

 **ANIE**  
AUTOMAZIONE



# ***Approccio Meccatronico alla progettazione***

*Ing. Roberto Loce*

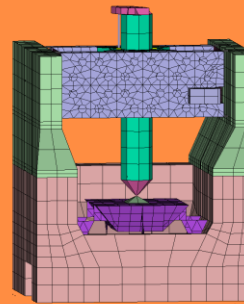
*Solution Architect Motion Control*

*Rockwell Automation*

Una moderna macchina automatica è un sistema mecatronico

## Meccanica

- Organi di trasmissione
- Elementi Strutturali
- Riduttori
- Sistemi di Guida
- Assi



- **Elettronica**
- Controllo ad anello aperto
- Drives
- Motori
- Sistemi Retroazionati



## Informatica

- HMI: Human Machine Interface
- Control software
  - CNC
  - Motion Control
  - PLC
- Controllo anello chiuso

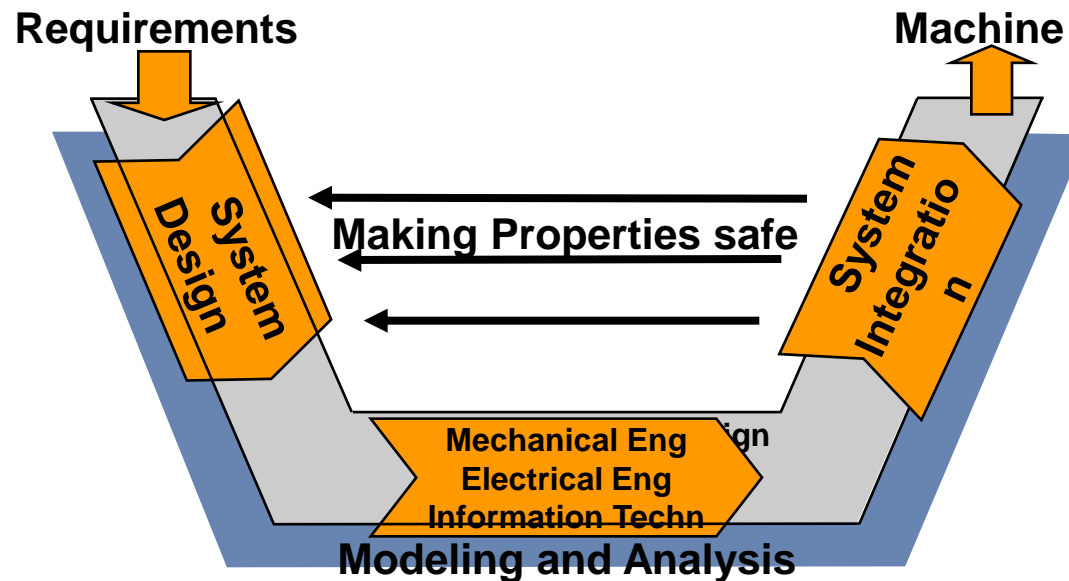


## Approccio mecatronico

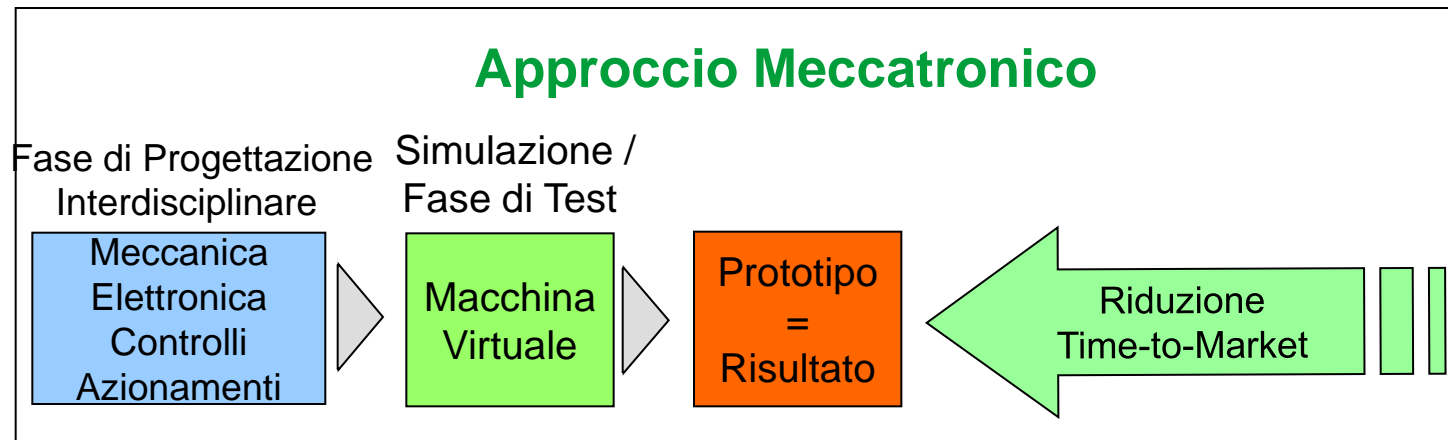
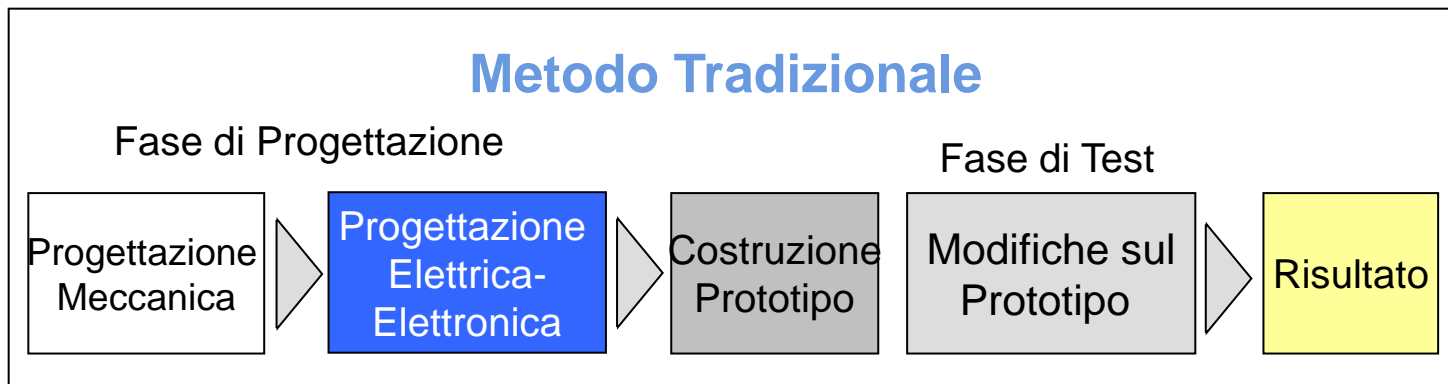
### Meccatronica: approccio interdisciplinare all'interazione ed integrazione tra meccanica, elettronica ed informatica.

Collaborazione in cui si integra la conoscenza tecnologica specifica del costruttore con la competenza applicativa del fornitore di soluzioni di automazione.

- per ottimizzare le soluzioni ed eseguire analisi dettagliate su macchine esistenti;
- Per supportare lo sviluppo di nuove macchine con la simulazione mecatronica considerando l'interazione e integrazione di tutti i vari componenti, dagli organi di trasmissione ai sistemi servocontrollati.

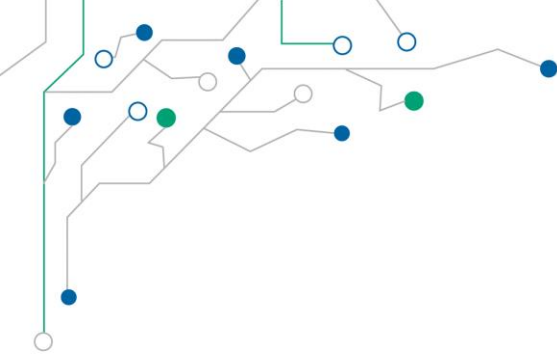


# Ottimizzare l'intero processo di progettazione

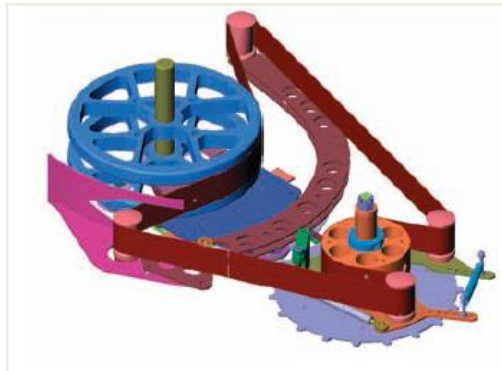


Il nuovo impianto o macchina può essere testato e validato durante la fase di simulazione senza dover realizzare alcun prototipo

*Un prototipo virtuale consente di ridurre tempi e costi*



# Progettazione Integrata



The collage illustrates the integrated design process through various software interfaces:

- ANSYS Workbench:** Shows the main project environment with a 3D model and simulation settings.
- ANSYS Mechanical APDL:** Displays a graph of simulation results, likely stress or displacement, over time or cycles.
- ANSYS Results:** Shows a detailed view of the simulation results, including a table of data and a graph.
- ANSYS Design Modeler:** Shows the CAD model being used for the simulation.
- ANSYS APDL Command Processor:** Shows the command window used for running the simulation.
- ANSYS APDL Macro Editor:** Shows the macro editor used for automating the simulation process.
- ANSYS APDL Parameter File Editor:** Shows the parameter file editor used for saving simulation parameters.
- ANSYS APDL Job Queue:** Shows the job queue used for managing the simulation process.
- ANSYS APDL Results Browser:** Shows the results browser used for viewing simulation results.

At the center of the collage is a circular process diagram with four segments:

- Simulate:** Represented by a blue segment.
- Select:** Represented by a red segment.
- Analyze:** Represented by a yellow segment.
- Optimize:** Represented by a green segment.

The segments are connected by arrows, indicating a continuous and iterative process.

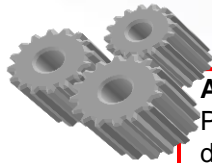
# Progettazione Integrata

The screenshot displays the RSLogix 5000 software environment for a motion program. The main window shows a ladder logic diagram with motion blocks for 'Motion Axis Position Cam' and 'Motion Axis Jog'. The 'Cam Editor' window is open, showing a graph of cam profiles and a data table with columns for Master, Slave, and Type. The data table contains 20 rows of motion parameters.

#	Master	Slave	Type
0	0.0	0.0	Cubic
1	60.000	0.8445	Cubic
2	120.000	0.3385	Cubic
3	180.000	1.3826	Cubic
4	240.000	2.4325	Cubic
5	300.000	4.4932	Cubic
6	360.000	7.3322	Cubic
7	420.000	10.978	Cubic
8	480.000	15.427	Cubic
9	540.000	20.644	Cubic
10	600.000	25.568	Cubic
11	660.000	33.116	Cubic
12	720.000	40.185	Cubic
13	780.000	47.659	Cubic
14	840.000	55.408	Cubic
15	900.000	63.296	Linear
16	9780.000	300.65	Cubic
17	2780.000	308.5426	Cubic
18	2620.000	316.25	Cubic
19	2680.000	323.63	Cubic
20	2680.000	323.63	Cubic

- Il tool di selezione dei componenti interagisce con l'ambiente di progettazione CAD per ottimizzare gli aspetti più problematici dell'applicazione; il risultato finale è la legge di moto più adatta alle scelte fatte da implementare direttamente nel programma del controllore.

# Tool di Ottimizzazione

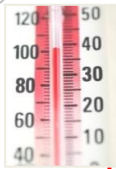


**Analisi rendimento del sistema**  
Permette di esaltare le prestazioni della macchina e ridurre il consumo energetico.

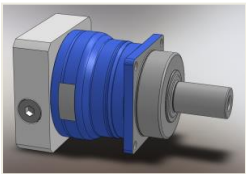


**- Analisi delle tolleranze del sistema**  
Permette di verificare quanto una macchina sarà insensibile alle modifiche dei dati iniziali

**Analisi stop di emergenza.**  
Aiuta a massimizzare la produzione senza compromettere la sicurezza



**- Modello termico del sistema**  
Utile per OEM che esportano verso paesi dei climi caldi.



**- Analisi del riduttore**  
Guida i progettisti ad una soluzione ottimizzata

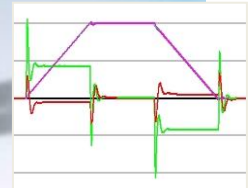


**Analisi tolleranza sulla tensione di alimentazione**  
Riduce il rischio di problemi sul campo che richiedono alti costi di supporto.



**- Interazione con 3D CAD**  
Scaricare modelli dei prodotti e verificare i profili di movimento durante la progettazione meccanica.

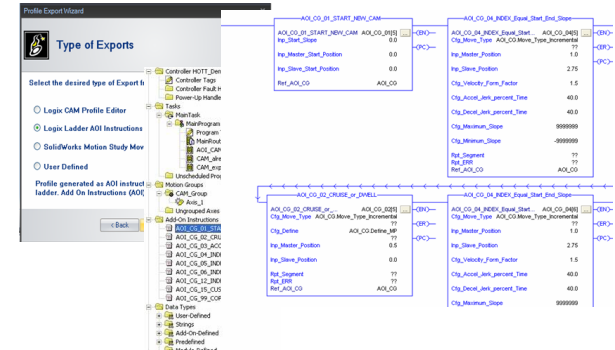
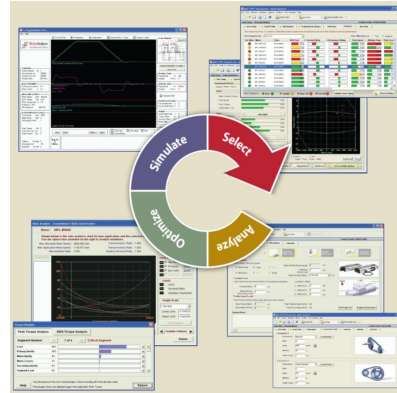
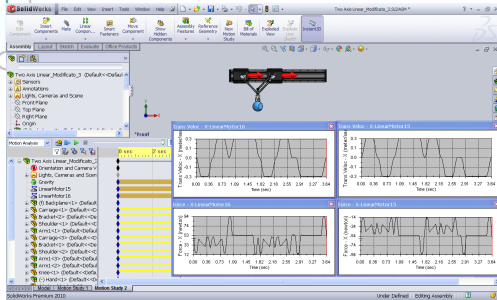
**- Tuning simulato del sistema**  
Aiuta a ridurre gli errori di progettazione ed a risparmiare tempo in fase di messa in funzione.



**Stima della durata**  
Dimensionamento di attuatori integrati con stima della vita e pianificazione della manutenzione.



# Sviluppo congruo ed efficace



## CAD meccanico

- Progettazione
- Motion Analysis
- Plot diagrammi di forza

## Tool Simulazione

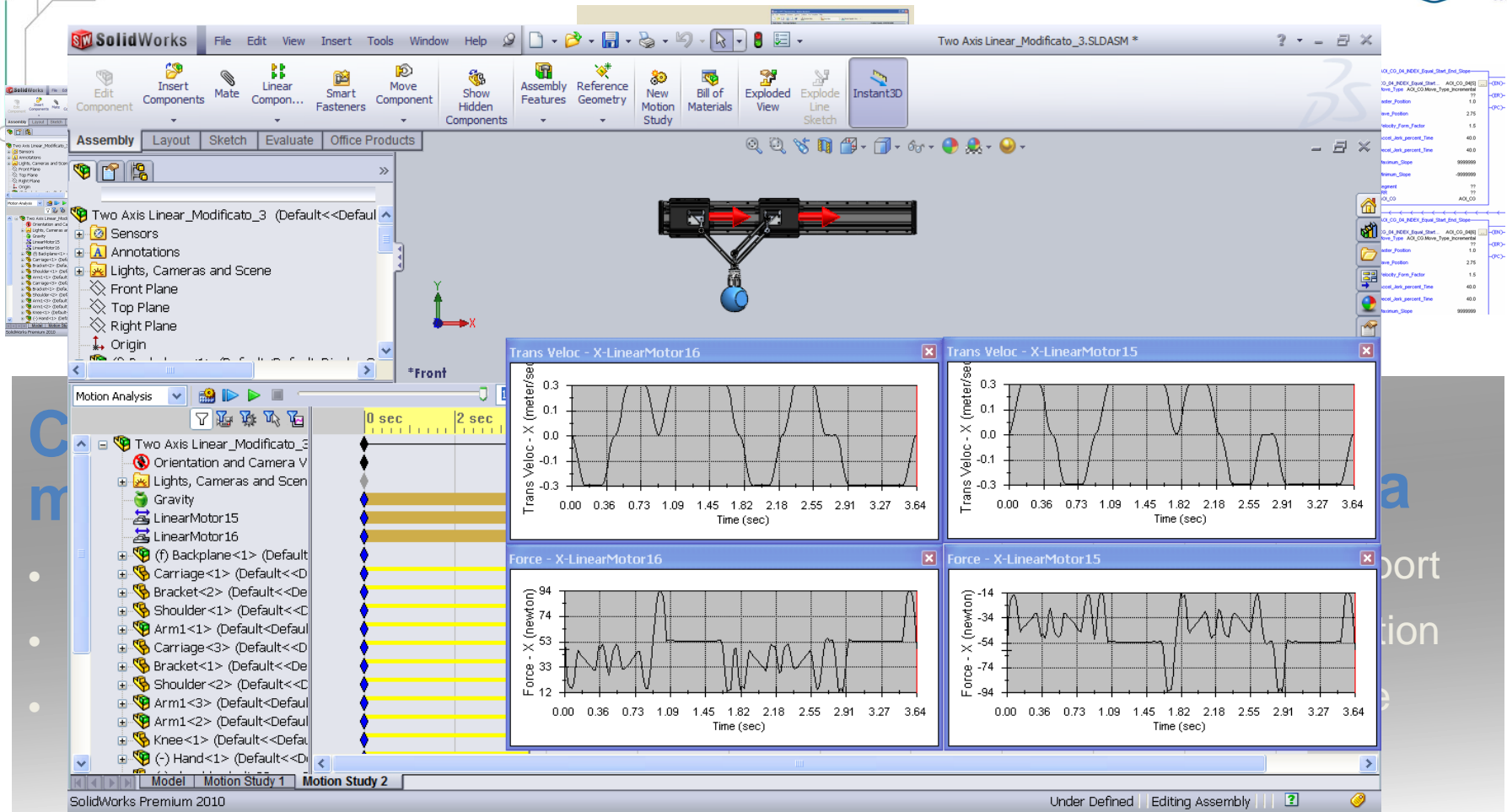
- Analizza
- Simula
- Ottimizza
- Seleziona

## PLC Macchina

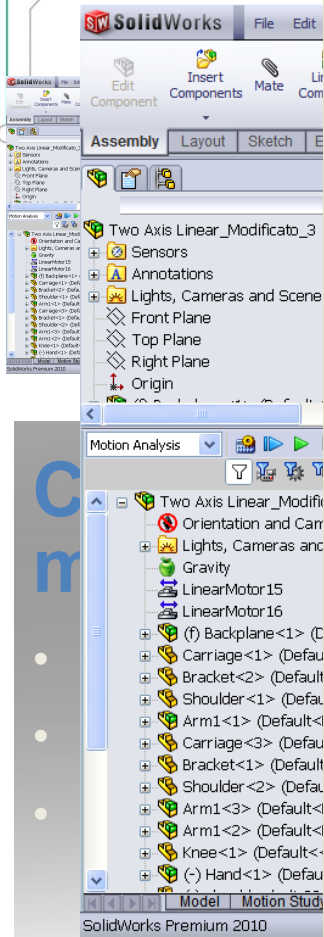
- Export / Import
- AOI instruction
- CAM Profile



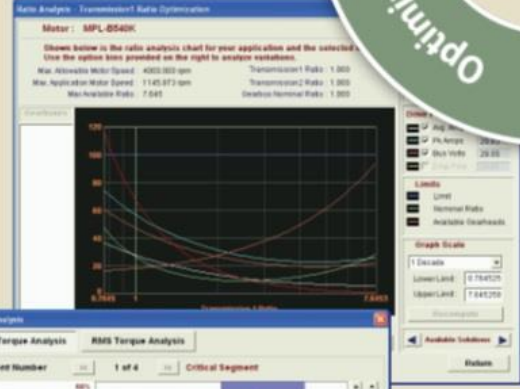
# Sviluppo congruo ed efficace



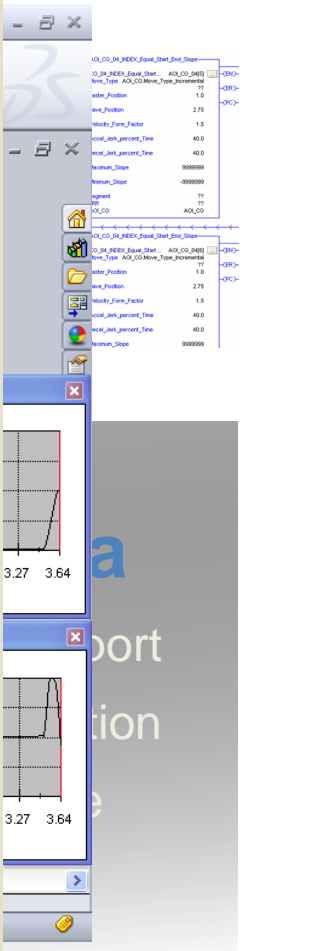
# Sviluppo congruo ed efficace



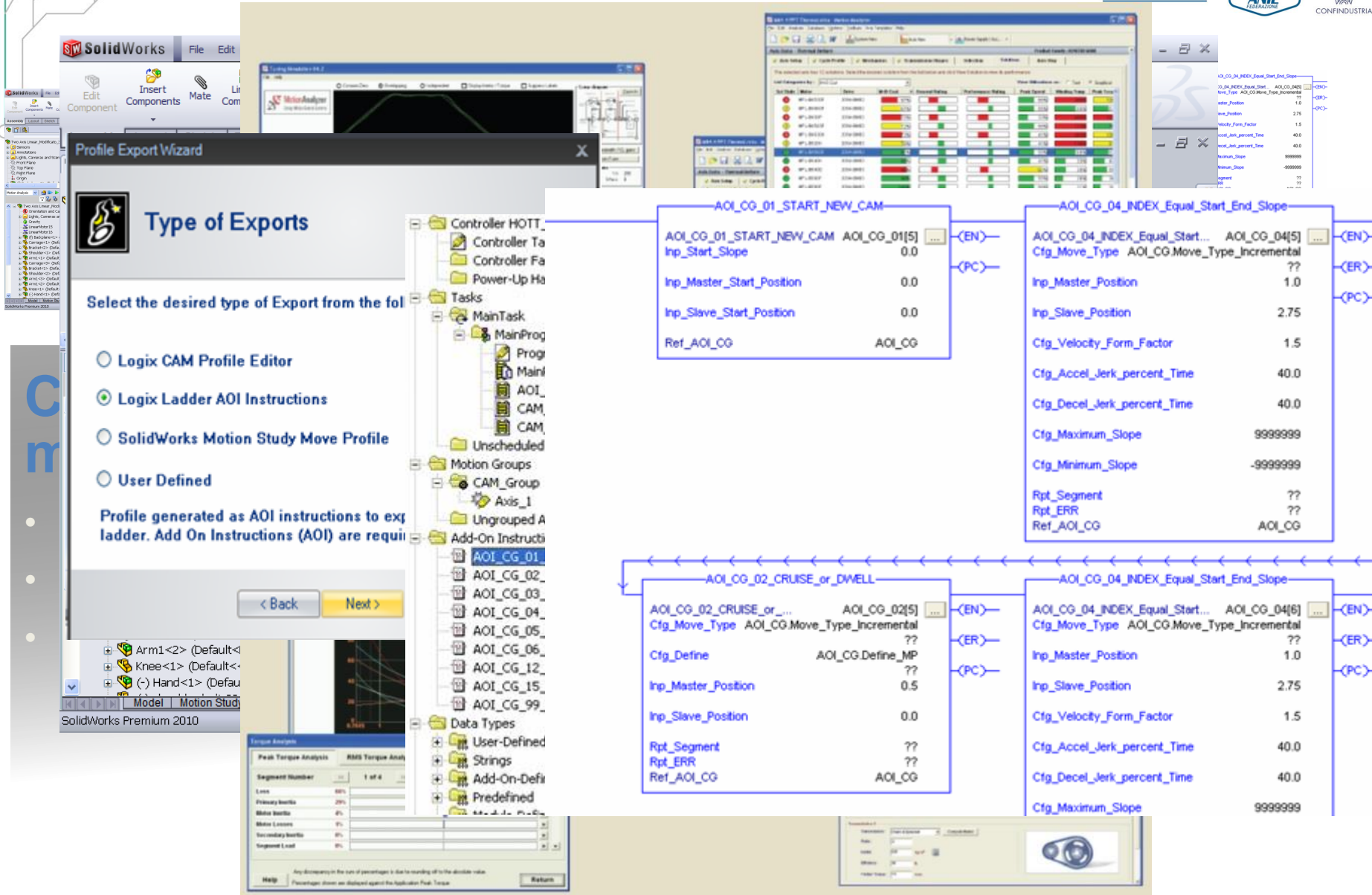
Component	Value	Color
MPL-0540C	1000	Red
MPL-0540D	1000	Red
MPL-0540E	1000	Red
MPL-0540F	1000	Red
MPL-0540G	1000	Red
MPL-0540H	1000	Red
MPL-0540I	1000	Red
MPL-0540J	1000	Red
MPL-0540K	1000	Red
MPL-0540L	1000	Red
MPL-0540M	1000	Red
MPL-0540N	1000	Red
MPL-0540O	1000	Red
MPL-0540P	1000	Red
MPL-0540Q	1000	Red
MPL-0540R	1000	Red
MPL-0540S	1000	Red
MPL-0540T	1000	Red
MPL-0540U	1000	Red
MPL-0540V	1000	Red
MPL-0540W	1000	Red
MPL-0540X	1000	Red
MPL-0540Y	1000	Red
MPL-0540Z	1000	Red



Segment Number	1 of 4	Critical Segment
Level	80%	
Primary benefit	20%	
Minor benefit	4%	
Minor Losses	0%	
Secondary benefit	0%	
Segment Load	0%	



# Sviluppo congruo ed efficace



**Profile Export Wizard**

Type of Exports

- Logix CAM Profile Editor
- Logix Ladder AOI Instructions
- SolidWorks Motion Study Move Profile
- User Defined

Profile generated as AOI instructions to export to ladder. Add On Instructions (AOI) are required.

Tree View:

- Controller HOTT...
  - Controller Ta
  - Controller Fa
  - Power-Up Ha
  - Tasks
    - MainTask
      - MainProg
        - Prog
        - Main1
        - AOI\_
        - CAM
        - CAM
      - Unscheduled
    - Motion Groups
      - CAM\_Group
        - Axis\_1
      - Ungrouped A
    - Add-On Instructions
      - AOI\_CG\_01
      - AOI\_CG\_02
      - AOI\_CG\_03
      - AOI\_CG\_04
      - AOI\_CG\_05\_
      - AOI\_CG\_06\_
      - AOI\_CG\_12\_
      - AOI\_CG\_15\_
      - AOI\_CG\_99\_
    - Data Types
      - User-Defined
      - Strings
      - Add-On-Defi
      - Predefined

Configuration Tables:

**AOI\_CG\_01\_START\_NEW\_CAM**

AOI_CG_01_START_NEW_CAM	AOI_CG_01[5]	(EN)
Inp_Start_Slope	0.0	(PC)
Inp_Master_Start_Position	0.0	
Inp_Slave_Start_Position	0.0	
Ref_AOI_CG	AOI_CG	

**AOI\_CG\_04\_INDEX\_Equal\_Start\_End\_Slope**

AOI_CG_04_INDEX_Equal_Start...	AOI_CG_04[5]	(EN)
Ctg_Move_Type	AOI_CG.Move_Type_Incremental	(ER)
Inp_Master_Position	1.0	(PC)
Inp_Slave_Position	2.75	
Ctg_Velocity_Form_Factor	1.5	
Ctg_Accel_Jerk_percent_Time	40.0	
Ctg_Decel_Jerk_percent_Time	40.0	
Ctg_Maximum_Slope	9999999	
Ctg_Minimum_Slope	-9999999	
Rpt_Segment	??	
Rpt_ERR	??	
Ref_AOI_CG	AOI_CG	

**AOI\_CG\_02\_CRUISE\_or\_DWELL**

AOI_CG_02_CRUISE_or_...	AOI_CG_02[5]	(EN)
Ctg_Move_Type	AOI_CG.Move_Type_Incremental	(ER)
Ctg_Define	AOI_CG.Define_MP	(PC)
Inp_Master_Position	??	
Inp_Slave_Position	0.5	
Inp_Master_Position	??	
Inp_Slave_Position	0.0	
Rpt_Segment	??	
Rpt_ERR	??	
Ref_AOI_CG	AOI_CG	

**AOI\_CG\_04\_INDEX\_Equal\_Start\_End\_Slope**

AOI_CG_04_INDEX_Equal_Start...	AOI_CG_04[6]	(EN)
Ctg_Move_Type	AOI_CG.Move_Type_Incremental	(ER)
Inp_Master_Position	1.0	(PC)
Inp_Slave_Position	2.75	
Ctg_Velocity_Form_Factor	1.5	
Ctg_Accel_Jerk_percent_Time	40.0	
Ctg_Decel_Jerk_percent_Time	40.0	
Ctg_Maximum_Slope	9999999	

Torque Analysis: Peak Torque Analysis RMS Torque Anal

Segment Number	1 of 4
Loss	88%
Primary Bevels	28%
Minor Bevels	4%
Minor Losses	1%
Secondary Bevels	8%
Segment Load	8%

Any discrepancy in the sum of percentages is due to rounding off to the displayed value.

Percentage shown are calculated against the Application Peak Torque.

## Benefici e vantaggi competitivi

- Tempi di sviluppo e di introduzione sul mercato (time to market) notevolmente ridotti;
- Verifica e validazione senza rischi di nuovi e creativi concetti di macchina (ad es con Direct Drives) – maggior potere innovativo
- Conseguimento sicuro degli obiettivi di progetto: progettazione Goal – oriented;
- Elevata affidabilità durante lo sviluppo;
- Prototipo Virtuale: Individuazione rapida e correzione di eventuali punti critici già in fase di progettazione;
- Risparmio economico, con riduzione dei costi ed ottimizzazione delle risorse;
- Macchina già altamente ottimizzata e performante e quindi tempi di messa in servizio ridotti;
- Aumento di produttività e qualità fin dal principio con sicura soddisfazione del cliente finale.

## Esigenze Utilizzatori finali

- Richiesta di prestazioni sempre maggiori
- Massimo sfruttamento delle macchine
- Controllo della produzione
- Lotti di produzione più piccoli
- Elevata qualità del prodotto finale
- Affidabilità elevata e costi di gestione/manutenzione ridotti
- Collegamento e scambio dati tra macchine
- Maggiore attenzione alla sicurezza
- Riduzione costi



# Esigenze costruttori di macchine

- **Flessibilità e scalabilità dei sistemi**
- **Facilità d'utilizzo e di integrazione**
- **Prestazioni elevate**
- **Tempi e costi di sviluppo**
- **Affidabilità elevata e costi di gestione/manutenzione ridotti**
- **Nuovi concetti di macchina, automazione sempre più spinta, azionamenti elettrici**
- **Meccatronica come valido supporto per ottimizzazione, analisi e simulazione**

