

MODELACIÓN Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA REAL CON LA METODOLOGÍA DES

Karen Melissa Gomez Montoya

Estudiante de Ingeniería matemática
Universidad EAFIT

Alejandra Ossa Yepes

Estudiante de Ingeniería matemática
Universidad EAFIT

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de demostrar los conocimientos obtenidos en el curso de modelación y simulación V del pregrado de ingeniería matemática se realiza un proyecto de simulación con metodología DES (*Discrete-event simulation*) o simulación de eventos discretos, con el cual se busca representar el comportamiento de un sistema real, en este caso, el proceso de manufactura de la empresa TextilPrint, la cual ofrece el servicio de estampación a la industria de confección de telas. En la actualidad es muy importante poder observar y entender como es el funcionamiento de diferentes sistemas para realizar toma de decisiones que puedan favorecer a este, en consecuencia de esto el siguientes texto presenta una serie de elementos que soporta la construcción del modelo y que apoyaran el proceso de verificación de este (0).

2. MODELAMIENTO CONCEPTUAL

2.1. Problemática

TextilPrint es una empresa de estampación textil continua que funciona con 4 etapas de producción las cuales trabajan en un sistema de cinta.

Como objetivo de producción tiene la meta a corto plazo de alcanzar 2000 mts diarios de tela estampada.

2.2. Objetivos

2.2.1. Propósito del Modelo

Identificar y comprender los procesos de producción de la empresa de manera que se pueda encontrar alguna estrategia que les pueda favorecer en la búsqueda de esa meta.

2.2.2. Objetivos Específicos del Modelo

- » Observar metros por día.
- » Análisis de la estructura del sistema.

2.2.3. Objetivos generales del proyecto

Tiempo	1 día laboral de 8 horas, 480 minutos
Flexibilidad	Limitada
Run-Speed	Se requieren bastantes experimentos por la aleatoriedad.
Visualización	Mostrar flujo de los proyectos a través de las etapas de producción.
Facilidad de Uso	Para uso del modelador únicamente.

2.3. Entradas y salidas del modelo

2.3.1. Entradas

- % Proyectos que requieren diseño: Todo proyecto requiere una decisión de si se necesita diseño o si se va a utilizar uno que ya tiene la empresa.
- % Proyectos clasificados por cada tipo de color: Cada proyecto tiene diferentes peticiones con respecto al número de colores.
- Tiempo por cada tipo de proyecto: El paso de un proceso a otro es dependiente al número de colores que requiere el proyecto.
 - » Diseño
 - » Emulsión
 - » Secado
 - » Exposición/Montaje
 - » Rebelado
 - » Montaje Zimmer
 - » Zimmer
 - » Manual

2.3.2. Salidas

Dados los objetivos del modelo, las salidas que nos interesan son los metros producidos por día, y tiempos de ocupación de las máquinas, especialmente los de la estampadora manual y la Zimmer.

2.4. Contenido del modelo

2.4.1. Alcance y Nivel de detalle

El modelo incluirá como entidades los pedidos que mas tarde se convertirá en número de metros y son los que circularan a través de proceso de producción, en detalle incluirá como atributos tipo de diseño, numero de colores, velocidad de la Zimmer. Además no se incluirán los proveedores y empleados.

En cuanto a las actividades se incluyen diseño, grabado y producción (estampación), el proceso de color no se incluye debido a no afectar la cantidad de metros al ser paralelo al resto de actividades. Grabado incluye las subactividades emulsión, secado, montaje, exposición y revelado. Respecto al nivel de detalle cada actividad tiene su propia distribución según el atributo número de colores.

Para ninguna actividad se toma en cuenta reparaciones ni recursos o turnos. En diseño y grabado las actividades son de naturaleza entra uno y sale uno, en el caso de producción entra un proyecto y salen cantidad de metros en entidades que representa 10 metros. Finalmente con respecto a colas, cada actividad las requiere.

2.4.2. Supuestos y simplificaciones

Las siguientes simplificaciones y suposiciones se hicieron para lograr un modelo más específico, según los objetivos.

- » Siempre hay empleados disponibles.
- » Disponibilidad constante de colores.
- » Capacidad ilimitada en la cola de secado.
- » Las maquinas no necesitan reparación.
- » No modelamos los tiempos de elección y aprobación de diseños.
- » No modelaremos los empleados.

3. ANTECEDENTES

- Paola A. Sánchez, F. C. (2014). ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA DE CONFECCIONES: MODELACIÓN Y SIMULACIÓN.
 - » El articulo nos muestra una idea clara de como es un proceso de ensamble en una empresa textil, el cual es muy similar a la metodología que se quería implementar, además en la validación del modelo se ensayó de manera determinista.
- TASINCHANA, M. D. (2013). MODELO DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA GESTION DE PEDIDOS DE LA EMPRESA IMAGEN TEXTIL.
 - » La distribución y orden de las actividades en la empresa que se menciona en el articulo nos ayudo a tener una idea clara de cuales debería ser nuestros procesos de interés, los cuales no permitan hacer una buena interpretación de la empresa, además de que en uno de sus procesos se divide por la importancia del proyecto para ubicarlos en diferentes maquinas, algo similar a lo que se quiere lograr en nuestro modelo.

4. DATOS DEL MODELO

Para obtener los datos, se le habló a la empresa, quienes nos suministraron varios tipos de datos: el histórico por día (de 4 meses aproximadamente) de lo que llaman un formato de producción, en el cuál registran la fecha, la máquina de estampación (Zimmer o manual), el número de colores (de 1 a 4), la cantidad de metros trabajados en un bloque de tiempo y el cliente; y datos específicos sobre los tiempos en cada actividad de la empresa, estos diferentes para cada tipo de proyecto diferenciado por número de colores.

TEXTIL PRINT S.A.S ESTAMPANTE MEDIA								
FORMATO DE CONTROL DE PRODUCCION								
FECHA:	10/3/2018		TURNO:	1		MAQUINA:	PLANA	OPERARIO: MANU
# DISEÑO	CLIENTE	PINTA	MTS	# COLORES	VELOCIDAD MAQ	HR INICIO	HR FINAL	TIEMPO TOTAL
11136	INVERSIONES DMK	1	105	1	MEDIA	11:06 AM	11:56 AM	50 MIN
11061	CODELIN	1	302	1	MEDIA		2:33 PM	
11143	TEXTILES GGL	1	142	3	MEDIA	3:48 PM	4:38 PM	50 MIN
11143	TEXTILES JARA	1	193	3	MEDIA	4:54 PM	5:24 PM	30 MON
11143	ROBINSON	1	260	2	MEDIA	5:24 PM	6:15 PM	51 MIN

Figura 1: Ejemplo del formato de producción

De este conjunto de datos obtuvimos la distribución de metros que se trabajan en cada bloque para la Zimmer y para la manual, la distribución de colores y las velocidades de la zimmer.

Un proyecto puede tener 1, 2, 3 o 4 colores en el estampado, de los datos obtuvimos el porcentaje por número de colores, este dato es relevante para el proyecto porque de esto dependen casi todos los tiempos. Podemos considerar que hay 4 distribuciones de tiempo para cada actividad.

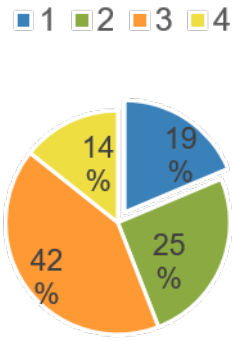


Figura 2: Distribución número de colores

Las velocidades (baja y media) también se obtuvieron como porcentajes.

Para obtener la distribución de los metros para la Zimmer, se usó el software Simul8 y se usaron 192 datos que organizamos por bloques de metros.

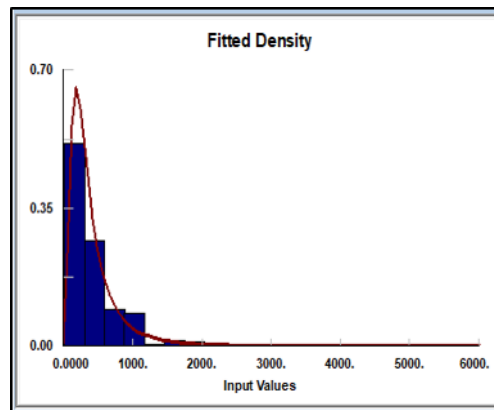


Figura 3: Distribución Pearson VI

A continuación el diagrama de dispersión que nos muestra que los datos son independientes y el gráfico de autocorrelación, mostrando datos sin correlación.

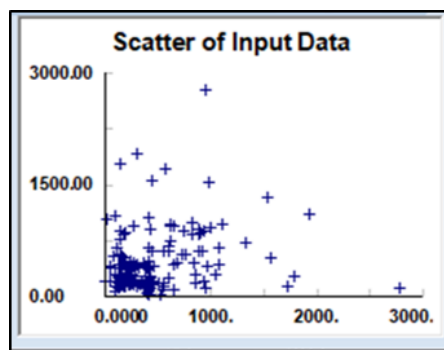


Figura 4: Diagrama de dispersión

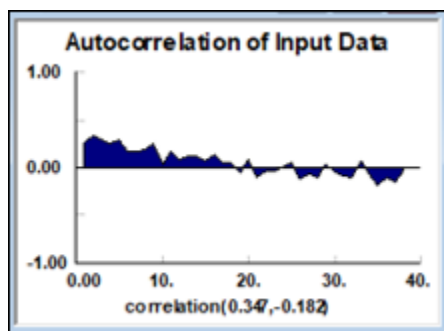


Figura 5: Gráfico de autocorrelación

Luego los datos de tiempos y resumen de distribuciones.

Máquina/Proceso	Tiempo/Distribución
Diseño	60 min/color
Emulsión	3 min/color
Secado	30 min
Exposición	9 min/color
Rebelado	3 min/color
Montaje Zimmer	5 min/color
Metros Zimmer	Pearson VI (18.50, 4.49, 3.07)
Metros Manual	Pearson V (64.3, 4.98)
Manual	(15, 20, 30, 40) min (Dist)

5. IMPLEMENTACIÓN EN LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN

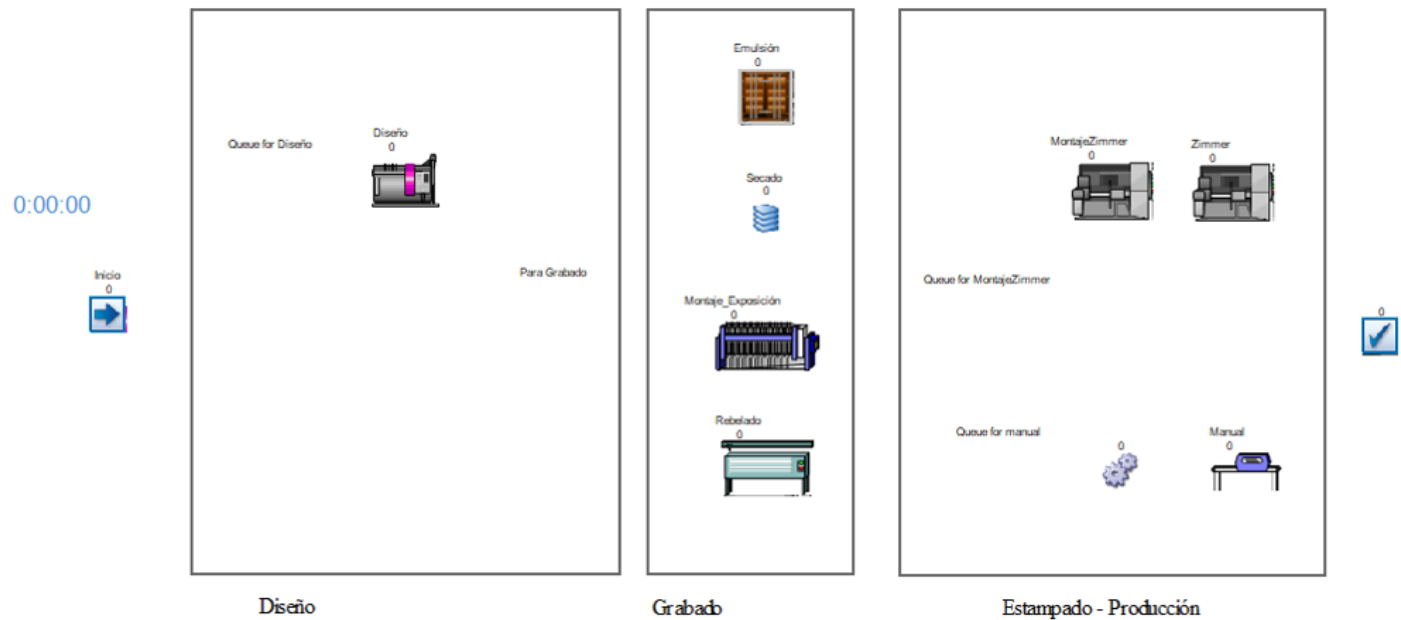


Figura 6: Modelo de simulación en SIMUL8

El modelo se encuentra implementado en SIMUL8 el cual está clasificado en tres secciones que corresponden a las actividades de diseño, grabado y estampado-producción cada una de estas actividades están sujetas a distribuciones que corresponden al tiempo para cada tipo de color. El modelo tiene una variable de entrada de proyectos asociadas al número de colores y en el proceso de estampación-producción se genera la conversión a metros de telas estampados en el día dependiente el tipo de máquina y a la velocidad en que se trabaje siendo esto la salida del modelo que tiene una entidad de 10 metros para hacer más fácil del modelado.

6. OBTENCIÓN DE RESULTADOS

6.1. Naturaleza del modelo

Debido a la aleatoriedad del modelo, los resultados son estocásticos. La simulación es “de terminación”, esto porque el tiempo a modelar es un día laboral y este termina naturalmente a cierta hora, siendo congruente con el objetivo de observar los metros diarios producidos.

6.2. Naturaleza de las salidas del modelo

Dado que en un día laboral, la empresa continúa con trabajos de días anteriores, tenemos una salida de estado estacionario (*Steady-State output*), al principio los datos no representan el inicio de un día de trabajo en la empresa, se requiere cierto tiempo para que se establezca la producción. En nuestro caso se considera que esta se estabiliza cuando la máquina Zimmer o la manual empiezan a estampar.

6.3. Manejo de sesgos iniciales

Para manejar el sesgo inicial, dado que no es realista empezar la simulación con condiciones iniciales vacías en nuestro caso, se corre el modelo por un tiempo de calentamiento durante el cual no se toman en cuenta los resultados. ¿Cómo determinamos ese tiempo de calentamiento? Recordemos que consideramos que una situación inicial apropiada es cuando la máquina Zimmer o la manual empieza a trabajar, debido a la aleatoriedad no es posible determinar el instante exacto, pero si un valor promedio. Siendo 4 los tipos de proyectos que maneja la empresa, cada uno tarda cierto tiempo en llegar a la estampación y cada uno tiene cierta probabilidad de salir, entonces calculamos el valor esperado. Ese lo tomamos como el tiempo de calentamiento: 235 minutos.

6.4. Número de corridas

Se considera que entre 5 y 10 corridas proporcionan una media acertada de lo que hace el modelo. Es posible hacer muchas más corridas debido al poco tiempo que tarda en correrse el modelo.

6.5. RESULTADOS DEL MODELO

		Low 95% Range	Average Result	High 95% Range
Inicio	Number Entered	2.72	3.40	4.08
End 1	Number Completed	73.22	130.00	186.78

Figura 7: Intervalos de confianza de los datos de interés

7. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Una forma de validación es generando un modelo determinista (validación caja blanca) el cual pueda concordar con los valores que se esperan, estructuralmente el modelo hace lo que debería hacer, esto comprobado con la transformación del modelo en uno sin aleatoriedad, de modo que pueda predecirse con exactitud los valores de las salidas.

También observamos la salida del modelo (validación caja negra) para determinar su robustez.

Promedio Real: 1230 mts

Promedio del Modelo: 1300 mts

El promedio real fue obtenido con los datos específicos de un mes registrados por la empresa, el cual da un valor muy cercano al valor promedio de metros del modelo, esto hace inferir que el modelo se comporta de manera similar al sistema real.

Una forma de validación visual del modelo es comprobando que el tiempo de ocupación y tiempo de ocio de las maquinas corresponde con los metros de tela estampada obtenidos del proceso, el cual si ahí mucho tiempo de ocio de la maquina principal Zimmer se puede observar que los metros de tala son muy pocos y así respectivamente, esto hace concluir que el modelo robusto y coherente con respecto a los resultados arrojados y los porcentajes de ocupación de las maquinas.

8. EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Replicación	Mts diarios	% Ocu.Zimmer	% Ocu.Manual
1	1750	49,34	62,91
2	1050	26,78	95,83
3	750	17,55	100
4	1510	52,47	0
5	2250	64,22	42,5
6	1700	51,99	0
7	2000	59,52	0
8	1990	58,27	26,87
9	1510	45,08	0
10	1600	47,85	0
Media	1611	47,307	32,811

Figura 8: Promedios de datos replicaciones de los datos de interés

Esta tabla nos muestra el promedio de los datos de interés con 10 replicaciones el cual no se aleja demasiado del promedio real.

R	Mts	% <u>O.Zimm</u>	R	Mts	% <u>O.Zimm</u>	R	Mts	% <u>O.Zimm</u>
1	1740	47.02	1	950	28.27	1	1890	52,97
2	1560	44.04	2	1430	46.81	2	1080	32,29
3	1630	48.51	3	880	22.61	3	2470	72,41
4	1950	58.03	4	990	29.46	4	2320	69,19
5	810	19.85	5	1090	29.40	5	1090	31,1
6	2830	84.22	6	1680	48.21	6	1680	49,97
7	2550	76.30	7	2600	77.52	7	1600	57,5
8	2270	67.55	8	1150	33.86	8	1530	40,11
9	2710	86.57	9	840	24.99	9	1090	28,57
10	1660	47.91	10	1980	54.16	10	1600	47,76
M	1971	58		1359	39.52		1635	48,18

B= 20

B= 16

B = 23

Figura 9: Análisis de sensibilidad para variaciones de la distribución Pearson V

Para la experimentación de valores se quiso realizar modificaciones en la distribución principal del modelo la cual se encarga de hacer la repartición de metros a estampar siendo esta una Pearson V, la cual se quiso hacer modificaciones al parámetro principal que es el β observando valores por en cima y por debajo a los obtenidos en la estimación de este. Se puede evidenciar que no se generan grandes cambios en los valores realizados en 10 replicaciones cada uno para valores de $\beta = 20$, $\beta = 16$, $\beta = 23$ en donde los promedios de talas por día son muy acertados con estas variaciones del β .

Referencias

ROBINSON, S. *Simulation The Practice of Model Development and Use*, 2nd ed. Red Globe Press, 2014.