



Programma  
Quadrifoglio



università di ferrara  
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI

Università degli Studi di Ferrara  
Facoltà di Scienze MM.FF.NN.  
CdL in Tecnologie Fisiche Innovative

## Progettazione CAD/CAM II

Prof. Nicola Baldanza  
Prof. Michele Benedetti

### Modulo I parte 3 Interfaccia dei moderni CAD

www.programmaquadrifoglio.it



FONDAZIONE  
CASSA DI RISPARMIO  
IN BOLOGNA



Programma  
Quadrifoglio



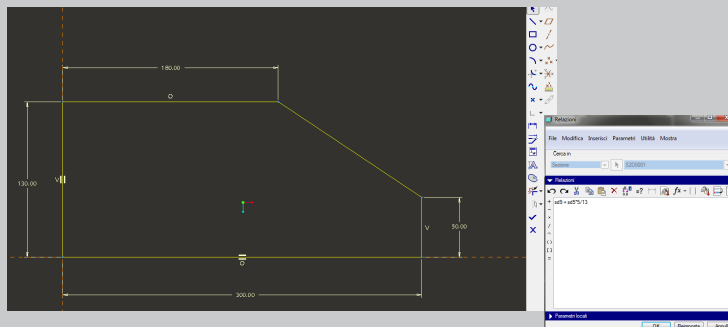
università di ferrara  
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI

## Ambiente di sketch

E' lo strumento che consente di realizzare i profili 2D che costituiscono la base dei solidi o delle superfici da creare

Oltre alla geometria bidimensionale, nell'ambiente di sketch si applicano i vincoli, che possono essere:

- dimensionali
- geometrici
- relazionali



I vincoli possono essere imposti dall'operatore o applicati automaticamente dal CAD

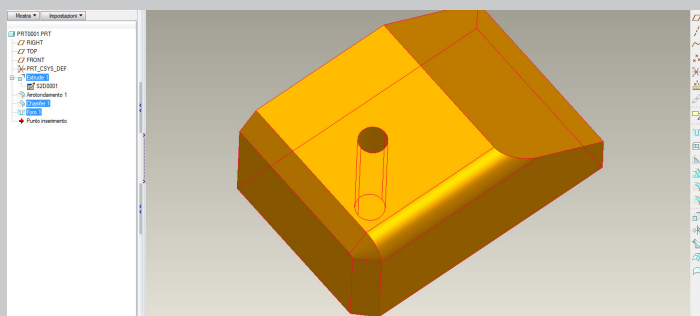
## Ambiente di modellazione

La maggior parte dei modellatori solidi oggi sul mercato sono features based

Feature: gruppo di entità geometriche e topologiche che hanno un significato funzionale. Sono quindi primitive caratterizzate da forma, attributi, vincoli e parametri

Esempi di feature:

- protrusione
- rivoluzione
- foro
- smusso
- raccordo
- svuotamento



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Ambiente di modellazione

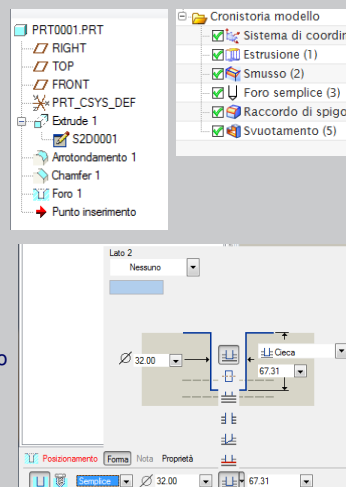
Nell'albero delle features vengono indicate le features che costituiscono il modello

Dal punto di vista dell'utente le features hanno le seguenti caratteristiche:

- una volta applicate, continuano ad essere riconosciute come features
- continuano ad osservare le leggi comportamentali di definizione
- consentono ai parametri di definizione di essere variati

Le features che compongono il modello solido sono tra loro correlate da legami o dipendenze padre-figlio

L'ordine (sequenza) delle features è determinante per ottenere il modello voluto

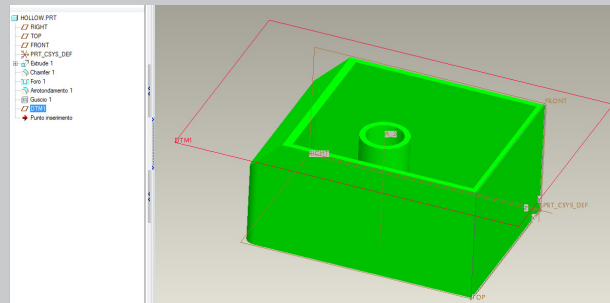


Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Ambiente di modellazione

Nell'ambiente di modellazione sono sempre presenti anche strumenti per creare elementi di riferimento o datum (piani, assi, punti, curve, sistemi di coordinate)

Questi elementi non “appartengono” alla parte solida del modello, ma interagiscono con le features, e sono quindi determinanti per la creazione del modello



## Ambiente di modellazione

L'uso della modellazione basata su features consente di:

- catturare gli intenti del progettista
- modellare usando una terminologia ed un flusso di lavoro familiare agli utenti, giacchè le feature sono generalmente associate a lavorazioni meccaniche
- realizzare funzioni di modellazione che, se realizzate manualmente, richiederebbero più operazioni di tipo Booleano

Le operazioni di modifica del modello possono risultare laboriose, in quanto il progettista deve analizzare le features che lo compongono



Sono stati implementati strumenti di modellazione diretta che interagiscono con le features

## Ambiente di assemblaggio

Gli utenti dei sistemi CAD generalmente progettano assiemi di parti

Possibili approcci per la realizzazione di assiemi:

- **top-down**: viene definito uno studio di assieme da cui vengono poi estratti e successivamente dettagliati i singoli particolari; tale approccio è tipico della progettazione ex-novo
- **bottom-up**: le singole parti vengono modellate e dettagliate e solo successivamente inserite nell'assemblaggio; tale approccio viene utilizzato nel caso si ricorra a parti già esistenti o nella progettazione di assiemi costituiti da più sottoassiemi strutturati ciascuno realizzato da un progettista



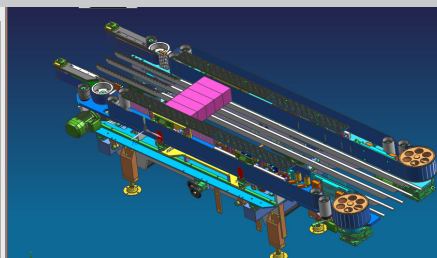
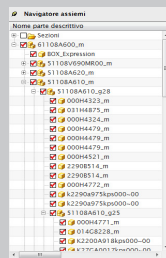
Nella realtà l'approccio è quasi sempre misto



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Ambiente di assemblaggio

Nell'albero delle parti vengono indicati le parti che costituiscono l'assieme  
L'albero delle parti ha spesso una struttura ramificata, in quanto le singole parti sono raggruppate in sottoassiemi



Per contenere le dimensioni dei files di assieme e per evitare la duplicazione delle parti, l'assieme contiene i puntatori alle singole parti (o sottoassiemi). Le singole parti compaiono nell'assieme soltanto come rappresentazione grafica

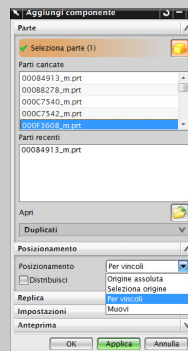
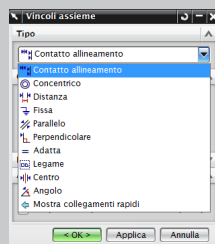
Dall'ambiente di assemblaggio si può però avere accesso alla geometria, alla storia parametrica e alle proprietà e attributi dei componenti costituenti l'assieme

Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Ambiente di assemblaggio

Le parti ed i sottoassiemi vengono posizionati attraverso:

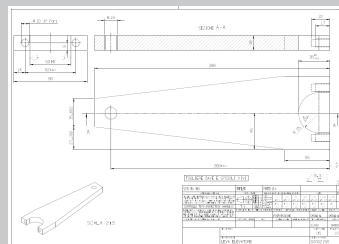
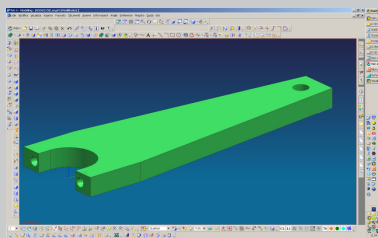
- sistemi o elementi di riferimento
- vincoli



Per velocizzare le operazioni, nell'ambiente di assemblaggio i vari cad hanno diverse tecniche di caricamento parziali, rappresentazioni leggere, rappresentazioni semplificate delle singole parti

## Ambiente di messa in tavola

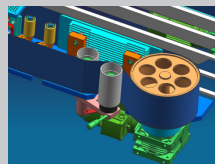
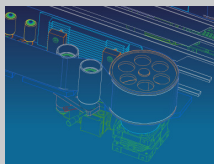
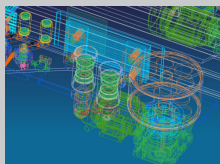
In questo ambiente dal modello o dall'assieme si ottengono in modo automatico le proiezioni utili per la realizzazione di un disegno tecnico secondo gli standard



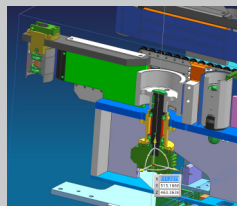
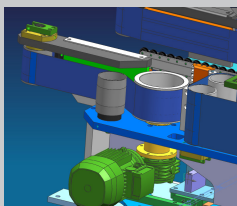
Si possono quindi aggiungere o estrarre le quote, indicare le tolleranze, le rugosità, eventuali note,.....

## Strumenti di visualizzazione, sezioni, livelli

In tutti i CAD è possibile orientare il modello o l'assieme secondo viste predefinite, o visualizzarlo in diverse modalità (wireframe, con linee nascoste, ombreggiato,.....)



E' inoltre possibile fare sezioni e spostare le entità (datum, sketch, solidi,.....) su diversi livelli



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Associatività

L'associatività è la capacità presente nei sistemi CAD di gestire le modifiche effettuate sul modello 3D e di trasmetterle, in modo del tutto automatico e opportunamente modificate, alla rappresentazione 2D in viste e sezioni, impiegata per il disegno tecnico

Alcuni sistemi permettono di modificare alcuni parametri che governano la geometria direttamente sulla tavola di disegno 2D: si parla allora di associatività in due direzioni

L'associatività esiste anche tra una parte e un assieme che lo utilizza (un assieme alla parte è ovviamente riportata alla parte montata nell'assieme)

L'associatività del modello può essere spinta anche verso gli strumenti di simulazione, per evitare di rieditare le modifiche nei vari ambienti

Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Modellatori variable driven e espliciti

### Modellatori variable driven:

strumenti capaci di generare modelli guidati da vincoli in cui ogni cambiamento ad una entità geometrica causa la corrispondente variazione dell'entità medesima e delle entità geometriche ad essa connessa (direttamente o indirettamente), con un processo di propagazione delle modifiche che porta alla rigenerazione automatica del modello  
Esempi: SolidEdge, SolidWorks, Proengineer, NX

### Modellatori espliciti:

definiscono il modello esclusivamente attraverso la sua geometria esplicita; l'assenza nel database delle relazioni esistenti tra le entità geometriche costituenti il modello (le relazioni topologiche) fanno sì che eventuali interventi su una entità geometrica non si possano propagare nel modello rendendo così necessarie operazioni di editing manuali  
Esempi: Autocad, Solidesigner

Nuova tendenza: integrazione tramite modellazione sincrona o diretta



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Modellatori parametrici e variazionali

### Modellatori parametrici:

eseguono la rigenerazione del modello con un approccio di tipo procedurale; tali modellatori catturano la storia delle operazioni di modellazione, e quindi le relazioni parametriche, in ordine sequenziale, e sequenzialmente, all'atto della rigenerazione, ricalcolano il modello usando la sequenza definita dei parametri

### Modellatori variazionali:

i vincoli geometrici e non geometrici che caratterizzano il modello sono rappresentati da equazioni analitiche; la rigenerazione del modello comporta la risoluzione di un sistema non lineare, generalmente costituito da equazioni lineari e quadratiche, provenienti dai vincoli la cui soluzione richiede l'uso di metodi numerici iterativi

I moderni sistemi CAD hanno un approccio parametrico e variazionale, più precisamente variazionale nell'ambiente sketch e parametrico per la generazione del solido



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative - UNIFE

## Modellatori parametrici e variazionali

Approccio parametrico	Approccio variazionale
<ul style="list-style-type: none"> <li>La sequenza delle operazioni di modellazione è registrata</li> <li>Il cambio di un parametro comporta la rigenerazione parziale del modello</li> <li>Impossibilità di avere modelli sottovincolati</li> <li>Le equazioni vincolari, essendo disaccoppiate, possono essere risolte con tecniche di risoluzione specifiche (cioè tipo di vincolo per tipo di vincolo)</li> <li>La storia del modello è facilmente maneggiabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'intero modello è espresso da un sistema di equazioni non lineare</li> <li>Il cambio di un parametro comporta l'intera rigenerazione del modello</li> <li>Possibilità di avere modelli sottovincolati</li> <li>La risoluzione di sistemi non lineari sono computazionalmente molto pesanti (specie nel caso 3D) e richiedono metodi iterativi o il disaccoppiamento delle equazioni costituenti il sistema.</li> <li>Il solutore non conosce la geometria del modello</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Pro</u>: precisione numerica</li> <li><u>Contro</u>: rigidità della descrizione del modello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>Pro</u>: flessibilità, semplicità di riparametrizzazione</li> <li><u>Contro</u>: instabilità numerica</li> </ul>

Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative – UNIFE

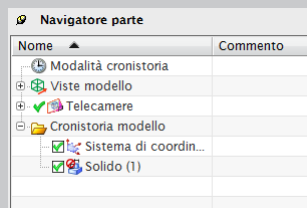
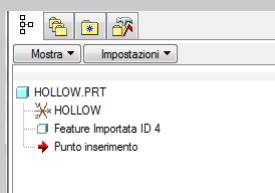
## Interazione tra CAD

Ogni sistema CAD salva i files (parti, assiemmi ed eventuali drawing) in un formato proprietario o nativo (es: .prt, .asm, .par, .catpart, .catproduct, .sldpart, .sldasm)

Tutti i sistemi CAD hanno moduli in grado di tradurre i files generati dal sistema originario in un formato di scambio, e la possibilità di importare ed esportare tali formati

I formati standard, così detti neutri, usualmente impiegati nel mondo industriale sono: iges, dxf, step, sat, stl

Esportando ed importando tramite formati neutri, si perde l'albero delle features del modello. Gli strumenti di modellazione sincrona o diretta sono molto utili per la modifica di questi files



Corso Tecnologia Meccanica di Produzione – Tecnologie Fisiche Innovative – UNIFE





## Parole chiave

- ☐ Ambienti
- ☐ Feature
- ☐ Associatività
- ☐ Parametri
- ☐ Vincoli
- ☐ Integrazione