รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ พลอยพานิช. การวิเคราะห์กระบวนการ.พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2544.

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2540.

เชิดเชลง ชิดชวนกิจ.วิศวกรรมการเชื่อม.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ , 2524.

ตระการ ก้าวกสิกรรม.วิศวกรรมระบบท่ออุตสาหกรรม.พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพมหานคร ,2544.

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ.การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับ รถยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540.

ธวัชชัย นาวาล้ำเลิศ. การประกันคุณภาพสำหรับการบริหารโครงการของโรงบำบัดน้ำ.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542.

นิพนธ์ ชวนะปราณี . การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA ในงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า, 2543.

พิศิษฐ์ เจริญกิจวิวัฒน์ . การปรับปรุงคุณภาพสินค้าสำหรับลูกค้าในกรณีศึกษาของโรงงานประกอบต่อสายเครื่องควบคุมไฟฟ้าและขั้วต่อปลายไฟฟ้า . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

อรรถพล ฤทธิภักดี. การปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกในอุตสาหกรรมรถยนต์.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ภาษาอังกฤษ

Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motor Corporation. Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual. Third Edition,July,2001.

Jerry Bank. Principles of Quality Control.(n.p.):John Wiley&Sons,1989.

รายการอ้างอิง

แหล่งที่มา:http://www.bchid.dip.go.th

แหล่งที่มา:http://www.nidambell.net

แหล่งที่มา:http://www.oie.go.th

แหล่งที่มา:http://www.trgroup.th.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานการปฏิบัติงาน

แผ่นที่	1/2
เลขที่เอกสาร	WS01I016042
ฉบับที่	1 แก้ไขครั้งที่ 0
วันที่ออก	27 / 06 / 2006
วันที่บังคับใช้	30 / 06 / 2006

ผู้อนุมัติ
ผู้ตรวจสอบ
ผู้จัดทำ

ชื่อขั้นตอน :	ขั้นตอนที่ :	ชื่อชิ้นงาน :	หมายเลขชิ้นงาน :	ระดับความสำคัญ :	ECN. NO. :
ASS'Y BRAZING STEP 1	40	PIPE ASSY	WE01 10 2E0	B	05D-0340

ขั้นตอนการทำงาน	จุดสำคัญในการทำงาน
1.ตรวจสอบรายชื่อพนักงานที่สามารถเชื่อมPart number นี้ได้	- พนักงานที่สามารถเชื่อม Part number นี้ได้ต้องผ่านการอบรม เข้าใจและสามารถปฏิบัติตาม WS ฉบับนี้ได้
2. ตรวจสอบสภาพทั่วไปของJig	- เสาไม่โยกคลอน,บริเวณหน้าสัมผัสของ Jig ที่ต้องสัมผัสกับงานต้องไม่มีสิ่งสกปรก - นำ Master มาตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของ Jig ต้น กลาง และ ท้าย Lot การผลิต การ Set up meter ต้น,กลาง, ท้าย ของLot
3.ปรับความดันของแก๊สอะซิทิลีน และแก๊สออกซิเจน	แก๊ส / ความดัน / รูปภาพประกอบ อะซิทิลีน: 0.03-0.05 Mpa หรือ 0.3-0.5kg/cm² ออกซิเจน: 0.3-0.5 Mpa หรือ 3-5 kg/cm² เข็มต้องชี้อยู่ในส่วนนี้
4.ปรับเปลวไฟแบบ นิวทรัล ใช้หัวเชื่อมเบอร์ 140	ออกซิเจนไม่เพียงพอ ดี ออกซิเจนมากเกินไป (เปลวไฟชั้นใน) 10-20 mm 150-200 mm
5.ประกอบชิ้นงานเข้ากับ Jig	-ชุบFluxที่ปลายท่อทุกครั้งก่อนการประกอบ จุ่ม FLUX -ประกอบท่อกับ Connector และสับ Pin Max-Min ซึ่งท่อที่สั้น หรือยาวจะไม่สามารถสับ Pin ได้ ห้ามเชื่อมประกอบ Pin Max-Min อยู่ในร่อง

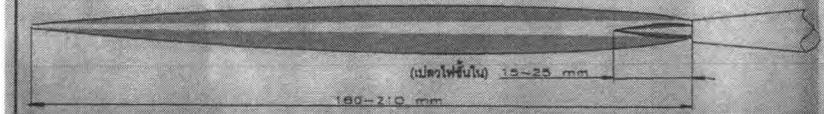
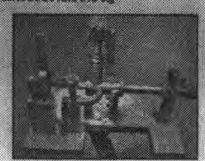
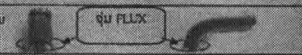
ขั้นตอนการทำงาน	จุดสำคัญในการทำงาน
6.ให้ความร้อนก่อนเติมลวดเชื่อมบริเวณจุดต่อของ Pipe กับ Connector	- องศาของหัวเชื่อมทำมุม 30 -50 องศา - ให้ความร้อนโดยรอบท่อ - ระยะห่างของหัวทิพกับชิ้นงาน 10-20 mm. ประมาณ30-60 องศา ประมาณ10-20 - ให้ความร้อนชิ้นงานบริเวณรอยต่อ ท่อ กับ Connector โดยให้เปลวไฟจี้เหลื่อมมาที่ Connector มากกว่าท่อ จนชิ้นงานร้อนแดง(ดังรูป) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 250-400 °C (เวลาประมาณ 10-25 วินาที) พร้อมสำหรับการเติมลวด
7.เติมลวดเชื่อม ϕ 1.6 mm.	- เมื่อ ท่อ กับ CONNETOR ร้อนเป็นสีแดงพร้อมสำหรับการเติมลวดแล้ว ขีดเติมลวดเชื่อมโดยจี้ลวดเชื่อมไประหว่าง ท่อกับ CONNETOR พร้อมกับใช้เปลวไฟชั้นในจี้ที่ปลายลวดเชื่อมเพื่อหลอมละลายทองเหลือง - ใช้เปลวไฟเป่าไล่ทองเหลืองให้รอบจุดเชื่อม
8.ถอดชิ้นงานออกจาก Jig และทำการตรวจสอบ Fillet, การขึมลึกและ Appearance (ไม่โหลล้อย ,ไม่เป็นสามเหลี่ยม ,ท่อไม่สั้นกว่าความหนาของ Connector)	การตัดสินใจ / รอยเชื่อม Fillet / การขึมลึก 2 mm.(Max) 2 mm.(Min) 0.8 (Min) ทองเหลืองขึมผ่านโดยรอบ ทองเหลืองขึมด้านเดียว ทองเหลืองไม่ขึม จุดนี้ถือว่าเป็นของเสีย ทองเหลืองขึม 2ด้านครึ่งรอบ
9.ทำความสะอาดคราบ Flux ก่อนการเชื่อมทุกๆ 2 รอบการเชื่อม	1.ใช้เปลวไฟให้ความร้อนจน Flux เริ่มละลาย 2.ใช้เปลวไฟไล่ Flux 3.ใช้แปรงทองเหลืองขัด

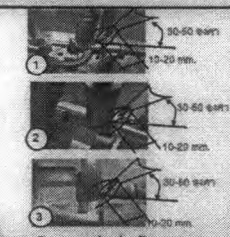
มาตรฐานการปฏิบัติงาน

แผ่นที่ 2/2
เลขที่เอกสาร WS071016042
ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 0
วันที่ออก 27 / 06 / 2006
วันที่บังคับใช้ 30 / 06 / 2006

ผู้อนุมัติ
ผู้ตรวจสอบ
ผู้จัดทำ

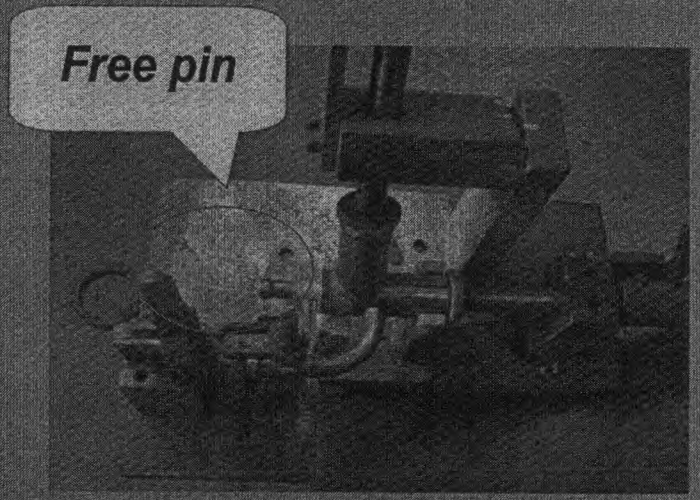
ชื่อขั้นตอน :	ขั้นตอนที่ :	ชื่อชิ้นงาน :	หมายเลขชิ้นงาน :	ระดับความสำคัญ :	ECN. NO. :
ASS'Y BRAZING STEP 2	50	PIPE ASSY	WE01 10 2E0	B	05D-0340

ขั้นตอนการทำงาน	จุดสำคัญในการทำงาน
1.ตรวจสอบรายชื่อพนักงานที่สามารถเชื่อมPart number นี้ได้	- พนักงานที่สามารถเชื่อม Part number นี้ได้ต้องผ่านการอบรม เข้าใจและสามารถปฏิบัติตาม WS ฉบับนี้ได้
2. ตรวจสอบสภาพทั่วไปของJig	- เช่าไม่ใกล้คลอบ,บริเวณหน้าสัมผัสของ Jig ที่ต้องสัมผัสกับงานต้องไม่มีสิ่งสกปรก
3.ปรับความดันของแก๊สอะเซทิลีน และแก๊สออกซิเจน	แก๊ส / ความดัน / รูปภาพประกอบ อะเซทิลีน 0.03-0.05 Mpa หรือ 0.3-0.5kg/cm² ออกซิเจน 0.3-0.5 Mpa หรือ 3-5 kg/cm²
4.ปรับเปลวไฟแบบ นิวทรัล ใช้หัวเชื่อมเบอร์ 200 	ออกซิเจนไม่เพียงพอ ดี ออกซิเจนมากเกินไป
5.ประกอบชิ้นงานเข้ากับ Jig 	-จุ่มFluxเติมปลายท่อทุกครั้งก่อนการประกอบ  -ประกอบ Connector และท่อ 8 mm. ที่เชื่อมมาจากStep 1 -เชื่อมProท่อใหญ่ตำหนดสำหปงรู แล้วประกอบท่อ 10 mm. - ประกอบท่อใหญ่

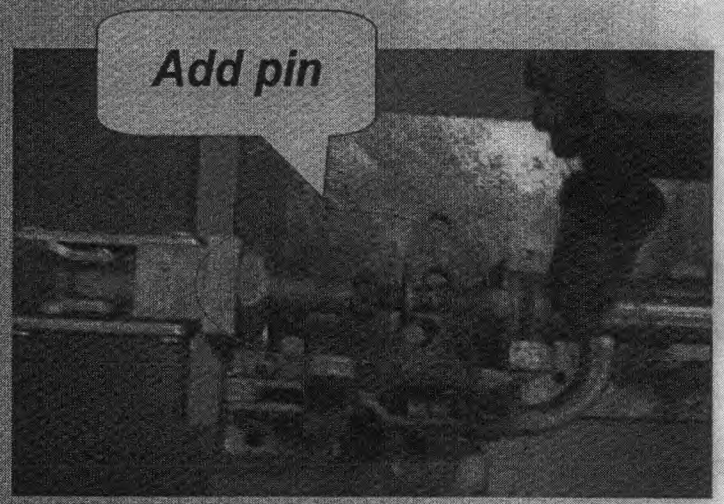
ขั้นตอนการทำงาน	จุดสำคัญในการทำงาน
6.ให้ความร้อนท่อนเติมลวดเชื่อมบริเวณ จุดต่อของ Pipe กับ Connector	- ลำดับการเชื่อมตามรูป  - องศาของหัวเชื่อมทำมุม 30 -60 องศา - ทิศทางการให้ความร้อนตามลูกศร - ระยะห่างของหัวทิพกับชิ้นงาน ประมาณ 10-20 mm. - ให้ความร้อนชิ้นงานบริเวณรอยต่อ ท่อ กับ Connector โดยให้เปลวไฟชี้เหลื่อมมาที่ Connector มากกว่าท่อ จนชิ้นงานร้อนแดง(ดังรูป) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 250-400 oC (เวลาประมาณ 10-20 วินาที ในแต่ละจุด) พร้อมสำหรับการเติมลวดให้เติมลวดดังนี้ ให้ความร้อนจุดที่ 1 ⇒ เติมลวดจุดที่ 1 ให้ความร้อนจุดที่ 2 ⇒ เติมลวดจุดที่ 2 ให้ความร้อนจุดที่ 3 ⇒ เติมลวดจุดที่ 3
7.เติมลวดเชื่อม Ø 2.4 mm.	- เมื่อ ท่อ กับ CONNETOR ร้อนเป็นสีแดงพร้อมสำหรับการเติมลวดแล้ว จึงเติมลวดเชื่อม โดยจี้ลวดเชื่อมไประหว่าง ท่อกับ CONNETOR พร้อมกับใช้เปลวไฟชั้นในจี้ ที่ปลายลวดเชื่อมเพื่อหลอมละลายทองเหลือง - ใช้เปลวไฟเป่าไล่ทองเหลืองให้รอบจุดเชื่อม ทีละจุด
8.ถอดชิ้นงานออกจาก Jig ทำการ ตรวจสอบ Appearance และ Inspection Jig	- ตรวจสอบAppearance100% คือ ทองเหลืองไม่ไหลย้อยหน้าสัมผัส, ไม่เป็นตามต
9.ทำความสะอาดคราบ Flux ก่อนการเชื่อมชิ้นต่อไปทุกครั้งเมื่อสังเกตุเห็นว่ามีคราบ Flux	- วิธีการทำความสะอาดคราบ Flux 1)ใช้เปลวไฟให้ความร้อนจน Flux เริ่มละลาย 2)ใช้น้ำยีดไล่ Flux 3)ใช้แปรงทองเหลืองขัด บริเวณที่ต้องหมั่นตรวจสอบคราบ Flux

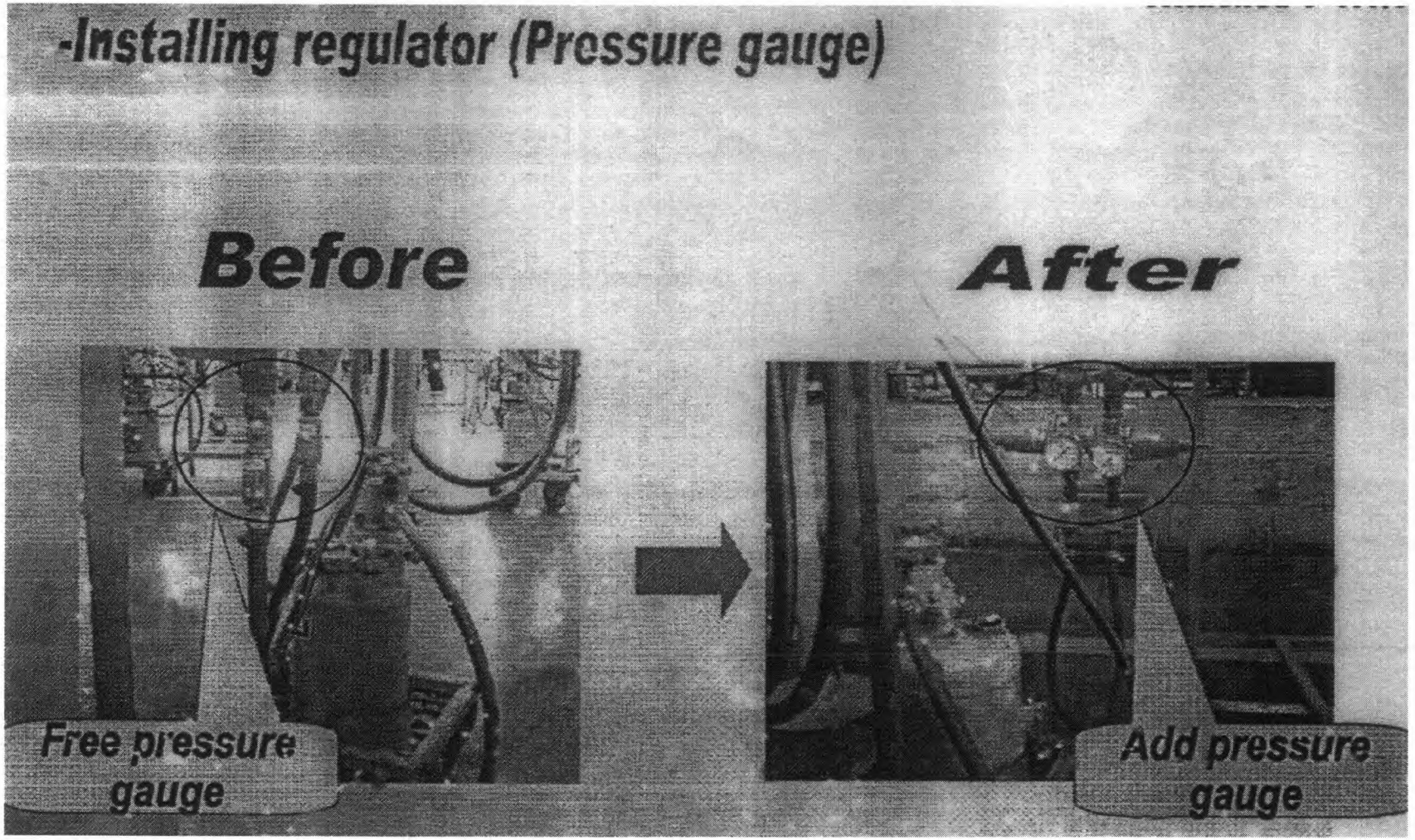
1)Improve welding jig for control gap.

Before



After

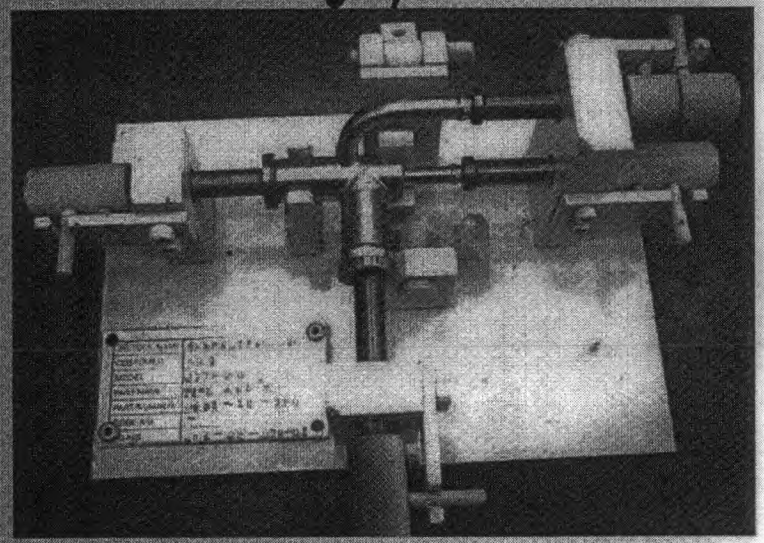



-Installing regulator (Pressure gauge)
Before
After
Free pressure gauge
Add pressure gauge

Set up 1 pcs. should confirm with jig before start run.

Add set up 1 pcs.(parts from 1 position ofbrazing 1)

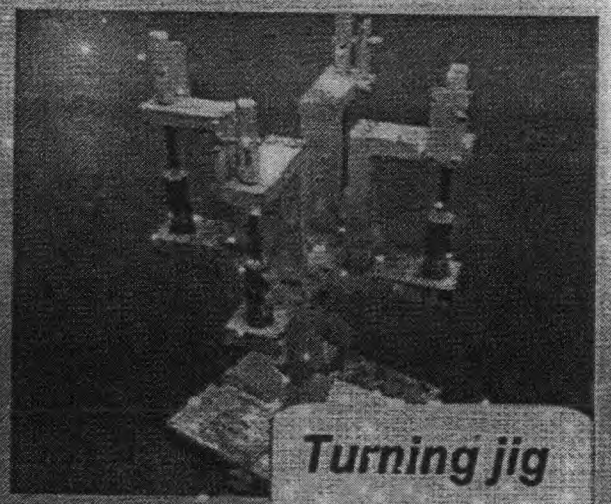
- **Working standard**
- **Control plan**



-Study brazing jig concept turn around.

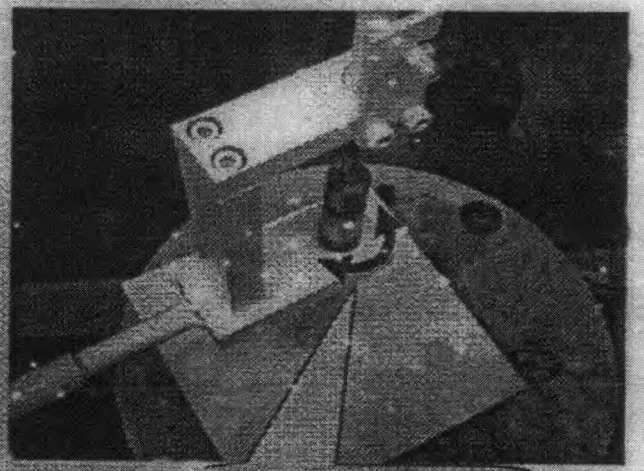
-Improved old jig to turn around.

Before



Turning jig

After

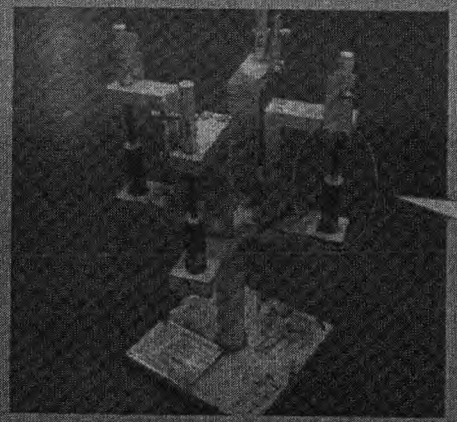


Turning part

Investigate can't insert inspection pin 1 pc.

Analysis result

Cause: Position 3 of brazin jig step concentric 0.3.



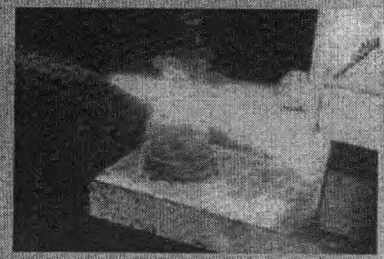
Improve concentric

Corrective: Improve jig actual=0.05

Set up cleaning flux remove from welding jig to control welding quality.

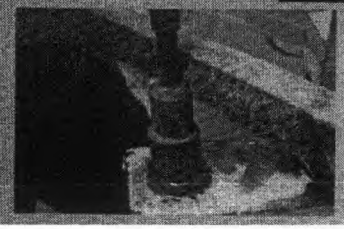
Add cleaning every 2 cycle

- **Working standard**
- **Control plan**



1

2



3

CONTROL PLAN

(QUALITY CONTROL PROCESS CHART)

Document No. PP-EG-0065
Original Date : / Issue Date
Prototype / Pre-Launch / Mass Production / Effective Date

Part Name : PIPE ASS'Y		Part Quality Rank	Revision	Revision Date	Description Revise	Approval						
P/No. : WE 01 - 102E0	ECN No.	B	△									
			△									
Model : J 97 MU	04X0029		△				QA. Section Approve	Engineering Department Aprove	Production Section Seen	Quality Control Section Seen	Checked	Reported
			△									

Member : Engineering Dept. / Quality Control Sect. / Production Sect. / Quality Assurance Sect.	Supplier Code KT086	Main Contract / Phone Mr.Kamolsak Sukonwet / 02-3125141 Ext. 157	Customer	Approval	
				Checked	
				Checked	

Process Control			Control Point		Quality Rank	Control Method									
			Standard Characteristic					Sampling							
Item	Process Name	Machine , Tooling	Process Control	Product Control		Standard/ Specification	Measuring Equipment	Number	Frequency	Incharge	Document	Record	Reaction Plan	Incharge	Remark
20-22	Deburr	Deburring M/C	-	Appearance	B	No Burrs +0.3	Visual	All	every Lot	Production	Working Std.	-	Re Polishing	Production	
20-23	Forming Bulge	Chuck & Punch , M/C	M/C Set up		B	refer M/C Set up Working Std.	Visual	1 time	before production	Production	Working Std.	M/C Check Sheet	Re Set up	Production	
			Tool Surface		B	No Chip	Visual	1 time	before Production	Production	-	-	Cleaning	Production	
				Diameter Bulge	B	ϕ 9.3 ± 0.3	Vernier	3/3	First / Last	Production	Working Std.	Job Set up	Reset Tool,M/C, Separate Parts	Production	Job Set up
								3/3/3	Start/During/Finish	QC Line	-	Check Sheet	Separate Parts	Production	
				Bulge Length	B	3.2 ± 0.4	Vernier	3/3	First / Last	Production	Working Std.	Job Set up	Reset Tool,M/C, Separate Parts	Production	Job Set up
								3/3/3	Start/During/Finish	QC Line	-	Check Sheet	Separate Parts	Production	
				Appearance	B	No Crack No Deep Scratch	Visual	All	every lot	Production	-	-	Separate parts	Production	
40	Brazing ass'y	Brazing Jig Brazing Equipment	Clamp Pipe & Cap		B	No loose, Fit on Jig	Visual , feel	All	every lot	Production	Working Std.	-	Re Clamp	Production	
			Brazing method		B	refer Working Std.	refer Working Std.	All	every lot	Production	Working Std.	-	Training	Prod. Supervisor	
			Brazing Condition		B	refer Working Std.	refer Working Std.	1 time	before Production	Production	Working Std.	Check Sheet	Adjust / Change Equipment	Production	
				Appearance	B	No Pin hole, No Drop	Visual	All	every lot	Production	Working Std.	-	Separate parts	Production	
								C = 0	every lot	QC line	Working Std.	Check Sheet	Separate parts	Production	
				Tensile strength	B	No destroyed at 100 kgf (min)	Tensile Test	2 pcs	6 month	QC line	-	Test Report	change Brazing method	Production	

ภาคผนวก ข

ตารางสรุปสาเหตุของเสียระหว่างเดือนเมษายน2549ถึงกรกฎาคม2549

กระบวนการ	ลักษณะของเสีย	จำนวนที่ผลิต	จำนวนของเสีย	สาเหตุของเสีย													
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
กระบวนการบัดกรีแข็งโดยอุปกรณ์จับยึดตัวที่ 2	Dimension เบี้ยว	21,354	6,029	387	-	-	316	-	-	-	-	353	-	-	-	-	-	-
	Dimension เล็ก Dimension ใหญ่			-	528	317	-	-	-	354	387	-	-	-	-	-	-	-
กระบวนการบัดกรีแข็งโดยอุปกรณ์จับยึดตัวที่ 1	บัดกรีแข็งไม่รอบด้านในและด้านนอก			- **	-	-	635	-	-	-	636	-	457	-	-	-	-	-
	ความตั้งฉาก			-	-	-	-	-	-	-	-	282	-	212	213	-	-	-
ส่งชิ้นงานไปผลิตนอกโรงงาน	รัศมีของชิ้นงาน			213	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	141	-	-
	ชิ้นงานเป็นรอย			30	-	32	-	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	หัวspoolเบี้ยว			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
ส่งชิ้นงานไปชุบสังกะสีนอกโรงงาน	คราบด่าง			-	-	-	-	-	246	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ความหนาสังกะสี			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212	-
	รอยขีดข่วน			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

หมายเหตุ A=ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง B=ความร้อนสะสมในชิ้นงาน C=ชิ้นงานขยับได้ขณะทำการบัดกรี D=ระยะเวลาการให้ความร้อนเริ่มต้นไม่เหมาะสม E=เกิดเศษตกค้างในอุปกรณ์จับยึด F=บ่อชุบโครเมทมีความเป็นกรดสูง G=ลำดับการบัดกรีไม่เหมาะสม H=ความดันอะเซทิลีนไม่เหมาะสม I=หน้าสัมผัสไม่สะอาด J=อุปกรณ์จับยึดออกแบบไม่เหมาะสม K=เกิดการเยื้องศูนย์ระหว่างชิ้นงาน L=Pipe Connector ไม่ได้มาตรฐาน M=พนักงานตั้งค่าผิด N=พนักงานตั้งค่าการชุบผิด O=อื่นๆ

ตารางสรุปสาเหตุของเสียระหว่างเดือนสิงหาคมคม2549ถึงธันวาคม2549

กระบวนการ	ลักษณะของเสีย	จำนวนที่ผลิต	จำนวนของเสีย	สาเหตุของเสีย													
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
กระบวนการบัดกรีแข็งโดยอุปกรณ์จับยึดตัวที่ 2	Dimension เบี้ยว	26,207	2,488	90	-	-	192	-	-	-	-	82	139	-	-	-	-	-
	Dimension เล็ก Dimension ใหญ่			-	84	194	-	-	-	79	87	-	-	-	-	-	-	-
กระบวนการบัดกรีแข็งโดยอุปกรณ์จับยึดตัวที่ 1	บัดกรีแข็งไม่รอบด้านในและด้านนอก			-	-	-	71	-	-	-	52	-	89	-	-	-	-	-
	ความตั้งฉาก			-	-	-	-	-	-	-	-	181	-	196	87	-	-	-
ส่งชิ้นงานไปผลิตนอกโรงงาน	รัศมีของชิ้นงาน			297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191	-	-
ส่งชิ้นงานไปชุบสังกะสีนอกโรงงาน	คราบด่าง			-	-	-	-	-	292	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ความหนาสังกะสี			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	-

หมายเหตุ A=ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง B=ความร้อนสะสมในชิ้นงาน C=ชิ้นงานขยับได้ขณะทำการบัดกรี D=ระยะเวลาการให้ความร้อนเริ่มต้นไม่เหมาะสม E=เกิดเศษตกค้างในอุปกรณ์จับยึด F=บ่อชุบโครเมทมีความเป็นกรดสูง G=ลำดับการบัดกรีไม่เหมาะสม H=ความดันอะเซทิลีนไม่เหมาะสม I=หน้าสัมผัสไม่สะอาด J=อุปกรณ์จับยึดออกแบบไม่เหมาะสม K=เกิดการเยื้องศูนย์ระหว่างชิ้นงาน L=Pipe Connector ไม่ได้มาตรฐาน
M=พนักงานตั้งค่าผิด N=พนักงานตั้งค่าการชุบผิด O=อื่นๆ

ตารางสรุปสาเหตุของเสียระหว่างเดือนพฤศจิกายน2548ถึงกรกฎาคม2549

เดือน	จำนวนที่ผลิต	จำนวนของเสีย	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
พ.ย.	75	12	16.0
ธ.ค.	97	20	20.61
ม.ค.	109	32	29.35
ก.พ.	110	41	37.27
มี.ค.	102	51	50.0
เม.ย.	5,211	1,801	34.56
พ.ค.	5,345	1,662	31.09
มิ.ย.	5,487	1,311	23.89
ก.ค.	5,311	1,255	23.63

ตารางสรุปสาเหตุของเสียระหว่างเดือนสิงหาคมคม2549ถึงธันวาคม2549

เดือน	จำนวนที่ผลิต	จำนวนของเสีย	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
ส.ค.	5,811	647	11.13
ก.ย.	5,002	585	11.69
ต.ค.	5,297	528	9.96
พ.ย.	5,014	366	7.29
ธ.ค.	5,083	362	4.12

ในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน2549ถึงกรกฎาคม2549มาทำการวิเคราะห์เป็นข้อมูลก่อนการปรับปรุงและข้อมูลของเดือนสิงหาคมคม2549ถึงธันวาคม2549มาทำการวิเคราะห์เป็นข้อมูลหลังการปรับปรุงซึ่งข้อมูลเดือนพฤศจิกายน2548ถึงเดือนมีนาคม2549เป็นข้อมูลที่อยู่ในช่วงทดลองการผลิตจึงไม่ควรนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลช่วงเดือนสิงหาคม2549ถึงธันวาคม2549เพราะเป็นข้อมูลที่อยู่ในช่วงที่เป็นการผลิตจริงเพราะข้อมูลช่วงของการทดลองการผลิตกระบวนการผลิตยังไม่คงที่ทำให้ข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก

ภาคผนวก ค

PROCESS FMEA

POTENTIAL

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

IN

MANUFACTURING AND ASSEMBLY PROCESSES

(PROCESS FMEA)

REFERENCE MANUAL

PROCESS FMEA

INTRODUCTION

A Process potential FMEA is an analytical technique utilized by a Manufacturing Responsible Engineer/Team as a means to assure that, to the extent possible, potential failure modes and their associated causes/mechanisms have been considered and addressed. In its most rigorous form, an FMEA is a summary of the engineer's/team's thoughts (including an analysis of items that could go wrong based on experience and past concerns) as a process is developed. This systematic approach parallels and formalizes the mental discipline that an engineer normally goes through in any manufacturing planning process.

The Process potential FMEA:

- Identifies potential product related process failure modes.
- Assesses the potential customer effects of the failures.
- Identifies the potential manufacturing or assembly process causes and identifies process variables on which to focus controls for occurrence reduction or detection of the failure conditions.
- Develops a ranked list of potential failure modes, thus establishing a priority system for corrective action considerations.
- Documents the results of the manufacturing or assembly process.

Customer Defined

The definition of "CUSTOMER" for a Process potential FMEA should normally be seen as the "END USER." However, customer can also be a subsequent or downstream manufacturing or assembly operation, as well as a service operation.

When fully implemented, the FMEA discipline requires a Process FMEA for all new parts/ processes, changed parts/processes, and carryover parts/processes in new applications or environments. It is initiated by an engineer from the responsible process engineering department.

Team Effort

During the initial Process potential FMEA process the responsible engineer is expected to directly and actively involve representatives from all affected areas. These areas should include, but are not limited to, design, assembly, manufacturing, materials, quality, service and suppliers, as well as the area responsible for the next assembly. The FMEA should be a catalyst to stimulate the interchange of ideas between the functions effected and thus promote a team approach.

The Process FMEA is a living document and should be initiated before or at the feasibility stage, prior to tooling for production, and take into account all manufacturing operations, from individual components to assemblies. Early review and analysis of new or revised processes is promoted to anticipate, resolve or monitor potential process concerns during the manufacturing planning stages of a new model or component program.

The Process FMEA assumes the product as designed will meet the design intent. Potential failures which can occur because of a design weakness need not, but may be included in a Process FMEA. Their effect and avoidance is covered by the Design FMEA.

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (PROCESS FMEA)

FMEA Number 1450 (1)

Page 1 of 1

Item Front Door LH (981X-000-A (2)

Process Responsibility Body Engrg/Assembly Operations (3)

Prepared By J Ford - 12671 - Assy Ops (4)

Model Year(s)/Vehicle(s) 1997 Jon Aft/Wagon (5)

Key Date 9X 03 01 ER 9X 08 28 Job #1 (6)

FMEA Date (Orig) 9X 01 17 (Rev) 9X 11 28 (7)

Core Team A Tate Body Engrg, J Smith-QC, R James-Production, J Jones-Maintenance (8)

Process Function / Requirements (9)	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	Sev (12)	Class (12)	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)	Occur (15)	Current Process Controls (16)	Det (17)	RPN (17)	Recommended Action(s) (18)	Responsibility & Target Completion Date (19)	Action Results (20) Actions Taken (21)	Sev (22)	Occ (22)	Det (22)	RPN (22)
Manual application of wax inside door To cover inner door sheet metal surfaces at minimum wax thickness to reward corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deterioration/rot of door leading to: • Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time • Impaired function of interior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour-shall for film thickness (depth meter) and coverage	5	280	Add passive gap/in stop to sprayer	MFG Engrg 9X 10 15	SEE ATTACHED sprayer checked on log	7	2	3	70
										Automate spraying	Mfg Engrg 9X 12 15	Rejected due to complexity of different doors on same line				
					Spray heads clogged • Viscosity too high • Temperature too low • Pressure too low	3	Test spray pattern at start up and after idle periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Mfg Engrg 9X 10 01	Tests and stress limits were determined and new controls have been implemented, control charts show process is in control Ck#1 55	7	1	1	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 9X 09 15	Automatic spray timer installed - operator trains spray timer controls and control charts show process is in control Ck#3 05	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

INTRODUCTION (Continued)

The Process FMEA does not rely on product design changes to overcome weaknesses in the process, but does take into consideration a product's design characteristics relative to the planned manufacturing or assembly process to assure that, to the extent possible, the resultant product meets customer needs and expectations.

The FMEA discipline will also assist in developing new machinery or equipment. The methodology is the same, however, the machine or equipment being designed is considered the product. When potential failure modes are identified, corrective action can be initiated to eliminate them or continuously reduce their potential for occurrence.

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA

A Process FMEA should begin with a flow chart/risk assessment (see Appendix C) of the general process. This flow chart should identify the product/process characteristics associated with each operation. Identification of some product effects from the corresponding Design FMEA, should be included, if available. Copies of the flow chart/risk assessment used in FMEA preparation should accompany the FMEA.

In order to facilitate documentation of the analysis of potential failures and their consequences a Process FMEA form was developed and is in Appendix G.

Application of the form is described below, points are numbered according to the numbers encircled on the form shown on the facing page. An example of a completed form is contained in Appendix D.

1) **FMEA Number** — Enter the FMEA document number, which my be used for tracking.

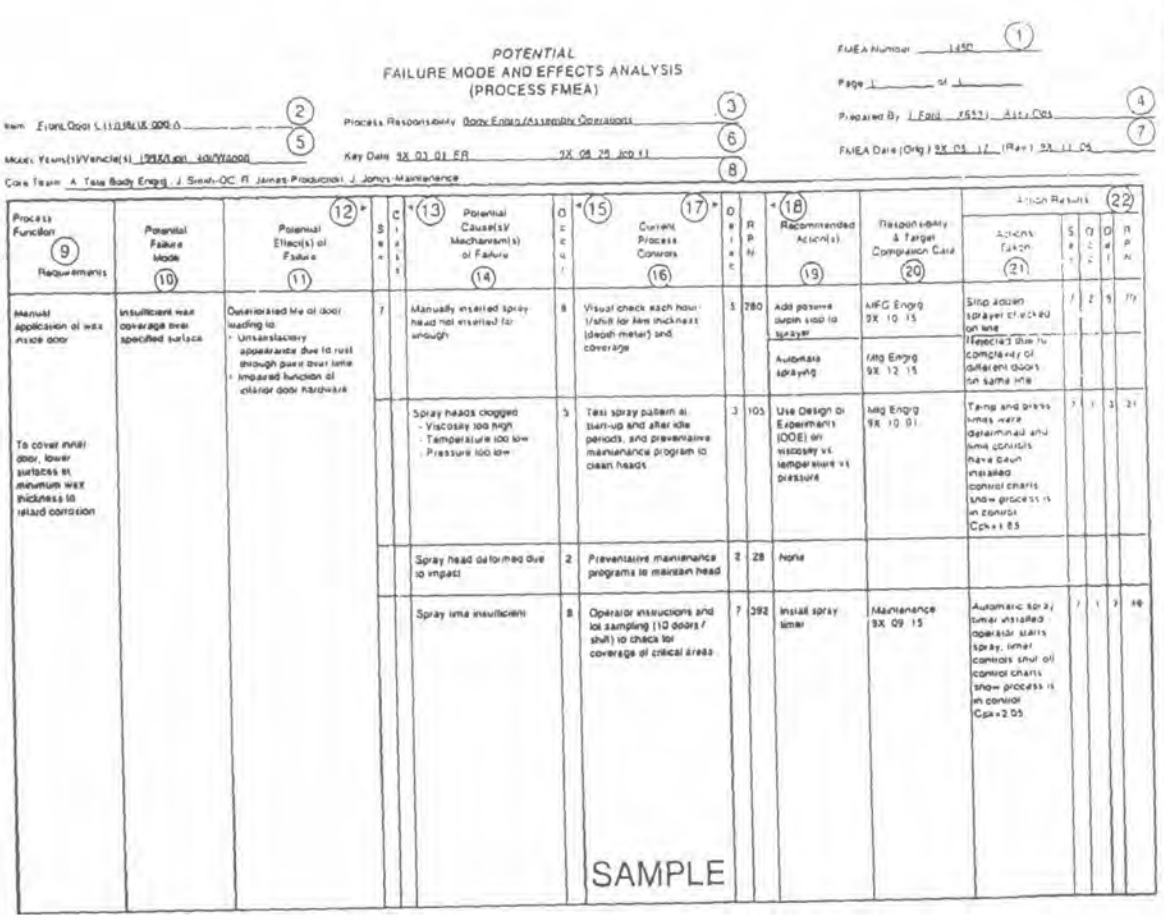
2) **Item** — Enter the name and number of the system, subsystem or component, for which the process is being analyzed.

3) **Process Responsibility** — Enter the OEM, department and group. Also include the supplier name if known.

4) **Prepared By** — Enter the name, telephone number and company of the engineer responsible for preparing the FMEA.

5) **Model Year(s)/ Vehicle(s)** — Enter the intended model year(s) and vehicle line(s) that will utilize and/or be affected by the design/process being analyzed (if known).

6) **Key Date** — Enter the initial FMEA due date, which should not exceed the scheduled start of production date.



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 1450 (1)
Page 1 of 1
Item Front Door LH/RH Outer (2)
Process Responsibility Body Engrg/Assembly Operations (3)
Prepared By J. Ford (555) Auto Cos (4)
Model Year(s)/Vehicle(s) 1998/Ford 4dr/Wagon (5)
Key Date 9X 03 01 FR 9X 08 29 Job #1 (6)
FMEA Date (Orig) 9X 05 17 (Rev) 9X 11 09 (7)
Core Team A. Tate-Body Engrg, J. Smith-QC, R. James-Production, J. Jones-Maintenance (8)

PROCESS FMEA

Process Function / Requirements (9)	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	Sev (12)	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)	Occ (14)	Current Process Controls (16)	Det (15)	RPN (17)	Recommended Action(s) (18)	Responsibility & Target Completion Date (19)	Action Taken (21)	Sev (22)	Occ	Det	RPN
Manual application of wax inside door To cover inner door, lower surfaces at minimum wax thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deteriorated life of door leading to: - Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time - Impaired function of exterior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour-1/shift for film thickness (depth meter) and coverage	5	280	Add passive drain stop to sprayer	MFG Engrg 9X 10 15	Stop added, sprayer checked on line	7	2	5	70
										Automate spraying	Mfg Engrg 9X 12 15	Rejected due to complexity of different doors on same line				
			7		Spray heads clogged - Viscosity too high - Temperature too low - Pressure too low	3	Test spray pattern at start-up and after idle periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs. temperature vs. pressure	Mfg Engrg 9X 10 01	Temp and press limits were determined and limit controls have been installed control charts show process is in control Cpk=1.65	7	1	3	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 9X 09 15	Automatic spray timer installed operator starts spray, timer controls shut off control charts show process is in control Cpk=2.05	7	1	7	49

SAMPLE

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

7) FMEA Date

Enter the date the original FMEA was compiled, and the late revision date.

8) Core Team

List the names of the responsible individuals and department which have the authority to identify and/or perform tasks. (It i recommended that all team members names, departments, tele phone numbers, addresses, etc., be included on a distribution list.)

9) Process Function/ Requirements

Enter a simple description of the process or operation bein analyzed (e.g., turning, drilling, lapping, welding, assembling) Indicate as concisely as possible the purpose of the process o operation being analyzed. Where the process involves numerou operations (e.g. assembling) with different potential modes o failure, it may be desirable to list the operations as separate processes.

10) Potential Failure Mode

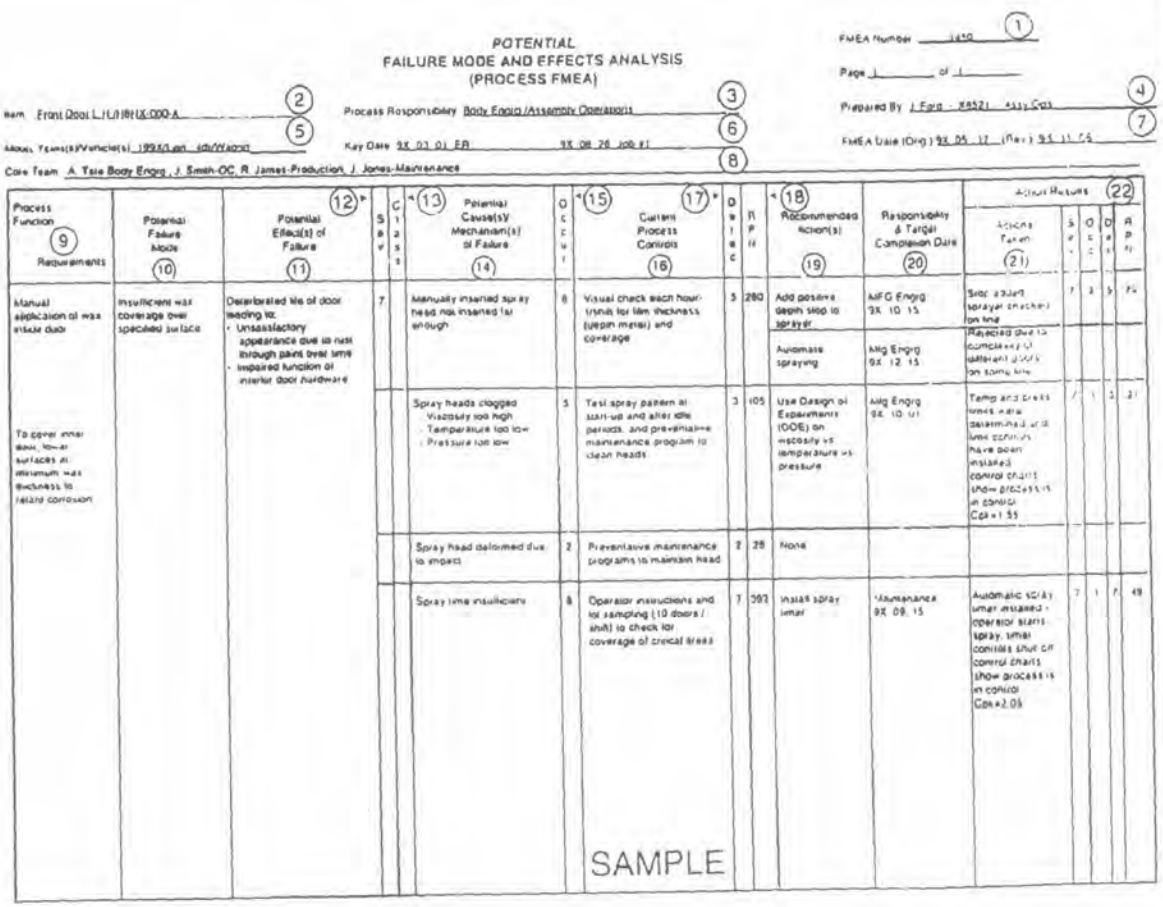
Potential Failure Mode is defined as the manner in which the process could potentially fail to meet the process requirements and/or design intent. It is a description of the non-conformance at that specific operation. It can be a cause associated with a potential failure mode in a subsequent (downstream) operation or an effect associated with a potential failure in a previous (upstream) operation. However, in preparation of the FMEA, the assumption should be made that the incoming part(s)/material(s) are correct.

List each potential failure mode for the particular operation in terms of a component, subsystem, system or process characteristic. The assumption is made that the failure could occur, but may not necessarily occur. The process engineer/ team should be able to pose and answer the following questions:

- "How can the process/part fail to meet specifications?"
- "Regardless of engineering specifications, what would a customer (end user, subsequent operations, or service) consider objectionable?"

A comparison of similar processes and a review of customer (end user and subsequent operation) claims relating to similar components is a recommended starting point. In addition a knowledge of the purpose of the design is necessary. Typical failure modes could be, but are not limited to:

Bent	Cracked	Grounded
Binding	Deformed	Open Circuited
Burred	Dirty	Short Circuited
Handling Damage	Improper Set-up	Tool Worn



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 1650 (1)
Page 1 of 1
Item Front Door L.H. (RH) UL-000-A (2)
Process Responsibility Body Engrg./Assembly Operations (3)
Prepared By J. Ford - X8521 4321 C03 (4)
Model Years(s)/Vehicle(s) 1998 (Lexi - 4dr/Wagon) (5)
Key Date 98 03 01 FR 98 08 28 Job #1 (6)
FMEA Date (Orig.) 98 05 17 (Rev.) 98 11 16 (7)
Core Team A. Tale-Body Engrg., J. Smith-QC, R. James-Production, J. Jones-Maintenance (8)

Process Function / Requirements (9)	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	Sev (12)	Class (12)	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13) (14)	Occ (13)	Current Process Controls (15) (16)	Det (17)	RPN (17)	Recommended Action(s) (18) (19)	Responsibility & Target Completion Date (20)	Actions Taken (21)	Action Results (22) Sev	Occ	Det	RPN
Manual application of wax inside door To cover inner skin, lower surfaces of sill/sheath, with sufficient thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deteriorated life of door leading to: • Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time • Impaired function of interior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour-trends for film thickness (depth meter) and coverage	3	280	Add positive depth stop to sprayer	MFG Engrg 9X 10 15	Spec added sprayer checked on line	7	3	3	63
										Automate spraying	Mfg Engrg 9X 12 15	Replaced due to complexity of different doors on same line				
					Spray heads clogged - Viscosity too high - Temperature too low - Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after idle periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Mfg Engrg 9X 10 01	Temp and press limits were determined and limit controls have been installed control charts show process is in control Cpk=1.55	7	1	3	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 9X 09 15	Automatic s/d timer installed - operator starts spray, timer controls shut off control charts show process is in control Cpk=2.05	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

11) Potential Effect(s) of Failure

Potential Effects of Failure are defined as the effects of the failu mode on the customer(s). The customer(s) in this context cou be the next operation, subsequent operations or locations, th dealer, and/or the vehicle owner. Each must be considered wh assessing the potential effect of a failure.

Describe the effects of the failure in terms of what the customer(might notice or experience. For the End User, the effects shou always be stated in terms of product or system performance, suc as:

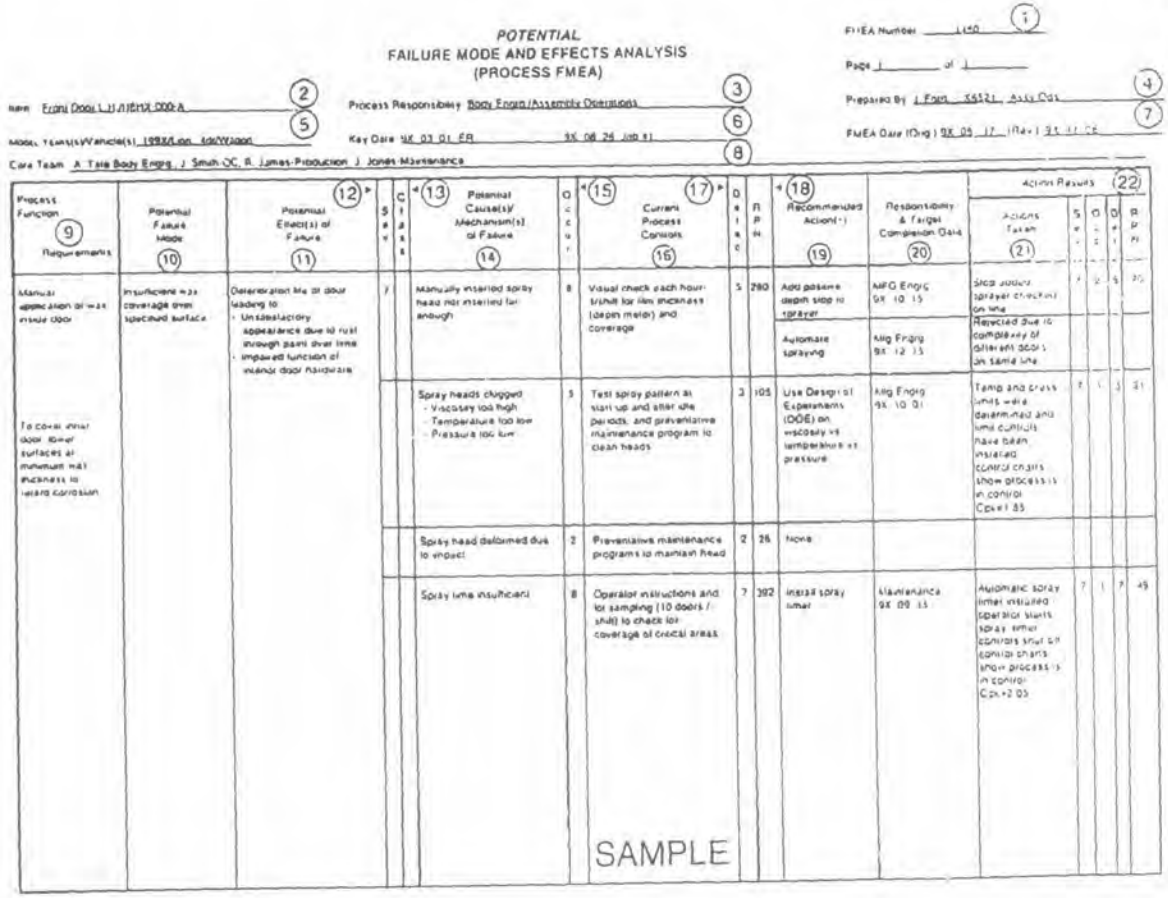
Noise	Rough
Erratic Operation	Excessive Effort Required
Inoperative	Unpleasant Odor
Unstable	Operation Impaired
Draft	Intermittent Operation
Poor Appearance	Vehicle Control Impaired

If the customer is the next operation or subsequent operation(s) location(s) the effects should be stated in terms of process operation performance, such as:

Can not fasten	Does not fit
Can not bore/tap	Does not connect
Can not mount	Does not match
Can not face	Damages equipment
Endangers operator	

12) Severity (S)

Severity is an assessment of the seriousness of the effect (listed in the previous column) of the potential failure mode to the customer. Severity applies to the effect only. If the customer affected by a failure mode is the assembly plant or the product user, assessing the severity may lie outside the immediate process engineer's/team's field of experience or knowledge. In these cases, the design FMEA, design engineer, and/or subsequent manufacturing or assembly plant process engineer should be consulted. Severity should be estimated on a "1" to "10" scale.



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number L450 (1)
Page 1 of 1
Item Front Door LH/RH/Both Doors (2)
Process Responsibility Body Engin/Assembly Operations (3)
Prepared By J. Engr, 55321, Body Ops (4)
Model Year(s)/Vehicle(s) 1998/Lon. Sdn/Wagon (5)
Key Date 96 03 01 FR 96 06 24 Job #1 (6)
FMEA Date (Orig) 96 05 17 (Rev) 96 11 05 (7)
Core Team A. Tate Body Engrg, J. Smith QC, R. James-Production J. Jones Maintenance (8)

Process Function / Requirements (9)	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	Sev (12)	Class (12)	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)	Occur (15)	Current Process Controls (16)	Det (17)	RPN	Recommended Action(s) (18)	Responsibility & Target Completion Date (19)	Actions Taken (20)	Sev (21)	Occur (21)	Det (21)	RPN (21)
Manual application of wax inside door To cover inner door panel surfaces at minimum wall thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deterioration life of door leading to - Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time - Impaired function of inside door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour/shift for film thickness (depth meter) and coverage	5	280	Add passive depth stop to sprayer	MFG Engrg 96 10 15	Stop added to sprayer on line	7	2	5	70
										Automate spraying	Mfg Engrg 96 12 15	Rejected due to complexity of different doors on same line				
					Spray heads clogged - Viscosity too high - Temperature too low - Pressure too low	3	Test spray pattern at start up and after she periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Mfg Engrg 96 10 01	Temp and press limits were determined and limit controls have been installed. Control charts show process is in control Cpk=1.85	7	1	3	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance program to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and log sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 96 09 15	Automatic spray timer installed operator starts spray timer controls shut off control charts show process is in control Cpk=2.03	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

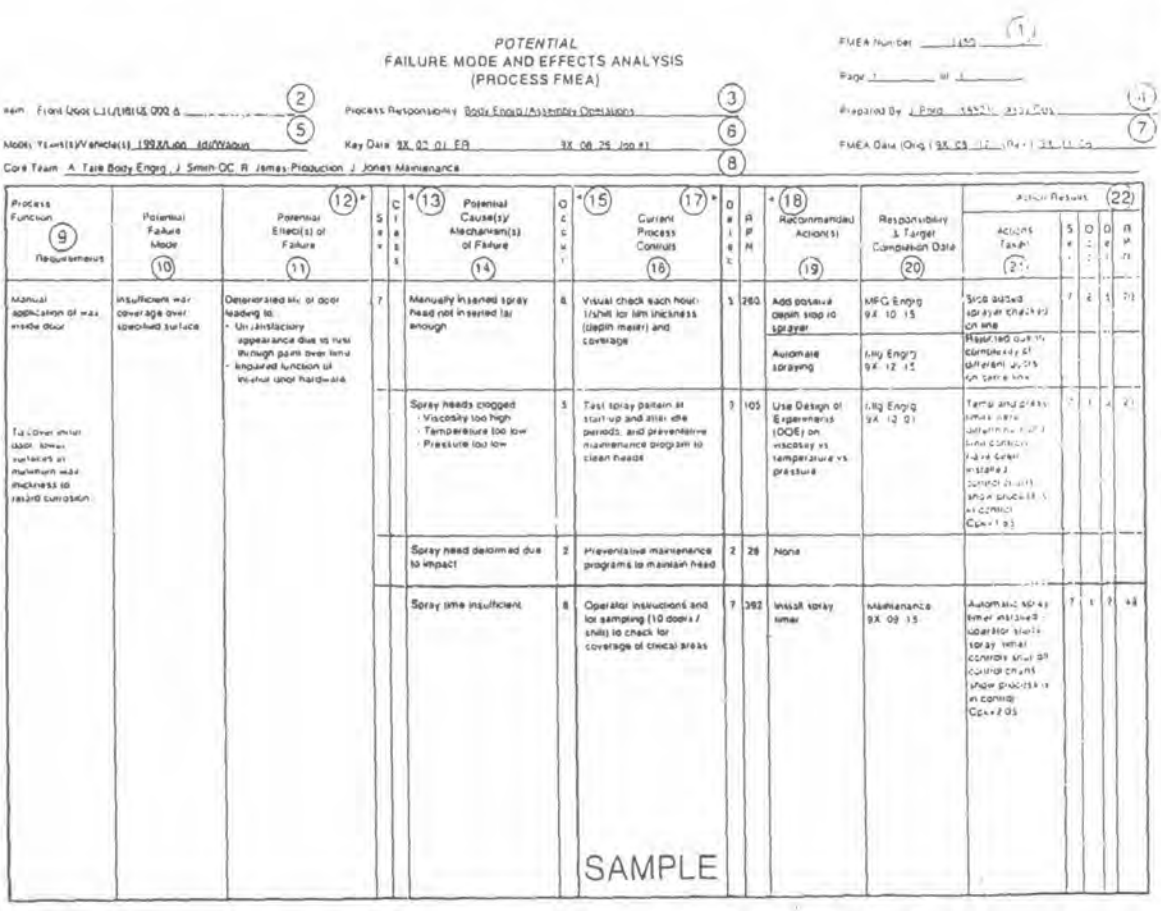
12) Severity (S) (Continued)

Suggested Evaluation Criteria:
(The team should agree on an evaluation criteria and ranking system, which is consistent, even if modified for individual process analysis.)

Effect	Criteria: Severity of Effect	Ranking
Hazardous without warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur without warning.	10
Hazardous with warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur with warning.	9
Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Vehicle/item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of performance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be scrapped (no sorting). Vehicle/item operable, but some Comfort/Convenience item(s) inoperable. Customers experiences discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle/item operable, but some Comfort/Convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

13) Classification

This column may be used to classify any special process characteristics (e.g., critical, key, major, significant) for components, subsystems, or systems that may require additional process controls. If a classification is identified in the Process FMEA, notify the design responsible engineer since this may affect the engineering documents concerning control item identification.



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number ____ (1)
Page 1 of 1
Item Front Door LH/RH/LR/RR 002 A (2)
Process Responsibility Body Engrg/Assembly Operations (3)
Prepared By J. Engr (4)
Model Year(s)/Vehicle(s) 1998/Lgo 4dr/Wagon (5)
Key Date 9X 02 01 FB 9X 08 26 Job #1 (6)
FMEA Date (Orig.) 9X 03 12 (Rev.) 9X 11 20 (7)
Core Team A. Tate Body Engrg, J. Smith QC, R. James Production, J. Jones Maintenance (8)

PROCESS FMEA

Process Function / (9) Requirements	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	S e v (12)*	C l a s s	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)* (14)	O c c u r	Current Process Controls (15)* (16)	D e t (17)*	R P N	Recommended Action(s) (18)* (19)	Responsibility & Target Completion Date (20)	Action Results (22) Actions Taken (21)	S e v	O c c	D e t	R P N
Manual application of wax inside door To cover sheet steel surfaces at minimum wax thickness to resist corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deteriorated life of door leading to: • Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time • Impaired function of internal door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	6	Visual check each hour: 1/shift for film thickness (depth meter) and coverage	3	280	Add passive depth stop to sprayer	MFG Engrg 9X 10 15	Stop added; sprayer checked on line	7	2	3	42
										Automate spraying	Mfg Engrg 9X 12 15	Applied auto to completely of different doors on same line				
					Spray heads clogged · Viscosity too high · Temperature too low · Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after the periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Mfg Engrg 9X 12 01	Temp and press limits data collected for DOE; limits control charts established; control charts show process in control Cpk = 1.33	7	1	4	28
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 9X 09 15	Automatic spray timer installed; operator shots spray when coverage shall OK; control charts show process in control Cpk = 2.05	7	1	7	49

SAMPLE

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

14) Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure

Potential Cause of Failure is defined as how the failure could occur, described in terms of something that can be corrected or can be controlled.

List, to the extent possible, every conceivable failure cause assignable to each potential failure mode. If a cause is exclusive to the failure mode, i.e., if correcting the cause has a direct impact on the failure mode, then this portion of the FMEA thought process is completed. Many causes however are not mutually exclusive, and to correct or control the cause, a design of experiments, for example, may be considered to determine which root causes are the major contributors and which can be most easily controlled. The causes should be described so that remedial efforts can be aimed at those causes which are pertinent. Typical failure causes may include, but are not limited to:

- Improper torque - over, under
- Improper weld - current, time, pressure
- Inaccurate gauging
- Improper heat treat - time, temperature
- Inadequate gating/venting
- Inadequate or no lubrication
- Part missing or mislocated

Only specific errors or malfunctions (e.g., operator fails to install seal) should be listed; ambiguous phrases (e.g., operator error, machine malfunction) should not be used.

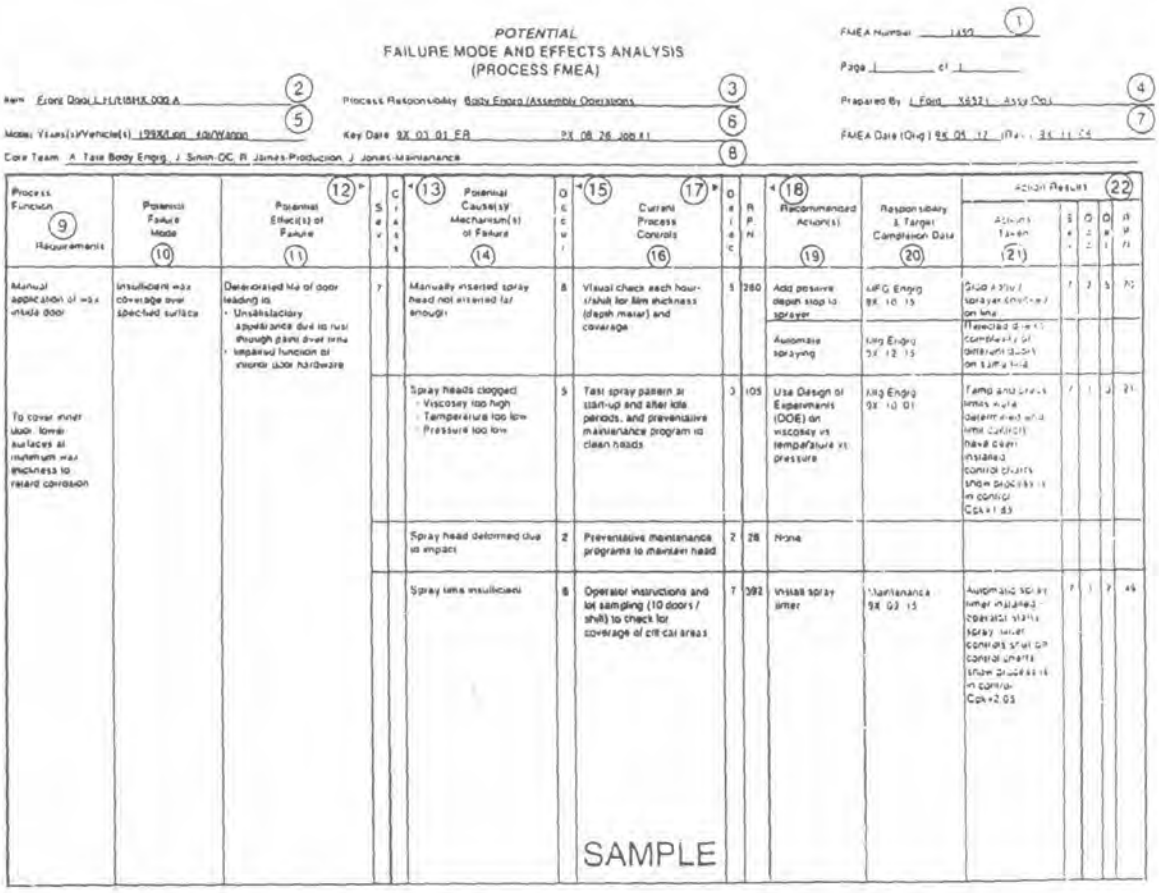
15) Occurrence (O)

Occurrence is how frequently the specific failure cause/ mechanism is projected to occur (listed in the previous column). The occurrence ranking number has a meaning rather than a value.

Estimate the likelihood of the occurrence on a "1" to "10" scale. Only occurrences resulting in the failure mode should be considered for this ranking; failure detecting measures are not considered here.

The following occurence ranking system should be used to ensure consistency. The "Possible Failure Rates" are based on the number of failures which are anticipated during the process execution.

If available from a similar process, statistical data should be used to determine the occurrence ranking. In all other cases, a subjective assessment can be made by utilizing the word descriptions in the left column of the table, along with any historical data available for similar processes. For a detailed description of capability/performance analysis, refer to publications such as the ASQC/AIAG Fundamental SPC Reference Manual.



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number ____ (1)
Page 1 of 1
Item Front Door Left Hand Sheet Metal (2)
Process Responsibility Body Engrg /Assembly Operations (3)
Prepared By L Ford X6521 Assy Ops (4)
Model Year(s)/Vehicle(s) 1998 Lion 4dr Wagon (5)
Key Date 98 03 01 FB 98 08 26 Job #1 (6)
FMEA Date (Orig) 98 05 12 (Rev) 98 11 24 (7)
Core Team A Tate Body Engrg, J Simon-QC, R James-Production, J Jones-Maintenance (8)

Process Function / Requirements (9)	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	Sev (12)	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)	Occur (13)	Current Process Controls (15) (17)	Det (15) (17)	RPN	Recommended Action(s) (18)	Responsibility & Target Completion Date (20)	Action Results (22): Actions Taken (21)	Sev	Occur	Det	RPN
Manual application of wax inside door	Insufficient wax coverage over specified surface	Deteriorated life of door leading to: • Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time • Impaired function of interior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour-/shift for film thickness (depth meter) and coverage	5	280	Add passive depth stop to sprayer	GPG Engrg 98 10 15	Stop added to sprayer (confirmed on line	7	2	5	70
										Automate spraying	Ling Engrg 98 12 15	Rejected due to complexity of operation (Job 1 on same line				
To cover inner door frame surfaces at minimum wax thickness to retard corrosion					Spray heads clogged • Viscosity too high • Temperature too low • Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after idle periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Ling Engrg 98 10 01	Temp and press limits were determined and time controls have been installed control charts show process is in control Cpk=1.83	7	1	3	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	6	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Visual spray timer	Maintenance 98 03 15	Automatic spray timer installed - operator visits spray timer controls shut off control charts show process is in control Cpk=2.03	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

15) Occurrence (O) (Continued)

Suggested Evaluation Criteria:
(The team should agree on an evaluation criteria and ranking system, which is consistent, even if modified for individual process analysis.)

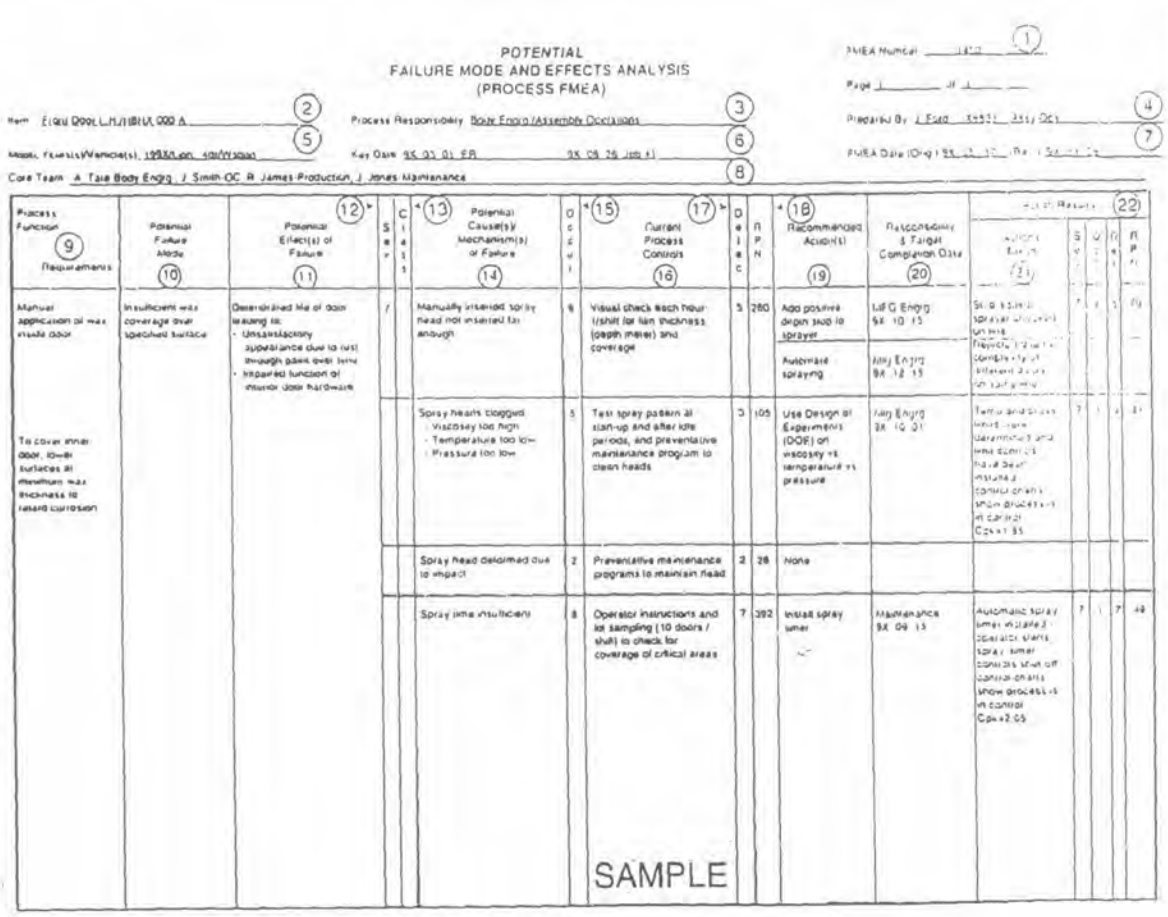
Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
Very High: Failure is almost inevitable	≥ 1 in 2	<0.33	10
	1 in 3	≥0.33	9
High: Generally associated with processes similar to previous processes that have often failed	1 in 8	≥0.51	8
	1 in 20	≥0.67	7
Moderate: Generally associated with processes similar to previous processes which have experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 80	≥0.83	6
	1 in 400	≥ 1.00	5
	1 in 2,000	≥1.17	4
Low: Isolated failures associated with similar processes	1 in 15,000	≥ 1.33	3
Very Low: Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.50	2
Remote: Failure is unlikely. No failures ever associated with almost indentical processes	≤ 1 in 1,500,000	≥1.67	1

16) Current Process Controls

Current Process Controls are descriptions of the controls that either prevent to the extent possible the failure mode from occurring or detect the failure mode should it occur. These controls can be process controls such as fixture error-proofing or Statistical Process Control (SPC), or can be post-process evaluation. The evaluation may occur at the subject operation or at subsequent operations. There are three types of Process Controls/features to consider; those that:

(1) prevent the cause/mechanism or failure mode/effect from occurring, or reduce their rate of occurrence,
(2) detect the cause /mechanism and lead to corrective actions, and
(3) detect the failure mode.

The preferred approach is to first use type (1) controls if possible; second, use the type (2) controls; and third, use the type (3) controls. The initial occurrence rankings will be affected by the



POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number ____ (1)
Page 1 of 1
Item Floor Door LH/RH A, 000 A (2) Process Responsibility Body Engrg/Assembly Operations (3) Prepared By J Field 555-1111, Dept (4)
Model Year(s)/Vehicle(s) 1998 Gen 400W Sedan (5) Key Date 95 03 01 FR 95 05 26 (as of) (6) FMEA Date (Orig) 95 03 17 (Rev) 95 04 12 (7)
Core Team A Tate Body Engrg, J Smith QC, R James Production, J Jones Maintenance (8)

(9) Process Function Requirements	(10) Potential Failure Mode	(11) Potential Effect(s) of Failure	(12) Sev	Class	(13) Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Occ	(15) (17) Current Process Controls	Det	RPN	(18) Recommended Action(s) (19)	Responsibility & Target Completion Date (20)	Action Results (21)	Sev	Occ	Det	RPN	(22)
Manual application of wax inside door To cover inner door, lower surfaces at minimum wax thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deterioration/life of door reduced by: - Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time - Impaired function of interior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	6	Visual check each hour 1/shift for film thickness (depth meter) and coverage	5	210	Add positive depth stop to sprayer	Ltd G Engrg 9X 10 15	Stop added to spray wand to limit depth of insertion	7	4	5	140
										Automate spraying	Assy Engrg 9X 12 15	Robot programmed to spray interior door surfaces	7	4	3	84
					Spray heads clogged - Viscosity too high - Temperature too low - Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after idle periods, and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Assy Engrg 9X 10 01	Temp and pressure limits determined and now controls have been installed. Control charts show process is in control Cpk=1.55	7	3	4	84
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None							
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 9X 09 15	Automatic spray timer installed. Operator starts spray timer controls shut off. Control charts show process is in control Cpk=2.05	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

16) Current Process Controls (continued)

type (1) controls provided they are intergrated as part of th design intent. The initial detection rankings will be based on th type (2) or type (3) current controls, provided the process bein used is representative of process intent.

17) Detection (D)

Detection is an assessment of the probability that the propose type (2) current process controls, listed in column 16, will detect potential cause/mechanism (process weakness), or the probabili that the proposed type (3) process controls will detect th subsequent failure mode, before the part or component leaves th manufacturing operation or assembly location. A "1" to "10" scal is used. Assume the failure has occurred and then assess th capabilities of all "Current Process Controls" to prevent shipmen of the part having this failure mode or defect. Do not automatical presume that the detection ranking is low because the occurrenc is low (e.g., when Control Charts are used), but do assess th ability of the process controls to detect low frequency failur modes or prevent them from going further in the process.

Random quality checks are unlikely to detect the existence of a isolated defect and should not influence the detection rankinç Sampling done on a statistical basis is a valid detection control.

Suggested Evaluation Criteria:

(The team should agree on an evaluation criteria and ranking system which is consistent, even if modified fc individual process analysis.)

Detection	Criteria: Likelihood the Existence of a Defect will be Detected by Process Controls Before Next or Subsequent Process, or Before Part or Component Leaves the Manufacturing or Assembly Location	Rankin
Almost Impossible	No known control(s) available to detect failure mode	10
Very Remote	Very remote likelihood current control(s) will detect failure mode	9
Remote	Remote likelihood current control(s) will detect failure mode	8
Very Low	Very low likelihood current control(s) will detect failure mode	7
Low	Low likelihood current control(s) will detect failure mode	6
Moderate	Moderate likelihood current control(s) will detect failure mode	5
Moderately High	Moderately high likelihood current control(s) will detect failure mode	4
High	High likelihood current control(s) will detect failure mode	3
Very High	Very high likelihood current control(s) will detect failure mode	2
Almost Certain	Current control(s) almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are known with similar processes.	1

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

18) Risk Priority Number (RPN)

The Risk Priority Number is the product of Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D) rankings.

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

This value should be used to rank order the concerns in the process (e.g., in Pareto fashion). The RPN will be between "1" and "1,000". For higher RPN's the team must undertake efforts to reduce this calculated risk through corrective action(s). In general practice, regardless of the resultant RPN, special attention should be given when severity is high.

19) Recommended Action(s)

When the failure modes have been rank ordered by RPN, corrective action should be first directed at the highest ranked concerns and critical items. If for example, the causes are not fully understood, a recommended action might be determined by a statistical designed experiment (DOE). The intent of any recommended action is to reduce the severity, occurrence, and/or detection rankings. If no actions are recommended for a specific cause, then indicate this by entering a "NONE" in this column.

In all cases where the effect of an identified potential failure mode could be a hazard to manufacturing/assembly personnel, corrective actions should be taken to prevent the failure mode by eliminating or controlling the cause(s), or appropriate operator protection should be specified.

The need for taking specific, positive corrective actions with quantifiable benefits, recommending actions to other activities and following-up all recommendations cannot be overemphasized. A thoroughly thought out and well developed Process FMEA will be of limited value without positive and effective corrective actions. It is the responsibility of all affected activities to implement effective follow-up programs to address all recommendations.

Actions such as the following should be considered:

- To reduce the probability of occurrence, process and/or design revisions are required. An action-oriented study of the process using statistical methods could be implemented with an ongoing feedback of information to the appropriate operations for continuous improvement and defect prevention.
- Only a design and/or process revision can bring about a reduction in the severity ranking.
- To increase the probability of detection, process and/or design revisions are required. Generally, improving detection controls is costly and ineffective for quality improvements. Increasing quality controls inspection frequency is not positive corrective action and should only be utilized as a temporary measure, permanent corrective

POTENTIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (PROCESS FMEA)

FMEA Number ____ (1)

Page 1 of 1

Item Entry Door L (1998 LS 000 A) (2)

Process Responsibility Body Ennd /Assembly Operations (3)

Prepared By J Engr, xxxx, xxx xxxx (4)

Model Year(s)/Vehicle(s) 1998 Lincoln LS/Wagon (5)

Key Date 98 03 01 FR 98 08 25 (08 x1) (6)

FMEA Date (Orig.) 98 05 12 (Rev.) 98 11 25 (7)

Core Team A Tate Body Engrg J Smith-QC R James Production J Jones Maintenance (8)

Process Function (9) Requirements	Potential Failure Mode (10)	Potential Effect(s) of Failure (11)	S ev (12)*	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure (13)* (14)	Occur	Current Process Controls (15)* (16)	Det ect (17)*	RPN	Recommended Action(s) (18)* (19)	Responsibility & Target Completion Date (20)	Action Results (22) Actions Taken (21)	S ev	Occ	Det	RPN
Manual application of wax inside door To cover entire door liner surfaces at minimum wax thickness to retard corrosion	Insufficient wax coverage over specified surface	Deterioration/ rot of door leading to • Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time • Impaired function of interior door hardware	7		Manually inserted spray head not inserted far enough	8	Visual check each hour (item) for film thickness (depth meter) and coverage	5	280	Add passive depth stop to sprayer	IsFG Engrg 98 10 15	Since visual (layer thickness) on line Nadella(?) 3Q213 comparisons of different doors on same line	7	2	5	70
										Automate tasking	Mfg Engrg 98 12 15					
					Spray heads clogged - Viscosity too high - Temperature too low - Pressure too low	5	Test spray pattern at start-up and after idle periods and preventative maintenance program to clean heads	3	105	Use Design of Experiments (DOE) on viscosity vs temperature vs pressure	Mfg Engrg 98 10 01	Temp and press units were determined and controls have been installed - control charts show process is in control Cpk=1.85	7	1	3	21
					Spray head deformed due to impact	2	Preventative maintenance programs to maintain head	2	28	None						
					Spray time insufficient	8	Operator instructions and lot sampling (10 doors / shift) to check for coverage of critical areas	7	392	Install spray timer	Maintenance 98 09 15	Automatic spray timer installed - operator starts spray, timer controls shut-off control charts show process is in control Cpk=2.05	7	1	7	49

SAMPLE

PROCESS FMEA

DEVELOPMENT OF A PROCESS FMEA (Continued)

action is required. In some cases, a design change to a specific part may be required to assist in the detection. Changes to the current control system may be implemented to increase this probability. Emphasis must, however, be placed on preventing defects (i.e., reducing the occurrence) rather than detecting them. An example would be the use of Statistical Process Control and process improvement rather than random quality checks or associated inspection.

20) **Responsibility (for the Recommended Action)**

Enter the Organization and individual responsible for the recommended action, and the target completion date.

21) **Actions Taken**

After an action has been implemented, enter a brief description of the action and effective date.

22) **Resulting RPN**

After corrective actions have been identified, estimate and record the resulting occurrence, severity, and detection rankings. Calculate and record the resulting RPN. If no actions are taken, leave the "Resulting RPN" and related ranking columns blank.

All Resulting RPN(s) should be reviewed and if further action is considered necessary, repeat steps 19 through 22.

Follow-Up

The process responsible engineer is responsible for assuring that all actions recommended have been implemented or adequately addressed. The FMEA is a living document and should always reflect the latest design level, as well as the latest relevant actions, including those occurring after the start of production.

QS - 9000

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 1 / 10 เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 3
	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 29 / 7 / 02 วันที่บังคับใช้ 5 / 8 / 02

1.0 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบด้านความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องตั้งแต่เริ่มแรก ได้ออกแบบและวางแผนควบคุมได้ถูกต้อง

2. เพื่อลดความเสี่ยงในการผลิต การประกอบใช้งานของผลิตภัณฑ์ ความเสี่ยงยิ่งน้อยเท่าไหร่นั่นคือต้นทุนต่ำ ผลิตได้รวดเร็วและตรงตามความต้องการหรือความคาดหวังของลูกค้ามากเท่านั้น

3. เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการเพราะ FMEA ต้องมีการปรับปรุงอยู่เสมอ

4. เป็นส่วนหนึ่งในการทำ APQP และช่วยเหลือในการทำแผนควบคุมคุณภาพ (Control Plan)

2.0 ขอบเขต

ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่จะเกิดกับกระบวนการผลิตที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และผลิตภัณฑ์ปัจจุบันที่ดำเนินการผลิต

3.0 เอกสารอ้างอิง

PD250204 ระเบียบการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ

PD160501 ระเบียบการปฏิบัติงาน การควบคุมเอกสารและข้อมูล

WI16050002 วิธีทำงาน การออกหมายเลขเอกสาร

4.0 คำนิยาม

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) หมายถึง การวิเคราะห์ลักษณะของความล้มเหลวและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากความล้มเหลว

ความล้มเหลว (Failure) หมายถึง การที่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถทำงานได้ตามที่ถูกออกแบบไว้ให้ทำงาน โดยมีลักษณะของความล้มเหลว เช่น แตก ไหม้ เสียรูป หลวม รั่ว หลอมติดกัน เป็นสนิม มีรอยแตกร้าว เป็นต้น

Process FMEA หมายถึง เป็นการวิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวและผลกระทบเนื่องจากความล้มเหลวนั้น โดยเป็นการวิเคราะห์เมื่อมีการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์

5.0 ความรับผิดชอบ

ผู้จัดการแผนกวิศวกรรม รับผิดชอบในการจัดทำ Process FMEA

เอกสารไม่ควบคุม

QS - 9000

	วิธีทำงาน			แผ่นที่ 2 / 10
	ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 5
	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 16 / 9 / 03
				วันที่บังคับใช้ 23 / 9 / 03

6.0 บันทึกประวัติการแก้ไข

แก้ไขครั้งที่	วันที่แก้ไข	วันที่บังคับใช้	แผ่นที่แก้ไข	รายละเอียดการแก้ไข
4	2/27/2003	3/20/2003	2	- เพิ่มประวัติการแก้ไข
			5 , 6	- แก้ไขเนื้อหาในตาราง
			7	- แก้ไขชื่อตารางจาก ตารางแสดงเกณฑ์ให้ระดับความถี่ เป็น ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินค่าโอกาสเกิดความล้มเหลว และแก้ไขเนื้อหาในตาราง
			8	- แก้ไขชื่อตารางจาก ตารางแสดงระดับการประเมิน เป็น ตารางแสดงเกณฑ์ระดับการประเมินค่าความสามารถในการตรวจค้นจับข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ และแก้ไขเพิ่มเติมเนื้อหาในตาราง
			9	- ย้ายหัวข้อ 26 จากแผ่นที่ 8 มาแผ่นที่ 9
5	9/16/2003	9/23/2003	2	- เพิ่มประวัติการแก้ไข
			3	- เพิ่มข้อ 8.0 ลำดับ 2 (FORMAT) ลำดับ 3 DRAWING ลำดับ 4 ข้อมูลปัญหาคุณภาพที่เกี่ยวข้องย้อนหลัง
			9	- แก้ไขค่า SEVERITY จาก (ตั้งแต่ระดับ 7 ขึ้นไป) เป็น (ตั้งแต่ระดับ 9-10 ขึ้นไป) - เพิ่มบรรทัดที่ 9 คือ (3 – 5 ลำดับ)

เอกสารไม่ควบคุม

QS - 9000

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 3 / 10 เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 5
	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชนะ ทุ่มเจริญดิ)	วันที่ออก 16 / 9 / 03 วันที่บังคับใช้ 23 / 9 / 03

7.0 ผู้มีหน้าที่

ผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้จัดการแผนกวิศวกรรม จดบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม PFMEA วิเคราะห์ลักษณะความล้มเหลวที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและหาวิธีการป้องกันเพื่อไม่ให้ผลิตภัณฑ์นั้นเกิดความเสียหายก่อนที่จะส่งไปถึงลูกค้า

8.0 อุปกรณ์ / เอกสารที่ใช้ / อุปกรณ์ความปลอดภัยที่ใช้ (ถ้ามี)

1. แผนผังกระบวนการทำงาน (OPC)
2. รูปแบบเอกสาร FMEA *(FORMAT)*
3. *DRAWING*
4. *ข้อมูลปัญหาที่เกี่ยวข้องย้อนหลัง*

9.0 ความถี่ในการทำงาน

ทุกครั้งเมื่อเริ่มทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จะต้องทำ Process FMEA เสร็จก่อนที่จะเริ่มการผลิตจริงและเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

10.0 ขั้นตอนการทำงาน

หัวข้อ 1 ระบุ PART NAME และ PART NO. ของผลิตภัณฑ์

หัวข้อ 2 ECN ระบุหมายเลขการเปลี่ยนแปลงเชิงวิศวกรรม

หัวข้อ 3 ใส่ชื่อลูกค้าและรุ่น , ปี , ประเภท , ผลิตภัณฑ์

หัวข้อ 4 TEAM ใส่ชื่อแผนกที่ร่วมจัดทำ

หัวข้อ 5 PROTOTYPE , PRE-LAUNCH , MASS PRODUCTION ให้ทำเครื่องหมาย X หน้าประเภท FMEA นี้

หัวข้อ 6 DOCUMENT NO. คือ หมายเลขเอกสารที่ออกตาม WI16050002

หัวข้อ 7 RESP SECT คือ หน่วยงานวิศวกรรมที่รับผิดชอบในการจัดทำ FMEA ฉบับนี้

หัวข้อ 8 ISSUED NO. คือฉบับที่ โดยเริ่มกรอกตัวเลขตั้งแต่ 1 ..n จะมีการ RUN เมื่อ REV. ครบ 9 ครั้ง

หัวข้อ 9 REVISION NO. คือการเปลี่ยนแปลงครั้งที่โดยเริ่มตั้งแต่ 0 - 9 แล้วจึงเริ่ม ISSUE NO ใหม่

หัวข้อ 10 ISSUED DATE ให้ระบุวันที่จัดทำ / แก้ไข FMEA ฉบับนี้

หัวข้อ 11 EFFECTIVE DATE ให้ระบุวันที่ FMEA ฉบับนี้จะบังคับใช้

หัวข้อ 12 PREPARE , CHECKED และ APPROVED โดยผู้มีหน้าที่รับผิดชอบทั้งของบริษัทและลูกค้า

เอกสารที่ควบคุม

QS - 9000

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 4 / 10 เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 3
	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 29 / 7 / 0 วันที่บังคับใช้ 5 / 8 / 02

หัวข้อ 13 KEY DATE ให้ระบุช่วงระยะเวลาวันที่มีการทำ FMEA จะต้องกำหนดเสร็จก่อนเสนอ SUBMISSION PPAP ให้แก่ลูกค้า

หัวข้อ 14 FMEA DATE (ORIGINAL) ให้ระบุวันที่ทำ FMEA เสร็จจริง ๆ วันที่ทำ FMEA เสร็จนี้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงแม้จะมีการ REVISION ใหม่ก็ตาม

หัวข้อ *15* PROCESS FUNCTION / REQUIREMENT ใส่คำอธิบายของกระบวนการ เช่น การกลึง , การเจาะ ทำเกลียว ซึ่งจะต้องตรงกับกระบวนการผลิต (OPERATION PROCESS CHART)

หัวข้อ *16* PC ID / DESC. (PRODUCT CHARACTERISTIC / DESCRIPTION) คือ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่จะต้องสร้างตามขั้นตอนการผลิตนั้น เช่น รูปร่างของผลิตภัณฑ์ ขนาดที่ต้องการในกระบวนการนั้น คุณสมบัติของวัสดุ

หัวข้อ *17* POTENTIAL FAILURE MODE ใส่ลักษณะของความล้มเหลวที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการ อาจจะได้มาจากประสบการณ์หรือประวัติการ CLAIM ลักษณะความล้มเหลวของกระบวนการจะต้องไม่ก่อให้เกิดความล้มเหลวในกระบวนการต่อไป

หัวข้อ *18* POTENTIAL EFFECT OF FAILURE ใส่ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการถัดไปการประกอบที่โรงงานลูกค้า รวมถึงผลกระทบต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ข้อมูลอาจได้จากใบ CLAIM จากลูกค้าและประสบการณ์สำหรับผู้ใช้รถยนต์ ถ้าเป็นรถยนต์ผลกระทบ เช่น

- มีเสียงดัง
- เสียบ่อย
- การควบคุมไม่ได้
- ลักษณะที่มองเห็นไม่ดี
- การเสียการควบคุมยานยนต์
- พื้นผิวขรุขระ ไม่เรียบ
- ต้องใช้ความพยายามในการควบคุม
- มีกลิ่น
- การเสื่อมในการใช้งานเร็วขึ้น
- การทำงานแบบเครื่องยนต์เดิน ๆ หยุด ๆ

ถ้าเป็นผลกระทบในกระบวนการถัดไปหรือที่โรงงานของลูกค้า เช่น

- ขันเกลียวไม่ได้
- คว้านรูและทำเกลียวไม่ได้
- ยึดติดไม่ได้
- แต่งพื้นผิวไม่ได้

เอกสารไม่ควบคุม

QS - 9000

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 5 / 10 เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 4
	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชัยธวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 26 / 3 / 03 วันที่บังคับใช้ 2 / 4 / 03

- เป็นอันตรายต่อพนักงาน
- ประกอบไม่ได้
- เชื่อมต่อไม่ได้
- อุปกรณ์เกิดความเสียหาย

หัวข้อ 19 SEVERITY ใส่ตัวเลขที่แสดงถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบจากความล้มเหลวในระยะเริ่มแรกทำ PROCESS FMEA จะได้ค่านี้จากการประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ ซึ่งมีทั้งหมด 10 ระดับ ดังตารางดังนี้

เกณฑ์ในการประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ (EFFECTS)

ผลกระทบ	เกณฑ์ ผลระดับความรุนแรงที่มีความล้มเหลวเกิดผลกระทบต่อผู้ใช้รถยนต์และโรงงานผลิตประกอบรถยนต์ ควรพิจารณาผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์เป็นอันดับแรก ถ้ามีผลกระทบเกิดขึ้นทั้งสองฝ่ายให้เลือกใช้ระดับความรุนแรงที่สูงกว่า (ผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์)	เกณฑ์ ผลระดับความรุนแรงที่มีความล้มเหลวเกิดผลกระทบต่อผู้ใช้รถยนต์และโรงงานผลิตประกอบรถยนต์ ควรพิจารณาผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์เป็นอันดับแรก ถ้ามีผลกระทบเกิดขึ้นทั้งสองฝ่ายให้เลือกใช้ระดับความรุนแรงที่สูงกว่า (ผลกระทบที่มีต่อโรงงานผลิตประกอบรถยนต์)	ระดับ
ไม่มีการเตือนเมื่อเกิดอันตราย	ระดับความรุนแรงสูงมากที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยในการขับขี่ของยานยนต์หรือผิดกฎข้อบังคับทางกฎหมาย โดยจะไม่มีการเตือนให้รู้ล่วงหน้า	หรือเป็นอันตรายต่อพนักงานผลิต เครื่องจักร Line ประกอบเกิดความเสียหาย โดยจะไม่มีการเตือนล่วงให้รู้ล่วงหน้า	10
มีการเตือนเมื่อเกิดอันตราย	ระดับความรุนแรงสูงมากที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยในการขับขี่ของยานยนต์หรือผิดกฎข้อบังคับทางกฎหมาย โดยจะไม่มีการเตือนล่วงให้รู้ล่วงหน้า	หรือเป็นอันตรายต่อพนักงานผลิต เครื่องจักร Line ประกอบเกิดความเสียหาย โดยจะไม่มีการเตือนล่วงให้รู้ล่วงหน้า	9
สูงมาก	ยานยนต์สูญเสียการทำงาน ไม่สามารถทำงานได้ เช่น สตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติด	หรือต้องซ่อมยานยนต์กลางในส่วนแผนกซ่อมเชมใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง หรือลูกค้า Claim มา 100 % ของผลิตภัณฑ์ต้องทำลายทิ้ง	8
สูง	ยานยนต์สูญเสียการทำงาน ประสิทธิภาพสมรรถนะการทำงานลดลงผู้ใช้รถยนต์ไม่พอใจอย่างมาก	หรือต้องซ่อมยานยนต์กลางในส่วนแผนกซ่อมเชมใช้เวลา 30 - 60 นาที หรือลูกค้า Claim กลับมา ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ (Component Part) บางส่วนสามารถนำมาใช้ผลิตใหม่ได้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	7
ปานกลาง	ยานยนต์สามารถทำงานได้แต่สิ่งอำนวยความสะดวกไม่สามารถทำงานได้ เช่น ระบบปรับอากาศไม่เย็น , POWER ของหางยาอ้อไม่ทำงาน ผู้ใช้รถยนต์ไม่พอใจมาก	หรือต้องซ่อมยานยนต์กลางในส่วนแผนกซ่อมเชมใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาทีหรือลูกค้า Claim กลับมา ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ (Component Part) บางส่วนสามารถนำมาใช้ผลิตใหม่ได้เวลาน้อยกว่า 1 ชั่วโมง	6
ต่ำ	ยานยนต์สามารถทำงานได้แต่สิ่งอำนวยความสะดวกมีประสิทธิภาพสมรรถนะการทำงานลดลง	หรือหยุด Line ซ่อมยานยนต์ชั่วขณะ โดยไม่มีการไปซ่อมกลางในแผนกซ่อมเชม หรือลูกค้า Claim กลับมาไม่มีการทำลายทิ้งสามารถแก้ไขปรับแต่งเช่น ตัดแก้ใช้ไฟล์อง Inspection Jig ใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	5
ต่ำมาก	เกิดเสียงดังและความไม่สะดวกสบาย มีเสียงร้องเรียนจากผู้ใช้รถยนต์มากกว่า 75 %	หรือซ่อมยานยนต์นอกสาย Line การผลิต ไม่มีการหยุด Line การผลิต หรือลูกค้า Claim กลับมา ไม่มีการทำลายทิ้ง สามารถแก้ไขปรับแต่งใช้เวลา 30 - 60 นาที	4

QS - 9000

	วิธีทำงาน			แผ่นที่ 6 / 10
	ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 4
	(ชัยชัวัช กังศิริ)	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชนะ หุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 26 / 3 / 03
				วันที่บังคับใช้ 2 / 4 / 03

ผลกระทบ	เกณฑ์ ผลระดับความรุนแรงที่มีความล้มเหลวเกิดผลกระทบต่อผู้ใช้รถยนต์และโรงงานผลิตประกอบรถยนต์ ควรพิจารณาผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์เป็นอันดับแรก ถ้ามีผลกระทบเกิดขึ้นทั้งสองฝ่ายให้เลือกใช้ระดับความรุนแรงที่สูงกว่า (ผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์)	เกณฑ์ ผลระดับความรุนแรงที่มีความล้มเหลวเกิดผลกระทบต่อผู้ใช้รถยนต์และโรงงานผลิตประกอบรถยนต์ ควรพิจารณาผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้รถยนต์เป็นอันดับแรก ถ้ามีผลกระทบเกิดขึ้นทั้งสองฝ่ายให้เลือกใช้ระดับความรุนแรงที่สูงกว่า (ผลกระทบที่มีต่อโรงงานผลิตประกอบรถยนต์)	ระดับ
เล็กน้อย	เกิดเสียงดังและความไม่สะดวกสบาย มีเสียงร้องเรียนจากผู้ใช้รถยนต์ประมาณ 50 %	หรือซ่อมชานชนต์ใน Line การผลิต ไม่มีการหยุด Line การผลิต หรือลูกค้า Claim กลับมา ไม่มีการทำลายทิ้ง สามารถแก้ไขปรับแต่งใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที	3
เล็กน้อยมาก	เกิดเสียงดังและความไม่สะดวกสบาย มีเสียงร้องเรียนจากผู้ใช้รถยนต์น้อยกว่า 25 %	หรือซ่อมชานชนต์ใน Line การผลิต ไม่มีการหยุด Line การผลิต หรือลูกค้า Claim กลับมา ไม่มีการทำลายทิ้ง สามารถนำมาผ่านกระบวนการซ้ำใหม่ (เช่น RE-ZINC PLATING ใหม่)	2
ไม่มี	ผู้ใช้รถยนต์ไม่สามารถสังเกต มองออกได้	หรือการปฏิบัติงานไม่สะดวกสบายในการประกอบชานชนต์เล็กน้อย หรือไม่มีผลกระทบ	1

หัวข้อ 20 CLASSIFICATION ช่องนี้จะใส่ RANK ที่แสดงถึงระดับความสำคัญของกระบวนการซึ่งมี RANK ดังต่อไปนี้ A , AR , B , และ C หรือตามที่ลูกค้ากำหนด

หัวข้อ 21 POTENTIAL CAUSE (S) / MECHANISM (S) OF FAILURE ใส่สาเหตุที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวในกระบวนการ ใส่สาเหตุทั้งหมดที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวแล้วค้นหาสาเหตุหลักให้ได้เพื่อจะได้แก้ไขและควบคุมให้ตรงจุด

หัวข้อ 22 OCCURRENCE (O) ใส่ค่าความถี่ของสาเหตุที่จะทำให้เกิดความล้มเหลว ซึ่งจะมีตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 10 ดังแสดงในตารางแสดงเกณฑ์ให้ระดับความถี่ เกณฑ์ในการให้ระดับของความถี่จะใช้หลักเกณฑ์อยู่ 2 อย่าง คือ

1. POSSIBLE FAILURE RATE คือการประเมินว่าจะมีของเสียเท่าไรเมื่อทำการผลิตจริง อาจจะใช้ข้อมูลเก่ามาเป็นสิ่งอ้างอิงในการผลิตลักษณะคล้ายๆกัน หรืออาจได้จากการดูลักษณะของกระบวนการการผลิตเครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ หรือ
2. ใช้ข้อมูลเก่าทางสถิติที่เกิดขึ้นมาก่อนเป็นสิ่งอ้างอิงได้

เอกสารไม่ควบคุม

QS - 9000

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 7 / 10 เลขที่เอกสาร W124050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 4
	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 26 / 3 / 03 วันที่บังคับใช้ 2 / 4 / 03

ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินค่าโอกาสเกิดความล้มเหลว

PROBABILITY OF FAILURE ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	POSIBLE FAILURE RATE อัตราความล้มเหลว	Cpk	RANKING ระดับ
สูงมาก : มีความเสี่ยงในการเกิดความล้มเหลวสูง	≥ 700 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	< 0.55	10
	350 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 0.55	9
สูง : เป็นกระบวนการมีโอกาสเกิดความล้มเหลวได้บ่อย	160 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 0.78	8
	80 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 0.86	7
ปานกลาง : เป็นกระบวนการที่โอกาสเกิดความล้มเหลวบ้าง พอสมควร	40 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 0.94	6
	20 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 1.00	5
	10 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 1.10	4
ต่ำ : โอกาสเกิดความล้มเหลวได้ต่ำ	5 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 1.20	3
ต่ำมาก : โอกาสเกิดความล้มเหลวแทบจะไม่มี	2 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 1.30	2
ต่ำที่สุด : เป็นความล้มเหลวที่ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้หรือไม่เคยมีความล้มเหลวเกิดขึ้นมาก่อน	≤ 1 ชิ้นต่อขนาด LOT การผลิต 1,000 ชิ้น	≥ 1.67	1

หัวข้อ 23 CURRENT PROCESS CONTROL PREVENTION เป็นคำอธิบายของการควบคุมเพื่อป้องกันโอกาสที่จะเกิดขึ้นของความล้มเหลว เช่น ป้องกันสาเหตุและผลกระทบจากลักษณะของความล้มเหลวหรือลดอันตรายการเกิดสาเหตุแห่งความล้มเหลว โดยการประยุกต์ใช้ MISTAKE PROOFING , กลวิธีทางสถิติ

หัวข้อ 24 CURRENT PROCESS CONTROL DETECTION เป็นคำอธิบายของการควบคุมเพื่อตรวจจับสืบค้นหาความล้มเหลวหรือจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์ไม่ให้หลุดไปถึงผู้ประกอบผลิตภัณฑ์ (โรงงานประกอบรถยนต์) เช่น การตรวจสอบ 100 % , การตรวจสอบด้วย INSPECTION JIG เป็นต้น

เอกสารไม่ควบคุม

	วิธีทำงาน ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)			แผ่นที่ 9 / 10 เลขที่เอกสาร WI24050002
	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจสอบ	ผู้จัดทำ	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 5
	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชัยชวัช กังศิริ)	(ชนะ พุ่มเจริญดี)	วันที่ออก 16 / 9 / 03 วันที่บังคับใช้ 23 / 9 / 03

หัวข้อที่ 26 RISK PRIORITY NUMBER (R.P.N.) จะได้ค่านี้จากผลคูณของ SEVERITY (S), OCCURRENCE (O) และ DETECTION (D) ดังนี้

RPN = S x O x D

ค่า RPN จะมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 1000 ในส่วนของกระบวนการที่มีค่า RPN สูงทีม PFMEA จะต้องเน้นเป็นพิเศษก่อนที่จะดำเนินการผลิตและต้องหาทางแก้ไขเพื่อให้ได้ค่า RPN ต่ำลงจนลูกค้ายอมรับได้ RPN มาตรฐานของบริษัท ทองไชยฯ คือ 100 โดยทั่วไปในทางปฏิบัติจะไม่คำนึงถึงค่า RPN มากนักแต่จะให้ความสำคัญกับค่า SEVERITY และ OCCRRENCE มากกว่าเพราะว่าถ้าค่า SEVERITY สูง (ตั้งแต่ระดับ 9 - 10 ขึ้นไป) แสดงให้เห็นถึงความรุนแรงสูงมากถ้าความล้มเหลวเกิดขึ้นในกระบวนการ โดยเฉพาะในคุณลักษณะพิเศษให้พิจารณาปรับปรุงก่อนและต่อเนื่อง ถึงแม้ว่า RPN จะต่ำกว่า 100 ก็ตาม (3 - 5 ลำดับ)

หัวข้อที่ 27 RECOMMENDED ACTION คือ การกระทำการแก้ไข (CORRECTIVE ACTION) เมื่อเริ่มผลิตจริงจะต้องมีการติดตามผลการผลิตแต่ละกระบวนการอาจจะได้ข้อมูลจากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแต่ละ LOT ถ้าค่า RPN ที่ได้ในช่วงทำการผลิตจริงสูงกว่าที่กำหนดจะต้องค้นหาสาเหตุและทำการแก้ไขเพื่อให้ค่า RPN ลดลงให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ โดยการจะเลือกกระทำในกระบวนการที่มีค่า SEVERITY สูงก่อนและลำดับลองลงมาให้พิจารณาเลือกแก้ไขกระบวนการ ที่มีค่า OCCURRENCE สูงสุดต่อไป กรณีที่ไม่มีการแก้ไขให้ใส่คำว่า " NONE " ลงในช่องที่ 27

หัวข้อที่ 28 RESONSIBILITY ใส่ชื่อผู้รับผิดชอบและวันที่คาดว่าจะทำเสร็จในกรณีที่ต้องแก้ไขเพื่อปรับค่า RPN ให้ลดลง

หัวข้อที่ 29 ACTION TAKEN ใส่ผลการปรับปรุงแก้ไข

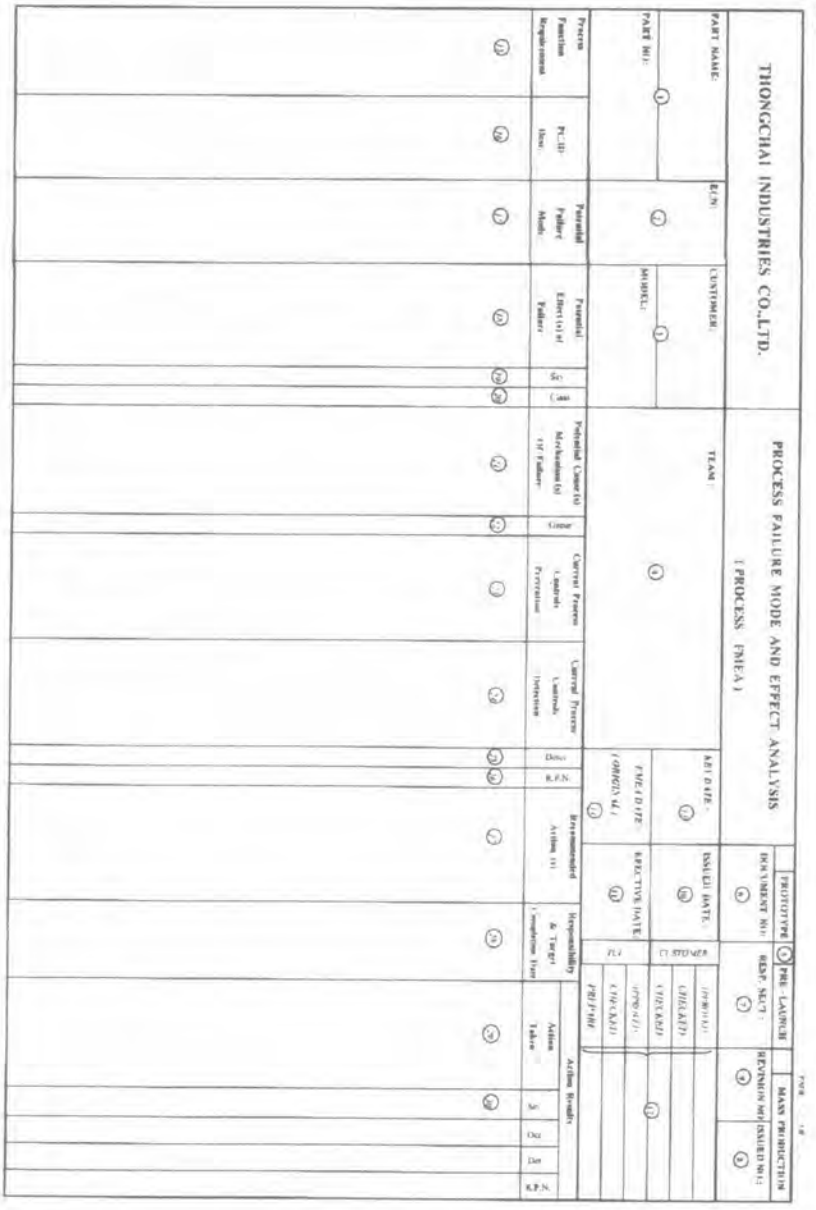
หัวข้อที่ 30 RESULT RPN หลังจากได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามช่อง 27 แล้ว ให้ทำการเก็บข้อมูลในกระบวนการแก้ไข โดยอาจตรวจสอบได้จากการนำของเสีย เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบหาค่า OCCURRENCE , SEVERITY และ DETECTION โดยดูได้จากตาราง หลังจากนั้นใส่ค่า O,S,D ลงในช่องแล้วคำนวณค่าของ RPN ออกมาด้วย กรณีที่ไม่มีการแก้ไข ๆ ที่จะทำให้ค่า RPN ลดลง (-) ถ้าค่า RPN ยังสูงอยู่ก็ทำการแก้ไขอีกหรือจะพิจารณาที่ค่า SEVERITY ค่าลดลงและอยู่ในเกณฑ์ที่ลูกค้ายอมรับได้ก็ไม่ต้องทำการแก้ไข (ซึ่งส่วนใหญ่แล้วค่า SEVERITY เป็นผลจากการออกแบบของลูกค้าทางบริษัทอาจไม่สามารถทำอะไรได้มากนัก)

การจัดทำเอกสาร FMEA ตั้งแต่หน้าที่ 2 เป็นต้นไปให้จัดทำเฉพาะหัวข้อ 15 ถึง 30 เท่านั้นไม่ต้องมี HEADER ชื่อ บริษัท , ชื่อเอกสาร และหัวข้อที่ 1 ถึง 14 อีก

เอกสารไม่ควบคุม

QS - 9000

วิธีทำงาน	แผ่นที่ 10 / 10
ชื่อเรื่อง การจัดทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (PFMEA)	เลขที่เอกสาร WI24050002
ผู้อนุมัติ: (ชัยธวัช กังศิริ) / ผู้ตรวจสอบ: (ชัยธวัช กังศิริ) / ผู้จัดทำ: (ชนะ พุ่มเจริญดี)	ฉบับที่ 1 แก้ไขครั้งที่ 3
	วันที่ออก 29 / 7 / 02
	วันที่บังคับใช้ 5 / 8 / 02



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐพล บัวกล่ำ เกิดเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2522 ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ สำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จากภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เมื่อปี 2544 ภายหลังจบการศึกษาทำงานในตำแหน่งวิศวกรโครงการ บริษัทไทยเรดิเอเตอร์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด เป็นระยะเวลา 2 ปี

ผู้เขียนได้เข้าศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิตศึกษา หลักสูตรในเวลาราชการ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2547