

ISTITUTO
DI TECNOLOGIE DELLA
COMUNICAZIONE,
DELL'INFORMAZIONE
E DELLA
PERCEZIONE



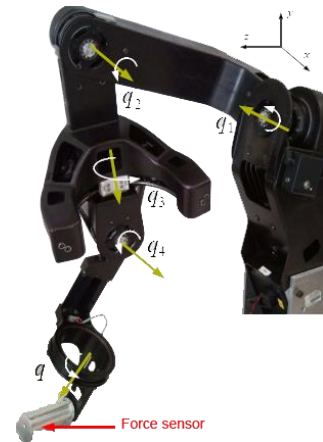
 **PERCRO** Perceptual
Robotics Laboratory

Scuola Superiore
Sant'Anna

Elementi di FEM

Prof. Antonio Frisoli, Ing. Massimiliano Solazzi

PERCRO, TeCIP Institute, Scuola Superiore Sant'Anna




Progettazione: scelta del materiale

- Durante le prime fasi della progettazione di un particolare si definisce il materiale con cui verrà realizzato
- Oltre alle valutazioni pratiche (costo, lavorabilità, resistenza a corrosione, saldabilità) il materiale verrà scelto in base alle caratteristiche meccaniche
 - Resistenza allo snervamento
 - Rigidezza
 - Densità
 - Durezza, tenacità, resilienza, duttilità, resistenza a fatica

Leghe metalliche

- I materiali più comuni sono le leghe metalliche
 - Acciaio
 - Lega alluminio
 - Lega titanio



Acciai alto legati e armonici	1500 MPa
Titanio grado 9 o 5	900 MPa
Acciai legati	600 MPa
Lega alluminio (Ergal)	450 MPa
Acciai da costruzione	250 MPa
Lega alluminio (Anticorodal)	200 MPa

Rigidezza e densità

- Tutte le leghe metalliche hanno lo stesso rapporto tra rigidezza e densità

	acciaio	titanio	alluminio
Rigidezza [GPa]	205	116	70
Densità [kg/m ³]	7800	4500	2700

- Mentre la resistenza e le altre caratteristiche meccaniche variano sensibilmente con l'aggiunta di elementi di lega e con trattamenti termici, rigidezza e densità sono una costante per le tre leghe

Acciaio vs alluminio

Alluminio: sezioni larghe, struttura idroformata



Acciaio: sezioni sottili, struttura a traliccio

Telai a confronto

Titanio



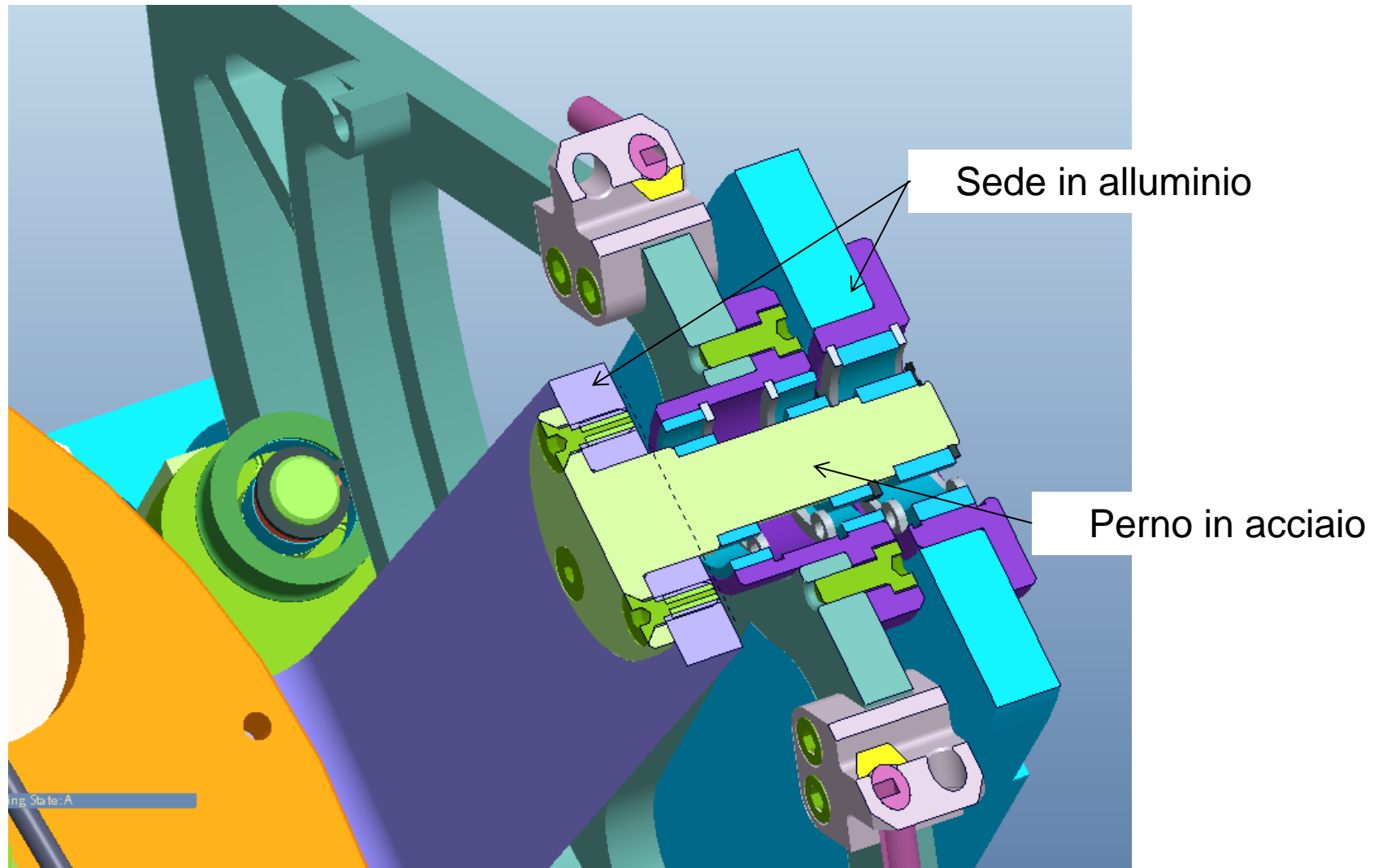
Alluminio



Acciaio



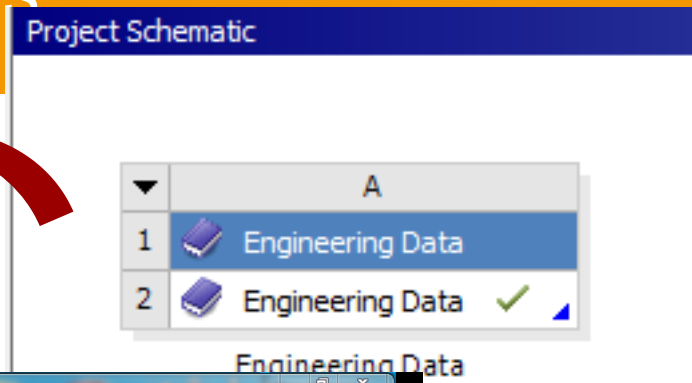
Utilizzo di diversi materiali in un giunto



Engineering Data: materials

- Ansys propone una libreria con i materiali più usati e permette di definire nuovi materiali con caratteristiche a piacimento
- Dal project schematic su workbench, si può modificare il blocco Engineering Data
- A questo punto, cliccando con il destro o con l'apposito pulsante sulla barra si può accedere all' Engineering Data Sources

Add materials from Data Sources



Unsaved Project - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Help

Import... Reconnect Refresh Project Update Project Return to Project Compact Mode

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Isotropic Elasticity
 - Orthotropic Elasticity
 - Anisotropic Elasticity
 - Viscoelastic
 - Experimental Stress Strain Data
 - Hyperelastic
 - Plasticity
 - Creep
 - Life
 - Strength
 - Gasket
 - Viscoelastic
 - Shape Memory Alloy
 - Damage
 - Thermal
 - Thermopower
 - Linear "Soft" Magnetic Material
 - Linear "Hard" Magnetic Material
 - Nonlinear "Soft" Magnetic Material
 - Nonlinear "Hard" Magnetic Material
 - Electric
 - Brittle/Granular
 - Equations of State
 - Porosity
 - Failure
 - Nonlinear
 - Elasto-Plastic Behavior

Outline of General Materials

	A	B	C	D	E
1	Contents of General Materials	Add	source		Description
2	Material				
3	Air				General properties for air.
4	Aluminum Alloy				General aluminum alloy. Fatigue properties come from MIL-HDBK-5H, page 3-277.
5	Concrete				
6	Copper Alloy				
7	Gray Cast Iron				
8	Magnesium Alloy				
9	Polyethylene				
10	Silicon Anisotropic				
11	Stainless Steel				
12	Structural Steel				Fatigue Data at zero me. Code, Section 8, Div 2, 1
13	Titanium Alloy				

Table of Properties Row 2: Density

	A	B
1	Temperature (C)	Density (kg m^-3)
2		1800

Engineering Data Sources

	A	B	C	D
1	Data Source		Location	Description
2	Favorites			Quick access list and default items
3	General Materials			General use material samples for use in various analyses.
4	General Non-linear Materials			General use material samples for use in non-linear analyses.
5	Explicit Materials			Material samples for use in an explicit analysis.
6	Hyperelastic Materials			Material stress-strain data samples for curve fitting.
7	Magnetic B-H Curves			B-H Curve samples specific for use in a magnetic analysis.
8	Thermal Materials			Material samples specific for use in a thermal analysis.
9	Fluid Materials			Material samples specific for use in a fluid analysis.
*	Click here to add a new library			

Properties of Outline Row 8: Magnesium Alloy

	A	B	C
1	Property		
2	Density		1800
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion		
6	Isotropic Elasticity		
12	Tensile Yield Strength		1,93
13	Compressive Yield Strength		1,93
14	Tensile Ultimate Strength		2,55
15	Compressive Ultimate Strength		0
16	Isotropic Thermal Conductivity		156
17	Specific Heat	1024	J kg^-1 C^-1
18	Isotropic Relative Permeability	10000	
19	Isotropic Resistivity	7,7E-07	ohm m

Temperature [C]

Impostazioni dei materiali

- I materiali disponibili per i volumi del particolare che vogliamo analizzare possono essere aggiunti selezionandoli dalla libreria con il pulsante +
- Se si vuole creare un nuovo materiale, si aggiunge una nuova riga della tabella Outline of Schematic e si trascina sulla nuova riga, dal menù a destra, le caratteristiche che si vogliono definire

Materials properties

Unsaved Project - Workbench

File Edit View Tools Units Extensions Help

New Open... Save Save As... Import... Reconnect Refresh Project Update Project Return to Project Compact Mode

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Isotropic Elasticity
 - Orthotropic Elasticity
 - Anisotropic Elasticity
 - Viscoelastic
- Experimental Stress Strain Data
- Hyperelastic
- Plasticity
- Creep
- Life
- Strength
- Gasket
- Viscoelastic
- Shape Memory Alloy
- Damage
- Thermal
- Thermopower
- Linear "Soft" Magnetic Material
- Linear "Hard" Magnetic Material
- Nonlinear "Soft" Magnetic Material
- Nonlinear "Hard" Magnetic Material
- Electric
- Brittle/Granular
- Equations of State
- Porosity
- Failure
- Nonlinear
- Elasto-Plastic Behavior

Outline of Schematic A2: Engineering Data

	A	B	C	D
1	Contents of Engineering Data	source		Description
2	Material			
3	Aluminum Alloy			General aluminum alloy. Fatigue properties come from MIL-HDBK-5H, page 3-277.
4	Titanium			
5	Stainless Steel			
6	Structural Steel			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
*	Click here to add a new material			

Properties of Outline Row 4: Titanium

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	4620	kg m ⁻³		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
12	Tensile Yield Strength	9,3E+08	Pa		
13	Compressive Yield Strength	9,3E+08	Pa		
14	Tensile Ultimate Strength	1,07E+09	Pa		
15	Compressive Ultimate Strength	0	Pa		
16	Isotropic Thermal Conductivity	21,9	W m ⁻¹ C ⁻¹		
17	Specific Heat	522	J kg ⁻¹ C ⁻¹		
18	Isotropic Relative Permeability	1			
19	Isotropic Resistivity	1,7E-06	ohm m		

View All / Customize...

Ready

Add a new material

The screenshot shows the ANSYS Workbench interface. On the left is the 'Toolbox' containing various material models. The 'Outline of Schematic A2: Engineering Data' is open, showing a table with a 'new' button highlighted in row 3. Below it, the 'Properties of Outline Row 4: new' table is displayed, showing the configuration for a new material.

Toolbox

- Physical Properties
 - Linear Elastic
 - Isotropic Elasticity
 - Orthotropic Elasticity
 - Anisotropic Elasticity
 - Viscoelastic
 - Experimental Stress Strain Data
 - Hyperelastic
 - Plasticity
 - Creep
 - Life
 - Strength
 - Tensile Yield Strength
 - Compressive Yield Strength
 - Tensile Ultimate Strength
 - Compressive Ultimate Strength
 - Orthotropic Stress Limits
 - Orthotropic Strain Limits
 - Tsai-Wu Constants
 - Puck Constants
 - LaRc03/04 Constants
- Gasket
- Viscoelastic
- Shape Memory Alloy
- Damage
- Thermal
- Thermopower
- Linear "Soft" Magnetic Material
- Linear "Hard" Magnetic Material
- Nonlinear "Soft" Magnetic Material
- Nonlinear "Hard" Magnetic Material
- Electric
- Brittle/Granular
- Equations of State
- Porosity
- Failure
- Nonlinear

Outline of Schematic A2: Engineering Data

	A	B	C	D
1	Contents of Engineering Data	source		Description
2	Material			
3	new			
*	Click here to add a new material			

Properties of Outline Row 4: new

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Isotropic Elasticity				
3	Derive from	Young's Mod...			
4	Young's Modulus		Pa		
5	Poisson's Ratio				
6	Bulk Modulus		Pa		
7	Shear Modulus		Pa		
8	Tensile Yield Strength		Pa		