



Reliability Engineering
vs.
Reliability Centered Maintenance (RCM)

As of 11th Nov. 2020



“ กำลังในอากาศ เป็นโล่อันแท้จริงอย่างเดียว
ที่จะป้องกันมิให้สงครามมาถึงท่ามกลางประเทศของเราได้
ทั้งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการคมนาคมปกติ ”



จอมพล สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ
เจ้าฟ้าจักรพงษ์ภูวนาถ กรมหลวงพิษณุโลกประชานาถ
พระบิดากองทัพอากาศ



Topics

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

1. Background
2. Aircraft Reliability
3. Reliability Centered Maintenance (RCM)
4. Maintenance Engineering Planning



Maintenance Discipline: Maintenance discipline involves integrity in all aspects of the maintenance process. It is the responsibility of *all maintenance personnel to comply with all written guidance to ensure required repairs, inspections, and documentation are completed in a safe, timely, and effective manner*. Supervisors are responsible for enforcing and establishing a climate that promotes maintenance discipline. *All personnel who fail to maintain maintenance discipline standards will be held accountable.*



- ◆ หมายถึงประมวลความประพฤติที่เหล่าทหารช่างอากาศกำหนดขึ้น เพื่อรักษาและส่งเสริมเกียรติคุณชื่อเสียง และฐานะของสมาชิกเหล่าช่างอากาศ
- ◆ ช่างอากาศทำงานคล้ายหมอ และคล้ายช่างอู่ซ่อมรถ คือทั้งตรวจ และทั้งซ่อม **“หมอกับช่างอู่ ต่างกันที่จรรยาบรรณ”**
- ◆ จรรยาบรรณเป็นเรื่องของใจ จึงต้องการปลูกฝังให้เหล่าทหารช่างอากาศทุกคน เห็นร่วมกันว่า **“จรรยาบรรณเป็นสิ่งที่ต้องยึดมั่นและต้องถือปฏิบัติ”**
- ◆ การทำผิดจรรยาบรรณจึง **เป็นข้อหาที่รุนแรงกว่า** “การไม่มีขีดความสามารถ หรือการประมาทเลินเล่อ”



DAE Ethics

- ➔ 1. ความปลอดภัย (Safety)
- ➔ 2. มาตรฐานของงาน (Standard)
- ➔ 3. ตอบสนองต่อยุทธการ (Operation Responsiveness)
- ➔ 4. ความประหยัด (Economics)



“เราจะไม่พูดปด คดโกง หรือขโมย

และจะไม่ยอมให้ใครคนหนึ่งในหมู่ของเรา ทำเช่นนั้น”

“We will not lie, cheat or steal

Nor tolerate among us those who do”.



1. Background



Legal Requirement

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering



ICAO Annex 6 para. 8.9.1 requires an operator of large transport aircraft to ‘monitor and assess maintenance and operational experience with respect to airworthiness...’

FAA

FAR 121.373(a) requires that the ‘operator’ shall establish and maintain a system for the continuing analysis and surveillance of the performance and effectiveness of its inspection program and the program covering (maintenance), and for the correction of any deficiency in those programs

EASA

EASA-OPS 1.035 Quality Systems: required the establishment of a quality system to monitor compliance with and the adequacy of procedures required to ensureand airworthy aeroplanes. Compliance monitoring must include a feed-back system.

1.910(a) Operators maintenance Program: **The program will be required to include a reliability program.**



Early air carrier maintenance programs were based on the belief that each part of an aircraft required disassembly for inspection.



- ◆ Time limitations were established for maintenance and sometimes the entire aircraft was disassembled.
- ◆ This process is known as **'HARD TIME'** (HT).
- ◆ Military Aircraft called **'TCI'**



MSG - 1 (1968)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

MSG = FAA Maintenance Steering Group

MSG = A/C OEM, Vendors, A/C Operators & FAA



With the advent of
the B747...
more cost effective
maintenance methods
were needed.



MSG - 2 (1970)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ MSG 1 & 2 introduced the primary maintenance process called “ON-CONDITION” (OC)
- ◆ OC classified components are component’s whose continued airworthiness can be determined by **scheduled inspection/test; such as visual, measurement or other tests that does not require disassembly.**
- ◆ Regulatory control of ‘HT’ & ‘OC’ programs was, and is, not efficient.
- ◆ To address this problem a method of program application and control was established that **looked at “mechanical performance” rather than trying to predict a wear out point by inspection.**



MSG - 2 (1970)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ This new method was called “reliability control”.
- ◆ “Reliability Control” is a system that monitors and maintains component “failure rates” below a predetermined value.
- ◆ Components and systems that were not assigned a primary maintenance process of either “Hard Time” (HT) or “On-Condition” (OC) were assigned a primary maintenance process called “Condition Monitoring” (CM)
- ◆ A component or system maintained under CM does not respond to the ‘HT’ or ‘OC’ process and therefore has no scheduled servicing or inspection to determine the airworthiness of the item.



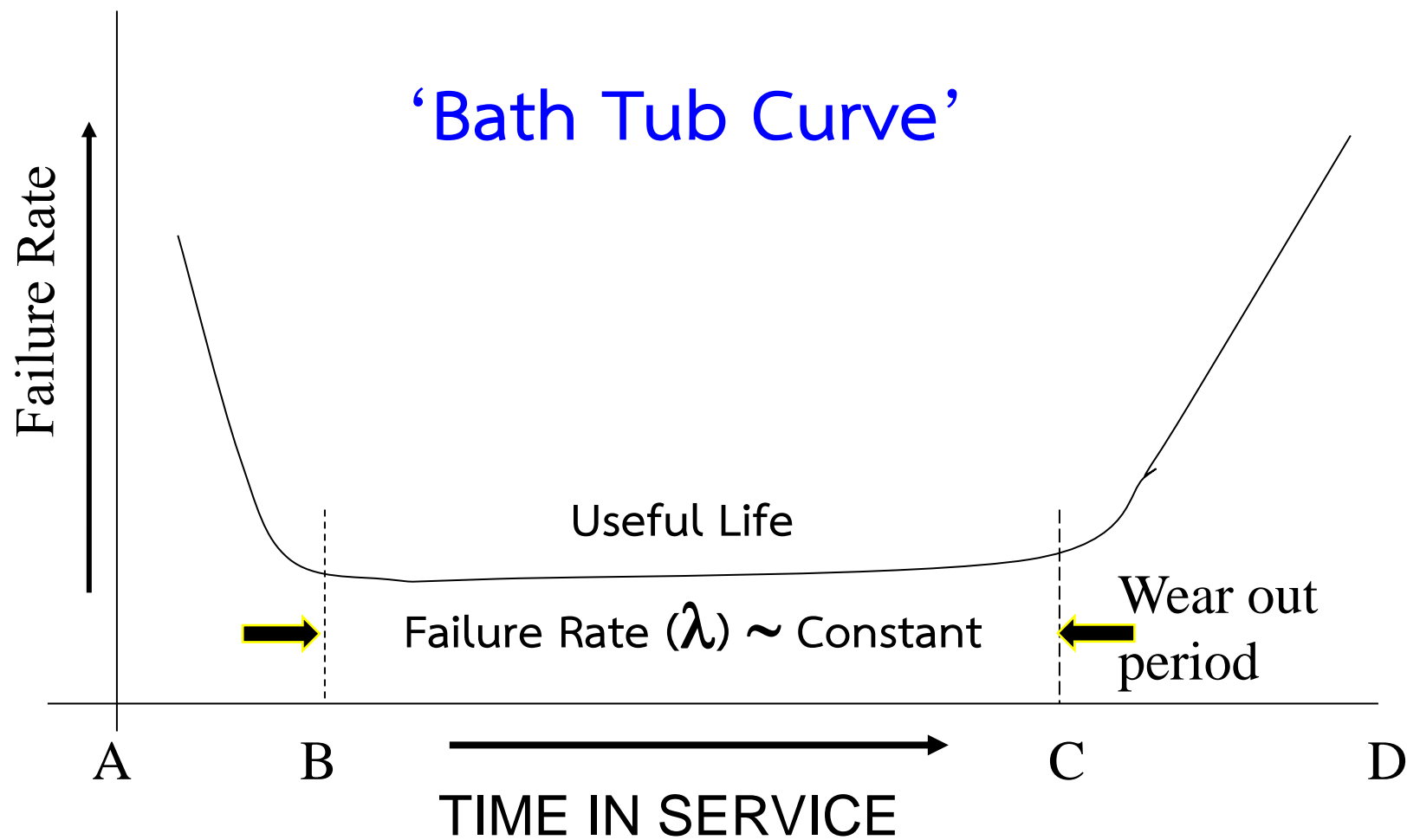
Failure Patterns

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Before we go any further we should have an understanding of failure patterns. An appreciation of this concept is essential to understand the philosophy and background of Reliability schemes.
- ◆ The study of numerous component life histories have shown that their behavior is invariably as that shown in the familiar "bath tub" curve.
Let us consider this curve section by section.



Bath Tub Curve



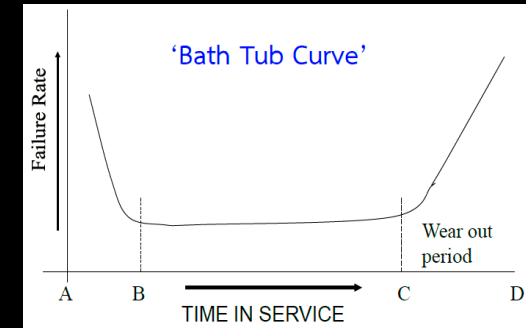


Failure Patterns

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

◆ Failure Pattern Section A-B:

- ◆ This portion is the "early failure or infant mortality" area.
- ◆ Failure rates are high and are caused by design and manufacturing problems.
- ◆ The remedy is redesign, and improved quality control.
- ◆ After these problems have been overcome the problem remains although at a reduced failure rate level.
- ◆ In this case the failures are caused by faulty maintenance practices, errors during re-assembly of the component and installation into the system.



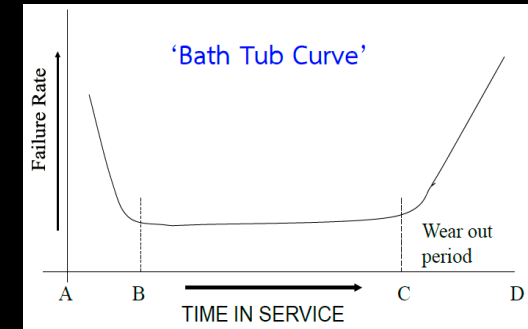


Failure Patterns

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

◆ Failure Pattern Section B-C:

- ◆ Having passed point B the failure rate becomes substantially constant, and lower than in the A - B area.
- ◆ Failures which occur in the B - C area are known as "chance or random failures", and do not exhibit any fixed pattern.
- ◆ **B - C = Useful Life**
- ◆ The **almost constant failure rate in section B - C is of great importance in Reliability schemes.**
- ◆ Failures which do occur in section B - C are brought about by random occurrences, such as unexpectedly high transient voltage, vibration etc.
- ◆ Depending on the nature of the component, section B - C may be long or short.

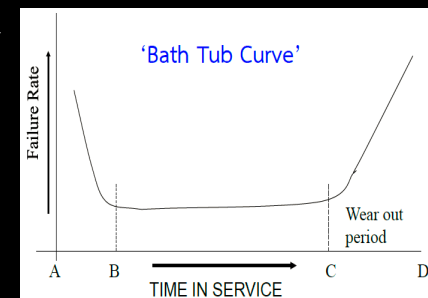




Failure Patterns

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Failure Pattern Section C-D:
 - ◆ This section shows a rapid increase in failure rates compared to B - C as the component is entering the "wear out" phase, and a fixed pattern of failures can be expected.
 - ◆ Note that the "random failure" mechanism will still occur as it did in B - C and A - B, so there may be some failures which do not fit the emerging pattern.
 - ◆ The establishment of point C is extremely important in Reliability schemes.

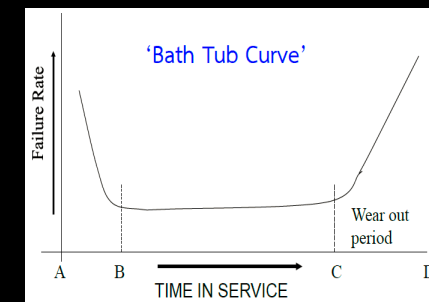




Failure Patterns

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Failure Pattern Section C-D: (continued)
 - ◆ It is now obvious that the optimum time for overhaul is just prior to point C.
 - ◆ We may be familiar with a regulated escalation process using a method, whereby we inch our way along section B - C hoping to stumble on point C by inspecting samples.
 - ◆ The establishment of point C by other methods, for some classes of components is another important aspect of reliability schemes.





MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering



The development of new aircraft types, (757/767, A310) and the recognition of problems with MSG-2, resulted in recommendations for a new set of guidelines be established to cope with these problems and changes. These proposals were eventually developed into MSG-3.

เป็นองค์การที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการซ่อมสร้างอากาศยาน ให้มีความปลอดภัยและเป็นมาตรฐานสากล



MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

◆ Scheduled Maintenance Program:

◆ MSG-3 has expanded the objectives of MSG-2. The objectives of **MSG-3 still emphasize safety, reliability, and economy**, but have gone beyond MSG-2 by:

1. Restoring equipment to specification once it has deteriorated
2. Collecting data to monitor equipment
3. Providing information that may be required for redesign in order to improve reliability



MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Reliability is established by:
 - ◆ The design of each item and
 - ◆ The manufacturing processes
 - ◆ Scheduled maintenance can only minimize deterioration of the inherent reliability, but not improve upon it.
 - ◆ On-aircraft failures will be minimized through preventive maintenance techniques at a minimum cost.



MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ The objectives of an efficient airline maintenance program are:
 1. To ensure realization of the inherent safety and reliability levels of the equipment.
 2. To restore safety and reliability to their inherent levels when deterioration has occurred.
 3. To obtain the information necessary for design improvement of those items whose inherent reliability proves inadequate.
 4. To accomplish these goals at a minimum cost, including maintenance costs and of residual failures.



MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ **MSG-3 is task oriented** and not maintenance process oriented. This eliminates the confusion associated with the various interpretations of CM, OC, and HT.
- ◆ Instead of classifying a maintenance requirement as an HT, OC, or CM task, the specific task is identified.
- ◆ MSG-3 has added several types of tasks to the MSG-2 maintenance program. These additions help to ***deliberate*** tasks more accurately than before.

MSG 3
Maintenance Steering Group

- Aircraft Operator
- Original Equipment Manufacturer (OEM)
- Vendor
- FAA

Task Oriented (การจัดกลุ่มงานตามลำดับความสำคัญ 3 กลุ่ม)

1 - Significant Items (SI)
- Structure Significant Items (SSI) → **IMPACT** →

- Airworthiness
- Operations
- Economics

2 Zonal Program →

- Not Impact Airworthiness
- May Impact Operations and Economics

3 Special Zonal Program →

- Combustible Materials
- EWIS (Electrical Wiring Interconnect System)

→ - Aging Aircraft
- Corrosion



MSG - 3 (1978)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ An efficient maintenance program does not schedule additional tasks which will increase maintenance costs without a corresponding increase in reliability protection. The tasks in an MSG-3 scheduled maintenance program include:
 - * Lubrication/Servicing
 - * Inspection/Functional Check
 - * Discard
 - * Operational/Visual Check
 - * Restoration
 - * Combination tasks



2. Aircraft Reliability



Reliability Control

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Each operator is different. The operator's operational environment will be reflected in his reliability program.
- ◆ There are four (4) general categories of an operator's maintenance program.
 1. “Systems / Components”
 2. “Power plant / Components”
 3. “Aircraft / Engine checks and inspections”
 4. “Structural inspection / Overhaul”



Reliability Control

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ All four groups can be controlled by a composite program or each may be handled separately.
- ◆ For example: the basic engine may be maintained on “HT” and the engine accessories may be controlled by “OC” or the entire engine may be on “HT”





- ◆ Hard - Time (HT)
- ◆ On-Condition (OC)
- ◆ Condition-Monitoring (CM)



Hard Time (HT)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ A Preventive maintenance process.
- ◆ It requires that a part be overhauled in accordance with a predetermined period of time, e.g. 2000 hours, flights or cycles.
- ◆ It may require that the unit be withdrawn from service and scrapped, e.g landing gear member with a fatigue life of 10 years or a turbine wheel with a life of 20,000 cycles.



On-Condition (OC)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ A preventive maintenance process.
- ◆ If requires that a part be periodically inspected or checked against a physical standard to determine whether it can stay in service.
- ◆ The purpose of the standard is to remove the part from service, before failure, during normal operation, occurs.



Condition-Monitoring (CM)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ A primary maintenance process where the part or component is not being maintained by the HT or OC process.
- ◆ The part or component is allowed to fail.
- ◆ The failure rate is monitored by statistical analysis.



Multiple Maintenance Process

- ◆ Complex multicell units may be subject to control by two or three of the primary processes.
- ◆ The predominant process will determine its classification.
- ◆ E.g. the B747 Modular Package - Stab. Cont. has CM assigned as the primary maintenance process, but a leak check (OC task) is also scheduled.



- ◆ The basic engine has characteristics that involve all three primary processes.
- ◆ Programs that control engine major overhauls consider the engine as a Hard Time unit (HT).
- ◆ Programs controlling shop maintenance to a 'conditional' standard may classify the engine as 'OC' or 'CM'.



TYPICAL SYSTEMS

- ◆ DATA COLLECTION
- ◆ DATA ANALYSIS
- ◆ CORRECTIVE ACTION
- ◆ PERFORMANCE STANDARDS
- ◆ DATA DISPLAY AND REPORT
- ◆ MAINTENANCE INTERVAL AND PROCESS CHANGE
- ◆ PROGRAM REVISION



DATA COLLECTION

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ The system must include a specific flow of information; identity of data sources, and procedures for the transmission of data.
- ◆ Responsible persons must be identified in the organization for each step.



Sources of Data

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Pilot reports (PIREP)
- ◆ In flight engine performance data
- ◆ Mechanical delays
- ◆ Engine shutdowns
- ◆ **Unscheduled removals**
- ◆ Confirmed failures
- ◆ Functional checks
- ◆ Bench checks
- ◆ Shop findings
- ◆ Sampling Input.
- ◆ Inspection info
- ◆ SDR (Shop Deficiency Report)



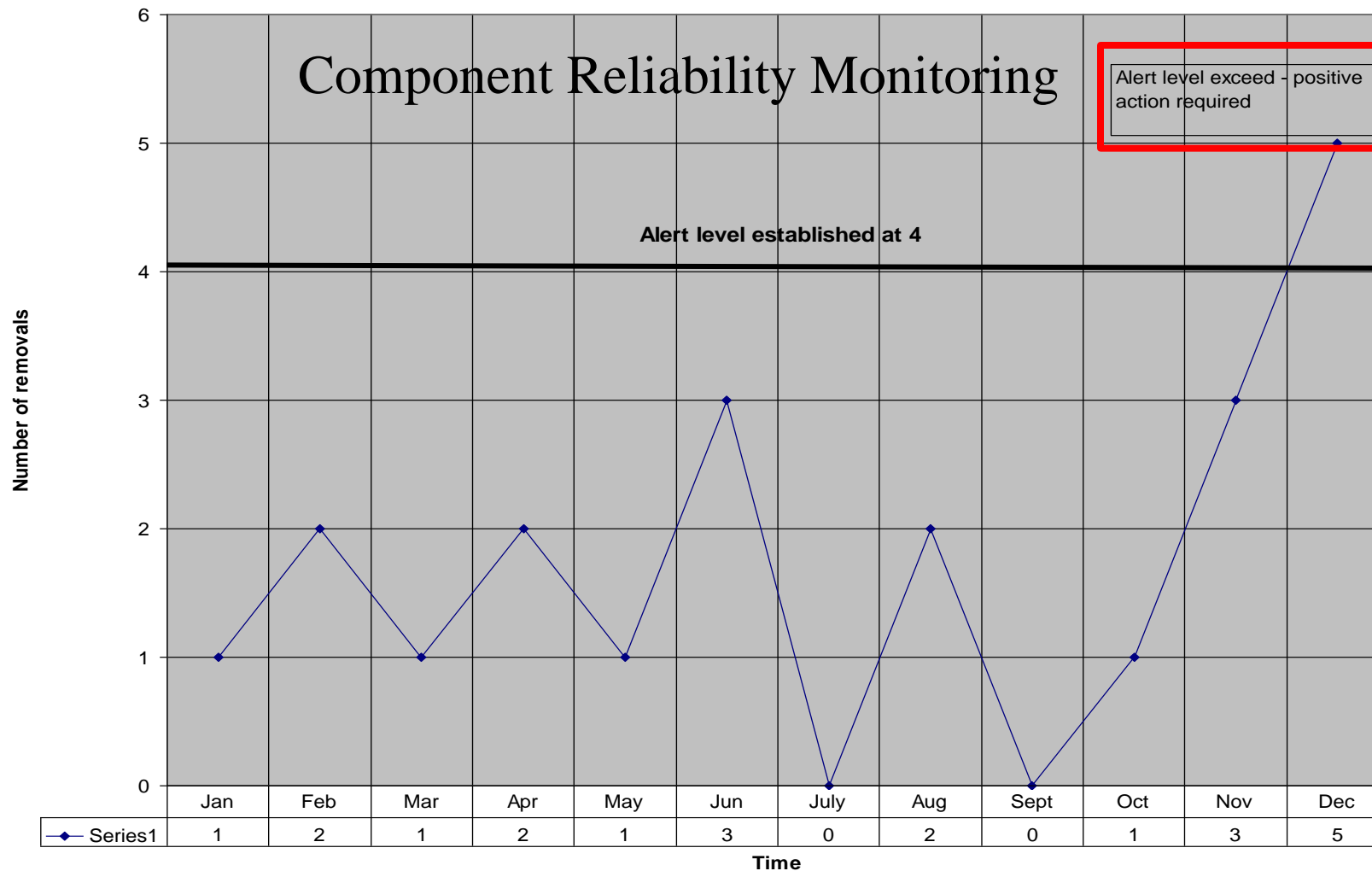
- ◆ Data analysis is the process of evaluating mechanical performance data to identify characteristics indicating a need for change: modifications, revision of maintenance practices etc.
- ◆ The initial step is to compare the data to a standard representing acceptable performance.
- ◆ The standard may be a running average, graphs, charts etc. or any means of depicting a “norm”



TRIGGERING ALERT CHART

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

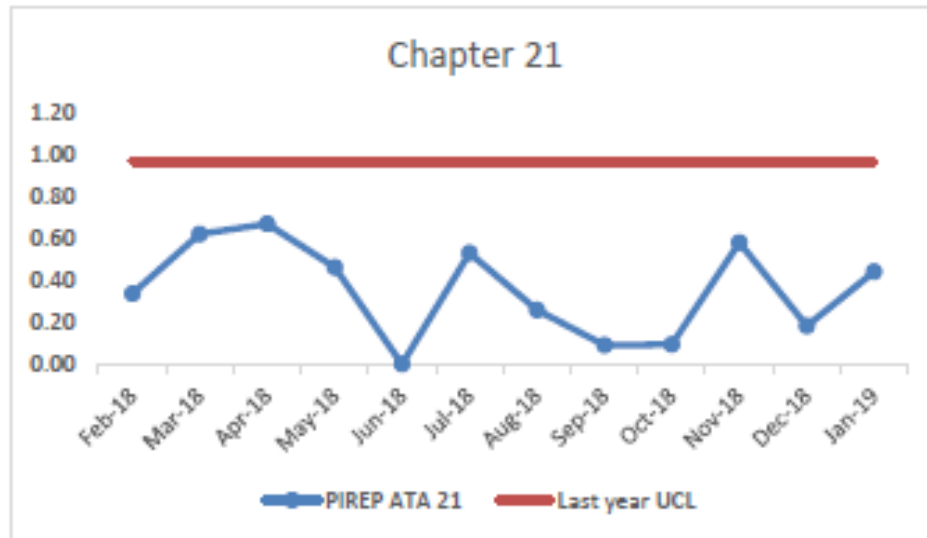
DC9 Oil Pressure Xmitter



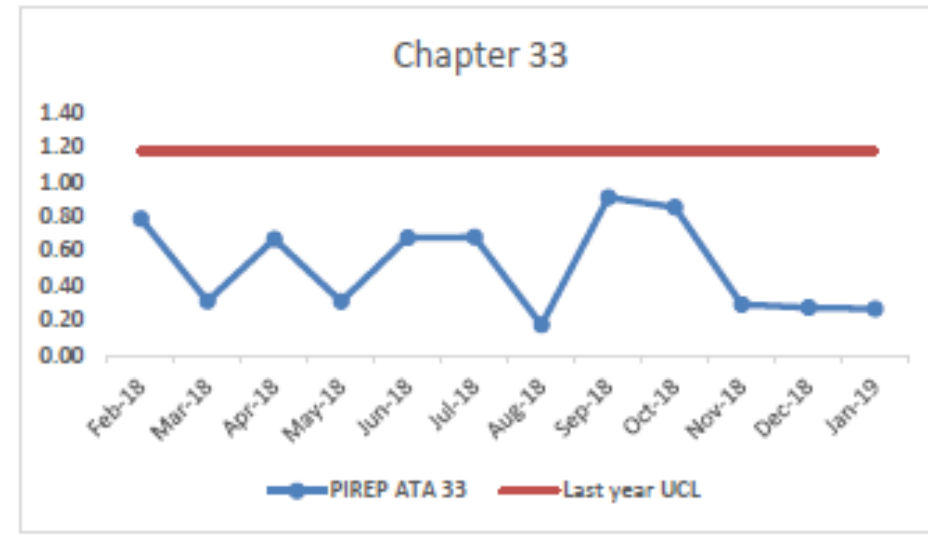


- ◆ Statistical performance standards - **Alert type programs.**
- ◆ A performance measurement expressed numerically in terms of PIREPS, component failures etc.
- ◆ The system uses **control limits or alert values** based on accepted statistical methods e.g.. Standard deviation
- ◆ **The standard may be adjustable** to meet seasonal changes etc.

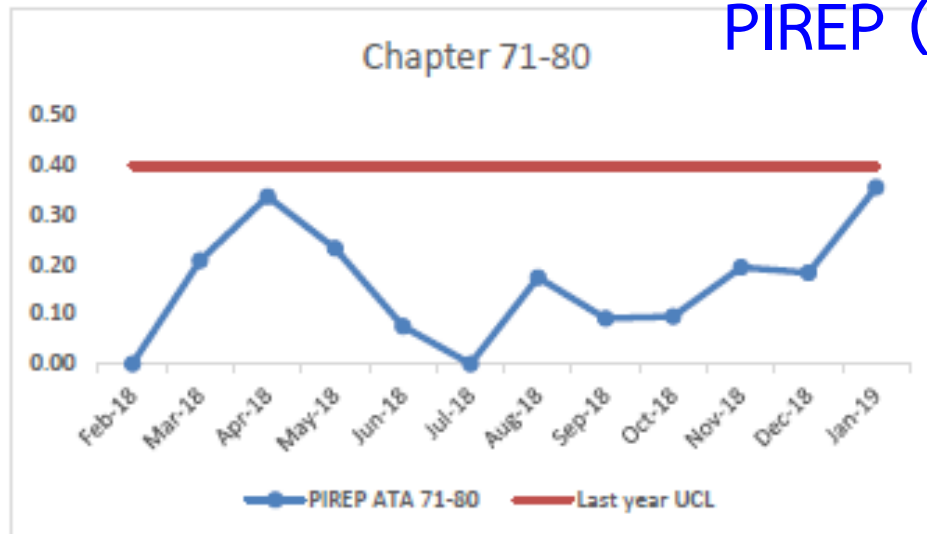
1) ATA 21 – AIR CONDITIONING: "Clear from Alert"



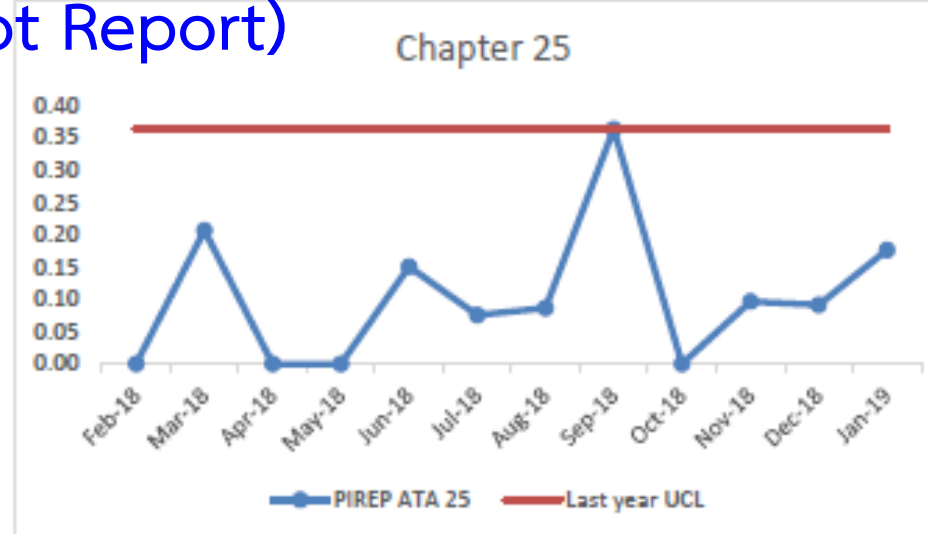
3) ATA 33 - LIGHTS: "Clear from Alert"



2) ATA 71-80 – ENGINE: "Clear from Alert"

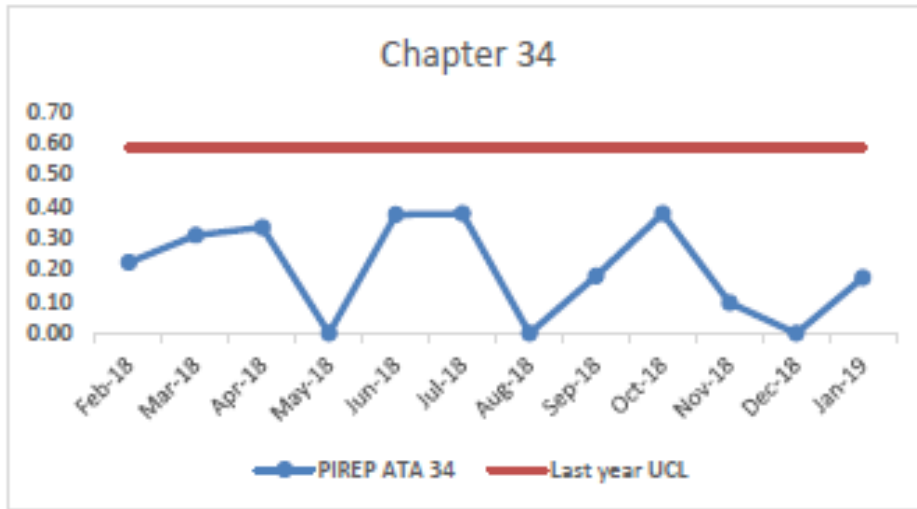


4) ATA 25 – EQUIPMENT/FURNISHINGS: "Clear from Alert"

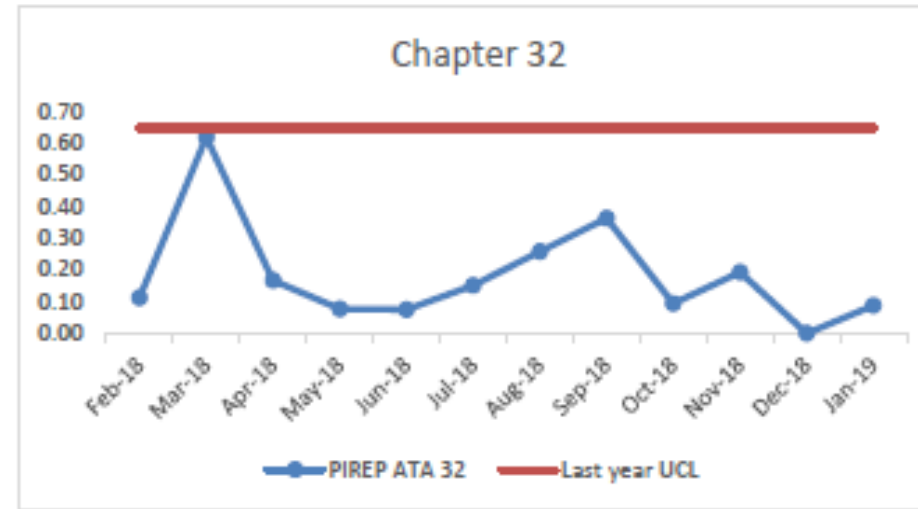


PIREP (Pilot Report)

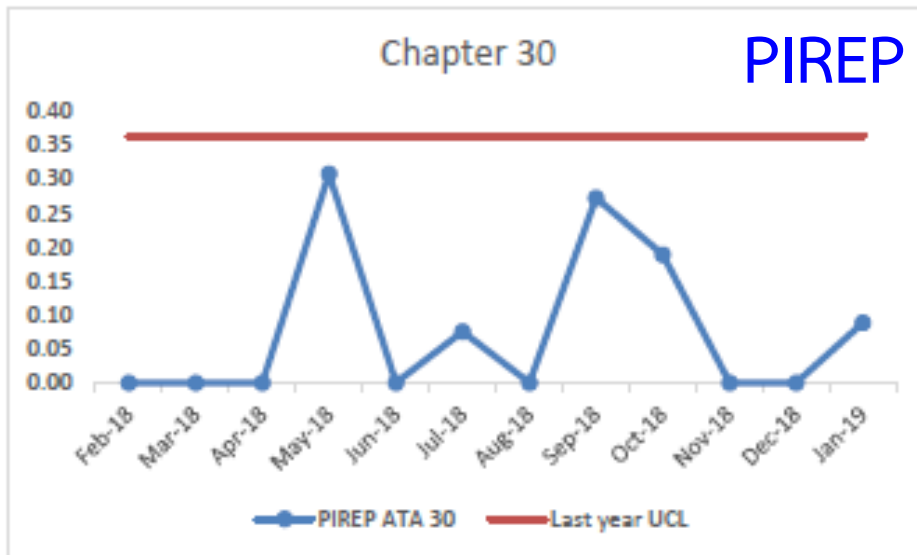
5) ATA 34 – NAVIGATION: "Clear from Alert"



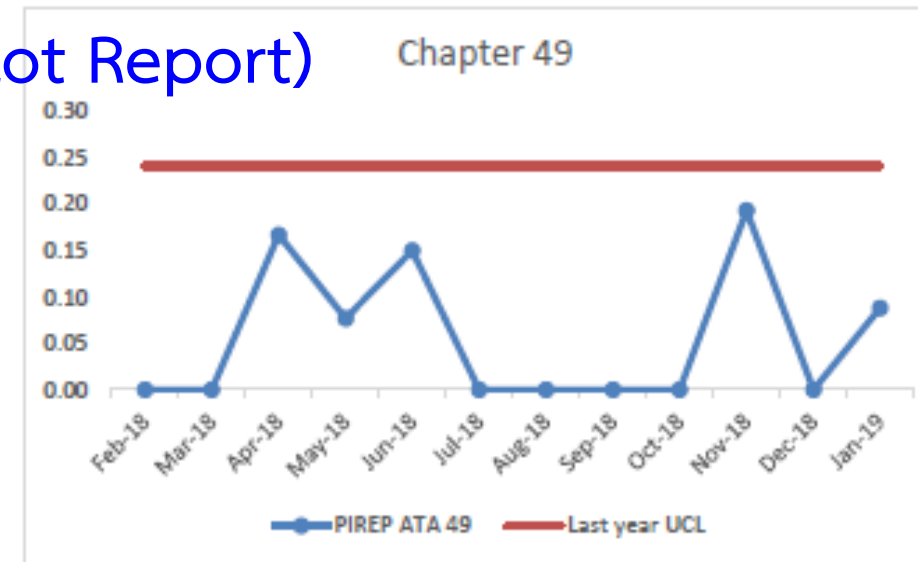
ATA 32 – LANDING GEAR: "Clear from Alert"



6) ATA 30 - ICE AND RAIN PROTECTION: "Clear from Alert"

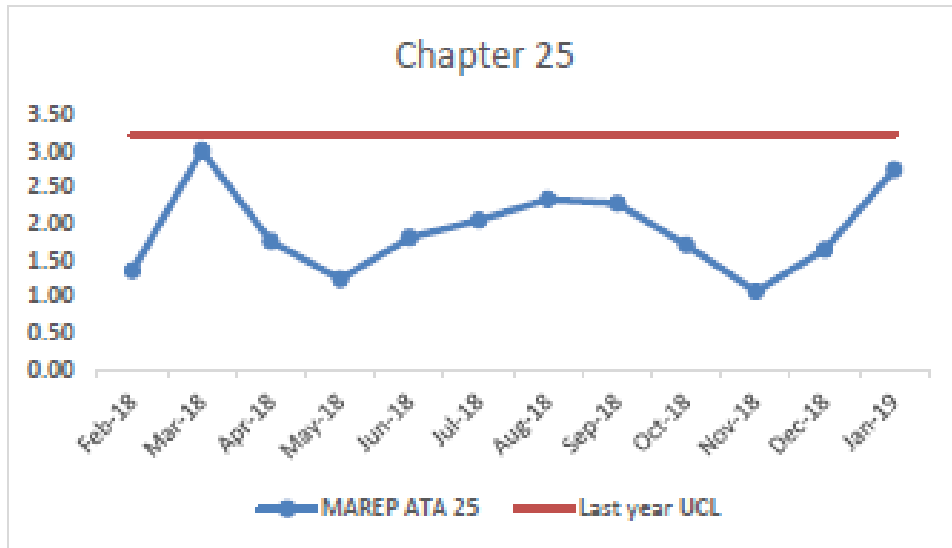


ATA 49 – AIRBORNE AUXILIARY POWER: "Clear from Alert"

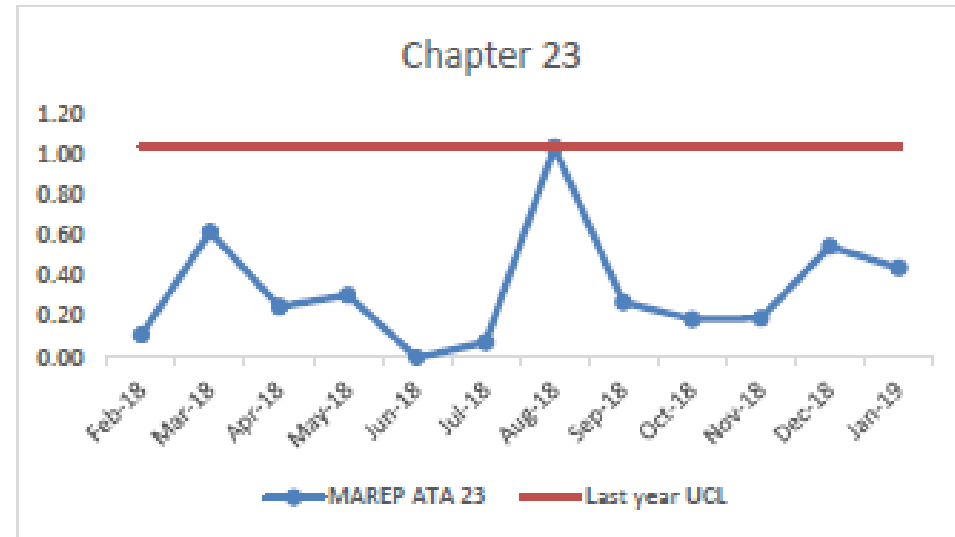


PIREP (Pilot Report)

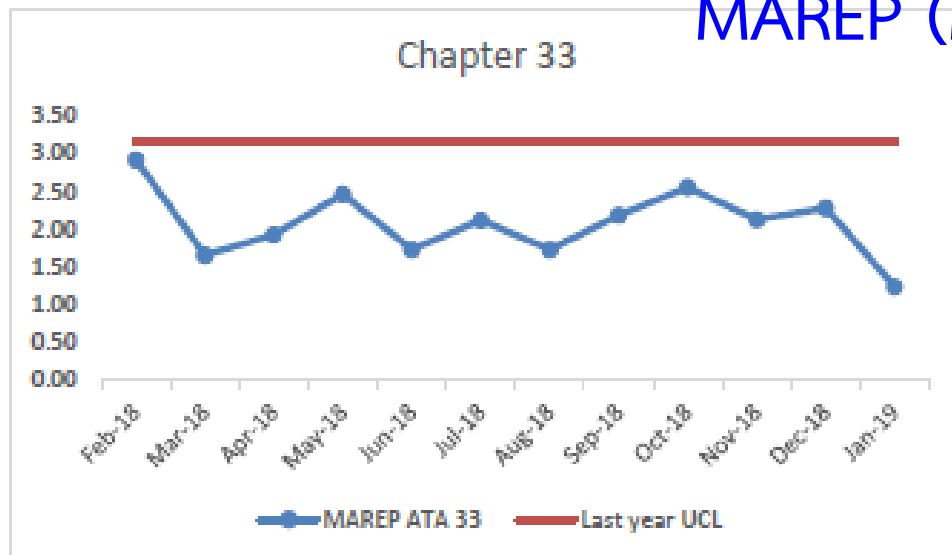
1) ATA 25 – EQUIPMENT/FURNISHINGS: "Clear from Alert"



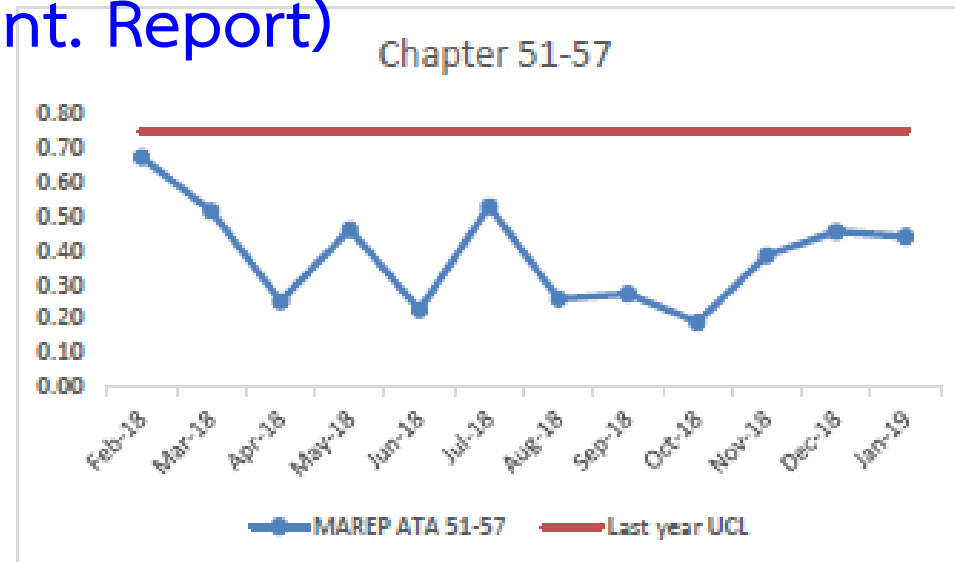
3) ATA 23 - COMMUNICATIONS: "Clear from Alert"



2) ATA 33 – LIGHTS: "Clear from Alert"

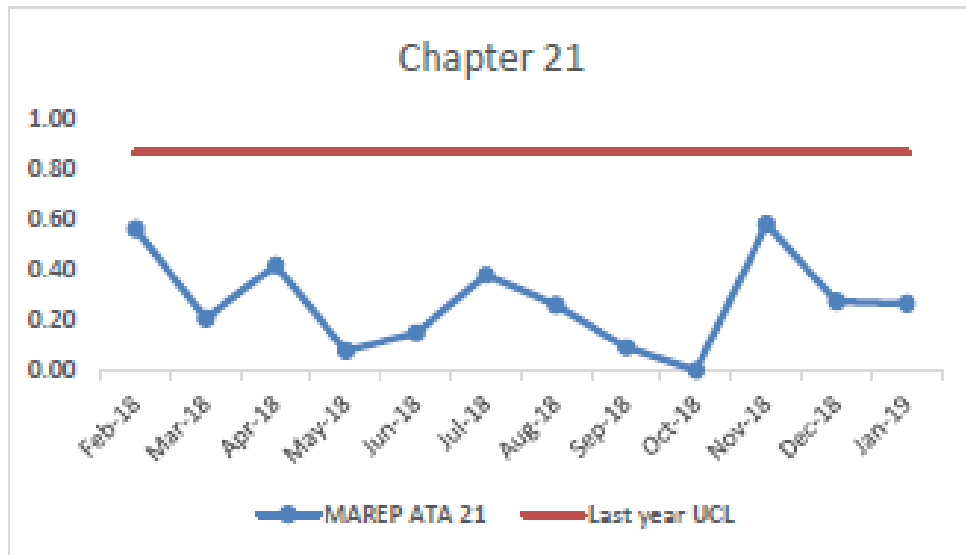


ATA 51-57 - STRUCTURE: "Clear from Alert"

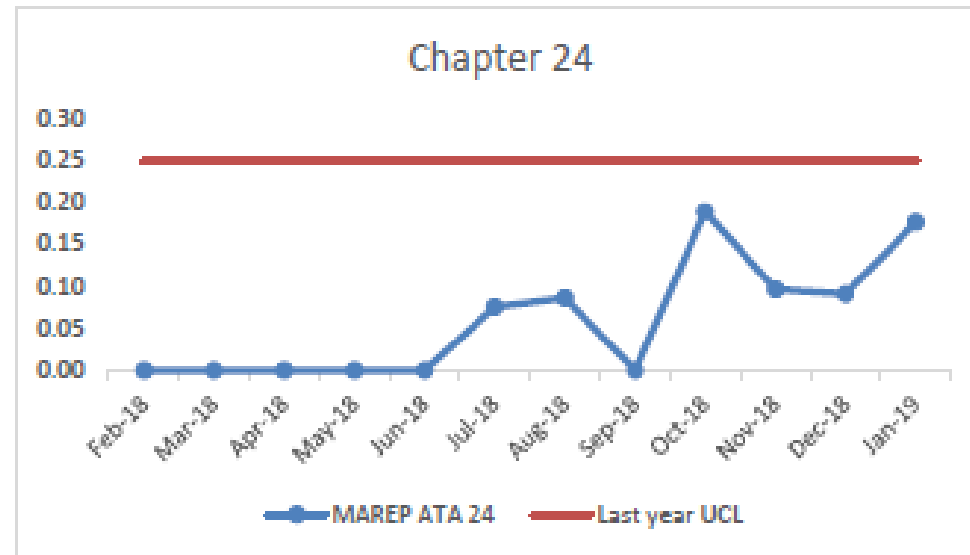


MAREP (Maint. Report)

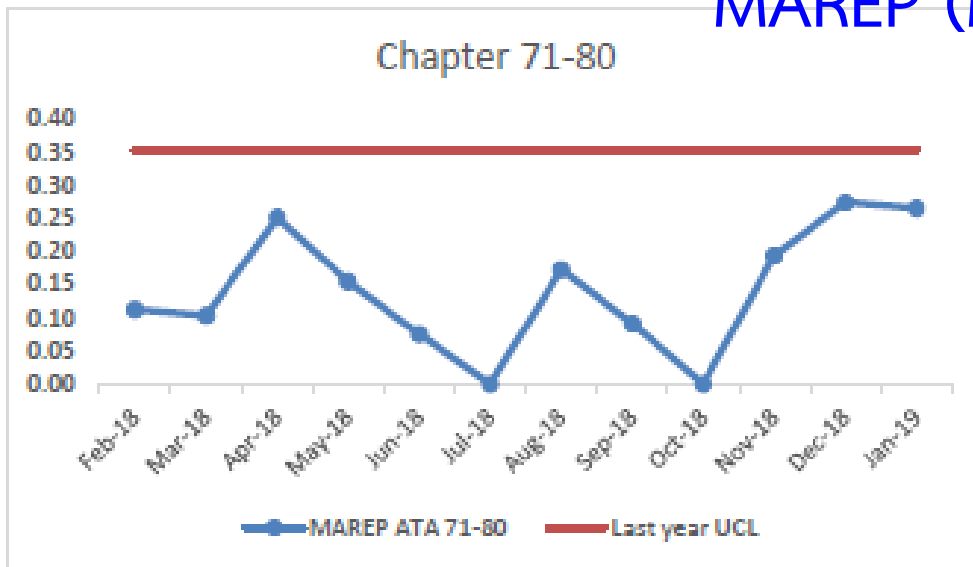
4) ATA 21 – AIR CONDITIONING: "Clear from Alert"



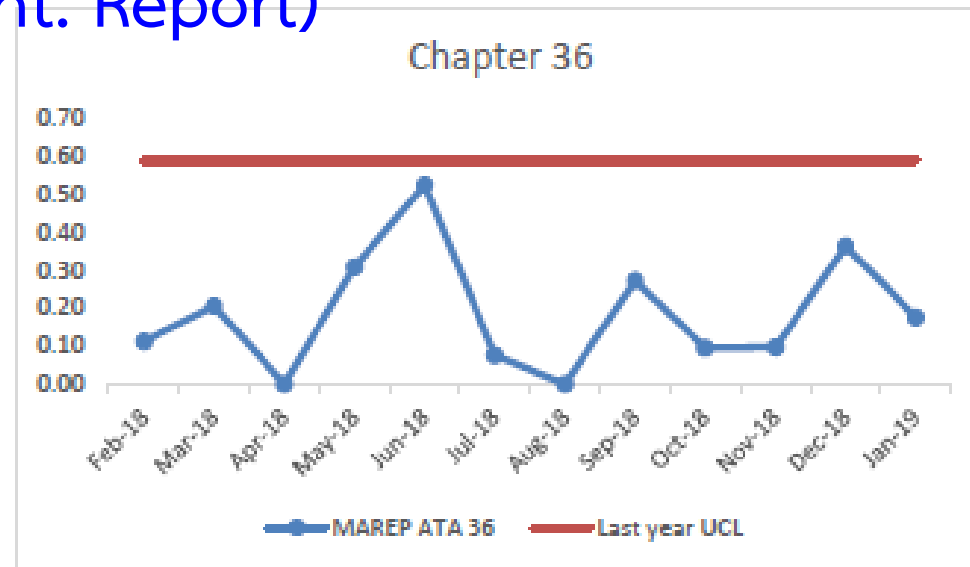
5) ATA 24 – ELECTRICAL POWER: "Clear from Alert"



ATA 71-80 - ENGINE: "Clear from Alert"

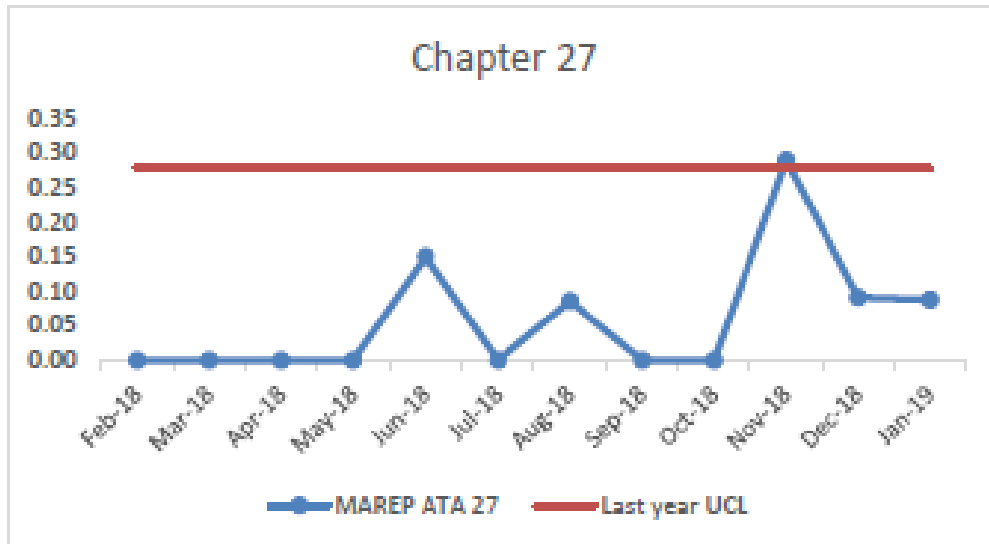


ATA 36 - PNEUMATIC: "Clear from Alert"

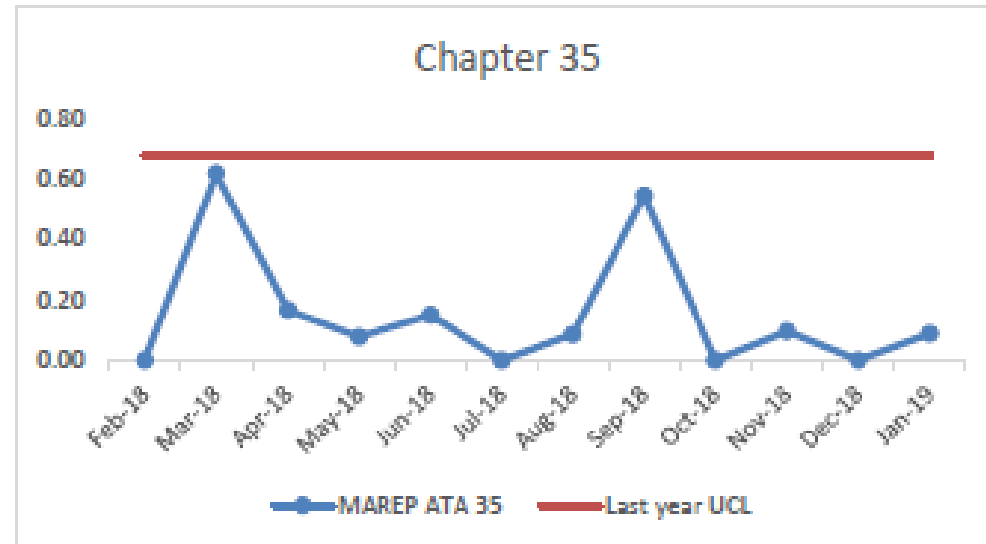


MAREP (Maint. Report)

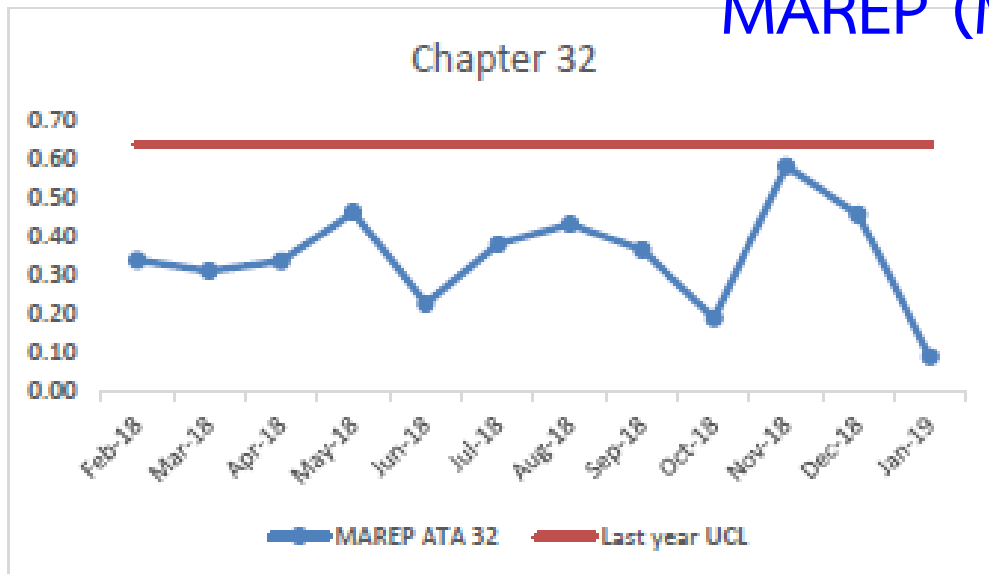
6) ATA 27 – FLIGHT CONTROL: "Clear from Alert"



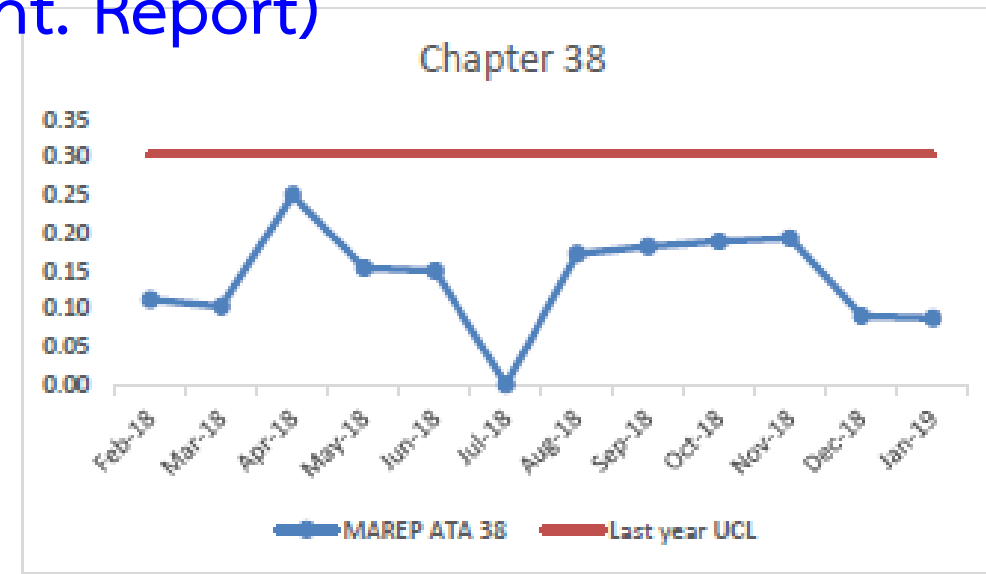
7) ATA 35 – OXYGEN: "Clear from Alert"



ATA 32 – LANDING GEAR: "Clear from Alert"



ATA 38 – WATER/WASTE: "Clear from Alert"



MAREP (Maint. Report)

System Reliability Monitoring

GA F28 - 3000/4000 PILOT REPORT													
Total Flight Hours		770	813	773	2356	6201							
ATA CHAPTER	JUN	JUL	AUG	Last 3 Month	12 Month 1998	JUN RATE	JUL RATE	AUG RATE	3 Month RATE	12 Month RATE	Alert LEVEL	Alert STATUS	TREND
21	AIR CONDITIONING	9	12	8	27	1	11.69	14.75	7.75	11.45	0.15	20.27	
22	AUTOFLIGHT	16	36	10	62	0	20.78	44.28	12.94	26.32	0.00	17.88	
23	COMMUNICATION	16	18	9	43	2	20.72	22.14	11.64	18.25	0.32	30.02	
24	ELECTRICAL POWER	13	5	7	25	4	15.53	5.15	9.06	10.61	0.65	17.16	
25	EQUIPMENT/FURNISHING	5	2	1	6	0	6.49	2.46	1.29	3.40	0.00	5.53	DOWN
26	FIRE PROTECTION	2	0	3	5	0	2.60	0.00	3.88	2.12	0.00	2.01	RED-1
27	FLIGHT CONTROLS	13	12	15	40	3	18.85	14.76	19.40	16.96	0.48	15.17	RED-1
28	FUEL	5	15	4	24	1	9.45	78.45	5.17	10.19	0.16	5.32	
29	HYDRAULIC POWER	2	5	4	11	1	2.50	5.15	5.17	4.57	0.16	3.91	RED-2
30	ICE & RAIN PROTECTION	3	5	4	13	0	3.90	7.38	5.17	5.52	0.00	4.33	RED-2
31	INSTRUMENTS	0	1	2	3	1	0.00	1.23	2.59	1.27	0.16	0.94	RED-2
32	LANDING GEAR	17	14	19	50	12	22.09	17.22	24.58	21.22	1.84	26.97	
33	LIGHTS	9	12	15	36	3	11.69	14.76	19.40	15.28	0.48	10.46	RED-3
34	NAVIGATION	24	21	31	75	14	31.17	25.83	40.10	32.20	3.36	33.22	RED-1
35	OXYGEN	3	3	0	14	3	3.90	3.59	10.35	5.84	0.45	5.25	RED-1
36	PNEUMATIC POWER	6	1	5	13	0	7.79	1.23	7.78	5.52	0.00	5.21	RED-1
37	WATERWASTE	0	0	1	1	0	0.00	0.00	1.29	0.42	0.00	0.94	RED-1
45	CENTRAL MAINT SYSTEM	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
45	APU	20	6	34	63	4	25.97	7.38	43.96	25.47	0.65	23.36	RED-1
56		0	1	2	3	1	0.00	1.23	2.59	1.27	0.16	0.00	RED-2

NOTE:

The Alert Level (AL) is based on monthly Pilot Report (PIREP) Rate of last four quarters(Average + 2.5 STD)

The ALERT Status column will show "RED-1" if the last month PIREP Rate exceed the AL "RED-2" if this is true for the last two months and "RED-3" if this is true for last three months.

The TREND column shows an "UP" or "DOWN" when the rate has increased or decreased for three months.

Initial Alert Levels

$$\text{Alert level} : \bar{X} + 2\frac{1}{2}S$$

\bar{X} = Mean

S = Standard deviation

N = Number readings

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Example calculation

Component – DC-9 Transmitter, Engine Oil Pressure
 Premature removals, - 1,2,1,2,1,3,0,2,0,1,3,1. = 17 each
 Previous 12 months

$$\bar{X} = \frac{17}{12} = 1.41$$

X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
1	-0.41	0.17
2	0.59	0.35
1	-0.41	0.17
2	0.59	0.35
1	-0.41	0.17
3	1.59	2.53
0	-1.41	1.99
2	0.59	2.35
0	-1.41	1.99
1	0.41	0.17
3	1.59	2.53
1	-0.41	0.17
		$\Sigma = 10.94.$

$$S = \sqrt{\frac{10.94}{11}} = 1 \text{ (very nearly)}$$

Alert Level = 1.41 + 2,5 x 1 = 3.91 Use 4.

ATA	PNR	Description	QPA	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18	Jan-19	TOT AL	URR 3 Mo	Alert Level	Hard Time	MTBUR
2161	9105A0005-02	SENSOR-TEMPERATURE-PACK TEMP CTRL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0.26	0.432	N/A	11834.29
2331	M83P1801A	MICROPHONE-HAND	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.06	0.130	N/A	53254.30
2373	Z133H031631A	FAP-FLT ATTENDANT PANEL	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.17	0.844	N/A	8875.72
2421	1706903	IDG-INTEGRATED DRIVE GENERATOR	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	4	0.09	0.640	N/A	8875.72
2422	558CA04A30Y00	CONTACTOR-3 POLE-AC MAIN/AUX	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.04	0.098	N/A	71005.73
2535	4323070-01-6626	D33075LH ATLAS STEAM OVEN EXTENDED	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4	0.13	0.221	N/A	17751.43
2535	62197-001-001	BOILER-WATER	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0.07	0.195	N/A	29385.72
2535	4360004-85-0018	HEATER-WATER	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0.04	0.322	N/A	23668.58
3241	C20195162	A320 WHEEL ASSY-MLG	4	1	1	2	4	1	2	4	1	2	1	2	1	22	0.17	0.839	N/A	3227.53
3342	4315542 4331772 727-1213-04	LIGHT-RETRACTABLE-LANDING	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	2	6	0.17	0.669	N/A	5917.14
3611	3732A010000	EXCHANGER-PRECOOLER-ENGINE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0.17	0.282	N/A	17751.43
3812	2980332100100 2980332100000 2980292100000	FAUCET ASSY-WATER	3	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5	0.06	0.422	N/A	10650.86
8011	3505582-27 3505582-28 3505582-65	STARTER-AIR	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	4	0.26	0.525	YES	8875.72

➤ *Unscheduled hard time component removal* **Component Reliability**

ATA	PNR	Description	Type	Interval		Unscheduled Removal date	TSF/CSF
8011	3505582-65	STARTER AIR	OVH	17500	FH	5-Jan-19	87

"The total unscheduled component removal in January 2019 is 15 counts. The most unscheduled removal is ATA 21-61 SENSOR-TEMPERATURE-PACK TEMP CTRL 2 EA and ATA 33-42 LIGHT-RETRACTABLE-LANDING 2 EA. All 3-months unscheduled removal rate is lower than alert level. One hard time component (STARTER AIR) is removed at 87 flight hour earlier than overhaul life at 17,500 FH."



Non Alert Type Programs

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Data is compiled and used as a basis for analysis e.g. Flight log review, engine monitoring reports, incident reports, component analysis etc.
- ◆ The number and types of information must be sufficient to provide a basis of analysis equivalent to the statistical standards program.



- (a) recognize the need for corrective action
- (b) establish what corrective action is needed
- (c) determine the effectiveness of that action.

Corrective Action: The actions taken must reflect the analysis and be positive enough to restore performance to an acceptable level in a reasonable time.



Maintenance Action

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ Reliability Analysis Group isolate offending aircraft or system
- ◆ Analysis conducted of the cause/s of the increased rate of failure using:
 - ◆ PIREPS (Pilot Reports)
 - ◆ Component Failure Rates
 - ◆ Workshop Reports
 - ◆ Operational Changes
 - ◆ Modification Status
 - ◆ Maintenance Program change



Maintenance Action

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ E. O. (Engineering Order) / Instruction issued to change:
 - ◆ Component overhaul procedure
 - ◆ Overhaul / Repair intervals
 - ◆ Modification Status
 - ◆ Routine Maintenance Procedures / Intervals
 - ◆ Operational Procedures
 - ◆ Fault Finding Methods / Engineer Training



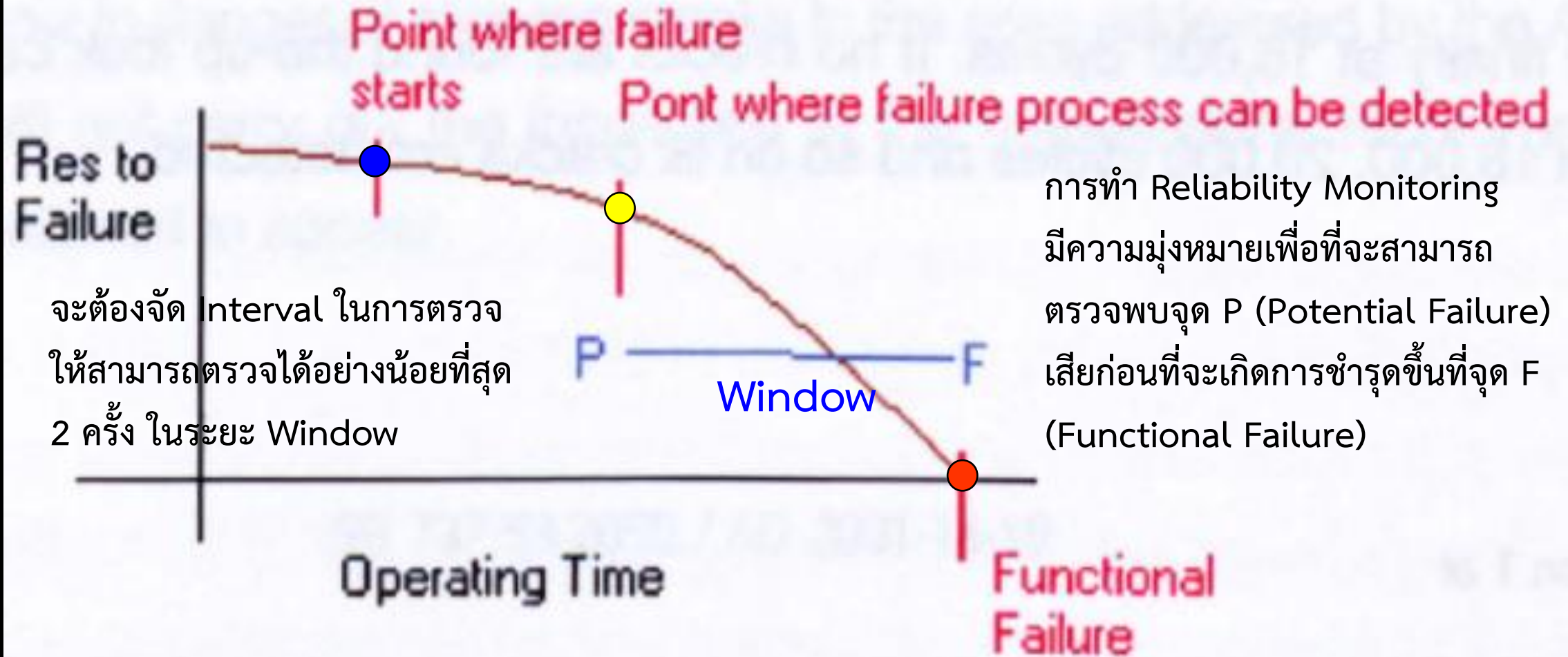
- ◆ Follow-up procedures must ensure that corrective action has reduced failure rate to an acceptable level.



3. Reliability Centered Maintenance (RCM)

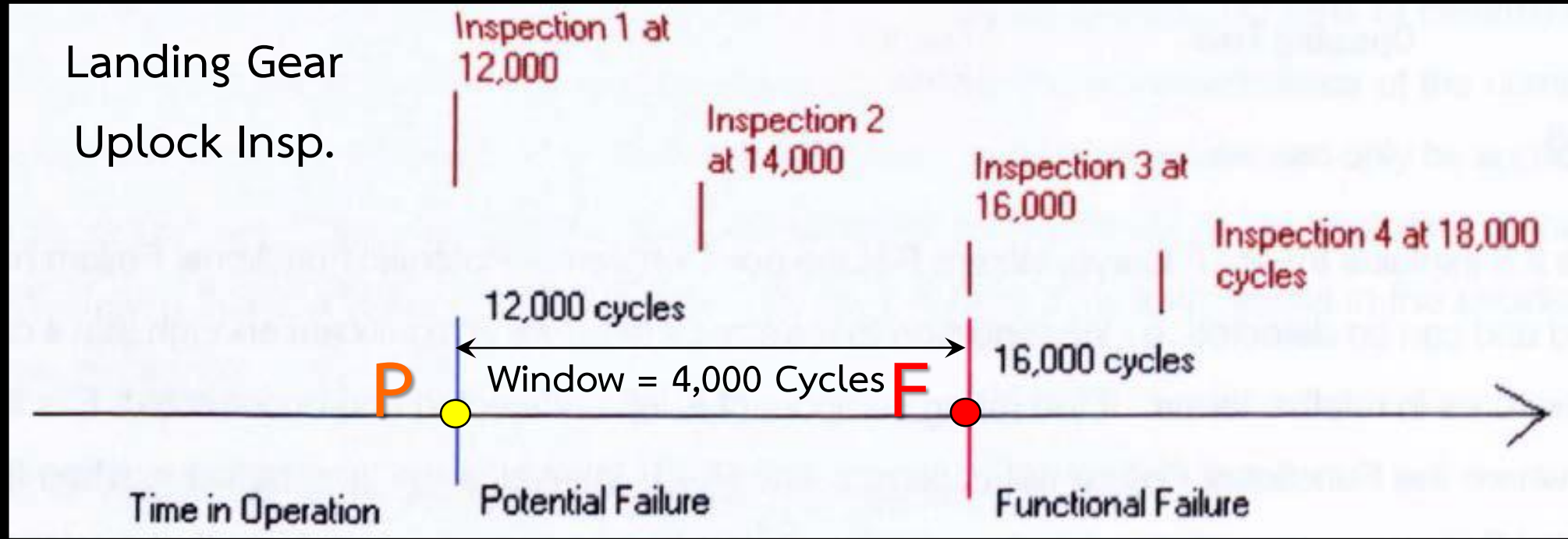


The P - F Curve





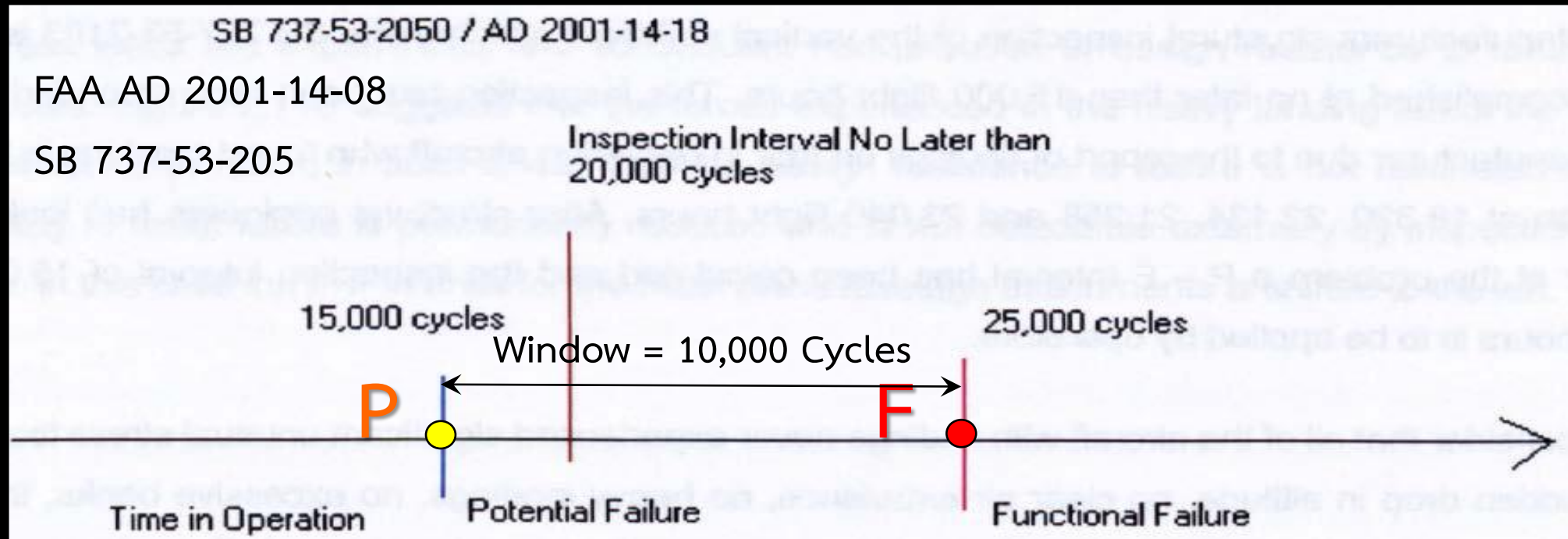
P - F Curve VS Maint. Interval



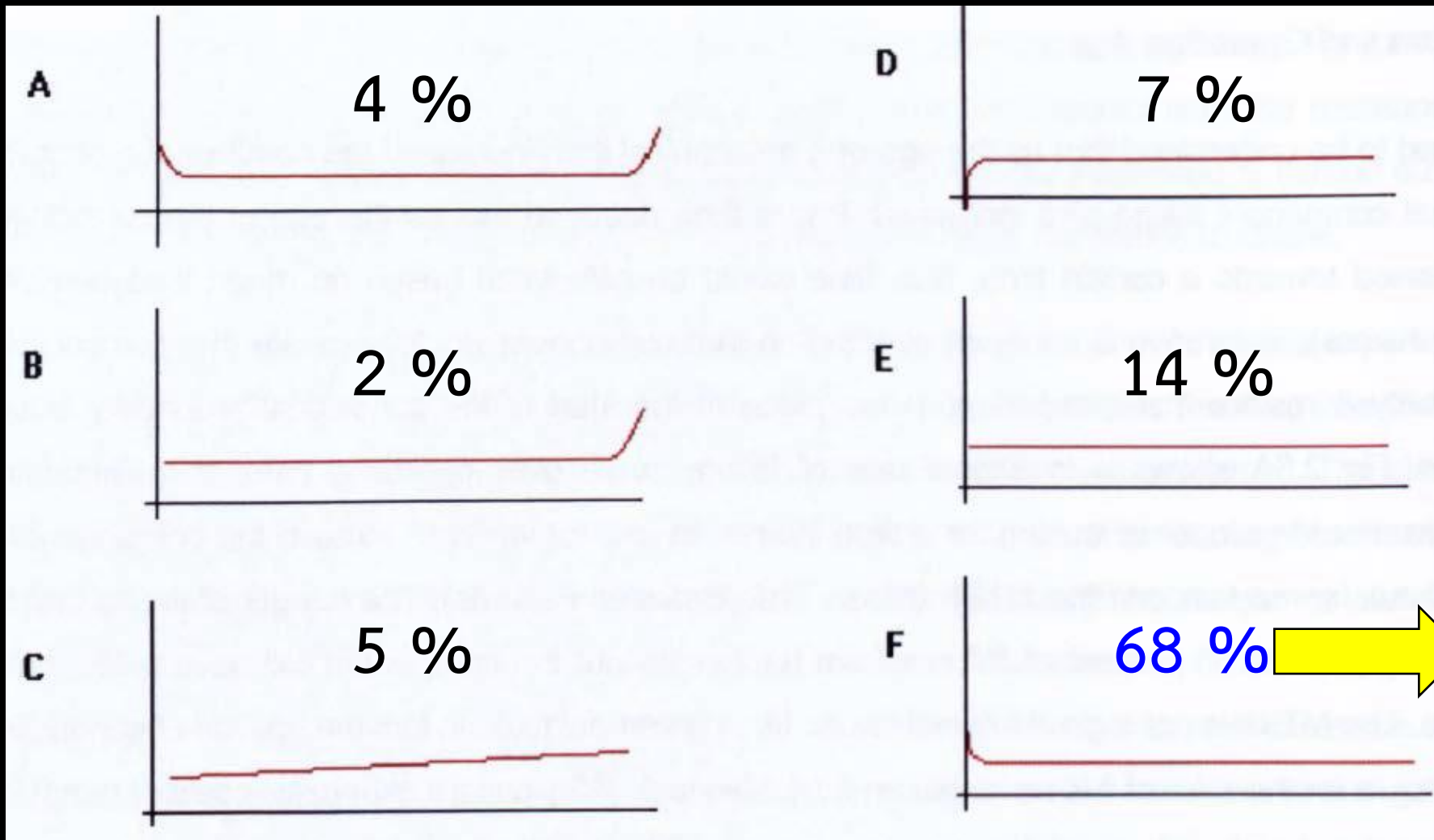
- ✓ ก. ให้เริ่มการตรวจครั้งแรกที่ 12,000 cycles; ให้ตรวจซ้ำทุก ๆ 2,000 cycles; มีโอกาสตรวจ 2 ครั้งก่อนถึงจุด F; คือตรวจที่ 12,000; & 14,000 และจะสามารถตรวจพบรอยร้าวได้
- ✗ ข. ให้เริ่มการตรวจครั้งแรกที่ 4,000 cycles; ให้ตรวจซ้ำทุก ๆ 4,000 cycles; มีโอกาสตรวจ 4 ครั้งก่อนถึงจุด F; คือตรวจที่ 4,000; 8,000; 12,000 & 16,000 แต่ที่ 16,000 cycles นั้น Uplock จะ Failed



P - F Curve VS Maint. Interval

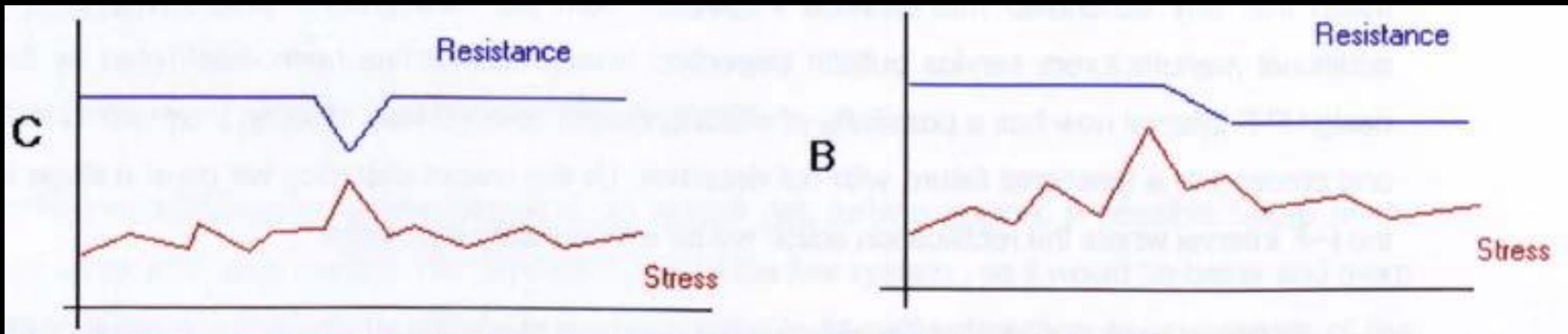


- ✘ ก. ให้ตรวจแบบครั้งเดียวที่ 10,000 cycles แล้วปิดงาน (Closed); ตรวจไม่พบที่ 10,000 cycles เพราะยังไม่ถึงจุด P
- ✓ ข. ให้ตรวจครั้งแรกก่อน 20,000 cycles แต่ต้องใช้งาน > 15,000 cycles; ให้ตรวจซ้ำทุก ๆ 1,000 cycles; มีโอกาสตรวจ 5 ครั้งก่อนถึงจุด F; หากเริ่มตรวจครั้งแรกที่ 20,000 cycles จะตรวจซ้ำที่ 21,000; 22,000; 23,000 & 24,000 ซึ่งจะสามารถตรวจพบรอยร้าวได้ก่อนถึงจุด F



Infant Mortality Stage

1. Poor Design
2. Poor Quality of Manufacture
3. Poor Quality of Overhaul / Repair
4. Misuse
5. Excessive Maintenance

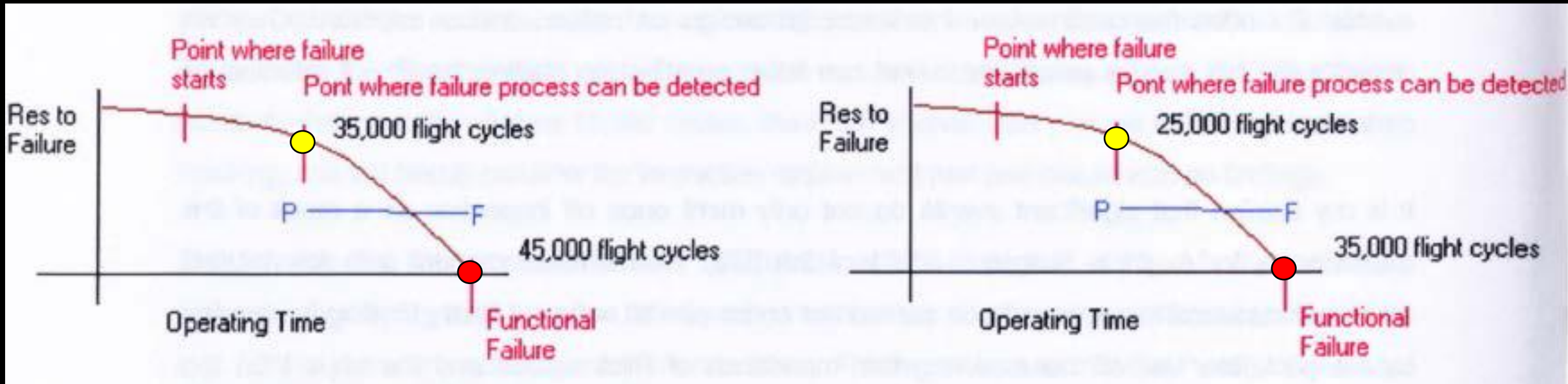


C: ความเค้นที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง บ.เป็นไปในลักษณะที่เป็นปกติ จนกระทั่ง ณ จุด ๆ หนึ่งได้เกิดความเค้นที่มีค่าสูง จนกระทั่งค่าความต้านทานต่อความเค้นลดน้อยลงไปและค่าความต้านทานต่อความเค้นได้กลับคืนสู่สภาวะปกติที่ได้แผนแบบสร้างไว้ตั้งแต่เริ่มต้น

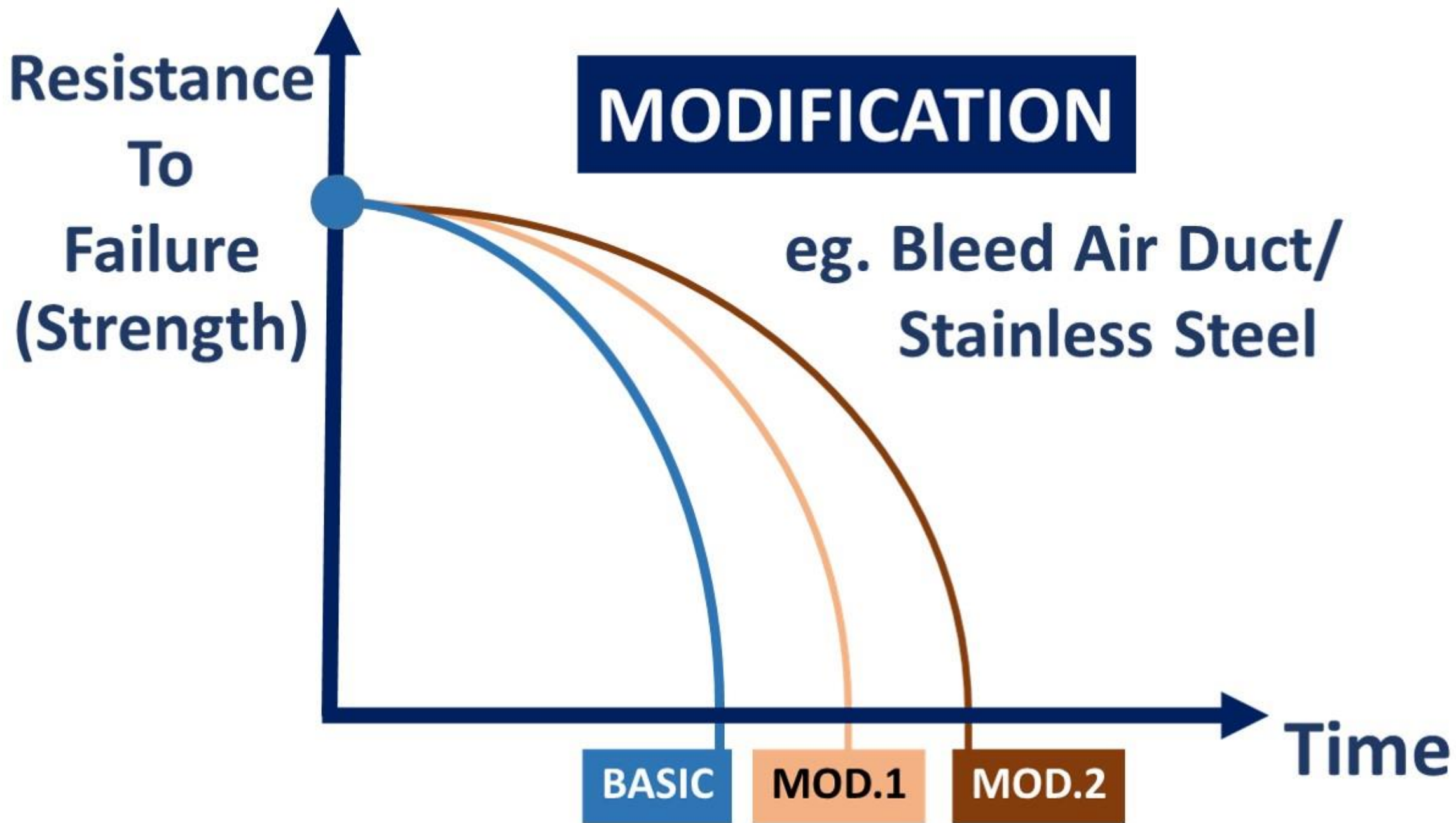
B: ความเค้นที่เกิดขึ้นกับโครงสร้าง บ.อยู่ในลักษณะที่ไม่ปกติ เช่นการลงสนามแบบกระแทก (Hard Landing) ทำให้ค่าความต้านทานต่อความเค้นลดน้อยลงอย่างถาวร ซึ่งจะทำให้ P-F Interval จะเลื่อน (shift) มาทางด้านซ้าย



P-F interval Shift



- ◆ ในสภาวะการบินที่เป็นปกตินั้น ค่า P-F Interval ที่แผนแบบสร้างไว้แต่เดิมนั้นจะอยู่ที่ช่วงเวลา 35,000 flight cycles ถึง 45,000 flight cycles
- ◆ เมื่อ บ.ผ่านสภาวะการบินที่ไม่ปกติ เช่นมีการลงสนามแบบกระแทก (Hard Landing) แล้ว ค่า P-F Interval จะเลื่อนมาทางซ้าย อยู่ที่ช่วงเวลา 25,000 flight cycles ถึง 35,000 flight cycles



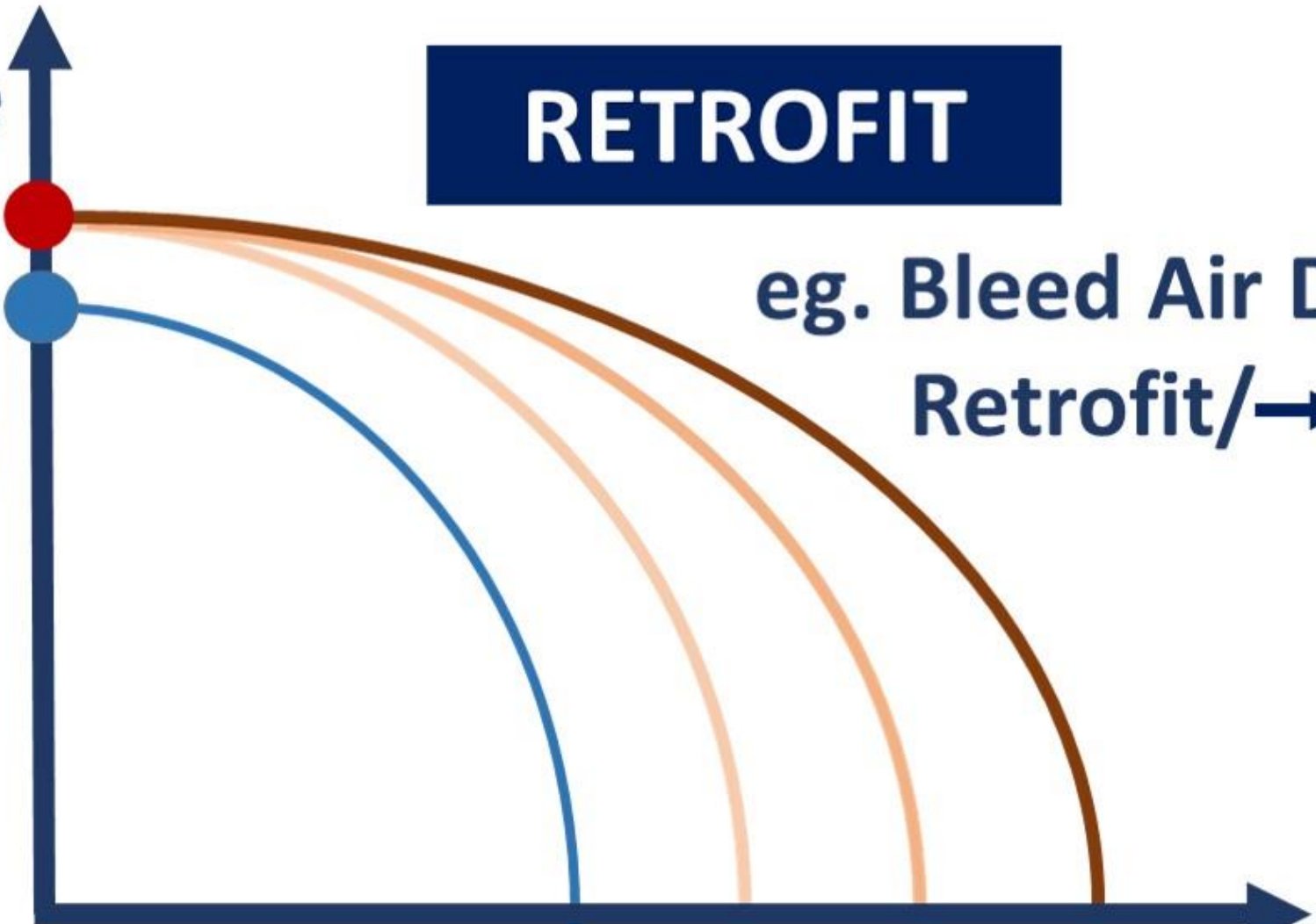
Resistance
To
Failure
(Strength)

RETROFIT

eg. Bleed Air Duct/
Retrofit/ → **Inconel**

BASIC

Time





Aircraft Reliability Contents

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

The aircraft lends itself to an almost obvious level with three major areas of divisions. These are the..

1. Aircraft Systems:

1.1 Systems Reliability Monitoring (SRM)

1.2 Component Reliability Monitoring (CRM)

2. Aircraft Powerplant:

2.1 Engine Trend Monitoring (ETM): Aerodynamics & thermodynamics related.

2.2 Oil Consumption Monitoring (OCM): Engine mechanical failures e.g. bearing.

3. Aircraft Structure:

3.1 ASIP (Aircraft Structural Integrity Program)

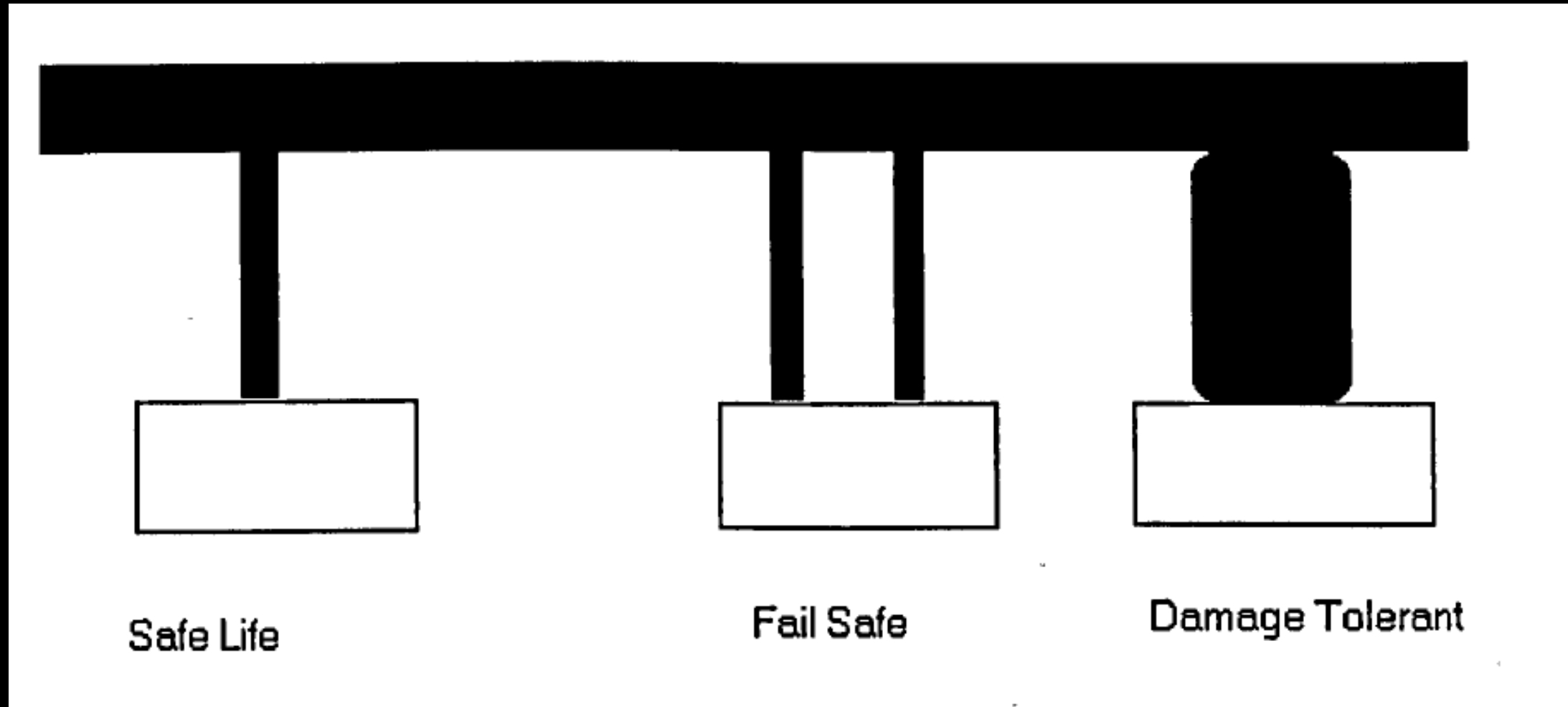


Significant Items (SI)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ **A Significant Items (SI):** are those items whose failures
 - a. could affect safety (on ground or in flight),
 - b. could be undetectable or are not likely to be detected during operations,
 - c. could have significant operational impact,
 - d. could have significant economic impact.

- ◆ **A Structure Significant Item (SSI):** is any detail, element or assembly, which contributes significantly to carrying flight, ground ,pressure or control loads and whose failure could affect the structural integrity necessary for the safety of the aircraft. (Boeing Structural Working Group).





1. **Safe Life**: หมายถึงโครงสร้างมีกำหนดอายุใช้งานที่ชัดเจน เมื่อใช้งานมาถึงอายุที่กำหนดแล้วจะต้องถอดเปลี่ยน
2. **Fail Safe**: หมายถึงโครงสร้างซึ่งเมื่อเกิดการชำรุดขึ้นแล้ว ยังมีโครงสร้างส่วนอื่นมาช่วยรองรับภาระกรรม (Redundant) แต่ก็จะต้องกำหนดระยะเวลาตรวจ เพื่อให้พบ Evidence of Failure ให้ได้เสียก่อนที่โครงสร้างจะเกิดสภาพ Failure
3. **Damage Tolerance**: หมายถึงรอยร้าวซึ่งอาจเกิดขึ้นและสามารถมองเห็นได้และตรวจพบได้จากกำหนดการตรวจตามระยะเวลา ซึ่งการตรวจพบรอยร้าวดังกล่าวจะพบอยู่ในช่วงที่ยาวนานเพียงพอให้สามารถทำการซ่อมได้ก่อนที่โครงสร้างนั้นจะเกิดสภาพ Failure ขึ้น



The sources of damage to be considered when developing the structural maintenance program are as follows...

- A. **Accidental Damage (AD):** “Physical deterioration of an item caused by contact or impact with an object or influence which is not part of the aircraft, or by human error during manufacture, operation of the aircraft, or maintenance practices”.
- B. **Environmental Deterioration (ED):** “Physical deterioration of an item's strength or resistance to failure as a result of chemical interaction with its climate or environment”.
- C. **Fatigue Damage (FD):** “The initiation of a crack or cracks due to cyclic loading and subsequent propagation”.



Zonal Inspection Program

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

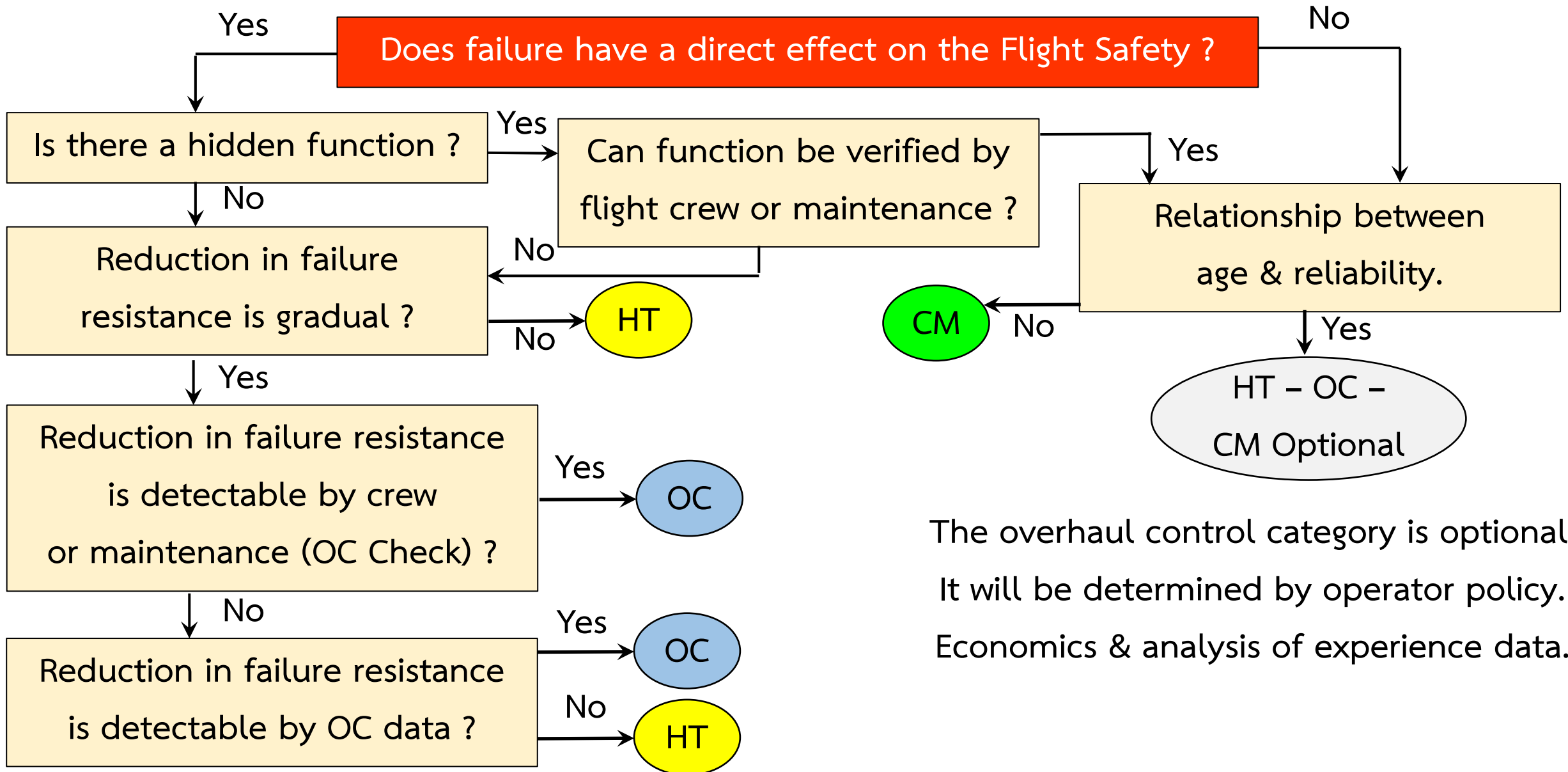
- ◆ The remaining “left out” areas are not classified as "Significant“ their inspection should be cost effective and uncomplicated general area inspections.
- ◆ Non significant area inspections, known as “Zonal Inspections”.
- ◆ The Zonal Inspection Program is based on a series of General Visual Inspections (GVI).
- ◆ The complete aircraft is split into zones and every part of the aircraft is located within a defined zone.
- ◆ The Zonal GVI inspection is looking for deterioration of the original installation. This includes corrosion, cracks, chafing, evidence of leakage, evidence of overheat, security and condition of the components contained within the zone.



- ◆ After some consideration as to the scope of use of the Zonal program by the Air transport Association of America Maintenance Steering Group (ATA MSG) it was proposed that the Zonal program be extended to address some topical issues that were arising at that time in the operation of aircraft.
- ◆ The first was the integrity of electrical wires over time and the build up of combustible materials over the operating life of the aircraft.
- ◆ **Enhanced Zonal Inspection focused at wiring system inspection and combustible materials.**
- ◆ L-100/130 aircraft (C-130H) has inspection program “EWIS” (Electrical Wiring Interconnect System).

Maintenance Process Assignment

Decision Diagram



The overhaul control category is optional. It will be determined by operator policy. Economics & analysis of experience data.



RCM Keywords

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ RCM (Reliability Centered Maintenance): To explain and research the basic concepts, principles, definitions and applications of a logical discipline for development of efficient scheduled (preventative) maintenance program for complex equipment, and on going management of such program. Such program were referred to as reliability-centered maintenance (RCM) program because they centered on achieving the inherent safety and reliability capabilities of equipment at a minimum cost. (Nowlan and Heap RCM 1978)
- ◆ RCM Keywords:
 1. Inherent Safety
 2. Reliability Capabilities
 3. Minimum Cost
- ◆ Aircraft Readiness is not RCM Keywords.



1. On Condition Task: OC
2. Scheduled Discard Task: Hard Time (Scrapped)
3. Scheduled Restoration Task: Hard Time (Overhaul)
4. Failure Finding Task: Operational Check, Functional Check



1. **On Condition Tasks**: (Predictive or Condition Monitoring). Used where a clearly defined potential failure period (P-F period) exists for the failure mode under consideration. For example a tire inspection every day, the tire stays installed if the wear is not to a certain limit, and is removed if the wear is at or beyond a certain limit. *The survival of the tire is based on the condition it passes the inspection.*



2. Scheduled Discard Task: Used where a clearly defined age of increased conditional probability of failure exists for the failure mode under consideration. *For example the passenger life jackets part number P0124W have a discard life of 10 years.* The manufacturer has through studies shown that the useful life of the jackets, i. e. the period of time prior to when the wear out stage starts, is 10 years. After that the jackets have a high probability of failure due to the perishing rubber components. The cost of removal, replacing & restoring the jackets will cost more than purchasing a new jacket so the old jacket is discarded.



3. Scheduled Restoration Task: Used where a clearly defined age of increased conditional probability of failure exists for the failure mode under consideration and the restoration task restores the components resistance to failure to a level that is tolerable. *For example the main landing gear of a B737 built by Manesco, has a restoration life of 12 years or 15,000 cycles which ever is sooner.* Manesco have through studies shown that the gears useful life is at 12 years due to environmental effects or 15,000 cycles due to operating stress and the probability of failure rises considerable at this point which is the start of the wear out stage. But by restoration of the gear & its components the inherent reliability of the gear can be restored.



4. **Failure Finding Task:** Used where the task can confirm that all components covered by the failure mode under consideration, are functional. For example *a standby hydraulic pump* that is not normally in use, is intentionally brought on line by perhaps simulating a failure of the main pumps, *(pulling their circuit breakers) the performance of the standby pump is then monitored for correct function.*



Extended Twin Engine Operation (ETOPs): These twelve (12) activities are designed to ensure a more reliable technical operation is established and a monitoring program to ensure the more reliable technical operation is maintained:

1. ETOPS Maintenance Program
2. ETOPs Training Program
3. ETOPs Reliability Program
4. ETOPs Manual



ETOP (continued)

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

5. ETOPS Pre Departure Service Check
6. Oil Consumption Monitoring Program (OCM)
7. Engine Condition Monitoring Program (ECM or ETM)
8. Propulsion System Monitoring Program. To monitor the World “In Flight Shut Down Rates (IFSD)”.
9. Resolution of Aircraft Discrepancies. System Rate Monitoring (SRM) & Component Reliability Monitoring (CRM).
10. Maintenance on Multiple Systems: Avoiding maintenance on dual systems at the same time by the same maintenance crew (i.e. LH & RH Engines).



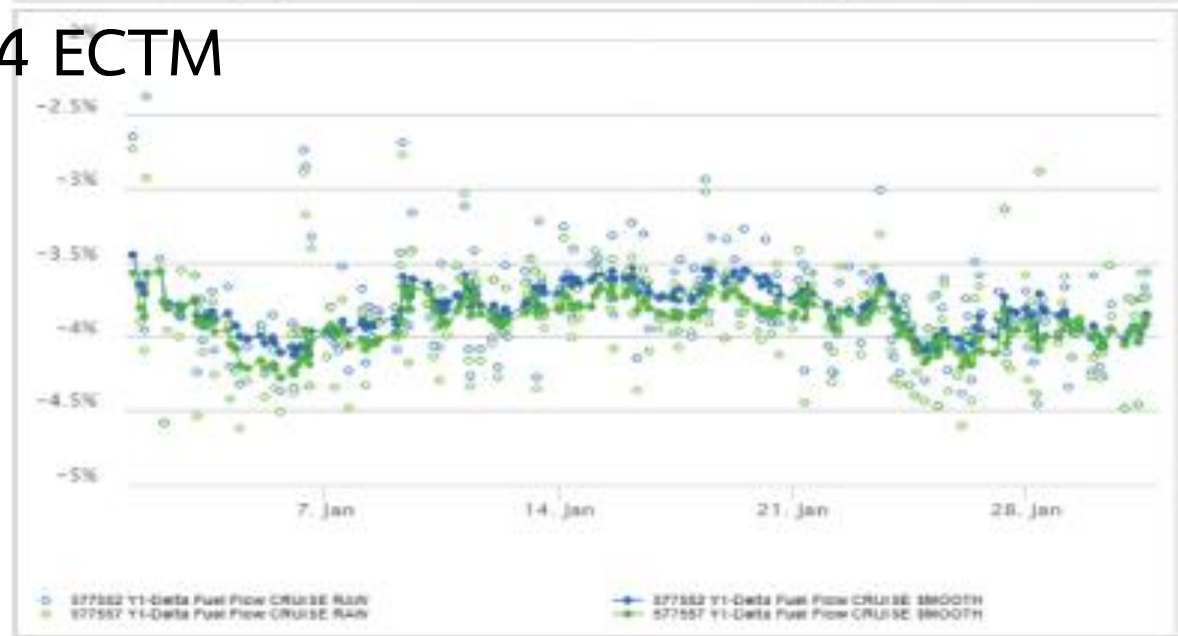
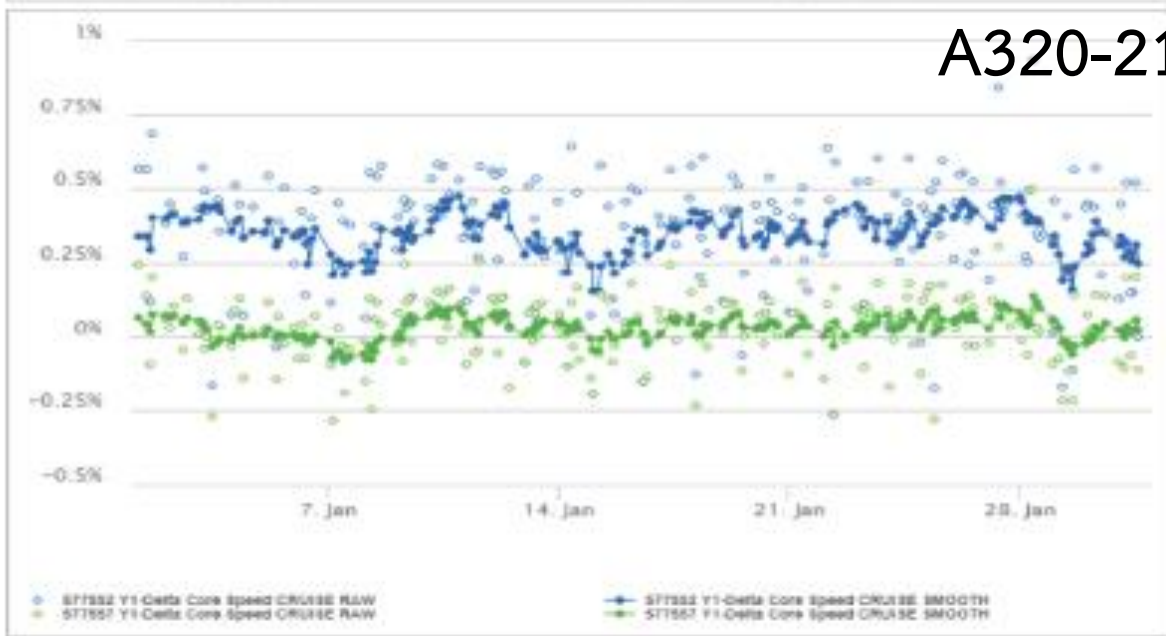
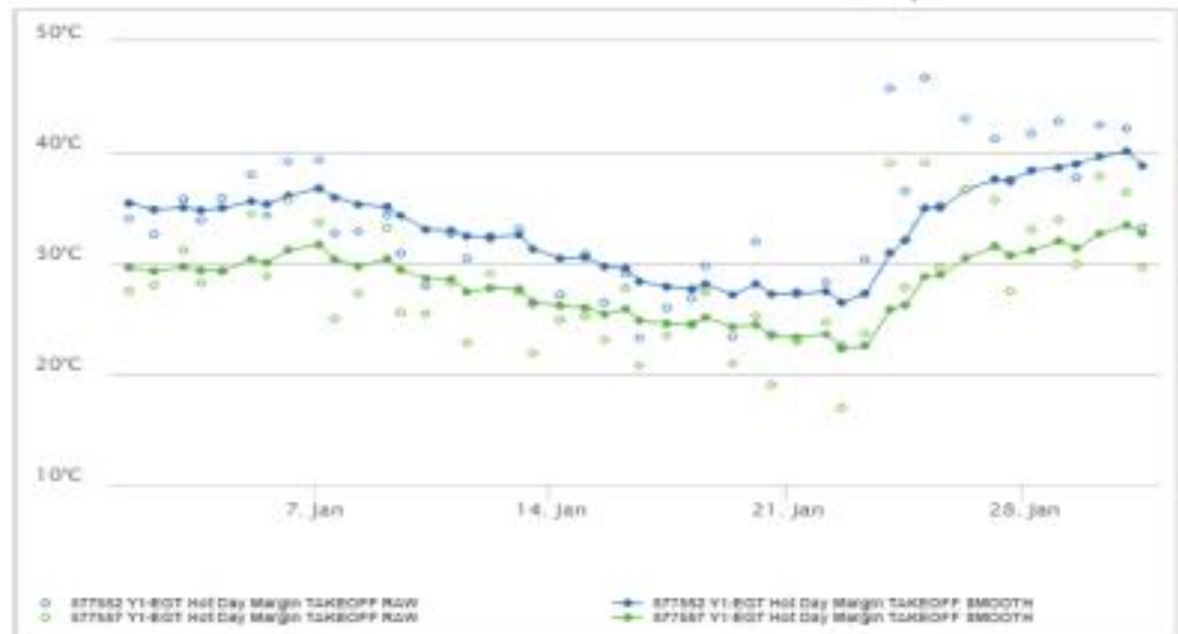
ETOP (continued)

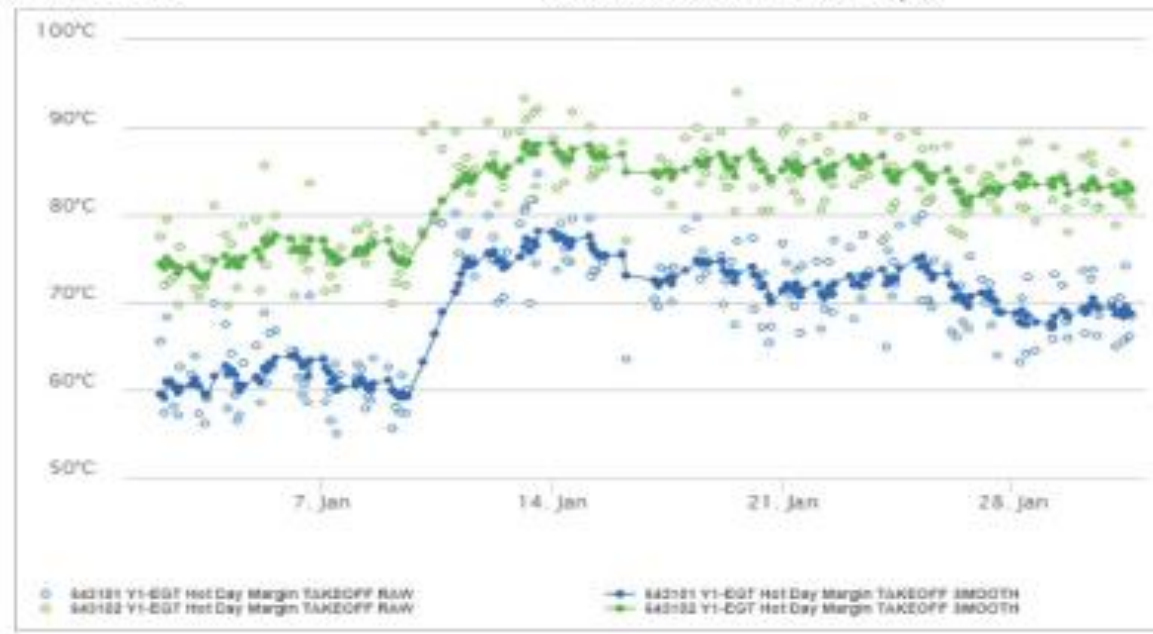
กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

11. ETOPs Part Control: A program should be in place to ensure that non ETOPs parts are not issued to ETOPs aircraft, or clearly identified as non ETOPs parts.

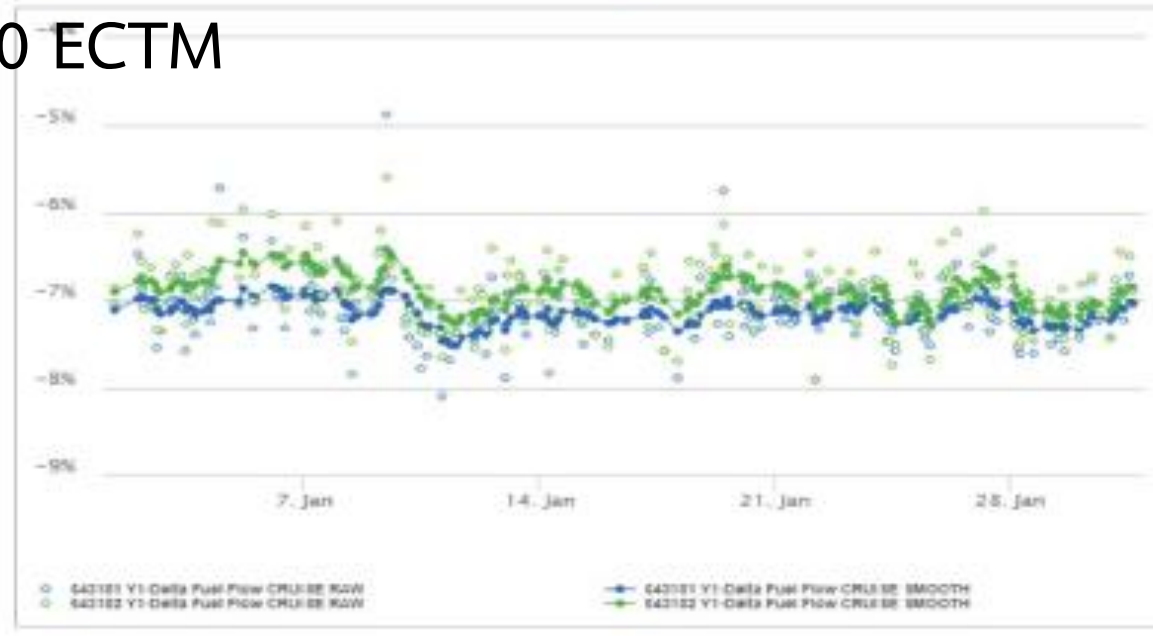
12. APU High Altitude Start Reliability Program: In flight start and run capability of the APU, at altitude, must be tested and a 95% reliability rate maintained.

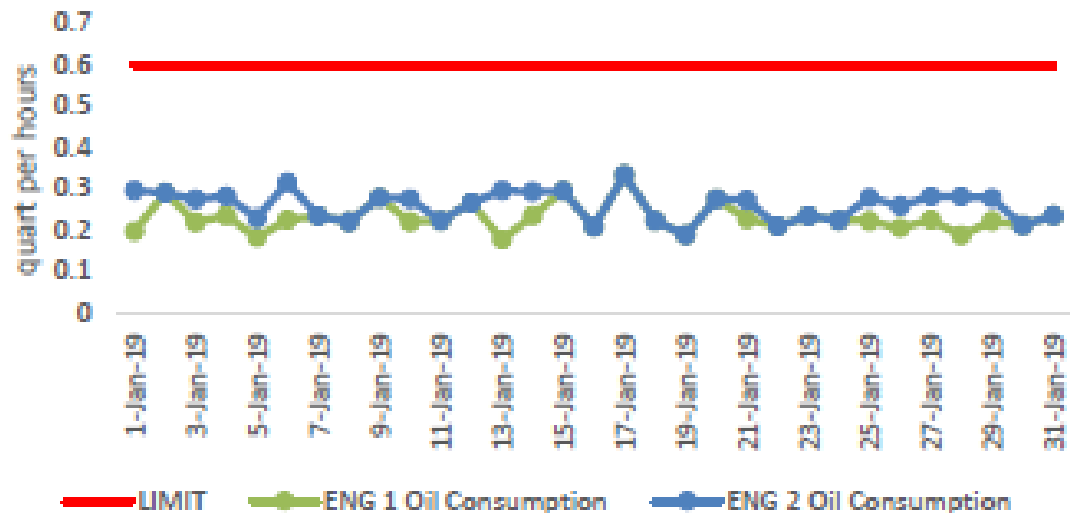
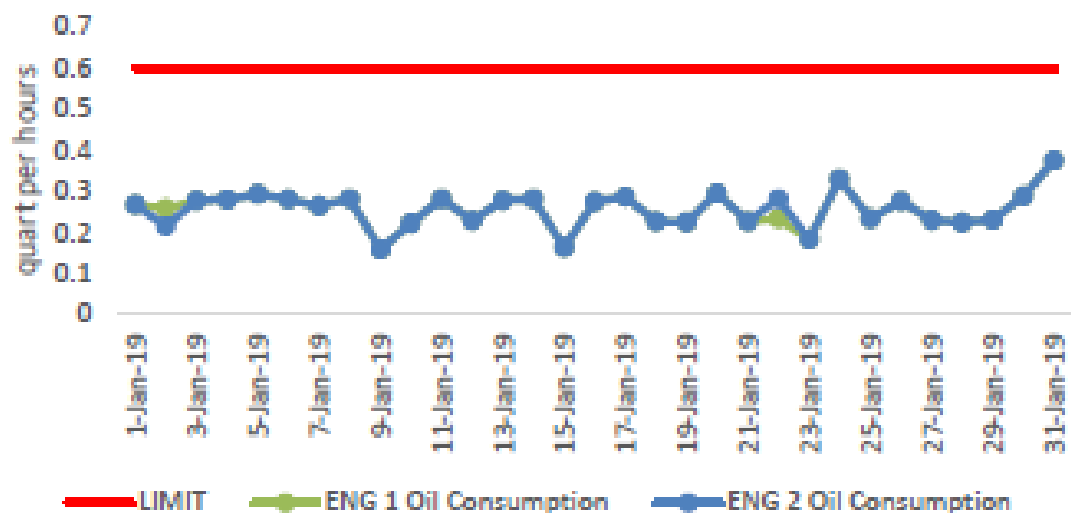
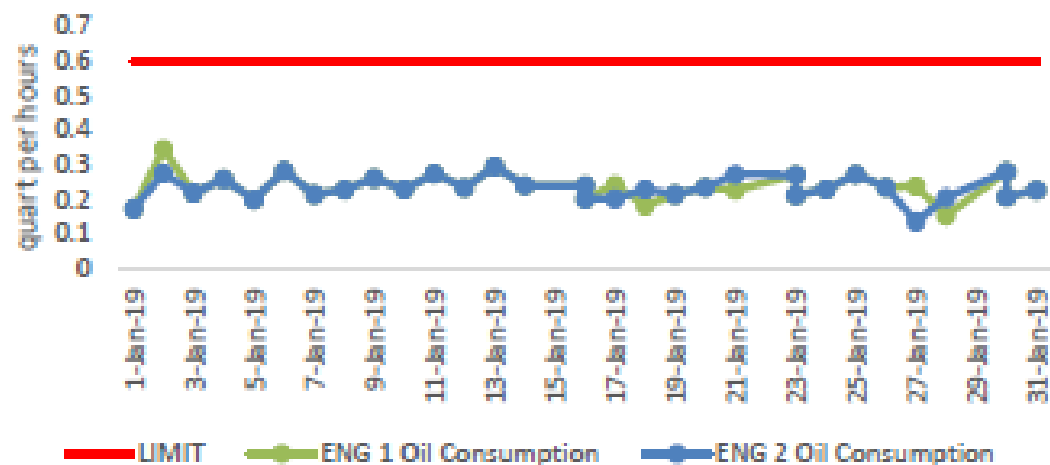
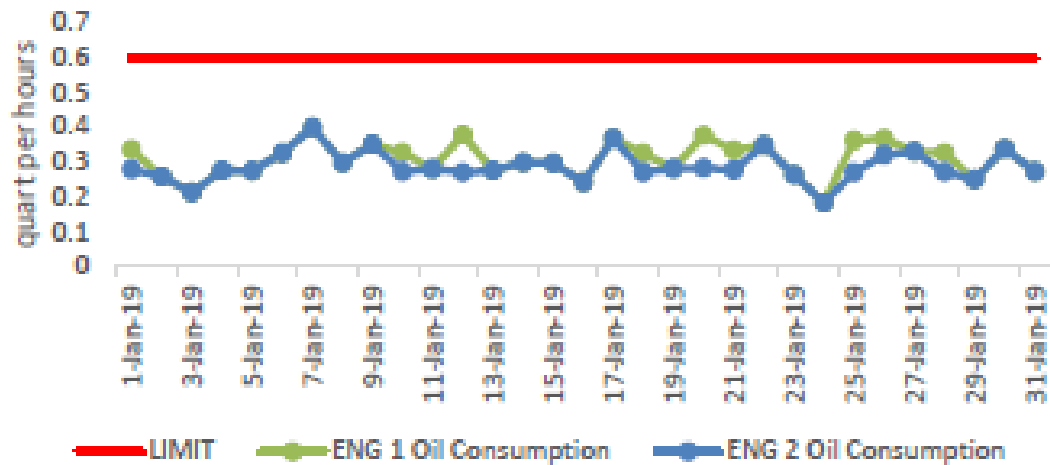
A320-214 ECTM





A320-200 ECTM





A320-200 OCM

A320-200 Ref. A320 AMM 72-00-00-200-008-A Rev. Date Feb 01,2018 (3) Oil Consumption
 (a) Normal oil consumption is not expected to exceed 0.57 l.hr (approximately 0.60 quart.hr) (0.15 USgal.hr).



- ◆ Boeing Document D626A001 the Manufacturers Maintenance Planning Data, derived from the MRBR, for the B737NG details that any operation **less than 100 flight hours per months or 1,200 flight hours per year** should consider following a low utilization maintenance program.
- ◆ It has been the practice in the past that when an operator wished to use an aircraft for missions that do not meeting the operating parameters detailed in the MRBR / MPD **to adjust the maintenance schedule tasks from their usage based intervals to those of a calendar based interval.**
- ◆ For example tasks with an interval of 5000 flight hours intervals, usage based, would have been converted to 3 years intervals



4. Maintenance Engineering Planning



Aircraft Maintenance Engineering is just like any other technical management discipline. Five main activities can be identified the need to take place

1. **Defining what has to be done.** The Scheduled Maintenance Program & the additional work program.
2. **Planning what has to be done.** The Maintenance Planning sections tasks.
3. **Implementation of the Plan.** The Production Planning and Control section in close coordination with the Maintenance / Production section.
4. **Completion of the Plan.** The Maintenance / Production section assisted with the Maintenance Production Planning and Control section.
5. **Evaluation and Review** of tasks 1 to 4 above and on going review of the in operation findings.



Maintenance Engineering Planning

Systems Engineers

Engineering Section:
Modifications, Bulletins,
Documents, Manuals, & the
Maintenance Programme.

Hangar Operations

**Maintenance /
Production Section:**
Manpower Requirements
& Facilities.

Operations

Operations Dept:
Utilisation & Maintenance
Slots.

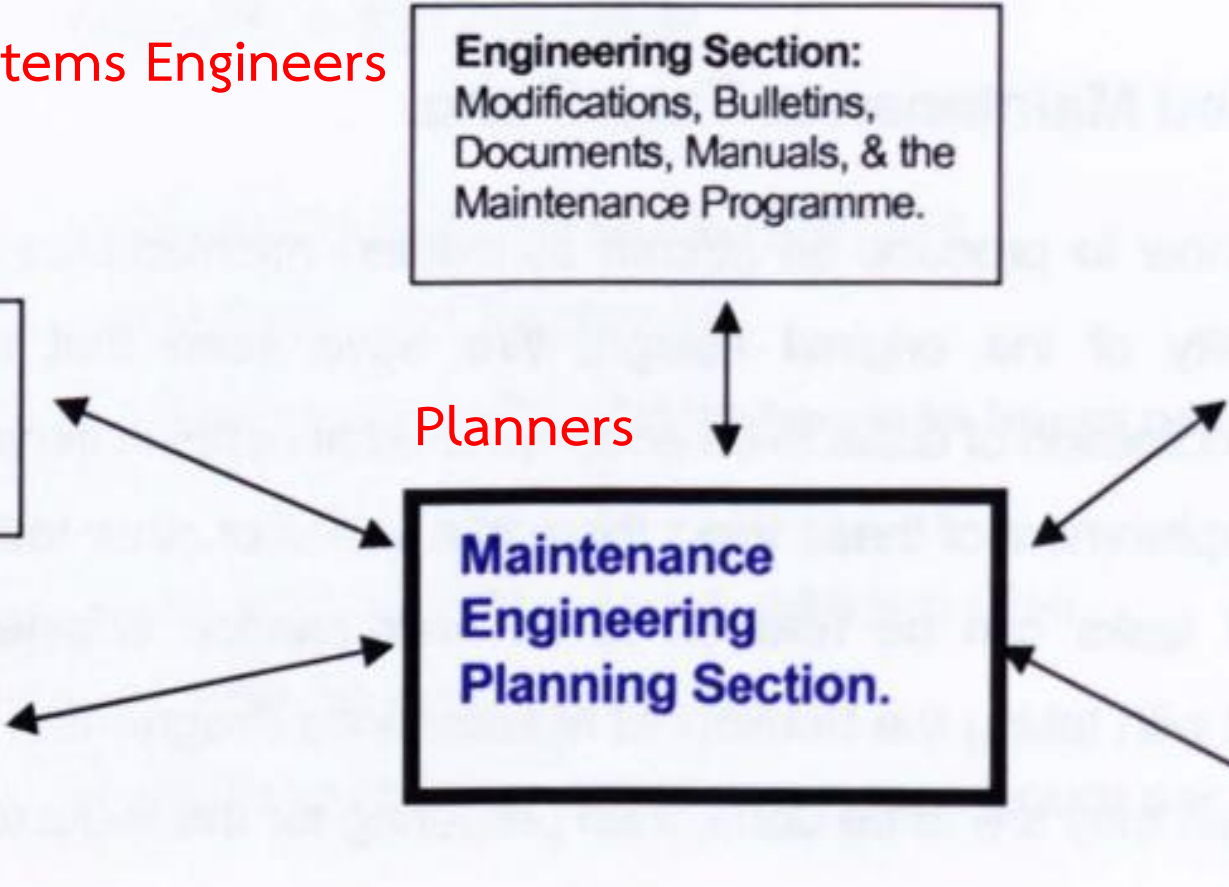
Planners

**Maintenance
Engineering
Planning Section.**

Finance Dept:
Maintenance Costs
& Budget
Financial

Logistics

**Material & Inventory
Section:** Tools & Spares
requirements.





8 Planning Activities

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

1. The Scheduled Maintenance **Routine Work Scope**. Identifying significant tasks.
2. The **Routine Work Documents** required to accomplish the Work Scope.
3. The **Additional Work Scope** other than the Scheduled Maintenance tasks to be aligned at this down time with the Work Scope. i. e. Service Bulletins, A.D. Airworthiness Directives, Component Changes, etc. Identifying significant tasks.
4. The **Additional Work Documents** required to accomplish the Additional Work Scope.
5. The complete Work Scope **material requirement, tools and parts**. Shortages must be identified at this time also.



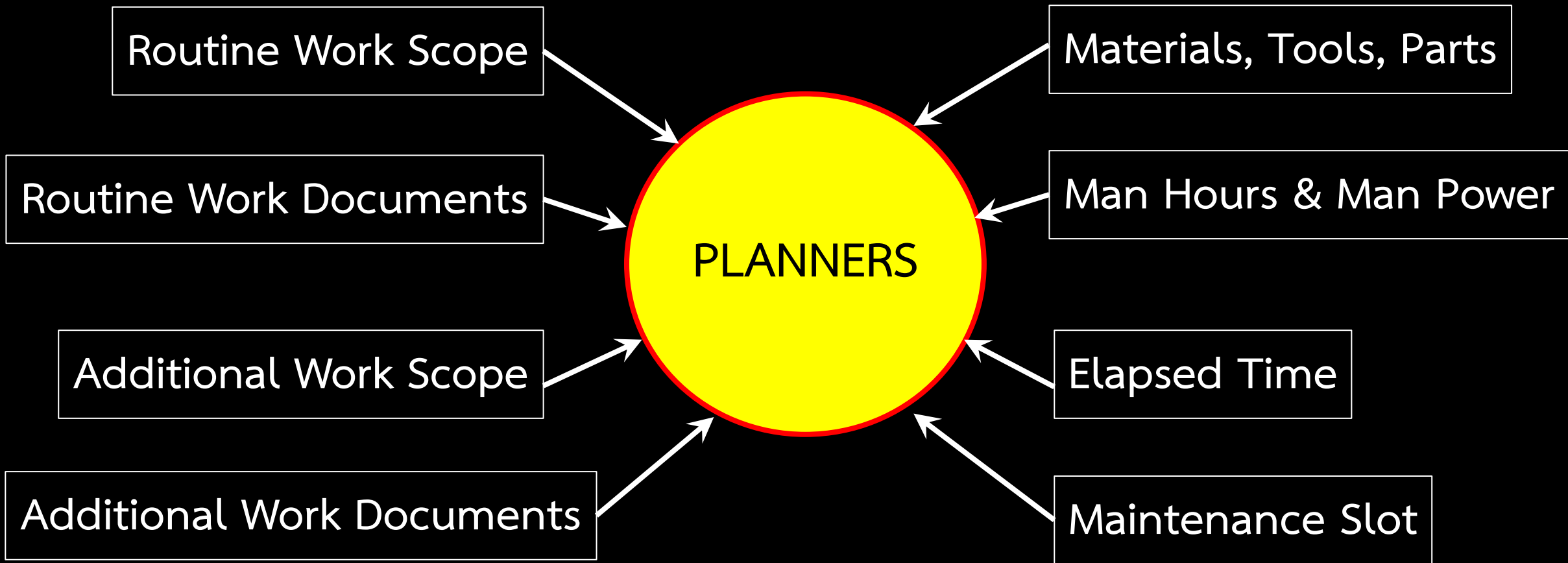
8 Planning Activities

6. The Work Scope **man-hour and manpower requirement** to accomplish the complete Work Scope. This includes the skills required, identifying where external assistance may be needed.
7. The total Work Scope required **elapsed down time** required to complete the complete Work Scope.
8. A point in the future, a **Maintenance Slot**, before the exceedance of any task intervals in the work scope, where the aircraft is taken out of operation with the Operation Departments agreement and the Maintenance Sections agreement.



8 Planning Activities

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering



$$\text{Work Days} = \text{TT MH} / (\text{Crew Size} * 1 \text{ Man Day})$$



- ◆ งานสำคัญของการวางแผนด้านกำลังพลก็คือต้องทราบจำนวน ชม. คนที่ต้องการตาม Work Scope แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ Manpower Available ที่เรามีอยู่ว่าเพียงพอหรือไม่ ? อย่างไร ? เพื่อพิจารณาหาหนทางปฏิบัติให้งานซ่อมแล้วเสร็จตามแผนที่วางไว้
- ◆ ตามปกติแล้ว จนท.ช่าง 1 คน ใน 1 ปี จะมีเวลาทำงานตลอดทั้งปี (นับวันป่วย วันลา วันลาพักผ่อนแล้ว) = 209 วัน
- ◆ ใน 1 วัน จนท.ช่าง 1 คน จะทำงานได้ตามเวลาปกติ = 6.92 ชม.
- ◆ ดังนั้นใน 1 ปี จนท.ช่าง 1 คน จะมี ชม.คน = $209 * 6.92 = 1,446$ ชม.คน
- ◆ **1 Man Year = 1,446 Man Hours**



Standard Man Power

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ 1 Calendar Year = 209 Work Days
 - ◆ 1 Work Day = 6.92 Hours / 1 Man
 - ◆ 1 Man Day = 6.92 Man Hours
 - ◆ 1 Man Year = 209 * 6.92 = 1,446.28 Man Hours
-
- ◆ Work Days = Total Man Hours / (Crew Size * 1 Man Day)
 - ◆ E.g. A major aircraft modification would take 3,000 man hours. If the crew size is 5 man daily. What would be the modification work days ?
 - ◆ Solution: Work Days = 3,000 / (5 * 6.92) = 86.7 = 87 Days.



Definitions

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

Definition of Line Maintenance: A package of scheduled maintenance tasks that do not require extensive access or downtime. Daily, Transit, Night Stop, Daily Non Flying, & Day Non Flying and the Monthly series are considered line maintenance.

Definition of Minor Maintenance: A package of scheduled maintenance tasks that may require some extensive access or downtime. The A-check series is considered minor maintenance.

Definition of Major Maintenance: A package of scheduled maintenance tasks that do require extensive access or downtime. The C-check series is considered major maintenance.



1. Short Term Maintenance Planning:
from *1 day to 3 months*.
2. Medium Term Maintenance Planning:
from *3 months to 18 months*.
3. Long Term Maintenance Planning:
from *18 months to 6 years*.



Short Term Maintenance Planning (1 วัน – 3 เดือน):

◆ Short Term Maintenance Planning มีข้อควรปฏิบัติอยู่ 2 ประการคือ

1. วางแผนนำ บ.เข้ารับการตรวจซ่อม โดย**ให้ยุทธการสามารถใช้งาน บ.ได้นานที่สุด ก่อนครบ Due Date**
2. วางแผนนำ บ.เข้ารับการตรวจซ่อม โดย**เริ่มจากวันแรกของสัปดาห์ (วันจันทร์)** เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดสัปดาห์

◆ การวางแผนการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมนั้น ควรจะ**กำหนดให้ทำการตรวจภายในช่วงเวลา 10 % ของ Actual Due Time** ผู้วางแผน (Maintenance Planner) **จะต้องจัดเตรียม 8 Planning Activities ล่วงหน้าอย่างน้อย 4 สัปดาห์** ก่อนที่ บ.จะเข้ารับการตรวจซ่อมบำรุงตามระยะเวลาที่เป็น Minor Maintenance หรืองานตรวจที่ใช้ตั้งแต่ 40 – 200 ชม.คน หรือใช้ Elapsed Time ไม่เกินกว่า 1 – 5 วัน หรืองานตรวจประเภท A Check



Medium Term Maintenance Planning (3 เดือน – 18 เดือน):

- ◆ Medium Term Maintenance มีข้อควรปฏิบัติคือ ต้องกำหนด Downtime (Elapsed Time), กำหนด Maintenance Slots, กำหนด Work Scope และติดต่อประสานกับผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย
- ◆ นอกจากนี้ Medium Term Planning ยังต้องคำนึงถึง Man Power Available ที่มีอยู่ทั้งหมดในองค์กร รวมถึง Tooling & Equipment และ AGE
- ◆ 8 Planning Activities ยังคงต้องปฏิบัติสำหรับการวางแผนการซ่อมบำรุงระยะกลางเช่นเดียวกัน
- ◆ สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการวางแผนการซ่อมบำรุงในระยะกลางคือ “ต้องให้การปฏิบัติงานจริงเป็นไปตามแผนที่วางไว้ (Conductor Actual as Planned)” ซึ่งจะต้องพิจารณารายละเอียดมากขึ้นจากเดิมที่ได้เคยวางแผนมาก่อนหน้านี้คือได้วางแผนในระยะยาวมาแล้ว

Medium Term Maintenance Input Plan. 2004 / 2005

04/05

MONTHS	WEEKS																																																		
	JUNE				JULY				AUGUST				SEPTEMBER				OCTOBER				NOVEMBER				DECEMBER				JANUARY				FEBRUARY				MARCH				APRIL				MAY				JUNE		
AIRCRAFT / REGISTRATION																																																			
XXX XXX B747 SP XX-XX1	<div style="text-align: center;">RAMADAN</div>																																																		
B747-400 XX-XX2																																																			
B747-400C XX-XX3	<div style="text-align: center;">D Chk + VIP Conversion</div>																																																		
B737-700IGW BBJ1 XX-XX4																																																			
B737-700IGW BBJ1 XX-XX5																																																			
B737-800 BBJ2 XX-XX6	<div style="text-align: center;">VIP Interior Input</div>																																																		
XXX XXX B737-700IGW BBJ1 XX-XX7																																																			
B737-700IGW BBJ1 XX-XX8																																																			

Scale by Month

Green : Maintenance months
 Red : Maintenance to be avoided.
 Note: The two week periods in various months to be done at once.
 Produced by : M & E Planning Section

Medium Term Maintenance Plan

F: Flying
 T: Test Flight
 V: Verification Flight
 C of A: GCAA / Engineering documentation



Long Term Maintenance Planning (18 เดือน – 6 ปี):

- ◆ Long Term Maintenance บางครั้งเรียกว่า Master Planning ทำให้ทราบถึง Cash Flow, ทราบ Downtime และงานที่สำคัญ ซึ่งประกอบด้วยงาน Minor & Major Checks, Major Component Changes, Major Modification Program เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นภายในเวลา 6 ปีข้างหน้า เพื่อให้เห็นภาพของ Hangar Slot และประมาณการงบประมาณที่ต้องใช้
- ◆ Long Term Planner จะต้องเข้าใจถึงระบบการตรวจซ่อมบำรุงเป็นอย่างดี ทราบถึง Due Times ต่าง ๆ และทราบถึงอัตราการใช้งาน บ. (Aircraft Utilization Rate) รวมถึงการปรับปรุงดัดแปลงระบบต่าง ๆ ของ บ. นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องของ Material & Tool Availability และความต้องการด้านกำลังพล, สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าในห้วงเวลาใดบ้างที่อาจเกิดสภาพขาดแคลนกำลังพล หรือไม่มี Dock / Hangar Slot เป็นต้น



Long Term Maintenance Planning (18 เดือน – 6 ปี): (ต่อ)

◆ การวางแผนการซ่อมบำรุงระยะยาวที่ไม่ชัดเจน (Inaccurate Long Term Planning) นั้น จะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. **Insufficient maintenance slots & operational requirements:** เกิดปัญหา Hangar Slots และไม่มี บ.ใช้งาน
2. **Insufficient skilled manpower:** เกิดปัญหาขาดแคลนกำลังพลที่ชำนาญงาน
3. **Insufficient Maintenance Facilities:** เกิดปัญหาขาดแคลนสิ่งอำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุง

LONG TERM MXX4TENANCE INPUT PLAN.

PERIOD : 2004 - 2007

■ Dates to be avoided for widebody long downtimes

■ Ramadan

MONTH WEEK	JANUARY				FEBRUARY				MARCH				APRIL				MAY				JUNE				JULY				AUGUST				SEPTEMBER				OCTOBER				NOVEMBER				DECEMBER															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52								
2004	XXX/308 Interior Jet Basel 3 to 26				XX4 7A CHK				XX4 KLM C/A CHK 29 May to 18 Apr XX2 A Chk / ZYCP/C				XX8/303 7A CHK				XX6 Carpet				XX2 A Chk				XX4 8A CHK				XX2 A Chk				XX8 8A CHK 16 to 22 KLM 25 to				XX1 A				XX1 A				XX2 A Chk				XX8 8A CHK				XX2 A Chk				XX1 A			
2005	XX1 1st to 36th C Chk HAM				XX2 26 to 1/4 1/2/3C CHK				XX1 A Chk				XX1 A Chk				XX1 A Chk				XX2 A Chk				XX1 A Chk AD-HOC				XX2 A Chk				XX4 8A Chk				XX8 11A Chk				HStab XX8 16A Chk				XX1 C Chk 8th Dec															
2006	XX1 with C Chk escalation 18th Feb				XX4 11A Chk				XX2 A Chk				XX4 10A Chk				XX1 A Chk				XX2 A Chk				XX1 A Chk				XX2 A Chk				XX4 11A Chk				XX8 1A Chk				XX1 #4 E/C				XX1 C Chk if not escalated				XX3 2C/12A											
2007	XX1 #3 E/C				XX4 1A Chk				XX8 2A Chk				XX8 1A Chk				XX4 2A Chk				XX4 2A Chk				XX8 3A Chk				XX4 1A Chk				XX8 2A Chk				XX1 C Chk if escalated																							

Scale by Months & Years

Long Term Maintenance Plan



- ◆ Production Planning and Control มีงานหลักที่จะต้องทำคือ
 1. Task Sequencing: คือการเรียงลำดับการปฏิบัติงาน
 2. Produce Gantt Chart or MDP (Maintenance Details Plan): สร้าง Gantt Chart / MDP
- ◆ Gantt Chart หรือ MDP ที่ดี จะต้องกำหนดระยะเวลาในการแก้ไขข้อขัดข้องที่ตรวจพบ (Defects / Findings) ไว้ด้วย
- ◆ หลักการวางแผนที่ดีก็คือ “**งานตรวจตามบัตรตรวจ (Scheduled Routine Tasks) นั้น ควรจะต้องแล้วเสร็จ (Inspection Complete) ไม่เกินกว่า 1/3 ของระยะเวลา Ground Time (หรือ Dock Day)**” ทั้งนี้เพื่อให้มีเวลาเหลือเพียงพอในการแก้ไขข้อบกพร่องที่ตรวจพบ (Rectify Defects)
- ◆ MDP จะแสดงรายละเอียดของแผนที่ได้วางไว้ (Planned) เปรียบเทียบกับความก้าวหน้าของงาน (Actual) ซึ่ง MDP Chart จะแสดง Legend Colors ที่ต่างกันให้เห็นได้ชัด เพื่อให้ทราบสถานภาพงานซ่อมว่าเป็นไปตามแผน (As Planned) หรือเร็วกว่าแผน (Lead) หรือช้ากว่าแผน (Lag)

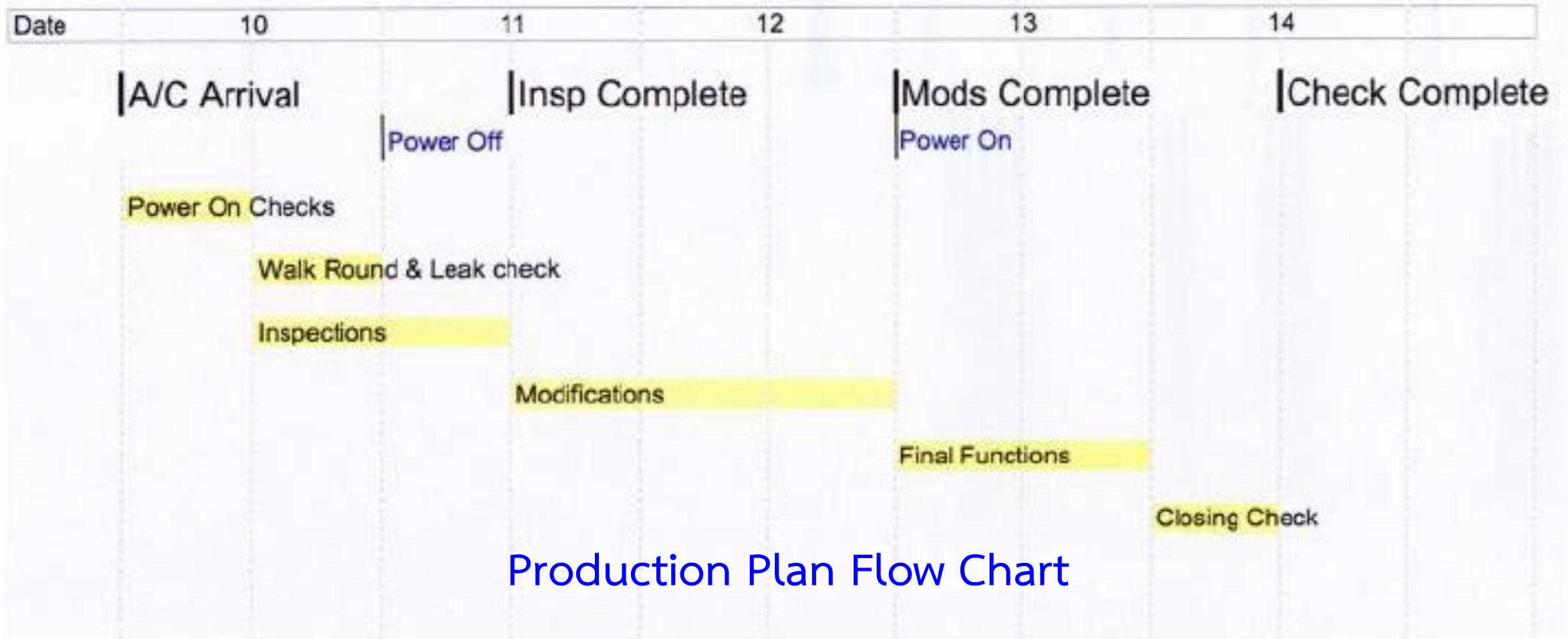


- ◆ เรื่องที่ยากมากประการหนึ่งก็คือ การประมาณระยะเวลาที่ต้องใช้สำหรับการแก้ไขข้อบกพร่องที่ตรวจพบ ตามปกติแล้วการประมาณเวลาในการแก้ไขข้อบกพร่องที่ตรวจพบดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับข้อมูลสถิติที่ผ่านมา, อายุการใช้งานของ บ. หรืออัตราการใช้งานของ บ. เป็นต้นข้อแนะนำของสัดส่วนระหว่าง Scheduled Tasks และ Non Routine (Defects / Findings) Tasks มีดังต่อไปนี้คือ:
 - ◆ **Aircraft Age of around 1.5 years** with a normal utilization:
1 hour routine generates 0.5 hours of non routine (**1: 0.5**)
 - ◆ **Aircraft Age of around 3 years** with a normal utilization:
1 hour routine generates 1 hour of non routine (**1: 1**)
 - ◆ **Aircraft Age of around 5 years** with a normal utilization:
1 hour routine generates 2 hours of non routine (**1: 2**)

XX-XXX 2A Check + Modifications

Input Date Start : 10 May 2002

Input Date Completion : 14 May 2002



Production Plan Flow Chart



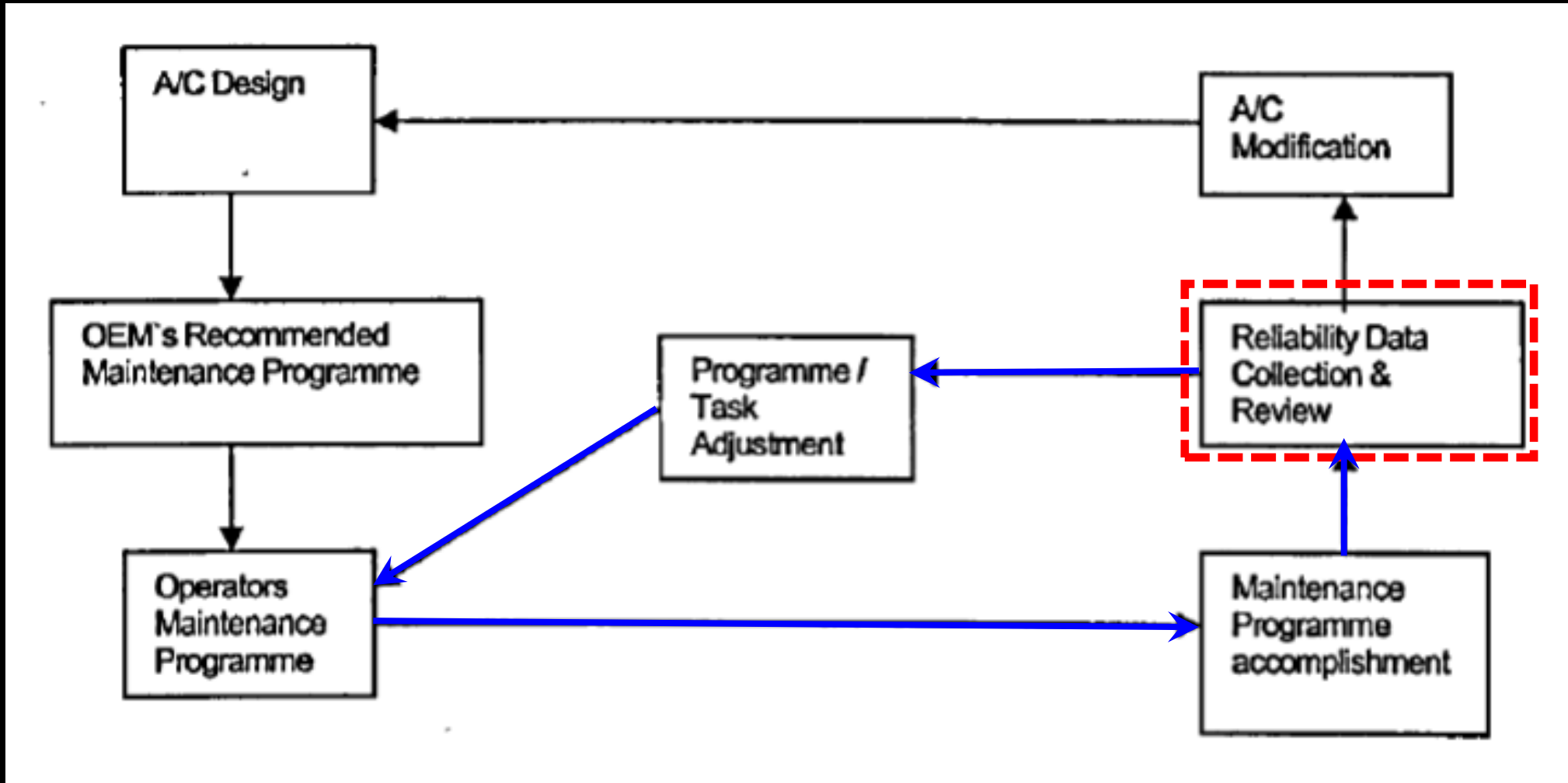
Task Optimization

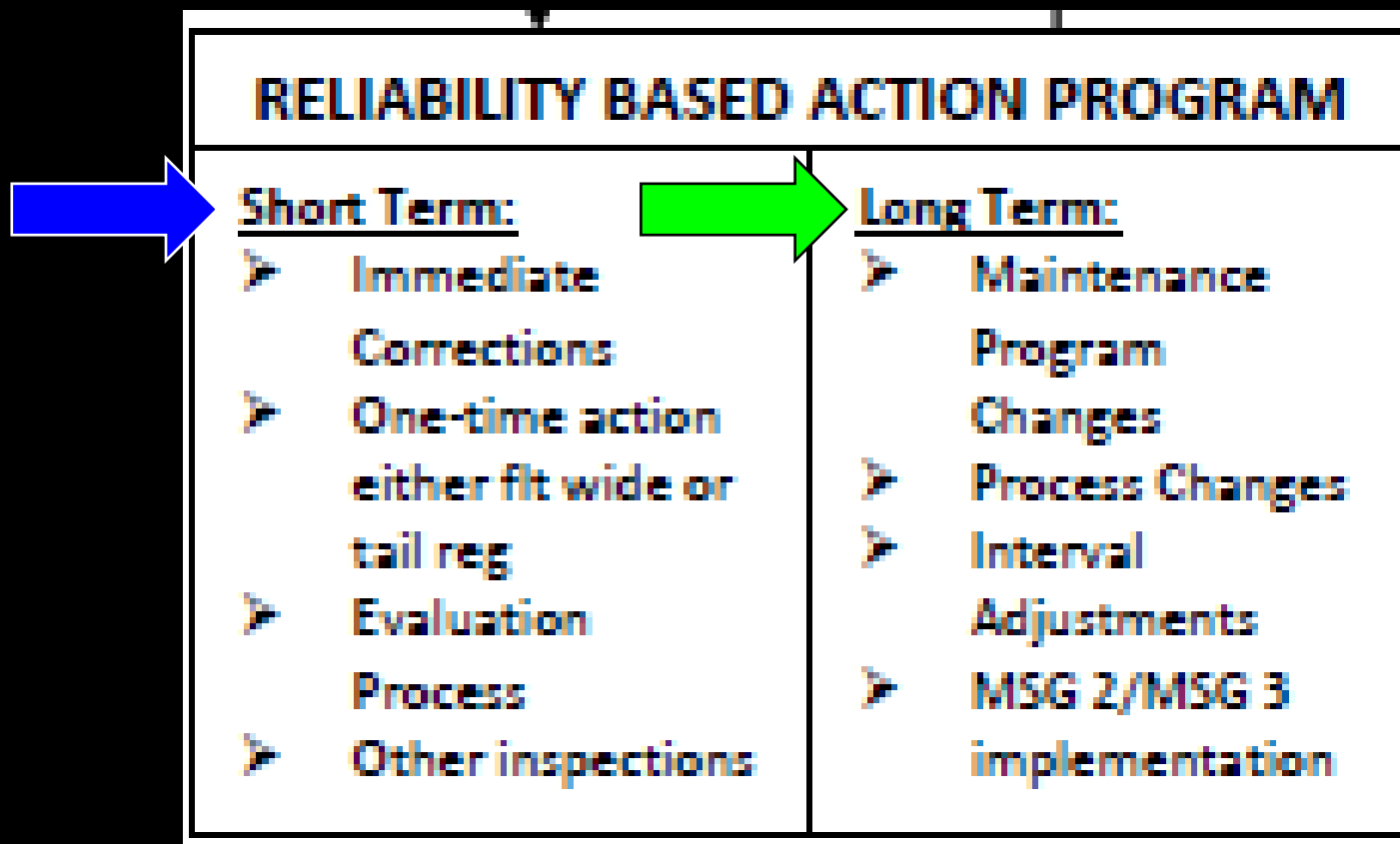
กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

- ◆ ผู้ใช้งาน บ.ควรจะต้อง Review Aircraft Maintenance Program อยู่เป็นประจำตาม
ห้วงเวลาที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม **ซึ่งตามปกติแล้วควรจะ Review ทุก ๆ 3 ปี** เพื่อ
ตรวจสอบบัตริตรวจของงานตรวจซ่อมบำรุงตามระยะเวลาว่ายังคงมีผลใช้บังคับหรือไม่
รวมทั้งประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร (Applicability &
Effectiveness)
- ◆ ทั้งนี้ให้ระลึกไว้เสมอว่า Aircraft Maintenance Program นั้นจะต้องมีการปรับปรุงให้
ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อให้ บ.มีความสมควรเดินอากาศ มีความเชื่อถือได้ และเกิดความ
ประหยัด



Task Optimization







เรียนเชิญซักถาม

กรมช่างอากาศยาน
Directorate Of Aeronautical Engineering

Reliability Engineering

vs.

Reliability Centered Maintenance (RCM)

As of 11th Nov. 2020

เป็นองค์กรที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการซ่อมสร้างอากาศยาน ให้มีความปลอดภัยและเป็นมาตรฐานสากล