

Rotor 51A

- [Français](#)
- [English](#)

Downloadable models

x

Open access

[Git project](#)

About

This report presents the experimental performance for a fan in the series, designated fan stage 51A. The 12-bladed, 50.8-centimeter-diameter fan was designed for a tip-speed of 243.8 meters per second. The design stage pressure ratio was 1.15 at a weight flow of 29.9 kilograms per second. The fan blade angles can be manually reset. Overall performance for both the rotor and the stage along with the blade-element performance of both rotor and stator are presented for the design rotor blade setting angle.

- Original NASA technical report [(cite:hager1974design>Hager. «Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5» 1974. [pdf](#)):

```
@TechReport{osborn1974performance,  
  author      = {Osborn, Walter Martin and Steinke, Ronald J},  
  date        = {1974},  
  institution = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United  
States},  
  title       = {Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan  
Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5},  
  number      = {NASA-TM X-3052},  
  url         = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256},  
}
```

- Pictures :

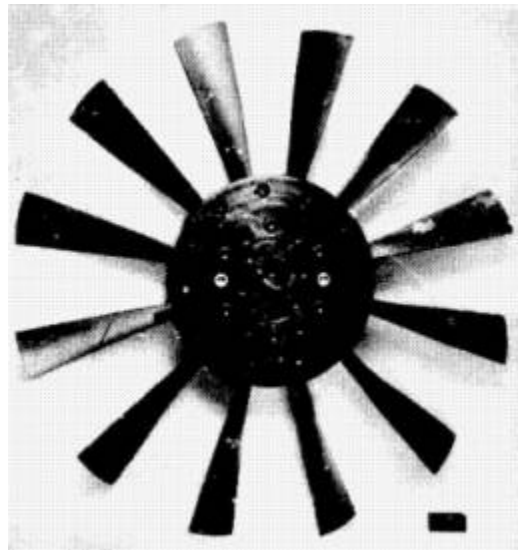


Fig1. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256> p.67

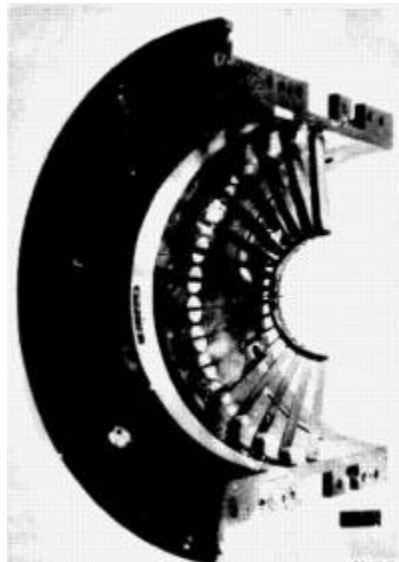


Fig2. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256> p.67

Useful documents

- [downloadable models](#) (Git project)
 - NASA technical report
(.pdf)
- (.csv), usable as input of OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes>Kojtych S., Batailly A. «OpenMCAD, an open blade generator: from Multiple-Circular-Arc profiles to Computer-Aided Design model» 2022. [code en libre accès](#))] to generate reference blade models.

Reference blade

The **reference blade** is defined with multiple-circular arc profiles[(cite:Crouse_1969_computer)] given in the original NASA report[(cite:osborn1974performance)]. Corresponding models are computed with the

open-source code OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].

Geometry

The geometry of rotor 51A is described in the [original NASA report](#) by the following table. The lengths are in inches and the angles in degrees.

TABLE V. - BLADE GEOMETRY FOR STATOR 51									
RP	PERCENT		RADIUS		BLADE ANGLES			DELTA	CONE
	SPAN	R1	R2	K1C	K2C	K3C	INC	ANGLE	
TIP	100	25.400	25.400	14.23	5.05	-4.13	9.21	0.057	
1	95	24.595	24.607	14.32	5.12	-4.08	9.21	0.144	
2	90	23.861	23.887	14.46	5.21	-4.04	9.21	0.306	
3	85	23.130	23.169	14.64	5.31	-4.02	9.21	0.448	
4	80	22.424	21.000	15.52	5.76	-4.01	9.19	0.885	
5	75	17.964	18.089	17.43	6.65	-4.12	9.17	1.459	
6	70	14.953	15.117	19.96	7.85	-4.26	9.13	1.913	
7	65	12.651	12.792	21.69	8.74	-4.21	9.11	1.644	
8	60	11.873	11.971	22.02	8.95	-4.13	9.11	1.143	
9	55	11.090	11.128	22.24	9.12	-4.00	9.12	0.442	
HUB	100	10.160	10.160	22.50	9.33	-3.85	9.13	0.057	

Aerodynamic design

^ ^ unit ^ value ^ ^ pressure ratio | [-] | 1.53 | ^ mass flow | [kg/s] | 33.5 | ^ tip speed | [m/s] | 350.8 |
 ^ tip solidity | [-] | 1.3 | ^ aspect ratio | [-] | 3.6 | ^ rotative speed | [rad/s] | 1381.25 |

Material properties

The material of rotor 51A is not defined in the original NASA report. A 200-grade maraging steel is considered:

	unit	value
alloy	[-]	18-Ni-200-maraging
Young's modulus	[GPa]	180
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[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].



pressure side



suction side

Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root) for the mesh computed with OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)]:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1		2578.588	410.395
2		8044.80	1280.37
3		10763.98	1713.14

Initial blade

The **initial blade** is defined with in-house LAVA parameters[(cite:Kojtych_2022_Methodology)] 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		2560.66	407.541
2		8009.99	1 274.83
3		10726.52	1 707.18

- from the reduced order model:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1		2560.75	407.556
2		8013.95	1275.46
3		10729.8	1707.7

Modèles téléchargeables

×

Libre accès

[lien vers le projet Git](#)

À propos

Ce rapport présente les performances expérimentales d'un ventilateur de la série, désigné étage de ventilateur 51A. Le ventilateur à 12 pales de 50,8 centimètres de diamètre a été conçu pour une vitesse de pointe de 243,8 mètres par seconde. La pression d'étage de conception était de 1,15 à un débit pondéral de 29,9 kilogrammes par seconde. Les angles des pales du ventilateur peuvent être réinitialisés manuellement. Performances globales pour le rotor. Les performances du rotor et du stator sont présentées pour l'angle de réglage des pales du rotor de conception.

- Rapport technique original [(cite:hager1974design>)]:

```
@TechReport{osborn1974performance,
  author      = {Osborn, Walter Martin and Steinke, Ronald J},
  date        = {1974},
  institution = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
States},
  title       = {Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan
Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5},
  number      = {NASA-TM X-3052},
  url         = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256},
}
```

- Photographies :

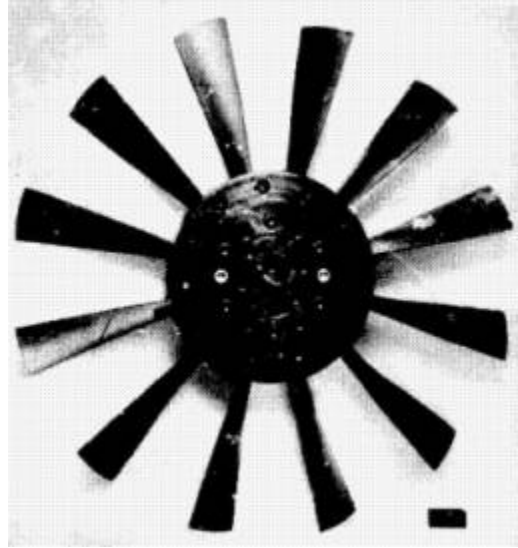


Fig1. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256> p.67

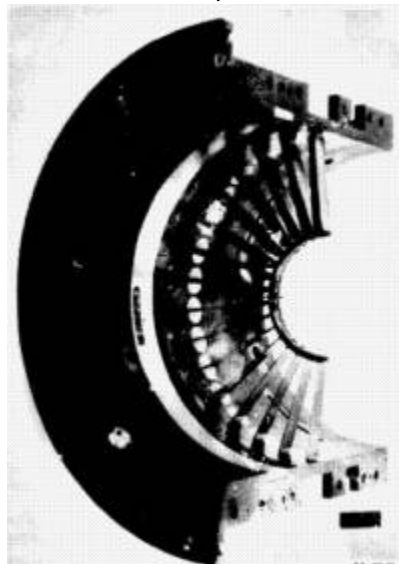


Fig2. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256> p.67

Documents utiles

- [modèles téléchargeables](#) (lien vers projet Git)
 - rapport technique original de la NASA (.pdf)
- (.csv), utilisable en entrée de OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes>Kojtych S., Batailly A. «OpenMCAD, an open blade generator: from Multiple-Circular-Arc profiles to Computer-Aided Design model» 2022. [code en libre accès](#))] pour générer l'aube de référence

Aube de référence

L'**aube de référence** est définie par des profils de type arcs circulaires multiples[(cite:Crouse_1969_computer>Crouse et al. «A computer program for composing compressor blading from simulated circular-arc elements on conical surfaces » 1969. NASA-TN-D-5437. [pdf](#))], donnés dans le rapport technique original de la NASA[(cite:osborn1974performance)]. Les modèles associés sont obtenus avec le code en libre accès OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].

Géométrie

La géométrie du rotor 51A est décrite dans le [rapport d'origine de la NASA](#) par les tableaux suivants. Les grandeurs sont en pouces et en degrés.

TABLE V. - BLADE GEOMETRY FOR STATOR 51

RP	PERCENT		RADIUS		BLADE ANGLES			DELTA	CONE
	SPAN		R1	R2	K1C	K2C	K3C	INC	ANGLE
TIP	1	25.400	25.400		14.23	5.05	-4.13	9.21	0.057
1	5	24.595	24.607		14.32	5.12	-4.08	9.21	0.144
2	10	23.861	23.887		14.46	5.21	-4.04	9.21	0.306
3	15	23.130	23.169		14.64	5.31	-4.02	9.21	0.448
4	30	20.924	21.000		15.52	5.76	-4.01	9.19	0.865
5	50	17.964	18.089		17.43	6.65	-4.12	9.17	1.459
6	70	14.953	15.117		19.96	7.85	-4.26	9.13	1.913
7	85	12.651	12.792		21.69	8.74	-4.21	9.11	1.644
8	91	11.673	11.971		22.02	8.95	-4.13	9.11	1.143
9	95	11.090	11.128		22.24	9.12	-4.00	9.12	0.412
HUB	100	10.160	10.160		22.50	9.33	-3.85	9.13	0.057

==== Caractéristiques aérodynamiques ==== ^ ^ unité ^ valeurs ^ ^ taux de compression | [-] | 1,53 | ^ débit massique | [kg/s] | 33,5 | ^ vitesse en tête | [m/s] | 350,8 | ^ solidité en tête | [-] | 1,3 | ^ allongement | [-] | 3,6 | ^ vitesse de rotation | [rad/s] | 1381,25 |

Propriétés matériau

Le matériau original du rotor 51A n'est pas défini dans le rapport de la NASA. Un acier maraging de grade 200 est considéré:

	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[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].



intrados



extrados

==== Fréquences propres ====

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastres) pour le maillage obtenu avec OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)] :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1		2578,588	410,395
2		8044,80	1280,37
3		10763,98	1713,14

Aube initiale

L'**aube initiale** est définie par des paramètres spécifiques au LAVA[(cite:Kojtych_2022_Methodology>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](#))] 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		2560,66	407,541
2		8009,99	1 274,83
3		10726,52	1 707,18

- pour le modèle réduit :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1		2560,75	407,556
2		8013,95	1275,46
3		10729,8	1707,7

Document issu de la page wiki:

https://wiki.lava.polymtl.ca/public/modeles/rotor_51a/accueil?rev=1680404963

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