

Rotor 27A

- [Français](#)
- [English](#)

Downloadable files

×

Open access

[Git project](#)

Original model

Rotor 27A is part of a research program to study the effects of aspect ratio, diffusion factor, and solidity on rotors. To do so, experimental studies have been conducted on a series of high-hub-tip-radius-ratio compressor stages representative of the middle and latter stages of axial-flow compressors. In fact, 14 middle stages were tested to assess the effects on performance of varying both diffusion through the rotor and stator blades and blade aspect ratio. Among these 14 stages, there are rotors 23B, 24A, 25A, 26B, 27A and 28B. Both the tip diameter and the hub-tip radius ratio were held constant throughout each stage at 50.8 centimeters and 0.8, respectively.

- Original technical report ^[1]:

```
@TechReport{britsch1979design,  
  author      = {Britsch, Werner R. and Osborn, Walter M. and  
Laessig, Mark R.},  
  date        = {1979},  
  institution  = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United  
States},  
  title       = {Effects of Diffusion Factor, Aspect Ratio, and  
Solidity on Overall Performance of 14 Compressor Middle Stages},  
  number      = {NASA-TP-1523},  
  url         = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19790025039},  
}
```

- Picture :



<https://catalog.archives.gov/id/17447129>

```
@Misc{brown1975records,  
  author   = {Brown, M.},  
  title    = {Rotor 27. {R}ecords of the {N}ational {A}eronautics and {S}pace  
             {A}dministration, 1903 - 2006. {P}hotographs relating to agency activities,  
             facilities and personnel, 1975 - 2013},  
  note     =  
  {\href{https://catalog.archives.gov/id/17447129}{https://catalog.archives.gov/  
id/17447129}, 1975 }, % for Fig. 1}
```

Useful documents

- [downloadable models](#) (Git project)
- PDF of the NASA report :
rotor27a.pdf
- CSV file of the blade geometry :
rotor27a_original.csv
, usable as input of OpenMCAD^[2] to generate reference blade models.

Reference blade

The **reference blade** is defined with multiple-circular arc profiles^[3] given in the original NASA report^[1]. Corresponding models are computed with the open-source code OpenMCAD^[2].

Geometry

The geometry of rotor 27A is described in the [original NASA report](#) by the following tables. The length are in centimeters and the angles in degrees.

TABLE 12. - BLADE GEOMETRY FOR ROTOR 27A									
RP	PERCENT		RADII		BLADE ANGLES			DELTA	CONE
	SPAN		R1	R0	K1C	KTC	KOC	INC	ANGLE
TIP	0.	25.400	25.400		63.52	56.76	49.69	2.61	0.057
1	5.	25.177	25.146		63.19	56.32	48.85	2.73	-0.446
2	10.	24.927	24.892		62.85	55.81	47.95	2.96	-0.501
3	15.	24.673	24.638		62.52	55.28	46.95	3.15	-0.491
4	30.	23.895	23.876		61.64	53.78	43.96	3.72	-0.259
5	50.	22.852	22.860		60.54	51.80	39.60	4.45	0.107
6	70.	21.806	21.844		59.40	49.68	34.47	5.13	0.451
7	85.	21.027	21.082		58.57	47.95	29.81	5.60	0.621
8	90.	20.773	20.828		58.29	47.75	27.79	5.74	0.606
9	95.	20.525	20.574		58.02	46.39	25.19	5.87	0.525
HUB	100.	20.320	20.320		57.79	45.61	22.37	5.98	0.057

RP	BLADE THICKNESSES			AXIAL DIMENSIONS			
	T1	TM	TO	Z1C	ZMC	ZTC	ZOC
TIP	0.051	0.213	0.051	0.609	2.388	2.330	4.524
1	0.051	0.224	0.051	0.586	2.388	2.305	4.560
2	0.051	0.236	0.051	0.559	2.388	2.276	4.598
3	0.051	0.248	0.051	0.532	2.387	2.245	4.638
4	0.051	0.284	0.051	0.453	2.384	2.148	4.754
5	0.051	0.330	0.051	0.348	2.381	2.009	4.914
6	0.051	0.375	0.051	0.229	2.374	1.849	5.086
7	0.051	0.406	0.051	0.131	2.368	1.716	5.231
8	0.051	0.416	0.051	0.092	2.366	1.665	5.289
9	0.051	0.426	0.051	0.044	2.362	1.606	5.361
HUB	0.051	0.434	0.051	-0.000	2.359	1.554	5.438

Aerodynamic design

	unit	values
pressure ratio	[-]	1.328
mass flow	[kg/s]	9.46
tip speed	[m/s]	243.8
tip solidity	[-]	1.8
aspect ratio	[-]	0.7
number of blades	[-]	40
rotative speed	[rad/s]	960.28

Material properties

The original material of the rotor 27A is not defined in the NASA report.

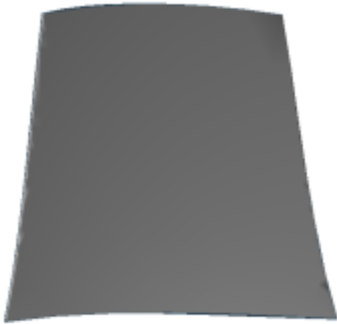
Considered properties: 200-grade maraging steel :

	unité	valeurs
alloy	[-]	18-Ni-200-maraging
Young's modulus	[GPa]	180

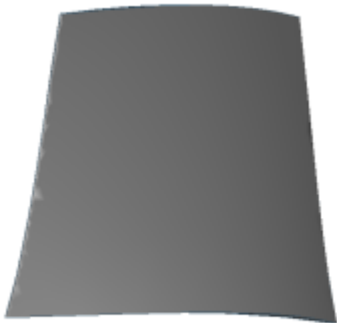
	unité	valeurs
density	[kg/m3]	8000
Poisson's ratio	[-]	0.3
yield stress	[GPa]	1.38

CAD model

The CAD model is computed with the open source code OpenMCAD^[2].



pressure side



suction side

Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root) for the mesh computed with OpenMCAD^[2]:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	1B	8735.07	1390.23
2	1T	17430.88	2774.21
3	2B	27068.03	4308.01

Initial blade

The **initial blade** is defined with in-house LAVA parameters^[4] computed from the reference blade CAD model. The initial blade is usually used as starting point for an optimization process. Its geometry is similar to the one of the reference blade.

Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root)

- from the whole mesh:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	1B	8708.18	1385.95
2	1T	17470.52	2780.52
3	2B	27124.26	4316.96

- from the reduced order model:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1	1B	8710.32	1386.29
2	1T	17487.68	2783.25
3	2B	27168.93	4324.07

Fichiers téléchargeables

x

Libre accès

[lien vers le projet Git](#)

Modèle original

Le rotor 27A fait partie d'un programme de recherche visant à étudier les effets de l'allongement, du facteur de diffusion et de la solidité des rotors. Pour ce faire, des études expérimentales ont été menées sur une série d'étages de compresseurs à fort rapport entre les rayons du moyeu et de la tête d'aube, représentatifs des étages moyens et avancés des compresseurs à flux axial. En effet, 14 étages intermédiaires ont été testés pour évaluer les effets sur les performances de la variation de la diffusion et de l'allongement des aubes. Parmi ces 14 étages, on trouve les rotors 23B, 24A, 25A, 26B, 27A et 28B. Le diamètre de l'extrémité des aubes et le rapport entre les rayons du moyeu et de la tête d'aube ont été maintenus constants tout au long de chaque étage à 50.8 centimètres et 0.8, respectivement.

- Rapport technique original^[1]:

```
@TechReport{britsch1979design,
  author      = {Britsch, Werner R. and Osborn, Walter M. and
Laessig, Mark R.},
  date       = {1979},
  institution = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
```

```
States},
  title      = {Effects of Diffusion Factor, Aspect Ratio, and
Solidity on Overall Performance of 14 Compressor Middle Stages},
  number     = {NASA-TP-1523},
  url        = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19790025039},
}
```

- Photographie :



<https://catalog.archives.gov/id/17447129>

```
@Misc{brown1975records,
author  = {Brown, M.},
title   = {Rotor 27. {R}ecords of the {N}ational {A}eronautics and {S}pace
{A}dministration, 1903 - 2006. {P}hotographs relating to agency activities,
facilities and personnel, 1975 - 2013},
note    =
{\href{https://catalog.archives.gov/id/17447129}{https://catalog.archives.gov/
id/17447129}, 1975 }, % for Fig. 1}
```

Documents utiles

- [modèles téléchargeables](#) (lien vers projet Git)
- PDF du rapport de la NASA :
rotor27a.pdf
- Fichier CSV de la géométrie :

rotor27a_original.csv

, utilisable en entrée de OpenMCAD^[2] pour générer l'aube de référence

</callout>

Aube de référence

L'**aube de référence** est définie par des profils de type arcs circulaires multiples^[3], donnés dans le rapport technique original de la NASA^[1]. Les modèles associés sont obtenus avec le code en libre accès OpenMCAD^[2].

Géométrie

Le matériau original du rotor 27A n'est pas défini dans le rapport de la NASA.

Propriétés considérées : un acier maraging de grade 200 :

TABLE 12. - BLADE GEOMETRY FOR ROTOR 27A									
RP	PERCENT		RADIUS		BLADE ANGLES			DELTA	CONC
	SPAN	RI	RO		KIC	KTC	KOC	INC	ANGLE
TIP	0.	25.400	25.400		63.52	56.76	49.69	2.61	0.057
1	5.	25.177	25.146		63.19	56.32	48.85	2.78	-0.446
2	10.	24.927	24.892		62.85	55.81	47.95	2.96	-0.501
3	15.	24.673	24.638		62.52	55.28	46.95	3.15	-0.491
4	30.	23.895	23.876		61.64	53.78	43.96	3.72	-0.259
5	50.	22.852	22.860		60.54	51.80	39.60	4.45	0.107
6	70.	21.806	21.844		59.40	49.68	34.47	5.13	0.451
7	85.	21.027	21.082		58.57	47.95	29.81	5.60	0.621
8	90.	20.773	20.828		58.29	47.75	27.79	5.74	0.606
9	95.	20.525	20.574		58.02	46.39	25.19	5.87	0.525
HUB	100.	20.320	20.320		57.79	45.61	22.37	5.98	0.057

RP	BLADE THICKNESSES			AXIAL DIMENSIONS			
	T1	TM	TO	ZIC	ZMC	ZTC	ZOC
TIP	0.051	0.213	0.051	0.609	2.388	2.330	4.524
1	0.051	0.224	0.051	0.586	2.388	2.305	4.560
2	0.051	0.236	0.051	0.559	2.388	2.276	4.598
3	0.051	0.248	0.051	0.532	2.387	2.245	4.638
4	0.051	0.284	0.051	0.453	2.384	2.148	4.754
5	0.051	0.330	0.051	0.348	2.381	2.009	4.914
6	0.051	0.375	0.051	0.229	2.374	1.849	5.086
7	0.051	0.406	0.051	0.131	2.368	1.716	5.231
8	0.051	0.416	0.051	0.092	2.366	1.665	5.289
9	0.051	0.426	0.051	0.044	2.362	1.606	5.361
HUB	0.051	0.434	0.051	-0.000	2.359	1.554	5.438

Caractéristiques aérodynamiques

	unités	valeurs
taux de compression	[-]	1,328
débit massique	[kg/s]	9,46
vitesse en tête	[m/s]	243,8

	unités	valeurs
solidité en tête	[-]	1,8
allongement	[-]	0,7
nombre d'aubes	[-]	40
vitesse de rotation	[rad/s]	960,28

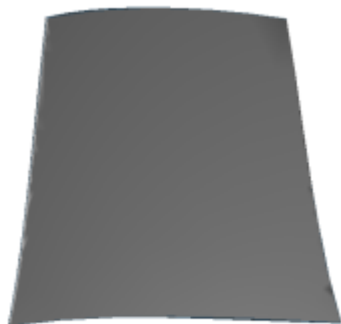
Propriétés matériau

Le matériau supposé du rotor 23B est un alliage à base de nickel : un acier maraging de grade 200

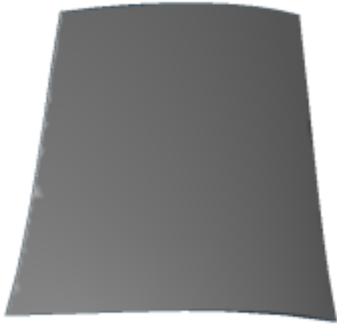
	unité	valeurs
alliage	[-]	18-Ni-200-maraging
module d'Young	[GPa]	180
masse volumique	[kg/m3]	8000
coefficient de Poisson	[-]	0,3
limite élastique	[GPa]	1,38

Modèle CAO

Le modèle CAO est obtenu avec OpenMCAD^[2].



intrados



extrados

Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés) pour le maillage obtenu avec OpenMCAD^[2] :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1	1B	8735,07	1390,23
2	1T	17430,88	2774,21
3	2B	27068,03	4308,01

Aube initiale

L'**aube initiale** est définie par des paramètres spécifiques au LAVA^[4] obtenus à partir du modèle CAO de l'aube de référence. L'aube initiale est classiquement utilisée comme point de départ dans le cadre de procédures d'optimisation; sa géométrie est similaire à celle de l'aube de référence.

Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés),

- pour le maillage complet :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1	1B	8708,18	1385,95
2	1T	17470,52	2780,52
3	2B	27124,26	4316,96

- pour le modèle réduit :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1	1B	8710,32	1386,29
2	1T	17487,68	2783,25

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
3	2B	27168,93	4324,07

</tabs>

1. ^{a, b, c, d} Britsch. «Design and overall performance of four highly loaded, high speed inlet stages for an advanced high-pressure-ratio core compressor » 1979. [pdf](#)
2. ^{a, b, c, d, e, f, g, h} Kojtych S., Batailly A. «OpenMCAD, an open blade generator: from Multiple-Circular-Arc profiles to Computer-Aided Design model» 2022. [code en libre accès](#)
3. ^{a, b} Crouse et al. «A computer program for composing compressor blading from simulated circular-arc elements on conical surfaces » 1969. NASA-TN-D-5437. [pdf](#)
4. ^{a, b} Kojtych S. et al. «Methodology for the Redesign of Compressor Blades Undergoing Nonlinear Structural Interactions: Application to Blade-Tip/Casing Contacts » 2022. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 145, No. 5. [pdf](#)

Document issu de la page wiki:

https://lava-wiki.meca.polymtl.ca/public/modeles/rotor_27a/accueil?rev=1677291282

Dernière mise à jour: **2023/04/05 08:59**