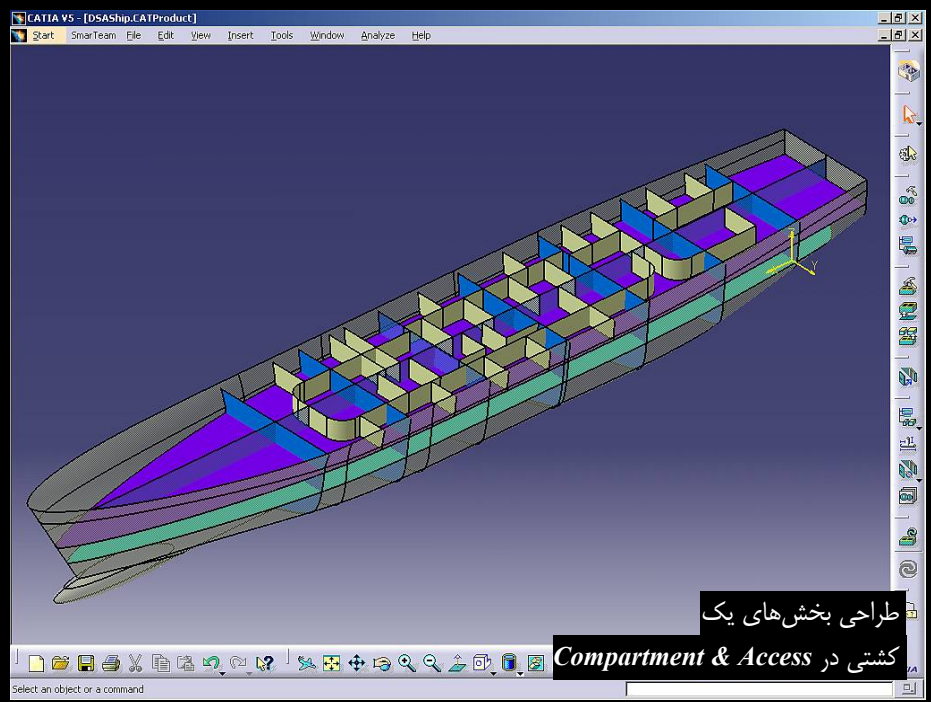
طراحی عملیاتی سازه یک
کشتی در ***Structure Functional Design***



طراحی ساختارهای عملیاتی یک
کشتی در ***Structure Functional Design***

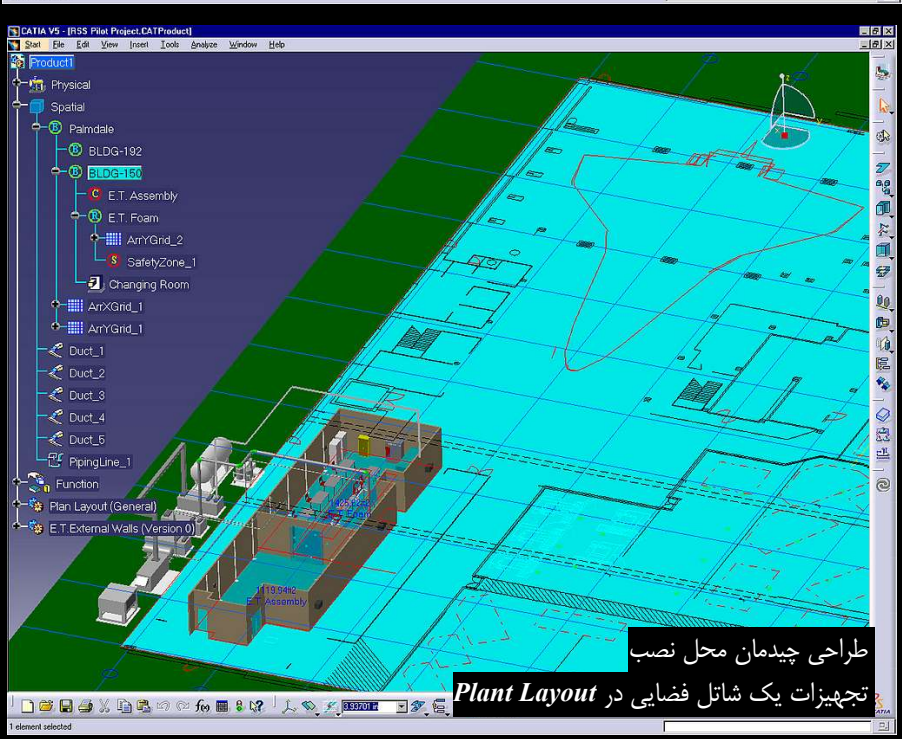


طراحی جزئیات سازه یک
کشتی در ***Ship Structure Detail Design***



طراحی بخش‌های یک
کشتی در ***Compartment & Access***

طراحی و بهینه‌سازی
فضای یک کارخانه در ***Plant Layout***



طراحی چیدمان محل نصب
تجهیزات یک شاتل فضایی در ***Plant Layout***

۳-۷-۱ CATIA – Circuit Board Design (CBD)

در ***CBD*** بورد مدار الکترونیکی از جنبه مکانیکی طراحی می‌شود؛ یعنی قطعات الکترونیکی (آی‌سی، مقاومت، خازن و ...) با ابعاد واقعی بر روی بورد سوار و با قرار گرفتن در کنار سایر قطعات یک مجموعه احتمال برخورد آنها بررسی و فضا از نظر ابعادی مدیریت و بهینه‌سازی می‌شود.

قطعات الکترونیکی در کاتالوگ‌های دیجیتالی در اختیار طرح قرار می‌گیرند تا با جستجو در میان قطعاتی که اطلاعات آن مستقیماً توسط سازندگان تجهیزات و قطعات الکترونیکی تغذیه می‌شود بوردها مدل شوند. همچنین می‌توان فایل‌های ایجاد شده توسط نرم‌افزارهای ECAD (Electrical Computer Aided Design) (فایل‌هایی با قالب IDF) را بازخوانی کرد.

۳-۷-۲ CATIA – Systems Routing (SRT)

هدف از استفاده از ***SRT*** ایجاد مسیر می‌باشد. مسیرهایی که از آنها برای ایجاد لوله‌های انتقال مایعات، داکت‌های سیستم تهویه، کانال‌های لازم برای عبور کابل‌های برق و کانوایرهای انتقال تجهیزات استفاده می‌شود.

مقاطع هر کدام از این سیستم‌ها در کاتالوگ‌هایی وجود دارد تا با اضافه کردن آنها به مسیر ایجاد شده، سیستم مورد نظر طراحی شود. با مدل‌کردن دیجیتالی فضای داخلی یک کارخانه یا یک کشتی می‌توان مسیرها و فضای لازم برای عبور این مسیرها را تعیین و آنها را با هدف ایجاد یک چیدمان مطلوب بهینه کرد.

طراح می‌تواند مسیرهای مورد نظر را از نقاط دلخواه عبور دهد (مختصات این نقاط از قبل در یک فایل متنی ذخیره شده است و وارد ***SRT*** می‌شود) و با ایجاد انشعابات و اتصالات مورد نیاز برای عبور مسیرها از محل مورد نظر و ایجاد اتصالات مناسب برای اتصال لوله و کانال‌ها به یکدیگر چیدمان بهینه را قبل از ایجاد فضای کارخانه برای پرهیز از هرگونه دوباره کاری و صرف هزینه‌های هنگفت در طراحی مجدد فضاها در محیط مجازی CATIA V5 شبیه‌سازی و با بررسی طرح ایراداتی مانند برخورد مسیرها را رفع کند.

با توجه به اینکه هر کدام از این سیستم‌ها توسط شرکت‌های مستقل طراحی می‌شوند، استفاده از ***SRT*** و مجموعه محیط‌های کاری DMU مجموعه‌ای را برای مدیریت فضای موجود و جلوگیری از برخوردها به وجود می‌آورد؛ یعنی هر نقطه از فضا را تنها به یک موضوع اختصاص داد.

۳-۷-۳ CATIA – Systems Space Reservation (SSR)

از ***SSR*** برای مدیریت فضا استفاده می‌شود. این فضا می‌تواند فضای لازم برای نصب و کار یک روبات در کنار سایر روبات‌های خط تولید یا فضای لازم برای قرار دادن قطعات یک اتومبیل در کنار یکدیگر باشد.

کاربران با در اختیار داشتن کاتالوگ‌هایی حاوی مدل سه‌بعدی قطعات مورد نیازشان می‌توانند قطعات را کنار هم قرار دهند و آنها را از نظر فضای لازم برای نصب و همچنین دامنه فضای لازم برای کارکردشان بررسی کنند تا از ایجاد هرگونه تداخل بین قطعات در مراحل اولیه طراحی جلوگیری شود.

۳-۷-۴ CATIA – Electrical 3D Design & Documentation (EC1)

EC1 برای صنایع ساخت و مونتاژ طراحی شده است تا توسط آن یک مدل سه‌بعدی کامل از محصولات الکتریکی با در اختیار داشتن کاتالوگ مدل اجزای آن ایجاد شود.

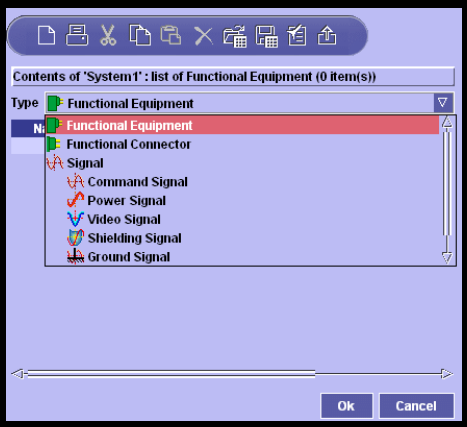
با استفاده از قطعات سه‌بعدی با خصوصیات ابعادی و شکلی دقیق، ماکت دیجیتالی محصول ایجاد می‌شود یعنی سیستم کابل‌های بین قطعات مختلف ایجاد، طول کابل مورد نیاز محاسبه و سرانجام نقشه‌های دوبعدی آنها استخراج می‌شود.

EC1 مجموعه‌ای از دو محیط کاری مستقل Electrical 3D Design Assembly و Electrical 3D Design Part می‌باشد که به ترتیب برای طراحی در سطح مونتاژ و قطعه اختصاص یافته‌اند.

۳-۷-۵ CATIA – Electrical System Functional Definition (EFD)

EFD برای ایجاد شرح عملیاتی (Functional Definition) سیستم‌های الکتریکی می‌باشد و در اولین مرحله از فرآیند مهندسی این نوع سیستم‌ها قرار می‌گیرد.

شرح عملیاتی به صورت مستقل از طراحی سه‌بعدی انجام می‌شود و ساختار یک سیستم الکتریکی را نشان می‌دهد. در این شرح، اجزاء و ارتباط بین آنها مشخص می‌شود و با آن می‌توان عملکرد سیستم را بررسی کرد. این سیستم می‌تواند مدار یک تایمر یا یک رادار باشد که با استفاده از یک سیگنال ورودی، شکل سیگنال خروجی را نشان می‌دهد.



یکی از منوهای ***EFD*** برای تعریف سیگنال

باید به این نکته اشاره کرد که با قرار گرفتن CATIA در کنار ENOVIA می‌توان از این امکان استفاده کرد. به بیان ساده‌تر ***EFD*** یکی از محیط‌های کاری مستقل CATIA V5 نیست و نمی‌توان آن را در کنار مجموعه محیط‌های کاری نرم‌افزار مشاهده کرد مگر اینکه کاربر ENOVIA نیز بود.

۳-۷-۶ CATIA – Electrical Library (ELB)

در ***ELB*** تجهیزات الکتریکی تعریف می‌شوند. ***ELB*** امکان تهیه و مدیریت قطعات الکتریکی، اتصالات و کابل‌های مورد استفاده را در کاتالوگ‌های دیجیتالی فراهم آورده است تا همواره قطعات مورد نیاز را برای ایجاد ماکت‌های دیجیتالی در اختیار داشته باشند. خصوصیات این تجهیزات قابل ویرایش است مثلاً می‌توان قطر و شکل مقطع، رنگ و مقدار شعاع خم مجاز یک کابل را تغییر داد.

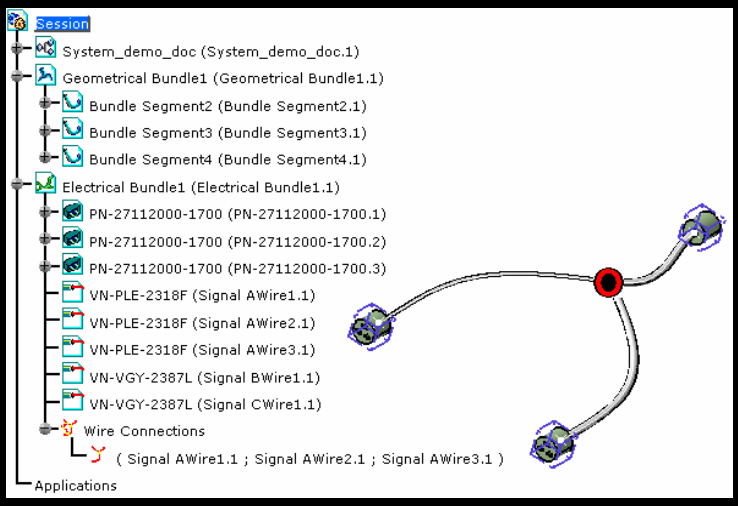
سرویس جدیدی که به منظور بهینه‌سازی فرآیند کار در ***ELB*** قرار گرفته است کنترل قطعات و رابطه‌های بین آنها در فضای سه‌بعدی توسط دیاگرام‌های عملیاتی می‌باشد.

ایـن محـیط کـاری مجموعـه‌ای از دو محـیط کـاری مـستقل Electrical Assembly Design و Electrical Part Design است که به ترتیب برای طراحی در سطح مونتاژ و قطعه اختصاص یافته‌اند. ایـن دو محیط کاری مشابه محیط‌های معرفی شده در بخش ۳-۷-۵ هستند با این تفاوت که کامل‌ترند.

۳-۷-۷ CATIA – Electrical Wire Routing (EWR)

در ***EWR*** سیستم کابل‌های یک ماکت دیجیتالی با استفاده از شـرح عملیـاتی طراحـی شـده در ***EFD***، طراحی و مدل می‌شود. به نظر می‌رسد ایجاد و مدیریت سیستم کابل‌هـای یـک ماکـت دیجیتـالی بـه دلیـل پیچیدگی آن از مشکل‌ترین مراحل طراحی یک ماکت دیجیتالی باشد.

پس از تکمیل این مراحل، کاربر می‌تواند تمام ارتباط‌هـای الکتریکـی بـین تجهیـزات را شـبیه‌سـازی و صحت عملیات کابل‌کشی را بررسی کند تا از ارتباط مجموعه‌ها اطمینان حاصل شود. همچنـین مـی‌تـوان در یک کلاف شامل تعداد زیادی سیم، سیم مورد نظر و اجزای متصل به آن را یافت. طراح می‌تواند با استفاده از شرح عملیاتی که برای سیستم الکتریکی در ***EFD*** ایجاد کرده است سیستم ارتباطات کابلی را ایجاد و مـسیر عبور سیگنال را از کابل‌های مدل شده تعیین کند.



درخت طراحی یک سیستم کابل و کانکتور

۳-۷-۸ CATIA – Electrical Harness Installation (EHI)

در ***EHI*** سیستم کابل یک مجموعه مونتاژی بر روی مدل دیجیتالی آن پیاده‌سازی می‌شود. این محیط کاری مخصوص مونتاژ کابل‌های سیستم‌های الکتریکی در کنار سایر قطعات یک مجموعه می‌باشد.

مسیر عبور دسته‌ای از کابل‌ها با روش‌هایی همچون عبور کابل از نقاط مـشخص، تبعیـت مـسیر عبـور کابل از فرم خارجی بدنه، عبور کابل از نگهدارنده‌های مخصوص سیستم‌های الکتریکی، تبعیـت مـسیر عبـور کابل از یک منحنی یا مارپیچی مشخص می‌شود.

تمام خصوصیات یک کابل مانند لَختی در هنگام عبور از تکیه‌گاه‌ها کـه باعـث ایجـاد انحنـا در کابـل می‌شود یا قطر کلافی از کابل‌ها که مانع خم شدن بیش از یک شعاع مشخص است شبیه‌سازی می‌شود. این ابزارها از توانایی‌های ***FLX*** می‌باشد (بخش ۳-۵-۱۴) که بـه ***EHI*** افـزوده مـی‌شـود. پـس از تکمیـل ایـن مراحل، کاربر می‌تواند تمام ارتباطات بین تجهیزات را شبیه‌سازی کند و صحت عملیات را کنترل نماید.

برای استفاده از امکانات این محیط کـاری بایـد گزینـه Electrical Harness Assembly را از منـوی Start نرم‌افزار CATIA V5 انتخاب کرد.

۹-۷-۳ CATIA – Electrical Harness Flattening (EHF)

در توضیح ***SMD*** بیان شد که پس از طراحی قطعاتی که با روش Bending ساخته می‌شوند، مـی‌تـوان گسترده آنها را برای محاسبه مساحت ورق مورد نیاز و رسیدن به ابعاد مطلوب پس از خمکاری مشاهده کـرد؛ ***EHF*** نیز وظیفه مشابهی را نسبت به سیستم کابل‌های یک مجموعه مونتاژی بر عهـده دارد. یـک کابـل در یک ماشین از مسیرهای پر پیچ و خم برای رسیدن به مقصد عبور می‌کند و تخمین دقیـق طـول آن مـشکل است اما در ***EHF*** می‌توان طول رشته‌های کابل مورد نیاز را محاسبه کرد و نقشه‌های دوبعدی آن را با کمک ***GRD*** ایجاد کرد.

۱۰-۷-۳ CATIA – Electrical Connectivity Diagrams (ELD)

در ***ELD*** مدارهای سیستم‌های توزیع برق و فرمان با استفاده از علائم استاندارد این سیستم‌ها طراحی و مدیریت می‌شود. در واقع از ***ELD*** برای رسم نقشه‌های دوبعدی این نوع مدارها استفاده می‌شـود؛ بـه همـین دلیل قبل از ورود به این محیط کاری باید فضای کاغذ را تعریف کرد (همانند ***GRD***).

از امکانات ***ELD*** می‌توان به طراحی دوبعدی این نوع سیستم‌هـا در فـضای کارخانـه یـا یـک کـشتی، طراحی مدارهای نیروگاه‌های اتمی، پست‌های توزیع برق، ماشین‌های ویژه و طراحی مدارهای فرمان خطـوط تولید خودکار استفاده کرد.

انواع علائم استاندارد نشانگر ژنراتورها، الکتروموتورها، دستگاه‌هـای UPS، ترانـسفورماتورها، خـازن‌هـا، راکتورها، انواع تابلوهای کنترل، تابلوهای سوئیچینگ، انباره‌های جریان مـستقیم، یکـسوکننده‌هـا، سـویچ‌هـا، ترمینال‌ها، فیوزها وانواع کابل‌های استاندارد از پیش در ***ELD*** آماده شده است.

توانایی برقراری ارتباط بین نقشه دوبعدی و مدل سه‌بعدی از دیگر توانایی‌هـای ***ELD*** اسـت. بـا انجـام بررسی بر روی هر کدام از قسمت‌های نقشه دوبعدی می‌توان مشخص کرد که نماد هر قسمت با کـدامیک از قسمت‌های دیگر ارتباط دارد.

۱۱-۷-۳ CATIA – Electrical Cableway Routing (ECR)

با استفاده از امکانات ***ECR*** که مکمل امکانات ***SSR*** می‌باشد می‌توان دیاگرام‌هایی رسم شده در ***ELD*** را در محیط سه‌بعدی به مرحله اجرا درآورد. استفاده از ***ECR*** بـه طراحـان اجـازه مـی‌دهـد تـا سیـستم‌هـای

مکانیکی و الکتریکی را یکپارچه کنند. در ***ECR*** می‌توان رابطه بین نقشه دوبعدی و قطعات محیط سه‌بعدی را برقرار کرد تا همواره جریان انتقال تغییرات بین آنها برقرار باشد.

۳-۷-۱۲ CATIA – Systems Diagrams (SD1)

SD1 یک محیط کاری پایه برای سایر محیط‌های کاری است که در آن دیاگرام سیستم‌ها به صورت دوبعدی رسم می‌شود.

SD1 به‌صورت مستقل نصب نمی‌شود و پایه‌ای برای ***PID***، ***HVD***، ***WGD***، ***TUD*** و ***ELD*** می‌باشد که هرکدام از آنها برای ایجاد دیاگرام‌های سیستمی خاص سرویس می‌دهند. به ترتیب از آنها برای رسم نقشه‌های دوبعدی شبکه لوله، کانال‌های تهویه، سیستم ارسال و دریافت امواج مخابراتی، سیستم‌های هیدرولیکی، پنوماتیکی و برقی استفاده می‌شود.

تمامی این دیاگرام‌ها می‌توانند با محیط‌های سه‌بعدی ارتباط برقرار کنند و بعد از رسم نقشه‌های دوبعدی از آنها برای مدل‌کردن سه‌بعدی همین سیستم‌ها استفاده می‌شود و لیست قطعات مستقیماً استخراج می‌شود. چون هر کدام از این سیستم‌ها دارای علائم مخصوص می‌باشند، آنها در کاتالوگ‌های دیجیتالی در اختیار کاربر قرار می‌گیرند تا او فقط بر طراحی مدار متمرکز شود.

۳-۷-۱۳ CATIA – Piping & Instrumentation Diagrams (PID)

۳-۷-۱۲ CATIA – Systems Diagrams (SD1)

۳-۷-۱۴ CATIA – HVAC Design (HVA)

HVA به طراحی سه‌بعدی داکت‌های هوا اختصاص دارد. پس از مشخص کردن مسیر عبوری داکت، مقطع آن از مسیرهای تعیین شده عبور داده می‌شود. همچنین انشعابات، اتصالات و نگهدارنده‌های مورد نیاز طراحی می‌شود.

نتیجه استفاده از فرمان‌های ***HVA*** ایجاد یک مدل هوشمند HVAC می‌باشد که تمام اطلاعات طراحی را در خود ذخیره می‌کند. با استفاده از قابلیت دوبعدی-سه‌بعدی این مدل هوشمند می‌توان رابطه بین دیاگرام دوبعدی و مدل سه‌بعدی را برقرار کرد.

۳-۷-۱۵ CATIA – HVAC Diagrams (HVD)

۳-۷-۱۲ CATIA – Systems Diagrams (SD1)

۳-۷-۱۶ CATIA – Piping Design (PIP)

PIP به طراحی سه‌بعدی سیستم لوله‌ها اختصاص دارد. پس از اینکه مسیر عبوری لوله مشخص شد

مقطع لوله‌ها از مسیرهای تعیین شده عبور داده می‌شوند. همچنین انشعابات، اتصالات و نگهدارنده‌های مورد نیاز طراحی می‌شود.

نتیجه استفاده از فرمان‌های ***PIP*** ایجاد یک مدل هوشمند Piping می‌باشد که تمام اطلاعات طراحی را در خود ذخیره کرده است. با استفاده از قابلیت دوبعدی-سه‌بعدی این مدل هوشمند می‌توان رابطه بین دیاگرام دوبعدی و مدل سه‌بعدی برقرار کرد.

واژه Piping برای شبکه‌های لوله‌ای (انتقال دهنده مایعات، بخار آب، گاز) به‌کار می‌رود.

۱۷-۷-۳ CATIA – Tubing Design (TUB)

TUB به طراحی سه‌بعدی سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک اختصاص دارد. پس از اینکه مسیر عبوری لوله‌ها آنها مشخص گردید مقطع آنها از مسیرهای تعیین شده عبور داده می‌شوند. همچنین انشعابات، اتصالات و نگهدارنده‌های مورد نیاز طراحی می‌شود.

واژه Tube به لوله پلاستیکی اطلاق می‌شود؛ در ***TUB*** سیستم‌هایی مانند سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک طراحی می‌شود.

۱۸-۷-۳ CATIA – Tubing Diagrams (TUD)

CATIA – Systems Diagrams (SD1) ۱۲-۷-۳

۱۹-۷-۳ CATIA – Waveguide Design (WAV)

WAV با هدف طراحی مکانیکی سیستم‌های مخابراتی ایجاد شده است. ابزارهایی که در ***WAV*** در دسترس طراحان قرار می‌گیرد به آنها امکان می‌دهد وسایل الکترومکانیکی را که از آنها برای ارسال و دریافت سیگنال‌های مخابراتی ماکروویو استفاده می‌شود طراحی کنند.

۲۰-۷-۳ CATIA – Waveguide Diagrams (WGD)

CATIA – Systems Diagrams (SD1) ۱۲-۷-۳

۲۱-۷-۳ CATIA – Hanger Design (HGR)

HGR مجموعه‌ای از فرمان‌هایی را در اختیار طراحان قرار می‌دهد تا بتواند هانگارهایی را برای نگهداری سیستم‌های معرفی شده در مجموعه Equipment & Systems Engineering با در نظرگرفتن استانداردهای صنعتی طراحی و مدل کند.

HGR می‌تواند با ***ECR*** ارتباط برقرار کند و کابل‌ها را از مسیرهای از پیش تعریف شده عبور دهد.

انواع اتصالات مخصوص سیستم‌های مختلف برای نصب آنها بر روی هانگار قابل تعریف است. با توجه به تفاوت هندسی اجزای هر کدام از سیستم‌های کابلی، کانال‌های تهویه، سیستم لوله‌ها و ... اهمیت وجود مجموعه‌های از اتصالات از پیش تعریف شده در ***HGR*** نمایان می‌شود. این محیط کاری نیز به تبعیت از تمام محیط‌های کاری CATIA V5 حاوی کاتالوگ‌های دیجیتالی شامل این نوع قطعات می‌باشد.

۲۲-۷-۳ CATIA – Raceway & Conduit Design (RCD)

RCD به صورت اختصاصی برای طراحی داکت‌ها و سینی‌های قرارگیری کابل توسعه یافته است. با توجه به وظیفه ***RCD*** می‌توان آن را با ***ECR*** یکپارچه کرد.

۲۳-۷-۳ CATIA – Equipment Arrangement (EQT)

EQT برای ساخت و مدیریت تجهیزات سیستم‌های مختلف استفاده می‌شود. در واقع ***EQT*** اختصاص به طراحی سیستم خاصی ندارد بلکه با توجه به قطعات موجود در کاتالوگ‌های مربوط به هر رشته می‌توان نصب و چیدمان آنها را مدیریت کرد. از ***EQT*** برای مدیریت چیدمان تجهیزاتی همچون بویلرها، پمپ‌ها، مبدل‌های حرارتی، شیرها و انواع سیستم‌های کنترلی و حفاظتی این نوع مدارها استفاده می‌شود.

افزودن اطلاعات راهنما به‌صورت متن به مدل به بررسی سیستم عظیمی مانند یک پالایشگاه کمک می‌کند.

۲۴-۷-۳ CATIA – Equipment Support Structures (ESS)

در ***ESS*** سازه‌های سنگین فولادی طراحی می‌شود. مقاطع پروفیل‌های فولادی در مجموعه‌هایی در اختیار طراح می‌باشد تا در طراحی سازه از مقاطع از پیش تعریف شده استاندارد استفاده کند.

سازه‌هایی همچون سازه‌هایی که در خطوط مونتاژ به عنوان پایه برای مونتاژ ماشین آلات استفاده می‌شود، جیگ و فیکسچرها و سازه‌هایی که در صنایع کشتی‌سازی به عنوان پایه نصب سایر قطعات استفاده می‌شوند نمونه‌هایی هستند که در ***ESS*** طراحی می‌شوند.

۲۵-۷-۳ CATIA – Structure Preliminary Layout (SPL)

در ***SPL*** بدنه، سازه و بخش‌های اصلی کشتی مدل می‌شود.

SPL شامل ابزارهای لازم برای طراحی اولیه صنایع کشتی‌سازی در مراحلی که هنوز جزئیات مشخص نیست می‌باشد. تمرکز اصلی ***SPL*** بر روی طراحی فضای داخلی شامل دیواره‌های اصلی (Bulkhead) و عرشه (Deck) و همچنین تقسیم‌بندی بخش‌های داخلی می‌باشد.

۳-۷-۲۶ CATIA – Structure Functional Design (SFD)

با استفاده از امکانات ***SFD*** اجزای ساختاری کشتی طراحی می‌شود.

در ***SFD*** بدنه کشتی ته‌بندی می‌شود (ته‌بند: ستون فلزی یا تخته‌بندی شده در سراسر کف کشتی) همچنین سطوح عرشه و دیواره‌های اصلی با اختصاص ضخامت به آن به ورق تبدیل می‌شود و سیستم‌های تقویتی طولی و عرضی برای یک کشتی تعریف می‌گردد.

تخمین ماده لازم، وزن، استحکام کشتی و نیروی کار لازم برای ساخت کشتی از توانایی‌های ***SFD*** است.

این محیط کاری شامل دو محیط کاری Structure Functional System Design و Structure Functional Object Design است.

۳-۷-۲۷ CATIA – Ship Structure Detail Design (SDD)

SDD برای تکمیل طراحی سازه با روکش‌های فلزی واقعی، المان‌های تقویتی و اتصالات است. در واقع طراحی کشتی که از ***SPL*** و ***SFD*** با طراحی مفهومی (Conceptual Design) و طراحی اولیه (Preliminary Design) آغاز شده است در ***SDD*** تکمیل می‌شود و نقشه‌ها برای ساخت آماده می‌گردد (Detailed Design).

این محیط کاری شامل دو محیط کاری Structure Detail System Design و Structure Detail Object Design می‌باشد.

۳-۷-۲۸ CATIA – Compartment & Access (CNA)

با استفاده از امکانات ***CNA*** می‌توان فضای داخل کشتی را با دیواره‌ها تقسیم بندی کرد و مکانیسم‌های دسترسی به آنها همچون طبقه، درب، پنجره و نردبان را به آنها افزود.

۳-۷-۲۹ CATIA – Plant Layout (PLO)

در***PLO*** چیدمان کارخانه سازماندهی می‌شود و با بهینه‌سازی فضا حداکثر استفاده برای ایجاد خطوط تولید و مونتاژ می‌شود. در واقع در ***PLO*** سطح و حجم برای ایجاد کارخانه مدیریت می‌شود. این محصول یکی از راه‌حل‌های ساخت و تولید دیجیتال یکپارچه (Integrated Digital Manufacturing Solutions) شرکت Dassault Systemes است.

توجه به مدیریت فضا در یک کارخانه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چنین مکانی شامل انواع ماشین‌های ابزار، روبات‌ها، سیستم‌های PLC، پرس‌های سنگین، انبار مواد اولیه، قسمت تحویل ابزار و ... می‌باشد و همچنین باید مسیرهای عبور ماشین‌آلات هندلینگ کارخانه مثل لیفت‌تراک و نیروی انسانی دقیقاً پیش‌بینی شود و فضای لازم برای استقرار و کار هر کدام از دستگاه‌ها در نظر گرفته شود.

استخراج گزارش‌هایی از فضای طراحی شده که شامل نام و ابعاد فضا، نام و ابعاد تجهیزات قرارگرفته در این فضا، مساحت یا درصد فضای اشغال شده یا آزاد از فضای کل در اختیار نیز از دیگر توانـایی‌هـای ***PLO*** است.

Learn.CATIA@gmail.com

خودآموز طراحی مکانیکی با **CATIA V5**

هادی جعفری

مصطفی هیهات

خودآموز طراحی مکانیکی با **SolidWorks**

هادی جعفری

Learn more about …

CATIA V5

Mustafa Heyhat