

Propuesta de uso de *cobots* para mejorar la salud ocupacional. Estudio de caso Kyocera AVX El Salvador

Proposal for the Use of Cobots for the Improvement of Occupational Health. A Kyocera AVX El Salvador Case Study



URI: <http://hdl.handle.net/11298/1314>

DOI: <https://doi.org/10.5377/entorno.v1i76.17224>

Omar Otoniel Flores Cortez
Universidad Tecnológica de El Salvador
Dirección de Investigaciones
omar.flores@utec.edu.sv
orcid.org/0000-0003-1754-4090

Francisco Rodolfo Ramos
Universidad Tecnológica de El Salvador
Facultad de Maestrías y Estudios de Postgrado
francisco.ramos@mail.utec.edu.sv
orcid.org/0009-0000-6491-7043

Julio Cesar Rosales Barrera
Universidad Tecnológica de El Salvador
Facultad de Maestrías y Estudios de Postgrado
julio.rosales@mail.utec.edu.sv
orcid.org/0009-0001-7279-0043

José Alvarado Orellana
Universidad Tecnológica de El Salvador
Facultad de Maestrías y Estudios de Postgrado
josealvarado@ieeee.org
orcid.org/0009-0001-0630-7543

Recibido: 18 de agosto 2023
Aprobado: 13 de septiembre 2023

Resumen

La empresa Kyocera AVX tiene procesos de fabricación parcialmente automatizados, ya que se requiere la intervención de operadores en la alimentación de materias primas, carga y descarga de productos terminados, empaque, empaque y almacenamiento. Varios de estos procesos requieren un mayor esfuerzo físico por parte de los operarios, comprometiendo su salud y seguridad y la protección del producto, lo que provoca desperdicios y deficiencias en la planificación de la producción. Por

Abstract

The Kyocera AVX company has partially automated manufacturing processes; actions like feeding raw material, loading and unloading finished products, packing, packaging, and storing are carried out by human operators. In several of these processes, a more significant physical effort is required on the part of the operators, this compromises their health and safety as well as the safety of the product, therefore causing waste and deficiency in production planning. Therefore, this study proposes a system that includes

ello, se propone un sistema que incluya tecnologías de robots móviles y colaborativos para ayudar a los operadores en el proceso e integrar componentes periféricos para el control del sistema; de esta forma, se reducirá el esfuerzo físico por parte del personal operativo y se incrementará la productividad.

Palabras clave

Robots, El Salvador, innovaciones tecnológicas, investigaciones, promoción de la salud ocupacional.

mobile and collaborative robot technologies to assist operators in the process and the integration of peripheral components for system control; in this way, physical effort on the part of the operational personnel will be reduced, and productivity will increase.

Key words

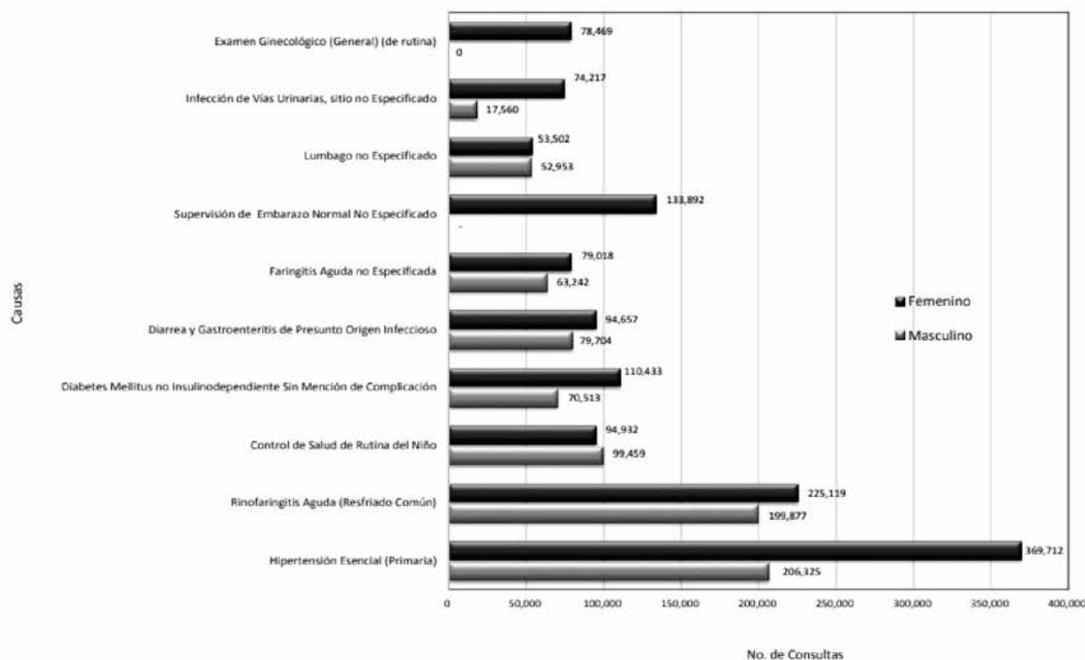
Robots, high-technology products – El Salvador, industrial safety, technological innovations, technology – research, promotion of occupational health.

Introducción

La salud ocupacional y la seguridad industrial son fundamentales para minimizar los riesgos y prevenir los accidentes de trabajo, ya que están interconectadas con el bienestar de los trabajadores y la productividad general de un país. La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es un desafío para toda organización. En El Salvador, es en el año 2010 que entra en vigencia la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y, con ello, la importancia del tema de seguridad y salud ocupacional ha crecido a un cierto nivel de compromiso (Barrera Córdova, 2021). Es primordial que las empresas industriales tomen medidas para evitar los riesgos laborales y exponer a sus trabajadores a lesiones o enfermedades profesionales. Adicionalmente, las empresas deben garantizar a sus trabajadores un ambiente de trabajo agradable para el desempeño de sus funciones, teniendo en cuenta el ambiente de trabajo donde se tomen medidas de protección personal, tales como: señalización del área, información

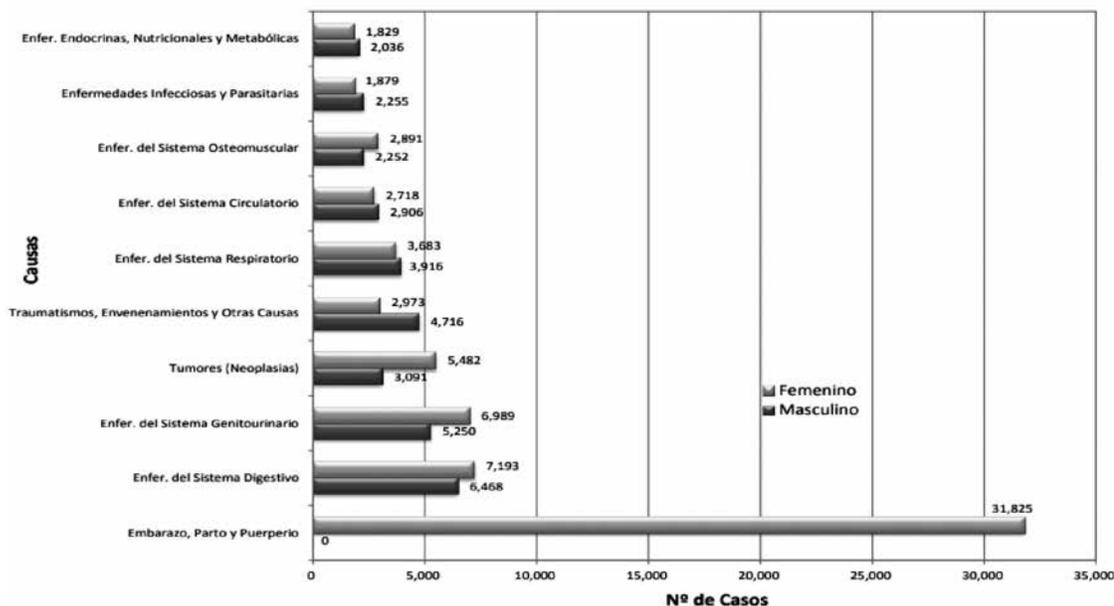
de riesgos, rutas de evacuación, capacitación continua respecto a su área de trabajo, supervisión por parte del personal de Salud Ocupacional. El Comité de Salud Ocupacional de cada empresa es la instancia legal ante el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, que supervisa, informa y recopila estadísticas sobre enfermedades, accidentes o incidentes laborales que afectan a todos los trabajadores de una empresa (Instituto Salvadoreño del Seguro Social [ISSS], 2018). Según datos tomados del Anuario Estadístico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, solo en el año 2019 (ISSS, 2020) encontramos el diagnóstico de “Lumbago No Especificado” entre las 10 primeras causas de consulta médica ambulatoria (ver figura 1). En el mismo informe, dentro de las principales causas de hospitalización en trabajadores encontramos las “Enfermedades del Sistema Osteomuscular” (ver figura 2). De los datos anteriores se deduce que estas lesiones o incapacidades están asociadas al esfuerzo físico realizado al manipular y mover cargas manualmente.

Figura 1
Estadística de principales causas de consulta externa en el ISSS



Nota: En la figura se puede observar que dentro de las principales causas de consultas externas en el ISSS están las dolencias derivadas del lumbago. Fuente: ISSS (2020).

Figura 2
Estadística de principales causas de hospitalización en el ISSS



Nota: En la imagen podemos ver que las enfermedades del sistema osteomuscular están dentro de las principales razones de hospitalización. Fuente: ISSS (2020).

Es importante detallar que en toda actividad existe un esfuerzo físico relacionado con un esfuerzo muscular del trabajador, el cual puede ser estático o dinámico.

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el sitio de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse. (Organización Internacional del Trabajo [OIT], s. f.)

Hoy en día, el uso del llamado *robot colaborativo*, o *co-bot*, se ha popularizado como una opción eficiente y eficaz en aquellos lugares o tareas donde la seguridad y la colaboración con las personas es una prioridad. Un *cobot* es un pequeño robot o brazo mecánico que automatiza procesos industriales en entornos de trabajo compartidos con humanos. La ventaja de emplear un sistema robótico es reducir la carga física de los trabajadores y reducir los riesgos de lesiones por malas posturas. A pesar de la creencia popular de que los robots pueden ser un obstáculo para el desempeño, ya que un robot puede desarrollar más rápido los movimientos sin necesidad de descanso, y no cobra un salario por sus servicios, es todo lo contrario, el equipo conformado por un ser humano y un robot produce beneficios a nivel productivo, económico y bienestar para las personas (Minchola Gallard et al., 2013).

Los *cobots* disponen de elementos de seguridad y sensores para entender su entorno, reduciendo la probabilidad de accidentes, colisiones con personas u otros equipos. Por lo anterior, son el complemento perfecto para desarrollar trabajos específicos sin que los operarios tengan que correr ningún tipo de riesgo. Los *cobots* pueden apoyar en distintos ambientes industriales: puestos de trabajo de alto riesgo ergonómico, dificultad para mantener altos índices de calidad debido a errores humanos, exposición a condiciones insa-

lubres o peligrosas, mejorar la productividad y reducir el coste operativo, y proporcionar a los operadores funciones menos repetitivas y monótonas (Sampedro Guamán et al., 2022).

El caso de estudio de este trabajo fue la empresa Kyocera AVX, dedicada a la manufactura de componentes electrónicos, específicamente se analizó el área de trabajo denominada *fuse tester*, donde los trabajadores realizan ambos tipos de esfuerzos musculares, estáticos y dinámicos, siendo el esfuerzo estático al que están sometidos la mayor parte de su jornada laboral.

Es en este puesto de trabajo donde el esfuerzo muscular requerido está relacionado con la transformación de energía y esfuerzo físico de trasladar bandejas, completamente cargadas con producto terminado, desde su puesto de trabajo hasta el estante de recolección. En esta investigación se presenta una propuesta de uso de *cobots* en el área de trabajo analizada, con el objetivo de mejorar la ergonomía y salud ocupacional del trabajador, así como apoyar la mejora de la eficiencia del trabajador y, por ende, del proceso de producción en general.

Materiales y métodos

Esta propuesta pretende mejorar las condiciones ergonómicas laborales de los operarios en el área de trabajo *fuse tester*. Es importante evaluar las condiciones de los puestos de trabajo, las condiciones y las posturas físicas, ante posibles riesgos de lesiones a nivel lumbar y a nivel de extremidades superiores e inferiores. En este caso, es relevante crear un equipo multidisciplinario conformado por técnicos, jefes o encargados de planta, operarias del área de trabajo y gerentes con toma de decisiones, a fin de efectuar un análisis de factibilidad, tomando en cuenta este documento y facilitar la aceptación del sistema robótico propuesto y los periféricos que lo conforman.

Con la utilización de un sistema robótico en el área de trabajo *fuse tester* de la empresa Kyocera AVX se

pretende mejorar la ergonomía y reducir el riesgo de lesiones lumbares de los operarios al manipular las bandejas de producto terminado, impactando positivamente la eficiencia del proceso. Para validar y proponer una solución al problema, se considerarán los siguientes elementos:

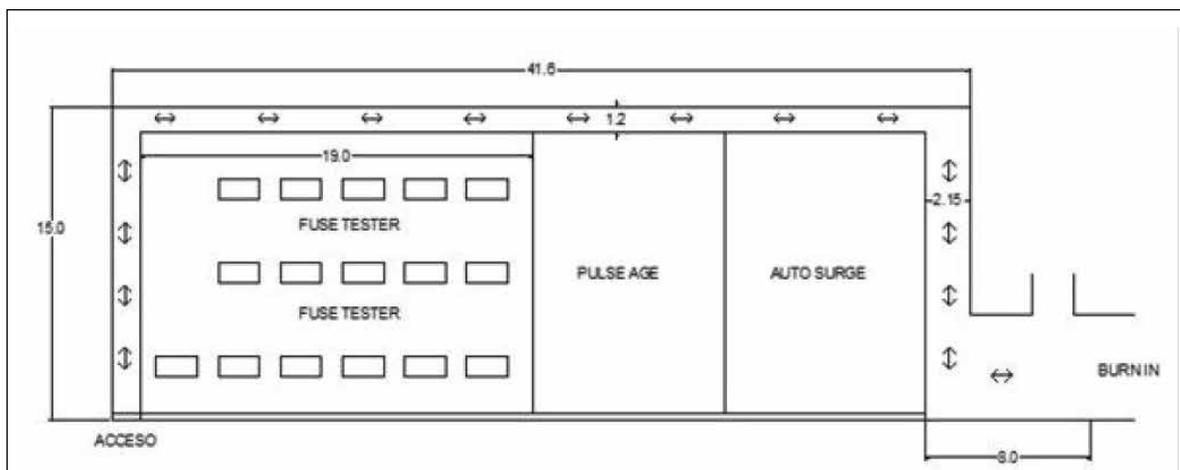
- Instalación de un robot colaborativo para la colocación de bandejas con el producto terminado en las estaciones de ensamble hasta los estantes de envío de material a las áreas de pruebas eléctricas (*quality test*).
- Instalación de bandas transportadoras en los puestos de trabajo para la entrega de las bandejas de producto al *cobot*.

- Implementación de un *cobot* para el traslado de las bandejas con producto provenientes de las máquinas de *fuse tester* hasta los estantes.
- Mejora de la ergonomía laboral y reducción del riesgo de lesiones lumbares de las operarias.

Descripción de la situación

Este trabajo se realizó en el edificio SMD, específicamente en el área de trabajo de los procesos Pruebas Eléctricas de la empresa Kyocera AVX, donde existen tres secciones de trabajo: *Auto Surge*, *Pulse Age* y *Fuse Tester*. En este último sector existen 16 puestos de trabajo, y ha sido considerado para la identificación y planteamiento de la problemática (ver figura 3).

Figura 3
Distribución en planta del proceso fuse tester



Nota: En la imagen se puede ver la ubicación de los puestos de trabajo del proceso actual *fuse tester* dentro de la fábrica Kyocera AVR. Fuente: Elaboración propia.

Según los datos facilitados por el supervisor de la planta, y a manera de ejemplo, el número de lotes de producción realizados por turno se detalla de la forma siguiente:

- Turno de día, comprendido de 7 horas laborales: 114 lotes.
- Turno de tarde, comprendido de 7 horas laborales: 124 lotes.

- Turno de noche, comprendido de 10 horas laborales: 160 lotes.

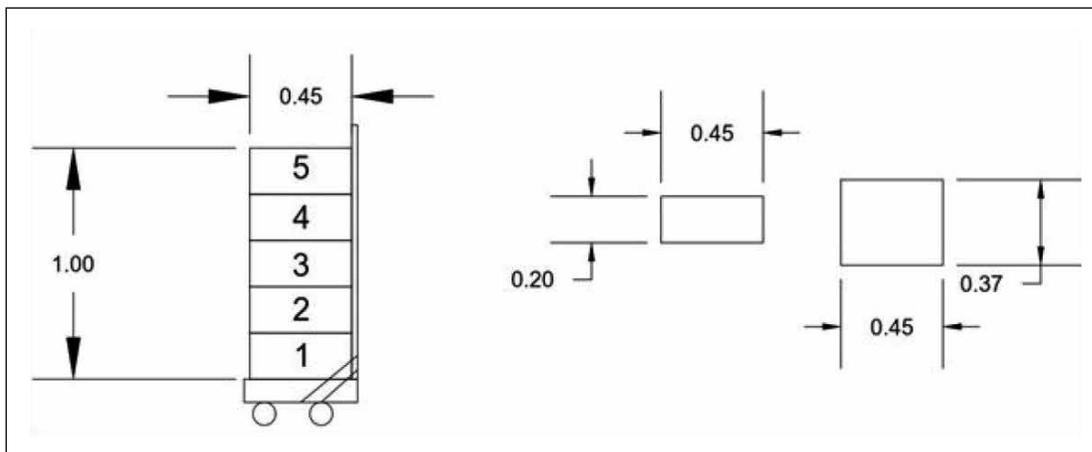
El lote producido se define con la equivalencia de 1 bandeja de 9 a 11 sets completos con tiras de capacitores; cada mesa de trabajo produce de 1 a 2 lotes por hora. Durante el recorrido en la sección de *fuse tester*, se observa que las operadoras deben manipular o cargar bandejas conteniendo *magazines* con

tiras de capacitores procesados con pruebas eléctricas (con un peso aproximado de 5 kg), trasladando desde su puesto de trabajo hacia una estructura en donde se acumulan hasta cinco bandejas; acción que se realiza repetidamente durante el turno. Esta actividad afecta a la ergonomía para la operaria debido a la rutina de movimientos con esfuerzo físico, corriendo el riesgo de lesiones lumbares o en manos y pies

por caída de bandejas. La distancia por desplazar es de 3 a 5 metros. Las bandejas apiladas y acumuladas en la estructura deben de ser trasladadas por otra operaria a lo largo de una ruta específica hasta su distribución a otros puestos de trabajo en la siguiente etapa del proceso. En este caso, la operaria utiliza una carretilla para trasladar las bandejas apiladas (ver figura 4).

Figura 4

Caretilla utilizada en el proceso fuse tester



Nota: En la figura se pueden observar las dimensiones de la carretilla y la bandeja utilizadas para transportar el producto desde las mesas de trabajo hasta la bodega de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Como una medida de seguridad o protección para las operarias, se utilizan cinturones de seguridad para proteger la zona lumbar, zapatos deportivos u otro tipo de calzado que brinde comodidad al caminar, así como zonas delimitadas en piso de producción para la manipulación y traslado de bandejas. Según el supervisor de área, no es posible conocer el reporte de incapacidades en esta zona de trabajo, ya que es información reservada de la empresa. Sin embargo, el entrenamiento y capacitación que reciben las operarias para la manipulación de las bandejas es estricto, a fin de reducir los riesgos de lesiones en zona lumbar, expresando que la última incapacidad se reportó hace más de ocho meses. A lo anterior, a pesar de existir el entrenamiento y accesorios de protección personal, no se puede ocultar la falta de ergonomía o comodidad para

el manejo de las bandejas cuando están completamente ocupadas por el *magazine* (9 a 11 piezas). Estas acciones repetitivas pueden ocasionar fatiga muscular por la acción de agacharse, levantarse, utilizar ambas manos para manipular las bandejas para su traslado u ordenamiento en la estructura, para ser posteriormente trasladadas a la siguiente zona de trabajo.

Propuesta

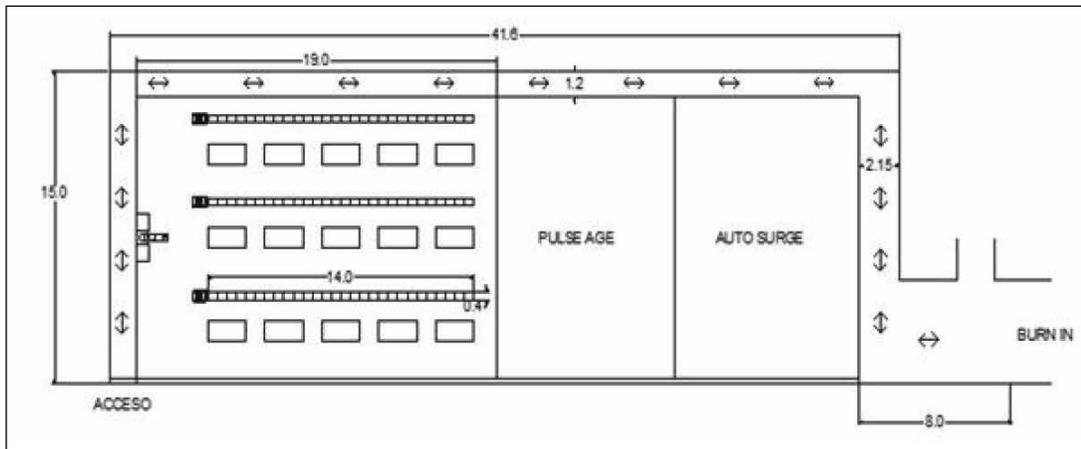
Se propone la instalación de tres bandas transportadoras motorizadas distribuidas en las líneas de producción que se encargarán de mover las bandejas plásticas llenas de tiras con los capacitores que luego irán al área de pruebas eléctricas (ver figura 5). Al final de cada transportadora, se ubicará un robot móvil tipo

AIV (*Autonomous Intelligent Vehicle* - Vehículo Autónomo Inteligente), el cual toma las bandejas al final de las bandas transportadoras cuando se detecten (ver figura 6). El robot móvil desplaza las bandejas hacia

otra área donde las tomará un robot tipo colaborativo para colocar las bandejas en los estantes, esperando luego ser llevadas por los operarios en carretillas para su respectivo traslado (ver figura 7).

Figura 5

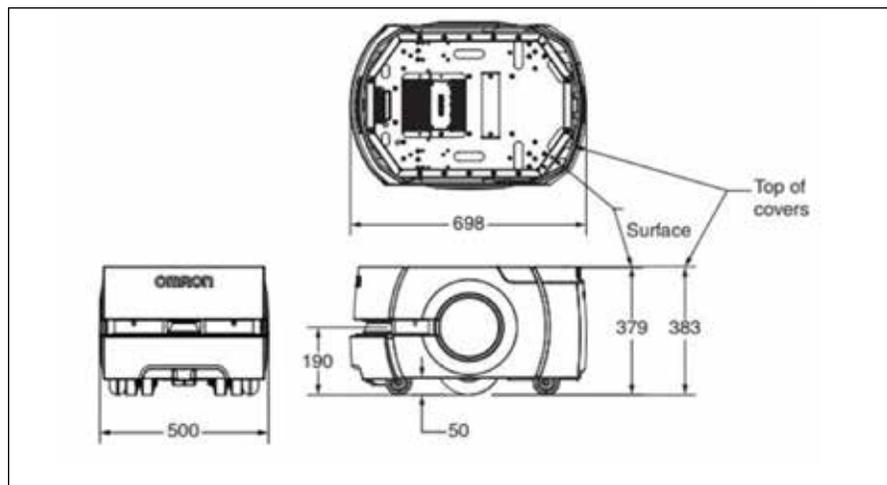
Modificación a la distribución en planta incluyendo el cobot



Nota: Vista en planta del proceso y montaje de bandas transportadoras y robots (móvil - AIV y colaborativo - *cobot*). Fuente: Elaboración propia.

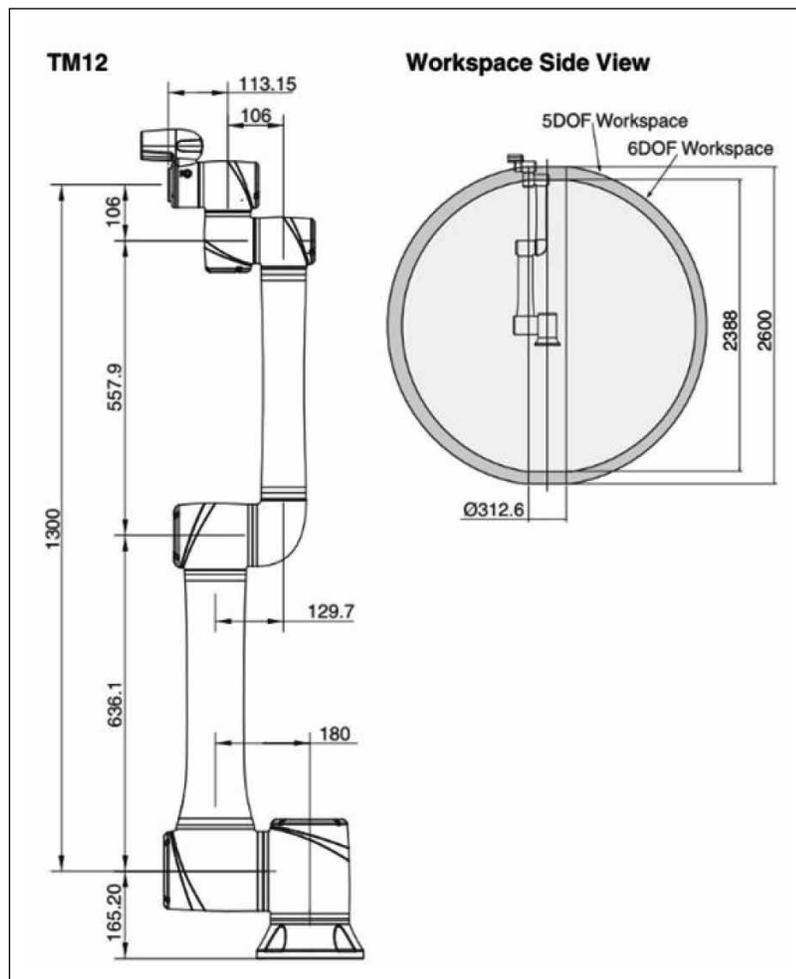
Figura 6

Robot móvil propuesto



Nota: Dimensiones del robot móvil (AIV). Fuente: OMRON Corporation (2023a).

Figura 7
Robot colaborativo propuesto

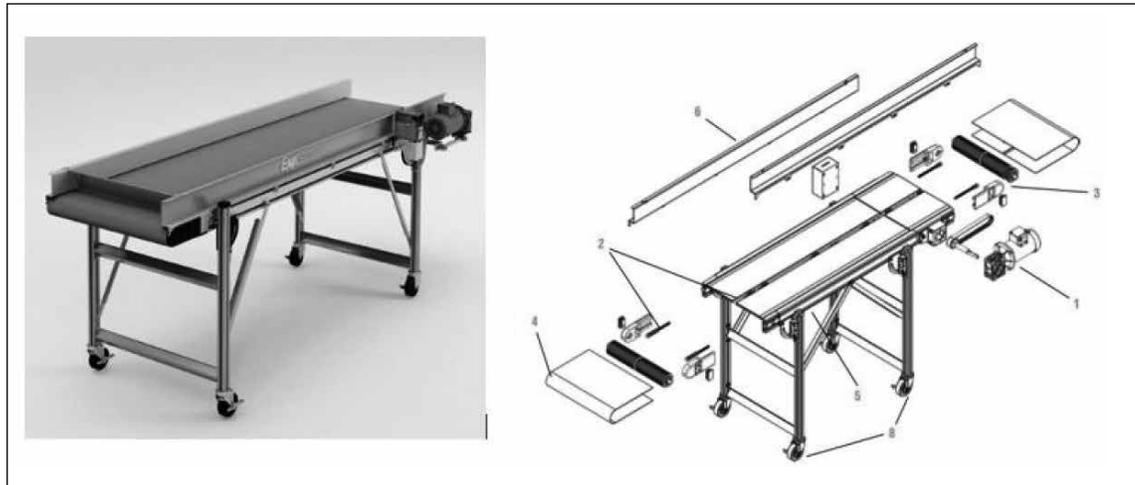


Nota: Dimensiones de robot colaborativo (*cobot*) y espacio de trabajo.
Fuente: OMRON Corporation (2023b).

Se propone la instalación de tres bandas transportadoras con una longitud de 14 metros cada una, en una línea de cinco máquinas, donde las operarias realizarán el proceso de colocación de las tiras en los *magazines*, para luego colocarlas en las bandejas plásticas, que tienen una capacidad de 9 placas de capacitores terminados, pudiendo colocar hasta 11 según sea el lote a procesar (ver figura 8). El operador de la máquina colocará la bandeja plástica con la placa correspondiente en la banda transportadora, que estará en constante movimiento a baja velocidad, y la transportará hasta el final. La banda se compone de un sistema forma-

do por un motor eléctrico con su respectivo reductor, un variador de frecuencia para modificar la velocidad de la banda, y sensores para detectar la caja plástica en puntos estratégicos de cada banda transportadora. Este sistema estará conectado a un controlador programable (PLC), que se comunicará mediante un bus de campo con el controlador maestro del robot móvil, que dará las órdenes para que el robot móvil se desplace hasta la banda transportadora y lleve la bandeja plástica hasta el área donde se encuentra el (*cobot*) para que las pueda colocar en los estantes respectivos (ver figura 9).

Figura 8
Banda transportadora propuesta



Nota: La imagen muestra la composición de la banda transportadora propuesta para el proceso *fuse tester*. Fuente: Emi Corporation (2023).

Figura 9
Controlador propuesto.



Nota: La imagen muestra el controlador programable compacto modelo NX1P2 propuesto para el control automatizado de la banda transportadora. Fuente: OMRON Corporation (2023b).

Cuando el robot móvil se coloque en la posición especificada donde se encuentra el robot colaborativo, este, por medio de su sistema de visión integrado, tomará la bandeja del robot móvil utilizando la herramienta (pinza) y la colocará en el estante que esté disponible (ver figura 10). El robot colaborativo también se encargará de colocar las bandejas plásticas con los *magazines* en las carretillas desde los estantes, y posteriormente los operarios trasladarán las bandejas al área de pruebas eléctricas donde continuarán el proceso correspondiente.

Para el sistema se dispondrá de un sistema de control (*control box*) para el robot colaborativo; un sistema de

control para el robot móvil (*work station*) y un panel industrial que aloja el PLC compacto (E/S incluidas), una pantalla táctil (HMI) y una fuente de voltaje 24 VDC. Este panel industrial se utilizará para gobernar los variadores de frecuencia de las tres bandas transportadoras, y recibir las señales de los sensores que indican que una bandeja ya está al final de la banda, y otros sensores para el conteo de bandejas. Se utilizará una pantalla táctil para visualizar el estado de los motores y los sensores, así como para contar bandejas, efectuar ajustes y diagnósticos del sistema de las bandas transportadoras (ver figura 11).

Figura 10

Caja de control y efector final para el cobot propuesto.



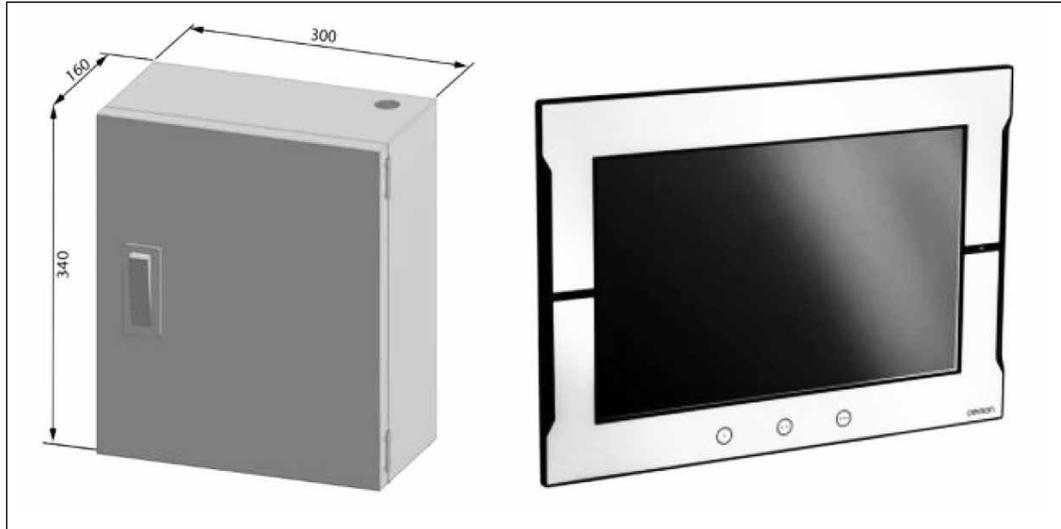
Nota: Dimensiones de la cámara, caja de control de robot colaborativo (*cobot*) y la pinza (herramienta) para el robot colaborativo (*cobot*). Fuente: OMRON Corporation (2023).

Estos tres sistemas independientes se comunicarán entre sí, por medio de un bus de campo, para enviar las órdenes al robot móvil y colaborativo; y retroalimentarán al PLC para iniciar o detener el movimiento de la banda transportadora. Para los robots (móvil y colaborativo), se dispondrá del *teach pendant* o *software* para programar y accesorios para controlar los movimientos, el punto de origen y la alineación con la banda transportadora. A continuación, se detalla el tiempo de proceso estimado para el traslado de las bandejas desde las bandas transportadoras hasta su ubicación en los estantes.

El robot móvil desarrolla una velocidad de 1.8 m/s y una carga máxima hasta de 60 kg. El robot colaborativo desarrolla una velocidad de 1.3 m/s y una carga máxima de 12 kg. Tiempo de recorrido total del robot móvil desde la banda transportadora más alejada al robot colaborativo (estantes) y viceversa: Velocidad: 1.8 m/s. Distancia: 15 m. Tiempo total = $(15 \text{ m} / 1.8 \text{ m/s}) \times 2 = 17$ segundos. Tiempo de ejecución del robot colaborativo, colocar las bandejas del robot móvil a los estantes: de 30 a 60 s.

Figura 10

Gabinete y pantalla HMI para el controlador programable propuesto



Nota: Gabinete de control (montaje de PLC, pantalla HMI y accesorios eléctricos).
Fuente: OMRON Corporation (2018).

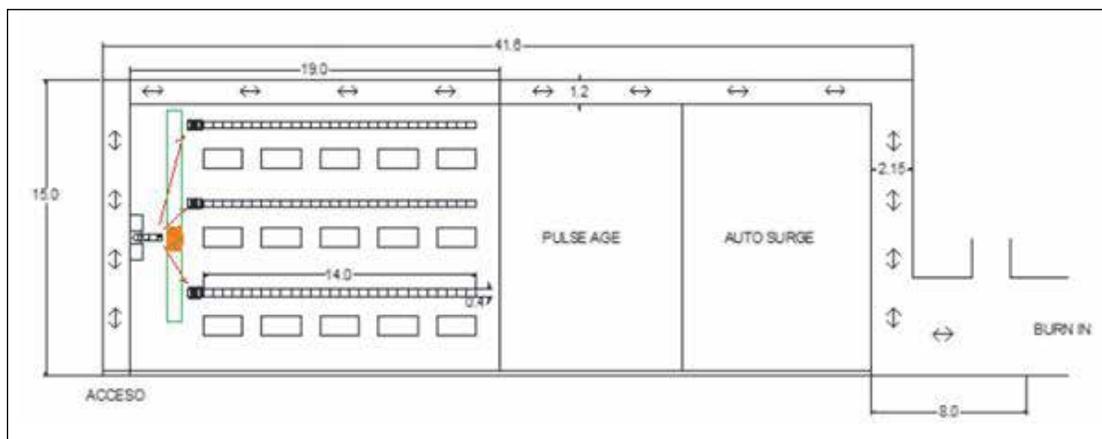
Al realizar una proyección de los puestos de trabajo (15 en total), que inician y finalizan un lote (bandeja) simultáneamente, el número total de bandejas en cada banda transportadora será de cinco; asimismo, al realizar la sumatoria de todos los puestos de trabajo se llegará a la cantidad de 15 bandejas en un tiempo transcurrido de 30 minutos. Tomando en cuenta la velocidad del robot móvil y del robot colaborativo, el tiempo estimado para que el robot móvil se desplace desde el punto de inicio hasta cada banda transportadora, y viceversa, es de 20 segundos, considerando llevar dos bandejas por

ruta. Cuando el robot colaborativo detecta la presencia del robot móvil con las bandejas, el tiempo estimado en colocar las bandejas es de 60 segundos (ver figura 12).

Por cada banda transportadora, el sistema trasladará las cinco bandejas en un tiempo de 3.6 minutos. Al finalizar el desplazamiento de las 15 bandejas de las bandas transportadoras, el sistema tardará un tiempo total aproximado de 10.8 minutos. Con estos datos, el sistema estará listo para la siguiente tanda de 15 bandejas.

Figura 11

Ruta de desplazamiento para el cobot



Nota: Vista en planta, zona de desplazamiento del robot móvil hacia las bandas transportadoras. (Móvil - AIV y colaborativo - *cobot*). Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

En la siguiente tabla se resumen los principales resultados que se podrían obtener de la intervención

por realizar a partir de la solución propuesta (ver tabla 1).

Tabla 1

Tabla de posibles resultados de implementación de la propuesta

Situación actual	Situación con implementación propuesta
Riesgo de lesiones en zona lumbar latente, a pesar de la estricta capacitación recibida en la salud ocupacional.	Disminución significativa de las lesiones en la zona, ya que los operarios podrán colocar su bandeja en la banda transportadora de mejor forma y sin necesidad de esforzar su espalda al inclinarse.
Utilización de cinturón de fuerza para protección espalda baja.	El lugar de trabajo se adapta a los operarios, esto mejora la ergonomía de forma significativa.
La ergonomía de los operarios se ve afectada por el hecho de que realizan movimientos a nivel de su espalda, al levantar y bajar las bandejas con producto terminado.	El operario estarán más cómodo, ya que tendrá la ayuda del sistema robótico, reduciendo también el estrés laboral.
Trasladar bandejas a un estante de transporte a siguiente proceso.	Las bandejas con producto terminado serán trasladadas desde cada puesto de trabajo por bandas transportadoras, robot móvil y cobot.
Operarios haciendo trabajo de traslado desde estaciones de trabajo, recolectando bandejas con producto por medio de carretillas hasta el punto de pruebas eléctricas.	Con la adaptación de esta propuesta se podrán mejorar los tiempos de cada actividad, lo que llevaría a una mayor producción, mejor eficiencia y personal más saludable.
La actividad descrita se desarrolla durante 3 turnos laborales, con un promedio de 2 lotes de bandejas por hora, en cada puesto de trabajo.	

Conclusiones

Esta investigación propone la utilización de un sistema robótico en el área de trabajo *fuse tester* de la empresa Kyocera AVX. La propuesta busca mejorar la ergonomía y reducir el riesgo de lesiones lumbares de las operarias al manipular las bandejas de producto terminado, afectando positivamente la eficiencia del proceso. El sistema robótico propuesto en este trabajo ofrece ventajas competitivas, principalmente la mejora de la calidad de vida y de las condiciones de trabajo de las operarias del edificio SMD en el área *fuse tester*. La salud ocupacional de las operarias se verá mejorada, ya que dejarán de realizar el esfuerzo extra por manipular las bandejas con tiras de capacitores terminados. El ambiente laboral será más eficiente y el número de bandejas o lotes terminados aumentará a dos por hora. El proceso de prueba de voltaje en las tiras será más efectivo e incrementará la cantidad de tiras aprobadas. Algunas de las limitantes encontradas en este trabajo fueron: la disponibilidad del mercado proveedor de equipos de automatización en El Salvador, así como limitantes presupuestarias de la compañía Kyocera AVX. El trabajo futuro se basa en la implementación física de la propuesta, para luego llevar a cabo un estudio para recopilar y analizar datos sobre las mejoras esperadas con este trabajo.

Referencias

- Barrera Córdova, G. F. (Enero-Junio, 2021). Innovación en el gerenciamiento de la seguridad y salud ocupacional post COVID-19. *Ciencia, Cultura y Sociedad*, 6(2), 128-140. <https://doi.org/10.5377/ccs.v6i2.12163>
- Emi Corporation (2023). *Structured aluminum frame belt conveyors*. Emi. <https://www.emicorp.com/wps/portal/c/conveyors/standard-conveyors/extruded-aluminum>
- Instituto Salvadoreño del Seguro Social (2018). *Norma técnica de salud ocupacional ISSS*. Departamento de Salud Ocupacional y Medio Ambiente. <https://aps.iss.gov.sv/Documents/Gu%C3%ADas,%20normas,%20manuales,%20pol%C3%ADticas/Normas/NORMA%20TECNICA%20SALUD%20OCUPACIONAL%20OFIC.pdf>
- Instituto Salvadoreño del Seguro Social (2020). *Estadísticas del ISSS 2019*. Unidad de Desarrollo Institucional. <https://www.transparencia.gov.sv/institutions/iss/documents/362987/download>
- Minchola Gallardo, J. L., Gonzáles Veintimilla, F. y Terán Iparraguirre, J. R. (2013). Riesgos ergonómicos en la salud de los trabajadores de un centro piscícola. *Scientia Agropecuaria*, 4(4), 303-311. <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633707004.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo (s. f.). *La salud y la seguridad en el trabajo: Ergonomía*. Organización Internacional del Trabajo. https://training.itcilo.org/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ermain.htm
- OMRON Corporation (2018). *Collaborative robot for assembly, packaging, inspection and logistics*. OMRON Industrial Automation. https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v1/collaborative_robots_datasheet_en.pdf
- OMRON Corporation (2023a). LD/MD/HD series. *OMRON Industrial Automation*. <https://www.ia.omron.com/products/family/3664/dimension.html>
- OMRON Corporation (2023b). NX1P tamaño compacto y funcionalidad potente. *OMRON Industrial Automation*. <https://industrial.omron.es/es/products/nx1p>
- OMRON Corporation (2023c). TM series. *OMRON Industrial Automation*. <https://www.ia.omron.com/products/family/3739/dimension.html>

Sampedro Guamán, C. R., Machuca Vivar, S. A.,
Palma Rivera, D. P. y Villalta Jadan, B. E. (2022).
Automatizar procesos de producción repetitivos
en las Pymes con robots colaborativos. *Revista*

Universidad y Sociedad, 4(2), 220-227. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200220