

Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California

según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



CETYS[®]
UNIVERSIDAD

Metodología de mejora para el desarrollo de nuevos productos en la empresa de instrumentos musicales Fender

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

Jesús Antonio Sánchez Pelayo

Director:

Dr. Isaac Azuz Adeath.

Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad)

Ensenada, B. C., México 2019.

Metodología de mejora para el desarrollo de nuevos productos en la empresa de instrumentos musicales Fender.

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

Jesús Antonio Sánchez Pelayo

y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Isaac Azuz Adeath
Director de Tesis

Dr. Josué López Leyva
Miembro del Comité

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Miembro del Comité

M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez
Coordinara de Posgrado de Ingeniería

Jesús Antonio Sánchez Pelayo © 2019

Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin el permiso formal y explícito del autor

Resumen de la tesis que presenta **Jesús Antonio Sánchez Pelayo** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ingeniería e Innovación.

Metodología de mejora para el desarrollo de nuevos productos en la empresa de instrumentos musicales Fender.

Resumen aprobado por:

Dr. Isaac Azuz Adeath

El presente documento de investigación propone una metodología para mejorar protocolos en la introducción de Nuevos productos. El estudio se efectuó en la empresa de instrumentos musicales Fender, Ensenada, bajo el uso de metodologías pilares en la en el desarrollo de nuevos productos. Con base a estas metodologías y lecciones aprendidas se desarrollaron 2 protocolos de introducción de Nuevos productos para el área de amplificadores de la misma empresa. Los proyectos de introducción realizados en el año 2018 se llevaron a cabo bajo las condiciones de los protocolos propuestos. Añadiendo, se desarrolló una herramienta matemática capaz de medir y estimar resultados con base a la efectividad de actividades y acciones involucradas en el Desarrollo de los Nuevos productos.

Palabras clave: Nuevos productos, protocolo, amplificadores, equipo multidisciplinario.

Abstract of the thesis presented by **Jesús Antonio Sánchez Pelayo** as a partial requirement to obtain the Master in Engineering and Innovation.

Methodology to improve the new product development at the company Instrumentos Musicales Fender.

Abstract approved by:

Dr. Isaac Azuz Adeath

The present investigation document proposes a methodology to improve new product introduction's protocols. The study was done in the company "Instrumentos Musicales Fender", Ensenada, under the usage of fundamental methodologies in new product development area. There were developed 2 new product introduction's protocols based on those methodologies and lessons learned in the Amplifiers area of the same company. The introduction 2018 projects were done under the proposed protocols. Adding, there was developed a mathematic tool capable to measure and estimate results based on activities effectiveness and involved actions for the new product development.

Keywords: New product, protocol, amplifiers, multidisciplinary teams.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia, amigos y maestros, quienes siempre han confiado en mí en cada proyecto personal y profesional.

Agradecimientos

A CONACYT y CETYS Universidad por haberme permitido ser parte de este programa de estudio.

Al Dr. Isaac Azuz Adeath y Dra. Dalia Holanda Chávez García por su apoyo y consejos brindados durante el desarrollo de esta tesis.

INDICE

Dedicatoria	5
Agradecimientos	6
CAPITULO 1. INTRODUCCION	10
1.1 Introducción General	10
1.2 Antecedentes	11
1.3 Justificación.....	16
1.4 Planteamiento del problema	18
1.5 Hipótesis.....	19
1.6 Objetivo General.....	19
CAPITULO 2. MARCO CONCEPTUAL	20
2.1 Modelos teóricos	20
2.1.1 Modelo Scorecard-Markov	20
(Chan y LP, 2010).....	20
2.1.2 Modelo IDEO	23
(Moen, 2001).	23
2.1.3. Modelo Booz, Allen y Hamilton (BAH)	27
(Booz y Hamilton, 1982).....	27
2.1.4. Modelo Stage-Gate	31
2.2 Modelo conceptual	32
2.2.1 Protocolo base de la planta de Ensenada.....	32
2.2.2 Replanteamiento del protocolo con base a lecciones aprendidas	37
2.2.3 Integración de modelos teóricos para la formación del nuevo protocolo	39
2.2.4 Modelos y ecuaciones de Markov	42
CAPITULO 3. METODOLOGIA	49
3.1 Implementación de nuevo protocolo	49
3.1.1 Protocolo FSRs	49
CAPITULO 4. RESULTADOS	54
4.1 Resultados FSRs	54
4.1.1 Cantidad de retrasos en FSRs 2017-2018	55
4.1.2 Cantidad de cortos de material en FSR 2017-2018.....	56
4.1.3 Cantidad de errores de ejecución en FSRS 2017-2018	57
4.1.4 Resultados 2017 utilizando modelo de Markov	57

4.1.5	Análisis de resultados 2018 utilizando modelos de Markov.....	59
CAPITULO 5. ANALISIS DE RESULTADOS		60
5.1	Comparación entre resultados del año 2018 y 2017	60
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		61
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		64
ANEXOS		66
ANEXO 1. PROTOCOLO NPI ENSENADA 2016		66
ANEXO 2. MODELO CONCEPTUAL FSR.....		67

Tabla de figuras

Figura 1: Estado de transición.....	21
Figura 2: Estado de transición múltiple	23
Figura 3: Modelo IDEO	24
Figura 4: Modelo Booz, Allen & Hamilton.....	28
Figura 5: Tendencia en número de ideas.....	29
Figura 6: Tendencia en capital	30
Figura 7: Diagrama de flujo de requisición de cotización.	33
Figura 8: Diagrama de flujo de la etapa “prototipo de manufactura”	34
Figura 9: Diagrama de flujo de la introducción del nuevo proceso	35
Figura 10: Diagrama de flujo de corrida prototipo	36
Figura 11: Diagrama de flujo de la corrida piloto	37
Figura 12: Nuevo diagrama de flujo para FSRs	41
Figura 13: New Product Flow chart.....	42
Figura 14: Diagrama de estados de transición para la fase de “Requisición de FSR y demanda inicial”	43
Figura 15: Diagrama de estados de transición para la fase “Revisión Mecánica”	44
Figura 16: Diagrama de estados de transición para la fase “Análisis de tiempos de entrega”.	45
Figura 17: Diagrama de estados de transición para la fase “Primera muestra para mercadotecnia”.	45
Figura 18: Diagrama de estados de transición para la fase “Validación FSR para producción masiva”	46
Figura 19: Modelo de Markov general de desarrollos de FSRs.....	48
Figura 20: Cronograma de producción de FSRs 2018	53
Figura 21: Cantidad de retrasos (2017 vs 2018)	55
Figura 22: Cantidad de cortos (2017 vs 2018)	56
Figura 23: Cantidad de errores de ejecución (2017 vs 2018)	57

CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1 Introducción General

En un mundo donde los cambios ocurren tan rápido y las tecnologías evolucionan en forma exponencial, es de vital importancia para cualquier empresa el desarrollo de nuevos productos y tecnologías que les ofrezcan ventajas competitivas frente a otras compañías que se encuentren en el mismo segmento de mercado (Ayağ, 2014).

Normalmente, los nuevos productos ofrecen un valor nuevo o características deseables a los clientes, lo cual hace que el cliente quiera o tenga la necesidad de actualizarse. Si un producto no contiene valor agregado respecto productos o versiones anteriores, no habrá ninguna razón para que el cliente lo consuma y gaste sus recursos en ello (Shugal y Ershov, 2011).

Suele ser común que las compañías ofrezcan nuevos productos con mejoras sencillas al añadir características novedosas a productos ya existentes y así, mejorar la experiencia, el desempeño y aspectos cosméticos de los mismos. Este tipo de nuevos productos son implementados con frecuencia debido a que ofrecen al cliente suficiente valor como para mantenerlo interesado y además, es fácil de desarrollar en un tiempo relativamente corto debido a la poca complejidad en la cadena de suministros. Sin embargo, no son benéficas a largo plazo tanto para la compañía como para los clientes debido a la oferta de nuevos productos de la competencia y la obsolescencia natural de la tecnología (Sandborn, 2014).

Así mismo, existen otros tipos de nuevos productos que ofrecen características totalmente novedosas frente a los productos anteriores, los cuales, ofrecen satisfacción inmediata al cliente. En este caso, la complejidad y el tiempo de desarrollo se incrementa significativamente por la gran cantidad de componentes nuevos, establecimiento de la cadena de suministros, desarrollo de nuevos procesos y tecnologías. Al mismo tiempo, existen los beneficios a largo plazo para los consumidores dados por las nuevas características y para la compañía debido al incremento de consumo (Sitzia y Zizzo, 2009).

Cabe mencionar que existe un tercer tipo de producto, esto sucede cuando la tecnología, las características o el servicio mismo es revolucionario, es decir cuando cambia de manera drástica y ofrece a la sociedad una mejor calidad de vida y satisfacción inmediata. Algunos ejemplos de

esto son medicamentos nuevos que curan enfermedades, nuevos dispositivos de seguridad en diversos ámbitos, etc. (Paetz, 2014).

Debido a las diversas necesidades que se han tenido a lo largo del tiempo se ha visto la necesidad de tener un proceso definido a seguir en el desarrollo de nuevos productos y no fue sino hasta 1982 que se publicó por primera vez un proceso estructurado en forma de un protocolo estándar y definido para el seguimiento y de los desarrollos de estos (Booz y Hamilton, 1982). Durante todo este tiempo se han desarrollado conceptos clave en el éxito de los proyectos como lo son la estrategia, ventajas competitivas, tiempo de desarrollo para el mercado, conocimiento base, aprendizaje de la organización, customización masiva y manejo de ciclo de vida de producto (Booz y Hamilton, 1982).

Es importante resaltar que el diseño, ingeniería y manufactura necesitan estar coordinados en términos de tiempos e información para ofrecer un producto exitoso que este enfocado en el cliente, cualquier desalineación entre estas funciones repercutirá significativamente en los tiempos de desarrollo, características de producto, eficiencia de los procesos de manufactura y del éxito en general del proyecto en cuestión (Belvedere y Gallmann, 2013).

1.2 Antecedentes

Hoy en día el desarrollo de nuevos productos es un proceso conocido por llevar un servicio o producto desde su conceptualización hasta su lanzamiento y venta al mercado. Como es natural, ha sido un proceso que se ha venido formalizando desde los años 90 con compañías pioneras como Ford, AT&T y GE, las cuales encontraron nuevas maneras de construir sus procesos de desarrollo de maneras más eficientes.

Sin embargo, existen varias organizaciones que se han dedicado por completo al estudio de las actividades relacionadas con el desarrollo de nuevos productos, a continuación, se enlistan algunas de las más importantes a nivel global:

- PDMA (Product Development and management association). Esta fundación de investigación tiene como principal misión proveer conocimiento en el desarrollo de nuevo producto como una disciplina con nivel de investigación académico, tiene cerca de 3,000 miembros en 50 países diferentes. Sus comienzos datan de 1976 y está envuelta en todas

las actividades relacionadas desde el concepto de los productos hasta el lanzamiento al mercado con un apego a las organizaciones comerciales muy cercano. Una de las principales características es que proveen conjuntos de datos calificados para los investigadores para la búsqueda de conocimiento con estudios en el manejo de la innovación que incluyen más de 1000 unidades de negocio con 30 años de datos. Entrega certificaciones a profesionales del desarrollo de nuevos productos (PDMA, 2018).

- AIPMM (Association of International Product Marketing & Management). Es una asociación profesional para desarrolladores de producto a lo largo del mundo que de igual manera proveen certificados para el público interesado en la materia. Sus certificaciones están basadas en principios fundamentales que pueden ser aplicados a un producto único o variedad de productos en los procesos gerenciales y organizaciones. Cuentan con una cobertura de 75 países alrededor del mundo. Trabaja bajo acreditación ANSI/ISO/IEC 17024:2012. Este grupo está enfocado principalmente en el ciclo de vida del proceso de desarrollo de producto (AIPMM, 2018).
- ISPIM (International Society for Professional Innovation Management). Es una asociación de miembros de investigación, industria, consultoría y sector público, todos compartiendo la pasión por la administración de la innovación dentro de las cuales los principales temas son como crear nuevos productos exitosamente, procesos y servicios de ideas para estimular el crecimiento económico y bienestar. Formado en Noruega en 1983, ISPIM tiene miembros en más de 70 países y es la red europea más antigua, larga y más activa en asuntos de innovación que se expande rápidamente en América y Asia Pacífico (ISPIM, 2018).
- SCPD (Society of Concurrent Product Development). Específicamente SCPD se enfoca en corporaciones con el propósito de mejorar la concurrencia y el trabajo en equipo. Ayudan a mejorar a la productividad de las organizaciones en la creación de nuevos productos a través del aprovechamiento cinético de la ingeniería, procesos ejecutados en paralelo, innovación, tecnología, herramientas y las mejores prácticas. Se aut nombra una sociedad

educacional y no costosa en la cual se cuenta con un registro de 20 años de empujar el conocimiento hacia la industria (SCPD, 2018).

Existen varios modelos de procesos o protocolos para el desarrollo de nuevos productos, estos difieren en el nivel de utilidad y éxito para las diferentes compañías:

- El modelo Scorecard-Markov: En este modelo, se construye una matriz representando transiciones de estado, como estos van a ir de uno a otro y aplicarlo al modelo Scorecard-Markov para hacer decisiones sobre proyecciones de nuevos productos. Ayuda a desarrollar ideas de nuevos productos, la matriz incluye las necesidades del cliente, la fortaleza del marketing disponible, la competencia, la compatibilidad de la manufactura y los canales de distribución. En otras palabras, este modelo es usado para bajar todas las ideas a forma matemática de manera que haga sentido a la compañía. Es una manera formal de procesos basados en evidencia para que las personas reporten a otras personas que quieren datos reales sobre porque algunas ideas pueden ser realistas y otras no (Chan y LP, 2010).
- El proceso IDEO: Este modelo viene del diseño y firma de consultoría del mismo nombre y se aparta del él, porque es el “proceso de diseño centrado en humanos”, diseñando desde la perspectiva del usuario. Este proceso tiene como objetivo el FFE de la innovación e incluye la observación, ideación, prototipos rápidos, retroalimentación de usuario, refinación e implementación (Moen, 2001).
- El modelo de Booz, Allen y Hamilton (BAH): Este es uno de los más conocidos modelos en el desarrollo de los nuevos productos. Es considerado fundamental y padre de todos los otros modelos construidos al día presente en cualquier industria y está ideado para ser secuencial. Los siete pasos constan de la estrategia del nuevo producto, la generación de ideas, visualización y evaluación, análisis del negocio, desarrollo, prueba y comercialización (Booz y Hamilton, 1982).

- **Modelo Stage-Gate:** También conocido como el modelo Phase-Gate, este es un proyecto aproximación de gerencia que divide el proceso de desarrollo de nuevos productos en un sistema de embudo. Una vez que cada etapa del desarrollo del producto está completa, ello pasa a través de una fase se salida aprobada por gerencia antes de moverse a la siguiente etapa. Algunas veces están procesadas simultáneamente. En este modelo, las compañías deciden al filtrar los malos conceptos e ideas a través de un embudo en el tiempo que el proceso es completo. (Edgett, 2015).

Como fue mencionado con anterioridad, el desarrollo de nuevos productos requiere de grandes esfuerzos desde el desarrollo del concepto hasta el lanzamiento del producto en cuestión. Así mismo, unas de las principales problemáticas que plantea el mercado global actual son: el poder construir rápido, más pequeño, con más calidad y a menor costo que versiones o productos anteriores, sumado a ello, se tienen que evaluar las características que los consumidores querrán y realizar una solución al precio correcto, por último, el benchmarking siempre será una preocupación constante (Singh, et al, 2017)

Por si no fuera suficiente, el mundo del desarrollo de nuevos productos siempre está en constante evolución, algunas de las nuevas tendencias de acuerdo con Anderson (2017) serían:

Software. Hace más de una década los productos eran desarrollados en su mayoría con un enfoque funcional y cosmético, es decir, un gran porcentaje del desarrollo estaba en la parte mecánica o externada del producto, dejando pocos esfuerzos hacia la parte del software, el cual, se limitaba a lo necesario para que el dispositivo funcionara correctamente. Hoy en día las cosas han cambiado, el desarrollo de nuevos productos ha dado la vuelta en este tema y los esfuerzos ahora son la mayoría en el desarrollo de software. Incluso, los dispositivos de hoy están enfocados en software que cuentan con frecuentes actualizaciones, novedades y aplicaciones sin requerir ninguna actualización del hardware.

Equipos distribuidos. Tal como la tecnología y las tendencias van avanzando a pasos agigantados, cada vez es más común ver equipos multidisciplinarios distribuidos a lo largo del mundo o ciertas zonas geográficas. Una de las principales limitantes son las diferentes zonas horarias, por ello, cada vez más los esfuerzos van enfocados en la adquisición de herramientas virtuales que les dé a los equipos la posibilidad de visualizar la misma información al tiempo correcto.

Trabajo en un ecosistema de productos. Muchos de los nuevos productos el día de hoy tienen que trabajar con ecosistemas de productos inteligentes, por ello, los consumidores están cada vez menos interesados en productos que trabajen independientemente y siempre que se piense en el lanzamiento de algo nuevo debe tomarse en cuenta. Unas de las nuevas preguntas son, ¿qué ecosistema será nuestro objetivo?, ¿Cuáles serán los requerimientos?

Cantidades masivas de datos. En la actualidad todos los productos inteligentes están constituidos con una variedad de sensores, los cuales, leen señales físicas y las convierten en información útil para los consumidores, de tal manera que esto se transforma en una experiencia que se vuelve una necesidad para el cliente. Además, se provee información muy útil para el equipo de desarrollo a tomar en cuenta para el diseño de los siguientes nuevos productos. Sin embargo, debido a la cantidad tan grande de datos, el almacenamiento y procesamiento se vuelve un problema con el cual lidiar.

Privacidad. Con toda esa conectividad, datos y funciones de los nuevos productos, la información privada puede ser robada y ser usada de manera mal intencionada. Esto, debe tomarse en cuenta por los desarrolladores en el reforzamiento de seguridad, algún fallo en él puede afectar negativamente en la perspectiva del consumidor hacia el producto.

Por otra parte, hablando específicamente de la empresa de instrumentos musicales Fender, la misma cuenta con 30 años manufacturando productos en la ciudad de Ensenada y desde sus inicios en las instalaciones de México se han desarrollado nuevos productos para satisfacer las necesidades del mercado. Sin embargo, es importante mencionar que en sus inicios no existía un protocolo definido para la introducción de nuevos productos, ni un departamento dedicado a la misma labor. Muchos productos como baterías acústicas, guitarras acústicas, amplificadores de transistores, amplificadores de bajo, etc., han pasado por algunos periodos de tiempo y después han desaparecido debido a su baja demanda.

Fue hasta el año 2010 cuando se observó la necesidad de crear un departamento dedicado exclusivamente al desarrollo de nuevos productos y tecnologías, así como un protocolo definido a seguir introducciones de producto exitosas.

Es importante aclarar que dicho protocolo fue creado para el área de guitarras eléctricas, sin embargo, no estaba incluido en el área de amplificadores, cuyos procesos son distintos y requieren

una adecuación específica. Por ello, aunque la introducción de nuevos amplificadores se regía por el protocolo de guitarras, se puede considerar como inexistente para el área de amplificadores.

El protocolo definido en el año 2010 constaba de las siguientes fases:

- Requisición de cotización
- P1 MFG prototipo (Primer prototipo para evaluación del departamento de diseño)
- Introducción del nuevo proceso
- Corrida prototipo (Corrida que aún es susceptible a cambios, no más de 15 unidades)
- Corrida piloto (Corrida en la que no se permiten cambios, de 25 a 30 unidades)

1.3 Justificación

Los nuevos productos son de suma importancia para el mantenimiento y renovación de bienes para una compañía, es lo que mantendrá el interés de los clientes en un futuro cercano. A su vez, uno de los conceptos más importantes dentro del desarrollo de nuevos productos es el “time to market”, el cual es el tiempo que transcurre desde la idea del concepto hasta el lanzamiento al mercado del nuevo producto. El lanzamiento por su parte es un momento para la compañía de crecer y adquirir credibilidad por parte de los clientes o pudiese ser un momento de quiebre. Normalmente, en este punto manufactura trabaja muy de la mano con el departamento de ventas para atraer al mercado de este nuevo producto, por ello el tiempo y la agenda de cada etapa del desarrollo es crítico para atraer clientes y optimizar las posibles ganancias de la compañía debido al nuevo producto (Elberzhager y Naab, 2017).

De manera puntual en la empresa Fender, en 2017 se lanzó un nuevo producto llamado “EVH head 50W EL34”, este presentó problemas funcionales con el distribuidor, falló en las fechas y cantidades de producto al momento del lanzamiento por falta de materiales y se detectaron varios problemas de calidad en el ensamble. Esto provocó retrabajos, un costo de producción mayor al propuesto inicialmente y un riesgo a la credibilidad e imagen de la marca ante el mercado.

Para atraer a la mayor cantidad de clientes posibles y generar ganancias, es deseable lanzar el producto en el punto donde el mercado este más ansioso de las nuevas características y beneficios ofrecidos. El lanzar demasiado producto puede ocasionar que el mercado no entienda a plenitud el valor agregado del nuevo producto, o muy tarde, puede hacer que se pierda el interés (Liu, 2017).

Este fue el caso del amplificador “EVH head 50W EL34”, tenía una fecha de lanzamiento oficial, la publicidad y el marketing había hecho su trabajo con meses de anticipación. La manera de observar el nivel de expectativas del mercado fue mediante foros y redes sociales.

Por otra parte, los lanzamientos de la competencia afectan directamente a la agenda de la compañía. Hay dos posibles estrategias, una es ser el precursor de características novedosas, lo cual, podría generar una cobertura del mercado amplia debido a las características novedosas respecto a la competencia, sin embargo, esto representa riesgos elevados debido a la implementación de nuevas tecnologías y aceptación del mercado. La segunda estrategia es más segura desde el punto de vista de aceptación del mercado, y no es más que esperar a que los clientes se familiaricen con las nuevas tecnologías, las acepten, se mantengan estables y ya existan suficientes datos de retroalimentación como para generar versiones más eficientes y optimizadas para las necesidades del mercado específico. Por su parte, esto representa un riesgo en volumen de ventas (Liu y Schiraldi, 2012).

La empresa Fender suele implementar esta estrategia para mantener ventas y el interés del mercado, esto lo hace al realizar amplificadores llamados “FSRs”, por sus siglas “Factory Special Run”. Estos productos no cuentan con cambios mayores en términos dimensionales o funcionales, no son mas que los mismo productos base que ya se producen, pero, cambiando materiales como el tipo de tela, madera, bocinas, etc. Es decir, se les da un aspecto totalmente novedoso y cambios en la funcionalidad mínimos que mantienen el interés del cliente final.

Debido a que los FSRs no son productos que se corren con frecuencia, Fender ha experimentado errores al ensamblar amplificadores con materiales equivocados, y perdida de ventas por fallar en las fechas de entrega por falta de materiales para producir.

Otro punto clave es la calidad, así es, un tiempo de desarrollo perfectamente alineado no es suficiente. En algunas ocasiones suele ocurrir que hubo omisiones durante el desarrollo de investigación o algunas fases no fueron desarrolladas bajo todos los controles que aseguran la calidad del producto. Por lo que suele ser común que los primeros lotes de producción cuenten con defectos masivos o características no funcionales del producto, lo cual puede afectar negativamente a la imagen de la compañía y opinión de los clientes sobre el producto, lo cual, afecta las ventas (Calantone y Di Benedetto, 2012).

En conclusión, es necesario proponer una metodología para el lanzamiento de nuevos productos en la empresa Fender, Ensenada, específicamente en el área de amplificadores para reducir defectos, mejorar la calidad, eliminar retrasos de lanzamientos y evitar material faltante.

1.4 Planteamiento del problema

Existen dos problemáticas principales en el desarrollo de nuevos productos en la empresa Fender, la primera se refiere a la comunicación efectiva durante cada etapa de los proyectos entre los departamentos de planeación, calidad, suministro de materiales, NPI, e ingeniería y desarrollo. La segunda se encuentra en los diseños de nuevos productos por parte de ingeniería de desarrollo, los cuales han propiciado fallas y errores en las etapas de manufactura como los son prototipos, muestras, tiempos de entrega, costos de materiales, costos de producto, costos de labor y compromisos de lanzamientos oficiales.

Mejores diseños en etapas tempranas garantizan que la ejecución de las fases de manufactura será realizada en el tiempo planeado, reducirá costos de operación y de materiales.

Así mismo, la redefinición del protocolo de desarrollo de nuevos productos ayudará a tener una mejor comunicación y conocimiento de cada fase por parte de los departamentos involucrados. Actualmente, el departamento de nuevos productos en Fender Ensenada es responsable de la introducción de nuevos procesos y productos de manufactura y de transferencias de tecnología Inter sitio. Un proyecto complejo de transferencia y/o desarrollo puede tomar entre 6 meses a 1 año en desarrollarse.

Un proyecto de introducción de nuevos productos en las instalaciones de Ensenada está dividido en 5 fases:

- Requisición de cotización
- Prototipo de manufactura
- Introducción del nuevo proceso
- Corrida prototipo
- Corrida piloto

Como se ha explicado con anterioridad, uno de los mayores retos en la industria y específicamente en los departamentos de desarrollo es llevar las diferentes etapas de los proyectos de acuerdo con

el plan de trabajo de cada fase para que la etapa de lanzamiento este alineada con las expectativas del mercado.

Además, los sistemas de manufactura deben de ser capaces de responder a las necesidades del cliente, para ello es necesario tomar en cuenta la capacidad instalada, instrucciones de trabajo, herramientas y todas aquellas características que sean necesarias para evitar la menor cantidad de problemas a la manufactura. De lo contrario, esto puede impactar negativamente los métricos de la compañía y reducir los estándares de calidad, incrementando así defectos, retrabajos e ineficiencias en general.

Por otra parte, cualquier falla en la cadena de suministros será de un impacto mayor en la calidad del producto, así como para la planificación de cada fase del proyecto, por ello, es de suma importancia que la cadena de suministros sea establecida de manera robusta para evitar retrasos y problemas de calidad.

De lo anterior se formulan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el impacto de retrasos en los lanzamientos de nuevos productos?
- ¿Qué metodologías pueden mejorar los diseños desde el punto de vista de manufactura?
- ¿Cuáles son las principales causas de retrasos en lanzamientos de nuevos productos?
- ¿Cómo evitar cambios de diseño entre fases de validación de nuevos productos?
- ¿Cuáles son los principales motivos de retrasos de materiales?
- ¿Cuáles son las causas de producto defectuoso en manos del cliente final?

1.5 Hipótesis

Los lanzamientos de producto fallan en términos de fechas de lanzamiento y calidad debido al desconocimiento por parte de los departamentos de (Research and development) R&D, NPI, Manufactura, Calidad, Compras y Planeación de cada una de las fases de validación y la función de estas.

1.6 Objetivo General

Definir un protocolo de desarrollo de nuevos productos para el área de amplificadores y medir su efectividad comparando cantidades de defectos, cortos y retrasos entre el año 2017 y 2018 al realizar al menos un lanzamiento de nuevo producto.

1.6.1 Objetivos particulares

- Proponer un protocolo basado en mejores prácticas de manufactura, lecciones aprendidas y modelos teóricos para el desarrollo de nuevos productos en las instalaciones de Fender Ensenada para el área de amplificadores.
- Involucrar y validar la efectividad/eficiencia del nuevo protocolo con todos los departamentos involucrados en los nuevos productos.
- Realizar un lanzamiento de un nuevo producto haciendo uso del nuevo protocolo y evaluar los resultados de cada fase en contra de proyectos anteriores.
- Analizar resultados de forma estadística y comprobar si existen resultados positivos debido al nuevo protocolo.

CAPITULO 2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Modelos teóricos

A continuación, se presentan los principales modelos que han sido claves en el desarrollo de los nuevos productos a lo largo de las últimas décadas y que son de interés para entender las bases en las que se fundamentan los diversos modelos, así como para implementar mejoras y desarrollar un nuevo modelo que se ajuste a las necesidades de Fender Ensenada, específicamente para el área de amplificadores.

2.1.1 Modelo Scorecard-Markov (Chan y LP, 2010).

Es un modelo propuesto que combina una evaluación de registros estadísticos para medir logros y progresos en combinación con el modelo de Markov (Hidden Markov Model – HMM) para hacer una proyección de ideas de nuevos productos.

En términos de diseño y metodología, el conjunto de registros estadísticos (Scorecard) está construido para evaluar las ideas con varios criterios, incluyendo las necesidades del cliente, fuerza de mercadeo, competencia, compatibilidad de manufactura y canales de distribución, envolviendo

una consideración de riesgo. Además, el modelo de Markov por su parte se desarrolla para predecir todo el desempeño de las nuevas ideas en términos de probabilidad de éxito. Para la implementación del modelo, se entrena y se prueba con el conjunto de datos históricos, llevando así a la compañía a herramientas robustas de la industria a través de un caso de estudio.

Se ha encontrado que este modelo es alentador y significativo y puede servir como una guía para la evaluación de nuevas ideas de nuevos productos para convertir los juicios lingüísticos de expertos en datos cuantificables y comparables, en donde el HMM puede determinar la probabilidad de éxito de nuevas ideas para la toma de decisiones basado en la evaluación de desempeño. Por ello, dependiendo de las circunstancias se puede determinar un valor óptimo para tomar decisiones.

El modelo es capaz de prevenir que las compañías tomen proyectos que tienen altas probabilidades de fallar, por el contrario, ayuda a tomar decisiones favorables.

Por su parte, el modelo de Markov analiza los estados de un sistema, posibles transiciones entre estos estados, y los parámetros de esas transiciones. En los análisis de confiabilidad las transiciones usualmente consisten en fallas y reparaciones. Cuando se representa un modelo gráficamente, cada estado usualmente se representa como una “burbuja”, con flechas denotando una transición entre los estados.

Un ejemplo sencillo de una persona sana que se enferma se describe como:

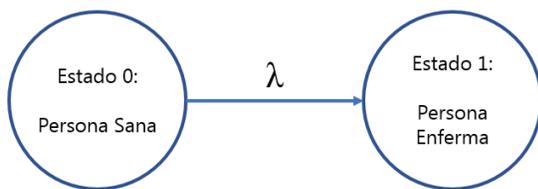


Figura 1: Estado de transición

El símbolo λ denota el parámetro de transición del estado 0 a 1. Añadiendo, se denota por $P_j(t)$ la probabilidad del sistema de estado j al tiempo t . Si se sabe que la persona estuvo sana en un tiempo $t = 0$, las probabilidades iniciales de los dos estados son $P_0(0) = 1$ y $P_1(0) = 0$. Así la probabilidad del estado 0 decrece conforme al valor de la constante λ , lo que significa que, si el sistema está en estado 0 en un tiempo dado, la probabilidad de hacer la transición al estado 1 durante el siguiente incremento de tiempo dt es λdt .

Por lo tanto:

$$dP_0 = -(P_0)(\lambda dt)$$

$$\frac{dP_0}{dt} = -\lambda P_0$$

$$\frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0$$

$$P_0 + P_1 = 1$$

Entonces la solución a las ecuaciones con condiciones iniciales $P_0(0) = 1$ y $P_1(0) = 0$, es:

$$P_0(t) = e^{-\lambda t}$$

$$P_1(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

La forma de la solución explica por qué las transiciones con parámetros constantes son llamados también “transiciones exponenciales”, porque las veces de transición están exponencialmente distribuidas. También está claro que la probabilidad total de todos los estados es conservada. La probabilidad simplemente fluye de un estado a otro.

Como es de esperarse, la mayoría de los modelos Markov son más elaborados que el ejemplo anterior. Los modelos Markov en los sistemas reales incluyen un mapa completo de estado y un conjunto de estados intermediarios representando la condición parcial fallida, llevando así al estado completo de falla. Ver figura 2 para referencia.

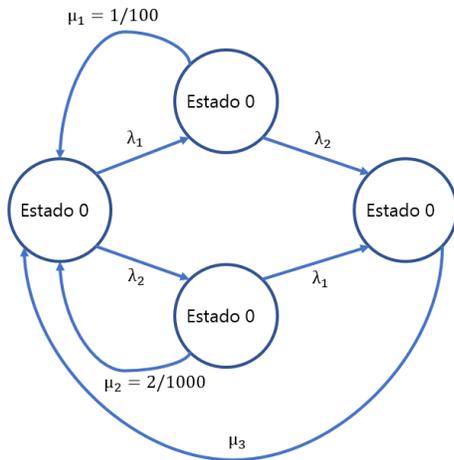


Figura 2: Estado de transición múltiple

2.1.2 Modelo IDEO

(Moen, 2001).

En el modelo IDEO los equipos como tal son el corazón de este proceso. Los equipos de trabajo son llamados “Equipos Hot Project” y tienes bien definido su propósito y personalidad. Para los equipos IDEO, los equipos siempre están por encima de los individuos y el concepto de genios solitarios de hecho es considerado como nocivo para los esfuerzos de creatividad e innovación.

Los equipos “Hot Project” deben:

- Provenir de múltiples disciplinas
- Tienen la autoridad para realizar lo que sea que se necesite para lograr metas
- Combinan la diversión con el trabajo
- Tener claro, metas tangibles y fechas límite serias
- Tener pasión

El proceso IDEO se conforma de 5 pasos:

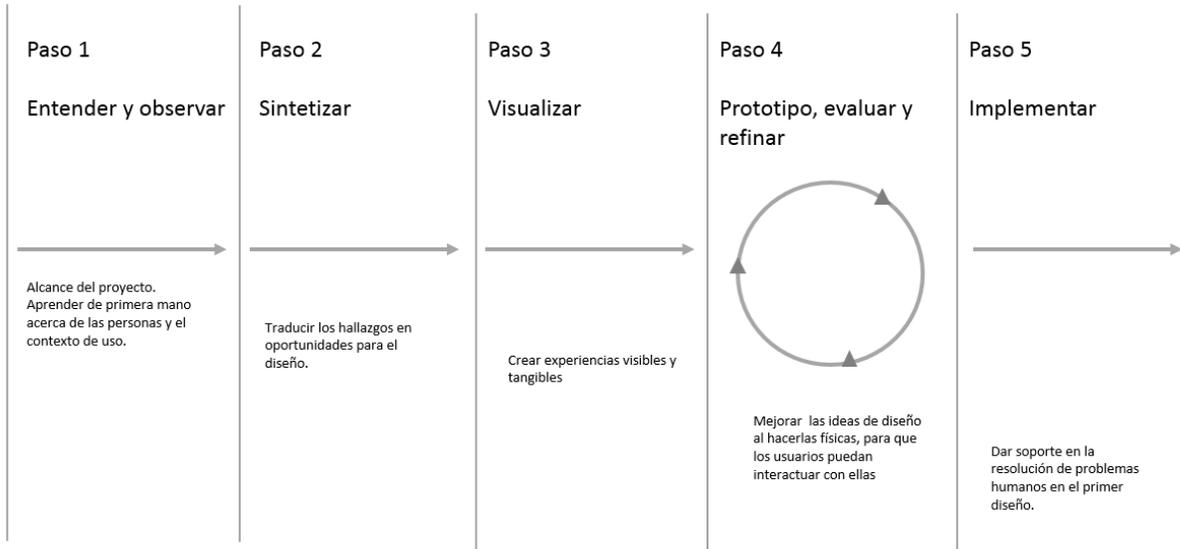


Figura 3: Modelo IDEO

Paso 1: Entender y observar

Entender el mercado, el cliente, la tecnología y los problemas percibidos. Observar personas reales en situaciones de la vida real para encontrar que los hacen dudar, confundirse, que les gusta y que les disgusta y las necesidades latentes no manejadas por los productos y servicios actuales. Ir a la fuente y no a los expertos dentro de una organización. La inspiración viene de la observación.

- Se empieza con una sesión “que sabemos”.
- Hacer una revisión del “estado del arte”.
- Ver y escuchar cosas con tus propios ojos y oídos es un primer paso para la mejora o creación de producto o servicio.
- Enfoque en la observación de las personas, nuevas ideas vienen de la vista, el olfato, oír-estar ahí.
- Una observación buena y perspicaz combina la observación cuidadosa con preguntas de "por qué" ocasionalmente bien elegidas para llegar a las interacciones de una persona con productos y servicios.
- A menudo, las ideas más interesantes provienen de la brecha entre lo que se dice y lo que realmente sucede.

- Se observan a las personas que rompen las reglas en lugar de seguir las instrucciones a la perfección.

Paso 2: Sintetizar

Toda la información del Paso 1 se recopila en la sala del proyecto. Esta sala se convierte en la herramienta clave para traducir la información en oportunidades de diseño. Las fotografías, los diagramas y los dibujos están todos montados en la pared para provocar el debate e ilustrar las ideas clave. La sala se convierte en una herramienta para clasificar y registrar las ideas que se desarrollan.

Paso 3: Visualizar

Ser visual es una regla principal de la lluvia de ideas de IDEO. Se visualizan los conceptos nuevos para el mundo y los clientes que los usarán.

Algunos lineamientos usuales son:

- 60 minutos solamente.
- Divertido /Visual.
- Sin notas y sin turnos.
- Se rellenan todas las paredes y espacios planos con papel, se utilizan marcadores post-it y Sharpie.
- Bocetos, mapas mentales, diagramas, figuras de palo, etc.
- Se numeran las ideas
- Se realiza una votación sobre las mejores ideas

Además, existen seis formas usuales de matar a una lluvia de ideas:

1. El jefe habla primero
2. Todo el mundo tiene un turno
3. Los expertos solo por favor
4. Hazlo fuera del sitio
5. Se cree que hay ideas tontas
6. Anote todo

La creación de experiencias visibles y tangibles se mejora con renderizado basado en computadora, modelo físico o prototipos.

Paso 4: Realizar prototipos, evaluar y refinar

- Los prototipos dan forma a las ideas ya que son considerados como la abreviatura de la innovación. Una serie de iteraciones rápidas (fallan temprano y fallan a menudo, pero aprenden de esas fallas).
- Los equipos no se deben de desmotivar en los primeros intentos, lo que cuenta es mover la pelota hacia adelante, lograr una parte de la meta, no perder el tiempo.
- Los prototipos resultantes de una mala idea son beneficiosos para conocer modos de falla.
- No es un proceso finito, los equipos se detienen cuando tienen que cumplir con la fecha límite y sacarla en el mercado.

Paso 5: Implementar

Los cambios de diseño pueden ser sistémicos o altamente localizados. La implementación es la fase más larga y la más desafiante desde el punto de vista técnico. El tiempo para completar los cinco pasos anteriores podría ser de unos días a seis meses. A lo largo de los años, IDEO ha identificado algunas prácticas importantes. Estas son:

1. Observar a los clientes y a los que no lo son, especialmente entusiastas.
2. Jugar en el lugar de trabajo físico es una manera de enviar un lenguaje corporal positivo a los empleados y visitantes.
3. Pensar en "verbos" y no en "sustantivos" en un producto o servicio.
4. Romper las reglas y "fallar" para que el cambio sea parte de la cultura, y se esperen siempre nuevos desafíos.
5. Mantenerse con los pies sobre la tierra, escalando en un entorno organizacional para que haya espacio en el que los grupos IDEO emerjan y prosperen.
6. Construir puentes de un departamento a otro, de una organización a sus posibles clientes y, en última instancia, formar el presente para el futuro.

Además, miles de proyectos le han enseñado a IDEO algunas lecciones valiosas. Algunos de ellos son:

1. Hacer grandes presentaciones
2. Hacer metáforas
3. Hacer que el cliente se apegue emocionalmente al producto
4. El color inspira
5. Pasar entre bastidores (que los clientes se enteren de todo)
6. Haga que su producto o servicio funcione más rápido y más simple
7. Hazlo ir a prueba
8. Primero, no hagas daño
9. Haga una lista de verificación de los "elementos esenciales" antes de comenzar un proyecto
10. Grandes accesorios pueden llevar un producto (los pequeños toques correctos)

2.1.3. Modelo Booz, Allen y Hamilton (BAH)

(Booz y Hamilton, 1982).

Si bien el riesgo es inherente al desarrollo de nuevos productos, puede reducirse adoptando un marco sistemático para gestionar nuevas actividades de productos. Un marco de este tipo para desarrollar nuevas actividades de productos fue desarrollado por la firma de consultoría de gestión de Booz, Allen y Hamilton. Ilustrado en la figura 4, el nuevo proceso de productos de Booz, Allen y Hamilton divide el desarrollo de nuevos productos en siete etapas secuenciales: desarrollo de estrategias de nuevos productos, generación de ideas, evaluación y evaluación, análisis de negocios, desarrollo, pruebas y comercialización. Estas etapas se explican de la siguiente manera.

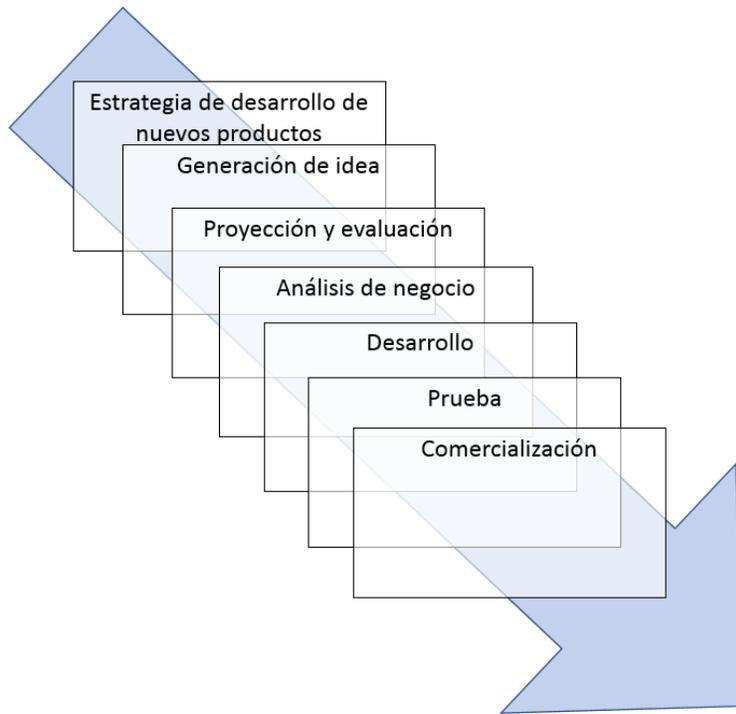


Figura 4: Modelo Booz, Allen & Hamilton

Etapa 1: Desarrollo de estrategias de nuevos productos

El proceso de BAH empieza con el desarrollo de estrategias de nuevos productos, aquí los ejecutivos sin fines de lucro sientan las bases para el nuevo proceso del producto revisando las misiones y los objetivos asociados, identificando las funciones que los nuevos productos podrían desempeñar satisfaciendo directivas dadas. Esta información aclara los requisitos estratégicos para nuevos productos y proporciona una referencia puntual para el nuevo producto posterior etapas de desarrollo.

Etapa 2: Generación de ideas

Durante la etapa de generación de ideas, los ejecutivos sin fines de lucro buscan ideas de producto que sean compatibles con las metas y objetivos determinados en la etapa anterior. La generación de ideas usualmente empieza por conducir una autoevaluación para determinar las categorías de producto que son de interés primario. Cuando las áreas de interés han sido determinadas, los ejecutivos sin fines de lucro inspeccionan el ambiente en búsqueda de oportunidades de crecimiento. Las ideas deberían ser activamente solicitadas de cualquier fuente de ideas potenciales, incluyendo trabajadores, clientes y proveedores. El ultimo propósito de la etapa de

generación de ideas es para producir riqueza de ideas. Cada idea debería de ser bienvenida e inicialmente considerada en una base de “se puede hacer”.

Etapa 3: Proyección y evaluación

La etapa de proyección y evaluación involucra el análisis de todas las ideas obtenidas durante la etapa de generación de ideas para determinar cuáles descubrimientos deberían ser investigados a fondo. Aquí, cada idea debería ser vista como un producto en el mercado donde puede ser evaluado sobre su propia contribución potencia a las entidades dadas. A través, de la proyección y la evaluación, los ejecutivos sin fines de lucro buscan reducir el número de ideas generadas durante la etapa anterior, centrándose solo en aquellas que ofrecen el mayor potencial.

Durante esta etapa, las ideas de nuevos productos se reducen; sin embargo, los gastos asociados con el desarrollo de nuevos productos se incrementan en una tendencia que –

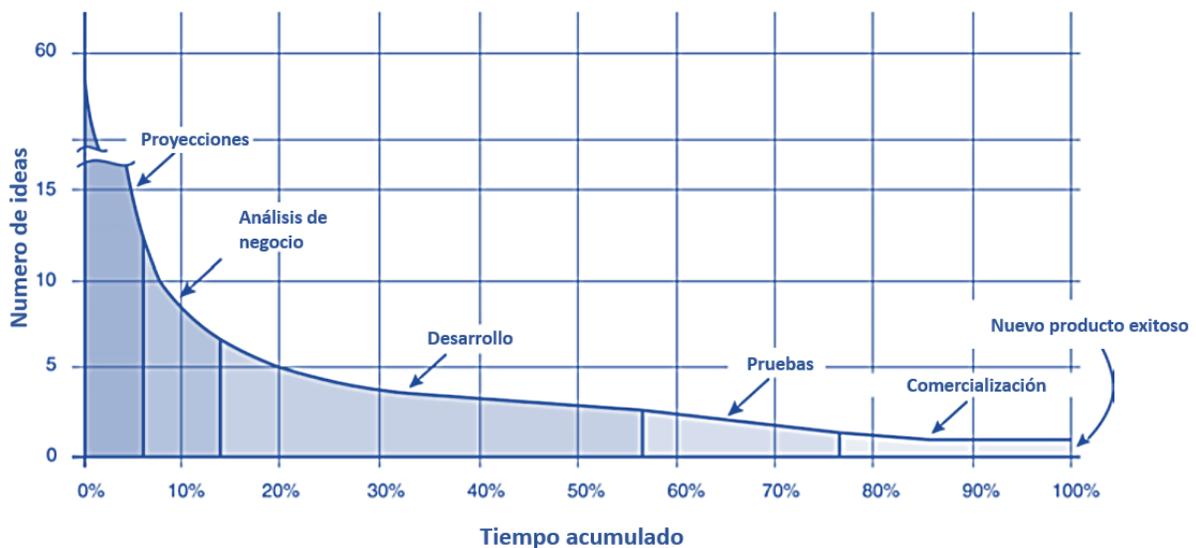


Figura 5: Tendencia en número de ideas

Continúa a través de las etapas restantes del proceso de nuevos productos, como está indicado en las figuras 5 y 6 respectivamente. Las organizaciones solo pueden costear el desarrollo de aquellas ideas que posean el potencial más grande para el éxito en el mercado. Las ideas más prometedoras continuarán con la etapa del análisis del negocio, y todas la demás serán eliminadas.

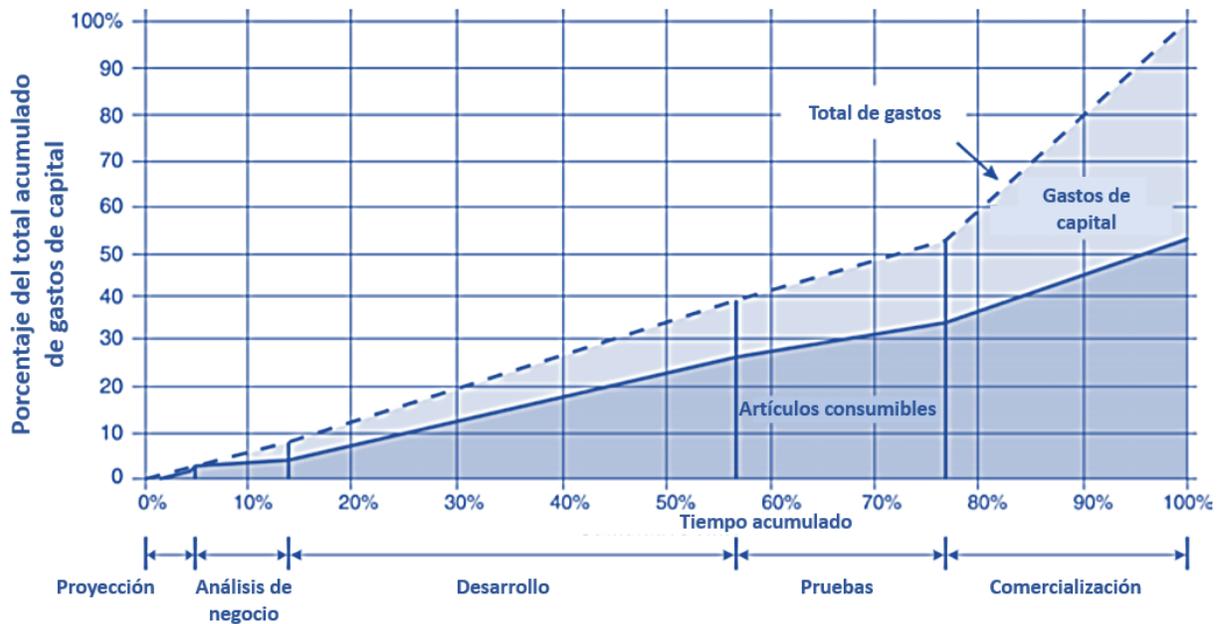


Figura 6: Tendencia en capital

Etapa 4: Análisis de negocio

Durante la etapa de análisis de negocio, las ideas de producto más prometedoras son sujetas a un escrutinio intenso para determinar su potencial para traslación en ofertas viables. Planes de negocio hipotéticos que identifique atributos de producto, barreras de entrada, competidores actuales y potenciales, mercados objetivo, información de mercados crecientes, proyecciones financieras, métodos promocionales y demás que se esté creado para esas ofertas en un esfuerzo para formular recomendaciones preliminares. Las ideas de producto exitosas se continúan en la etapa de desarrollo.

Etapa 5: Desarrollo

Durante la etapa de desarrollo, Las ideas de productos que han cumplido con éxito el escrutinio enviado durante las etapas anteriores se traducen en ofertas de productos reales. Para los bienes, el desarrollo involucra el ensamble físico de las ofertas. Para los servicios, el desarrollo involucra el ensamble de todos los componentes requeridos para los servicios a ser ofertados, como espacio de oficinas, equipo, permisos operacionales y personal. Durante esta etapa, las ofertas de producto podrían sufrir muchas alteraciones, al que es muy común cuando las ideas en papel se traducen en ofertas del mundo real. Alteraciones continúan a través de las etapas restantes del proceso de nuevos productos como bienes o servicios que son preparados para el mercado.

Etapa 6: Prueba

El objetivo de las pruebas es validar con anticipación las proyecciones asociadas con las nuevas ofertas a través de la experimentación. Aquí los nuevos productos son preparados para entrar al mercado a través de conducir pruebas para determinar el lugar idóneo en el mercado, siendo la prueba directamente dependiente de las características del producto y los mercados buscados.

Debido a su tangibilidad, los bienes están particularmente bien situados para pruebas de laboratorio y pruebas de mercadeo, una práctica donde los ejecutivos sin fines de lucro buscan directa o indirectamente buscar retroalimentación respecto a los nuevos productos en cuestión.

Por ejemplo, a pesar de que Apple es una compañía muy hermética y celosa respecto a sus productos, ellos también realizan pruebas antes de sus lanzamientos. En épocas del lanzamiento de Apple Watch se pudo observar a bastantes trabajadores de Apple en Cupertino utilizando dicho dispositivo, esto con el fin de tener una retroalimentación antes de su lanzamiento.

La retroalimentación generada por las pruebas provee a los ejecutivos sin fines de lucro la oportunidad para tener listos sus productos para la entrada de estos al mercado. Después haber realizado cualquier modificación necesaria, los productos estarán listos para su comercialización.

Etapa 7: Comercialización

La comercialización incluye una introducción a gran escala del nuevo desarrollo de productos. Como son nuevos producto entrado al mercado, la retroalimentación de los clientes deberá ser activamente buscado para asegurar que los nuevos productos cumplan e idealmente excedan las expectativas del cliente. Cualquier problema que sea identificado debe de ser solucionado rápidamente, Además de asegurar una introducción libre de problemas, los ejecutivos sin fines de lucro deben de ser cuidadosos de monitorear las reacciones de la competencia para las ofertas de sus nuevos productos, tomando medidas cuando sea necesario para contrarrestar las respuestas de la competencia.

2.1.4. Modelo Stage-Gate (Edgett, 2015).

Este modelo es muy similar y de hecho se desprende del BAH, sin embargo, las principales diferencia o puntos distintivos es que:

- La innovación está enfocada en el cliente, es decir la retroalimentación del mismo impulsa la tasa de lanzamientos. El objetivo es mantener un enfoque claro en el desarrollo y lanzamiento de nuevos productos diferenciados; en resolver los problemas del cliente; y en ofrecer propuestas de valor atractivas.
- Enfoque compuertas, o embudo. Quiere decir que las compañías de alto desempeño se aseguran de tener los puntos claros de decisión para avanzar o parar/desechar proyectos y los responsables de tomar estas decisiones están claramente definidos. Las decisiones se toman en sesiones “Gate”, lo cual es fundamental para el éxito de todo el proceso de innovación Stage-gate. De hecho, algunos síntomas de que el sistema de innovación de las empresas no está funcionando es el tener demasiados proyectos, recursos escasos, ejecución lenta, proyectos que nunca se desechan, etc.

2.2 Modelo conceptual

La propuesta de modelo planteada para el desarrollo de nuevos productos se delimitará únicamente al campo de la manufactura. Los modelos teóricos mencionados anteriormente contemplan etapas desde el concepto de la idea de un nuevo producto o servicio hasta el lanzamiento al mercado, en el siguiente análisis de construcción del nuevo modelo únicamente se tratarán las etapas a partir del primer prototipo de manufactura hasta el lanzamiento.

Así mismo, se detallará en cada parte de la construcción del nuevo modelo propuesto que partes se toman de los modelos teóricos (Markov, IDEO, Booz, Allen y Hammilton y Stage-gate) y como influirán a la mejora de los nuevos productos.

A continuación, se detalla el modelo existente en Fender, Ensenada, y posteriormente la nueva propuesta con base a las lecciones aprendidas y modelos teóricos.

2.2.1 Protocolo base de la planta de Ensenada

2.2.1.1 Requisición de cotización.

Una vez que el departamento de investigación y desarrollo en conjunto con el departamento de marketing tienen definidas las necesidades del negocio, investigación de mercado, conceptos, especificaciones de producto, listas de materiales y diseño preliminar, hacen una requisición al departamento de nuevos productos para que realice una cotización por medio del departamento de compras.

Después de recibir esta requisición, se realiza una revisión de especificaciones de producto por parte de manufactura, se confirma el volumen anual, se define un modelo base y labor adicional, por último, se buscan y se cotizan las partes nuevas. En la figura 7 se muestra el flujo de la fase de requisición de cotización.

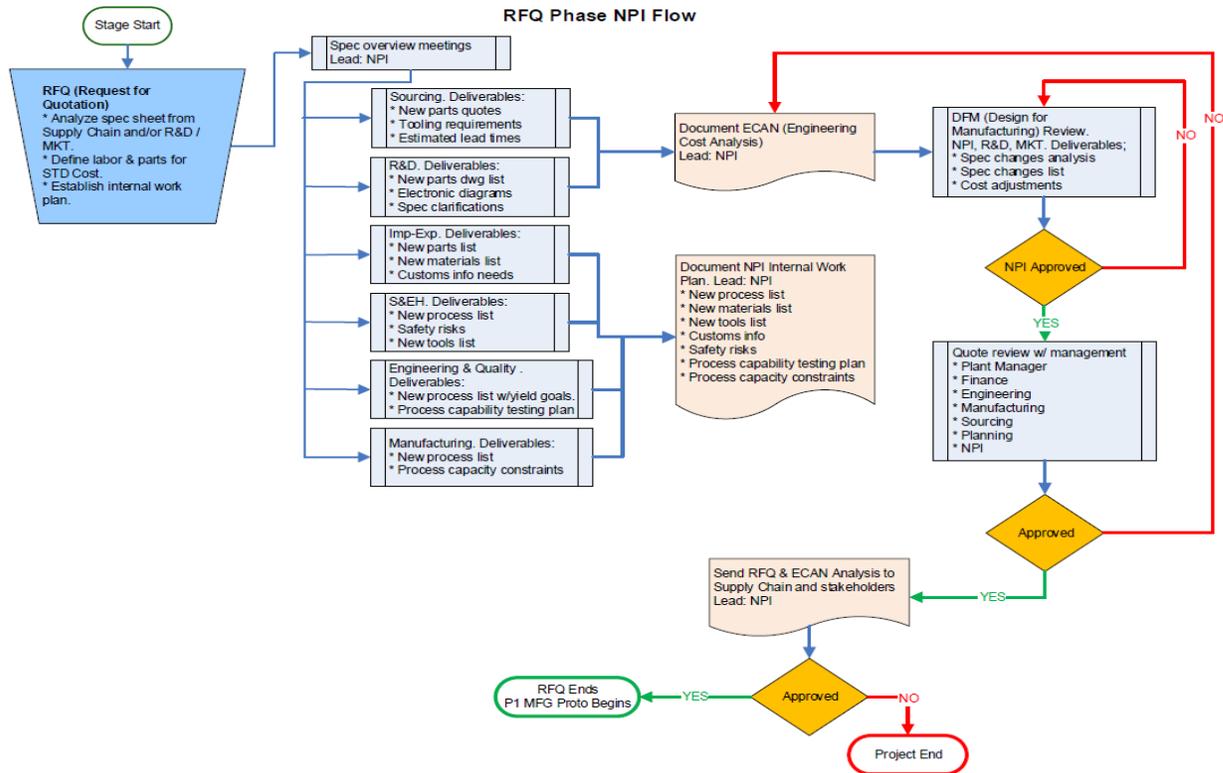


Figura 7: Diagrama de flujo de requisición de cotización.

2.2.1.2 Prototipo de manufactura.

En esta etapa, el equipo de manufactura ya tiene que haber recibido el paquete inicial de dibujos para estar en posición de ordenar los componentes nuevos, diseñar el nuevo herramental, validar capacidad de nuevos procesos, planear las inspecciones de primeros artículos, construir muestras para revisión y evaluar riesgos de seguridad.

Documentar lecciones aprendidas en este punto es fundamental para hacer más eficiente el proceso en futuros proyectos o productos similares.

Una vez documentado el aprendizaje se reúne toda la información de materiales preliminares y se revisan las muestras con todo el equipo de manufactura involucrado (Ver figura 8 para referencia).

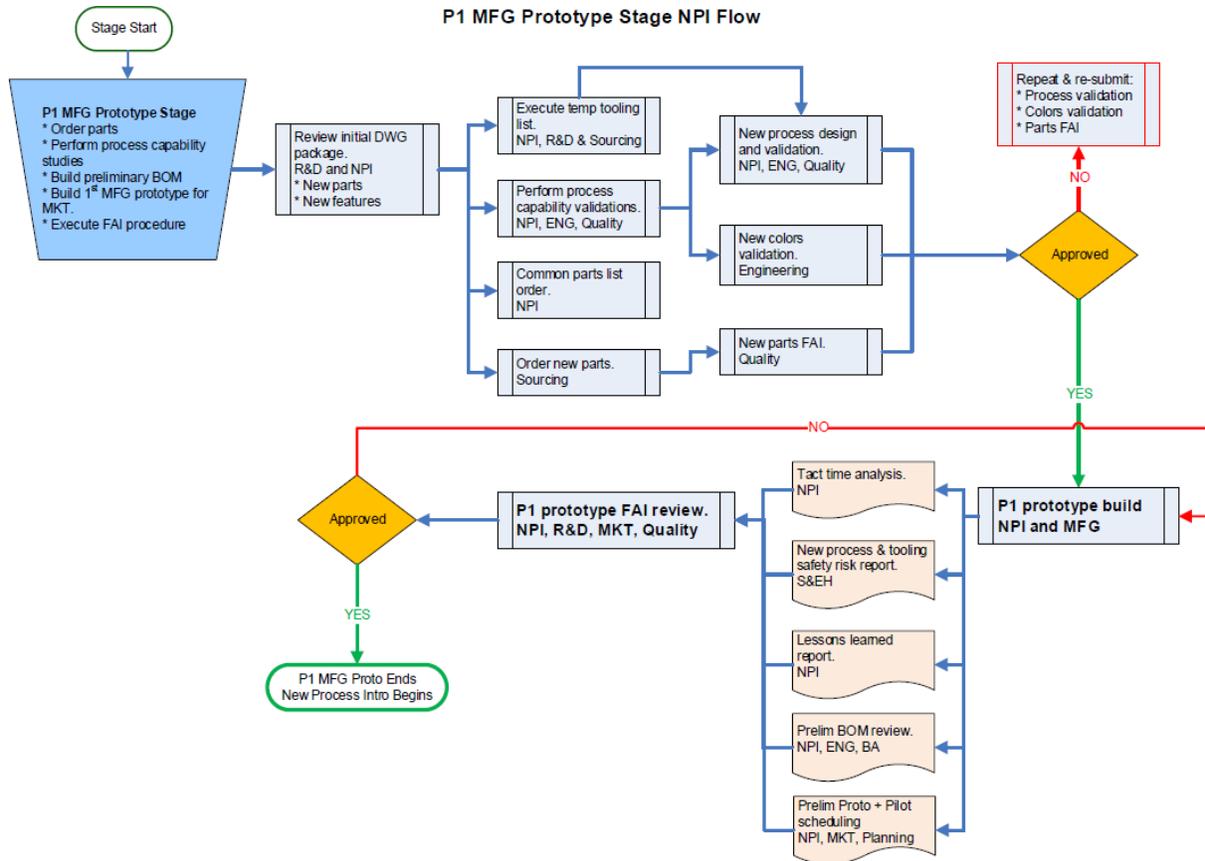


Figura 8: Diagrama de flujo de la etapa "prototipo de manufactura".

2.2.1.3 Introducción del nuevo proceso.

Como se muestra en la figura 9, en esta etapa se entrega al proveedor de herramientas los diseños de herramientas acordados por el equipo de manufactura, se compra y se fabrica el mismo, así como los suministros necesarios. También es necesario el entrenamiento del personal del nuevo proceso y documentar oficialmente el mismo.

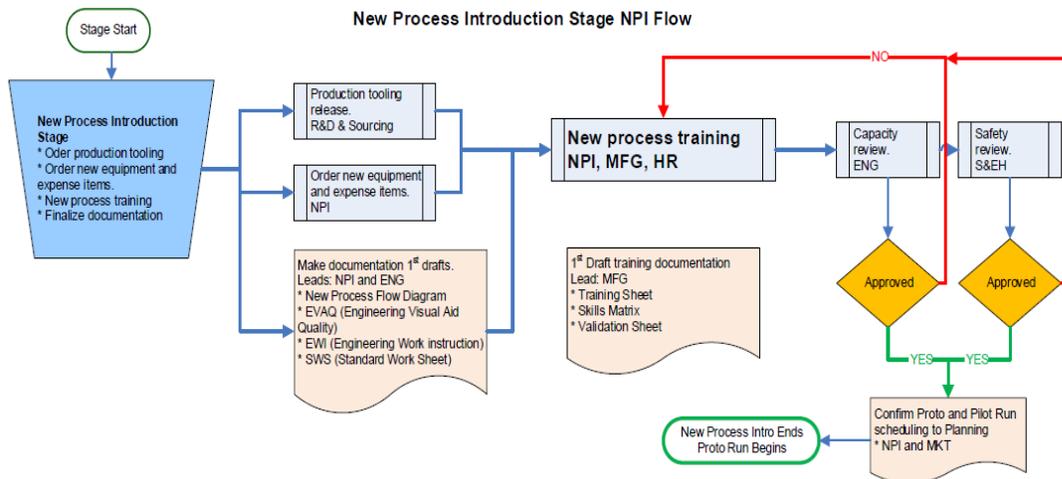


Figura 9: Diagrama de flujo de la introducción del nuevo proceso

2.2.1.4 Corrida prototipo.

Se realiza una junta de partida con todo el equipo de manufactura, se revisa la documentación preliminar de los diferentes productos que se realizan en la planta de ensenada y se establece una fecha compromiso para manufacturar los prototipos ya utilizando la nueva documentación, herramientas, inspecciones ajustándose así a los estándares internos.

De acuerdo con la figura 10, una vez creados los prototipos el departamento de nuevos productos es el responsable de actualizar la documentación con base a lo aprendido durante la manufactura en esta etapa, por último, se retroalimenta a todo el equipo involucrado para establecer últimos acuerdos y mejoras.

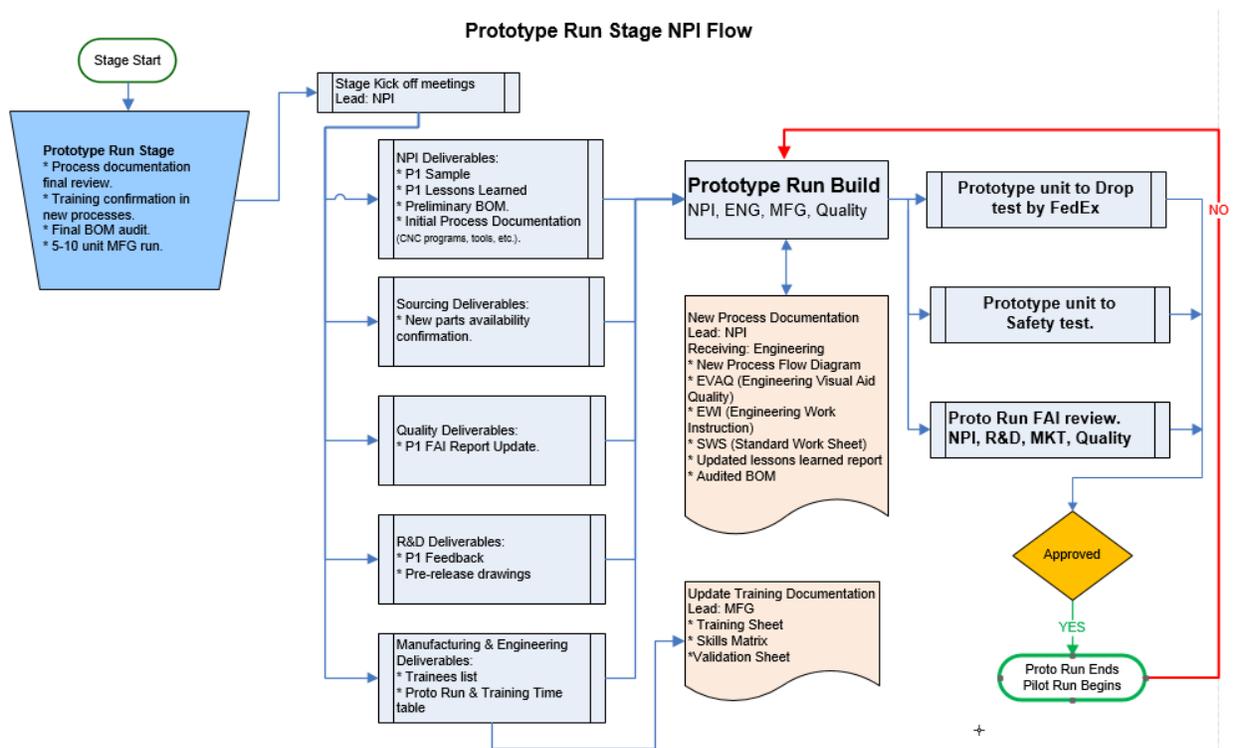


Figura 10: Diagrama de flujo de corrida prototipo

2.2.1.5 Corrida Piloto.

En esta última etapa de la introducción del nuevo proceso es necesario revisar la recepción de los componentes necesarios, una vez recibidos, se inspeccionan para asegurar que cumplan con las especificaciones necesarias. Después de ello, se ejecuta la orden piloto para la manufactura de las unidades, se realiza un estudio de tiempos, se valida la capacidad de procesos y maquinaria, se actualiza la documentación, se revisa el listado de materiales, se realiza un plan de acción en caso de ser necesario, de igual forma se actualizan las lecciones aprendidas, se realiza un reporte de calidad con todos los posibles hallazgos y por último, si todo el proceso es aceptable ante los requisitos mínimos de calidad e ingeniería el nuevo producto recibe la aprobación y se realiza el lanzamiento oficial del nuevo producto (Ver figura 11 para referencia).

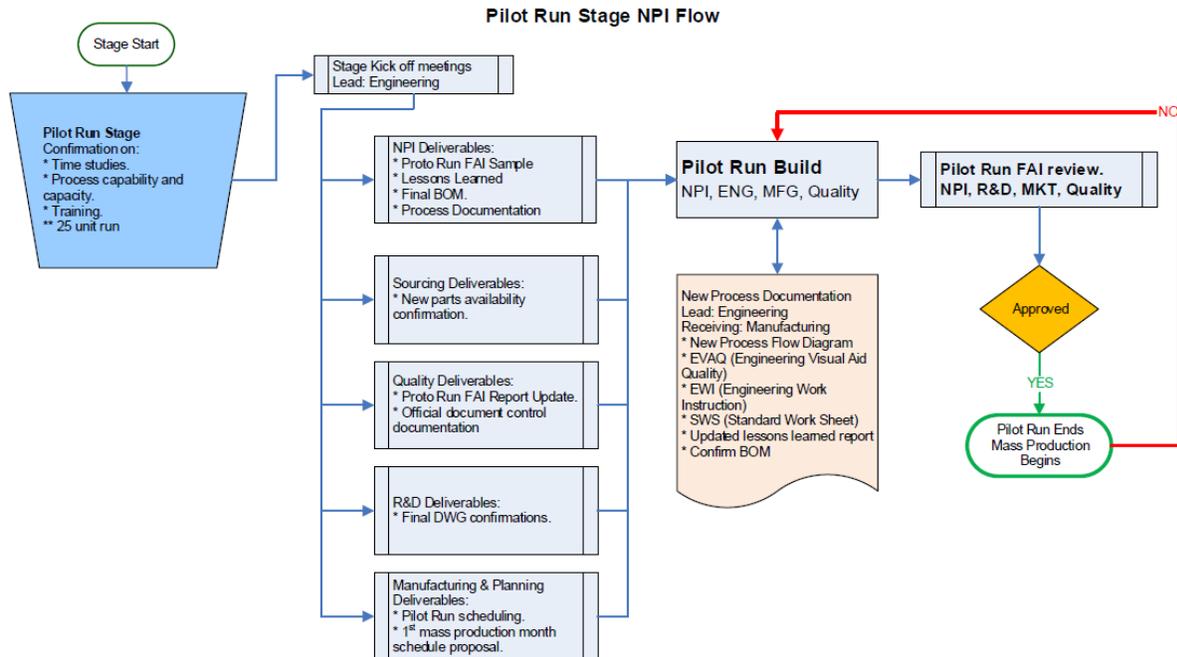


Figura 11: Diagrama de flujo de la corrida piloto

2.2.2 Replanteamiento del protocolo con base a lecciones aprendidas

Los nuevos productos en las instalaciones de instrumentos musicales Ensenada se dividen en 3 principales tipos:

- Nuevos productos. Productos totalmente nuevos que pueden compartir materiales y/o características de otros productos, pero, no parten de ellos.
- Productos actualizados. Son productos que ofrecen características actualizadas y comparten un gran porcentaje de las mismas respecto a modelos anteriores.
- Factory Special Run (FSR). Son productos con un volumen limitado que ofrecen al cliente características cosméticas diferentes al producto base, y al igual que los productos actualizados, comparten características del producto base en gran medida.

De las lecciones aprendidas durante el desarrollo de validaciones anteriores se puede concluir que cada tipo de producto tiene sus propias limitaciones, desafíos, tiempos de ejecución, y complejidad de características, por lo tanto, deben ser tratados de manera particular.

Las lecciones aprendidas para los nuevos productos son:

- La etapa de requisición de cotización debe de realizarse solamente cuando se tenga claro cuáles serán las características finales de los componentes, de lo contrario, se estará incurriendo en un desperdicio de tiempo y riesgo para el proyecto. Esto podría ocurrir después de la aprobación del primer prototipo o un análisis de modos de falla de diseño.
- Por inercia, la secuencia de las fases de nuevos productos han sido primer prototipo, segundo prototipo, RFQ, corrida prototipo y corrida piloto.
- La identificación de los tiempos de entrega de materiales es de suma importancia en la programación del proyecto desde su inicio hasta el lanzamiento.
- La evaluación y aprobación de materiales debe de realizarse anticipadamente al menos la duración del tiempo de entrega antes de la corrida piloto. Usualmente, los primeros materiales aprobados son utilizados en la corrida prototipo de tal manera que no existan cortos al tiempo de lanzamiento ni defectos de calidad.
- Después de los primeros prototipos las listas de materiales en sistema, las unidades físicas y los dibujos deben de coincidir 100%. Un documento de evaluación garantiza que la evaluación haya sido realizada efectivamente
- Las características críticas deben de estar definidas antes de las corridas de validación prototipo y corrida piloto.
- Debe de realizar sin falta un ejercicio de diseño para manufactura donde se evalúe que las características facilitan las operaciones de construcción.
- Las características de diseño se deben de mantener después de la corrida prototipo, esto garantiza que no se tendrán errores de proceso y cortos de material en etapas posteriores.
- Se debe identificar nuevos procesos al principio del proyecto.

Las lecciones aprendidas para los productos actualizados son:

- El departamento de diseño y NPI deben de tomar como modelos base los productos anteriores sin excepción, esto garantiza que no haya discrepancias en la identificación de nuevas características.
- Se deben identificar las características nuevas y evaluar si estas tienen un impacto significativo en los procesos actuales.

- Revisar si los modelos anteriores presentan problemas de manufacturabilidad o fallas en con el cliente, de ser así, necesita ser evaluado para que dichas problemáticas sean eliminadas con la entrada del producto actualizado.

Lecciones aprendidas para los productos FSRs:

- Identificar nuevos componentes y sus tiempos de entrega desde el principio del proyecto.
- Tener información de los requerimientos de los FSRs con al menos 4 meses de anticipación.
- Realizar documentación de FSRs priorizando cada modelo de acuerdo a la demanda del año en cuestión, la misma debe de ser realizada al construir la primera muestra para evaluación del departamento de diseño.
- Realizar una pequeña validación de al menos 5 unidades antes de iniciar producción en masa, y debe de tener un espacio entre dicha validación y producción masiva de al menos 5 días diferidos.
- Todos los cambios involucrados con la combinación de componentes mecánicos deben de ser evaluados con un modelo 3D.
- Todos los modelos de FSR deben de ser identificación en la descripción del sistema con el sufijo “FSR” y el año a ser manufacturados.
- La comunicación semanal entre planeación, NPI y manufactura es fundamental para la validación de FSR.
- Monitorear continuamente la demanda cargada de producto, cuidar que no se adelante y afecte tiempos de entrega y por ende cortos al liberar ordenes de producción.

2.2.3 Integración de modelos teóricos para la formación del nuevo protocolo

Con base a las lecciones aprendidas se formarán dos protocolos preliminares los cuales constarán de una estructura general en la que se especifiquen diferentes fases de desarrollo de acuerdo con las necesidades particulares de cada tipo de nuevo producto.

En las figuras 12 y 13 se presentan los diagramas de flujo propuestos para los productos FSRs y nuevos productos con base a lecciones aprendidas y modelos teóricos.

El modelo Scorecard-Markov se tomará para desarrollar una herramienta que permita convertir los protocolos propuestos en sistemas de ecuaciones diferenciales; las cuales, aproximen las probabilidades de éxito con base a coeficientes determinados. En la figura 12 y 13 se muestra un diagrama de flujo en el que se detallan enlaces de Markov en color azul. Ver sección 2.2.4 para detalles de la construcción de las ecuaciones.

El proceso IDEO fue utilizado para recapitular y proponer mejoras por parte de un equipo multidisciplinario, por ello no se detalla en la figura 12 y 13, pero el mismo dio el flujo y las diferentes fases a los nuevos protocolos.

Si bien fue mencionado con anterioridad, el modelo BAH está enfocado al diseño desde la concepción de la idea hasta el lanzamiento del producto en cuestión, sin embargo, de este modelo se tomará la posibilidad de que el departamento de diseño someta a la retroalimentación del usuario final los primeros prototipos, de tal manera que existan cambios mínimos en etapas posteriores. Ver fases enmarcadas en verde en figura 12 y 13.

Por último, del modelo StageGate se toma la parte de cierre de fases únicamente bajo la evidencia de entregables de una etapa a otra. Ver fases enmarcadas en rojo en figura 12 y 13.

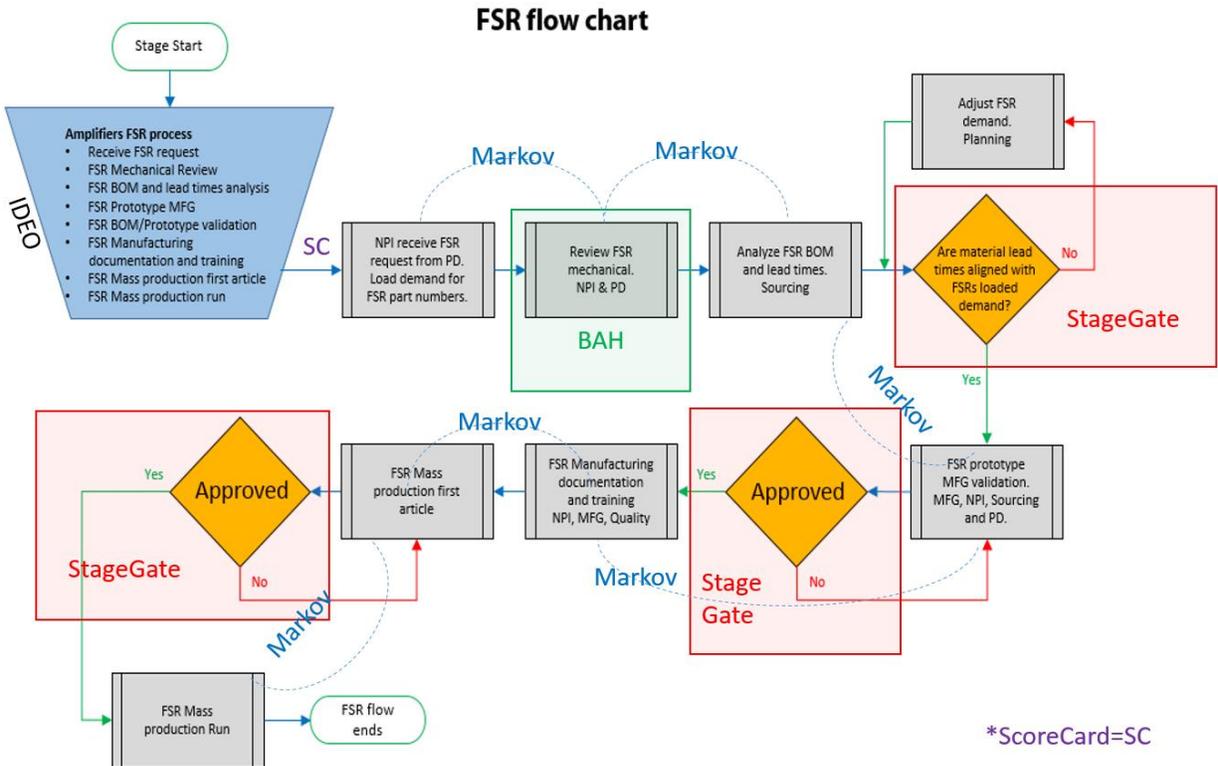


Figura 12: Nuevo diagrama de flujo para FSRs

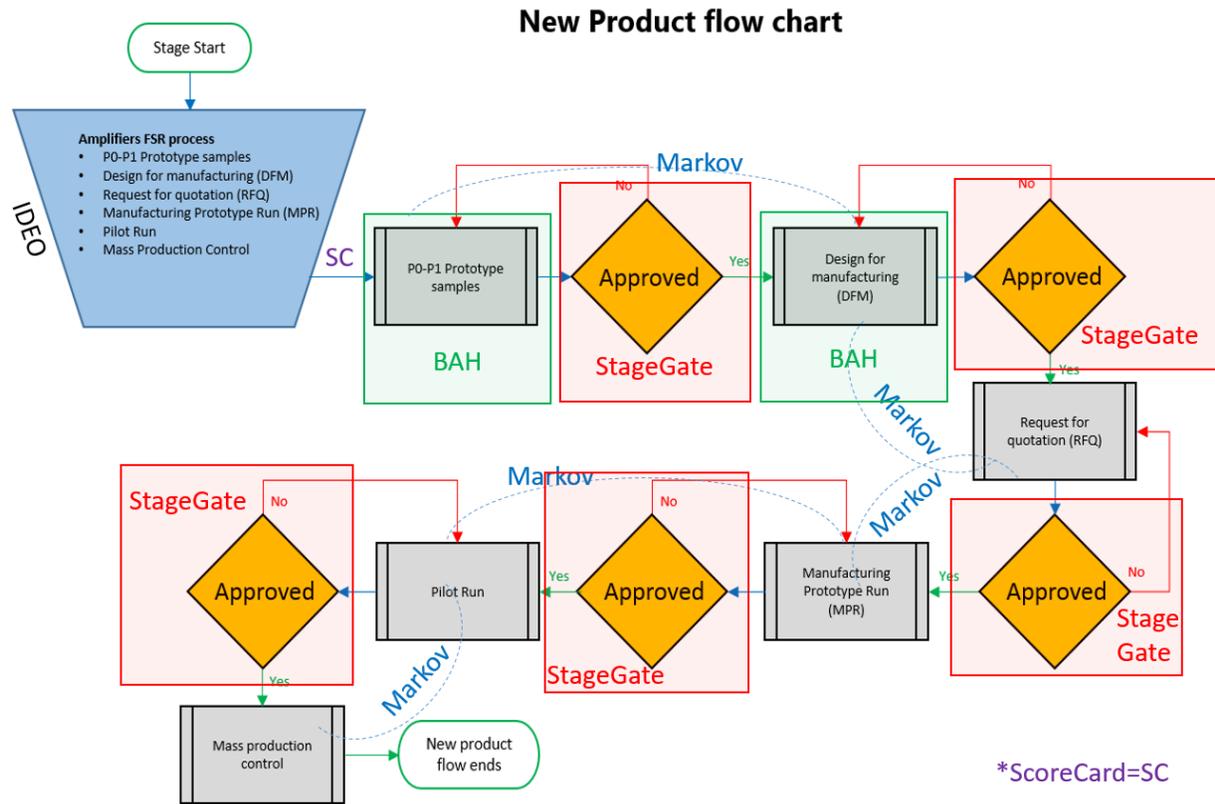


Figura 13: New Product Flow chart

2.2.4 Modelos y ecuaciones de Markov

A partir del modelo propuesto para FSRs en la sección 2.2.3, se desarrollaron modelos de Markov seccionados en 5 fases:

1. Requisición de FSR y demanda inicial
2. Revisión Mecánica
3. Análisis de tiempos de entrega
4. Primera muestra para mercadotecnia.
5. Validación FSR para producción masiva

Así mismo, para cada uno de ellos se desarrollaron sistemas de ecuaciones diferenciales que modelan el comportamiento de las interacciones en los entregables, los cuales son, documentos, información, análisis y sistemas.

En general los modelos se generaron estableciendo los entregables como “Estados”, identificándolos visualmente como círculos y las interacciones entre ellos con λ_x para las transiciones entre estados y μ_x para las transiciones de retroalimentación. Siendo el objetivo final la interacción en conjunto para deducir numéricamente la probabilidad de éxito al seguir el protocolo de desarrollo para FSRs.

A continuación, se detalla el análisis, significado y ecuaciones de cada modelo.

2.2.4.1 Requisición de FSR y demanda inicial

En la figura 14 se muestra el diagrama de estados para la fase de “Requisición de FSR y demanda inicial”, en el mismo se observa como primer entregable el documento “Requisición de FSR) el cual es responsabilidad de mercadotecnia.

El documento “Requisición de FSR” está representado por el estado R_0 , y de el se desprenden diversas acciones, como lo son:

- R_2 Crear nuevos SKUs
- R_1 Crear la demanda inicial y priorizar los SKUs con base a la fecha de demanda
- R_3 Crear BOMs preliminares

Las interacciones de transición entre dichos estados están definidas por $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ y μ_0 para la retroalimentación entre R_3 y R_0 .

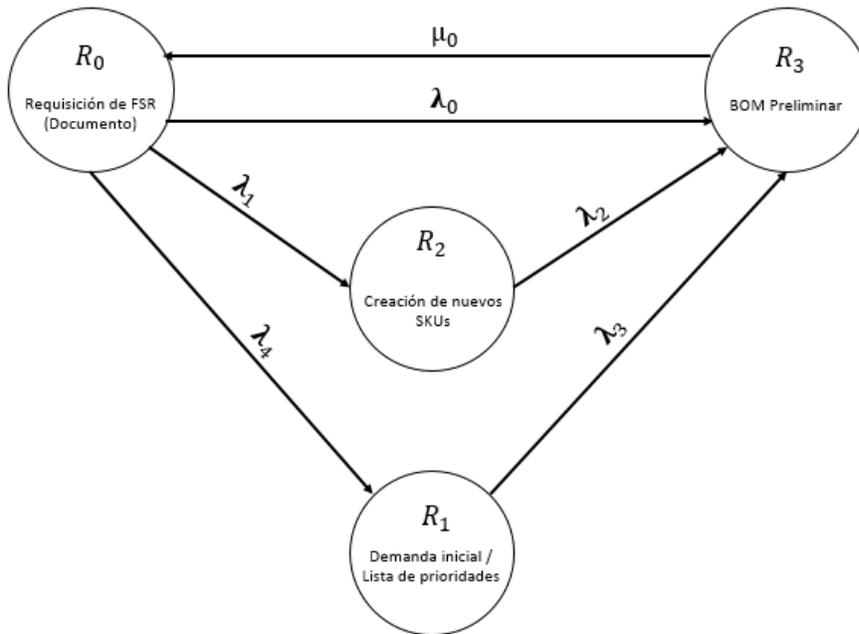


Figura 14: Diagrama de estados de transición para la fase de “Requisición de FSR y demanda inicial”.

El sistema de ecuaciones diferenciales desarrollado para el modelo propuesto es:

$$\frac{dR_0}{dt} = -R_0\lambda_1 - R_0\lambda_4 + R_2\lambda_2 + R_1\lambda_3$$

$$\frac{dR_1}{dt} = 0 - R_0\lambda_4 + 0 - R_1\lambda_3$$

$$\frac{dR_2}{dt} = R_0\lambda_1 + 0 + R_2\lambda_2 + 0$$

(1) Sistema de ecuaciones “Requisición de FSR y demanda inicial”

Utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3, y el postulado $R_0 + R_1 + R_2 = 1$, se determinó la solución general estática del sistema (λ_{sys1}):

$$\lambda_{sys1} = \frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_4}{\left(1 + \frac{\lambda_4}{\lambda_3} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)}$$

(2) Solución general del sistema “Requisición de FSR y demanda inicial”

Al obtener la ecuación general del sistema, se asigna un valor numérico a cada uno de los coeficientes λ_x . El valor de 1 se repartirá entre cada coeficiente de acuerdo con el peso de la interacción y son definidos con base a la experiencia, si es realizado por un equipo multidisciplinario el resultado se apegará más a la realidad, para este sistema se asignó $\lambda_0 = .6$, $\lambda_1 = .05$, $\lambda_2 = .1$, $\lambda_3 = .1$, $\mu_0 = .1$ y $\lambda_4 = .05$.

Sustituyendo valores en λ_{sys1} :

$$\lambda_{sys1} = \frac{.6 + .05 + .05}{\left(1 + \frac{.05}{.1} + \frac{.05}{.1}\right)} = .35$$

(3) Sustitución de valores en coeficientes de ecuación λ_{sys1}

2.2.4.2 Revisión Mecánica

En la figura 15 se presenta el diagrama de estados para la fase de “Revisión Mecánica” y la ecuación solución general del sistema. En este caso, al ser un sistema sencillo, la solución únicamente depende de λ_1 y se asigno un valor de .2 para el mismo.

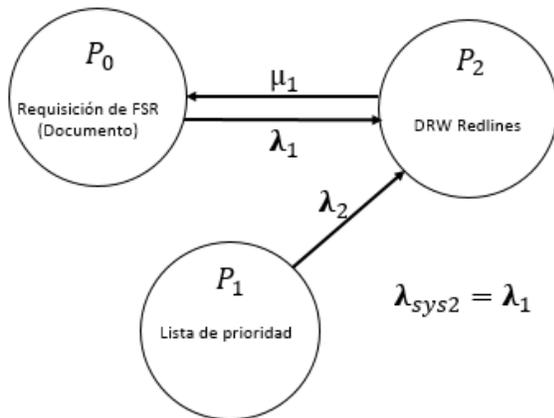
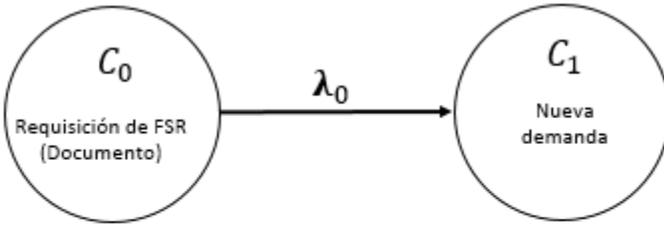


Figura 15: Diagrama de estados de transición para la fase “Revisión Mecánica”.

2.2.4.3 Análisis de tiempos de entrega

La figura 16 muestra el diagrama de estados para la fase “Análisis de tiempos de entrega” y la ecuación solución general del sistema. Al igual que la fase “Revisión Mecánica” es un sistema sencillo y el resultado únicamente depende de λ_1 con un valor de .45 debido a la importancia de esta fase.

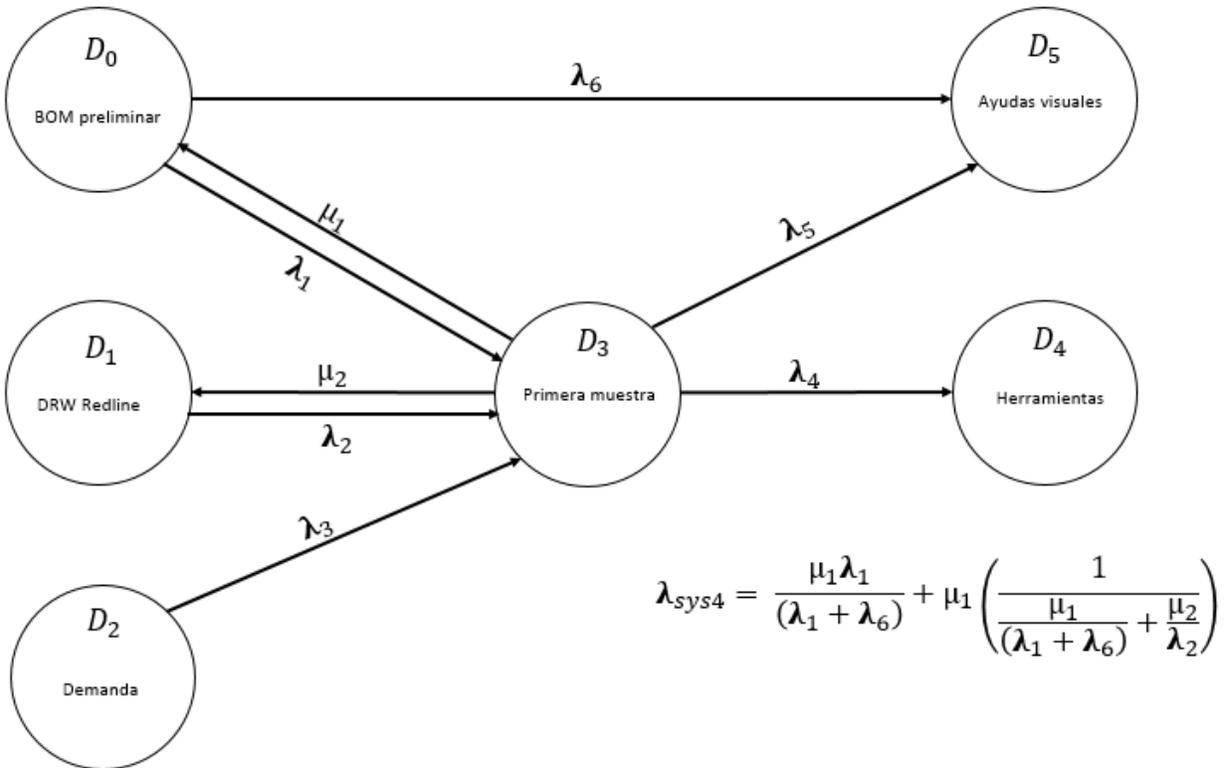


$$\lambda_{sys3} = \lambda_0$$

Figura 16: Diagrama de estados de transición para la fase “Análisis de tiempos de entrega”.

2.2.4.4 Primera muestra para mercadotecnia

La figura 17 muestra el diagrama de estados para la fase “Primera muestra para mercadotecnia” y la ecuación solución general del sistema.



$$\lambda_{sys4} = \frac{\mu_1 \lambda_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \mu_1 \left(\frac{1}{\left(\frac{\mu_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \frac{\mu_2}{\lambda_2} \right)} \right)$$

Figura 17: Diagrama de estados de transición para la fase “Primera muestra para mercadotecnia”.

En el diagrama de estados perteneciente a esta fase se declara D_3 como la primera muestra desarrollada para cada FSR y esta depende de BOM preliminar D_0 , Dibujos generados (DRW Redline) D_1 y la demanda D_2 para establecer prioridades de desarrollo para cada SKU de FSRs.

Además, los entregables de “Ayudas visuales” D_5 y “Herramientas” D_4 dependen en gran medida de la primera muestra D_3 . De igual manera se describen los coeficientes de transición como $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6$ y μ_1 y μ_2 como coeficientes de retroalimentación.

Se ponderaron los valores de λ_x y μ_x como $\lambda_1 = .4, \lambda_2 = .05, \lambda_3 = .1, \lambda_4 = .05, \lambda_5 = .1, \lambda_6 = .05, \mu_1 = .2, \mu_2 = .05$

Sustituyendo valores en λ_{sys4} :

$$\lambda_{sys4} = \frac{(.2)(.4)}{(.4 + .05)} + .4 \left(\frac{1}{\frac{.2}{(.4 + .05)} + .05} \right) = .454$$

(4) Sustitución de valores en coeficientes de ecuación λ_{sys4}

2.2.4.5 Validación FSR para producción masiva

La figura 18 muestra el diagrama de estados para la fase “Validación FSR para producción masiva” y la ecuación solución general del sistema.

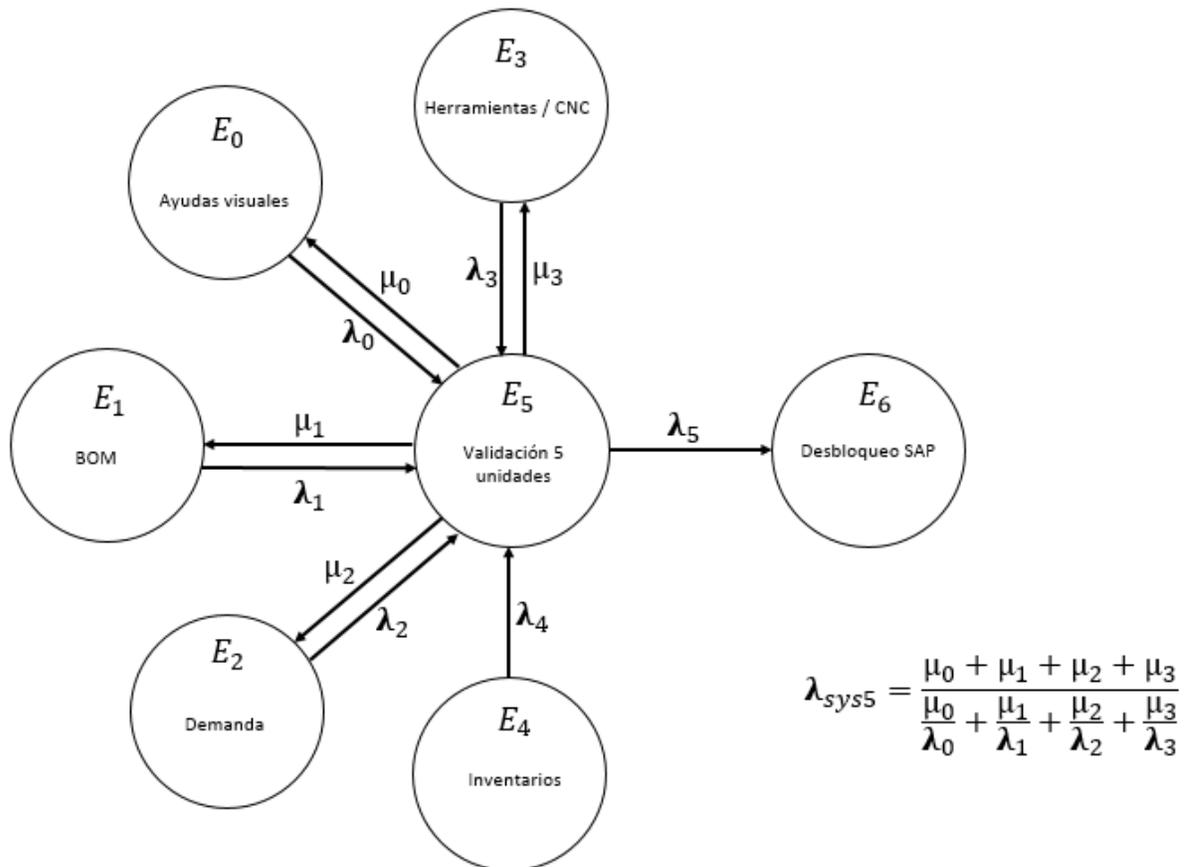


Figura 18: Diagrama de estados de transición para la fase “Validación FSR para producción masiva”.

En el diagrama de estados perteneciente a esta fase se declara E_5 como la validación de 5 unidades para cada FSR y esta depende de BOM E_1 , Ayudas Visuales E_0 , la demanda E_2 , inventarios E_4 , y herramientas y programas de CNC E_3 .

Además, los entregables de “Desbloqueo de SAP” E_6 depende exclusivamente de la “Validación de 5 unidades” E_5 . De igual manera se describen los coeficientes de transición como $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$, y μ_0, μ_1, μ_2 y μ_3 como coeficientes de retroalimentación.

Se ponderaron los valores de λ_x y μ_x como $\lambda_0 = .2, \lambda_1 = .2, \lambda_2 = .1, \lambda_3 = .1, \lambda_4 = .1, \lambda_5 = .05, \mu_0 = .05, \mu_1 = .1, \mu_2 = .05$, y $\mu_3 = .05$.

Sustituyendo valores en λ_{sys5} :

$$\lambda_{sys5} = \frac{.05 + .1 + .05 + .05}{\frac{.05}{.2} + \frac{.1}{.2} + \frac{.05}{.1} + \frac{.05}{.1}} = .1428$$

(4) Sustitución de valores en coeficientes de ecuación λ_{sys5}

2.2.4.6 Modelo de Markov general de desarrollos de FSRs

De la sección 2.2.4.1 a 2.2.4.5 se describen los modelos y ecuaciones de Markov por cada fase del protocolo de desarrollo de FSR, sin embargo, como se mencionó al principio de esta sección, el objetivo final es la interacción en conjunto para deducir numéricamente la probabilidad de éxito al seguir dicho protocolo.

En cada fase se ponderaron las interacciones con base a experiencia dividiendo la unidad en fracciones para simplificar la asignación de dichos valores, después de sustituir valores se obtuvo un resultado en números decimales, el cual, es el número más alto posible con base a los coeficientes definidos.

Cada fase se analizó en forma individual debido a la complejidad de las interacciones, sin embargo, se necesita una ecuación que relacione cada fase y se tenga como resultado final un máximo de 1, siendo este último, la máxima tasa de éxito posible.

Por ello, se propuso definir los índices $\lambda_{sys1}, \lambda_{sys2}, \lambda_{sys3}, \lambda_{sys4}$ y λ_{sys5} , como valores máximos, replanteando así estas variables como $\lambda_{msys1}, \lambda_{msys2}, \lambda_{msys3}, \lambda_{msys4}$ y λ_{msys5} .

Como se muestra en la figura 20, el modelo general propuesto está conformado por la sumatoria de $\lambda_{sys1}, \lambda_{sys2}$ y λ_{sys3} debido a que estas se realizan simultáneamente, el resultado se multiplica por λ_{sys4} y λ_{sys5} .

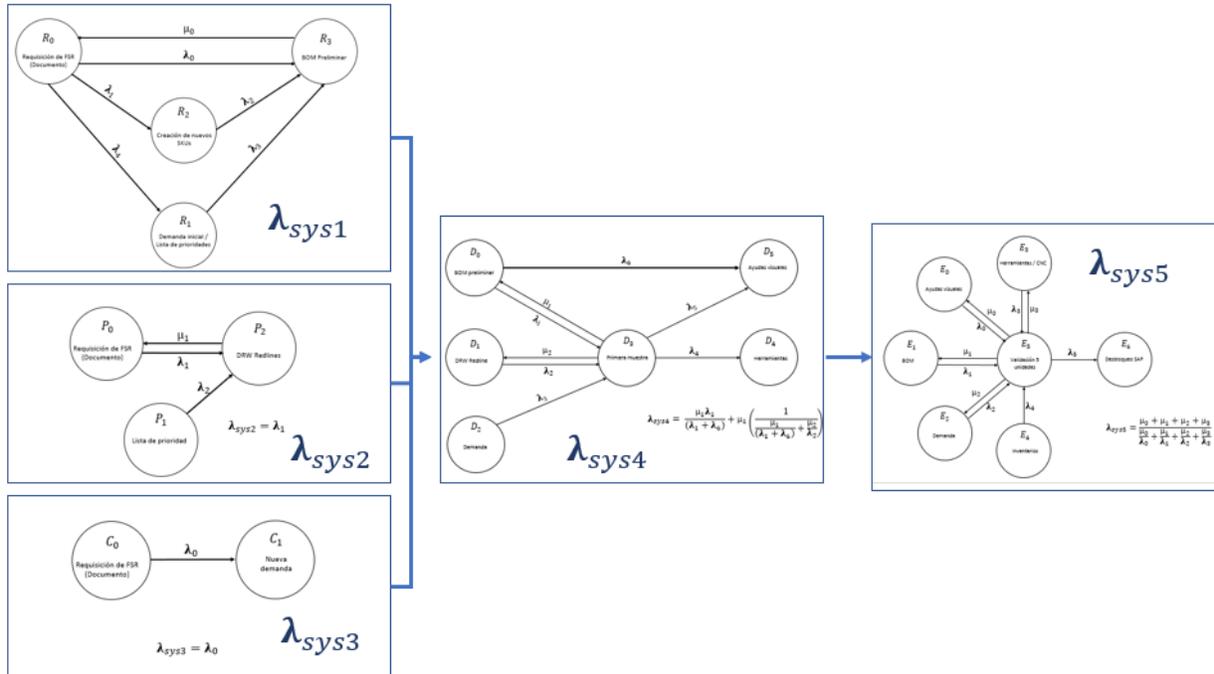


Figura 19: Modelo de Markov general de desarrollos de FSRs

Con base a lo anterior, el modelo general se puede definir como:

$$\lambda_{sys} = (\lambda_{sys1} + \lambda_{sys2} + \lambda_{sys3}) \left(\frac{\lambda_{sys4}}{\lambda_{msys4}} \right) \left(\frac{\lambda_{sys5}}{\lambda_{msys5}} \right)$$

(5) Ecuación general del protocolo de desarrollo FSRs

Siendo ahora λ_{sys1} , λ_{sys2} , λ_{sys3} , λ_{sys4} y λ_{sys5} variables a simular y λ_{msys1} , λ_{msys2} , λ_{msys3} , λ_{msys4} y λ_{msys5} los máximos valores posibles con base a los coeficientes propuestos, todo ello para predecir comportamientos y corroborar resultados. Por lo tanto, la ecuación se puede definir como:

$$\lambda_{sys} = \left(\frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_4}{\left(1 + \frac{\lambda_4}{\lambda_3} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)} + \lambda_1 + \lambda_0 \right) \left(\frac{\frac{\mu_1 \lambda_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \mu_1 \left(\frac{1}{\left(\frac{\mu_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \frac{\mu_2}{\lambda_2}\right)} \right)}{.454} \right) \left(\frac{\frac{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}}{.1428} \right)$$

(6) Ecuación general del protocolo de desarrollo FSRs en términos de coeficientes

CAPITULO 3. METODOLOGIA

3.1 Implementación de nuevo protocolo

Del análisis anterior se decidió implementar un protocolo con dos flujos diferentes dependiendo del tipo de producto a introducir. Esto es debido a que ambos tipos de producto cuentan con diferentes características, tiempos de desarrollo, complejidad de producto, complejidad logística, entregables y responsables.

A continuación, se presentarán una descripción detallada por fases para las propuestas de protocolos de FSRs y nuevos productos. Se describirán condiciones iniciales, entregables, responsables y actividades en general. Además, se sustentará la probabilidad de éxito entre los cambios de fase utilizando modelos de Márkov.

Por último, se mostrará un cronograma de la implementación de dichos protocolos.

3.1.1 Protocolo FSRs

3.1.1.1 Requisición de FSR y demanda inicial

R&D es responsable de liberar y entregar a NPI un documento llamado “Requisición de FSR”, demanda inicial y creación de nuevos números de parte para nuevos componentes y materiales de todos los nuevos modelos FSR a introducir. En la requisición de FSR se estipulan todas las diferencias de componentes respecto al modelo base, aunado a ello, R&D en colaboración con el departamento de cadena de suministros deben informar sobre las fechas y cantidades de producción para cada nuevo FSR. Debido a los altos tiempos de entrega para componentes como “Transformadores” y “Bocinas”, lo anterior debe de ocurrir al menos 5 meses antes de la primera orden en producción en masa del primer FSR a producir.

Al haber concluido las actividades anteriores, NPI realizara una junta de partida para el desarrollo de FSRs en la cual involucrara al departamento de manufactura, calidad, compras, exportaciones y seguridad, en la misma, se presentarán las características de cada FSR, y se proveerá una lista de prioridades de acuerdo con la demanda provista.

Añadiendo, NPI también será responsable de enviar una solicitud a ingeniería para crear los respectivos BOMs de acuerdo los archivos de especificaciones, además, es importante que en dicha

solicitud NPI deberá asegurarse que, al finalizar el nombre de cada FSR, este debe incluir el sufijo “FSR20XX”, entendiendo “XX” como el año en que se llevara a cabo la producción.

Cabe resaltar que R&D en colaboración con el departamento de suministros serán los responsables de procurar el material necesario (componentes nuevos) para realizar las primeras muestras de amplificadores FSRs.

3.1.1.2 Revisión mecánica de FSRs

De acuerdo con las lecciones aprendidas, los FSRs suelen tener cambios cosméticos y funcionales en un grado menor, sin embargo, algunos de ellos se realizan al hacer una combinación entre dos modelos de amplificadores diferentes, usualmente se piensa que solo resultara en cambios de madera y peso, sin embargo, los resultados de años anteriores nos dicen que siempre hay implicaciones mecánicas que afectan al ensamble de los amplificadores.

Por ello, es importante realizar una revisión mecánica. La primera acción que tomar por parte de NPI es determinar que FSRs presentan estas condiciones. Una vez identificados NPI en colaboración con manufactura de procesos de gabinetes tendrán una junta para revisar cada gabinete y esclarecer de que modelos se tomarán las características. Ya determinado esto, NPI tomara el dibujo designado como modelo base y marcara en rojo las características y dimensiones que cambiaran y colocando en valores números las dimensiones deseadas. Esto se realizará por medio de un documento controlado.

Si al finalizar el análisis preliminar se encontrar inconsistencias por incompatibilidad de modelos, esto será resultado con ayuda de R&D e Ingeniería.

3.1.1.3 Análisis de BOMs y tiempos de entrega

El departamento de suministros será responsable de dar de alta todos los nuevos componentes en SAP y proveer un listado de los tiempos de entrega para los nuevos componentes.

Por otra parte, una vez que el análisis mecánico fue realizado, NPI será responsable de tener completados los BOMs cuando mucho 3 semanas después de que el requerimiento de FSR fue recibido. Se debe de asegurar que todos los nombres tengan la descripción correcta y el sufijo FSR20XX.

Una vez que los BOMs se encuentren completados, NPI también será responsable de proveer un documento en el que se compare todos los componentes del BOM de los modelos base en contra de los BOMs nuevos de FSRs, esto se debe de realizar con una hoja de Excel automatizada. Como resultado de dicha comparación se deben de justificar las diferencias entre ambos BOMs, amparados por el documento de requisición inicial. Este documento de análisis servirá para desarrollar los primeros artículos posteriormente.

3.1.1.4 Primera muestra

Basados en la lista de prioridades y disponibilidad de materiales, R&D en colaboración con cadena de suministros colocaran requerimientos en sistema para crear demanda de producción para realizar las primeras muestras. Una vez colocados los requerimientos, Planeación liberara las ordenes de producción en cantidades de 5 modelos por semana para asegurar la evaluación efectiva de cada uno de ellos.

NPI será el encargado de asegurar que todas las características especificadas se cumplan utilizando el documento de requerimientos inicial y la lista de BOMs de análisis, así mismo, se tomaran fotos en diversos ángulos para la generación futura de documentación de soporte.

Tan pronto como las unidades de muestra sean empacadas, estas serán enviadas a R&D y mercadotecnia para su evaluación. Trascurrida una semana, R&D será responsable de retroalimentar a NPI acerca de los resultados de la evaluación.

En caso de que los resultados sean positivos, NPI deberá:

- Continuar con la elaboración de documentos de soporte para producción utilizando las fotos tomadas con las primeras piezas.
- Actualizar dibujos “Red line” en caso de ser necesario.
- Desarrollar fixturas y herramental en caso de ser necesario.
- Bloquear números de parte en SAP para evitar que se realicen ordenes de producción sin validación para producción en masa.

3.1.1.5 Entrenamiento

Después de que las acciones anteriores hayan sido realizadas, NPI será responsable de proveer la documentación a cada parte del proceso involucrado y realizar un entrenamiento general de la misma.

3.1.1.6 Validación para producción masiva

NPI colaboración con el departamento de manufactura y planeación se mantendrán observando la demanda de los nuevos productos FSR en una base semanal, asegurando así que no existan cambios drásticos y manufactura se pueda ver afectada por cortos de material.

Una vez que se cuente con todos los materiales necesarios y se llegue a la fecha de producción en más para cada modelo FSR, planeación libera un primer orden de 5 unidades. La misma deberá de tener 1 semana de diferencia respecto a la orden masiva de producción, esto para asegurarnos que toda la cadena de manufactura será validada correctamente.

NPI en colaboración con Manufactura serán responsables de validar que el producto cumpla con las características especificadas en la documentación visual, reporte de primer artículo y BOM de SAP. Parámetros de proceso y herramental pueden ser considerados en caso de observar producto defectuoso o con resultados anormales.

Al finalizar la validación, NPI será responsable de entregar un reporte de primer artículo y consensuarlo con los departamentos de manufactura y calidad. En caso de tener un producto apto para producción masiva, planeación liberara órdenes y se continuara con producción masiva.

Por último, NPI será responsable de desbloquear los números de parte que hayan sido aprobados para envío al cliente.

3.1.1.7 Cronograma de producción de FSRs 2018

FSR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
HR DELUXE IV ATYPE LTDFSR2018		X										
BASSBREAKER 15 BLACK NUBTEX/S&P		X										
65 PRINCETON FAWN - G12H30		X										
65 TWIN REVERB LTD G12-65			X		X							
68 DELUXE PINE - CREAM NEO FSR2018				X								
PRINCETON REDLINE GREENBACK FSR2018				X								
68 CUSTOM DELUXE REDLINE GB FSR2018			X									
57 CUSTOM DELUXE BLONDE/WHEAT AC				X								
SUPER CHAMP X2 SW RAGIN CAJUN FSR2018					X							
BLUES JNR IV HEMPSTER FSR2018					X							
65 TWIN REVERB WINE NEO				X								
65 PRINCETON 12/C12Q							X					
BASSBREAKER 15 GUNMETAL FSR2018								X				
BASSBREAKER 15 BLONDE/OX CB FSR2018									X			
HR DELUXE IV SURF CREAMBACK FSR2018					X			X				
BLUES JNR IV SEAFOAM CB FSR2018									X			
BLUES JNR SURF/WHEAT - P12Q FSR2018										X		
HR DLX BLONDE/OX CANNABIS FSR2018											X	
BLUES JUNIOR WESTERN CREX FSR2018											X	
BASSBREAKER 15 WINE WHEAT FSR 2018											X	

Figura 20: Cronograma de producción de FSRs 2018

CAPITULO 4. RESULTADOS

4.1 Resultados FSRs

Como se vio con anterioridad, existen dos principales clases de nuevos productos para el área de amplificadores en las instalaciones de Fender, Ensenada. El primero se refiere a productos totalmente nuevos y el segundo se refiere a productos existentes con variaciones cosméticas (FSRs). El presente proyecto hará uso de los resultados obtenidos en los modelos FSRs del año 2017 y 2018. Actualmente existe un proyecto en desarrollo de un producto totalmente nuevo y se encuentra en la fase de validación piloto, sin embargo, la manera de medir resultados en este tipo de proyectos es por cantidad de defectos en la fase de producción masiva, eficiencia de procesos y reclamos de cliente. El tratar de comparar años anteriores no entregara resultados significativos ya que, en las etapas de validación de prototipo, DFM, MPR y Piloto precisamente son para rectificar los diferentes aspectos del proyecto, es decir, defectos, equivocaciones, y discrepancias son características de validaciones. Los resultados de este proyecto se esperan a finales del mes de octubre del 2018.

Por otra parte, los proyectos de nuevos productos FSRs que son productos existentes con variaciones se realizan a lo largo de todo el año. Por lo tanto, para efectos de medir los resultados del nuevo protocolo únicamente se tomarán los datos de FSRs del año 2018 contra el año 2017. Estos mismos se analizarán en tres principales grupos:

- Cantidad de retrasos
- Cantidad de cortos de material
- Cantidad de errores de ejecución

4.1.1 Cantidad de retrasos en FSRs 2017-2018

La primera sección de los resultados muestra una comparación mensual de la cantidad de retrasos en los modelos FSRs antes de implementar el protocolo propuesto en esta tesis y posterior a su implementación.

En la figura 21 se observa un comparativo por mes de la cantidad de retrasos por cada modelo de FSRs. Claramente se observa que las cantidades del año 2017 son significativamente inferiores a las del año 2018. Solamente para el mes de enero las diferencias no son significativas. Los resultados en el año 2018 muestran un 74.24% promedio de reducción de retrasos respecto a los resultados del año 2017.



Figura 21: Cantidad de retrasos (2017 vs 2018)

4.1.2 Cantidad de cortos de material en FSR 2017-2018

La segunda sección de resultados muestra una comparación mensual de la cantidad de cortos de material para los modelos FSRs antes de implementar el protocolo propuesto y posterior a su implementación.

En la figura 22 se observa un comparativo por mes de la cantidad de cortos de material por cada modelo de FSRs. De igual manera, se observa que las cantidades del año 2017 son significativamente inferiores a las del año 2018. Así mismo, el mes de enero sigue presentando problemas en términos de materiales. Los resultados en el año 2018 muestran un 87.03% promedio de reducción de cortos respecto a los resultados del año 2017.



Figura 22: Cantidad de cortos (2017 vs 2018)

4.1.3 Cantidad de errores de ejecución en FSRS 2017-2018

La tercera sección de resultados muestra una comparación mensual de la cantidad de errores de ejecución para los modelos FSRS antes de implementar el protocolo propuesto y posterior a su implementación.

En la figura 23 se observa un comparativo por mes de la cantidad de errores de ejecución por cada modelo de FSRS. Para el año 2018 solo se observan 3 errores para el mes de enero y 2 para el mes de abril. Por otra parte, las cantidades del año 2017 son bastante altas en comparación con el año 2018. Los resultados en el año 2018 muestran un 90.90% promedio de reducción de errores de ejecución respecto a los resultados del año 2017.



Figura 23: Cantidad de errores de ejecución (2017 vs 2018)

4.1.4 Resultados 2017 utilizando modelo de Markov

Con base en los porcentajes de números de SKUs con problemas mostrados en la sección 5.1 se puede sustituir el valor de λ_0 en la ecuación 6 de la sección 2.2.4.6, el cual se refiere al establecimiento de la nueva demanda, debido a que el 58.82% del total de los SKUs presentaron problemas debido al mal manejo de la demanda, tiempos de entrega y mala comunicación, se puede considera el recíproco de dicho porcentaje ($1-.5882=.4118$) como factor de λ_0 . Como fue establecido en la sección 2.2.4.3, λ_0 tiene como valor máximo .45, por lo tanto, el nuevo valor de λ_0 puede ser deducido al multiplicar el recíproco .4118 por .45, teniendo, así como resultado

.18531. Lo cual se verá en detalle en las ecuaciones (8) y (9) que se presentaran al final de esta sección.

Por otra parte, debido a que en 2017 las primeras muestras fueron realizadas, cumplen con el protocolo propuesto y no existen datos que demuestren que hay un impacto negativo debido a ello, esta parte de la ecuación se sustituirá con el valor máximo de .454, dando como resultado un factor de “1”.

Por último, los coeficientes la parte de la ecuación que describe la validación para producción masiva $\frac{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}$ no puede ponderarse debido a que en el año 2017 esta parte del protocolo no se efectuaba, para efectos de análisis se puede ponderar con base al recíproco del porcentaje de los errores de ejecución, cuyo porcentaje es mostrado en la sección 5.2. De la misma forma, el recíproco (1-.5294=0.4706) se multiplica por el valor máximo de .1428 y da como resultado **.067**.

Una vez determinados los factores de cada parte de la ecuación se obtiene el resultado de .34588, esto quiere decir que los porcentajes de valores reales aplicados al modelo de Markov, dan una tasa de éxito del 34.58%.

Sin embargo, esto solo es una representación de los resultados reales del año 2017 en términos del modelo de Markov, en este caso no es posible realizar una simulación debido a que la validación para producción en masa no existía. A continuación, se presenta la ecuación general de Markov para el desarrollo de FSRs y la sustitución de valores del año 2017.

$$\lambda_{sys} = \left(\frac{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_4}{\left(1 + \frac{\lambda_4}{\lambda_3} + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)} + \lambda_1 + \lambda_0 \right) \left(\frac{\frac{\mu_1 \lambda_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \mu_1 \left(\frac{1}{\left(\frac{\mu_1}{(\lambda_1 + \lambda_6)} + \frac{\mu_2}{\lambda_2}\right)} \right)}{.454} \right) \left(\frac{\frac{\mu_0 + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{\lambda_0 + \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}}{.1428} \right)$$

(8) Ecuación general de Markov para el desarrollo FSRs

$$\lambda_{sys} = (.35 + .2 + .18531) \left(\frac{.454}{.454} \right) \left(\frac{.067}{0.1428} \right) = (.73531)(1)(.4704) = 0.34588$$

(9) Sustitución de valores 2017 en ecuación general de Markov para el desarrollo FSRs

4.1.5 Análisis de resultados 2018 utilizando modelos de Markov

De la misma forma que la sección 5.3.1, los resultados reales del año 2018 fueron ponderados en el modelo de Markov, dando como resultado una probabilidad de tasa de éxito del 89.83%.

$$\lambda_{sys} = (.35 + .2 + .3884) \left(\frac{.454}{.454} \right) \left(\frac{.1367}{.1428} \right) = (.9384)(1)(.9573) = 0.8983$$

(10) Sustitución de valores 2018 en ecuación general de Markov para el desarrollo FSRs

Sin embargo, debido a que esta herramienta fue elaborada durante el periodo de desarrollo, únicamente se pueden evaluar los resultados obtenidos por fase. Si la herramienta se utiliza, antes de la etapa de desarrollo o durante, esta permitiría simular la tasa de éxito final. Por ejemplo, si se saben exactamente los posibles problemas, es posible ponderar de manera más exacta los coeficientes afectados. Los coeficientes μ_0 y λ_0 describen la interacción de las ayudas visuales con la validación de 5 unidades y se desarrollan con una efectividad del 95.73%. μ_1 y λ_1 son los coeficientes que describen la interacción entre los BOM creados y la validación de 5 unidades teniendo también una efectividad del 95.73%.

$$\lambda_{sys} = (.35 + .2 + .3884) \left(\frac{.454}{.454} \right) \left(\frac{\frac{.05 * .9573 + .1 * .9573 + .05 + .05}{.2 * .9573 + .2 * .9573 + .1 + .1}}{.14128} \right)$$

(11) Ponderación de coeficientes μ_0 , λ_0 , μ_1 y λ_1 en ecuación general de Markov para el desarrollo FSRs

$$\lambda_{sys} = (.35 + .2 + .3884) \left(\frac{.454}{.454} \right) \left(\frac{\frac{.2435}{1.7497}}{.1428} \right) = .9745$$

(12) Resultado de ponderación de coeficientes μ_0 , λ_0 , μ_1 y λ_1 .

Al comparar los resultados de la ecuación 12 con ponderación de μ_0 , λ_0 , μ_1 y λ_1 contra los resultados reales de la ecuación 10, se observa que los resultados ponderados son significativamente mejores.

CAPITULO 5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Comparación entre resultados del año 2018 y 2017

Al observar la figura 21 se observa claramente que los resultados en términos de retrasos fueron mejores para todos los meses que van del 2018. Sin embargo, en las gráficas están involucrados todos los SKUs y la sumatoria por mes de los retrasos correspondientes a dichos SKUs. Una vez dicho esto, es necesario compararlos en una relación de cantidad de retrasos y cantidad SKUs:

$$\text{Indice de retraso 2017: } \frac{\text{Cantidad de retrasos}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{133}{102} = 1.3039$$

$$\text{Indice de retraso 2018: } \frac{\text{Cantidad de retrasos}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{34}{117} = 0.2905$$

$$\text{Indice de cortos 2017: } \frac{\text{Cantidad de cortos}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{54}{102} = 0.5294$$

$$\text{Indice de cortos 2018: } \frac{\text{Cantidad de cortos}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{7}{117} = 0.05982$$

$$\text{Indice de errores de ejecución 2017: } \frac{\text{Cantidad de e. e.}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{54}{102} = 0.5294$$

$$\text{Indice de errores de ejecución 2018: } \frac{\text{Cantidad de e. e.}}{\text{Cantidad de SKUs}} = \frac{5}{117} = 0.0427$$

De los índices anteriores se puede deducir que, a valores menores, el impacto de los retrasos, cortos de material y errores de ejecución es menor, por lo tanto, se puede concluir que a pesar de que en el año 2018 hubo más SKUs, la relación a número de retrasos, cortos de material y errores de ejecución fue menor y que los resultados a la fecha en el año 2018 son significativamente mejores.

Al analizar las causas en detalle de los problemas encontrados en el año 2017, el 58.82% de los SKUs tuvieron problemas relacionados al mal manejo de la demanda, tiempos de entrega y mala comunicación, 37.25% a cortos de componentes y 52.94% a errores de ejecución. Así mismo, al observar los resultados del año 2018 a la fecha nos damos cuenta de que no fueron absolutamente perfectos, se presentaron problemas principalmente en los meses de enero y abril. El 13.67% del número total de SKUs estuvo relacionado de nuevo con el mal manejo de la demanda, tiempos de entrega y mala comunicación, 5.98% a cortos de material y 4.27% a errores de ejecución.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al analizar los resultados de esta investigación se concluye que el objetivo general se cumplió satisfactoriamente, puesto que se definió un protocolo para el desarrollo de nuevos productos en el área de amplificadores y se midió la efectividad en términos de retrasos, cortos de material y errores de ejecución (defectos) para el tipo de nuevo producto definido previamente como FSRs comparando los resultados entre el año 2017 y 2018.

Así mismo, los objetivos particulares fueron logrados satisfactoriamente:

- Se desarrolló un protocolo con base a mejores prácticas, lecciones aprendidas y modelos teóricos desarrollados a lo largo de la historia del estudio de los nuevos productos, podemos concluir que fue factible gracias a que se tomaron las herramientas que se adaptaban específicas de la empresa Fender, Ensenada, sin entrar en conflicto con la cultura organizacional y la forma de trabajo existente en ese momento.
- En el desarrollo de nuevos productos es fundamental la participación de un equipo multidisciplinario, no es posible que un solo individuo o función lleve a cabo un proyecto solo o menos establecer nuevas estrategias y herramientas sin la aprobación de los departamentos involucrados. Por ello, se puede decir que el protocolo fue construido debido a la participación del equipo multidisciplinario.
- Para los “nuevos productos” totalmente nuevos no fue posible terminar todas las fases debido a los tiempos de desarrollo y agenda de este. Sin embargo, se lanzaron 20 nuevos modelos de nuevos productos del tipo “FSR” de los cuales fue posible evaluar los resultados en contra de proyectos anteriores.

Por otra parte, es importante mencionar que la hipótesis se acepta puesto que el impacto negativo tanto para el año 2017 y 2018 son relacionados al mal manejo de la demanda de producto, lo cual, significa desconocimiento en tiempos de entrega de materiales y falta de comunicación entre los departamentos de R&D, NPI, Manufactura, Calidad, Compras y Planeación. Sin embargo, después de implementar el nuevo protocolo para FSR, la magnitud del impacto positivo en el año 2018 fue un 55.24% en relación al año 2017.

Después de haber analizado las lecciones aprendidas y los modelos teóricos se creó un protocolo que se divide en dos modelos de desarrollo para ajustarse a las necesidades de cada tipo de producto. De los dos modelos propuestos, solo el de FSR pueden obtenerse resultados concluyentes, debido a que son varios proyectos que se ejecutan rápidamente, en este caso fueron 20 modelos, con 177 SKUs en total. Sin embargo, el modelo para el tipo de proyectos clasificados como “nuevos productos” no fue posible validarlos debido a que se encontraban en fase de desarrollo, por lo tanto, el análisis de como modelar un nuevo protocolo de desarrollo se limitó únicamente a los resultados obtenidos sobre los nuevos productos del tipo FSR.

Añadiendo, los modelos de Markov fueron utilizados como una herramienta de apoyo, pronóstico y evaluación de resultados, su principal aplicación se encuentra en procesos de producción para medir el comportamiento de volúmenes de piezas y algoritmos de probabilidad, sin embargo, en esta investigación lo novedoso fue que se utilizaron para modelar protocolos y traducir sus procesos en términos numéricos.

Los resultados obtenidos de los modelos propuestos de Markov permitieron obtener las siguientes conclusiones:

- Es una manera de medir en forma numérica la efectividad de un protocolo con base a las interacciones de sus entregables.
- Permite conocer diversos escenarios dependiendo de situaciones y condiciones diferentes.
- Permite retroalimentar a un modelo propuesto acerca de la morfología para ayudar a minimizar riesgos, en esta investigación no se estudia, pero sería una estrategia interesante que explorar a la hora de crear nuevos protocolos.
- No fue posible comparar el modelo de Markov propuesto contra otra medida de efectividad en los nuevos productos de tipo FSR debido a que los parámetros de medición no son compatibles, los resultados de Markov son porcentajes de tasa de éxito y los resultados para FSR están determinados en cantidad de retrasos, cortos de material y errores de ejecución, por lo tanto, no existe un “límite” negativo, al no existir no es posible obtener una tasa de éxito. Sin embargo, existe una relación positiva entre ambos resultados.
- El modelo de nuevos productos puede ser medido directamente y comparado contra su modelo de Markov debido a la similitud de parámetros, en este caso el parámetro a comparar sería el “Yield” al tiempo de lanzamiento.

- Es una herramienta que se debe seguir explorando y rectificando, esta es una primera aproximación para transformar variables abstractas a valores numéricos para así poder analizar las probabilidades de éxito en diversos tipos de proyectos.

Sin embargo, las cosas siempre son perfectibles y se encuentran en constante cambio. Los protocolos deben de ser constantemente reevaluados. Por ejemplo, los proyectos FSR2019 se conceptualizarán hacia la “personalización masiva”, por lo que nuevas variables necesitan ser consideradas para minimizar posibles riesgos. La metodología utilizada en esta investigación será igualmente útil para actualizar el protocolo existente con base a los nuevos requerimientos.

Es importante destacar que los modelos de Markov utilizados en esta investigación fueron analizados de manera estática, es decir, invariantes respecto al tiempo. Cambios a través del tiempo podrían ser considerados para analizar resultados en tiempo real y prevenir errores durante el desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AIPMM. (2018). Association of International Product Marketing & Management. Recuperado el 19 de Enero del 2018 de <https://aipmm.com/certification>

Anderson, T. (2017). Top 5 Product Development Trends of 2017. Recuperado el 19 de Enero del 2018 de <https://www.jamasoftware.com/blog/top-5-product-development-trends-of-2017/>

Ayağ, Z. (2014). An integrated approach to concept evaluation in a new product development. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 27, No. 5, pp. 991-1005.

Belvedere, V. y F. Gallmann. (2013). The Alignment Among Competitive Strategy, Operations Improvement Priorities and Manufacturing and Logistics Performance Measurement Systems. Evidence from a Case-Based Study. *Models and Methods in Economics and Management Science*, pp. 221-241, Heidelberg New York Dordrecht London, Springer, Cham.

Booz, A. y Hamilton. (1982). *New products management for the 1980s*.

Calantone, R. J., y C. A. Di Benedetto. (2012). The role of lean launch execution and launch timing on new product performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 40, No. 4, pp. 526-538.

Chan, S. L., y Ip, W. H. (2010). A Scorecard-Markov model for new product screening decisions. *Journal of Industrial Management & Data Systems*, Vol. 110, No. 7, pp. 971-992.

Edgett, S. J. (2015). El modelo de proceso de Idea-a-Lanzamiento (Stage-Gate®): Una Visión Integral. Recuperado el 20 de enero del 2018 de http://www.stage-gate.net/downloads/wp/wp_10_Spanish.pdf.

Elberzhager, F. y N. Matthias (2017). High Quality at Short Time-to-Market: Challenges Towards This Goal and Guidelines for the Realization. *Software Quality: Methods and Tools for Better Software and Systems. SWQD 2018. Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol 302., pp. 121-132, Springer, Cham.

Shugal, N. B. y E. B. Ershov. (2011). A theoretical model of the relationship between value added elements and end product. *Studies on Russian Economic Development*., Vol. 19, No. 1, pp. 20-34.

ISPIM. (2018). International Society for Professional Innovation Management. Recuperado el 21 de Enero del 2018 de <https://www.innoget.com/innovation-partners/32/international-society-for-professional-innovation-management-ispim>.

Liu, T., y S. Pasquale (2012). New product launch: herd seeking or herd preventing, *Economic Theory*, Vol. 51, No. 3, pp. 627-648.

Liu, Y. (2017). The effects of competitors on new product launch and market expansion in the hybrid car market., *Empirical Economics*, pp. 1-20.

- Moen, R. (2001). A review of the IDEO Process. Recuperado el 23 de Enero de <https://www.rwjf.org/content/dam/web-assets/2001/10/a-review-of-the-ideo-process>
- Paetz, P. (2014). Disruptive Innovation., Disruption by design., Apress, Berkeley, CA., pp 3-37.
- PDMA. (2018). Product Development and Management Association. Recuperado el 25 de Enero del 2018 de <http://www.pdma.org/p/cm/ld/fid=13>
- Sandborn, P. (2014). Managing Obsolescence Risk. Through-life Engineering Services pp. 341-357.
- SCPD. (2018). Society of Concurrent Product Development. Recuperado el 25 de enero del 2018 de <http://scpdnet.org/about/>
- Singh, B., Sandeep G. y Vikram S. (2017). Evaluation of benchmarking attribute for service quality using multi attitude decision making approach. International Journal of System Assurance Engineering and Management, Vol. 8, Supplement 2, pp. 617-630.
- Sitzia, S. y D. J. Zizzo. (2009). Does product complexity matter for competition in experimental retail markets?, Theory and decision, Vol. 70, No. 1, pp. 65-82.

ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO NPI ENSENADA 2016

1.0 Protocolo NPI 2016

1.1 Requisición de la cotización (RFQ).

- 1.1.1 Se recibe requisición de cotización por parte de Supply Chain
- 1.1.2 Revisión de especificaciones de producto para cotizar
- 1.1.3 Confirmación de volumen anual
- 1.1.4 Definición de modelo base y labor adicional
- 1.1.5 Buscar y cotizar las partes nuevas
- 1.1.6 Análisis de costo (ECAN) en caso de ser FSR
- 1.1.7 Revisión interna con gerencia
- 1.1.8 Envío de la cotización (RFQ)
- 1.1.9 Retroalimentación por parte de marketing.

1.2 P1 MFG Prototype

- 1.2.1 Recibir paquete inicial de dibujos
- 1.2.2 Ordenar componentes nuevos
- 1.2.3 Nuevo herramental
- 1.2.4 Ejecutar validaciones de capacidad de nuevos procesos
- 1.2.5 Inspección de primer artículo
- 1.2.6 Construir muestras para su revisión
- 1.2.7 Evaluación de riesgos de seguridad
- 1.2.8 Documentar lecciones aprendidas
- 1.2.9 Reunir la información para la lista de materiales preliminar
- 1.2.10 Lista de materiales preliminar (Costeo)
- 1.2.11 Revisión interna de muestra con el equipo de manufactura
- 1.2.12 Reunión de revisión en-sitio

1.3 Introducción del Nuevo proceso

- 1.3.1 Liberación del herramental al vendedor
- 1.3.2 Compra o fabricación de herramientas, suministros y equipo
- 1.3.3 Implementación/Entrenamiento del Nuevo proceso
- 1.3.4 Documentación del Nuevo proceso

1.4 Corrida prototipo

- 1.4.1 Kick off meeting with MFG
- 1.4.2 Documentación preliminar
- 1.4.3 Gabinetes
- 1.4.4 PCBs

1.4.5 Chasis

- 1.4.6 Wireset y FTSW
- 1.4.7 Ensamble final
- 1.4.8 Safety test
- 1.4.9 Drop test
- 1.4.10 Documentación preliminar
- 1.4.11 Junta de retroalimentación y lecciones aprendidas

1.5 Corrida piloto

- 1.5.1 Verificar la recepción de los componentes
- 1.5.2 Inspección de los nuevos componentes recibidos
- 1.5.3 Ejecución de la corrida piloto
- 1.5.4 Estudio de tiempos
- 1.5.5 Confirmación de validación de capacidad de nuevos procesos y maquinaria.
- 1.5.6 Ajuste de la documentación
- 1.5.7 Revisión del BOM final
- 1.5.8 Determinar ajustes y plan de acción
- 1.5.9 Actualización de lecciones aprendidas
- 1.5.10 Reporte de calidad sobre hallazgos en corrida piloto
- 1.5.11 Aprobación completa y lanzamiento final

ANEXO 2. MODELO CONCEPTUAL FSR

Modelo conceptual FSR

