

PROYECTO FINAL DE CARRERA

RESUMEN EJECUTIVO

**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE
TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA
MEJORA DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN”**



Universidad
Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

Autor: José Luis Delgado Davara

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|---|
| Datos del proyecto..... | 2 |
| Entorno de trabajo..... | 3 |
| Descripción del producto..... | 3 |
| Objetivos..... | 4 |
| Pasos a seguir..... | 4 |
| Ejecución..... | 6 |
| Análisis de costes..... | 8 |
| Conclusión y comentario..... | 9 |

1. Datos del proyecto

Autor: José Luis Delgado Davara

Nombre del proyecto: “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA LA MEJORA DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN”

Cotutor en la universidad Carlos III de Madrid: Francisco Antonio Rivera

Cotutor en la universidad de Puerto Rico: Mario Padrón

Institución en la que se ha realizado el proyecto:

El proyecto se ha realizado de intercambio académico en la universidad de Puerto Rico, en el recinto universitario de Mayagüez. Se ha utilizado la asignatura de proyecto final, de la carrera de ingeniería industrial de dicha universidad, como vía para llevar a cabo el proyecto.

La empresa “General Electric Sensing” también ha colaborado para poder realizar el proyecto en una de sus líneas de producción. La planta industrial en donde se basa el proyecto está situada en el pueblo de Añasco, en la calle Baxter Boulevard, Puerto Rico.

Objetivo del proyecto:

Haciendo uso de diferentes herramientas de ingeniería industrial se pretende incrementar la producción diaria de la línea de fabricación de un termómetro oral. La plana consta de ocho operarios trabajando en línea en doce diferentes estaciones. Para lograr el objetivo se debe balancear la línea minimizando los tiempos de trabajo de cada operario, simular su funcionamiento bajo diferentes situaciones y modificar algunos procesos de trabajo de manera que se ajusten a los requerimientos del cliente.

Fecha y lugar de lectura:

La lectura del proyecto se realizó el día 17 de Mayo de 2012 frente al cotutor de la universidad de Puerto Rico (Mario Padrón), la gerente de la planta (Johanna Pérez) y el supervisor del proyecto en la fábrica (Ted Dumas).

Calificación:

La calificación que consta en la transcripción de créditos de la universidad de Puerto Rico es de: “B”.

2. Entorno de trabajo

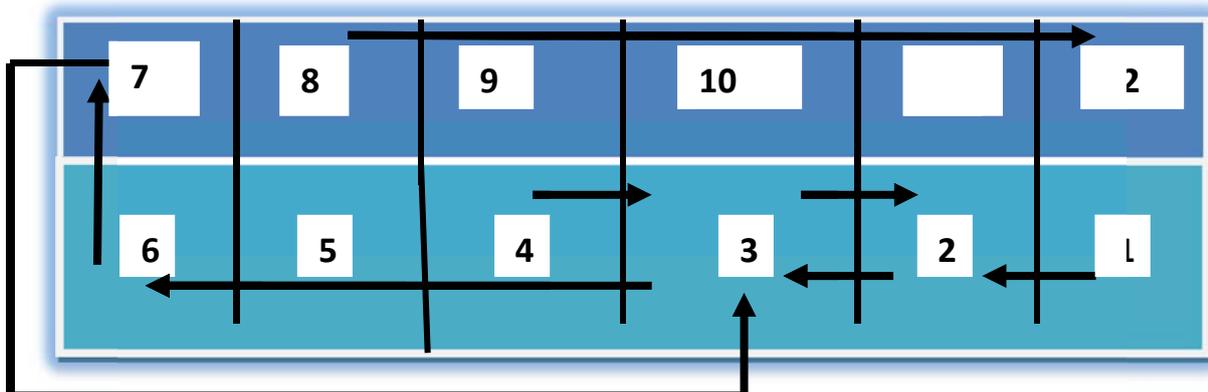
La planta de producción en la que se ha realizado el proyecto pertenece a la empresa General Electric y está ubicada en el pueblo de Añasco, en Puerto Rico. La misma se encarga de la fabricación en línea de diferentes productos relacionados con sensores térmicos. Dispone de veintidós mil pies cuadrados donde se manufacturan seis productos diferentes. La planta lleva diez años desde que empezó y cuenta actualmente con setenta y dos empleados.

3. Descripción del producto

La línea en la que se centra este proyecto se encarga del ensamblaje de un termómetro oral que consta de un resistor y un termistor soldado a cuatro cables, con un recubrimiento de plástico y una punta de aluminio. Para ello, se dispone de doce estaciones dotadas de microscopios, soldadores, y otras diferentes máquinas para realizar las pruebas de funcionamiento al producto.

Para un mejor estudio de la línea, cada estación se ha dividido en diferentes tareas o trabajos a realizar por los operarios. Es importante nombrar que dichas tareas requieren un alto nivel de destreza y entrenamiento para gozar de habilidad suficiente para cumplir los requerimientos de producción. Estas tareas se reparten entre ocho operarios diferentes debidamente entrenados y habituados.

En la siguiente figura se muestra un esquema de las diferentes estaciones y el flujo de material en la línea.



- * **Estación 1:** Soldadura de la resistencia
- * **Estación 2:** Preparación de la resistencia y el termistor
- * **Estación 3:** Horno
- * **Estación 4:** Ensamblado de la punta
- * **Estación 5:** Unión de los cables
- * **Estación 6:** Eje y cubrimiento
- * **Estación 7:** “Crimping” del eje
- * **Estación 8:** Cortar y pelar cables
- * **Estación 9:** Test de aislamiento y de resistencia
- * **Estación 10:** Test de respuesta del termistor
- * **Estación 11:** Test dinámico y de la resistencia
- * **Estación 12:** Inspección final

4. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

- Aumentar el rendimiento de la línea al 98%
- Reducir el desperdicio al 50%
- Implementar un menor flujo de piezas en la línea que preceda a las pruebas de testeo.
- Determinar el tiempo exacto requerido en la operación del horno.
- Determinar la cantidad exacta que deben proporcionar los dispensadores de epoxy automáticos.
- Hacer una simulación del nuevo balanceo e implementarlo.

Para lograr aumentar la producción es necesario analizar cuáles son las estaciones críticas, y en función de eso se reducirá el tiempo de ciclo y el rendimiento aumentaría considerablemente.

Para reducir los desperdicios es necesario coger datos de las estaciones con más deshechos y focalizar el trabajo en ellas.

5. Pasos a seguir

El cuadro de Gantt sirve para llevar un control del proyecto a lo largo del tiempo. Este esquema se hizo al principio del trabajo para tener en todo momento controlado lo que faltaba por hacer.

6. Ejecución

Para cumplir los objetivos del proyecto se modificaron varios procedimientos en la línea, sin embargo, los que se comentan a continuación fueron los más significativos.

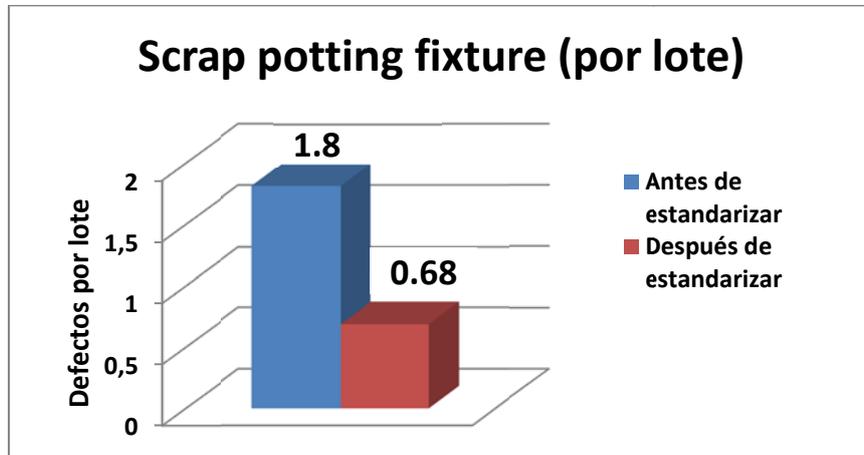
Uno de los mayores retos en la fábrica era hacer un nuevo balanceo de la línea para lograr reducir el tiempo de ciclo y que la carga de trabajo quedara equilibrada entre todos los empleados. Para ayudarme, fue necesario crear un programa en entorno de Excel con el cual modificar datos de diferentes balanceos y observar cuál era la óptima combinación de flujo de piezas, tareas para cada operario...

A continuación se muestra una imagen de la pantalla del programa.

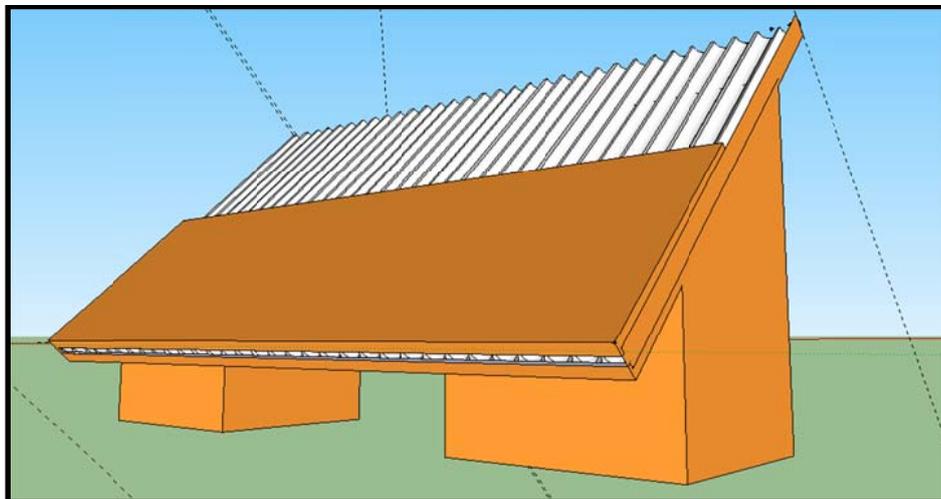
| Largo Simulación | Horneado 1 | Horneado 2 | Horneado 3 | ULS1 | ULS2 | Operador | Tarea | Inventario Inicial | Inv(día1) | Inv(día2) | Inv(día3) | Inv(día4) | Inv(día5) | |
|---------------------------|------------|------------|------------|-------|-------|----------|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| 2200 | 45 | 120 | 1 | 30 | 60 | Luis | 1 Cut Wire | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2400 | |
| Produccion deseada | 2000 | | | | | | Vivian | 7 Strip resistor wire | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2400 |
| | 1 | 2 | 3 | | | Luis | 1 Resistor Soldering | 120 | 520 | 920 | 1320 | 1720 | 2120 | |
| inventario hornos inicial | 120 | 180 | 400 | | | Eugenia | 2 Epoxy mix | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | |
| inventario horno | 1880 | 1730 | 1960 | | | Eugenia | 2 Cover Solder Joints | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | |
| | | | | | | Eugenia | 2 Oven Prep | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | |
| | | | | | | Eugenia | 2 Resistor Cutting | 0 | 360 | 720 | 1080 | 1500 | 1890 | |
| | | | | | | Eugenia | 2 Resistor Stripping | 150 | 480 | 840 | 1230 | 1650 | 2040 | |
| | | | | | | Eugenia | 2 Prepare Thermistor | 150 | 550 | 950 | 1350 | 1750 | 2150 | |
| | | | | | | Diana | 3 Limpse pot. Fix | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | |
| | | | | | | Diana | 3 Insert into Pot. Fix | 180 | 420 | 720 | 1080 | 1380 | 1740 | |
| | | | | | | Diana | 3 Epoxy mix | 0 | 360 | 720 | 1020 | 1380 | 1680 | |
| | | | | | | Diana | 3 Tip assembly | 0 | 360 | 660 | 990 | 1320 | 1620 | |
| | | | | | | Diana | 3 Oven Prep | 0 | 360 | 630 | 990 | 1290 | 1620 | |
| | | | | | | Neli | 4 Remove aluminum tip | 0 | 420 | 720 | 1080 | 1380 | 1710 | |
| | | | | | | Neli | 4 Lead Attachment | 240 | 630 | 960 | 1290 | 1620 | 1920 | |
| | | | | | | Neli | 4 Cut S Sleeves | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2400 | |
| | | | | | | Neli | 4 Cut L Sleeves | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 2000 | 2400 | |
| | | | | | | Maritza | 5 Small Sleeves | 0 | 390 | 780 | 930 | 1020 | 1380 | |
| | | | | | | Maritza | 5 Large Sleeve | 0 | 360 | 750 | 900 | 990 | 1380 | |
| | | | | | | Maritza | 5 Looping | 0 | 360 | 720 | 870 | 960 | 1350 | |
| | | | | | | Victor | 7 Shaft Inspection | 400 | 820 | 820 | 820 | 1360 | 1390 | |
| | | | | | | Maritza | 5 Shaft | 240 | 570 | 930 | 1080 | 1170 | 1560 | |
| | | | | | | Vivian | 6 Epoxy mix crimping | 0 | 400 | 800 | 1100 | 1160 | 1580 | |
| | | | | | | Vivian | 6 Tip/shaft crimping | 0 | 400 | 800 | 1100 | 1160 | 1520 | |
| | | | | | | Vivian | 6 Epoxy mix backfill | 0 | 360 | 840 | 1200 | 1200 | 1560 | |
| | | | | | | Vivian | 6 Backfill | 0 | 360 | 840 | 1200 | 1200 | 1560 | |
| | | | | | | Victor | 7 Cut and strip | 120 | 520 | 880 | 1360 | 1720 | 1720 | |
| | | | | | | Michael | 8 Insulation | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1720 | |
| | | | | | | Michael | 8 Resistor | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1720 | |
| | | | | | | Victor | 7 Thermistor | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1720 | |
| | | | | | | Victor | 7 Response | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1720 | |
| | | | | | | Michael | 8 DYNQ test | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1720 | |
| | | | | | | Michael | 8 Heater thermistor | 180 | 580 | 980 | 1380 | 1780 | 1840 | |
| | | | | | | Luis | 1 Final inspection | 0 | 400 | 800 | 1200 | 1600 | 1840 | |
| 30,60 | 30,90 | 30,80 | 45,90 | 25,50 | 35,70 | 20,40 | | | | | | | | |
| 300 | 360 | 320 | 810 | 750 | 840 | 520 | | | | | | | | |

Por otro lado, para lograr la reducción de material desechado proveniente de fallos se hizo un diagrama de Pareto con las tareas que más fallos daban y el número de fallos de cada una. Gracias a esto se pudo identificar que la mayoría de problemas venía de la mezcla del epoxy. Dicho epoxy era usado para depositarlo sobre la punta de aluminio.

Debido a que cada empleado realizaba la mezcla de forma diferente se procedió a estandarizar el proceso para que cualquier persona que haga dicha tarea, lo haga de manera que el epoxy siempre tenga las mismas propiedades. Finalmente se logró reducir en un 62% la cantidad de desperdicios.



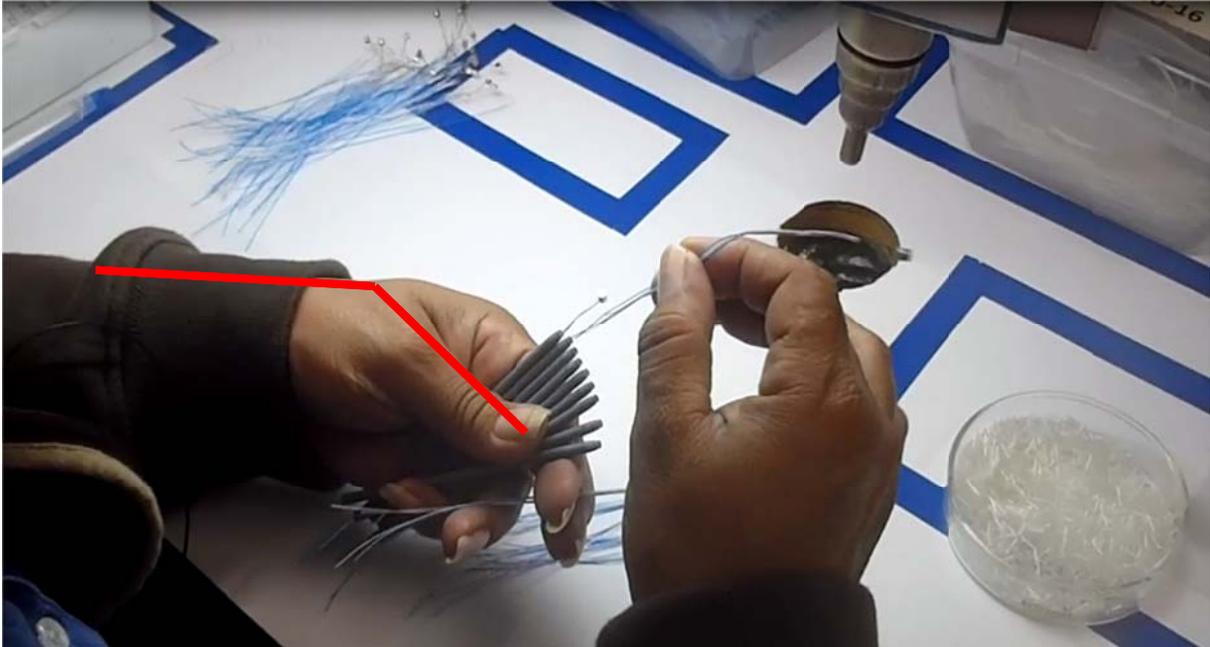
El aumento de rendimiento fue otro gran reto. La manera que identifiqué para poder lograr esto se basaba en aumentar la velocidad de trabajo. Para ellos se diseñó el aparato mecanismo mostrado en la siguiente imagen.



Antes del proyecto, la tarea de colocar los recubrimientos y protecciones a los cables se hacía de uno en uno. Sin embargo, con este aparato se consiguió que se hiciera en grupos de 10 o 13 piezas, aumentando considerablemente la velocidad de trabajo.

La rapidez no fue el único beneficio que esto proporcionó a la línea. La disminución de riesgo de enfermedad también fue una gran ventaja. Cuando se trabajaban las piezas de una en una, el empleado era propenso a tener dolores debido

a la posición incorrecta de manera continuada de la mano (se muestra en la foto inferior). Sin embargo, este aparato también evitaba dichos movimientos.



7. Análisis de costes

El nuevo balanceo propuesto logró reducir el número de empleados desde ocho hasta siete personas, con el consecuente ahorro en costes.

Por otro lado también se pudo ahorrar en la cantidad de material desperdiciado.

Y finalmente, el número de horas extras que tenían que hacer los empleados para lograr los requerimientos de producción diaria también se redujo de 80 horas a 6 horas y media al mes. Estas son pagadas al doble que una hora regular, por lo que esto contribuyó mucho a la disminución de gastos.

A continuación se muestra un análisis de los ahorros que ha proporcionado el proyecto a la línea de producción.

| Reducción de Costos | |
|----------------------------|--------------------|
| Horas extra | \$2,352/mes |
| Desechos | \$211/mes |
| Balanceo | \$3,904/mes |
| Total | \$6,467/mes |

8. Conclusión y comentario

Durante la ejecución de este proyecto se estudió y se profundizó en las diferentes técnicas que usa la ingeniería de la industria para optimizar procesos productivos. Se me ha abierto un nuevo abanico de posibilidades con las que resolver problemas de los procesos productivos.

Asimismo, el estar en contacto directo con la empresa ayudó a darse cuenta de que cada mínimo cambio que se quiera hacer a la línea productiva puede tener unas repercusiones económicas bastantes grandes, a veces positivas y a veces negativas. Dicho esto, he aprendido de primera mano, que es necesario analizar desde todos los puntos de vista cada modificación que se vaya a sugerir en cualquier proyecto. Además el trabajo en equipo ayudó a potenciar mis habilidades para comunicar y escuchar a otras personas.

En conclusión, creo que este proyecto me ha aportado mucho para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera y para aprender a buscar y poner en práctica diferentes metodologías de la ingeniería de la industria. Con todo esto, considero estar preparado para lanzarme al mercado laboral.