

# **MEJORAS EN LA OPERACIÓN DE UN PROCESO AUTOMOTRIZ A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICLO**

## **IMPROVEMENTS IN THE OPERATION OF AN AUTOMOTIVE PROCESS THROUGH REDUCING THE CYCLE TIME**

**Juan Antonio Sillero Pérez**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*antonio.sillero@itcelaya.edu.mx*

**Montserrat Guadalupe Bocanegra Tavera**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*16031271@itcelaya.edu.mx*

**María Teresa Villalón Guzmán**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*teresa.villalon@itcelaya.edu.mx*

**María del Consuelo Gallardo Aguilar**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*consuelo.gallardo@itcelaya.edu.mx*

**Silvia Vázquez Rojas**

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*silvia.vazquez@itcelaya.edu.mx*

**Recepción:** 23/noviembre/2021

**Aceptación:** 29/diciembre/2021

### **Resumen**

Actualmente en nuestro país la industria automotriz es una de las más importantes para la economía, debido a que es un sector estratégico en el desarrollo regional, la generación de empleo y el ingreso de divisas. Así, esta industria requiere trabajar con mayores niveles de productividad y calidad, la automatización de los procesos y la supervisión integrada al proceso, entre otros aspectos a considerar para ser más competitivas tanto en términos económicos como de calidad.

El proyecto se realizó en una empresa del sector automotriz la cual desarrolla y comercializa tecnologías innovadoras de gestión térmica para calefacción, refrigeración y control de temperatura. Se realizó un estudio sistemático de las

operaciones y actividades que se desarrollan en el proceso de soldadura, buscando mejoras en términos de eficiencia y reducción de costos mediante la aplicación de las herramientas que proporciona la Ingeniería de Métodos y la Medición del Trabajo. El proyecto se originó en el área de climatizados, en el proceso de soldadura de un arnés producido para un cliente del sector automotriz. Este proceso es considerado como uno de los más lentos ya que es aquí en donde se lleva a cabo la integración del cable NTC a los circuitos del arnés. La causa de tener un proceso lento se debe a que esta operación no está estandarizada debido a que bajo las condiciones de operación actual, la estación sucesora presenta constantes paros ocasionados por la falta de material, el cual es necesario para la terminación del calentador. El proceso de soldadura actual se hace con punta de cautín, lo cual ocasiona que sea un proceso lento; se propone cambiar la soldadura por estaño para acelerar el proceso a fin de reducir el tiempo de ciclo y a su vez, incrementar la producción de arneses terminados. El objetivo de este proyecto es incrementar la salida de piezas de producción, mejorar el flujo del proceso y mejorar el balance entre las operaciones del proceso de soldadura.

**Palabras Clave:** FODA, Kaizen, Kanban, Layout SAP, WIP.

### **Abstract**

*Currently, in our country, the automotive industry is one of the most important for the economy, because it is a strategic sector in regional development, job creation, and foreign exchange earnings. Thus, this industry requires working with higher levels of productivity and quality, the automation of processes, and the supervision integrated into the process, among other aspects to consider to be more competitive both in economic and quality terms.*

*The project was carried out in a company in the automotive sector that develops and markets innovative thermal management technologies for heating, cooling, and temperature control. A systematic study of the operations and activities that take place in the welding process was carried out, seeking improvements in terms of efficiency and cost reduction through the application of the tools provided by Methods Engineering and Work Measurement.*

*The project originated in the air conditioning area, in the process of welding a harness produced for a customer in the automotive sector. This process is considered one of the slowest since it is here where the integration of the NTC cable to the harness circuits takes place. The cause of having a slow process is that this operation is not standardized. After all, under the current operating conditions, the successor station presents constant stops caused by the lack of material, which is necessary for the termination of the heater. The current welding process is done with a soldering iron tip, which causes it to be a slow process; It is proposed to switch from soldering to tin to speed up the process to reduce cycle time and in turn increase the production of finished harnesses. The objective of this project is to increase the output of production parts, improve the flow of the process and improve the balance between the operations of the welding process.*

**Keywords:** FODA, Kaizen, Kanban, Layout SAP, WIP.

## **1. Introducción**

Un sector estratégico para la economía de México es la industria automotriz, razón por la cual actualmente se le considera la segunda industria más importante. La globalización mundial del sector automotriz está llevando a las industrias de autopartes hacia la implantación de sistemas de producción flexible para trabajar con sistemas que les permitan abastecer los componentes a las líneas de producción en la misma secuencia en la que éstas los vayan requiriendo. Este nuevo tipo de organización requiere trabajar con mayores niveles de productividad y calidad, la automatización de los procesos y la supervisión integrada al proceso, entre otros aspectos a considerar. En este contexto, el presente proyecto busca mejorar el flujo del proceso y el balance entre las operaciones del proceso de soldadura en una empresa del sector automotriz.

La empresa en la cual se desarrolló el proyecto se encuentra dividida en las siguientes tecnologías: Climatizados, Carbotex y Costura. En la tecnología de climatizados se fabrican climatizados que calientan y enfrían. Por otra parte, en la tecnología de costura se fabrican calentadores que únicamente calientan y en la tecnología de Carbotex se fabrican calentadores utilizando fibras de carbón; cada

tecnología cuenta con departamentos específicos que contribuyen a que los procesos se lleven a cabo con éxito. Es en la tecnología de climatizados, específicamente en el departamento de Ingeniería de Manufactura, en el área de climatizados, donde se realiza el proyecto. Tecnología se encarga de la fabricación de climatizado con la función de calentar y enfriar los asientos de los carros.

El objetivo principal del proyecto fue incrementar la producción de arneses, para ello, a continuación se describen las actividades que se realizaron:

- *Reducir el tiempo de ciclo de la operación integración de cable NTC del arnés*; para lograrlo, la operación de “soldar el termostato” fue dividida en cuatro elementos, siendo estos: Colocación de termostato, Aplicación de soldadura al termostato, Tomar arnés y Soldar arnés con cautín. La segunda operación y en la cual se lleva a cabo el cambio de proceso es la “Integración del cable NTC”; esta operación fue dividida en los elementos Tomar arnés, Tomar NTC, Enredar NTC, Soldar arnés y Cortar.
- *Diseñar y fabricar una nueva estación de soldadura por estaño*; para lo cual, se hizo un análisis FODA en la estación de soldadura actual; el análisis de los resultados de este estudio permitió hacer un rediseño de la estación de soldadura.
- *Mejorar el flujo de la operación*; Una vez diseñada la nueva estación de trabajo, el siguiente paso fue mejorar el flujo en las operaciones; para ello, se diseñó un nuevo layout de la estación.
- *Balanceo de las operaciones*; para evitar un cuello de botella entre la nueva estación de soldadura y la siguiente fue necesario realizar un balance de las operaciones en ambas estaciones, para lo cual fue necesario hacer un estudio de tiempos en las operaciones de las estaciones involucradas.

## **2. Métodos**

Después de hacer un análisis simple de la forma en la cual se llevaba a cabo el proceso de soldadura en dicha estación, se observó que el proceso de soldar el arnés estaba compuesto por dos operaciones: en la primera se lleva a cabo el proceso soldar el termostato en unión con dos de los circuitos del arnés y la segunda

operación es la integración del cable NTC a uno o más de los circuitos. En esta última operación se detectó que el proceso es más lento en comparación con otros procesos de soldadura de la planta, además, éste se sigue haciendo a base de soldadura con punta de cautín, por lo que es necesario hacer un cambio en este proceso.

### **Clasificación de los arneses**

En la celda 356 se corren actualmente 15 calentadores con su respectivo arnés. Una vez clasificados los arneses que llevan la integración del termostato y el cable NCT, se reduce a 8 números de parte que serán afectados por el cambio de proceso. De estos 15 calentadores con sus respectivos arneses, y por el alcance del proyecto, sólo se reporta el estudio realizado en los siguientes (Tabla 1).

Tabla 1 Descripción de los estudios realizados.

No. Calentador	No de Arnés	Std por hora por operario, ensamble final	Std por hora de arnés por operario	NTD	TERMO	Toma de tiempos, ensamble final	Toma de tiempos soldadura por cautín	Toma de tiempos por soldadura de estaño
12009167E	12009175B	20	21	✓	✓	✓	✓	
12009169E	12009175B	20	25	✓	✓	✓		

### **Análisis de tiempos**

Para realizar la medición del ritmo de trabajo actual en la estación de soldadura, fue necesario llevar a cabo un estudio de tiempos de las operaciones para lo cual fue necesario dividir cada operación en sus elementos.

La primera operación es “Soldar Termostato” la cual se dividió en cuatro elementos, siendo estos; colocación de termostato, aplicación de soldadura al termostato, tomar arnés y soldar arnés con cautín. La segunda operación y en la cual se realizó el cambio de proceso es la “Integración del cable NTC”, la cual fue dividida en los elementos tomar arnés, tomar el cable NTC, enredar el NTC, soldar arnés y cortar. Para la medición del tiempo se utilizó la técnica de medición continua, en la que se dejó correr el cronómetro hasta el final de la operación, marcando los intervalos en la terminación de cada elemento. Se tomó una muestra de 10 observaciones para

cada elemento y sus valores fueron registrados en la “Hoja de observación para el estudio de tiempos” en un formato definido por el área de ingeniería de manufactura. En el estudio se consideró que el operario trabaja a un ritmo normal del 100%. Sin embargo, al tiempo elemental asignado se le ha agregado una tolerancia del 10%.

### ***Toma de tiempos para el calentador 12009167E, Arnés 12009175B***

El primer estudio de tiempos se realizó para el calentador 12009167E en el ensamble final, con el propósito de conocer la tasa de producción actual de la celda y determinar cuánto arnés es necesario abastecer. El estudio en el ensamble final se hizo por tarea de la estación, dando un total de 8 tareas, siendo estas: colocación del arnés, desforre de cable, remachado, soldar remache, quemado de tubo, engomado, prensado y cámara de visión. Del estudio se obtuvo que el ensamble final requiere un abastecimiento de por lo menos 120 piezas por hora.

Posteriormente se realizó el estudio en la estación de soldadura para el arnés 12009175B de la operación “soldar termostato”, para el cual se obtuvo un tiempo de ciclo total de 24.63 segundos. La operación “Integración de NTC” tuvo un tiempo ciclo 36.78 segundos, lo que la convierte en el cuello de botella de la estación. Esto se debe a que ambos operarios son estáticos y al ser esta la última operación es la que determina la salida de producción, produciendo un total de 97 piezas por hora. El requerimiento diario del cliente es de 845 calentadores. Estos son fabricados en ambos turnos, contando con un tiempo total de 17.25 horas para la producción diaria. De acuerdo con los requerimientos, se concluye que es necesario fabricar 48.98 piezas por hora en la línea, lo que permitiría tener un tiempo Takttime de 73.49 segundos. Del estudio se desprende que tanto en el ensamble final como en la estación de soldadura se encuentran trabajando por debajo del Takttime requerido por el cliente; esto no representa problema en el balanceo, debido a que la demanda actual se encuentra baja para este cliente. Por otro lado, lo que es evidente es que la operación de soldar termostato cuenta con pequeños tiempos de ocio debido a que la estación sucesora es más lenta. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

*Requerimiento semanal = 4225 piezas*

*Requerimiento diario = 845 piezas*

$$Taktime \left\{ \begin{array}{l} = \frac{845}{17.25} = 48.9 \text{ pza/hr} \\ = \frac{3600}{48.98} = 73.49 \text{ seg} \end{array} \right.$$

### ***Toma de tiempos para el calentador 12009169E, arnés 12009706B***

Siguiendo el mismo procedimiento, se realizó la toma de tiempos para el calentador 12009169E con su correspondiente arnés 12009706B. Las tareas son 8, siendo estas: colocación del arnés, desforre de cable, remachado, soldar remache, quemado de tubo, engomado, prensado y cámara de visión.

El análisis de este calentador con su respectivo arnés fue comparado con un estudio hecho recientemente en el mes de septiembre del 2020, en el cual se tenía un tiempo ciclo de 201.66 segundos sin contar la cámara de visión.

Lo anterior deja una tasa de producción de 18 piezas por hora que, al multiplicar por los 6 operarios caminantes disponibles en la celda da un total de 108 piezas por hora, lo que está muy por debajo del estándar actual de SAP que es de 117 piezas por hora. El estudio en la estación de soldadura para el arnés 12009706B, en la operación “soldar termostato” tuvo un tiempo ciclo total 35.07 segundos. Al comparar este tiempo con el del arnés anterior, resultó más elevado pese a que la operación es muy similar. Esto se debe a que la muestra se tomó a un operario con una eficiencia más lenta; se podría decir que está a un 85%, dando un tiempo de ciclo de 30.90 segundos. La operación “Integración del cable NTC” tuvo un tiempo ciclo de 32.17 segundos. dando una producción total de 111 piezas.

### ***Prototipo para la nueva estación de soldadura***

La estación actual de soldadura está compuesta por dos mesas de trabajo; la primera es para la operación de termo y la segunda para la integración del cable NTC con punta de cautín. Actualmente las mesas son independientes, aunque en realidad son procesos continuos.

El Análisis FODA de las características actuales de la estación se muestra en la figura 1.



Figura 1 FODA de la estación de soldadura.

A partir del análisis del FODA realizado se tomó la decisión de hacer una estación multifuncional, es decir, que ambas operaciones puedan ser realizadas en una sola mesa de trabajo.

De esta manera, cuando solo se tenga la disponibilidad de un operario este podrá realizar ambas funciones sin desplazarse de su área, en cambio, cuando la mesa trabaje con dos operarios, ambos tendrán su estación con sus respectivos elementos y en determinados intervalos de tiempos la operación con mayor disponibilidad podrá ayudar al cuello de botella, realizando la operación sucesora. Para ello, se propone una estación de trabajo “cara a cara” donde los elementos necesarios para realizar la operación cuello de botella se encuentren en un punto de uso para ambos operarios.

### 3. Resultados

#### ***Rediseño del Layout***

El flujo de proceso actual comienza por la celda de arnés 415 el cual se encuentra al lado izquierdo del ensamble final. Ahí comienza la fabricación del arnés desde el ensamble de circuito, encintado y prueba eléctrica de este. Una vez ensamblado, sale directo a un Kanban el cual va dirigido a la estación de soldadura que se encuentra detrás de la celda de ensamble final 356, en la cual se suelda el termostato e integra el cable NTC.



El arnés terminado, en diversas ocasiones regresa al mismo Kanban o entra directo al ensamble final, lo cual ocasiona que el proceso pierda continuidad en el flujo e incluso, se revuelva arnés terminado con arnés en proceso.

De esta forma, el nuevo Layout pretende eliminar las estaciones detrás del ensamble final y para que el flujo del arnés entre por la parte frontal, fue necesario girar la celda de arnés 415 con un flujo operacional de norte a sur seguido de la mesa de estañado. Esto genera una sola salida del arnés terminado, el cual será enviado a un Kanban instalado en la entrada del ensamble final.

### ***Validación de la estación de soldadura***

Una vez realizadas las adecuaciones al proceso de la nueva estación de estaño se tomaron los tiempos “Después”, los cuales presentaron las siguientes mejoras: En la operación soldar el termostato se obtuvo un ciclo total de 21.47 segundos en comparación a los tiempos “antes” este disminuyó 3.1s este cambio se debió a la nueva colocación de materiales en la mesa de trabajo, pues se disminuyeron tiempos de tomar y colocar.

En la operación Integración de NTC ahora con estaño el nuevo ciclo total de la operación fue 32.38 segundos, reduciendo así 4.4 segundos el tiempo ciclo cuando se realizaba con punta de cautín, de esta manera se logró incrementar el Rate de la operación a 111 piezas por hora logrando un incremento de 13 piezas por hora. Realizados los cambios propuestos para el nuevo Layout, la estación arrancó bajo la supervisión del departamento de entrenamiento encargado de dar la capacitación necesaria para que los operarios lleven a cabo el nuevo proceso, acompañado del departamento de calidad e ingeniería de procesos para las recomendaciones y acciones finales.

### ***Balanceo de las operaciones***

Con el nuevo diseño de Layout se detectó una nueva oportunidad de mejora en la celda, la cual consiste en integrar la nueva estación de estañado a la celda de arnés 415 para generar un flujo de fabricación continuo y procurar una sola salida de arnés integrado. De esta forma se logrará reducir el exceso de WIP entre una

estación y otra y tener un mejor control del Kanban en el ensamble final. Además, se está considerando realizar un rebalanceo entre las operaciones de ambas estaciones con el fin de reducir tiempos en las operaciones cuellos botella y generar una mejor tasa de producción del proceso. El primer paso para comenzar el balanceo fue hacer una recolección de tiempos de las operaciones en la celda 415 para los arneses 12009706B y 2009175B; una vez obtenidos estos tiempos, se conjuntaron con los tiempos de las operaciones en la nueva estación de estaño dando un total de 15 tareas en ambos arneses, a las que se les asignó una letra de la A a la O para su mejor su identificación, tal y como se muestra en tablas 2 y 3.

Tabla 2 Datos de las operaciones del arnés 12009706B.

Estación	Tarea		Tiempo Estandar (seg)	Tareas Predecesoras	Unidades/mn	Número de operarios	piezas por operador
1	Ensamblar circuitos	A	8.0091	-	7.49147844	1	7.49147844
2	Colocar tubo chico	B	5.3416	A	11.2325895	1	11.2325895
3	Colocar tubo grande	C	13.540725	B	4.43107736	1	4.43107736
4	Colocar arnes en fixure	D	4.620825	C	12.9846943	1	12.9846943
5	Encintar	E	10.401875	D	5.76819083	1	5.76819083
6	Sujetar arnes con clip	F	6.91075	E	8.68212567	1	8.68212567
7	Cortar clip	G	3.878875	F	15.4684026	1	15.4684026
8	Encintar quiebre	H	13.04105	F	4.60085653	1	4.60085653
9	Realizar prueba electrica	I	12.34489474	G	4.86030876	1	4.86030876
10	Soldar termo	J	26.0304	I	2.30499723	1	2.30499723
11	Tomar arnes	K	7.0345	J	8.52939086	1	8.52939086
12	Enrredado de NTC	L	13.2275	I	4.53600454	1	4.53600454
13	Sumergir en flux	M	1.9019	K,L	31.5474	1	31.5474
14	sumergir en estaño	N	1.8964	M	31.6388947	1	31.6388947
15	cortar	O	5	N	12	1	12

Tabla 3 Datos de las operaciones del arnés 12009176B.

	Tarea		Tiempo Estandar (seg)	Tareas Predecesoras	Unidades/mn	Número de operarios	piezas por operador
1	Ensamblar circuitos	A	8.91495	-	6.7302677	1	6.7302677
2	Colocar tubo chico	B	4.94065	A	12.1441511	1	12.1441511
3	Colocar tubo grande	C	15.4572	B	3.8816862	1	3.8816862
4	Colocar arnes en fixure	D	4.67555	C	12.8327149	1	12.8327149
5	Encintar	E	9.20865	D	6.51561304	1	6.51561304
6	Sujetar arnes con clip	F	8.99305	E	6.67181879	1	6.67181879
7	Cortar clip	G	3.57335	F	16.7909665	1	16.7909665
8	Encintar quiebre	H	10.89	F	5.50964187	1	5.50964187
9	Realizar prueba electrica	I	15.642	G	3.83582662	1	3.83582662
10	Soldar termo	J	24	I	2.5	1	2.5
11	Tomar arnes	K	6.8376	J	8.77500878	1	8.77500878
12	Enrredado de NTC	L	17.7298	I	3.38413293	1	3.38413293
13	Sumergir en flux	M	2.1021	K,L	28.5428857	1	28.5428857
14	sumergir en estaño	N	1.87429	M	32.0121219	1	32.0121219
15	cortar	O	3.8379	N	15.6335496	1	15.6335496

La clasificación de tareas y tareas predecesoras en ambos números de parte es la misma, la única diferencia se encuentra en que los tiempos de las tareas F, G e I son más elevados en el arnés 12009175B, debido a que en este arnés se colocan 3 cinchos, a diferencia del 12009706B que solo lleva 2. Una vez hecha la tabla de datos de ambos números de parte, se procedió a hacer el diagrama de operaciones y con base en este diagrama se realizó la asignación de prioridades, dando prioridad a las tareas que contenían un número mayor que otras y como segunda prioridad las tareas que requieren mayor tiempo de ejecución. La prioridad de tareas se indica en la tabla 4.

Tabla 4 Asignación de prioridades.

Tareas	A	B	C	D	E	F	G	I	L	K	M	N	H,J,O
Número de tareas siguiente	14	13	12	11	10	9	7	6	4	3	2	1	0

El Takttime se calculó tomando el requerimiento mínimo del ensamble final, considerando una producción promedio de 120 piezas por hora lo cual nos deja un tiempo Takttime de 30 segundos por estación. El mínimo de estaciones se calculó dividiendo el tiempo total de las tareas entre el Takttime, dando 5 estaciones como mínimo para la celda. La asignación de actividades quedó como se muestra en la tabla 5, mientras que el flujo que llevarían las operaciones para cada uno de los arneses se muestra en la figura 2.

Tabla 5 Asignación de las operaciones.

Arnés 12009706B				Arnés 12009175B			
Estación	Tiempo	T/ No Asignado	Tarea	Estación	Tiempo	T/ No Asignado	Tarea
1	8.0091	21.9909	A	1	8.91495	21.08505	A
	5.3416	16.6493	B		4.94065	16.1444	B
	13.540725	3.108575	C		15.4572	0.6872	C
2	4.620825	25.379175	D	2	4.67555	25.32445	D
	10.401875	14.9773	E		9.20865	16.1158	E
	6.91075	8.06655	F		8.99305	7.12275	F
	3.878875	4.187675	G		3.57335	3.5494	G
3	12.3448947	17.6551053	I	3	15.642	14.358	I
	13.2275	4.42760526	L		10.89	3.468	H
4	7.0345	22.9655	K	4	6.8376	23.1624	K
	1.9019	21.0636	M		2.1021	21.0603	M
	1.8964	19.1672	N		1.87429	19.18601	N
	5	14.1672	O		17.7298	1.45621	L
	13.04105	1.12615	H				
5	26.0304	3.9696	J	5	24	6	J
			3.8379		2.1621	O	

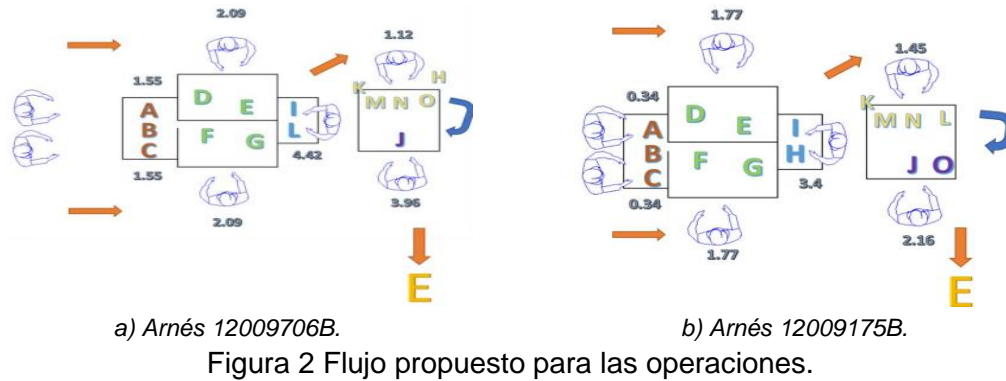


Figura 2 Flujo propuesto para las operaciones.

Para el arnés 12009175B la asignación queda igual en las primeras dos estaciones, en la estación 3 la tarea L cambia por la H y ésta se traslada a la estación 4, en esta última se quita la operación O y se pasa a la estación 5. El flujo de proceso propuesto se muestra en la figura 2b. El resumen de balanceo final (Tabla 7) termina con un tiempo ciclo total de 185.88 segundos lo que da como resultado un Rate de 19 piezas por operador en una hora. En la estación quedarían asignados 7 operadores, recurso con el que ya se cuenta dando un total de 133 piezas por hora en la línea logrando satisfacer la demanda del ensamble final. Para el arnés 12009175B el balanceo final termina con un tiempo ciclo total de 194.44 segundos lo que nos da como resultado un Rate de 18 piezas por operador en una hora, total de 126 piezas por hora en la línea.

Tabla 7 Balanceo final.

Arnés 12009706B						Arnés 12009175B						
Estación	Tarea	Tiempo estandar	UNI/MIN	Personas por línea	Piezas por estación	Estación	Tarea	Tiempo estandar	UNI/MIN	Personas por línea	Piezas por estación	
1	Ensamblar circuito	A, B, C	53.78285	1.11559726	2	2.23119452	1	A, B, C	58.6256	1.02344368	2	2.04688737
2	Encintar arnes	D, E, F, G	51.62465	1.16223548	2	2.32447096	2	D, E, F, G	52.9012	1.13418977	2	2.26837955
3	Dynalab y enredar NTC	I, L	25.57239474	2.34628007	1	2.34628007	3	I, H	26.532	2.26142017	1	2.26142017
4	Soldar NTC y encintar	M, N, O	28.87385	2.07800484	1	2.07800484	4	K, M, N, L	28.54379	2.1020334	1	2.1020334
5	termo	J	26.0304	2.30499723	1	2.30499723	5	J, O	27.8379	2.15533499	1	2.15533499
						194.44049						
Cuello de Botella		2.078004838		28.87	124.68	Cuello de Botella		2.0468874		58.63	122.81	
			TC	185.88	19.37				TC	194.44	18.51	

#### 4. Discusión

Respecto al balanceo de operaciones, por el momento, este se mantuvo de acuerdo con lo establecido por la empresa, debido a que el tiempo ciclo de las

operaciones se encuentra muy por debajo del Takttime. Se logró que las operaciones fueran balanceadas bajo el Takttime actual y se llevó a cabo una reducción de mano de obra.

Sin embargo, el departamento de producción prefirió mantener el número de trabajadores en cada estación para mantener flexibilidad en la disponibilidad de cada uno, de modo que puedan ser desplazados a otra estación un porcentaje del día de acuerdo con las necesidades de producción que se requieran en el área de climatizados debido a que la demanda es muy cambiante y con cada número de parte cambian las necesidades del proceso por lo cual, la propuesta de rebalanceo será considerada en el mediano plazo.

## **5. Conclusiones**

El proyecto fue concluido con éxito reportando un ahorro de tiempo en las operaciones involucradas en el proyecto, esto impactó en un incremento en la producción de piezas, así como en los estándares actuales de la estación de soldadura en conjunto con los procesos iniciales. Anteriormente la estación de soldadura trabajaba por debajo del estándar que marcaba SAP lo que generaba retrasos en la fabricación del arnés y en consecuencia paros en la siguiente operación, lo cual reflejaba una disminución en la producción del ensamble final.

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Aburto, M. P. (2014). Estudio de Tiempo y Movimientos en Estaciones de Trabajo, Tesis, Universidad Autónoma de México, México D. F.
- [2] Coronado, J. R. (2008). Determinación del Tiempo Estándar para la Actualización de las Ayudas Visuales en una Línea de Producción de una Empresa Manufacturera, Tesis, Instituto Tecnológico de Navojoa, Sonora.
- [3] García Criollo, R. (2005). Estudio del Trabajo, Ed. Mc Graw Hill.
- [4] López Peralta, J., & Alarcón Jiménez, E., Rocha Pérez, M. (2014). Estudio del Trabajo, Una Nueva Visión, México, Ed. Patria.
- [5] Rodríguez Malagón, J. C. (2011). Balanceo de las Líneas de Producción Fender y ThrunK, Universidad Tecnológica de Querétaro.