

DOC. N. : XME-101-01-01

Issue : A

Cliente : AVIOTECNICA

TITLE : VERIFICHE ALBERO E CUSCINETTI ASSE
PRINCIPALE TURBINA T-62T-32**Summary**

La presente relazione descrive le verifiche effettuate sull'asse turbina del turbomotore T-62T-32 per valutare gli effetti delle forze giroscopiche indotte dalle manovre del velivolo su albero e cuscinetti.

In particolare si e' determinato che l'elemento piu' limitante e' l'albero della turbina che porta quindi a definire come limite massimo della velocita' angolare di manovra del velivolo pari a 2.00 rad/sec. V

FILE : [Verifiche_Asse_Turbina2](#)LINKS : [Cuscinetti_Turbina.XLS](#)Prepared by :
Signature:
Date:**G. G.**Approved by :
Signature:
Date:**G. G.****DISTRIBUTION**

AVIOTECNICA (1 copia)

This document contains proprietary information and may not be reproduced in any form whatsoever, nor may be used by or its contents disclosed to third parties without written permission from the owner.

MODIFICATIONS RECORD

ISSUE	ISSUE DATE	AFFECTED PAGES	REASON OF CHANGE	AUTHOR
A	20/05/2001	nessuna	Prima emissione formale	G. G.

TABLE OF CONTENTS

MODIFICATIONS RECORD	2
TABLE OF CONTENTS.....	3
1 INTRODUZIONE	4
2 DESCRIZIONE E GEOMETRIA DEL SISTEMA.....	5
2.1 GENERALITA'	5
2.2 DATI CUSCINETTO A SFERE	5
2.3 DATI CUSCINETTO A RULLI	5
3 CARICHI	6
3.1 INTRODUZIONE.....	6
3.2 COPPIA GIROSCOPICA.....	6
3.3 DETERMINAZIONE SPERIMENTALE MOMENTO D'INERZIA DEI ROTORI.....	6
3.4 CALCOLO DEI CARICHI	8
4 VERIFICHE EFFETTUATE	8
4.1 VERIFICHE SEMPLIFICATE CUSCINETTI.....	8
4.2 VERIFICHE DETTAGLIATE CUSCINETTI.....	10
4.3 CALCOLO DELLE VELOCITA' CRITICHE	10
4.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DELL'ALBERO	12
4.5 VERIFICHE DI DEFORMAZIONE DELL'ALBERO	14
5 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	15
ALLEGATO "A"	16
ALLEGATO "B"	19

1 Introduzione

Questa nota descrive le verifiche effettuate sull'asse principale della turbina T-62T-32 (Fig. 1) nella sua applicazione aeronautica.

In particolare viene effettuata la stima dei carichi indotti dai momenti giroscopici e si deducono le limitazioni in termini di massima velocità angolare di manovra.

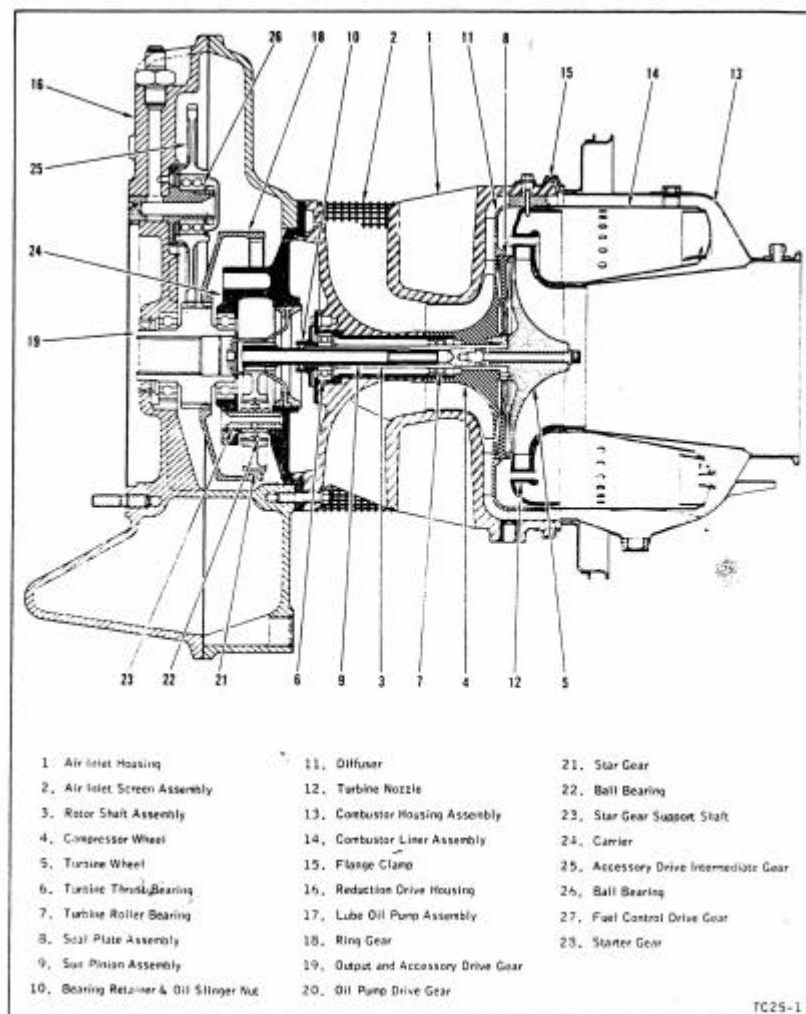


Figure 2-3. Cross Section View of Gas Turbine Engine (Sheet 1)

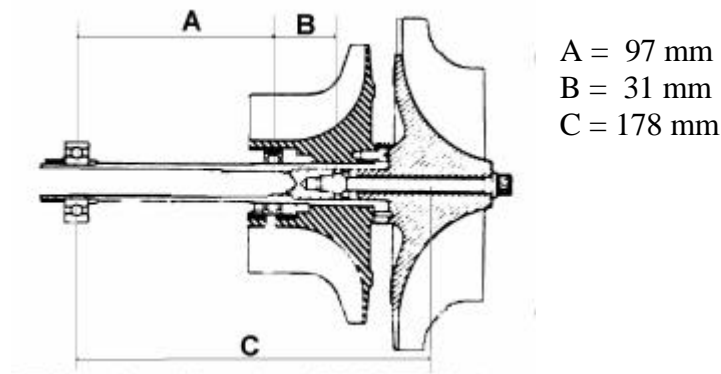
Fig. 1 – Spaccato Turbina T-62T-32

2 Descrizione e Geometria del Sistema

2.1 Generalita'

Il sistema analizzato e' rappresentato graficamente nella figura seguente relativa all'asse turbina montato con la girante del compressore e della turbina.

Si tratta di un montaggio a sbalzo delle due giranti accoppiate back-to-back con l'albero supportato da un cuscinetto a sfere a tre contatti sull'estremita' piu' distante e da un cuscinetto a rulli a fianco delle giranti.



2.2 Dati Cuscinetto a Sfere

Da rilievi sul cuscinetto a sfere si sono desunte alcune caratteristiche, altre sono state ipotizzate:

marcatura	MR203B12C15
diametro interno	17 mm
diametro esterno	40 mm
larghezza	12 mm
N. sfere	10
diametro sfere	7.938 mm
materiale	M50
Capacita'	8054 N (Rif. Catalogo SBB)

2.3 Dati Cuscinetto a Rulli

Da rilievi sul cuscinetto a rulli si sono desunte alcune caratteristiche, altre sono state ipotizzate:

diametro interno	17 mm
diametro esterno	32 mm
larghezza	9 mm

N. rulli	10
diametro rulli	6 mm
larghezza rulli	6 mm
Capacita'	8851 N (Rif. Catalogo SBB)

3 Carichi

3.1 Introduzione

Si considerano predominanti i carichi di origine giroscopica indotti dalla velocita' angolare di manovra del velivolo, trascurando in prima istanza le forze dovute agli squilibri e quelle aerodinamiche indotte dalle giranti.

3.2 Coppia Giroscopica

La coppia giroscopica C e' data dalla:

$$C = J * (\omega_m * \omega_{elic})$$

Dove

- J : momento d'inerzia polare del rotore
 ω_m : velocita' angolare del rotore
 ω_{elic} : velocita' angolare di manovra del velivolo

Non disponendo dei disegni o dei dati di dettaglio delle giranti, per determinarne il momento polare d'inerzia si e' proceduto come segue.

3.3 Determinazione Sperimentale Momento d'Inerzia dei Rotori

Si sfrutta la teoria del pendolo solido applicata facendo oscillare ogni girante attorno ad un fulcro posto circa sul suo massimo diametro.

Per il pendolo solido, si ha dunque:

$$T = 2 * \pi * \sqrt{[I / (r * g)]}$$

Dove:

- T** : periodo di oscillazione in secondi
 ρ^2 : raggio d'inerzia del solido in m^2
r : raggio baricentrico del solido in m
g : accelerazione di gravita' in m/s^2

Facendo oscillare quindi il rotore sospeso in un punto della sua circonferenza esterna, si determina il periodo di oscillazione T da cui si ricava ρ .

Dal valore cosi' calcolato di ρ si ottiene il momento d'inerzia rispetto a questo punto:

$$J' = m * \rho^2$$

Dove:

- J'** : momento d'inerzia rispetto al fulcro di oscillazione in $kg*m^2$
m : massa del rotore in Kg

Infine, il momento d'inerzia del rotore rispetto al suo baricentro **J_G** (che coincide con la traccia dell'asse di rotazione) si ottiene dalla:

$$J_G = J' - m * r^2$$

Applicando la teoria precedentemente esposta alle due giranti del turbomotore, si ottiene:

	TURBINA	COMPRESSORE	
Massa Rotore	1,635	1,458	KG
Diametro Esterno	165,500	146,000	mm
Numero Cicli	9	9	
Tempo Totale	5,58	5,35	secondi
Periodo T	0,6200	0,5944	secondi
Raggio d'inerzia	0,0889	0,0801	m
Momento d'inerzia	0,0129	0,0093	$kg*m^2$
Momento baricentrico	0,00173	0,00158	$kg*m^2$

3.4 Calcolo dei Carichi

Utilizzando le teorie precedentemente esposte ed i valori dei momenti d'inerzia determinati sperimentalmente si puo' procedere al calcolo delle forze effettive agenti sul sistema.

$$\omega_m = 61091 * 2 * \pi / 60 = 6397.4 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{elic} = 2 \text{ rad/s}$$

$$C = J * (\omega_m * \omega_{elic}) = 42.3 \text{ N*m}$$

Come esposto in seguito, per le verifiche piu' dettagliate si e' tenuto conto anche del carico indotto dagli squilibri nei rotori, calcolati mediante le relazioni seguenti:

$$F_r = (U / 10^6) * \omega_m^2 / 9.81$$

Dove:

- F_r** : forza radiale in Kg
U : squilibrio in g*mm = 2.2 gmm
ω_m : velocita' dell'albero in rad/s

Sostituendo i valori numerici si ottiene:

$$F_r = (2.2 / 10^6) * 6397.4^2 / 9.81 = 9.2 \text{ Kg}$$

4 Verifiche Effettuate

4.1 Verifiche Semplificate Cuscinetti

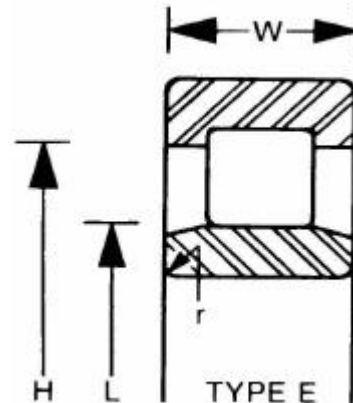
In base al solo momento giroscopico determinato precedentemente ed alla geometria del sistema descritta si ricava, nell'ipotesi di trave semplicemente appoggiata, un valore uguale per le reazioni sui due supporti e pari a:

$$R = 44.0 \text{ Kg}$$

In base a queste ipotesi si ottiene:

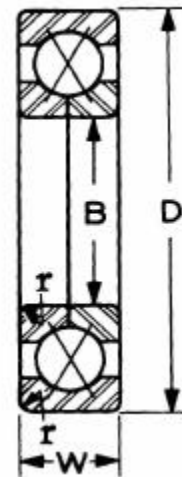
CUSCINETTO A RULLI

Diametro interno	L	17,000 mm
Diametro esterno	D	32,000 mm
Larghezza	W	9,000 mm
Numero rulli	Z	10,000
Diametro rulli	phi	6,000 mm
Lunghezza rulli	L	6,000 mm
Capacita' (Catalogo SBB)	C	8851 N
Vita	L10	2357 ore
Fattore di correzione	A	5
Vita corretta	L10'	11785 ore



CUSCINETTO A SFERE

Diametro interno	B	17,000 mm
Diametro esterno	D	40,000 mm
Larghezza	W	12,000 mm
Numero sfere	Z	10,000
Diametro sfere	phi	7,938 mm
Curvatura interna	roi	0,520
Curvatura esterna	roo	0,520
Angolo di contatto	beta	15,000 deg.
Capacita' (Catalogo SBB)	C	8054 N
Vita	L10	1776 ore
Fattore di correzione	A	5
Vita corretta	L10'	8881 ore



Le vite calcolate con metodi ed ipotesi semplificative risultano ampiamente soddisfacenti.

4.2 Verifiche Dettagliate Cuscinetti

Si sono condotte anche delle verifiche di dettaglio sui cuscinetti tenendo conto in modo piu' preciso dei carichi applicati ed utilizzando un metodo di calcolo piu' sofisticato (vedere Allegato "A").

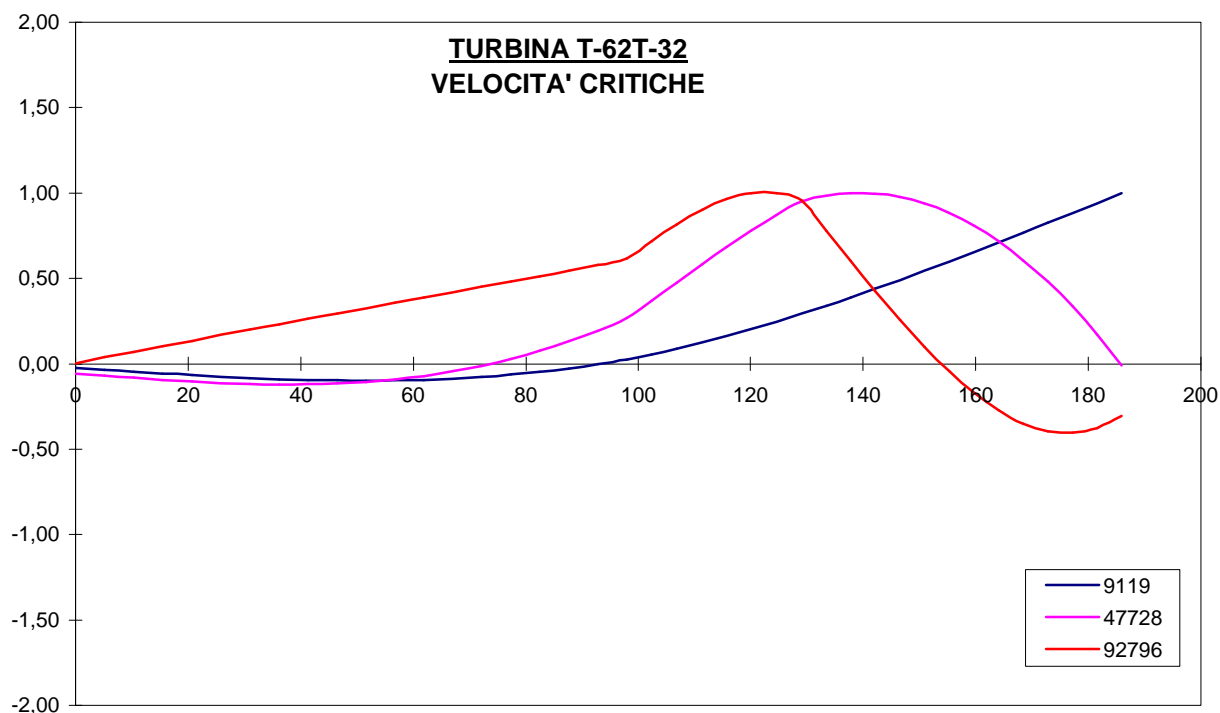
Tenendo quindi conto non solo del momento giroscopico ma anche di un carico assiale arbitrariamente assunto pari a 10 Kg, di un carico radiale dovuto allo squilibrio di ciascun rotore pari a circa 9 Kg ed ai precedentemente calcolati momenti giroscopici si sono ottenuti i risultati riassunti nella tabella seguente e riportati per esteso in Allegato "A".

Cuscinetto	Vita Calcolata (ore)	<i>Calcolo Semplificato</i> (ore)
Rulli	37000	11785
Sfere	8900	8881

Anche con il calcolo piu' dettagliato il risultato risulta soddisfacente tenendo conto che si e' conservativamente ipotizzato di applicare per tutta la vita del cuscinetto il carico massimo derivante dalla manovra in questione.

4.3 Calcolo delle Velocita' Critiche

Con un programma dedicato basato sul metodo degli elementi finiti (elementi trave, in questo caso) si sono determinate le velocita' critiche dell'asse turbina comprendente i due rotori, l'albero ed i cuscinetti ipotizzati come supporti elastici.



I risultati sono rappresentati graficamente nel diagramma precedente e sintetizzati nella tabella seguente, in termini di collocazione delle velocità critiche rispetto a quella operativa.

Modo	Descrizione	Velocità	Regime Percentuale
1	Spostamento semi-rigido delle masse a sbalzo	9119 rpm	14.9 %
2	Flessione del tratto a sbalzo	47728 rpm	78.1 %
3	Flessione del tratto a sbalzo	92796 rpm	151.9 %

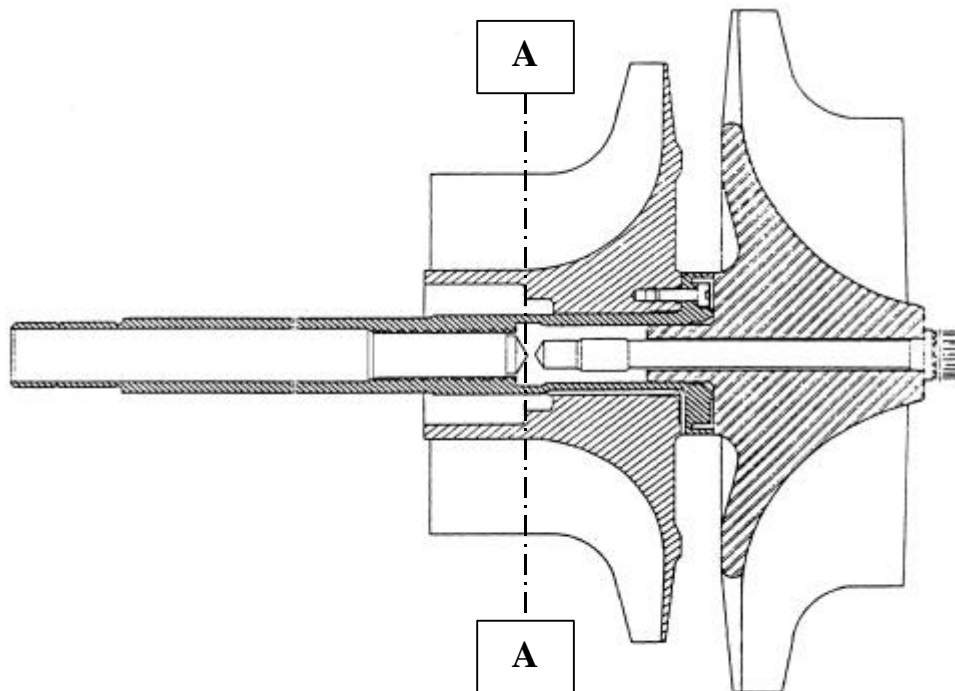
L'asse turbina risulta quindi da questo calcolo 2 volte supercritico, nel senso che prima di raggiungere il regime normale di rotazione deve transitare attraverso 2 velocità critiche. Bisogna precisare che questi calcoli sono basati su diverse ipotesi e schematizzazioni semplificate (per esempio si è trascurata la flessibilità degli alloggiamenti che nel caso del cuscinetto a rulli montato a sbalzo in un manicotto potrebbero essere non trascurabili) e quindi la loro affidabilità in termini assoluti non può essere garantita.

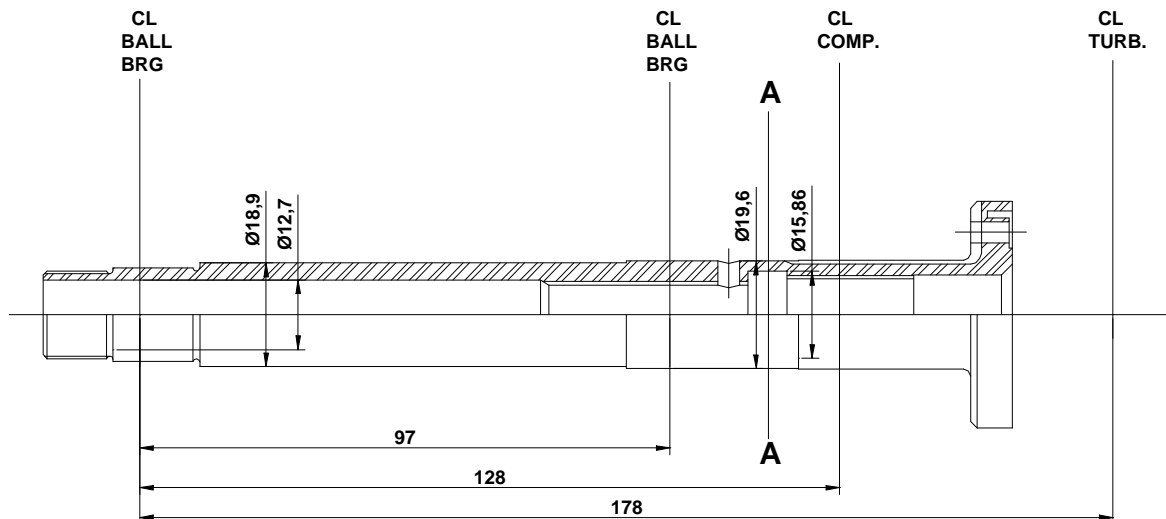
E' comunque abbastanza probabile che vi sia almeno una velocita' critica al di sotto di quella operativa che dovra' essere superata il piu' rapidamente possibile durante l'avviamento, proprio per evitare pericolose amplificazioni dato che non vi sono dispositivi di smorzamento sugli alloggiamenti dei cuscinetti (squeeze film damper).

4.4 Verifiche di Resistenza dell'Albero

Per la verifica strutturale a fatica dell'albero si e' ipotizzata come sezione critica quella indicata con A-A nella figure seguenti. Essa e' posta sulla zona prima dell'appoggio a rulli dal lato dello sbalzo in corrispondenza di quello che probabilmente e' uno scarico interno che riduce la sezione resistente.

Come carichi applicati si sono utilizzati quelli giroscopici e quelli dovuti alle forze di squilibrio ipotizzando conservativamente che anche queste contribuiscano alle sollecitazioni di fatica.





VERIFICA ALBERO TURBINA

Sezione		A-A		
Diametro interno	Di	15,860	mm	stimato
Diametro esterno	De	19,600	mm	misurato
Momento Flettente	Mf	5300	Kg*mm	dal programma
Modulo di resistenza a fless.	Wf	422,3	mm ³	
Coeff. di intaglio a flessione	Ktf	1,30	/	assunto
Potenza Trasmessa	P	138,0	hp	
Velocita' di Rotazione	n	61091,0	rpm	
Momento Torcente	Mt	1640	Kg*mm	
Modulo di resistenza a torsione	Wt	844,6	mm ⁴	
Coeff. di intaglio a torsione	Ktt	1,30	/	assunto
Carico di rottura albero	Ftu	110	kg/mm ²	assunto
Limite di fatica albero	Fte	55	kg/mm ³	assunto
Tensione di flessione	sigma-f	16,3	kg*mm ²	
Tensione di torsione	tau-t	2,5	kg*mm ²	
Coefficiente di Riduzione a Fatica	m	3,0	/	dato
Coefficiente di Riduzione Statico	c	1,5	/	dato
MARGINE DI SICUREZZA	Mse	0,09	/	

I risultati della verifica, riportati nella tabella precedente danno un margine di sicurezza appena positivo che evidenzia quindi la criticita' del componente anche tenendo conto delle varie ipotesi semplificative e delle incognite circa l'effettiva geometria e tecnologia dell'albero stesso.

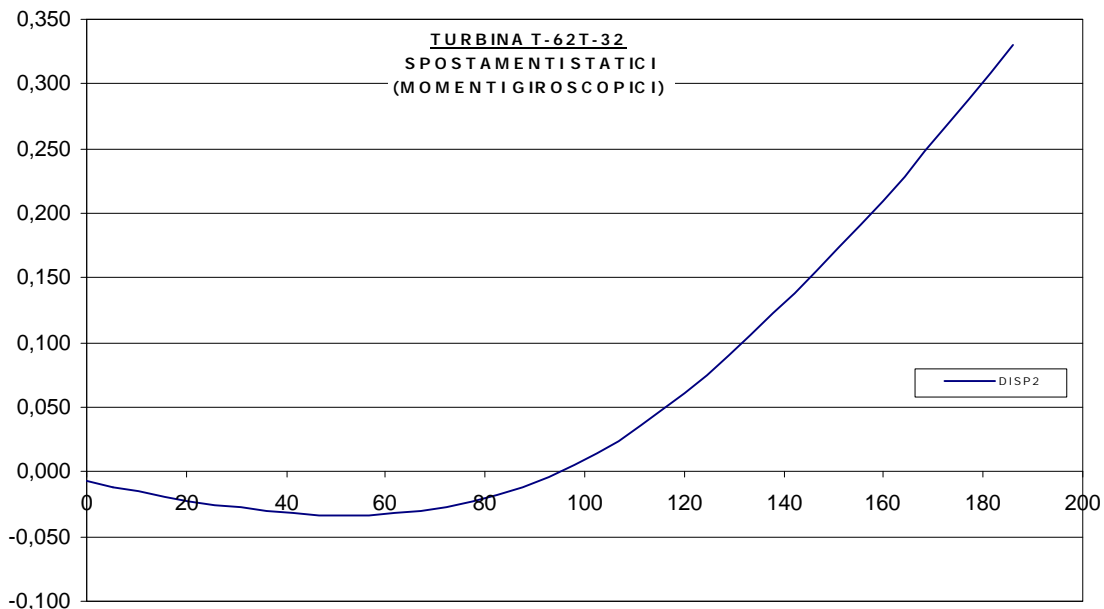
A titolo di verifica del modello di calcolo piu' accurato e con maggiori componenti di carico si riporta il controllo effettuato sulle reazioni vincolari in corrispondenza dei supporti:

Supporto	Calcolo Dettagliato Albero	Calcolo Dettagliato Cuscinetti	Calcolo Semplificato
A Sfere	54.9 Kg	53.1 Kg	44 Kg
A Rulli	72.9 Kg	71.1 Kg	44 Kg

Che dimostra la maggiore severita' del calcolo piu' dettagliato.

4.5 Verifiche di Deformazione dell'Albero

Si riporta di seguito il diagramma degli spostamenti radiali del sistema soggetto alle forze considerate per la verifica di resistenza.



Il massimo spostamento, probabilmente leggermente sovrastimato per il tipo di ipotesi semplificative adottate, risulta elevato (oltre 0.300 mm) e potenzialmente a rischio di contatto indesiderato rotore (turbina in particolare) e statore.

5 Conclusioni e Raccomandazioni

Dalle verifiche svolte risulta che la velocità angolare di manovra dell'elicottero deve essere limitata a non oltre 2 rad/secondo (corrispondente ad una rotazione completa dell'elicottero in circa 3 secondi).

L'elemento più debole è probabilmente costituito dall'albero della turbina sia dal punto di vista della resistenza a fatica che da quello della rigidità (elevate deformazioni che possono indurre al contatto indesiderato rotore statore).

Elementi necessari per una migliore conferma dei risultati ottenuti e per formulare eventuali interventi migliorativi sono:

- Determinazione delle caratteristiche meccaniche albero
- Rilievo dimensioni e finiture interne albero
- Conoscenza delle caratteristiche dimensionali di dettaglio cuscinetti
- Stima della spinta assiale aerodinamica delle giranti

Altre attività da svolgere:

Verifica sperimentale al banco prova della esatta collocazione delle velocità critiche, soprattutto quelle inferiori ai fini di evitare lo stazionamento o il transito lento (all'avviamento e all'ingaggio della frizione centrifuga).

ALLEGATO "A"

1

ROLLING-ELEMENT BEARING ANALYSIS PROGRAM
A. B. JONES, CONSULTING ENGINEER
NEWINGTON, CONNECTICUT

REV. B 29/01/1990 A.T.T.

ES101 - ASSE TURBINA -- G.G. 2001/05/08 VERS. 1
RULLI 17X32X9 - SFERE 17X40X12

0* INPUT DATA FOR SYSTEM NO. 1

BEARING NUMBER	BEARING TYPE	NUMBER OF ELEMENTS	ELEMENT DIAMETER	PITCH DIAMETER	RACE OUTER DIAMETER	CURVATURES INNER	CONTACT INITIAL	ANGLE MOUNTED	INTERNAL INCREMENT	CLEARANCE MOUNTED
1	ROLLER	1.0000D+01	2.3620D-01	9.0550D-01	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	2.0000D-04	2.0000D-04
2	BALL	1.0000D+01	3.1250D-01	1.1220D+00	5.2000D-01	5.2000D-01	2.5000D+01	2.1517D+01	-6.0000D-04	1.7423D-03
BEARING NUMBER	TOTAL ROLL LENGTH	ROLL FLAT LENGTH	ROLL CROWN RADIUS	ROLL CROWN DROP	CROWN GAGE POINT	ROLL END RADIUS	RACE OUTER RADIUS	RACE INNER RADIUS	RACE OUTER SLOPE	RACE INNER SLOPE
1	2.3620D-01	1.7000D-01	8.0000D+00	4.2016D-05	0.0000D+00	2.0000D-02	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
2	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
BEARING NUMBER	OUTER ELEMENT	INNER ELEMENT	OUTER ELEMENT	INNER ELEMENT	AXIAL PRELOAD	PRELOAD DEFLECTION	CONSTRAINT-SPRING RATES	AXIAL PRELOAD	PRELOAD DEFLECTION	RADIAL RATES
1	2.9000D+07	2.9000D+07	2.9000D+07	2.5000D-01	2.5000D-01	2.5000D-01	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
2	2.9000D+07	2.9000D+07	2.9000D+07	2.5000D-01	2.5000D-01	2.5000D-01	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
BEARING NUMBER	SHIM THICKNESS	INITIAL DISPLACEMENTS AT BEARING CENTER	ALONG X	ALONG Y	ALONG Z	ABOUT Y	ABOUT Z	AXIALLY	RADIALLY	PHASE FACTOR
1	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	5.0000D-01
2	0.0000D+00	1.0000D-05	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
BEARING NUMBER	ELEMENT DENSITY	COEF. OF FRICTION	I.D. OF BALL	FLEXURE CONSTANT	AFBMA CAPACITY	BALL DIA.	MOUNTED BEARING	LIFE MULTIPLIER	OUTER INNER	INNER INNER
1	2.8300D-01	7.5000D-02	0.0000D+00	0.0000D+00	2.5955D+03	0.0000D+00	0.0000D+00	3.1496D+00	1.0000D+00	1.0000D+00
2	2.8360D-01	7.5000D-02	0.0000D+00	0.0000D+00	2.4038D+03	1.8000D+00	9.1595D-03	7.0078D+00	1.0000D+00	1.0000D+00
BEARING NUMBER	OIL TYPE	RO60 COEF.	G COEF.	A COEF.	B COEF.	K COEF.	BETA COEF.	MIL-L-23699	1.0070D+00	4.1400D-04
1	2.1000D+02	4.0000D+00	4.0000D+00	2.0000D+00	2.0000D+00	1.2261D+00	2.0437D+01	2.1000D+02	4.0000D+00	4.0000D+00
2	2.1000D+02	6.0000D+00	6.0000D+00	2.0000D+00	2.0000D+00	1.0157D+00	1.2796D+01	2.1000D+02	6.0000D+00	6.0000D+00
BEARING NUMBER	GAGE LOAD	DIAMETRAL PLAY	INCLUDED STRADDLED ANGLE	OUTER INNER	OUTER INNER	OUTER INNER	OUTER INNER	OUTER INNER	OUTER INNER	OUTER INNER
2	0.0000D+00	2.4628D-03	2.4628D-03	0.0000D+00	9.1673D-02					

0 EFFECTIVE LENGTH OF ROLL FOR AFBMA CAPACITY = 1.00 X (TOTAL LENGTH - 2 X CORNER RADIUS)

0 FACTORS FOR CALCULATING AFBMA ROLLER BEARING CAPACITIES ARE OBTAINED FROM COLUMN OF AFBMA STANDARD NO. 11 OF JULY 1960

+

1* INPUT DATA FOR LOAD NO. 1, SYSTEM NO. 1

CONDIZIONE CARICHI GIROSCOPICI+SQUILIBRI+CARICO ASSIALE 10 KG
4309 KGMM A 69091 RPM

LOAD NUMBER	EXTERNAL LOADS APPLIED TO SHAFT	DISTANCE FROM ORIGIN	RPM OF OUTER	RPM OF INNER	DURATION PERCENT	
1	-1.1023D+01	0.0000D+00	0.0000D+00	6.9091D+04	100.0000	
2	0.0000D+00	0.0000D+00	-1.9800D+01	1.7800D+02	0.0000D+00	
3	0.0000D+00	0.0000D+00	-1.9800D+01	1.9600D+02	0.0000D+00	
LOAD NUMBER	INITIAL ESTIMATES OF DISPLACEMENTS AT ORIGIN	ALONG X	ALONG Y	ALONG Z	ABOUT Y	ABOUT Z
1	1.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00

0 THE RACES ARE STATIONARY WITH RESPECT TO LOAD

+

0 THE RACES ROTATE WITH RESPECT TO LOAD

+

1* OUTPUT DATA FOR BEARING NO. 1

ELEMENT NUMBER	ELEMENT AZIMUTH	CONTACT OUTER	LOAD INNER	CONTACT OUTER	MOMENT INNER	CONTACT OUTER	LENGTH INNER	MAXIMUM CONTACT OUTER	WIDTH INNER	TOTAL MISALIGNMENT
1	1.8000D+01	9.4510D+01	6.9961D+01	-6.1122D-01	-6.1122D-01	1.9620D-01	1.9620D-01	5.2425D-03	3.5376D-03	-4.2413D-04
2	5.4000D+01	4.4772D+01	2.0228D+01	-3.4363D-01	-3.4361D-01	1.9620D-01	1.9620D-01	3.6667D-03	2.0697D-03	-2.6213D-04
9	3.0600D+02	4.4772D+01	2.0229D+01	-3.4363D-01	-3.4361D-01	1.9620D-01	1.9620D-01	3.6667D-03	2.0697D-03	-2.6213D-04
10	3.4200D+02	9.4510D+01	6.9961D+01	-6.1122D-01	-6.1122D-01	1.9620D-01	1.9620D-01	5.2425D-03	3.5376D-03	-4.2413D-04
ELEMENT NUMBER	CONTACT OUTER	MISALIGNMENT INNER	TOTAL DEFLECTION	MID-ROLL DEFLECTION OUTER	INNER DEFLECTION	MAXIMUM MEAN STRESS OUTER	MEAN STRESS INNER	CENTRIFUGAL FORCE	ORBITAL VELOCITY	ROTATIONAL VELOCITY
1	-2.0365D-04	-2.2049D-04	2.0046D-04	1.1156D-04	8.8902D-05	1.0692D+05	1.2306D+05	2.4548D+01	2.5537D+04	-1.2346D+05
2	-1.2311D-04	-1.3902D-04	8.5697D-05	5.6815D-05	2.8881D-05	7.4782D+04	7.1999D+04	2.4543D+01	2.5535D+04	-1.2344D+05
9	-1.2311D-04	-1.3902D-04	8.5697D-05	5.6815D-05	2.8881D-05	7.4782D+04	7.1999D+04	2.4543D+01	2.5535D+04	-1.2344D+05
10	-2.0365D-04	-2.2049D-04	2.0046D-04	1.1156D-04	8.8902D-05	1.0692D+05	1.2306D+05	2.4548D+01	2.5537D+04	-1.2346D+05
ELEMENT NO.	OUTER AREA X(1)	INNER AREA X(2)	INNER AREA X(1)	INNER AREA X(2)	MAX. ROLL SKREW MOMENT					
1	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.1682D-02					
2	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.8100D-02	-9.8100D-02	5.1543D-02					
9	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.8100D-02	-9.8100D-02	5.1543D-02					
10	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.8100D-02	-9.8100D-02	9.1682D-02					
STATION NUMBER	STATION OUTER	LOCATION INNER	UNIT OUTER	LOADING INNER	PATTERN OUTER	WIDTH INNER	MEAN CONTACT OUTER	STRESS INNER	CONTACT OUTER	DEFLECTION INNER
1	9.8100D-02	9.8100D-02	3.2157D+02	2.0207D+02	3.9707D-03	2.4102D-03	8.0986D+04	8.3840D+04	7.6592D-05	5.2281D-05
2	8.7200D-02	8.7200D-02	3.9044D+02	2.6596D+02	4.3753D-03	2.7651D-03	8.9237D+04	9.6186D+04	9.1436D-05	6.7308D-05
3	7.6300D-02	7.6300D-02	4.1197D+02	2.8655D+02	4.4943D-03	2.8701D-03	9.1665D+04	9.9840D+04	9.6023D-05	7.2079D-05
4	6.5400D-02	6.5400D-02	4.2243D+02	2.9697D+02	4.5510D-03	2.9218D-03	9.2821D+04	1.0164D+05	9.8243D-05	7.4482D-05
5	5.4500D-02	5.4500D-02	4.3292D+02	3.0743D+02	4.6072D-03	2.9728D-03	9.3966D+04	1.0341D+05	1.0046D-04	7.6886D-05
6	4.3600D-02	4.3600D-02	4.4342D+02	3.1791D+02	4.6627D-03	3.0231D-03	9.5099D+04	1.0516D+05	1.0268D-04	7.9289D-05

7	3.2700D-02	3.2700D-02	4.5396D+02	3.2843D+02	4.7178D-03	3.0727D-03	9.6222D+04	1.0689D+05	1.0490D-04	8.1692D-05			
8	2.1800D-02	2.1800D-02	4.6451D+02	3.3898D+02	4.7723D-03	3.1216D-03	9.7335D+04	1.0859D+05	1.0712D-04	8.4095D-05			
9	1.0900D-02	1.0900D-02	4.7509D+02	3.4956D+02	4.8264D-03	3.1700D-03	9.8437D+04	1.1027D+05	1.0934D-04	8.6499D-05			
10	1.3878D-17	1.3878D-17	4.8570D+02	3.6017D+02	4.8799D-03	3.2177D-03	9.9529D+04	1.1193D+05	1.1156D-04	8.8902D-05			
11	-1.0900D-02	-1.0900D-02	4.9632D+02	3.7080D+02	4.9330D-03	3.2649D-03	1.0061D+05	1.1357D+05	1.1378D-04	9.1305D-05			
12	-2.1800D-02	-2.1800D-02	5.0697D+02	3.8147D+02	4.9857D-03	3.3115D-03	1.0169D+05	1.1519D+05	1.1600D-04	9.3709D-05			
13	-3.2700D-02	-3.2700D-02	5.1764D+02	3.9216D+02	5.0379D-03	3.3576D-03	1.0275D+05	1.1680D+05	1.1822D-04	9.6112D-05			
14	-4.3600D-02	-4.3600D-02	5.2834D+02	4.0288D+02	5.0896D-03	3.4032D-03	1.0381D+05	1.1838D+05	1.2044D-04	9.8515D-05			
15	-5.4500D-02	-5.4500D-02	5.3905D+02	4.1362D+02	5.1410D-03	3.4482D-03	1.0485D+05	1.1995D+05	1.2266D-04	1.0092D-04			
16	-6.5400D-02	-6.5400D-02	5.4979D+02	4.2439D+02	5.1919D-03	3.4928D-03	1.0589D+05	1.2150D+05	1.2488D-04	1.0332D-04			
17	-7.6300D-02	-7.6300D-02	5.6054D+02	4.3519D+02	5.2425D-03	3.5370D-03	1.0692D+05	1.2304D+05	1.2710D-04	1.0572D-04			
18	-8.7200D-02	-8.7200D-02	5.5983D+02	4.3535D+02	5.2391D-03	3.5376D-03	1.0685D+05	1.2306D+05	1.2695D-04	1.0576D-04			
19	-9.8100D-02	-9.8100D-02	5.0960D+02	3.8961D+02	4.9986D-03	3.3467D-03	1.0195D+05	1.1642D+05	1.1655D-04	9.5540D-05			
+													
0													
0	* PATTERN ENDS AT CORNER RADIUS INTERSECTION												
1*	OUTPUT DATA FOR BEARING NO. 2												
0	ELEMENT NUMBER	ELEMENT AZIMUTH	CONTACT OUTER	LOAD INNER	CONTACT OUTER	ANGLE INNER	CONTACT OUTER	DEFLECTION INNER	MEAN HERTZ OUTER	STRESS INNER	TYPE OF CONTROL		
+	5	1.4400D+02	6.5970D+01	2.0813D+01	1.4118D+00	5.7117D+00	2.0066D-04	9.8075D-05	1.2761D+05	1.1251D+05	OUTER		
+	6	1.8000D+02	1.2903D+02	8.4037D+01	2.6812D+00	4.6950D+00	3.1382D-04	2.4870D-04	1.5960D+05	1.7920D+05	OUTER		
+	7	2.1600D+02	6.5970D+01	2.0813D+01	1.4118D+00	5.7117D+00	2.0066D-04	9.8074D-05	1.2761D+05	1.1251D+05	OUTER		
0	ELEMENT NUMBER	CONTACT OUTER	AREA INNER	LENGTH OUTER	CONTACT AREA INNER	WIDTH OUTER	GYROSCOPIC MOMENT	CENTRIFUGAL FORCE	SPINNING VELOCITY OUTER	ROLLING VELOCITY INNER	VELOCITY OUTER	VELOCITY INNER	
+	5	6.7888D-02	4.8295D-02	9.6960D-03	4.8769D-03	-6.9649D-02	4.5230D+01	0.0000D+00	1.3621D+04	-8.9958D+04	1.5845D+05	1.5845D+05	
+	6	8.4901D-02	7.6907D-02	1.2124D-02	7.7637D-03	-1.3183D-01	4.5090D+01	0.0000D+00	8.8116D+03	-8.9828D+04	1.5863D+05	1.5863D+05	
+	7	6.7888D-02	4.8295D-02	9.6960D-03	4.8769D-03	-6.9649D-02	4.5230D+01	0.0000D+00	1.3621D+04	-8.9958D+04	1.5845D+05	1.5845D+05	
0	ELEMENT NUMBER	SPINNING TORQUE OUTER	ROLLING TORQUE INNER	TORQUE OUTER	ORBITAL VELOCITY INNER	ROTATIONAL VELOCITY OUTER	PATH UPPER EDGE	EXTREMITIES LOWER EDGE	INNER PATH UPPER EDGE	EXTREMITIES LOWER EDGE	PATH UPPER EDGE	EXTREMITIES LOWER EDGE	
+	5	6.4811D-02	1.4365D-02	2.9107D-03	4.6695D-04	2.5020D+04	-1.1497D+05	1.3469D+01	-1.0645D+01	1.4258D+01	-2.8341D+00	-2.8341D+00	
+	6	1.5852D-01	9.2363D-02	8.8757D-03	4.7501D-03	2.4979D+04	-1.1479D+05	1.7824D+01	-1.2462D+01	1.8383D+01	-8.9931D+00	-8.9931D+00	
+	7	6.4811D-02	1.4365D-02	2.9107D-03	4.6695D-04	2.5020D+04	-1.1497D+05	1.3469D+01	-1.0645D+01	1.4258D+01	-2.8341D+00	-2.8341D+00	
0	ELEMENT NUMBER	PATH HEIGHT OUTER	BALL INNER	DIA. AXIAL	BALL CENTER RADIAL	COORDINATES PITCH DIA.	OPERATING COEFFICIENT	GYRO SLIP SV VALUE	MAXIMUM RATIO	SPIN/ROLL OUTER	BALL/RACE INNER	CLEARANCE	
+	5	1.4302D-02	1.6017D-02	-2.4824D-03	7.8428D-04	1.1236D+00	6.7569D-03	2.4220D+05	8.5962D-02	0.0000D+00	-6.5300D-05	-6.5300D-05	
+	6	2.4961D-02	2.6536D-02	-2.3343D-03	8.9221D-04	1.1238D+00	6.5391D-03	3.9742D+05	5.5548D-02	0.0000D+00	-2.2600D-04	-2.2600D-04	
+	7	1.4302D-02	1.6017D-02	-2.4824D-03	7.8428D-04	1.1236D+00	6.7569D-03	2.4220D+05	8.5962D-02	0.0000D+00	-6.5300D-05	-6.5300D-05	
0	ELEMENT NUMBER	PATH/SPLIT OUTER	CLEARANCE INNER	BALL INCLINATION	AXIS								
+	5	0.0000D+00	-8.0421D-03	1.1046D+00									
+	6	0.0000D+00	-2.5485D-02	2.0980D+00									
+	7	0.0000D+00	-8.0421D-03	1.1046D+00									
1*	OUTPUT DATA FOR LOAD NO. 1 SYSTEM NO. 1												
0	BEARING NUMBER	BEARING TYPE	FATIGUE OUTER	LIFE INNER	IN HOURS BEARING	AFBMA CALCULATION	ALONG X	REACTIONS ALONG Y	OF BEARING ALONG Z	ON SHAFT ABOUT Y	ABOUT Z		
+	1	ROLLER	1.3311D+04	3.0158D+03	2.5872D+03	2.7852D+03	0.0000D+00	-1.9381D-08	1.5685D+02	-1.5665D+00	-6.6831D-08		
+	2	BALL	2.9545D+03	8.6942D+02	7.0773D+02	2.0781D+03	1.1021D+01	1.5810D-08	-1.1726D+02	-5.7970D+00	-3.9203D-09		
0	BEARING NUMBER	RELATIVE ALONG X	RING ALONG Y	DISPLACEMENTS ALONG Z	DISPLACEMENTS ABOUT Y	OF ORIGIN ABOUT Z							
+	1	-4.6965D-03	5.5880D-12	3.1593D-04	-4.4596D-04	-1.2292D-11	-4.6963D-03	4.4290D-11	1.7205D-03	-4.4595D-04	-1.2287D-11		
+	2	-4.6965D-03	-4.1839D-11	-1.4047D-03	-4.4596D-04	-1.2292D-11							
0	BEARING NUMBER	PARTIAL DERIVATIVES OF BEARING REACTIONS WITH RESPECT TO DISPLACEMENTS AT BEARING CENTER											
+	1	DFX/DX	DFX/DY	DFX/DZ	DFX/DALY	DFX/DALZ	DFY/DY	DFY/DZ	DFY/DALY	DFY/DALZ	DFZ/DZ		
+	2	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	6.2237D+05	2.5860D-02	-6.2186D-04	-7.7657D+02	1.0970D+06		
+	2	1.7261D+04	-3.0571D-03	-4.2930D+04	-8.9389D+03	-1.9898D-04	1.2490D+05	1.2038D-02	1.0244D-03	5.8303D+03	5.1101D+05		
0	BEARING NUMBER	PARTIAL DERIVATIVES (CONTINUED)											
+	1	DFZ/DALY	DFZ/DALZ	DMY/DALY	DMY/DALZ	DMZ/DALZ							
+	2	-9.7673D+02	-6.2186D-04	3.5045D+03	4.7005D-05	1.9794D+03							
+	2	2.1409D+04	1.0244D-03	4.6791D+03	6.6517D-05	8.6371D+02							
0	LOCATION	NON-LINEAR SPRING RATES FOR RIGID SYSTEM											
+	1	ALONG X	ALONG Y	ALONG Z	ABOUT Y	ABOUT Z	ALONG X	ALONG Y	ALONG Z	ABOUT Y	ABOUT Z	DEFLECTIONS OF FLEXIBLE SHAFT	FRICITION TORQUE
+	1	1.3342D+04	6.2294D+05	1.0978D+06	4.3981D+06	1.5897D+06	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00
+	BRG.	2	1.3342D+04	1.2810D+05	4.0406D+05	4.3981D+06	1.5897D+06	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	4.9611D-02	
+	BRG.	1	1.3342D+04	9.5901D+04	2.1493D+05	4.3981D+06	1.5897D+06	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00		
+	LOAD	2	1.3342D+04	2.8967D+05	5.5992D+05	4.3981D+06	1.5897D+06	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00		
+	LOAD	3	1.3342D+04	9.5901D+04	2.1493D+05	4.3981D+06	1.5897D+06	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00	0.0000D+00		
+	LOAD	ORIGIN	1.3342D+04	9.5901D+04	2.1493D+05	4.3981D+06	1.5897D+06						
0	LIFE CALCULATIONS BASED ON 90.00 PERCENT SURVIVAL												
0*	LIFE ADJUSTMENT FACTOR SECTION												
0	BEARING NUMBER	MATERIAL OUTER	FACTOR INNER	FILM THICKNESS OUTER	FILM THICKNESS INNER	FILM PARAMETER OUTER	FILM PARAMETER INNER	L.FACTOR (SKURKA) OUTER	L.FACTOR (SKURKA) INNER	L.FACTOR (TALLIAN) OUTER	L.FACTOR (TALLIAN) INNER		
+	1	6.0000D+00	6.0000D+00	1.4171D+01	1.1712D+01	3.1688D+00	2.6190D+00	3.3053D+00	3.2753D+00	1.7339D+00	1.5633D+00		
+	2	6.0000D+00	6.0000D+00	1.5343D+01	1.2207D+01	2.4259D+00	1.9301D+00	3.2434D+00	2.9988D+00	1.4948D+00	1.2901D+00		
0	BEARING NUMBER	MEAN LUBR. OUTER	FACTOR INNER	TOTAL LIFE FACTOR (MATERIAL*MEAN LUB.) OUTER	EQUIVALENT LIFE FACTOR INNER	ADJUSTED FATIGUE LIFE BEARING OUTER	BEARING INNER						
+	1	2.5149D+00	2.3826D+00	1.5089D+01	1.4296D+01	1.4415D+01	2.0085D+05	4.3112D+04	3.7296D+04				
+	2	2.3171D+00	2.0532D+00	1.3903D+01	1.2319D+01	1.2611D+01	4.1077D+04	1.0711D+04	8.9255D+03				
1	ONE OR MORE BEARINGS HAD 5 OR FEWER ELEMENTS IN CONTACT WITH THE INNER RACE. LIFE IS THEREFOR SIGNIFICANTLY DEPENDENT ON ROLLING ELEMENT ORIENTATION. THE FOLLOWING PHASE FACTORS WERE INTRODUCED AND A MEAN LIFE CALCULATED.												
0	PHASE	BEARING 1											
+	+	BEARING 2											
+	FACTOR	LIFE											

```
+
0.0000D+00 2.6700D+03 7.0752D+02
2.5000D-01 2.6700D+03 7.0752D+02
5.0000D-01 2.6700D+03 7.0752D+02
0 MEAN LIFE 2.6700D+03 7.0752D+02
0 LIFE OF SYSTEM FOR CONTINUOUS OPERATION AT THIS LOAD = 5.8942D+02
0* LIFE ADJUSTMENT FACTOR SECTION
0 PHASE BEARING 1
+
FACTOR LIFE BEARING 2
+
FACTOR LIFE LIFE
0.0000D+00 3.7296D+04 8.9255D+03
2.5000D-01 3.7296D+04 8.9255D+03
5.0000D-01 3.7296D+04 8.9255D+03
0 MEAN LIFE 3.7296D+04 8.9255D+03
```



```

NMAS = 2 - NO. OF C. MASSES (MAX=100)
NFOR = 2 - NO. OF STATIC FORCES (MAX=100)
NBAL = 2 - NO. OF UNBALANCE MASSES (MAX=100)
*****
EPS = .222044604925D-15
BASE = .200000000000D+01
*****

```

1

S W A P P/C V. 4.0 - M O D E L D E S C R I P T I O N

ASSE PRINCIPLAE TURBINA T-62T-32

CONFIGURAZIONE ORIGINALE 05/2001

```

- TOTAL MASS = .33060D+01 ( KG )
- TOTAL JP = .33187D+04 ( KG*MM**2 )
- TOTAL LEN. = 186.000 ( MM )
- C.D.G.( X ) = 154.693 ( MM )

```

- NODES LOCATIONS

NODE	X (MM)
1	.00000D+00
2	.51579D+01
3	.10316D+02
4	.15474D+02
5	.20632D+02
6	.25789D+02
7	.30947D+02
8	.36105D+02
9	.41263D+02
10	.46421D+02
11	.51579D+02
12	.56737D+02
13	.61895D+02
14	.67053D+02
15	.72211D+02
16	.77368D+02
17	.82526D+02
18	.87684D+02
19	.92842D+02
20	.98000D+02
21	.10243D+03
22	.10686D+03
23	.11129D+03
24	.11571D+03
25	.12014D+03
26	.12457D+03
27	.12900D+03
28	.13338D+03
29	.13777D+03
30	.14215D+03
31	.14654D+03
32	.15092D+03
33	.15531D+03
34	.15969D+03
35	.16408D+03
36	.16846D+03
37	.17285D+03
38	.17723D+03
39	.18162D+03
40	.18600D+03

1

- TUBE ELEMENTS

L-NODE	R-NODE	L (MM)	DE (MM)	DI (MM)	A (MM**2)	JB (MM**4)	KV	MATERIAL
1	2	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
2	3	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
3	4	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
4	5	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
5	6	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
6	7	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
7	8	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
8	9	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
9	10	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340

10	11	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
11	12	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
12	13	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
13	14	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
14	15	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
15	16	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
16	17	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
17	18	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
18	19	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
19	20	5.158	18.900	12.700	.15388D+03	.49865D+04	.18746D+01	S4340
20	21	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
21	22	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
22	23	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
23	24	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
24	25	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
25	26	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
26	27	4.429	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
27	28	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
28	29	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
29	30	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
30	31	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
31	32	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
32	33	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
33	34	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
34	35	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
35	36	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
36	37	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
37	38	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
38	39	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340
39	40	4.385	19.600	14.500	.13659D+03	.50744D+04	.19099D+01	S4340

1

- SUPPORTS ELEMENTS

NODE	K-RA (KG/MM)	K-RO (KGMM/RA)	MASS (KG)
1	.70000D+04	.00000D+00	.00000D+00
20	.15000D+05	.00000D+00	.00000D+00

- CONCENTRATED MASSES

NODE	MASS (KG)	I (KG*MM**2)
27	.14580D+01	.78800D+03
40	.16350D+01	.86400D+03

- EXTERNAL LOADS

GRAVITY FORCES NOT INCLUDED

NODE	FORCE (KGF)	MOM (KGF*MM)
27	.90000D+01	.20560D+04
40	.90000D+01	.22530D+04

- UNBALANCE MASSES

OPERATING SPEED = 61091.000 (RPM)

BALANCE QUALITY GRADE = G 17.03 (I.S.O. 1940)

UNBALANCE LEVEL :
 STATIC (G*MM) = .88000D+01 REAL .00000D+00 IMAG
 DYNAMIC (G*MM**2) = .247019D+02 REAL .00000D+00 IMAG
 (ABOUT C.D.G. POINT)

NODE	U (GR*MM)	PHASE (DEG)
27	.44000D+01	.00000D+00
40	.44000D+01	.00000D+00

- MATERIALS USED IN THIS JOB

MATERIAL	E (KG/MM^2)	NI	RO (KG/DM^3)
S4340	20380.000	.320	7.860

1

S W A P P/C V. 4.0 - S T A T I C A N A L Y S I S

ASSE PRINCIPLAE TURBINA T-62T-32

CONFIGURAZIONE ORIGINALE 05/2001

-- EPSILON = .870416822301D-14

STATIC DISPLACEMENTS

(GRAVITY LOADS ARE NOT INCLUDED)

NODE	DISP (MM)	ROT (RAD)
1	-.78426D-02	-.64843D-03
2	-.11622D-01	-.64124D-03
3	-.15326D-01	-.61969D-03
4	-.18883D-01	-.58376D-03
5	-.22217D-01	-.53346D-03
6	-.25255D-01	-.46879D-03
7	-.27922D-01	-.38974D-03
8	-.30145D-01	-.29633D-03
9	-.31848D-01	-.18854D-03
10	-.32959D-01	-.66386D-04
11	-.33402D-01	.70142D-04
12	-.33104D-01	.22104D-03
13	-.31991D-01	.38631D-03
14	-.29988D-01	.56596D-03
15	-.27021D-01	.75997D-03
16	-.23017D-01	.96836D-03
17	-.17901D-01	.11911D-02
18	-.11599D-01	.14282D-02
19	-.40367D-02	.16797D-02
20	.48599D-02	.19456D-02
21	.14128D-01	.21743D-02
22	.24402D-01	.23996D-02
23	.35665D-01	.26214D-02
24	.47904D-01	.28399D-02
25	.61102D-01	.30549D-02
26	.75245D-01	.32665D-02
27	.90318D-01	.34747D-02
28	.10588D+00	.35911D-02
29	.12195D+00	.37059D-02
30	.13852D+00	.38190D-02
31	.15558D+00	.39304D-02
32	.17313D+00	.40402D-02
33	.19115D+00	.41482D-02
34	.20964D+00	.42546D-02
35	.22860D+00	.43593D-02
36	.24801D+00	.44624D-02
37	.26787D+00	.45638D-02
38	.28817D+00	.46635D-02
39	.30891D+00	.47615D-02
40	.33007D+00	.48579D-02

STATIC FORCES

- FORCES IN TUBE ELEMENTS

L-NODE	S-FORCE (KG)	B-MOM (KGMM)	R-NODE	S-FORCE (KG)	B-MOM (KGMM)
1	.54898D+02	.18190D-11	2	-.54898D+02	.28316D+03
2	.54898D+02	-.28316D+03	3	-.54898D+02	.56632D+03
3	.54898D+02	-.56632D+03	4	-.54898D+02	.84947D+03
4	.54898D+02	-.84947D+03	5	-.54898D+02	.11326D+04
5	.54898D+02	-.11326D+04	6	-.54898D+02	.14158D+04
6	.54898D+02	-.14158D+04	7	-.54898D+02	.16989D+04
7	.54898D+02	-.16989D+04	8	-.54898D+02	.19821D+04
8	.54898D+02	-.19821D+04	9	-.54898D+02	.22653D+04
9	.54898D+02	-.22653D+04	10	-.54898D+02	.25484D+04
10	.54898D+02	-.25484D+04	11	-.54898D+02	.28316D+04
11	.54898D+02	-.28316D+04	12	-.54898D+02	.31147D+04
12	.54898D+02	-.31147D+04	13	-.54898D+02	.33979D+04
13	.54898D+02	-.33979D+04	14	-.54898D+02	.36811D+04
14	.54898D+02	-.36811D+04	15	-.54898D+02	.39642D+04
15	.54898D+02	-.39642D+04	16	-.54898D+02	.42474D+04
16	.54898D+02	-.42474D+04	17	-.54898D+02	.45305D+04
17	.54898D+02	-.45305D+04	18	-.54898D+02	.48137D+04
18	.54898D+02	-.48137D+04	19	-.54898D+02	.50968D+04
19	.54898D+02	-.50968D+04	20	-.54898D+02	.53800D+04
20	-.18000D+02	-.53800D+04	21	.18000D+02	.53003D+04
21	-.18000D+02	-.53003D+04	22	.18000D+02	.52206D+04
22	-.18000D+02	-.52206D+04	23	.18000D+02	.51409D+04
23	-.18000D+02	-.51409D+04	24	.18000D+02	.50611D+04
24	-.18000D+02	-.50611D+04	25	.18000D+02	.49814D+04
25	-.18000D+02	-.49814D+04	26	.18000D+02	.49017D+04
26	-.18000D+02	-.49017D+04	27	.18000D+02	.48220D+04
27	-.90000D+01	-.27660D+04	28	.90000D+01	.27265D+04
28	-.90000D+01	-.27265D+04	29	.90000D+01	.26871D+04
29	-.90000D+01	-.26871D+04	30	.90000D+01	.26476D+04
30	-.90000D+01	-.26476D+04	31	.90000D+01	.26082D+04
31	-.90000D+01	-.26082D+04	32	.90000D+01	.25687D+04
32	-.90000D+01	-.25687D+04	33	.90000D+01	.25292D+04
33	-.90000D+01	-.25292D+04	34	.90000D+01	.24898D+04
34	-.90000D+01	-.24898D+04	35	.90000D+01	.24503D+04
35	-.90000D+01	-.24503D+04	36	.90000D+01	.24108D+04
36	-.90000D+01	-.24108D+04	37	.90000D+01	.23714D+04
37	-.90000D+01	-.23714D+04	38	.90000D+01	.23319D+04
38	-.90000D+01	-.23319D+04	39	.90000D+01	.22925D+04
39	-.90000D+01	-.22925D+04	40	.90000D+01	.22530D+04

- FORCES IN SUPPORTS ELEMENTS

NODE	FORCE (KG)	MOM (KGMM)
1	-.54898D+02	.00000D+00
20	.72898D+02	.00000D+00

1

S W A P P / C V . 4 . 0 - R E A L E I G E N V A L U E A N A L Y S I S

ASSE PRINCIPLAE TURBINA T-62T-32

CONFIGURAZIONE ORIGINALE 05/2001

ILOOP = 8

N.	ROW	EIGVA	HZ	RPM	% OP
1	80	.911889D+06	.151982D+03	.911890D+04	14.93
2	79	.249804D+08	.795462D+03	.477277D+05	78.13
3	53	.944303D+08	.154659D+04	.927955D+05	151.90
4	54	.139324D+09	.187859D+04	.112716D+06	184.50
5	3	.663935D+09	.410093D+04	.246056D+06	402.77
6	5	.339047D+10	.926723D+04	.556034D+06	910.17
7	13	.949262D+10	.155065D+05	.930389D+06	*****
8	39	.115432D+11	.170995D+05	.102597D+07	*****
9	27	.198785D+11	.224394D+05	.134637D+07	*****
10	35	.357952D+11	.301115D+05	.180669D+07	*****
11	43	.451821D+11	.338301D+05	.202981D+07	*****
12	19	.598814D+11	.389463D+05	.233678D+07	*****
13	37	.903679D+11	.478440D+05	.287064D+07	*****
14	57	.111142D+12	.530589D+05	.318354D+07	*****
15	41	.123486D+12	.559279D+05	.335568D+07	*****
16	47	.156281D+12	.629178D+05	.377507D+07	*****
17	11	.170292D+12	.656776D+05	.394065D+07	*****
18	73	.194620D+12	.702125D+05	.421275D+07	*****
19	21	.196688D+12	.705844D+05	.423506D+07	*****
20	49	.214944D+12	.737875D+05	.442725D+07	*****
21	67	.227663D+12	.759393D+05	.455636D+07	*****
22	55	.251602D+12	.798320D+05	.478992D+07	*****
23	29	.271874D+12	.829858D+05	.497915D+07	*****
24	77	.313260D+12	.890784D+05	.534470D+07	*****
25	1	.315919D+12	.894557D+05	.536734D+07	*****
26	51	.337948D+12	.925219D+05	.555132D+07	*****
27	63	.375860D+12	.975738D+05	.585443D+07	*****
28	71	.412287D+12	.102193D+06	.613156D+07	*****
29	75	.440098D+12	.105583D+06	.633500D+07	*****
30	16	.448875D+12	.106631D+06	.639785D+07	*****
31	7	.455739D+12	.107443D+06	.644658D+07	*****
32	8	.475919D+12	.109796D+06	.658776D+07	*****
33	9	.522783D+12	.115075D+06	.690450D+07	*****
34	69	.556889D+12	.118769D+06	.712616D+07	*****
35	32	.570791D+12	.120243D+06	.721456D+07	*****
36	45	.595088D+12	.122775D+06	.736651D+07	*****
37	23	.616384D+12	.124953D+06	.749717D+07	*****
38	18	.655183D+12	.128825D+06	.772952D+07	*****
39	17	.686844D+12	.131901D+06	.791408D+07	*****
40	15	.692352D+12	.132429D+06	.794575D+07	*****
41	25	.715472D+12	.134622D+06	.807733D+07	*****

. . . CONT . . .

1

N.	EX. O.	EIGVA	HZ	RPM	% OP
42	34	.731841D+12	.136153D+06	.816921D+07	*****
43	33	.747820D+12	.137632D+06	.825791D+07	*****
44	2	.757305D+12	.138502D+06	.831011D+07	*****
45	44	.789927D+12	.141453D+06	.848721D+07	*****
46	72	.805829D+12	.142870D+06	.857221D+07	*****
47	65	.808625D+12	.143118D+06	.858707D+07	*****
48	61	.867796D+12	.148262D+06	.889570D+07	*****
49	56	.906199D+12	.151507D+06	.909040D+07	*****
50	46	.946290D+12	.154822D+06	.928931D+07	*****
51	26	.978509D+12	.157435D+06	.944613D+07	*****
52	31	.978734D+12	.157454D+06	.944721D+07	*****
53	59	.102473D+13	.161111D+06	.966664D+07	*****
54	40	.114053D+13	.169970D+06	.101982D+08	*****
55	68	.126897D+13	.179285D+06	.107571D+08	*****
56	38	.135165D+13	.185035D+06	.111021D+08	*****
57	50	.156944D+13	.199385D+06	.119631D+08	*****
58	24	.179360D+13	.213149D+06	.127889D+08	*****
59	76	.181644D+13	.214502D+06	.128701D+08	*****
60	10	.202960D+13	.226738D+06	.136043D+08	*****
61	74	.227211D+13	.239903D+06	.143942D+08	*****
62	78	.241679D+13	.247423D+06	.148454D+08	*****
63	6	.250635D+13	.251965D+06	.151179D+08	*****
64	70	.272232D+13	.262597D+06	.157558D+08	*****

65	52	.292988D+13	.272424D+06	.163454D+08	*****
66	62	.303503D+13	.277269D+06	.166362D+08	*****
67	42	.313689D+13	.281884D+06	.169130D+08	*****
68	60	.333241D+13	.290536D+06	.174321D+08	*****
69	12	.350301D+13	.297880D+06	.178728D+08	*****
70	66	.363527D+13	.303451D+06	.182071D+08	*****
71	36	.363895D+13	.303604D+06	.182163D+08	*****
72	28	.373414D+13	.307550D+06	.184530D+08	*****
73	20	.379065D+13	.309868D+06	.185921D+08	*****
74	30	.381904D+13	.311026D+06	.186616D+08	*****
75	22	.418263D+13	.325496D+06	.195297D+08	*****
76	4	.444427D+13	.335522D+06	.201313D+08	*****
77	64	.464533D+13	.343027D+06	.205816D+08	*****
78	48	.498799D+13	.355454D+06	.213272D+08	*****
79	14	.499648D+13	.355756D+06	.213454D+08	*****
80	58	.521567D+13	.363476D+06	.218085D+08	*****

1

EIGENVECTOR N. 1

FREQUENCY = .151981615440D+03 (HZ)
 R. SPEED = .911889692640D+04 (RPM)
 PERC. OP. = 14.927 (%)

NODE	DISP	ROT	
1	-.24355D-01	-.19170D-02	*
2	-.35592D-01	-.18947D-02	*
3	-.46598D-01	-.18277D-02	*
4	-.57144D-01	-.17162D-02	*
5	-.66999D-01	-.15600D-02	*
6	-.75934D-01	-.13592D-02	**
7	-.83717D-01	-.11139D-02	**
8	-.90120D-01	-.82392D-03	**
9	-.94911D-01	-.48940D-03	**
10	-.97862D-01	-.11033D-03	**
11	-.98743D-01	.31327D-03	**
12	-.97323D-01	.78140D-03	**
13	-.93373D-01	.12940D-02	**
14	-.86664D-01	.18511D-02	**
15	-.76967D-01	.24527D-02	**
16	-.64051D-01	.30988D-02	*
17	-.47688D-01	.37893D-02	*
18	-.27649D-01	.45243D-02	*
19	-.37037D-02	.53037D-02	*
20	.24376D-01	.61275D-02	*
21	.54636D-01	.68228D-02	**
22	.87894D-01	.74809D-02	**
23	.12398D+00	.81019D-02	**
24	.16274D+00	.86857D-02	**
25	.20400D+00	.92324D-02	**
26	.24760D+00	.97420D-02	**
27	.29337D+00	.10215D-01	**
28	.34028D+00	.10618D-01	**
29	.38891D+00	.10992D-01	**
30	.43910D+00	.11338D-01	**
31	.49075D+00	.11654D-01	**
32	.54372D+00	.11942D-01	**
33	.59789D+00	.12201D-01	**
34	.65313D+00	.12431D-01	**
35	.70931D+00	.12633D-01	**
36	.76631D+00	.12806D-01	**
37	.82401D+00	.12950D-01	**
38	.88227D+00	.13066D-01	**
39	.94098D+00	.13154D-01	**
40	.10000D+01	.13213D-01	**

1

EIGENVECTOR N. 2

FREQUENCY = .795462426540D+03 (HZ)
 R. SPEED = .477277455924D+05 (RPM)
 PERC. OP. = 78.126 (%)

NODE	DISP	ROT	
1	-.54785D-01	-.20533D-02	*
2	-.68408D-01	-.20031D-02	*
3	-.81504D-01	-.18528D-02	**
4	-.93556D-01	-.16025D-02	**
5	-.10405D+00	-.12528D-02	**
6	-.11247D+00	-.80399D-03	**
7	-.11831D+00	-.25656D-03	**
8	-.12105D+00	.38901D-03	**
9	-.12020D+00	.11322D-02	**
10	-.11524D+00	.19724D-02	**
11	-.10569D+00	.29093D-02	**
12	-.91046D-01	.39422D-02	**
13	-.70815D-01	.50708D-02	*
14	-.44507D-01	.62947D-02	*
15	-.11636D-01	.76136D-02	*
16	.28284D-01	.90274D-02	**
17	.75738D-01	.10536D-01	**

18	.13121D+00	.12140D-01	3_--*
19	.19518D+00	.13839D-01	3_---*
20	.26813D+00	.15634D-01	3_-----*
21	.36957D+00	.16843D-01	3_-----*
22	.47479D+00	.17361D-01	3_-----*
23	.58073D+00	.17187D-01	3_-----*
24	.68432D+00	.16324D-01	3_-----*
25	.78249D+00	.14773D-01	3_-----*
26	.87220D+00	.12536D-01	3_-----*
27	.95039D+00	.96135D-02	3_-----*
28	.98415D+00	.55581D-02	3_-----*
29	.10000D+01	.14923D-02	3_-----*
30	.99791D+00	-.25816D-02	3_-----*
31	.97785D+00	-.66614D-02	3_-----*
32	.93981D+00	-.10745D-01	3_-----*
33	.88376D+00	-.14829D-01	3_-----*
34	.80972D+00	-.18913D-01	3_-----*
35	.71771D+00	-.22994D-01	3_-----*
36	.60774D+00	-.27071D-01	3_-----*
37	.47985D+00	-.31141D-01	3_-----*
38	.33408D+00	-.35205D-01	3_-----*
39	.17049D+00	-.39259D-01	3_--*
40	-.10884D-01	-.43305D-01	*

1

EIGENVECTOR N. 3

FREQUENCY = .154659206899D+04 (HZ)
R. SPEED = .92795241393D+05 (RPM)
PERC. OP. = 151.897 (%)

NODE	DISP	ROT	
1	.45383D-02	.63284D-02	*
2	.37429D-01	.63239D-02	3*
3	.70256D-01	.63109D-02	3*
4	.10296D+00	.62901D-02	3_--*
5	.13549D+00	.62628D-02	3_---*
6	.16780D+00	.62311D-02	3_-----*
7	.19986D+00	.61972D-02	3_-----*
8	.23165D+00	.61641D-02	3_-----*
9	.26316D+00	.61351D-02	3_-----*
10	.29441D+00	.61142D-02	3_-----*
11	.32544D+00	.61057D-02	3_-----*
12	.35631D+00	.61146D-02	3_-----*
13	.38711D+00	.61461D-02	3_-----*
14	.41795D+00	.62061D-02	3_-----*
15	.44898D+00	.63010D-02	3_-----*
16	.48039D+00	.64375D-02	3_-----*
17	.51239D+00	.66229D-02	3_-----*
18	.54524D+00	.68651D-02	3_-----*
19	.57924D+00	.71723D-02	3_-----*
20	.61472D+00	.75533D-02	3_-----*
21	.71899D+00	.70650D-02	3_-----*
22	.81711D+00	.48940D-02	3_-----*
23	.90160D+00	.10473D-02	3_-----*
24	.96503D+00	-.44674D-02	3_-----*
25	.10000D+01	-.11642D-01	3_-----*
26	.99918D+00	-.20466D-01	3_-----*
27	.95527D+00	-.30932D-01	3_-----*
28	.77937D+00	-.31704D-01	3_-----*
29	.60177D+00	-.31574D-01	3_-----*
30	.42652D+00	-.30537D-01	3_-----*
31	.25766D+00	-.28589D-01	3_-----*
32	.99245D-01	-.25728D-01	3_--*
33	-.44651D-01	-.21951D-01	*
34	-.16997D+00	-.17259D-01	*_3
35	-.27264D+00	-.11654D-01	*_3
36	-.34865D+00	-.51363D-02	*_3
37	-.39395D+00	.22894D-02	*_3
38	-.40458D+00	.10620D-01	*_3
39	-.37655D+00	.19852D-01	*_3
40	-.30594D+00	.29980D-01	*_3

1

EIGENVECTOR N. 4

FREQUENCY = .187859489347D+04 (HZ)
R. SPEED = .112715693608D+06 (RPM)
PERC. OP. = 184.505 (%)

NODE	DISP	ROT	
1	-.18088D+00	-.19012D-01	*_3
2	-.28890D+00	-.18846D-01	*_3
3	-.39500D+00	-.18351D-01	*_3
4	-.49743D+00	-.17535D-01	*_3
5	-.59449D+00	-.16410D-01	*_3
6	-.68454D+00	-.14986D-01	*_3
7	-.76602D+00	-.13280D-01	*_3
8	-.83746D+00	-.11309D-01	*_3
9	-.89749D+00	-.90919D-02	*_3
10	-.94483D+00	-.66484D-02	*_3

11	-.97836D+00	-.40006D-02	*-----3
12	-.99705D+00	-.11713D-02	*-----3
13	-.10000D+01	.18162D-02	*-----3
14	-.98647D+00	.49384D-02	*-----3
15	-.95582D+00	.81717D-02	*-----3
16	-.90757D+00	.11493D-01	*-----3
17	-.84136D+00	.14881D-01	*-----3
18	-.75694D+00	.18313D-01	*-----3
19	-.65419D+00	.21772D-01	*-----3
20	-.53311D+00	.25240D-01	*-----3
21	-.47770D+00	.28922D-01	*-----3
22	-.40239D+00	.34109D-01	*-----3
23	-.30056D+00	.40797D-01	*-----3
24	-.16565D+00	.48978D-01	*-----3
25	.88864D-02	.58651D-01	*-----3
26	.22955D+00	.69812D-01	*-----3
27	.50282D+00	.82463D-01	*-----3
28	.66440D+00	.58282D-01	*-----3
29	.72708D+00	.37510D-01	*-----3
30	.70578D+00	.20158D-01	*-----3
31	.61555D+00	.62364D-02	*-----3
32	.47149D+00	-.42448D-02	*-----3
33	.28878D+00	-.11278D-01	*-----3
34	.82651D-01	-.14857D-01	*-----3
35	-.13164D+00	-.14981D-01	*-----3
36	-.33883D+00	-.11648D-01	*-----3
37	-.52365D+00	-.48625D-02	*-----3
38	-.67088D+00	.53696D-02	*-----3
39	-.76535D+00	.19040D-01	*-----3
40	-.79196D+00	.36138D-01	*-----3

1

EIGENVECTOR N. 5

FREQUENCY = .410093433095D+04 (HZ)
R. SPEED = .246056059857D+06 (RPM)
PERC. OP. = 402.770 (%)

NODE	DISP	ROT	
1	.38016D+00	.18805D-01	3-----*
2	.49756D+00	.18460D-01	3-----*
3	.60974D+00	.17455D-01	3-----*
4	.71308D+00	.15851D-01	3-----*
5	.80429D+00	.13722D-01	3-----*
6	.88059D+00	.11153D-01	3-----*
7	.93969D+00	.82403D-02	3-----*
8	.97986D+00	.50856D-02	3-----*
9	.10000D+01	.17974D-02	3-----*
10	.99964D+00	-.15126D-02	3-----*
11	.97895D+00	-.47314D-02	3-----*
12	.93878D+00	-.77476D-02	3-----*
13	.88058D+00	-.10453D-01	3-----*
14	.80642D+00	-.12745D-01	3-----*
15	.71893D+00	-.14529D-01	3-----*
16	.62128D+00	-.15719D-01	3-----*
17	.51704D+00	-.16240D-01	3-----*
18	.41020D+00	-.16030D-01	3-----*
19	.30503D+00	-.15036D-01	3-----*
20	.20605D+00	-.13221D-01	3-----*
21	.15050D+00	-.11318D-01	3-----*
22	.10307D+00	-.93763D-02	3-----*
23	.64068D-01	-.73891D-02	3-----*
24	.33813D-01	-.53522D-02	3-----*
25	.12604D-01	-.32637D-02	*
26	.72724D-03	-.11232D-02	*
27	-.15585D-02	.10687D-02	*
28	.17550D-02	.85643D-03	*
29	.41787D-02	.66486D-03	*
30	.57977D-02	.49423D-03	*
31	.67005D-02	.34492D-03	*
32	.69793D-02	.21738D-03	*
33	.67298D-02	.11208D-03	*
34	.60512D-02	.29474D-04	*
35	.50456D-02	-.30014D-04	*
36	.38177D-02	-.66026D-04	*
37	.24743D-02	-.78282D-04	*
38	.11233D-02	-.66589D-04	*
39	-.12652D-03	-.30847D-04	*
40	-.11666D-02	.28955D-04	*

1

S W A P P/C V. 4.0 - U N B A L A N C E R E S P O N S E A N A L Y S I S

ASSE PRINCIPLAE TURBINA T-62T-32

CONFIGURAZIONE ORIGINALE 05/2001

-- EPSD1 = .256740535810D-14 -- EPSD2 = .000000000000D+00

D Y N A M I C D I S P L A C E M E N T S

NODE	REAL		IMAGINARY		MODULUS		PHASE	
	DISP (MM)	ROT (RAD)	DISP (MM)	ROT (RAD)	DISP (MM)	ROT (RAD)	DISP (DEG)	ROT (DEG)
1	.2753D-03	.1817D-04	.0000D+00	.0000D+00	.2753D-03	.1817D-04	.000	.000
2	.3842D-03	.1791D-04	.0000D+00	.0000D+00	.3842D-03	.1791D-04	.000	.000
3	.4904D-03	.1716D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4904D-03	.1716D-04	.000	.000
4	.5914D-03	.1590D-04	.0000D+00	.0000D+00	.5914D-03	.1590D-04	.000	.000
5	.6845D-03	.1415D-04	.0000D+00	.0000D+00	.6845D-03	.1415D-04	.000	.000
6	.7671D-03	.1191D-04	.0000D+00	.0000D+00	.7671D-03	.1191D-04	.000	.000
7	.8367D-03	.9178D-05	.0000D+00	.0000D+00	.8367D-03	.9178D-05	.000	.000
8	.8908D-03	.5967D-05	.0000D+00	.0000D+00	.8908D-03	.5967D-05	.000	.000
9	.9270D-03	.2281D-05	.0000D+00	.0000D+00	.9270D-03	.2281D-05	.000	.000
10	.9427D-03	-.1874D-05	.0000D+00	.0000D+00	.9427D-03	.1874D-05	.000	180.000
11	.9356D-03	-.6492D-05	.0000D+00	.0000D+00	.9356D-03	.6492D-05	.000	180.000
12	.9033D-03	-.1156D-04	.0000D+00	.0000D+00	.9033D-03	.1156D-04	.000	180.000
13	.8435D-03	-.1709D-04	.0000D+00	.0000D+00	.8435D-03	.1709D-04	.000	180.000
14	.7539D-03	-.2305D-04	.0000D+00	.0000D+00	.7539D-03	.2305D-04	.000	180.000
15	.6322D-03	-.2945D-04	.0000D+00	.0000D+00	.6322D-03	.2945D-04	.000	180.000
16	.4762D-03	-.3629D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4762D-03	.3629D-04	.000	180.000
17	.2838D-03	-.4355D-04	.0000D+00	.0000D+00	.2838D-03	.4355D-04	.000	180.000
18	.5279D-04	-.5124D-04	.0000D+00	.0000D+00	.5279D-04	.5124D-04	.000	180.000
19	-.2190D-03	-.5935D-04	.0000D+00	.0000D+00	.2190D-03	.5935D-04	180.000	180.000
20	-.5337D-03	-.6789D-04	.0000D+00	.0000D+00	.5337D-03	.6789D-04	180.000	180.000
21	-.9008D-03	-.7467D-04	.0000D+00	.0000D+00	.9008D-03	.7467D-04	180.000	180.000
22	-.1295D-02	-.8024D-04	.0000D+00	.0000D+00	.1295D-02	.8024D-04	180.000	180.000
23	-.1711D-02	-.8460D-04	.0000D+00	.0000D+00	.1711D-02	.8460D-04	180.000	180.000
24	-.2144D-02	-.8777D-04	.0000D+00	.0000D+00	.2144D-02	.8777D-04	180.000	180.000
25	-.2587D-02	-.8975D-04	.0000D+00	.0000D+00	.2587D-02	.8975D-04	180.000	180.000
26	-.3037D-02	-.9055D-04	.0000D+00	.0000D+00	.3037D-02	.9055D-04	180.000	180.000
27	-.3487D-02	-.9018D-04	.0000D+00	.0000D+00	.3487D-02	.9018D-04	180.000	180.000
28	-.3877D-02	-.7636D-04	.0000D+00	.0000D+00	.3877D-02	.7636D-04	180.000	180.000
29	-.4206D-02	-.6195D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4206D-02	.6195D-04	180.000	180.000
30	-.4469D-02	-.4696D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4469D-02	.4696D-04	180.000	180.000
31	-.4664D-02	-.3141D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4664D-02	.3141D-04	180.000	180.000
32	-.4790D-02	-.1532D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4790D-02	.1532D-04	180.000	180.000
33	-.4843D-02	.1298D-05	.0000D+00	.0000D+00	.4843D-02	.1298D-05	180.000	.000
34	-.4821D-02	.1842D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4821D-02	.1842D-04	180.000	.000
35	-.4722D-02	.3603D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4722D-02	.3603D-04	180.000	.000
36	-.4545D-02	.5412D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4545D-02	.5412D-04	180.000	.000
37	-.4286D-02	.7266D-04	.0000D+00	.0000D+00	.4286D-02	.7266D-04	180.000	.000
38	-.3944D-02	.9163D-04	.0000D+00	.0000D+00	.3944D-02	.9163D-04	180.000	.000
39	-.3518D-02	.1110D-03	.0000D+00	.0000D+00	.3518D-02	.1110D-03	180.000	.000
40	-.3005D-02	.1308D-03	.0000D+00	.0000D+00	.3005D-02	.1308D-03	180.000	.000

1

D Y N A M I C F O R C E S (R E A L)

- F O R C E S I N T U B E E L E M E N T S

L-NODE	S-FORCE (KG)	B-MOM (KGM)	R-NODE	S-FORCE (KG)	B-MOM (KGM)
1	-.19235D+01	.76634D-02	2	.19235D+01	-.99287D+01
2	-.19135D+01	.99438D+01	3	.19135D+01	-.19813D+02
3	-.19007D+01	.19828D+02	4	.19007D+01	-.29631D+02
4	-.18853D+01	.29645D+02	5	.18853D+01	-.39369D+02
5	-.18675D+01	.39381D+02	6	.18675D+01	-.49013D+02
6	-.18475D+01	.49023D+02	7	.18475D+01	-.58553D+02
7	-.18257D+01	.58560D+02	8	.18257D+01	-.67977D+02
8	-.18025D+01	.67982D+02	9	.18025D+01	-.77279D+02
9	-.17784D+01	.77281D+02	10	.17784D+01	-.86454D+02
10	-.17539D+01	.86453D+02	11	.17539D+01	-.95499D+02
11	-.17295D+01	.95493D+02	12	.17295D+01	-.10441D+03
12	-.17060D+01	.10440D+03	13	.17060D+01	-.11320D+03
13	-.16840D+01	.11319D+03	14	.16840D+01	-.12187D+03
14	-.16644D+01	.12186D+03	15	.16644D+01	-.13044D+03
15	-.16479D+01	.13042D+03	16	.16479D+01	-.13891D+03
16	-.16355D+01	.13888D+03	17	.16355D+01	-.14732D+03
17	-.16281D+01	.14728D+03	18	.16281D+01	-.15568D+03
18	-.16268D+01	.15564D+03	19	.16268D+01	-.16403D+03
19	-.16325D+01	.16398D+03	20	.16325D+01	-.17240D+03
20	.63606D+01	.17234D+03	21	-.63606D+01	-.14418D+03
21	.63427D+01	.14412D+03	22	-.63427D+01	-.11603D+03
22	.63170D+01	.11597D+03	23	-.63170D+01	-.87998D+02
23	.62830D+01	.87936D+02	24	-.62830D+01	-.60111D+02
24	.62405D+01	.60046D+02	25	-.62405D+01	-.32410D+02
25	.61892D+01	.32343D+02	26	-.61892D+01	-.49342D+01
26	.61289D+01	.48675D+01	27	-.61289D+01	-.22275D+02
27	.32081D+01	-.31893D+03	28	-.32081D+01	.33299D+03
28	.31319D+01	-.33305D+03	29	-.31319D+01	.34678D+03
29	.30493D+01	-.34683D+03	30	-.30493D+01	.36020D+03
30	.29615D+01	-.36023D+03	31	-.29615D+01	.37322D+03
31	.28699D+01	-.37324D+03	32	-.28699D+01	.38582D+03
32	.27758D+01	-.38583D+03	33	-.27758D+01	.39801D+03
33	.26806D+01	-.39800D+03	34	-.26806D+01	.40976D+03
34	.25859D+01	-.40974D+03	35	-.25859D+01	.42108D+03
35	.24931D+01	-.42106D+03	36	-.24931D+01	.43199D+03
36	.24038D+01	-.43195D+03	37	-.24038D+01	.44249D+03
37	.23196D+01	-.44244D+03	38	-.23196D+01	.45261D+03
38	.22421D+01	-.45254D+03	39	-.22421D+01	.46237D+03
39	.21730D+01	-.46229D+03	40	-.21730D+01	.47182D+03

- FORCES IN SUPPORTS ELEMENTS

NODE	FORCE (KG)	MOM (KGMM)
1	.19271D+01	.00000D+00
20	-.80053D+01	.00000D+00