

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA LINEA AUTOMATIZADA PARA  
OPTIMIZAR LOS COSTOS OPERATIVOS DE UN LABORATORIO  
DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA, EN EL AÑO 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional  
de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Renzo Becquer Americo Hidalgo Huerta

Asesor:

Ing. Mg. Lic. Ulises Abdon Piscocoya Silva  
<https://orcid.org/0000-0003-4805-2611>

Lima - Perú

## Tabla de contenidos

|  |     |
|--|-----|
| DEDICATORIA .....  | 2   |
| AGRADECIMIENTO .....   | 3   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                       | 5   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                       | 6   |
| RESUMEN EJECUTIVO .....                                      | 8   |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....                               | 9   |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....                             | 38  |
| 2.2. Bases Teóricas .....                                    | 48  |
| 2.2.1. Automatización .....                                  | 48  |
| 2.2.2. Sistemas Automatizados .....                          | 48  |
| 2.2.3. Niveles que forman la pirámide de automatización..... | 50  |
| 2.2.4. Interfaz Hombre Maquina (HMI) .....                   | 52  |
| 2.2.5. Controlador Lógico Programable (PLC) .....            | 53  |
| 2.2.7. Sensores.....   | 54  |
| 2.2.8. Actuadores .....                                      | 54  |
| 2.2.9. Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).....                 | 55  |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....             | 58  |
| 3.1. Experiencia Académica .....                             | 58  |
| 3.1.1. Cursos y seminarios complementarios .....             | 58  |
| 3.2. Experiencia Profesional .....                           | 59  |
| 3.3. Experiencia en campo.....                               | 60  |
| Experiencia en Planificación Gestión de Proyectos .....      | 60  |
| 3.4. Análisis de la situación actual.....                    | 63  |
| 3.5. Análisis de la situación actual.....                    | 65  |
| 3.6. Pirámide de automatización .....                        | 67  |
| 3.7. Implementación de solución.....                         | 68  |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....                                 | 83  |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....             | 97  |
| REFERENCIAS.....   | 100 |
| ANEXOS .....   | 103 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Información de la empresa ABEMAQ E.I.R.L. ....                                      | 11 |
| Tabla 2. Característica de la maquina llenadora automática lineal.....                       | 70 |
| Tabla 3. Características técnicas de conjunto de máquinas agrupador envolvedora automática.. | 81 |
| Tabla 4. Causas de las paradas de la línea de producción antes del proyecto .....            | 88 |
| Tabla 5. Causas de las paradas de la línea de producción después del proyecto .....          | 89 |
| Tabla 6. Sueldo de los trabajadores por día en las líneas de producción anterior .....       | 92 |
| Tabla 7. Cantidad producida y precios de los productos .....                                 | 92 |
| Tabla 8. Cuadro de resultados del precio de producción por día.....                          | 93 |
| Tabla 9. Sueldo de los trabajadores de la línea de producción automatizada.....              | 94 |
| Tabla 10. Sueldo de los trabajadores de la línea de producción automatizada.....             | 94 |
| Tabla 11. Sueldo de los trabajadores de la línea de producción automatizada.....             | 95 |
| Tabla 12. Cuadro de comparación de resultado de optimización de los costos operativos .....  | 95 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1</i> : Valores de la empresa.....   | 11 |
| Figura 2. Ubicación geográfica de la empresa ABEMAQ E.I.R.L.....   | 12 |
| Figura 3. Fachada de la empresa ABEMAQ E.I.R.L.....  | 12 |
| Figura 4. Organigrama de la empresa .....  | 13 |
| Figura 5. Resumen de productos y servicios. ....   | 14 |
| Figura 6. Detergente Quitta.....   | 15 |
| <i>Figura 7</i> . Registro de marca. ....  | 15 |
| <i>Figura 8</i> . Funcionamiento de una Maquina sachetera de productos viscosos. Cliente Industrias Jomatur E.I.R.L..... | 16 |
| Figura 9. Los procesos de producción manual y semiautomática y otros productos.....                                      | 18 |
| <i>Figura 10</i> . Maquina automatizada en funcionamiento.....   | 19 |
| Figura 11. Producción antes de la implementación del proyecto. ....  | 20 |
| <i>Figura 12</i> . Producción luego de la implementación del proyecto. ....  | 21 |
| <i>Figura 13</i> . Llenado del producto A (530ml). ....  | 22 |
| Figura 14. Llenado del producto B (265ml). ....  | 22 |
| Figura 15. Envases con defectos que genera una mala calidad en el producto. ....   | 23 |
| <i>Figura 16</i> . Codificado de potes de 265 ml. ....   | 25 |
| <i>Figura 17</i> . Agrupado de botellas en canastillas de 265 ml.....  | 26 |
| <i>Figura 18</i> . Llenado semiautomático en botellas de 265ml.....  | 27 |
| <i>Figura 19</i> . Colocado de tapas de forma manual. ....   | 28 |
| <i>Figura 20</i> . Empaquetado semiautomático .....  | 30 |
| Figura 21. Paletizado, finalización del proceso. ....  | 30 |
| <i>Figura 22</i> . Llenadora automática lineal.....  | 32 |
| <i>Figura 23</i> . Tapadora automática regulable. ....   | 33 |
| Figura 24. Plano de la maquina envolvedora agrupador y colocador de base cartón y el horno termoencogible.....           | 34 |
| Figura 25. Agrupado de botellas automáticamente.....   | 35 |
| <i>Figura 26</i> . Alimentador de bases cartón automático. ....  | 35 |
| <i>Figura 27</i> . Modelo estructural de un sistema automatizado.....  | 49 |
| <i>Figura 28</i> . Niveles de la automatización. ....  | 50 |
| Figura 29. Equipos HMI.. ....  | 53 |
| Figura 30. Proyecto Embotelladora de aguas Del Valle. Cliente JR. ACOSTA S.A.C. ....                                     | 61 |
| Figura 31. Proyecto encintado de cajas. Cliente Industrias Jomatur E.I.R.L. ....   | 62 |
| Figura 32. Embolsadora automática de solidos molidos. Cliente Invemaq S.A.C.. ....                                       | 63 |
| Figura 33. Diseñando la maquina automatizada haciendo uso del programa CAD. ....   | 64 |
| Figura 34. Armado de la maquina en el laboratorio del cliente.....   | 65 |
| <i>Figura 35</i> . Diagrama Ishikawa del proyecto de automatización. ....  | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 36. Pirámide de automatización del laboratorio de productos de limpieza. ....                            | 67 |
| <i>Figura 37.</i> Maquina posicionador de botellas. ....  | 69 |
| <i>Figura 38.</i> Maquina llenadora automática lineal. ....   | 71 |
| <i>Figura 39.</i> Maquina codificadora de botellas. ....  | 72 |
| Figura 40. Posicionador de tapas .....  | 73 |
| <i>Figura 41.</i> Maquina tapadora automática lineal. ....  | 74 |
| Figura 42. Maquina agrupadora y envolvedora con base cartón automática instalada en la planta del cliente. .... | 75 |
| Figura 43. Agrupador con particiones .....  | 76 |
| <i>Figura 44.</i> Controlador de formadores de packs. ....  | 77 |
| <i>Figura 45.</i> Controlador de bobinas o láminas de plástica PE. ....   | 77 |
| Figura 46. Abastecedor de base cartón para formar packs de productos antes de la envoltura. ....                | 78 |
| <i>Figura 47.</i> Cuchilla y sellador de láminas PE. ....   | 79 |
| <i>Figura 48.</i> Diseño interior del horno termoencogible. ....  | 80 |
| Figura 49. Funciones del personal para las operaciones de la línea automatizada. ....                           | 82 |
| <i>Figura 50.</i> Motorreductor ubicado en la empacadora. ....  | 83 |
| Figura 51. Bomba de diafragma ubicada en la llenadora. ....   | 84 |
| Figura 52. Faja transportadora ubicada en la llenadora automática. ....   | 85 |
| Figura 53. Discos de goma ubicada en la maquina tapadora automática. ....                                       | 86 |
| <i>Figura 54.</i> Generador de vacío ubicado en el agrupador automático. ....                                   | 86 |
| Figura 55. Ventosa ubicada en el agrupador automático. ....   | 87 |
| Figura 56. Ventosa ubicada en el agrupador automático. ....   | 88 |
| <i>Figura 57.</i> Diagrama de Pareto de paradas de las líneas de producción después del proyecto. ....          | 90 |
| Figura 58. Diagrama de comparación de cantidad de producción por día. ....                                      | 96 |

## RESUMEN EJECUTIVO

En el proyecto ejecutado resume los logros alcanzados, en la experiencia profesional del investigador, realizando una implementación de una línea automatizada que permite optimizar los costos operativos de un laboratorio de productos de limpieza. El problema radica, en la forma como venía trabajando el cliente, con procesos semiautomáticos que generaba resultados negativos y costos elevados en los procesos de producción; ya que para la fabricación diaria requería de 6 trabajadores con un sueldo total de 467 soles por día, generando una producción diaria de 750 packs en presentación de 265 ml, y 500 packs en presentación de 530 ml; es necesario mencionar que la cantidad de producción dependía de los trabajadores. Por todos estos factores, el cliente solicitó hacer un trabajo de mejora en su línea de producción para optimizar los costos operativos y aumentar la producción. Para los análisis de la situación crítica se aplicó las herramientas de diagrama de Ishikawa que nos dio como resultado la automatización. Como mejora, después de la implementación de la línea de producción automatizada, se obtuvo menos tiempo de paradas con 45 segundos a diferencia del proceso anterior que era de 460 segundos. Así mismo, se generó la reducción de costos operativos en 52% en comparación al proceso anterior, aumentando la producción en 60% en presentación de 265 ml y en 260 % en presentación de 530 ml. La ejecución de este proyecto, permitió al investigador desarrollar y potencializar su conocimiento, dando soluciones en diferentes áreas relacionadas a técnicas mecánicas, electromecánicas y en ingeniería con el objetivo de buscar una mejora en la organización a través de la optimizando costos e incrementando la producción obteniendo resultados positivos en la parte financiera.

Palabras clava: automatización, línea de producción automática, packs, productos de limpieza fabricación de máquinas, optimización, costos operativos, laboratorio.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

Alvarado J. (2021). Supervisión SCADA de producción en un proceso de auto compostaje. [Tesis para de posgrado, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79537>

Barrantes S. & Ghiggo L. (2019). Propuesta de implementación de la mejora de los procesos de armado y soldado de tanques cisterna para reducir costos de fabricación en la empresa Nassi Ingeniería & proyectos S.A.C. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte. Cajamarca].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22318/Barrantes%20Mena%20Sharon%20Geraldine%20-%20Ghiggo%20Quineche%20Luigi%20Giovanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barrón H. (2020). Desarrollo de prueba eléctrica de relevadores aeroespaciales reduciendo fallas, costo y tiempo de manufactura. [Tesis de posgrado, Universidad CETYS de México].

<https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1212>

Callata I. (2021). Diseño e implementación de mecanismos para optimizar el proceso de envasado de aceite de soya en la Empresa de Conservas de Pescado Beltrán E.I.R.L. Huachipa – Lima [Tesis de pregrado Universidad Tecnológica del Perú. Lima].

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4894>

Cruz Reyes G. (2017). Automatización de estación para remachado de componentes. Santiago de Querétaro. Año 2017 [Tesis de posgrado, CIDESI].

<https://cidesi.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1024/274/1/ETM-JCR-2017.pdf>

Fernández Bedoya V.H. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. Revista pag.67,2020

<https://www.espirituemprededortes.com/index.php/revista/article/view/207>



Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*.  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%20de%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%20de%20Edici%C3%B3n.pdf)

Inostroza. C. (2018). Mejoras de Automatización enfocadas a la reducción del Factor Humano en la fabricación de cables de acero. [Tesis de pregrado. Universidad de Chile].  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/167958>

López Venegas F., Poma López H. (2019) Propuesta de implementación de las 5S en el área de envasado de la empresa Bodega Sotelo S.A.C. Lima 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].  
[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3477/Franco%20Lopez\\_Harlys%20Poma\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3477/Franco%20Lopez_Harlys%20Poma_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mamani G. (2021). Diseño e Implementación de un prototipo para automatizar el proceso de embotellado de yogurt en la planta lechera Tacna. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna. Perú].  
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1860?show=full>

Mejía J. (2016). Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima].  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/606233>

Molina Cruz D., Cedeño Ferrin J., Marcillo Parrales A., Ortiz Hernández M. (2019) módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica.  
<https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/05/M%C3%B3dulo-controladores-l%C3%B3gicos.pdf>

Muciño I. (2020). Estandarización y automatización del proceso de recepción de materiales indirectos de producción. [Tesis de posgrado universidad CETYS, México].

<https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1175>

Orellana E. (2021). Diseño e implementación de una línea de producción de material de fricción en una empresa metalmecánica. [Tesis de posgrado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador].

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21336>

Pérez D. (2020). Propuesta de automatización en la línea de producción para mejorar la productividad de una empresa de velas. [Tesis de pregrado Universidad Católica santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo].

<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2955>