

— CDS 000\_505  
Revisione Progetto R&D

OR 4 | OR 5

# — Sintesi Progetto R&D – CDS000505

## OR4 Ottimizzazione delle tecnologie industriali per la produzione di componenti turbina

Tra gli obiettivi principali dell'azienda c'è quello dell'ottimizzazione dei cicli produttivi al fine di incrementare la produttività, ridurre i costi ed i tempi di lavorazione per mantenere la competitività sul mercato. Attraverso la collaborazione degli enti coinvolti nel processo del "miglioramento continuo" (Manufacturing, Ingegneria, Qualità), sono stati ottenuti risultati significativi con interventi su diversi aspetti dai quali è possibile affrontare il problema:

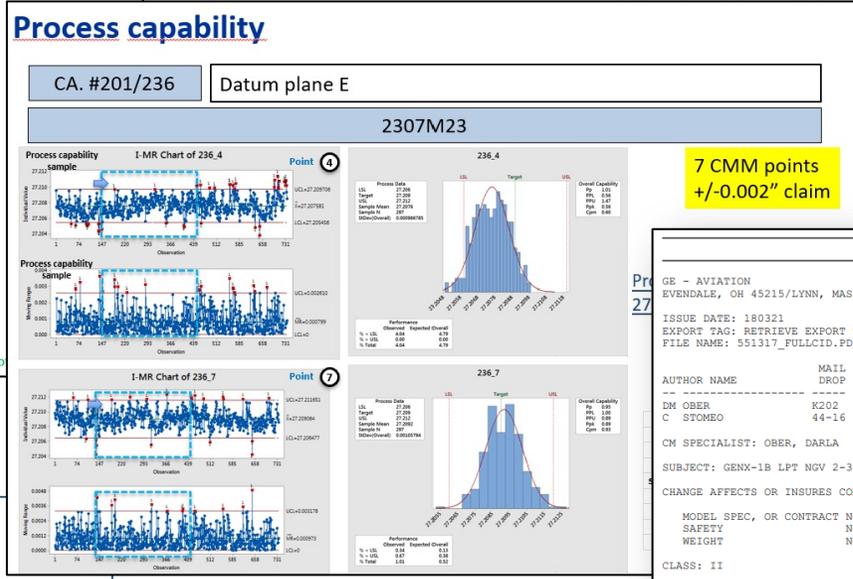
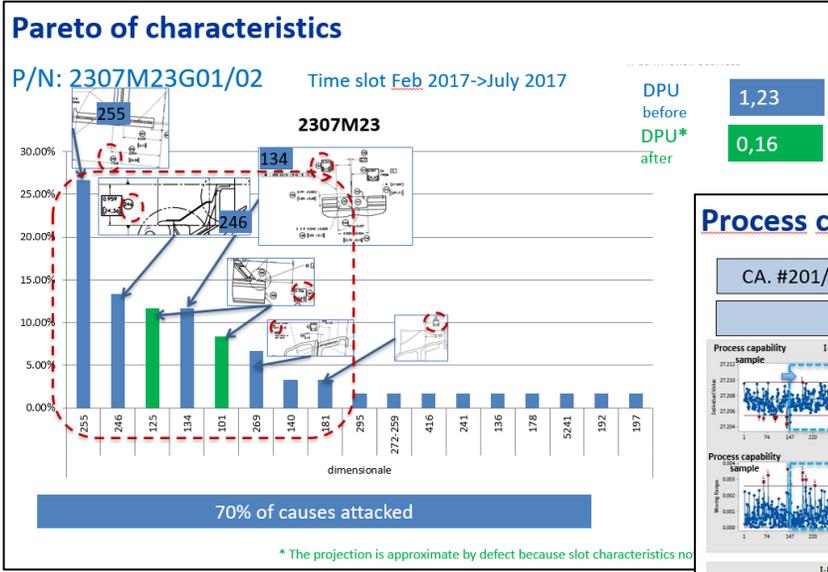
1. Riduzione della difettosità in produzione (DPU – Difetto per Unità): sono stati rivisti i disegni di progetto dei principali prodotti per individuare possibili modifiche che andassero incontro alla reale capacità produttiva tenendo conto delle tecnologie impiegate e salvaguardando i requisiti del progetto ingegneristico in termini di funzionalità, durabilità e riparabilità. Attraverso il processo di design 6 $\sigma$  è stato analizzato il disegno costruttivo ottenendo il miglior compromesso tra producibilità e requisiti di progetto.
2. Riduzione degli scarti (Scrap Rate): sono stati sviluppati e validati cicli di riparazione che consentissero di ripristinare le condizioni di accettabilità di componenti che mostravano difettosità non accettabili allo stato.
3. Modifiche dei cicli produttivi: sono state validate modifiche dei cicli produttivi proposte dal manufacturing per miglioramenti in termini di flessibilità operativa e riduzione dei tempi.
4. Il supporto alla Produzione da parte di Ingegneria è stato realizzato mediante l'utilizzo di risorse dedicate che in concorrenza con il manufacturing hanno pianificato le attività stabilendo le priorità in funzione dell'incidenza stimata (benefici/tempi di implementazione).

## R1. Ottimizzazione delle tecnologie industriali per la produzione dei componenti turbina dei motori GE90, Genx, LMS100, PW308 e T700

- Analisi dei dati di produzione
- Ottimizzazione del progetto per migliorare la producibilità delle parti

# Sintesi Progetto R&D – CDS000505

- REFERENCES**
- DRB AvEng-450058.A
  - Change in Design CID 551317

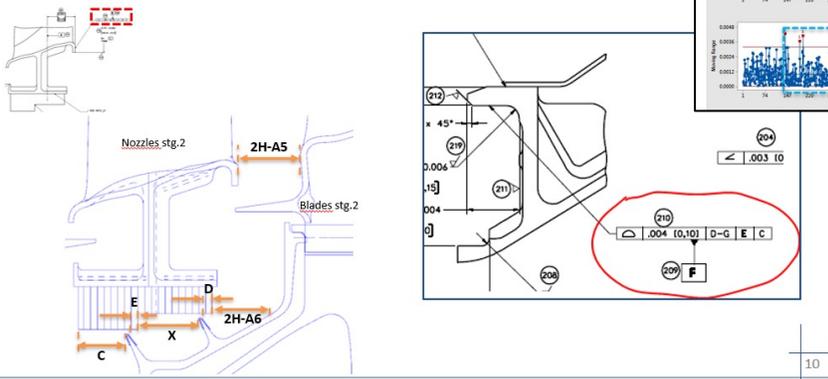


**DPU reduction**

AvEng-450058.A NGV S2: 1.23 → 0.16

AvEng-451420.A NGV S3: 1.16 → 0.18

AvEng-450700.B NGV S4: 5.3 → 0.8



CID 551317 PAGE: 1

GE - AVIATION  
EVENDALE, OH 45215/LYNN, MASS 01910

CID 551317 REV  
CHANGE IN DESIGN  
PAGE 1 OF 11

ISSUE DATE: 180321  
EXPORT TAG: RETRIEVE EXPORT TAG FROM ECT OR A GE EXPORT FOCAL  
FILE NAME: 551317\_FULLCID.PDF

AUTHOR NAME	MAIL DROP	EXT.	AUTHOR NAME	MAIL DROP	EXT.	AUTHOR NAME	MAIL DROP	EXT.
DM OBER	K202	609-3316	D MONACO	-	13164640	E VIVO		
C STOMELO	44-16	10084809	MR ZIMMERER	W202	35523713			

CM SPECIALIST: OBER, DARLA K202 609-3316

SUBJECT: GENX-1B LPT NGV 2-3-4 - TOLERANCE RELAXATION

CHANGE AFFECTS OR INSURES COMPLIANCE WITH GUARANTEES TO A CUSTOMER FOR:

MODEL SPEC, OR CONTRACT	NO	PERFORMANCE	NO	COST, PRICE, FEE	NO
SAFETY	NO	RELIABILITY OR MAINTAINABILITY	NO	INTERCHANGEABILITY	NO
WEIGHT	NO	INTERFACE	NO		

CLASS: II

GE PROPRIETARY INFORMATION:  
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS GE PROPRIETARY INFORMATION AND IS DISCLOSED IN CONFIDENCE. IT IS THE PROPERTY OF GE AND SHALL NOT BE USED, DISCLOSED TO OTHERS OR REPRODUCED WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN CONSENT OF GE, INCLUDING, BUT WITHOUT LIMITATION, IT IS NOT TO BE USED IN THE CREATION, MANUFACTURE, DEVELOPMENT, OR DERIVATION OF ANY REPAIRS, MODIFICATIONS, SPARE PARTS, DESIGNS, OR CONFIGURATION CHANGES OR TO OBTAIN FAA OR ANY OTHER GOVERNMENT OR REGULATORY APPROVAL TO DO SO. IF CONSENT IS GIVEN FOR REPRODUCTION IN WHOLE OR IN PART, THIS NOTICE AND THE NOTICE SET FORTH ON EACH PAGE OF THIS DOCUMENT SHALL APPEAR IN ANY SUCH REPRODUCTION IN WHOLE OR IN PART. THIS TECHNICAL DATA IS CONSIDERED ITAR AND/OR EAR CONTROLLED PURSUANT TO 22 CFR PART 120-130 AND 15 CFR PARTS 730-774 RESPECTIVELY. TRANSFER OF THIS DATA BY ANY MEANS TO A NON-U.S. PERSON, WHETHER IN THE UNITED STATES OR ABROAD, WITHOUT THE PROPER U.S. GOVERNMENT AUTHORIZATION (E.G., LICENSE, EXEMPTION, NLR, ETC.), IS STRICTLY PROHIBITED.

MODELS AFFECTED:

GENX-1B54/P1	GENX-1B54/P2	GENX-1B58/P1	GENX-1B58/P2
GENX-1B64/P1	GENX-1B64/P2	GENX-1B67/P1	GENX-1B67/P2
GENX-1B70/72/P1	GENX-1B70/72/P2	GENX-1B74/75/P1	GENX-1B74/75/P2
GENX-1B70/P1	GENX-1B70/P2	GENX-1B74/75/P1	GENX-1B74/75/P2

# — Sintesi Progetto R&D – CDS000505

## OR4 Organizzazione delle tecnologie industriali per la produzione di componenti turbina

L'obiettivo delle risorse di Ingegneria a supporto dei componenti in servizio consiste nel fornire e sviluppare metodologie attraverso le quali è possibile estendere la vita operativa dei componenti. Secondo le normative di aeronavigabilità e di qualità i componenti del motore in esercizio sono sottoposti a periodiche ispezioni per verificarne le condizioni e stabilirne il proseguimento dell'esercizio. I componenti ispezionati e/o smontati vengono sottoposti a controlli: la condizione che emerge viene confrontata con i limiti di utilizzabilità allo stato o con i limiti di riparabilità definiti dall'Ente responsabile della progettazione (Ingegneria). Le principali attività svolte per i componenti di cui si detiene la design responsibility sono state:

1. Definizione ed aggiornamento dei limiti di utilizzabilità dei componenti del modulo di turbina di bassa pressione (LPT). I limiti di utilizzabilità, riportati nell'Engine Manual, sono stati definiti quando non disponibili o modificati in accordo alle necessità e emerse dalle ispezioni. In entrambi i casi sono state svolte le necessarie analisi per verificare che i componenti nelle condizioni di utilizzabilità rispettassero tutti i requisiti di funzionalità e durabilità.
2. Definizioni e validazione di processi di riparazione. Quando le ispezioni evidenziano condizioni dei componenti oltre i limiti di accettabilità allo stato, c'è l'ulteriore possibilità di riparare i componenti per eliminare/ridurre la non conformità e riportare il componente nei limiti di utilizzabilità. I cicli di riparazione sono stati sviluppati nel rispetto dei requisiti di progetto e verificati mediante opportune prove di validazione che ne garantiscono l'esito e la ripetibilità.
3. Definizione degli schemi di strumentazione e applicazione delle termocoppie e degli estensimetri per supportare un'indagine associata a cricche riscontrate in servizio sul Mixer del PW308. La miglior comprensione del panorama vibratorio e delle cause radice permetteranno un miglioramento del prodotto (aggiornamento del ciclo produttivo) ed un rilascio di nuove procedure di riparazione (per componenti in servizio). Il Mixer strumentato è stato spedito a P&WC per effettuare la prova motore in accordo ai requisiti fissati dall'ingegneria.

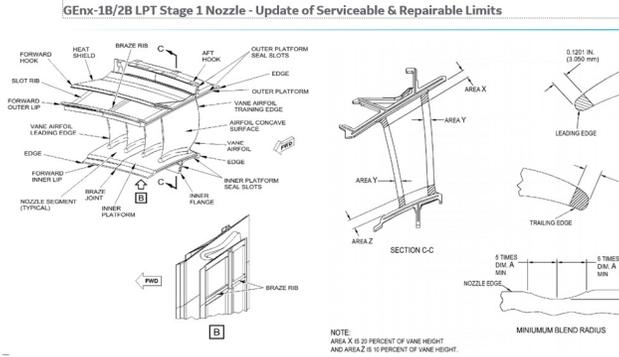
## R2. Ottimizzazione delle tecnologie industriali per la manutenzione dei componenti turbina dei motori GE90, Genx e LMS100

- Ispezione dei componenti mediante boroscopia e relative indagini
- Aggiornamento dei manuali motore in funzione del comportamento delle parti in servizio

# Sintesi Progetto R&D – CDS000505

REF DRB AvEng-456177.E [2020]  
GEnx-1B/2B LPT Stage 1 Nozzle Update  
of Serviceable & Repairable Limits

## Nomenclature

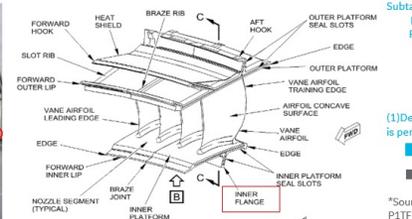


## Fretting on Inner Flange (1/2)

GEnx-1B/2B LPT Stage 1 Nozzle - Update of Serviceable & Repairable Limits

Defect: Fretting

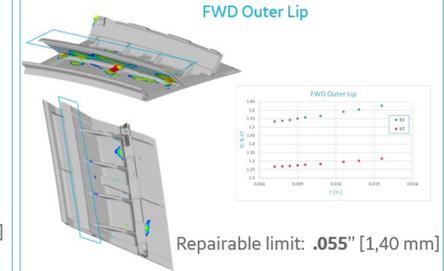
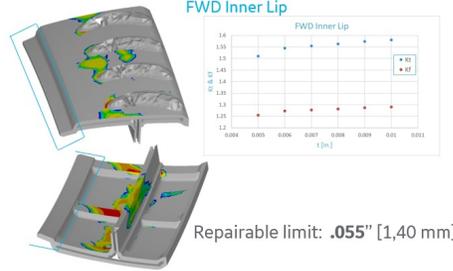
Area: Inner Flange



## Repairable Limits Approach & Results

GEnx-1B/2B LPT Stage 1 Nozzle - Update of Serviceable & Repairable Limits

Since proposed serviceable limits @FWD Inner Lip and FWD Outer Lip are higher than the current repairable limits, a dedicated analysis has been performed. A Kf is compared with the LCF cycle map. Notch sensitivity factor (a) is set equal to 0.5. Kt is calculated by BLENDKT in Siesta



## Proposed Serviceable Limits

GEnx-1B/2B LPT Stage 1 Nozzle - Update of Serviceable & Repairable Limits

### Current Serviceable Limits

GEnx-1B S1N - SERVICEABLE LIMIT PER EM GEK112862

Values in mm	Platform (-)		Leading Edge				Trailing Edge				Airfoil surfaces		Coat	Heat Shield	Coating	
	Inner	Outer	Area X	Area Y	Area Z	Area X	Area Y	Area Z	CCV/CCVX	Coat	OD	ID				
Nicks	0.38	0.38	NS	0.08	0.08	0.99	0.25	0.36	0.08	0.08	2.54	0.25	0.08	0.13	0.76	
Dents	0.38	0.38	NS	0.25	0.25	0.99	0.25	0.36	0.25	2.54	0.25	0.25	0.25	0.76		
Scores	0.38	0.38	NS	NS	NS	0.99	0.25	0.36	NS	NS	2.54	NS	NS	0.76		
Scratches	0.38	0.38	NS	NS	NS	0.99	0.25	0.36	NS	NS	2.54	0.25	NS	0.76		

### Proposed Serviceable Limits

GEnx-1B S1N - SERVICEABLE LIMIT PER EM GEK112862

Values in mm	Platform (-)		Leading Edge				Trailing Edge				Airfoil surfaces		Coat	Heat Shield	Coating	
	Inner	Outer	Area X	Area Y	Area Z	Area X	Area Y	Area Z	CCV/CCVX	Coat	OD	ID				
Nicks	0.38	0.38	0.25	1.27	0.76	0.25	NS	0.08	0.08	0.99	0.25	0.36	0.08	0.13	0.76	
Dents	0.38	0.38	0.25	1.27	0.76	0.25	NS	0.25	0.25	0.99	0.25	0.36	0.25	0.76		
Scores	0.38	0.38	0.25	1.27	0.76	0.25	NS	NS	NS	0.99	0.25	0.36	0.25	0.76		
Scratches	0.38	0.38	0.25	1.27	0.76	0.25	NS	NS	NS	0.99	0.25	0.36	0.25	0.76		

Legend: SIF Tool (Blue), P1TF10/P1TF11 (Green), AA Report ANL14-12478 for spec 4246P and the Kt-tool (Orange).  
\*According to SPM 70-30-00 «Inspection Methods», Scores=Scratches. Therefore, the same limits have to be applied

Values in mm	Platform (-)		Leading Edge				Trailing Edge				Airfoil surfaces		Coat	Heat Shield	Coating	
	Inner	Outer	Area X	Area Y	Area Z	Area X	Area Y	Area Z	CCV/CCVX	Coat	OD	ID				
Nicks	0%	0%	NEW	NEW	NEW	NEW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Dents	0%	0%	NEW	NEW	NEW	NEW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Scores	0%	0%	NEW	NEW	NEW	NEW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Scratches	0%	0%	NEW	NEW	NEW	NEW	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

## Proposed Repairable Limits

GEnx-1B/2B LPT Stage 1 Nozzle - Update of Serviceable & Repairable Limits

### Current Repairable Limits

GEnx-1B S1N - REPAIRABLE LIMIT PER EM GEK112862 (04/Jul/2018)

Values in mm	Platform (-)		Leading Edge				Trailing Edge				Airfoil surfaces		Coat	Heat Shield	Coating
	Inner	Outer	Area X	Area Y	Area Z	Area X	Area Y	Area Z	CCV/CCVX	Coat	OD	ID			
Nicks	0.56	0.56	Yes	1.02 (OD 0.36)	1.02	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Dents	0.56	0.56	Yes	1.02 (OD 0.36)	1.02	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Scores	0.56	0.56	Yes	Replace	Replace	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Scratches	0.56	0.56	Yes	Replace	Replace	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89

### Proposed Repairable Limits

GEnx-1B S1N - SERVICEABLE LIMIT PER EM GEK112862

Values in mm	Platform (-)		Leading Edge				Trailing Edge				Airfoil surfaces		Coat	Heat Shield	Coating				
	Inner	Outer	Area X	Area Y	Area Z	Area X	Area Y	Area Z	CCV/CCVX	Coat	OD	ID							
Nicks	0.56	0.56	0.56	1.40	1.40	0.56	Yes	1.02 (OD 0.36)	1.02	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Dents	0.56	0.56	0.56	1.40	1.40	0.56	Yes	1.02 (OD 0.36)	1.02	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Scores	0.56	0.56	0.56	1.40	1.40	0.56	Yes	Replace	Replace	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89
Scratches	0.56	0.56	0.56	1.40	1.40	0.56	Yes	Replace	Replace	1.19 (ID 0.35)	1.02	1.02	Replace	Repair	Replace	Yes	0.50	Replace	0.89

Current repairable limits are kept. Proposed Serviceable limits > Current repairable limits. See dedicated analysis in slide 28.

\*According to SPM 70-30-00 «Inspection Methods», Scores=Scratches. Therefore, the same limits have to be applied