



**Facoltà di Ingegneria**  
Dipartimento di Meccanica e tecnologie industriali



UNIVERSITA' DI  
FIRENZE

## **Laurea Specialistica in Ingegneria Energetica**

### **Corso di Modellazione CAD Avanzata**

**Prof. Paolo Rissone**

**Sviluppo di superfici con Solid Works tramite associazione di  
funzioni a quote correlate: Relazione tecnica**

**Studente Raffaello Curtatone**

**Anno accademico 2003/04**

Firenze, 3 Marzo 2004

Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	Lingua	Pagina
0	Emesso	R.Curtatone		I	1   7



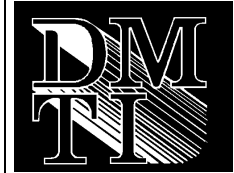
**Facoltà di Ingegneria**  
 Dipartimento di Meccanica e tecnologie industriali



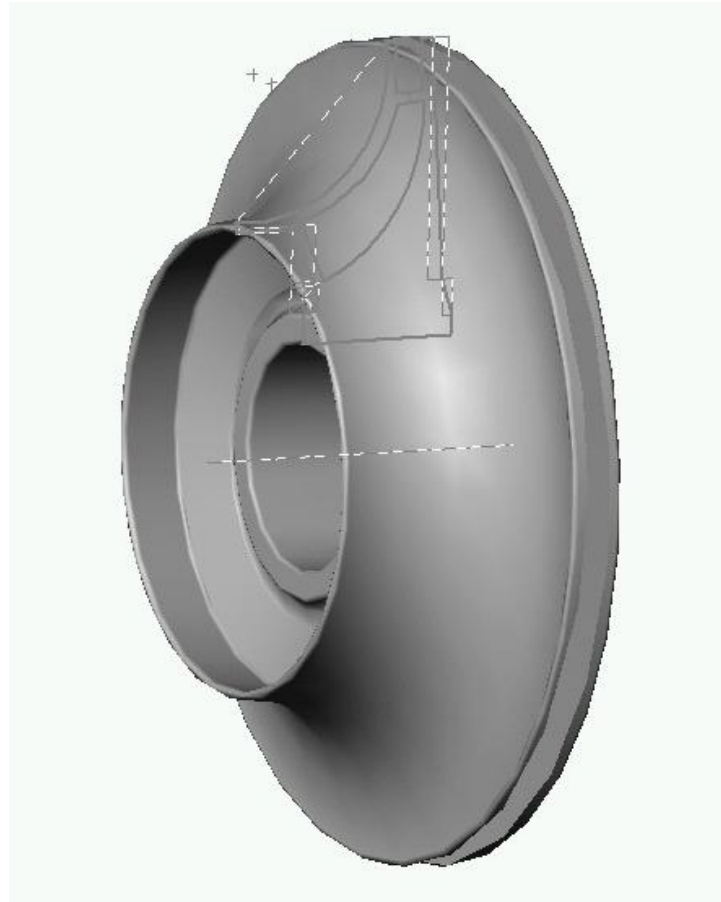
UNIVERSITA' DI  
 FIRENZE

Lo scopo di dell'elaborato è imparare a utilizzare l'applicazione di Solid Works che permette di definire una quota attraverso l'assegnazione di una funzione. E' stato scelto di rappresentare un girante di un compressore centrifugo. Come del resto anche per le pompe centrifughe, tale componente si presta bene per l'applicazione in questione, dal momento che in base a portata, prevalenza e numero di giri, è possibile individuare "famiglie" che dello stesso componente hanno in comune le geometrie e possono essere diversamente scalate in funzione del punto di lavoro che il compressore (la pompa), se si tratta di monogirante, o lo stadio, deve avere. Si fa dunque conveniente l'ipotesi di rappresentare un unico profilo, dove cambiano alcune quote principali, mentre le altre, in virtù della loro correlazione, possono semplicemente essere definite da delle funzioni. Apprezzabile, per l'esperienza del candidato, la possibilità che offre il software, di poter essere programmato e personalizzato, attraverso Visual Basic. La ricerca, nel campo industriale, di automatizzare sempre più processi "standard", offre ampi spazi a personalizzazioni simili per quanto riguarda il metodo. La relazione tecnica spiegherà quali scelte sono state fatte, nella realizzazione dell'elaborato, motivandole.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	2   7

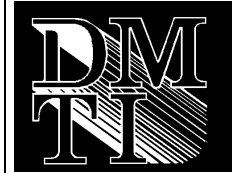


## 1 Girante



La girante è un modello standard, monodimensionale per compressori centrifughi, velocità subsonica. Generalmente si ricorre all'utilizzo di più software. Per le condizioni del flusso in ingresso ed uscita (densità, Mach,  $c_p$ ,  $c_v$ ,...), si utilizzano programmi che calcolano i vari punti termodinamici; (le condizioni del fluido in uscita possono essere determinate impostando la temperatura in uscita o il rendimento politropico dello stadio). Conoscendo il profilo e la portata da elaborare (dunque la velocità del flusso) e sapendo che non si possono raggiungere le condizioni soniche del flusso, si fa un primo tentativo. Se l'esito è negativo, e l'area di passaggio dei condotti non dovesse bastare, si passa alla girante di diametro superiore.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	3   7



## 1.1. Form

Formdatimpeller

Inserimento dati impeller

D2 [m]  Beta\_2 [°]

Phi\_1 [-]  Phi\_2 [-]

w01 [kg/m<sup>3</sup>]  w2 [kg/m<sup>3</sup>]

pale [#]  Tau\_2 [-]

run

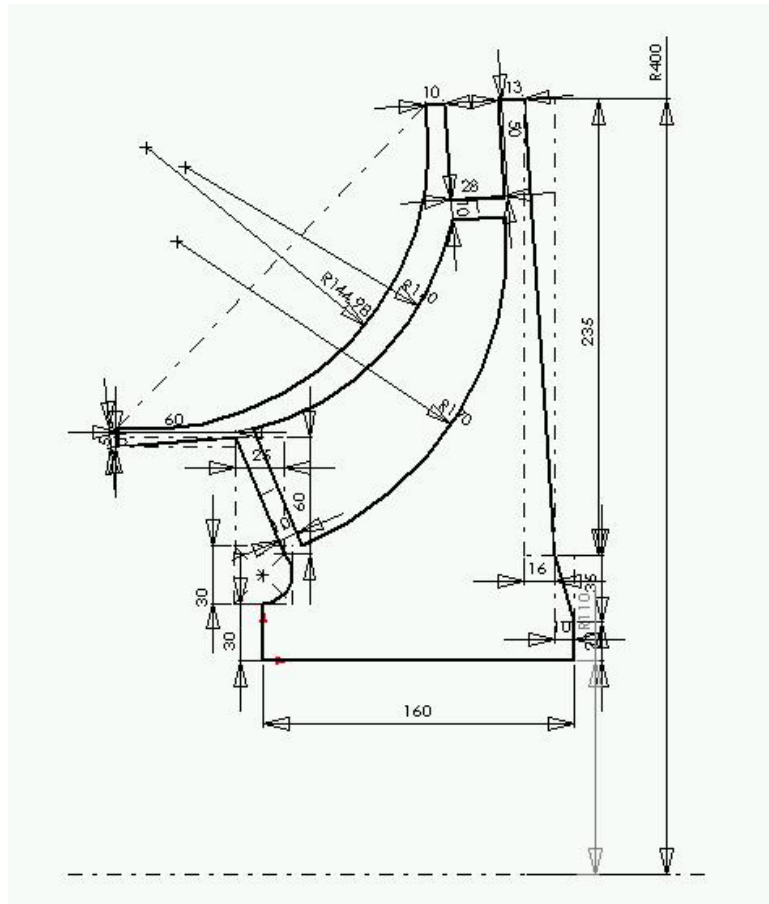
Il programma, avviato la macro, mostra una serie di campi (label boxes) contenuti in un form, da compilare. I dati da inserire sono:

- Diametro girante
- Angolo tra flusso in ingresso e superficie pala
- Coefficiente flusso in ingresso e uscita
- Densità in ingresso e uscita
- Numero di pale
- Coefficiente di prevalenza in uscita

Una volta inserito i dati, si preme “run” e il programma, passa automaticamente la quota del diametro della girante e il valore calcolato del vano in uscita b2, dalle quali dipendono proporzionalmente tutte le altre.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	4 7

## 1.2. Profilo



Una volta ricavato il profilo, tramite le quote assegnate dalla macro, la realizzazione della girante avviene per mezzo di una rivoluzione a  $360^\circ$  intorno all'asse. Prima di chiudere il form, la macro esegue anche uno zoom "best fit" in modo da visualizzare la girante al miglior ingrandimento possibile per quelle che sono le dimensioni dello schermo e la risoluzione adottata.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	5   7



1.2.1. Foglio Excel

	A	B	C	D
8	dati di input		passo - uscita girante	
9	$\beta_2$ (°)	45	$\varphi_{1,1x}$	0,0930
10	$D_2$ (mm)	670	$\eta_{1,2} \text{ girante}$	0,932
11	$D_0$ (mm)	220	Z = numero pale	17,00
12	Mu	0,54	T (mm) = spessore pale	6
13	$\varphi_1$	0,0921	$f_2 =$ fattore di ingombro pale	0,931
14	$\tau_2$	0,605	$\sigma = 1 - (\text{sen} \beta_2)^{0,5} f_2^{1,2}$	0,884
15	$\eta_{1s}$	0,832	$\psi_2$	0,279
16	Kt	1,317	$\alpha_2$ (°)	24,8
17			$\omega_{1s}/\omega_2 =$ rapporto densità	0,910
18	calcoli		$b_2$ (mm)	54,5
19	$\delta^2 = \tau_2^2 + \psi_2^2$	0,444	<b><math>b_2</math> corretto (mm)</b>	<b>55,2</b>
20	$(1 + (Kt-1) \cdot \text{Mu}^2 (\tau_2 \cdot \delta^2 / 2))$	1,035	R fresa finitura (mm)	10
21	$1/(Kt-1)$	3,155	piastra (mm)	49
22	$(1 + (Kt-1) \cdot \tau_2 \cdot \text{Mu}^2)$	1,056	passo girante (mm)	269
23	$(Kt/(Kt-1)) \cdot (1 - \eta_{1s})$	0,283	passo girante + piastra (mm)	318
24				
25	<b>imbocco girante</b>			
26	Ni		flusso incompressibile	flusso comprimibile
27	1,0	$D_{1s}$ (mm)	406	409
28		$w_2 / w_{1s}$	0,689	0,689
29		$M_{1s}$		0,193
30		$M_{R1s}$		0,383
31	1,1	$D_{1s}$ (mm)	415	420
32		$w_2 / w_{1s}$	0,672	0,671
33		$M_{1s}$		0,179
34		$M_{R1s}$		0,393
35	1,2	$D_{1s}$ (mm)	424	427
36		$w_2 / w_{1s}$	0,657	0,656
37		$M_{1s}$		0,170
38		$M_{R1s}$		0,401
39	1,3	$D_{1s}$ (mm)	432	435
40		$w_2 / w_{1s}$	0,643	0,642
41		$M_{1s}$		0,162
42		$M_{R1s}$		0,410

Com'è possibile vedere dal foglio Excel utilizzato, i dati di input, sono:  $\beta_2$  = angolo tra flusso e inclinazione pale,  $D_2$  = diametro girante,  $D_0$  = diametro d'imboccatura, Mu = numero di Mach (Il numero di Mach in questione è riferito alla macchina: velocità periferica girante / velocità suono condizioni termodinamiche fluido in ingresso),  $\varphi_1$  = coefficiente flusso in ingresso (rapporto tra la ,  $\tau_2$  = coefficiente di prevalenza in uscita (coefficiente di prevalenza = rapporto tra la componente tangenziale della velocità e quella lungo il flusso),  $\eta_{1s}$  = rendimento isentropico girante, Kt = rapporto calori specifici fluido in ingresso.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	6 7



**Facoltà di Ingegneria**  
Dipartimento di Meccanica e tecnologie industriali



UNIVERSITA' DI  
FIRENZE

Alcuni dati come il numero delle pale, o il rapporto delle densità, che nel nostro form vanno inseriti, in questa macro di excel, figurano tra gli output. E' stato scelto di inserire direttamente alcuni dati di output del programma realizzato dall'ufficio tecnico di Nuovo Pignone, per non addentrarsi in una serie di spiegazioni che esulano dall'argomento trattato.

Per informazione, al Nuovo Pignone il foglio Excel, serve per ricavare alcune quote fisse per poi passarle ad un programma di disegno che per interpolazione, andrà a tracciare il profilo della girante.

0	Emesso	R.Curtatone		Lingua	Pagina
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	I	7   7