

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**INGENIERÍA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**



**Materia:**

Teoría de Sistemas

**Docente:**

Ing. Milagro Alicia González de Reyes

**Trabajo de Investigación:**

Análisis de Proceso de Fabricación de Neumáticos

**Integrantes:**

Marlon Adonay Alemán González ..... AG22011

Diego Alejandro Flores Montesinos ..... FM22026

Steven Edgardo Vásquez Cruz ..... C21034

Vilma Mercedes Barrios Reyes ..... BR21039

Ariana Jorleny Sedillo Flores ..... SF22015

Vilma María Gutiérrez Juárez ..... GJ20005

# **Índice**

Introducción.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos .....	2
Desarrollo del proceso de producción: .....	3
Descripción general del sistema.....	5
Tabla de identificación y descripción de las funciones básicas del sistema de fabricación de neumáticos. ....	6
Conclusión.....	15
Anexos .....	16

## Introducción

La Teoría General de Sistemas (TGS), desarrollada por Ludwig von Bertalanffy, es un enfoque científico que busca comprender cómo los diferentes elementos que conforman una realidad interactúan y se relacionan entre sí para alcanzar un objetivo común. Esta teoría plantea que un sistema no debe estudiarse por sus partes aisladas, sino por las relaciones, flujos y dependencias que se establecen entre ellas.

En el ámbito industrial, la TGS permite analizar las fábricas y procesos productivos como sistemas abiertos, que reciben entradas (materias primas, energía e información), ejecutan procesos de transformación y generan salidas (productos o servicios). Este enfoque facilita entender cómo cada subsistema (como producción, control de calidad, mantenimiento, transporte interno o gestión administrativa) contribuye al funcionamiento global y a los objetivos del proceso industrial.

Aplicar la TGS en los procesos industriales brinda múltiples ventajas: permite identificar los elementos y sus interconexiones, detectar ineficiencias o desequilibrios, y establecer mecanismos de retroalimentación que garanticen la estabilidad y la mejora continua del sistema. Además, proporciona una visión integral que considera tanto los aspectos técnicos como los humanos y tecnológicos, favoreciendo decisiones más eficientes y sostenibles.

La Teoría General de Sistemas es una herramienta clave para analizar, comprender y optimizar los procesos industriales, ya que comprende a las organizaciones como sistemas integrados, dinámicos e interdependientes, capaces de mantener su equilibrio, adaptarse al entorno y alcanzar de manera eficiente sus metas de producción.

## Objetivo general

Aplicar los principios de la **Teoría General de Sistemas (TGS)** al análisis del proceso industrial de fabricación de neumáticos en la empresa **Michelin**, comprendiendo cómo los distintos elementos del sistema interactúan para mantener su funcionamiento eficiente y equilibrado.

## Objetivos específicos

Identificar los componentes principales del sistema de producción (entradas, procesos, salidas, retroalimentación).

Analizar la interrelación entre los subsistemas y su función dentro del sistema global.

Evaluar cómo se mantiene la estabilidad del sistema mediante la **homeostasis**.

Examinar los posibles efectos de la **entropía** si no se realiza mantenimiento o si se presentan fallos en los procesos.

Aplicar conceptos teóricos de la TGS a un entorno real de producción automatizada.

# **Desarrollo del proceso de producción**

## **Descripción paso a paso de cómo se fabrican los neumáticos.**

Estos deben ser resistentes y duraderos; deben ser capaces de recorrer 128,000 km cada uno. Ese resultado es gracias a la química y la ingeniería en conjunto. Comienza en la planta de alta tecnología con robots industriales. Los neumáticos se componen de cuatro partes fundamentales:

La carcasa nace de una parte con una doble capa de goma llamada “napas tramadas”. Las napas son una mezcla de goma y fibra sintética, que se asocia a los muebles del hogar, el rayón, ya que este lo hace más resistente. Después son las bandas laterales; estas absorben el peso y la presión que el neumático tendrá que soportar por calle en un vehículo que pesa una tonelada. Para que estos hagan su trabajo, necesitan otro elemento que no se asocia a un neumático: el acero, ya que refuerza el interior del neumático. En fila, el robot une la carcasa y las bandas laterales. La tecnología inteligente significa que las máquinas no solo hacen su trabajo, sino que también saben cuándo han terminado. Una vez que las secciones interior y exterior se han unido, se extiende una gran capa de goma; así se termina lo que en el sector se conoce como un “neumático verde”. Estos se parecen mucho al resultado final, pero les falta una característica fundamental: la banda de rodadura. Esta es esencial para el comportamiento del neumático, pero además tiene una función sorprendente: tiene que hacer el ruido adecuado; si hace demasiado, el neumático no consigue el certificado de industria y no se venderá.

El neumático se tiene que someter a unas pruebas una vez terminado. Meten el vehículo en una cámara insonorizada y ponen en marcha el vehículo para poner a prueba el ruido del neumático. “Si el técnico cree que la carcasa es demasiado ruidosa, intervenimos la rueda para reducir las emisiones acústicas.” Las ruedas se colocan sobre una banda que simula la conducción sobre una carretera. Unos micrófonos ultrasensibles rodean la rueda y envían los datos a una PC, donde estos se convierten en ondas de sonido.

Otra de las pruebas consiste en agarrar un neumático normal de calle y tratarlo como si fuese para un auto de carreras. Le aplican el peso de una grúa convencional y comienzan a aumentar la velocidad para ver cómo se comporta el neumático en condiciones extremas. A simple vista es muy difícil, si no imposible, saber cómo está reaccionando el neumático, pero han dado con la tecla: al accionar un botón, la cámara en donde se hace la prueba se ilumina con luces de estrobo. (La luz de estrobo es una fuente luminosa que emite destellos

brevemente en rápidas sucesiones). Cuando se regulan a la frecuencia correcta, las luces parecen mostrar que la rueda deja de moverse. Esto permite que los expertos inspeccionen la rueda mientras está girando. Por último, aumentan la velocidad a 350 km, y si todo sale bien, el neumático supera la prueba.

Las ruedas nuevas tienen que superar varias pruebas. Primero, se tiene que añadir la banda de rodadura; para esto, se necesita hornearla. El horno de curación solicita un neumático verde a medio terminar. Cuando se abre el horno, se ve en qué consiste: cada horno dispone de una vejiga gigante inflable; a medida que se expande, empuja la rueda contra el molde. Entonces, las vejigas se llenan de vapor y las ruedas se cuecen a una temperatura de 135 °C durante 12 min. La rueda está terminada.

## **Descripción general del sistema**

El proceso de fabricación de neumáticos es un sistema industrial complejo y altamente automatizado que combina tecnología, precisión y control de calidad. Todo inicia con la mezcla de materias primas, como caucho natural, sintético, azufre, negro de humo y aditivos químicos, los cuales se integran en grandes mezcladoras para formar una masa homogénea.

Posteriormente, esa mezcla pasa a la etapa de corte y preparación, donde se forman láminas y tiras con medidas exactas que servirán para las diferentes partes del neumático, como la banda de rodadura, los flancos y las capas internas.

Luego, en la fase de ensamblaje, los componentes se colocan uno sobre otro mediante máquinas especializadas, construyendo el neumático en su forma inicial llamada “verde” (aún sin vulcanizar).

Después, el neumático verde se somete al proceso de vulcanización, donde se introduce en moldes y se aplica presión y calor para darle su forma final, resistencia y elasticidad.

Finalmente, cada neumático pasa por una inspección de calidad automatizada que incluye pruebas visuales, escáneres y equipos que verifican equilibrio, estructura y uniformidad antes de ser empacado y distribuido.

# Tabla de identificación y descripción de las funciones básicas del sistema de fabricación de neumáticos.

Concepto	Descripción
Entradas	<p>El sistema de producción de neumáticos recibe múltiples entradas esenciales:</p> <p><b>Materias primas:</b> caucho natural y sintético, negro de humo, azufre, rayón y acero.</p> <p><b>Recursos energéticos:</b> electricidad, vapor y calor que alimentan los robots, mezcladoras y prensas de vulcanización.</p> <p><b>Información:</b> parámetros de producción, programación de los sistemas automatizados, datos de sensores y resultados de control de calidad.</p> <p><b>Recursos humanos:</b> técnicos, ingenieros y operarios encargados de supervisar y ajustar el proceso.</p>

<b>Procesos</b>	<p><b>Mezclado:</b> Se combinan los ingredientes principales del caucho (natural y sintético) con aditivos y compuestos químicos en mezcladoras industriales hasta obtener una masa uniforme.</p> <p><b>Corte y preparación:</b> La masa de caucho se transforma en láminas o tiras, cortadas con medidas precisas para formar las diferentes partes del neumático.</p> <p><b>Ensamblaje:</b> Se colocan las capas del neumático (interior, cinturones de acero, flancos y banda de rodadura) una sobre otra.</p>
<b>Procesos</b>	<p><b>Vulcanizado:</b> El neumático se coloca en moldes donde se aplica calor y presión para darle su forma definitiva y propiedades elásticas.</p> <p><b>Inspección y pruebas:</b> Se revisa cada neumático mediante escáneres, rayos X y pruebas mecánicas para garantizar la seguridad y durabilidad.</p>

	<p>En el sistema de fabricación de neumáticos de <b>Michelin</b>, los elementos son todas las partes físicas, tecnológicas y humanas que intervienen en la transformación del caucho en el producto final. Estos componentes, observados en el video, trabajan de manera sincronizada para lograr la eficiencia y calidad que caracterizan al proceso industrial.</p> <p><b>Elementos</b></p> <p><b>Elementos tecnológicos:</b> Máquinas extrusoras, cortadoras, prensas de vulcanización, bandas transportadoras y robots industriales, los cuales ejecutan de forma automatizada tareas de mezcla, corte, ensamblaje y moldeado. En el video se observa cómo los brazos robóticos y las prensas operan con precisión y coordinación constante.</p>
	<p><b>Elementos informáticos:</b> Sistemas computarizados que controlan las variables del proceso (temperatura, presión, velocidad y tiempo), registran datos y permiten la supervisión en tiempo real desde paneles digitales.</p> <p><b>Elementos humanos:</b> Ingenieros, técnicos y operarios que programan las máquinas, verifican la calidad y corrigen desviaciones. Su papel se observa en la supervisión de las líneas automatizadas y en la inspección final de los neumáticos.</p> <p><b>Elementos materiales:</b> Materias primas como caucho natural y sintético, negro de humo, azufre y aditivos,</p>

	<p>además de los recursos energéticos necesarios para el funcionamiento de la planta.</p> <p>En conjunto, estos elementos actúan de forma <b>interdependiente</b>, demostrando el principio de <b>sinergia</b> propuesto por la TGS: cada componente por sí solo no logra el objetivo, pero al trabajar en conjunto, el sistema alcanza altos niveles de productividad y control de calidad.</p>
<b>Subsistemas</b>	<p>El sistema general de fabricación de neumáticos se organiza en <b>subsistemas funcionales</b>, cada uno con tareas específicas pero relacionadas entre sí. Su interacción, visible a lo largo del video, garantiza la continuidad y coherencia del proceso industrial.</p> <p><b>Subsistema de Producción:</b> Realiza la mezcla, extrusión, corte, ensamblaje y vulcanización del caucho. En el video se muestra como núcleo del proceso, donde los robots y prensas moldean el neumático con exactitud.</p> <p><b>Subsistema de Control de Calidad:</b> Ejecuta pruebas visuales y automatizadas para asegurar la resistencia, balanceo y uniformidad del producto. En la grabación se observan las máquinas de verificación que analizan cada neumático antes de su distribución, proporcionando retroalimentación al sistema.</p>

	<b>Subsistema de Transporte Interno:</b> Compuesto por bandas y brazos mecánicos que mueven materiales entre etapas sin intervención humana directa. Este flujo constante, visible en el video, evita cuellos de botella y demuestra el principio de flujo continuo de energía e información.
<b>Subsistemas</b>	<p><b>Subsistema de Transporte Interno:</b> Compuesto por bandas y brazos mecánicos que mueven materiales entre etapas sin intervención humana directa. Este flujo constante, visible en el video, evita cuellos de botella y demuestra el principio de flujo continuo de energía e información.</p> <p><b>Subsistema de Gestión Informática:</b> Controla, registra y analiza los datos del proceso productivo mediante software especializado, brindando información para la toma de decisiones.</p> <p><b>Subsistema Humano:</b> Integrado por operarios, supervisores e ingenieros que planifican, controlan y optimizan las operaciones globales. Representa el componente racional y adaptativo del sistema.</p> <p>Todos los subsistemas están conectados por flujos de información, materiales y energía, lo que permite una</p>

	coordinación jerárquica y una retroalimentación constante. Tal como se observa en el video, esta conexión entre tecnología y factor humano refleja los principios de interdependencia y equilibrio sistémico que sustentan la Teoría General de Sistemas.
<b>Variables</b>	<p>Temperatura del horno de curado: afecta directamente la calidad del vulcanizado.</p> <p>Presión del vapor en las vejigas inflables: determina la adherencia de las capas.</p> <p>Velocidad de rotación durante las pruebas de resistencias: mide la estabilidad del neumático</p> <p>Nivel de ruido medido en decibelios: influye en la certificación del producto.</p> <p>Cantidad y tipo de materiales: (mezcla de goma, acero y rayón) impacta la durabilidad y flexibilidad.</p> <p>Tiempo de cocción/curado: si varia del tiempo establecido puede alterar la forma o rigidez del neumático.</p> <p>Intervención humana o automática: nivel de precisión y detección de errores</p>

<b>Operadores</b>	<p>Robots mezcladores y sistemas automáticos de control de temperatura y tiempo.</p> <p>Máquinas cortadoras automatizadas controladas por sensores de precisión.</p> <p>Robots ensambladores y operarios especializados en control de calidad.</p> <p>Prensas de vulcanización automatizadas controladas por sistemas computarizados.</p> <p>Robots de inspección, sensores de visión y técnicos en control de calidad.</p>
<b>Relaciones</b>	<p>Las máquinas industriales se relacionan con los operarios y robots aumatizados, ya que trabajan en conjunto para moldear, unir y curar los neumáticos</p> <p>Las materias primas (goma, acero, fibra sintética) se transforman mediante procesos físicos y químicos en los que intervienen equipos automatizados controlados por software</p> <p>Existe una retroalimentacion constante, los sensores y microfonos registran los datos sobre el ruido y la resistencia, los cuales se envian al sistema computarizado para ajustar parámetros de producción</p> <p>Existe una interdependencia entre las etapas del proceso (carcasa -&gt; banda lateral -&gt; vulcanizado -&gt; pruebas finales) si una etapa llegase a fallar, afecta a todo el sistema</p>

<b>Contexto</b>	El sistema opera dentro del entorno de la industria automotriz global, altamente competitiva y tecnológica. Michelin mantiene su liderazgo aplicando principios de innovación, automatización y sostenibilidad. El contexto está influido por factores económicos, ambientales y normativos que exigen eficiencia energética, reducción de desechos y productos de mayor calidad. La empresa responde a estas condiciones adaptando continuamente su sistema para conservar la homeostasis y reducir la entropía operativa.
<b>Homeostasis</b>	En el proceso industrial, la homeostasis se refleja en la <b>capacidad del sistema para mantener la producción estable</b> frente a variaciones externas (como cambios en la temperatura, calidad del caucho o ritmo de la maquinaria). Los sensores y sistemas de control automatizados <b>detectan desviaciones y corren el proceso</b> para conservar el equilibrio operativo y asegurar la calidad del producto final.

<b>Entropía</b>	<p>Representa el <b>deterioro o pérdida de eficiencia</b> del sistema si no se aplica mantenimiento preventivo. Por ejemplo, la falta de calibración en los robots o el desgaste de las bandas transportadoras puede provocar errores en el montaje, desperdicio de material o fallas de seguridad, aumentando el desorden interno del sistema. La gestión del mantenimiento actúa como una medida contra la entropía, restaurando el orden y la eficiencia.</p>
-----------------	--

## Conclusión

El análisis del proceso de fabricación de neumáticos de la empresa Michelin, desde la perspectiva de la Teoría General de Sistemas (TGS), evidencia la interdependencia y coordinación entre todos los elementos que conforman el sistema productivo. Cada componente humano, tecnológico, material e informático cumple una función específica que, al integrarse, permite que el proceso mantenga su eficiencia, calidad y estabilidad.

Aplicar la TGS a este proceso industrial permitió comprender que la planta de Michelin funciona como un sistema abierto, en el cual se reciben recursos (entradas), se transforman mediante procesos automatizados, y se generan productos finales (salidas) que regresan al entorno.

La comunicación entre subsistemas (producción, control de calidad, mantenimiento y gestión informática) demuestra el principio de retroalimentación, mediante el cual se ajustan variables como temperatura, presión y tiempo, garantizando el equilibrio del sistema.

Asimismo, la interacción constante entre la tecnología y el recurso humano asegura la homeostasis, es decir, la capacidad del sistema para mantenerse estable frente a cambios o fallas.

Cuando alguno de los componentes no funciona adecuadamente, se produce un aumento de entropía, afectando el rendimiento global; sin embargo, gracias al mantenimiento preventivo y la supervisión continua, la empresa logra reducir esos desequilibrios.

En conclusión, la aplicación de la Teoría General de Sistemas al proceso de fabricación de neumáticos de Michelin permite visualizar la importancia del trabajo coordinado, la eficiencia tecnológica y la adaptabilidad frente al entorno industrial. Este enfoque sistémico no solo favorece la mejora continua y la sostenibilidad, sino que también demuestra cómo la interacción equilibrada entre los subsistemas garantiza la calidad del producto final y la estabilidad operativa del sistema en su conjunto.

## Anexos

Mezclado de caucho



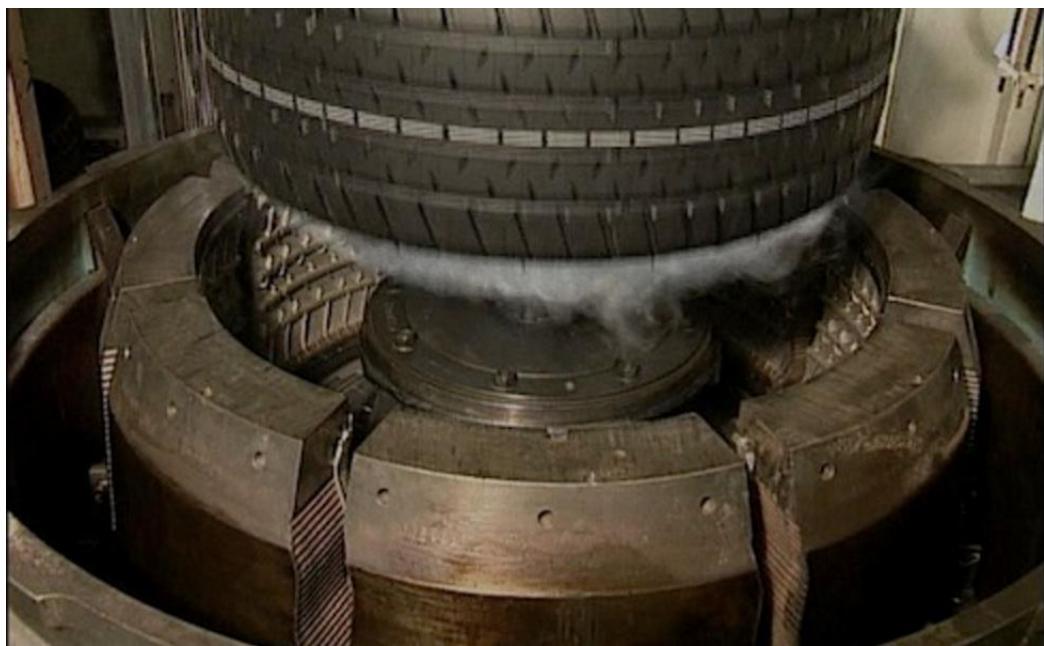
Corte y preparación



## Ensamblaje



## Vulcanizado



## Inspección y Pruebas

