

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES ULTRASÓNICOS
DE CONTACTO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE
LLENADO DE BEBIDAS CARBONATADAS.

Trabajo de graduación presentado por
Angel Manuel Carrillo Díaz para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Industrial

Guatemala
2018

IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES ULTRASÓNICOS DE
CONTACTO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE LLENADO
DE BEBIDAS CARBONATADAS.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES ULTRASÓNICOS
DE CONTACTO PARA EL CONTROL DEL NIVEL DE
LLENADO DE BEBIDAS CARBONATADAS.

Trabajo de graduación presentado por
Angel Manuel Carrillo Díaz para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología Industrial

Guatemala
2018

Vo. Bo.:

(f)

Ingeniero Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel



Tribunal Examinador:


(f)

Ingeniero Otto Eugenio Rolando Paiz Balcárcel



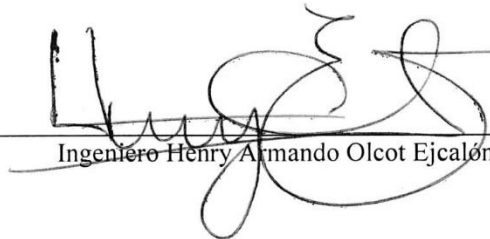
(f)

Ingeniero Fernando Rafael Rivera Turcios



(f)

Ingeniero Henry Armando Olcot Ejcalón



Fecha de aprobación: Guatemala, 11 de enero 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios	Por darme fuerza, y fe para lograr mis metas, sin el nada de esto hubiera sido posible, “mil gracias”.
A mis padres	Victor Manuel Carrillo Ramírez, y Alma Iris Díaz González
.	Por ser mis guías, unos seres maravillosos que me impulsaban a seguir adelante, a no rendirme y por todo el apoyo que año con año me brindaron, “los amo”.
A mi abuelo paterno	Porque antes de partir me transmitió enseñanzas necesarias para poder superar cualquier obstáculo que tuviera en la vida.
A mis abuelos	Por su amor y apoyo incondicional.
A mi familia en general	Por la ayuda brindada hacia mi persona.
A mi asesor	Por su colaboración y sus sabias palabras.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	v
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Bebidas carbonatadas, material de producción	4
B. Automatización en la industria de bebidas.....	6
C. Sistemas y componentes en una planta de bebidas	6
D. Principales estaciones de producción.....	7
E. Sensores ultrasónicos de contacto, automatización del sistema de nivel	13
F. Marcas de sensores ultrasónicos, características y funcionalidades	16
G. Aspectos técnicos del proyecto	33
H. Implementación del control de los sensores.....	36
I. Requerimientos de los equipos	42
V. METODOLOGÍA.....	46
A. Implementación de sensores	46
B. Sistema de producción actual.....	46
C. Problemas existentes en la planta.....	46
D. Sistema a implementar en la planta.....	47
E. Sensores ultrasónicos de contacto y su aplicación en el proyecto	48

F.	Procedimiento básico de calibración de los sensores a utilizar	48
G.	Mantenimiento para el sensor ultrasónico.....	52
VI.	RESULTADOS	55
A.	Marcas de sensores líderes en instrumentación	55
B.	Efectividad de una planta en la vida real	55
C.	Representación gráfica de una efectividad grande en empresas grandes.	55
D.	Producto disconforme	56
E.	Muestras de mermas en las empresas embotelladoras	57
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
A.	Análisis comparativo de probabilidades de eficiencias y mermas reales	58
B.	Análisis comparativo entre los sensores mejor utilizados y mayormente adaptables al proceso .58	
VIII.	CONCLUSIONES.....	59
IX.	RECOMENDACIONES	60
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
XI.	GLOSARIO	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Panel de control de la máquina llenadora.....	8
Figura 2. Partes principales máquina llenadora	8
Figura 3. Taponera	9
Figura 4. Banda transportadora.....	9
Figura 5. Sensores	10
Figura 6. Etiquetadora.....	11
Figura 7. Codificadora	11
Figura 8. Paletizadora	12
Figura 9. Empacadora	12
Figura 10. Marca omron	16
Figura 11. Sensor omron.....	16
Figura 12. Marca getec	17
Figura 13. Sensor getec.....	17
Figura 14. Haz acústico.....	18
Figura 15. Sensor electrónico	18
Figura 16. Marca pf.....	19
Figura 17. Sensor UBE P+F	19
Figura 18. Marca festo y sensor 170710.....	20
Figura 19. Características del sensor festo.....	21
Figura 20. Marca leuze electronic.....	21
Figura 21. Sensor leuze electronic	22
Figura 22. Sensor electrónico leuze	22
Figura 23. Conexión electrónica.....	23
Figura 24. Marca banner	23
Figura 25. Sensor banner	24
Figura 26. Marca microsonic	25
Figura 27. Sensor microsonic	25
Figura 28. Marca fae	26
Figura 29. Sensor fae	26
Figura 30. Marca datalogic	27
Figura 31. Sensor datalogic.....	27
Figura 32. Marca proportion air.....	28
Figura 33. Sensor proportion air	28
Figura 34. Marca allen bradley	29
Figura 35. Sensor allen bradley	29

Figura 36. Marca siemens	30
Figura 37. Sensor Siemens.....	30
Figura 38. Marca shuttle	31
Figura 39. Sensor shuttle.....	31
Figura 40. Marca baumer	32
Figura 41. Sensor baumer	32
Figura 42. Sensibilidad	34
Figura 43. No linealidad	34
Figura 44. Histéresis	35
Figura 45. Montaje mecánico	36
Figura 46. Montaje mecánico 2	37
Figura 47. Montaje de sensor.....	37
Figura 48. Sensor con obstrucción.....	37
Figura 49. Montaje eléctrico	38
Figura 50. Elementos electrónicos.....	38
Figura 51. Sensor electrónico del montaje.....	39
Figura 52. Cableado.....	40
Figura 53. Controles.....	40
Figura 54. Sistema de equipos	41
Figura 55. Sistema codesys.....	42
Figura 56. Actuador - sensor.....	42
Figura 57. Campo - control.....	43
Figura 58. Célula - control	44
Figura 59. Admón. - gestión	45
Figura 60. Requerimientos para diferentes niveles.....	46
Figura 61. Onda ultrasónica.....	49
Figura 62. Ejemplificación de montaje.....	49
Figura 63. Ejemplo del mecanismo	51
Figura 64. Ejemplo de los equipos instrumentistas	51
Figura 65. Red industrial.....	52

RESUMEN

El trabajo de tesis consistió en realizar una propuesta de mejora, el control de nivel en el llenado de bebidas carbonatadas en una planta ubicada en escuintla, dicha implementación será descrita a través de un sistema de sensores ultrasónicos de contacto, esto con la finalidad de mejorar el proceso al momento de procesar el producto de mejor calidad en cada una de las presentes botellas de contenido, una muestra de mejora continua y de calidad para el sistema a implementar.

En la metodología se realizó una guía ordenada de pasos y aspectos técnicos, los cuales evaluaron el sistema actual de la planta, se listaron los problemas encontrados, y se redactó la propuesta de implementación de sensores ultrasónicos de contacto, para el mejoramiento de control de llenado de bebidas carbonatadas, que tiene como objetivo eliminar el proceso actual de la empresa con sistemas antiguos y sin sensores dentro de la línea de producción, e implementar a través del presente proyecto una innovación dentro del banco del sistema unos sensores de nivel con sistema de control de calidad mejorado basado a las necesidades de la empresa, y tomados en cuenta con las mejores condiciones posibles para adaptabilidad en los procesos de la planta, además se describirá el procedimiento de calibración de los sensores y su mantenimiento predictivo.

Los resultados del estudio e implementación hablan de una posible merma que se obtendrían al implementar unos sensores ultrasónicos de contacto elegidos de la mejor manera para mejor funcionamiento dentro de la planta, para dicha implementación será necesaria la prueba el cual indique probabilísticamente cuando porcentaje de producto disconforme se obtendría al implementar dicho sistema.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas empresas incluyendo embotelladoras de refresco, cerveza, y gaseosa, se acomodan en el sistema que instalan desde hace años, no hacen lo posible por mejorar sus procesos cada año, es por ello que no nos parecería muy extraño que todas las embotelladoras utilizaran el mismo procedimiento de producción y la misma maquinaria.

La innovación e implementación de un proceso de producción con mayor eficiencia en ganancias y menores pérdidas económicas, son dos procesos muy importantes para toda empresa, y si con una solución se unieran estos dos procesos, sería muy bueno para esta. Es por ello que en este trabajo se presenta una propuesta para implementar sensores ultrasónicos de contacto para el control de nivel de bebidas carbonatadas, la cual permite tener uniformidad en sus productos, con la aceptación de los sensores convenientes para la empresa, además brindan un importante beneficio para la planta y satisfacción mejor para el cliente.

Para poder llevar a cabo la propuesta indicada al implementar el sistema mejorado de control de calidad, se realiza una investigación mixta que se divide en tres fases importantes, en la primera fase se busca toda la información necesaria para poder conocer con claridad la situación actual del proceso de producción de la empresa, para establecer las deficiencias del proceso utilizado actualmente y poder así redactar una propuesta de solución al problema que posee.

En la segunda fase, se realiza un estudio técnico, aspectos técnicos, posibles marcas de sensores para beneficio del proyecto, procedimientos tomados de manuales para conocimiento de montaje, instalación y requerimientos, funcionalidades de los sensores y sus características principales de cada equipo para llevar a cabo la propuesta con sus diagramas del proceso; un estudio organizado, para realizar el análisis de la estructura organizacional, asimismo la descripción de puestos y funciones, con un procedimiento de calibración y un mantenimiento predictivo a los sensores.

En la tercera etapa, se realiza el análisis de los resultados obtenidos en los estudios técnico, organizacional, implementación, una pequeña merma, y la eficiencia que muestra una máquina real en una línea de producción.

II. OBJETIVOS

A. GENERAL

- Implementar en línea de envasado de bebidas carbonatadas, sensores ultrasónicos de contacto para el control de llenado de bebidas carbonatadas.

B. ESPECÍFICOS

- Controlar por medio de sensores el nivel de dosificación en envases de bebidas carbonatadas.
- Ajustar temporizador en llenadora al momento que el sensor alarme el nivel de contenido en botella.
- Implementar mecanismos de alarmas para separar envases que no contengan el nivel correcto de bebida carbonatada.

III. JUSTIFICACIÓN

Con el paso del tiempo, nos hemos dado cuenta que todos los procesos buscan automatizarse o mejorarse, a través de diferentes sistemas y aplicaciones tecnológicas que permiten que el factor humano sea cada vez menos incidente en los procesos, esto con el fin de aumentar eficiencias en los procesos, aunque esto no signifique que el factor humano no sea indispensable en el proceso.

Es por ello que se realizará una propuesta de estudio de un sistema de implementación de sensores ultrasónicos de contacto para control de llenado de bebidas carbonatadas, ya que se ha observado el procesamiento del producto que cuenta con un margen de error mínimo, el cual consiste en la falta de uniformidad en sus productos, el motivo por el cual ha estado sucediendo este problema ha sido la falta de control de calidad en el nivel correspondiente del contenido del producto terminado.

Por lo anterior se puede deducir que el sistema actual de la empresa resulta ineficiente, comparado con las ventajas que traería el implementar la propuesta de mejora continua en el sistema de control de calidad con sensores ultrasónicos de contacto para control de nivel del contenido de las bebidas.

Dentro de los problemas suscitados actualmente con el proceso de llenado de la empresa, se han evidenciado diferentes situaciones no favorables, debido a la falta de control de calidad en el proceso y errores de uniformidad del producto terminado, todo esto trae como consecuencia un descontrol en el producto terminado, y en el mercado.

Mientras que, al implementar la propuesta de instalación de sensores para el control de calidad, todos los problemas anteriormente descritos, disminuirían drásticamente, o desaparecerían por completo, y la uniformidad del producto sería el adecuado para el cliente, gracias a los sensores ultrasónicos encargados del control de calidad del producto.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Bebidas carbonatadas, material de producción

Las bebidas carbonatadas son una consecuencia de los ensayos para producir aguas efervescentes semejantes a las de las fuentes naturales, al cabo de algún tiempo se les agregaron saborizantes, y de ahí nacieron las diversas aguas y bebidas gaseosas, que son esencialmente agua cargada con dióxido de carbono a la que se ha añadido azúcar y algún ácido, una materia colorante y un agente de sabor, para que se conserve el gas, se envasa la bebida gaseosa en recipiente herméticamente cerrado. (Monografias.com S.A., s.f.)

1. Componentes

a. Saborizantes. Los saborizantes para las bebidas gaseosas se preparan por empresas, especializadas con cada sustancia se suministran instrucciones claras y la forma exacta para la preparación del jarabe, los saborizantes son extractos alcohólicos, emulsiones soluciones alcohólicas o jugos de frutas.

b. Ácidos.

- **Ácido cítrico:** Se extrae de los limones, limas y piñas. Como el ácido cítrico es un ingrediente natural de todos los frutos cítricos, todas las bebidas que tienen estos sabores se acidifican con dicho ácido, que se usa en solución de 48%. **Ácido fosfórico.** Es el acidulante más económico, no sólo por su bajo costo, sino también porque es muy potente, y se usa principalmente en los refrescos tipo "cola".
- **Ácido tartárico:** En uno de los subproductos de la elaboración del vino, el sabor ácido de la bebida depende de la concentración de iones de hidrógeno, pues tienen el mismo sabor ácido las soluciones de los ácidos cítricos, tartáricos o fosfóricos de igual pH, se añaden ácidos a los refrescos para modificar la dulzura del azúcar y como preservativo.

c. Colores. Caramelo, es un color vegetal que se prepara quemando azúcar de maíz, generalmente con una sal amónica como catalizador, se conocen dos tipos de caramelos el espumoso y el no espumoso.

d. Preservativos. El gas carbónico ayuda a evitar el desarrollo de hongos, a los refrescos que contienen zumos de frutas y los que se embotellan sin gas se conservan con benzoato de sodio, la solución de benzoato se agrega durante la preparación del jarabe.

e. Agua. Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O). (Real Academia Española, s.f.). El agua del abastecimiento público se trata en la planta embotelladora para purificarla, con filtros de arena o de discos de papel y mediante el procedimiento de coagulación y sedimentación se clarifica el agua, y con carbón activo, ozono o cloro se le quita el color y el olor. Para eliminar las algas se requiere la cloración seguida de coagulación, sedimentación y filtración con carbón activo. (Monografias.com S.A., s.f.)

2. Métodos de fabricación:

a. Jarabe. Es la mezcla completa de todos los ingredientes que se requieren para hacer la bebida gaseosa, con excepción del agua carbónica, se conoce con el nombre de jarabe, la solución de azúcar en agua es el jarabe simple, y si a éste se le añade algún ácido se denomina jarabe simple acidificado.

b. Dióxido de carbono. La carbonatación se mide en volúmenes, la solubilidad está en razón directa de la presión, pero reduce según aumenta la temperatura, el gas carbónico para bebidas gaseosas debe ser lo más puro posible y enteramente inodoro.

c. Lavado de botellas. El lavado y esterilización de las botellas se efectúa con una solución alcalina caliente y después se enjuagan con agua potable, el lavado de botellas puede ser de dos clases, por sumersión y de chorro.

d. Embotellamiento. El término embotellamiento en la industria de bebidas gaseosas incluye no sólo el llenado y taponamiento de las botellas, sino también la medición de cantidades exactas de jarabe y agua gaseosas que se introducen en las botellas, así como la mezcladura después del taponamiento, las máquinas llenadoras son de dos clases, de presión fuerte y de poca presión.

e. Comprobación de la calidad. Se hacen determinaciones de densidad del jarabe, que se expresa en grados Baumé y de la bebida gaseosa acabada, que se expresa en grados Brix, los grados Brix de soluciones de azúcar puro equivalen exactamente al porcentaje de azúcar, para determinar la densidad con

el hidrómetro es necesario des gasificar antes la bebida, para lo cual se traspasa varias veces de una vasija a otra, también se determina el grado de carbonatación por la presión de gas y la temperatura, conociendo estos dos factores.

Se calcula con ayuda de una gráfica el número de volúmenes de gas que contiene el líquido, la presión de gas se determina insertando un manómetro de gas a través de la corcho lata, después de lo cual se agita la botella para cerciorarse de que están en equilibrio las fases líquidas y gaseosa, pues de lo contrario puede ser demasiado bajo el resultado.

B. Automatización en la industria de bebidas

Las plantas de producción de la industria de bebidas se caracterizan por su estructura tradicional y el uso de sistemas de control tecnológico obsoletos. (PROLEIT GROUP, s.f.). Existen una serie de elementos comunes que se repiten en la estructura de cualquier proceso automático, como los siguientes: (LAPP GROUP, s.f.)

- Máquinas y actuadores.
- Elementos de control de las máquinas.
- Sensores y captadores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estado del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.
- Unidad de control, autómata o PLC.
- Interfaz hombre-máquina, que permiten la comunicación entre el operario y el proceso.

C. Sistemas y componentes en una planta de bebidas

1. Producción. Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo. (Definicion.mx, s.f.)

2. Maquinaria. Conjunto de máquinas que se usan para un fin determinado. (Definicion.mx, s.f.)

En la planta existe variedad de maquinaria, fundamentales para procesos de bebidas carbonatadas, entre las importantes cabe mencionar.

- Banda transportadora
- Taponeras
- Etiquetadora
- Codificadora
- Almacén o llenado
- Motores
- Empacado

- Paletizadora
- Transporte
- Empacadora

3. Instrumentación. Grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos. (Definicion.mx, s.f.)

- Sensores
- PLC
- Variadores de flujo y caudal
- Variadores de frecuencia
- Termocouplas y RTD`s
- Manómetros
- Electroválvulas
- Válvulas de diafragma

4. Sistema eléctrico. Proporciona una cobertura global a todos los procesos de ingeniería eléctrica para maquinaria industrial y vincula la definición lógica y física con la preparación y elaboración de los documentos relativos a un sistema. (Diseño de sistemas electricos, s.f.)

- Cables
- Paneles eléctricos y motores

5. Herramientas. Instrumento, generalmente de hierro o acero, que sirve para hacer o reparar algo y que se usa con las manos. Conjunto de instrumentos que se utilizan para desempeñar un oficio o un trabajo determinado. (DeConceptos.com, s.f.)

- a. Guías
- b. Tuberías
- c. Herramientas generales
- d. Repuestos

D. Principales estaciones de producción

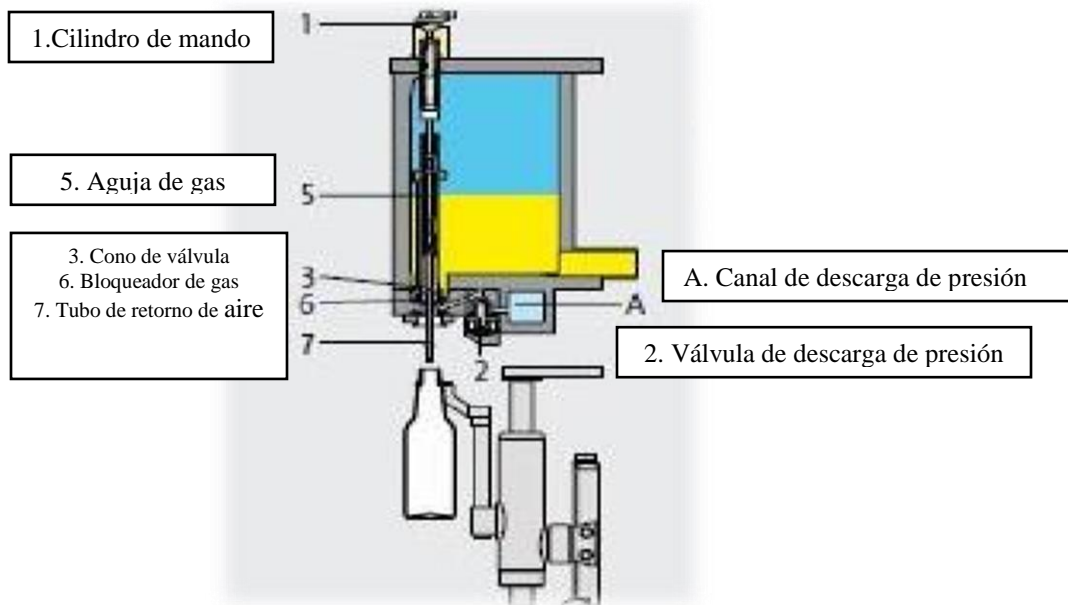
1. Llenadora. Es la máquina utilizada para introducir el producto dentro de la botella, esta máquina es operada por una persona, consta de un panel de control fácil de utilizar, tiene un diseño higiénico y fácil de entender.

Figura. 1. Panel de control de la máquina llenadora



Esta máquina combina las ventajas de un sistema mecánico robusto con la flexibilidad de un mando electro neumático, permite programar todos los pasos del proceso de llenado de forma sencilla e individual ajustándolos, de forma específica a la combinación de producto y envase respectiva.

Figura 2. Partes principales máquina llenadora



2. Taponera. La máquina taponadora o taponera de alta velocidad se caracterizan por ser máquinas automatizadas de alta eficiencia en los procesos de embotellado de líquidos, además se caracterizan por combinar perfectamente tres funciones básicas en el tapado automático.

Figura 3. Taponera



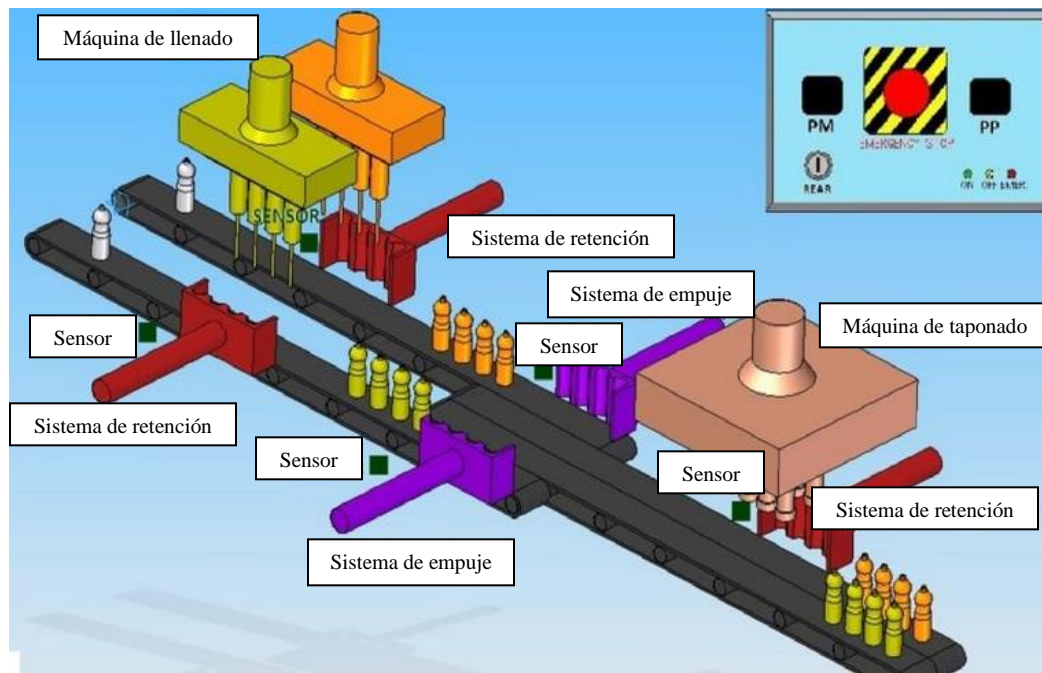
3. Banda transportadora. El sistema de transporte se compone de soporte, motor y correa de transporte. Este sistema de transporte se utiliza para conectar la máquina de llenado con las máquinas de empaque y transmitir las bebidas embotelladas para ayudar a los productos de acabado de embalaje final.

Figura 4. Banda transportadora



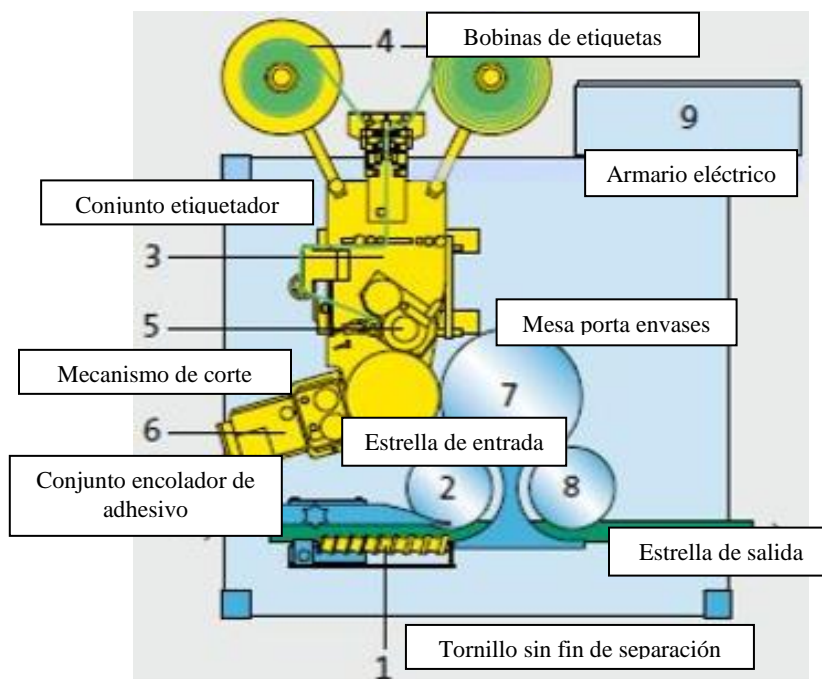
4. Área de sensores Esta es el área implementada con sensores medidores de nivel encargados de verificar el nivel adecuado que contiene cada elemento (cada botella con contenido o producto), el trabajo de esta área es localizar a cada una de las botellas que no llevan el nivel adecuado para salir al mercado, activando una alarma y una electroválvula que hará sacar de proceso a estas botellas erróneas con contenido no adecuado.

Figura 5. Sensores



5. Etiquetadora. Esta máquina ha sido concebida como modelo rotativo y dispone de un conjunto de etiquetado que trabaja con precisión, corta las etiquetas de plástico y las aplica en los envases con adhesivo caliente. Mediante el mecanismo de corte las etiquetas son cortadas con precisión, el ordenador y el servomotor garantizan que se mantenga exactamente la posición de corte, dos franjas delgadas de adhesivo termofusible aplicadas mediante rodillo encolador en el principio y en el final de la etiqueta permiten pegarlos, con la franja de adhesivo aplicada a su principio, la etiqueta es trasladada al envase que gira sobre sí mismo, esta franja de adhesivo permite simultáneamente el posicionado exacto de la etiqueta haciendo imposible un desplazamiento, gracias a la rotación del envase, la etiqueta se aplica de forma tensa.

Figura 6. Etiquetadora



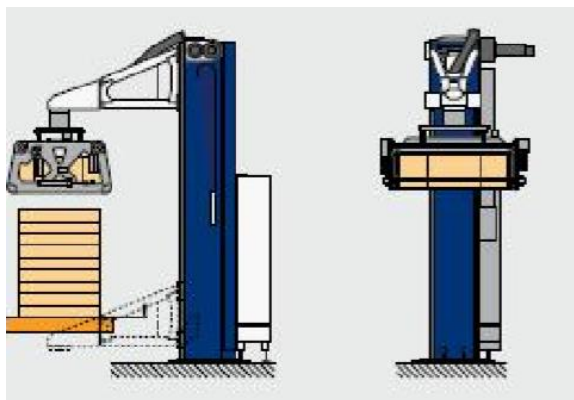
6. Codificadora. La codificadora para botellas se aplica a la ordenación y transportación de botellas plásticas para el proceso de verificación de códigos o fechas, aumentan efectivamente la eficacia de trabajo y evitan la contaminación por contacto de manos.

Figura 7. Codificadora



7. Paletizadora. El robot paletizador consiste en un sistema modular, cuyos elementos se pueden combinar según las exigencias individuales, sirve para armar las tarimas de producto terminado, arrastrando los paquetes que vienen de la empacadora y los ajusta. Esta máquina de una sola columna ocupa poco espacio y concede el máximo de la libertad aun reduciendo al mínimo sus exigencias, en el soporte está fijado un cabezal de agarre, el cabezal agarra la capa de embalajes de la estación de agrupación o del palet, gracias al servo de accionamiento, es posible desplazarse de forma altamente dinámica hacia las posiciones de recogida y colocación, el porta cabezales transporta la capa a la posición donde se deposita sobre el palet o a la salida de embalajes.

Figura 8. Paletizadora



8. Empacadora. La empacadora totalmente automática se ajusta con gran facilidad a todas las tendencias de embalaje convencionales y nuevas, esta es la máquina que arma las botellas terminadas en paquetes de a seis, ocho, o lo que se programe, para hacerlas pasar luego a la empacadora, esta máquina permite que los paquetes vayan bien colocados y seguros, y esto es conveniente para su traslado hacia el centro de despacho o hacia el consumidor final.

Figura 9. Empacadora



E. Sensores ultrasónicos de contacto, automatización del sistema de nivel

Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria. (Real Academia de la Lengua Española, s.f.)

Automatizar significa que en un proceso productivo no se cuenta con la participación del ser humano, y solo lo hace para fijar instrucciones o bien modificarlas, podemos decir que en una operación controlada de manera automática se llevarán a cabo tres acciones: observar, decidir y actuar. (USMP.EDU.PE)

1. Sensores. Son los dispositivos usados para detectar, y en algunos procesos para medir la magnitud de algo. (USMP.EDU.PE). Los sensores en la industria son categorizados de acuerdo a la magnitud que miden, pero también al rol que juegan en el moderno proceso de control de manufactura.

a. Sensor transductor. Un sensor es un transductor el cual se utiliza para convertir variaciones del tipo mecánico, magnético, térmico, óptico y/o químico en señales del tipo eléctrico. Las variaciones de tipo mecánico corresponden a un movimiento que se detecta mediante un sensor y se envía una información eléctrica, o bien cuando se genera un campo de origen magnético y este se ve afectado por la presencia de un elemento metálico, también cuando se detectan cambios de temperatura, o cambios en la intensidad luminosa (cambios ópticos), inclusive en los laboratorios el pH de sustancias. (USMP.EDU.PE)

Los transductores se dividen en dos tipos los cuales son:

- Transductores de entrada, de tipo eléctrico, cuya característica es la de convertir cualquier tipo de energía en energía eléctrica.
- Transductores de salida, que convierten la energía eléctrica en cualquier tipo de energía ejecutada. (USMP.EDU.PE)

b. Sensores de nivel. Los Sensores de nivel son dispositivos electrónicos que miden altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente, Los sensores de nivel se dividen en dos tipos principales. (OMEGA, s.f.)

- Los sensores de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido, generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

➤ Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema, estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente.

c. Sensor de nivel ultrasónico sin contacto. Estos sensores incorporan un procesador de señal analógica, un microprocesador, decimal codificado en binario, switch de rango y un circuito de salida del controlador, transmite los impulsos a una puerta de señal de la ruta del microprocesador a través del procesador de la señal analógica del sensor, que envía un haz ultrasónico a la superficie del líquido.

d. Sensor de nivel por capacitancia. Los sensores por capacitancia pueden manejar medición de nivel puntual o continuo, usan una sonda para monitorear los cambios de nivel de líquido en el tanque, acondicionando electrónicamente la salida a valores capacitivos y resistivos, que se convierten en señales analógicas.

e. Sensor de nivel ultrasónico de contacto. Un dispositivo ultrasónico de baja energía dentro de los sensores de nivel de líquido en un punto determinado, consta de un sensor montado y un amplificador integrado de estado sólido, los sensores ultrasónicos de contacto no tienen partes móviles y no requieren calibración. La señal ultrasónica atraviesa un hueco de 12 mm en el sensor, controlando los interruptores de relé cuando la brecha contiene líquido, y el nivel de detección está en el medio a lo largo del espacio donde los sensores están montados en horizontal.

f. Otros tipos de sensores de nivel en procesos industriales.

- Hidrostáticos
- Flotador.
- Radar
- Láser
- Electromagnéticos.

2. Principal utilización del sensor ultrasónico. El sistema de sensor se realiza mediante la utilización de elementos tales como, un micro switch, de límite, sensores ópticos, de proximidad y de color para controlar el sistema de relevadores, temporizadores, contadores, PLC, Microprocesadores y Microcontroladores, así mismo se vale de motores, solenoides, válvulas y lámparas. (USMP.EDU.PE). Cualquier proceso o sistema no se puede hacer de manera directa en un controlador, sino que tenemos que convertir esas variaciones a señales del tipo eléctrico, para poder ejercer el funcionamiento del proyecto.

a. Utilización de los sensores en la industria de bebidas. En las aplicaciones industriales, los sensores ultrasónicos se caracterizan por su fiabilidad y excepcional versatilidad, los sensores ultrasónicos se pueden utilizar para realizar incluso las tareas más complejas relacionadas con la detección de objetos o mediciones de nivel con una precisión milimétrica, ya que su método de medición es fiable en casi todo tipo de condiciones. Estos dispositivos son muy resistentes, lo que los hace ideales para incluso las condiciones más difíciles, la superficie del sensor se limpia sola mediante vibración, y no es el único motivo por el que el sensor es insensible a la suciedad.

b. Utilización de los sensores en la planta de bebidas. La utilización primordial que se espera en una industria productora de bebida es mantener el control de la calidad del producto estable, la seguridad de planta y la eficiencia económica que constituyen aspectos importantes para cualquier punto de medición, y verificación.

El nivel de líquidos, suele medirse en depósitos, silos o contenedores móviles, para una medición continua, medición de densidad e interface, además de la detección de nivel, dispone de una amplia gama de principios de medición. La medición de nivel con sensores ultrasónicos proporciona una medición de nivel continua, y sin necesidad de mantenimiento, la medición no se ve afectada por la constante dieléctrica, la densidad ni la humedad, y tampoco por las adherencias, gracias al efecto de la función de auto limpieza de los sensores.

3. Características de los sensores de nivel ultrasónicos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa o pueden estar conectados a un indicador de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano. (SISCODE (Diciembre del 2015), s.f.)

- Exactitud: Diferencia entre el valor medido y el valor real de la variable que se está midiendo.
- Conformidad o repetitividad: El grado con que mediciones sucesivas difieren unas de las otras.
- Resolución: Es el cambio más pequeño que se puede medir.
- Precisión: Se compone de las características de conformidad y resolución.
- Sensibilidad: Dado por el mínimo valor de la variable medida que produce un cambio en la salida.
- Error: Es la desviación entre valor verdadero y valor medido.
- Linealidad: Nos indica que tan cerca está la correlación entre la entrada y la salida a una línea recta.
- Rango: Es la diferencia entre el mayor valor y el menor valor que se puede medir.
- Rapidez de respuesta: Capacidad del instrumento de seguir las variaciones de la entrada.

F. Marcas de sensores ultrasónicos, características y funcionalidades

1. Omron

Figura 10. Marca omron

OMRON

a. Sensor ultrasónico E4PA-N

Figura 11. Sensor omron



b. Funcionalidades y características del sensor omron

- ✓ Clavija de configuración para ajustes de compensación de temperatura
- ✓ La protección contra interferencia mutua permite la colocación de cinco sensores en proximidad
- ✓ Detección de larga distancia hasta 6 metros para el uso en gran variedad de aplicaciones
- ✓ Funcionamiento repetitivo fiable de 0,1% de escala completa máxima
- ✓ Práctica conexión M12 para conexión con sensor rápida y sencilla
- ✓ Construcción resistente con carcasa de acero inoxidable

c. Especificaciones

- ✓ Las aplicaciones incluyen detección de: tintes, niveles de líquidos y altura de pilas de papel

- ✓ Sencillo sistema de colores de indicadores LED: verde para encendido, rojo para error y amarillo para actividad
- ✓ Con aprobación de seguridad
- ✓ Sensor ideal para la detección del grado de holgura
- ✓ El sensor presenta un práctico cuerpo roscado M30 para instalación sencilla
- ✓ Sensor con clasificación IP65 para protección contra salpicaduras de agua
- ✓ Un indicador LED encendido ofrece confirmación visible de la presencia del objeto dentro del alcance de detección
- ✓ Presenta un tiempo de respuesta rápido de 63 ms como máximo

2. Getec

Figura 12. Marca getec



a. Sensor ultrasónico MIC+130/IU/TC

Figura 13. Sensor getec

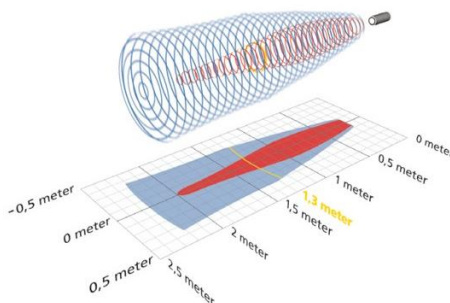


b. Funcionalidades y características

- ✓ Rango de trabajo: 200 - 2.000 mm
- ✓ Diseño: cilíndrico M30
- ✓ Modo de operación: medición de distancia
- ✓ Especificaciones ultrasónicas
- ✓ Modo de medición: tiempo de recorrido del eco
- ✓ Frecuencia ultrasónica: 200 kHz
- ✓ Zona ciega: 200 mm

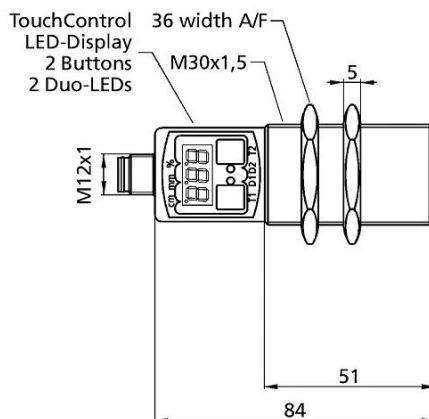
- ✓ Alcance: 1.300 mm
- ✓ Límite de exploración: 2.000 mm
- ✓ Resolución / Frecuencia de exploración: 0,18 mm to 0,57 mm,
- ✓ Reproducibilidad: $\pm 0,15$ %
- ✓ Precisión: ± 1 % (derivación de la temperatura compensada internamente)
- ✓ Angulo de abertura del haz acústico: véase zona de detección en el gráfico

Figura 14, Haz acústico



- ✓ Especificaciones eléctricas:
- ✓ Tensión de trabajo: 9V hasta 30VDC, con protección contra polaridad inversa
- ✓ Ondulación residual: ± 10 %
- ✓ Consumo: ≤ 80 mA
- ✓ Método de conexión: enchufe M12 de 5 pines

Figura 15. Sensor electrónico



- ✓ Salidas
- ✓ Salida analógica
- ✓ Corriente: 4-20 mA / tensión: 0-10 V (con $UB \geq 15$ V)
- ✓ Ascendente/descendente ajustable
- ✓ Retardo de reacción 110 ms
- ✓ Retardo de disponibilidad < 300 ms
- ✓ Entradas
- ✓ Entrada puerto COM
- ✓ Entrada de sincronización

3. Pepperl + fuchs

Figura 16. Marca pf



a. Sensor ultrasónica UBE1000-18GM40-SE2-V1

Figura 17. Sensor UBE P+F



b. Funcionalidades y características

- ✓ Rango de detección 15 ... 1000 mm
- ✓ Estándar 100 mm x 100 mm
- ✓ Frecuencia del transductor aprox. 255 kHz
- ✓ Elementos de indicación y manejo
- ✓ LED verde power on

- ✓ LED amarillo estado de conmutación
- ✓ LED rojo perturbación, objeto inseguro

Datos eléctricos

- ✓ Tensión de trabajo 10 ... 30 V CC rizado 10 %SS
- ✓ Corriente en vacío ≤ 20 mA

Entrada

- ✓ Modo de entrada teach-in
- ✓ Distancia de aislamiento: -UB ... +1 V, Objeto: +6 V ... +UB
- ✓ Impedancia de entrada: $> 4,7$ k Ω impulso de aprender: ≥ 1 s

Salida

- ✓ Tipo de salida N.A., pnp
- ✓ Medición de la corriente de trabajo 200 mA a prueba de cortocircuito/sobrecarga
- ✓ Caída de tensión ≤ 3 V
- ✓ Retardo a la activación < 5 ms
- ✓ Frecuencia de conmutación ≤ 100 Hz

4. Festo

Figura 18. Marca festo y sensor 170710

- a. Sensor ultrasónico 170710



FESTO

b. Características y funcionalidades del sensor festo. Una gran ventaja única, es que el sensor funciona con adaptabilidad con sistemas y programas de otros equipos de la misma marca.

Figura 19. Características del sensor festo

Cuadro general de productos					
Forma	Tipo de fijación	Principio de medición	Tipo	Tensión de funcionamiento	Salida digital
Para ranura en T	Montaje en la ranura desde la parte superior, a ras con el perfil del cilindro	Magnetorresistivo	SMT-8M	10 ... 30 V DC	PNP/NPN
		Reed magnético	SME-8M	5 ... 30 V AC/DC	Con contacto
	Introducción a lo largo de la ranura, encajable a ras con el perfil del cilindro	Magnetorresistivo	SMT-8	10 ... 30 V DC	PNP/NPN
		Magnetorresistivo, resistente a la corrosión	CRSMT-8	10 ... 30 V DC	PNP
		Reed magnético	SME-8	12 ... 30 V AC/DC	Con contacto
		Reed magnético, termorresistente hasta 120 °C	SME-8-...-S6	0 ... 30 V AC/DC	Con contacto
		Reed magnético	SME-8	3 ... 250 V AC	Con contacto
	Introducción a lo largo de la ranura	Magnetorresistivo	SMT-8-SL	10 ... 30 V DC	PNP
		Reed magnético	SME-8-SL	10 ... 30 V AC/DC	Con contacto
	Con accesorios	Magnetorresistivo	SMTO-8E	10 ... 30 V DC	PNP/NPN
		Magnetoinductivo, resistente a corrientes de soldadura	SMTSO-8E	10 ... 30 V DC	PNP/NPN
		Reed magnético	SMEO-8E	0 ... 30 V DC	Con contacto
		Reed magnético, termorresistente hasta 120 °C	SMEO-8E-...-S6	0 ... 30 V DC 5 ... 250 V AC	Con contacto
		Reed magnético	SMEO-8E	3 ... 250 V AC	Con contacto

Figura 20. Marca leuze electronic

5. Leuze electronic

b. Funcionalidades y características del sensor serie 430

- ✓ Sensores de ultrasonidos de reflexión con supresión de fondo
- ✓ Máximo alcance de operación: 6000mm
- ✓ Salida de conmutación PNP
- ✓ Salida analógica de corriente y de tensión (0 ... 20mA o 0 ... 10V)
- ✓ Parametrización de las funciones de los sensores y las salidas con PC
- ✓ Conector redondo M12
- ✓ Tipo de protección IP 65

Figura 23. Conexión electrónica

c. Conexión eléctrica

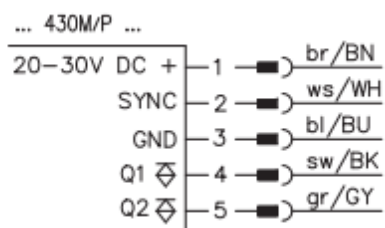


Figura 24. Marca banner

6. Banner



Figura 25. Sensor banner

a. Sensor banner



b. Funcionalidades y características

- ✓ Forma: cilíndrico
- ✓ Tecnología: ultrasónico
- ✓ Otras características:
- ✓ analógico, compacto, digital, IP67
- Distancia:
- ✓ Mín.: 30 mm
- ✓ Máx.: 300 mm

Descripción

- ✓ Sensor ultrasónico compacto con una carcasa recta o en ángulo recto.
- ✓ Detección de 30 a 300 mm
- ✓ Disponible en modelos discretos o modelos analógicos
- ✓ Cuenta con una zona muerta mínima y elimina la zona muerta si se usa en modo retro sónico
- ✓ Ideal para aplicaciones de manejo de materiales y embalajes, como embotellado o detección y control de nivel de líquido para contenedores pequeños
- ✓ Disponible en versiones rectas o en ángulo recto con una amplia variedad de soportes de montaje para una mayor versatilidad de detección

- ✓ Configuración simplificada a través de botones pulsadores y una entrada TEACH para programación remota
- ✓ Muestra el estado durante la configuración y el funcionamiento, utilizando indicadores LED altamente visibles.

7. Microsonic

Figura 26. Marca microsonic

MICROSONIC

Figura 27. Sensor microsonic

a. Sensor microsonic



b. Funcionalidades y características

- ✓ Forma: cilíndrico
- ✓ Tecnología: por ultrasonido
- ✓ Otras características: robusto, con salida analógica, de largo alcance, con salida digital, para automatización, para maquinaria agrícola, para equipos mineros, IP67, para entorno difícil
- ✓ Distancia: Mín.: 30 mm Máx.: 8 m (26' 2")

Descripción

- ✓ Cubre un rango de medida entre 30 mm y 8 m con el diseño de carcasa M30 y sus cinco distancias de exploración. La resolución interna de la medición de distancia es, según el rango de trabajo, 0,025 o 2,4 mm. Todos los sensores disponen de una compensación de temperatura integrada.

Aspectos destacados

- ✓ Display digital con entrega directa de valores de medición en mm/cm o %
- ✓ Ajuste numérico del sensor por medio del display digital, permite una completa pre configuración del sensor
- ✓ Sincronización automática y funcionamiento multiplex, para el funcionamiento simultáneo de hasta diez sensores en el espacio más reducido

Aspectos básicos

- ✓ Una o dos salidas de conmutación en versión pnp o npn
- ✓ Salida analógica 4-20 mA y 0-10 V, con cambio automático de salida de corriente a salida de tensión y viceversa
- ✓ Una salida analógica y una salida de conmutación pnp
- ✓ Cinco rangos de trabajo con un rango de medición de 30 mm a 8 m
- ✓ Teach-in de microsonic por medio de los botones de presión T1 o T2
- ✓ Resolución de 0,025 mm a 2,4 mm
- ✓ Compensación de la temperatura
- ✓ Tensión de trabajo 9-30 V

8. Fae

Figura 28. Marca fae



a. Sensor FAE

Figura 29. Sensor fae



b. Funcionalidades y características

- ✓ Forma: cilíndrico
- ✓ Tecnología: por ultrasonido
- ✓ Otras características:
- ✓ Con salida analógica, cerrado, antideflagrante

Distancia:

- ✓ Mín.: 350 mm
- ✓ Máx.: 3500 mm
- ✓

9. Datalogic

Figura 30. Marca datalogic



a. Sensor datalogic

Figura 31. Sensor datalogic



b. Funcionalidades y características

- ✓ Forma: cilíndrico
- ✓ Tecnología: por ultrasonido

- ✓ Distancia:
- ✓ Mín.: 30 mm
- ✓ Máx.: 500 mm

Descripción

- ✓ El sensor ultrasónico se fabrica en dos formatos: tubular M18 y sensor mini-petaca con cabezal a 90° en M18. La serie tubulares de M18 ofrece salida bipolar digital (1NPN y 1 PNP) o analógica (en 4-20 mA o 0-10v), cada uno con opción radial o axial. El sensor mini en formato cuadrado cuenta con la salida bipolar digital (1NPN y 1 PNP). La serie US18 garantiza un amplio rango de funcionamiento que va desde los 30 a los 300mm para los modelos tubulares y de 50 a 500 mm para los modelos miniatura. El sensor se configura de forma muy sencilla a través de la función de Teach-in, asistido por dos led bicolor. Cabe destacar su zona ciega muy reducida y su tiempo de respuesta insuperable de tan sólo cinco metros entre muchas otras características que despuntan. Los sensores son fácilmente configurables mediante la función de autoajuste, mientras que el estado de funcionamiento es claramente señalizado mediante dos LED's de dos colores.

10. Proportion-air

Figura 32. Marca proportion air

PROPORTION AIR

Figura 33. Sensor proportion air

a. Sensor US2



b. Funcionalidades y características

- ✓ Forma: cilíndrico
- ✓ Tecnología: por ultrasonido
- ✓ Otras características: robusto
- ✓ Distancia:
- ✓ Mín.: 4 in
- ✓ Máx.: 14 ft (4.27 m)

Descripción

- ✓ US2 Sensor ultrasónico
- ✓ Detección, 4 pulgadas a 14 pies
- ✓ Carcasa inoxidable resistente
- ✓ Salida analógica proporcional a la distancia medida
- ✓ Configuraciones ajustables por el usuario para la flexibilidad de la aplicación
- ✓ Selección de botón de 0-10 V CC o 4-20 mA

11. Allen bradley

Figura 34. Marca allen bradley



a. Sensor allen bradley

Figura 35. Sensor allen bradley



b. Funcionalidades y características. Pueden detectar objetivos sólidos y líquidos desde una distancia máxima de 3.3 pies (1 m). Ofrecemos dos versiones de este sensor: una unidad de supresión del plano de fondo con salida de voltaje analógica o un modo difuso estándar con una salida digital.

- ✓ Proporciona operación con tres cables.
- ✓ Incluye conexión con 3 conductores.
- ✓ Ofrece de 18 a 30 V CC.
- ✓ Ofrece salida analógica o digital (discreta).
- ✓ Proporciona capacidad de detección de metales, sólidos no metálicos y líquidos.
- ✓ Incluye protección contra cortocircuito, impulso falso, inversión de polaridad, sobrecarga y ruido temporal.
- ✓ Ofrece distancia de detección ajustable (modelo digital/discreto).
- ✓ Ofrece supresión del plano de fondo ajustable (modelo analógico).

Figura 36. Marca siemens

12. Siemens

SIEMENS

Figura 37. Sensor Siemens

a. Sensor siemens



b. Descripción y características

- ✓ Ultrasónicos: Siemens es el proveedor líder mundial en tecnología de Medición de nivel. SITRANS LUT400 es un controlador de nivel, volumen y bomba de alta precisión y fácil de usar. Para soluciones avanzadas se dispone de controladores con transductores ultrasónicos para instalación remota separada. Tanto si opta por el transmisor como por el controlador, obtendrá una solución económica para un amplio rango de aplicaciones de prácticamente cualquier industria.
- ✓ SITRANS probe LU: A dos hilos con lazo de corriente para la medida de nivel, volumen y caudal de líquidos en tanques de almacenamiento, depósitos de proceso simples y canales abiertos.
- ✓ SITRANS LUT400, controlador ultrasónico monopunto compact para medida continua de nivel o volumen de líquidos, lodos y sólidos, así como monitorización con alta precisión del flujo en canales abiertos.
- ✓ Echomax: Han sido diseñados para entornos severos. Son resistentes al polvo, humedad, corrosión, vibraciones, inundación y temperaturas extremas. Son fáciles de instalar y prácticamente exentos de mantenimiento.
- ✓ Hydroranger 200: Controlador de nivel para hasta seis bombas, incluido el control de bomba, control diferencial y monitorización de flujo caudal en canales abiertos.

13. Shuttle

Figura 38. Marca shuttle

Shuttle[®]

a. Sensor shuttle

Figura 39. Sensor shuttle



b. Funcionalidades y características

- ✓ Sensor ultrasónico
- ✓ Salida de relé nº1
- ✓ (Max. 50 V, 1 A de carga resistiva)
- ✓ Salida de relé nº2
- ✓ (Max. 50 V, 1 A de carga resistiva)
- ✓ 4-20 mA output
- ✓ (Max. 500 ohmios carga resistiva)
- ✓ 10 - 30 V DC alimentación
- ✓ 230 / 115 V AC Fase
- ✓ 230 / 115 V AC Neutro

Figura 40. Marca baumer

14. Baumer



a. Sensor baumer

Figura 41. Sensor baumer



b. Funcionalidades y características

- ✓ Baumer ha diseñado su nueva gama UNAR de sensores ultrasónicos con especial atención a todos los posibles daños externos; por ejemplo, la caja de protección M18x1 está construida de acero inoxidable, mientras que la parte frontal del transductor está revestida con una capa química de parileno muy resistente, lo que crea un excelente efecto de barrera contra ácidos inorgánicos, alcalinos y solventes orgánicos, así como el vapor del agua, ofreciendo una mejora sustancial en la seguridad del proceso.
- ✓ Además de esa seguridad, la gama de sensores ultrasónicos UNAR dispone de la función Teach-in, lo que le permite programar un rango de escaneado superior a 1000 mm, además, la calibración puede realizarse de forma interna a través de un botón o externamente a distancia mediante la propia función Teach-in.
- ✓ Los accesorios de los sensores UNAR incluyen un display de cuatro dígitos "for seven segments" en un estuche de acero cromado previsto con una entrada de 4 a 20 mA, que proviene del sensor anterior.

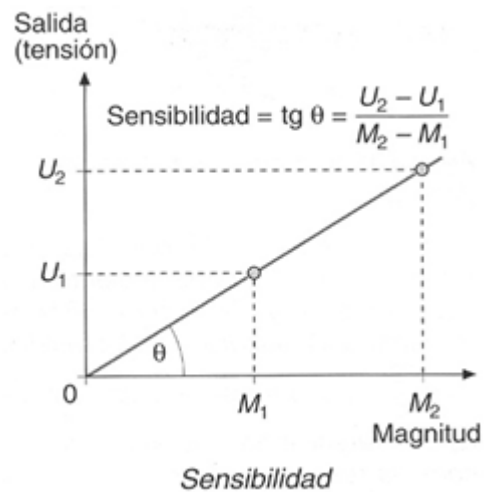
G. Aspectos técnicos del proyecto

Los distintos tipos de sensores y transductores existentes en el mercado disponen de unas características y propiedades que es necesario conocer y dominar para que a la hora de realizar nuestros diseños e instalaciones, estos sensores se integren adecuadamente en el sistema a controlar o automatizar.

Normalmente estas características de los transductores y sensores van a ser mostradas por los fabricantes de componentes de forma distinta, por lo que tendremos que tener los conceptos claros para saber identificarlos. De forma general mencionamos los siguientes por ser algunos de los cuales, su interpretación, nos puede plantear problemas:

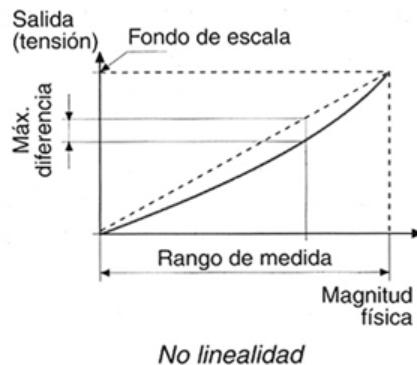
1. Rango de medida. Es la diferencia entre los valores máximos y mínimos que se necesita medir en nuestro sistema automatizado.
2. Sensibilidad. Este concepto se refiere a la pendiente de la curva que relaciona la salida eléctrica con la magnitud física a medir.

Figura 42. Sensibilidad



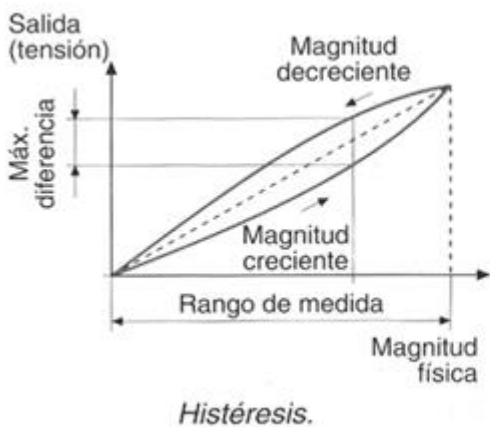
3. Precisión. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones deberá ser mínima.
4. Resolución. Es la variación detectable más débil.
5. No-linealidad. Es la distancia mayor entre la curva de funcionamiento del sensor (en dirección ascendente) y la recta del punto inicial al final de funcionamiento.

Figura 43. No linealidad



6. Histéresis. En algunos tipos de transductores la gráfica que relaciona la magnitud con la señal eléctrica varía y no tienen el mismo en el aumento y en la disminución.

Figura 44. Histéresis



$$\text{Histéresis} = \frac{\text{Máxima diferencia}}{\text{Rango de medida}} \times 100$$

7. Repetitividad. Cuando la medida se realiza varias veces, la gráfica que relaciona la magnitud con la señal eléctrica no siempre pasa por el mismo lugar. La máxima diferencia será el valor absoluto de la repetitividad.

8. Velocidad de respuesta. El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

H. Implementación del control de los sensores

1. Montaje general. El sensor mide altura o distancia mandando una señal ultrasónica contra una superficie o un lateral y midiendo en tiempo de retardo con respecto al eco recibido.

Estos equipos son un sistema avanzado para evitar los errores de medida, el sensor ultrasónico debe estar montado tan lejos como sea posible, para que la señal ultrasónica no sea perturbada con tuberías, descargas de agua, mezcladores u otros elementos móviles o fijos, en el tanque o en el recipiente. La capa o la superficie de líquido deben estar en calma y sin olas y sin espumas y sin perturbaciones las cuales puedan afectar al eco ultrasónico.

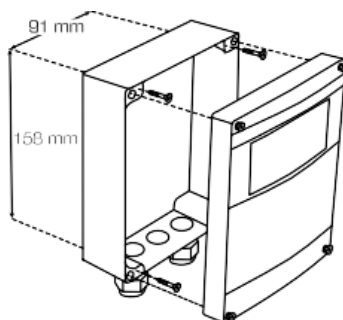
Desde el sensor ultrasónico las ondas forman un haz de emisión de amplitud, por lo que el equipo puede ser usado en bases grandes o tanques estrechos. El sensor ultrasónico requiere ser montado en posición vertical u horizontal a la superficie o al lateral de medida según sea su adaptabilidad o versatilidad para ejecutar o desempeñar el trabajo ejerciendo una señal analógica, para así evitar las pérdidas de eco.

a. Áreas clasificadas con riesgo de explosión. El sensor ultrasónico tiene características comunes y puede ser montado en zonas sin necesidad de barrera de protección. El transmisor de nivel o caja de la electrónica, no puede ser montado en áreas clasificadas. (Otro tipo de sensor de nivel).

b. Montaje mecánico. Transmisor de nivel (sensores). El encapsulado de los sensores tiene una protección, por lo tanto se puede montar en exteriores, sobre bandas transportadoras, sobre paredes o tubos y una abrazadera universal. Ejemplo de un transmisor de distancia o sensor ultrasónico

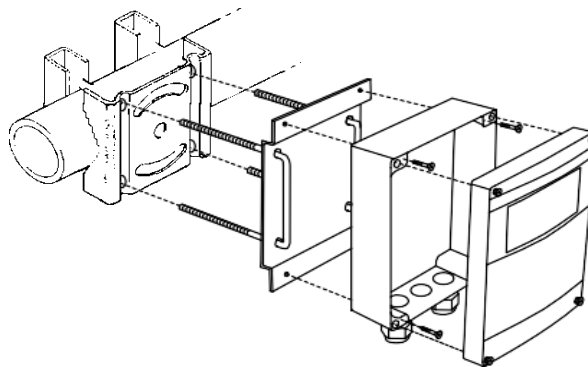
montado directamente en una pared.

Figura 45. Montaje mecánico



Ejemplo 2: Transmisor de nivel montado en tubo con placa de montaje y abrazadera universal.

Figura 46. Montaje mecánico 2

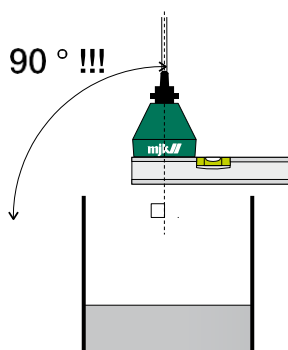


c. Montaje de sensor ultrasónico. Dos cosas son importantes cuando se monta un sensor ultrasónico:

- Debe ser montado firmemente.
- Debe ser montado en posición vertical u horizontal

Use un nivel en ambas direcciones.

Figura 47. Montaje de sensor



Además, el sensor ultrasónico debe de forma que no tenga obstrucciones entre el sensor y la superficie, x ej. Tuberías, cables, etc. Por ejemplo:

Figura 48. Sensor con obstrucción



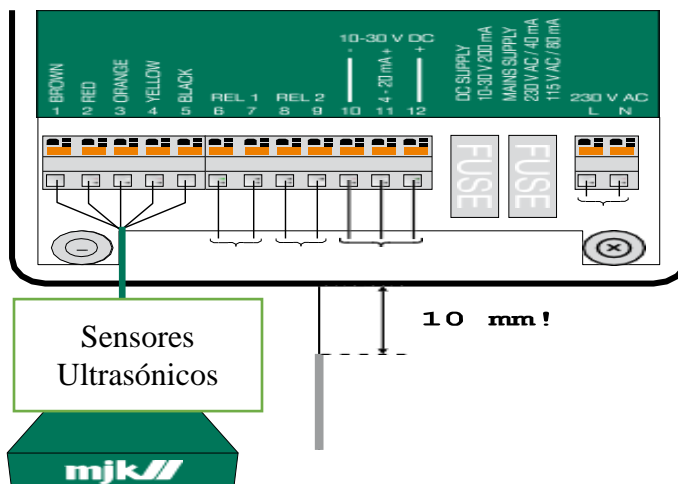
d. Montaje eléctrico. Transmisor de nivel (sensor ultrasónico). Este no debe ser conectado con tensión de alimentación antes que el sensor sea montado correctamente dentro de la línea de producción. Cuando se quita la tapa de plástico, aparece una descripción en una tapa despegable, del conexionado y menús de programación. Puede ser alimentado a 10 – 30 VDC a 230 / 115VAC en cada uno de los terminales según descripción o manual de equipo. Siempre confirmar que el voltaje marque el voltaje necesario. Cuando es configurado a 115 V AC, se debe indicar con una etiqueta en el bornero de conexión para evitar confusiones.

Figura 49. Montaje eléctrico



Ejemplificación de una conexión de un sensor ultrasónico. Monte los cables conforme a los números de los terminales descritos en la tapa verde interna:

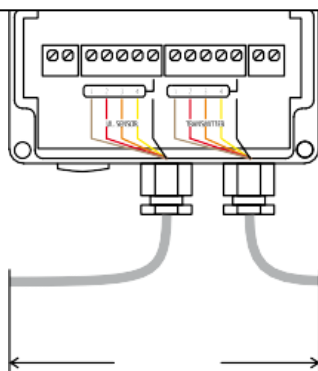
Figura 50. Elementos electrónicos



- | ➤ Terminal: | Designación: |
|-------------|---|
| ➤ 1 - 5: | Sensor ultrasónico 6 - 7 Salida de relé nº1 (Max. 50 V, 1 A de carga resistiva) |
| ➤ 8 - 9: | Salida de relé nº2 (Max. 50 V, 1 A de carga resistiva) |
| ➤ 10 y 11: | 4-20 mA output (Max. 500 Ohmios l carga resistiva) |
| ➤ 10 y 12: | 10 - 30 V DC alimentación |
| ➤ L | 230 / 115 V AC Fase |
| ➤ N | 230 / 115 V AC Neutro |

e. Sensor ultrasónico montaje eléctrico. El sensor ultrasónico es suministrado con un estándar de 12 metros de cable. El sensor también puede suministrarse con 100 metros, o extenderse como máximo 100 metros con una caja de conexiones y cable apropiados. El cable es especial, con una capacidad baja, por consiguiente las extensiones deben de ser con el mismo tipo de cable - 4 hilos apantallados. El error más común en la instalación del sensor es la mala conexión del cableado, o mala instalación del mismo. Por eso es aconsejable el uso de la caja de conexiones 200590, si el cable del sensor debe de ser alargado.

Figura 51. Sensor electrónico del montaje



El sensor ultrasónico tiene cinco cables codificados con un número y un color:

- | ➤ No. | Color: | Designación: |
|-------|----------|-----------------------------|
| ➤ 1 | Marrón | Ultrasonic pulse |
| ➤ 2 | Rojo | |
| ➤ 3 | Naranja | Compensación de temperatura |
| ➤ 4 | Amarillo | |
| ➤ 5 | Negro | Pantalla |

Estos cables deben de ser montados según el esquema eléctrico descrito el interior del sensor y adaptable con el manual. La manguera de cables suministrada tiene la forma que muestra la fotografía y el cable negro esta soldado a la pantalla. Cuando la manguera es cortada, solo cuatro cables aparecen:

Figura 52. Cableado



Cuando la manguera es cortada, la pantalla debe de ser conectada a la terminal 5 en lugar del cable negro. Cuando el sensor es montado y conectado correctamente, puede ser conectado a la fuente de alimentación.

f. Display, teclado y pantalla análoga. El teclado es usado solo para la programación inicial del sensor, y por eso está escondido detrás de la tapa frontal. Las teclas están representadas con símbolos que indican su función. Los mismos símbolos son usados a lo largo del manual en la explicación individual de los menús y funciones.

Figura 53. Controles



g. Sistema de nodos, conexiones y diagramas de programación y organización del proyecto

- ✓ Equipos como PLC, control logix y variador, para ejecución del sistema dentro de la planta.

Figura 54. Sistema de equipos

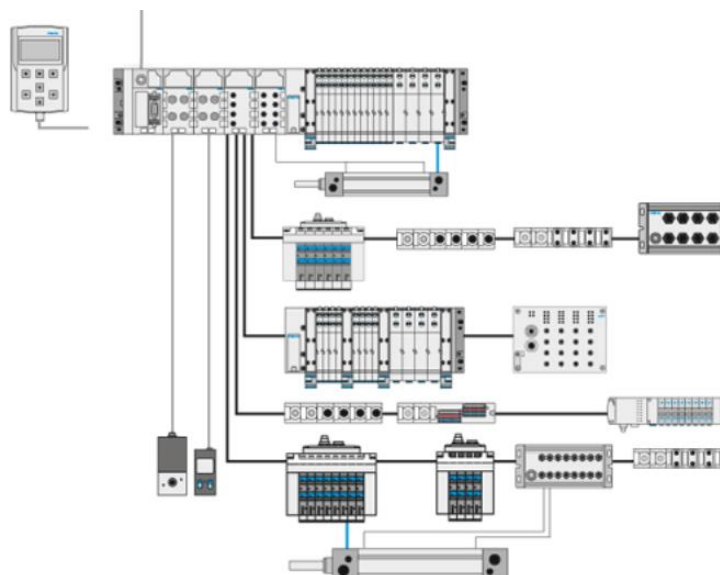
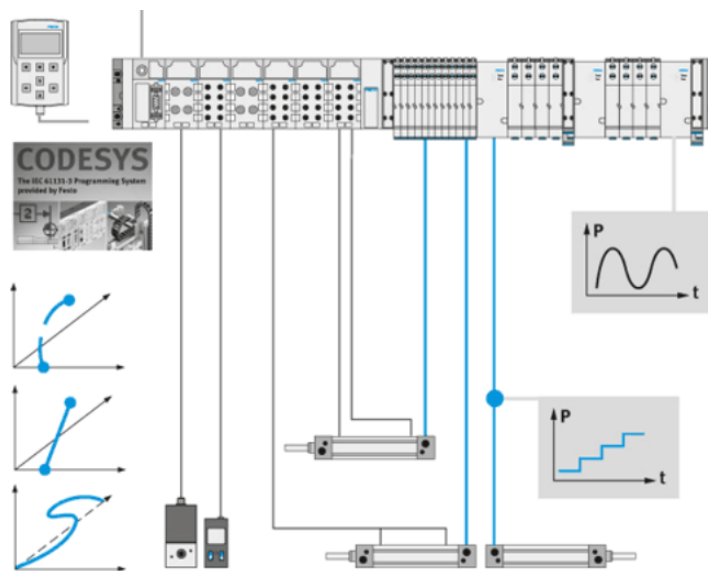


Figura 55. Sistema codesys

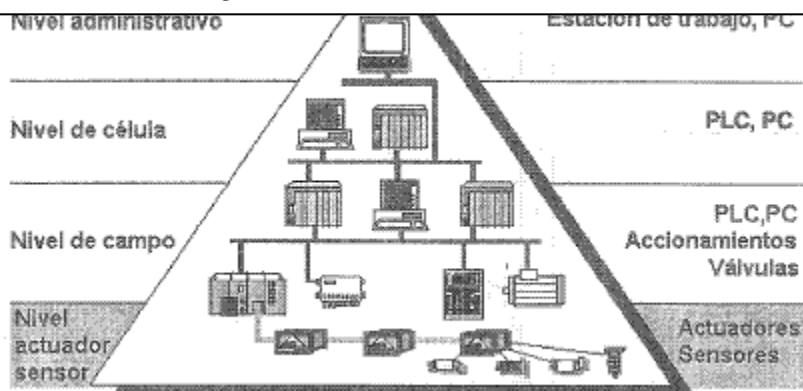
- ✓ Mediante un sistema de control CODESYS



I. Requerimientos de los equipos

1. Nivel actuador-sensor, o de mando y regulación. Integra los equipos situados a pie del proceso. Los aparatos de este nivel consultan a los finales de carrera y emisores de señal del proceso y controlan, siguiendo el programa establecido, los actuadores y señalizadores. A este nivel es donde se produce el control de la secuencia de conexión de los contactores y válvulas, los enclavamientos y las vigilancias para la protección del personal y de las máquinas, así como el registro de los avisos operativos y de perturbación.

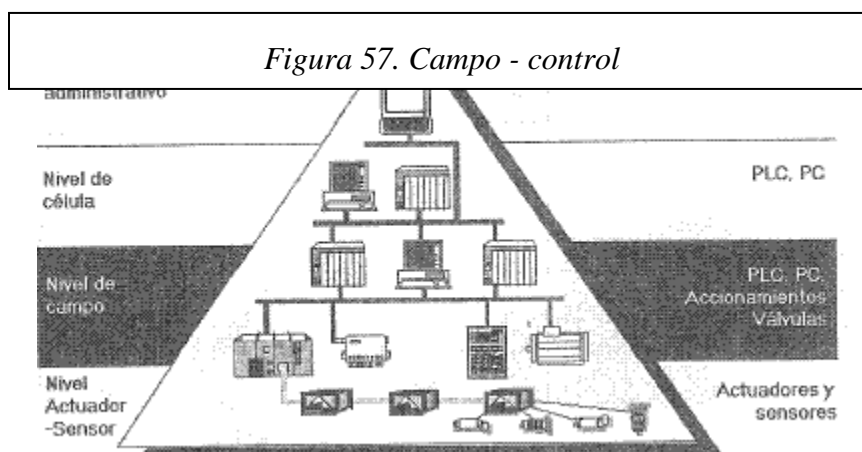
Figura 56. Actuador - sensor



a. Características

- ✓ La tendencia actual sugiere el uso de sensores con capacidad de comunicación para reemplazar las señales de 0/4 a 20 mA.
- ✓ Uso de interfaces RS-485, RS-422, RS-232 y TTY.
- ✓ Estos sensores y equipos periféricos se conectan a un "bus de campo" para llevar información al controlador (ej. PLC).
- ✓ Se caracteriza por procesar la información en forma muy segura, tiempos muy cortos, alto tráfico en el bus y mensajes cortos.
- ✓ La transparencia en el bus para comunicar equipos de diversos fabricantes se asegura adoptando normas estándar de comunicación.
- ✓ Esta nueva serie de "sensores inteligentes" tenía inicialmente un costo elevado comparado con equipos analógicos. Hoy en día, la diferencia de precios no es muy significativa.

2. Nivel de campo o control de grupos de automatización. Contiene PLC que gestionan las áreas del proceso interrelacionadas tecnológicamente (por ejemplo: las líneas de montaje, líneas de transporte, máquinas complejas, etc.). Los datos procedentes de los PLC y equipos de los niveles de automatización superiores se distribuyen, acondicionan y transmiten oportunamente, en función de eventos, a los autómatas del nivel de mando y regulación. Los PLC del nivel de control de grupos recolectan datos y los comprimen para entregarlos a los autómatas y equipos de nivel superior. Así es posible recolectar, por ejemplo, datos para un listado de operación, a fin de registrar dicha información al final de un turno o para entregarlos a los niveles superiores de automatización para su evaluación estadística.

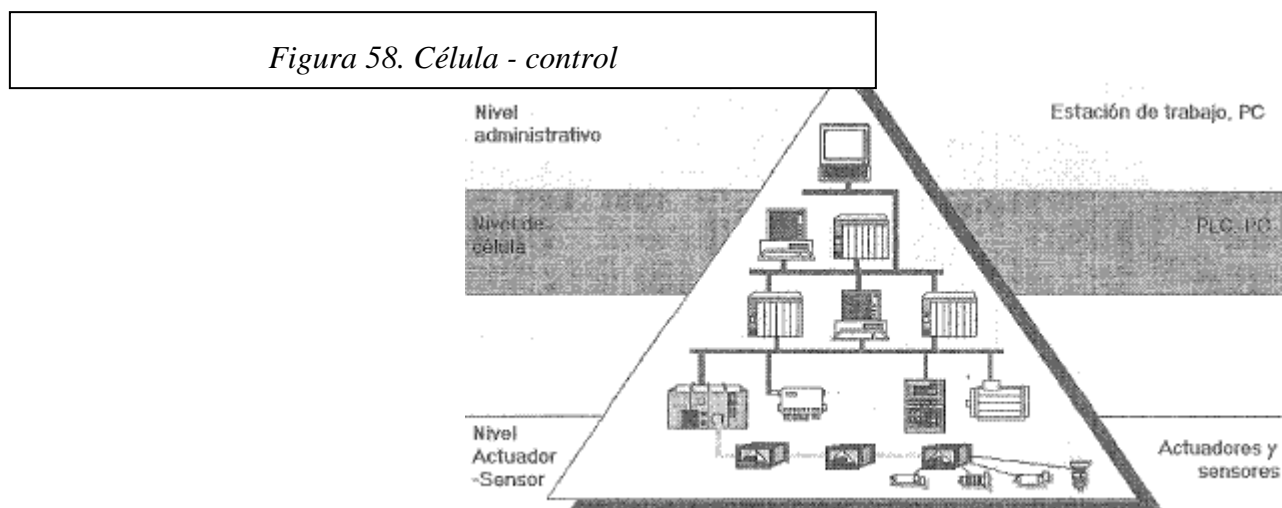


a. Características

- ✓ Existe uno o más controladores principales llamados "máster".
- ✓ El máster regula el intercambio de información del bus de campo y contiene el programa de control de la planta.
- ✓ El máster puede ser un PLC o un computador industrial.
- ✓ El máster debe tener una alta velocidad de procesamiento de información y memoria.
- ✓ Debe contar con interfaces o módulos de comunicación que permita la comunicación con otros equipos o redes industriales de otros fabricantes.
- ✓ Se recomienda tener capacidad "redundante" para los procesos críticos.

3. Nivel de célula o control de la producción y proceso. Se gobierna la totalidad del proceso. En él se recolectan los datos adquiridos en los niveles inferiores, se memorizan y se acondicionan para su procesamiento en las computadoras del nivel de gestión de la empresa.

En este nivel de automatización se visualizan todas las operaciones del proceso y se puede intervenir manualmente en el mismo. Se visualizan, listan y evalúan mensajes de operación y de perturbación.



El intercambio de datos entre los diferentes PLC y equipos de los niveles más bajos de automatización puede hacerse a través de la red local en bus (modbus, profibus, etc.). Ethernet es recomendable en los niveles superiores donde se intercambian grandes cantidades de datos.

Figura 60. Requerimientos para diferentes niveles

	Cantidad de información	Tiempo de respuesta	Frecuencia de transmisión
Nivel administrativo	Mbyte	Minutos a segundos	Días horas
Nivel de célula	Kbyte	100 ms - 1 s	Segundos a minutos
Nivel de campo	Byte	10 ms - 100 ms	Segundos a minutos
Nivel actuador-sensor	Bit	Milisegundos	Milisegundos

5. Características básicas que debe cumplir una red industrial. Una red industrial debe cumplir con las siguientes características básicas:

- ✓ Optimizado - Alternativas de implementación para cada aplicación.
- ✓ Estandarizado - Ethernet, Modbus, Profibus, AS-ínterface,
- ✓ Abierto - Independencia del origen de tecnologías para los clientes.
- ✓ Aceptado - Aplicaciones implementadas y probadas.
- ✓ Orientado al futuro - Innovaciones permanentes y soporte.

V. METODOLOGÍA

A. Implementación de sensores

En el desarrollo de este proyecto se realizó un listado de equipos para la implementación como: sensores de nivel ultrasónicos, electroválvulas, alarmas industriales y una canasta o almacén de productos rechazados, todos estos evaluados por calidad, marca, alcance y disponibilidad para ejercer su trabajo dentro del proyecto.

Se contó con el apoyo del departamento de operación los cuales incluyen trabajadores, operadores, y jefes para poder llevar a cabo este proyecto y obtener resultados que ayudara a la embotelladora a tener un proceso de producción más eficiente

B. Sistema de producción actual

El proceso actual se realiza de la siguiente forma: El producto almacenado es conducido por tuberías hacia la llenadora, donde al momento de que la botella vacía entre en la banda transportadora y se situó por debajo de la llenadora, estas botellas vacías tomaran un lugar en cada una de las boquillas de la llenadora, lo cual por presión mecánica activaran válvulas que abrirán sus compuertas y así mismo, éstas soltaran el líquido en cada uno de los recipientes a llenar, luego cuando el tiempo del temporizador llegue a su fin, y estén llenas las botellas de producto estas pasaran por banda transportadora, al área de sellado con presión, es decir se colocan tapas plásticas a presión por medio de un embolo activado cada vez que encuentre señal en el lugar asignado en dicha zona, más tarde el producto terminado llega al área de etiquetado, codificado y empacado, a punto, de salir al exterior para ser vendido el producto ya terminado por completo.

Para controlar el inventario de productos, no se tiene establecido un procedimiento de control, ya que diariamente la materia prima es ingresada a la planta para poder ser procesada continuamente sin pausas. Con base al proceso del sistema de automatización actual de la planta embotelladora de producto carbonatado, se pudieron notar muchos problemas que probablemente estarían generando pérdidas económicas significativas.

C. Problemas existentes en la plata

Con base en la observación e identificación realizada y recopilación de documentos y archivos, se pudieron caracterizar diferentes problemas que pasan la mayor parte del tiempo desapercibidos, y muchas veces por la costumbre de hacer el mismo proceso durante años, no se detiene a analizar si existen

deficiencias en el proceso realizado, y que por lo tanto puedan significar pérdidas económicas para la empresa.

Algunos de los problemas se listan a continuación:

- Producto con menor nivel del permitido
- Etiquetas mal hechas
- Codificación borrosa
- Taponado torcido
- Empaquetado mal hecho
- Recipientes dañados

Los problemas anteriormente mencionados debido a la falta de tiempo no se pudieron hacer las pruebas de estudio, pero lo que fue la falta de uniformidad se realizó un estudio de implementación de sensores.

Los errores principales se describen de la siguiente forma: El producto de nivel inferior se puede evidenciar debido a la falta de control de calidad, lo cual tiene una gran particularidad al momento de salir al mercado, el producto, las etiquetas mal hechas pueden observarse que en promedio veinticinco botellas de cada lote de mil quinientos etiquetas por rollo vienen mal, o también por falta de pegamento en la etiquetadora no pegan al recipiente y se caen, codificación borrosa debido a la falta de solvente y tinta en las maquinas, taponado torcido por mala posición al inicio cuando se introduce a la máquina, el empaquetado mal hecho debido a la mala posición de las botellas por cada lote de doce unidades, o bien por falta de envoltorio, los recipientes vienen dañados debido al transporte de planta a embotelladora.

D. Sistema a implementar en la planta

El producto almacenado es conducido por tuberías hacia la llenadora, donde al momento de que la botella vacía entre en la banda transportadora y se situó por debajo de la llenadora, estas botellas vacías tomaran un lugar en cada una de las boquillas de la llenadora lo cual mediante presión mecánica activaran las válvulas que automáticamente abrirán y estas ya mencionadas dejaran caer el líquido en cada uno de los recipientes a llenar, luego cuando el tiempo del temporizador llegue a su límite, y las botellas estén llenas de producto estas pasaran por la banda transportadora a la zona de sellado con presión, es decir se colocan tapas plásticas a presión por medio de un embolo activado cada vez que encuentre señal de botella vacía en el lugar asignado, y es donde la implementación de sensores ultrasónicos de contacto entran en acción para tomarse el trabajo de verificar cada uno de los niveles asignados a cada botella, si el nivel de producto es el adecuado, la botella pasara al área de etiquetado, codificado y empacado, a punto de salir al exterior para ser vendido el producto ya terminado por completo; en caso contrario el producto será rechazado.

Para controlar la implementación de sensores ultrasónicos de contacto, se tiene una alarma que alertara cada vez que este sensor tire señal no adecuada para el proceso, es decir cada vez que encuentre una botella en mal estado o bien, líquido no adecuado, este alertará a la electroválvula, la cual será activada para rechazar el producto.

E. Sensores ultrasónicos de contacto y su aplicación en el proyecto

Los sensores ultrasónicos se utilizan para averiguar las distancias a que se encuentran posibles obstáculos y para vigilar un espacio. (Sensores Ultrasonicos, s.f.) . Los sensores ultrasónicos cubren un amplio abanico de situaciones de aplicación de automatización industrial.

Pueden detectar una gran variedad de materiales, no se ven afectados por superficies problemáticas y presentan una gran inmunidad frente a las influencias medioambientales. Sea cual sea su tarea, ya se trate de manipulación de materiales, equipos móviles, alimentación y bebidas, medición de nivel de llenado o detección en entradas y puertas, los sensores ultrasónicos aportan soluciones para los requisitos de aplicación más diversos.

Control de nivel en botellas en máquinas de llenado de bebidas con sensores ultrasónicos de contacto, la detección y el control de botellas en varios puntos de la máquina garantizan el control continuo del nivel adecuado de material. La entrada y salida de botellas en el sistema de llenado se optimiza, y se detectan de forma fiable las botellas que les hace falta líquido en la cadena de la banda transportadora.

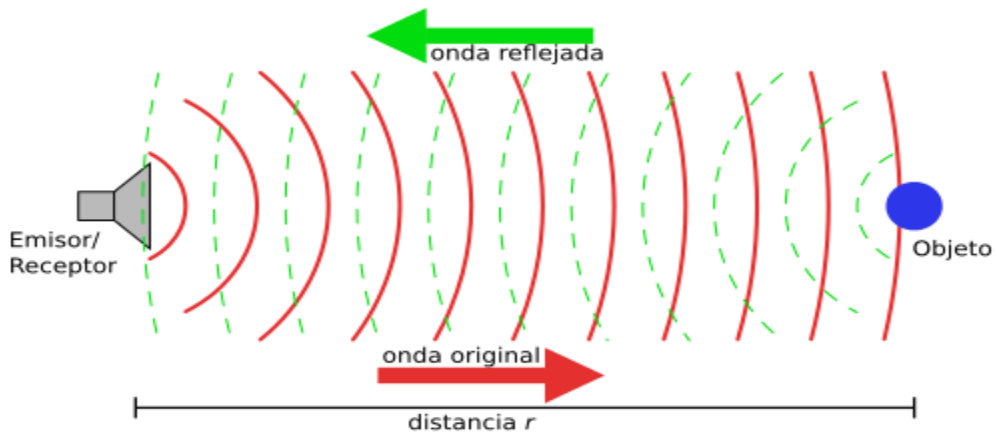
Con los sensores ultrasónicos de contacto la detección fiable de botellas niveladas está garantizada, incluso en las zonas del proceso donde existen congestión en la banda transportadora por algún retraso en un paso de una maquina dentro del proceso productivo de dichas botellas carbonatadas. (Pepperl+Fuchs, s.f.)

F. Procedimiento básico de calibración de los sensores a utilizar

1. Fundamentos. Los sensores emiten un pulso modulado de rayos ultrasónicos que en condiciones normales se mueve a 343 m/s aproximadamente. El pulso al chocar con un objeto rebota y una parte lo hacen hacia el módulo o el objeto, si medimos el tiempo que transcurre entre la emisión del pulso y su retorno podremos calcular con facilidad la distancia a la que se encuentra el objeto. Para esto nos valdremos de un firmware específico que nos informará del tiempo transcurrido entre la emisión de un pulso cuadrado de ultrasónicos y su recepción. Con esta medida de tiempo podremos obtener la distancia con un cálculo computable, que se podrá leer en el “Monitor serial” de un arduino o una tarjeta electrónica adaptable en el sistema electrónico.

Por fórmula del sistema quedaría: $\text{distancia} = 340 * (\text{tiempo} / 2)$.

Figura 61. Onda ultrasónica



2. Montaje.

- ✓ La mayoría de sensores tienen un total de cuatro pines:

VCC conectar al pin de 5V de la placa (positivo).

Trig conectar al pin A0 de la placa.

Echo conectar al pin A1 de la placa.

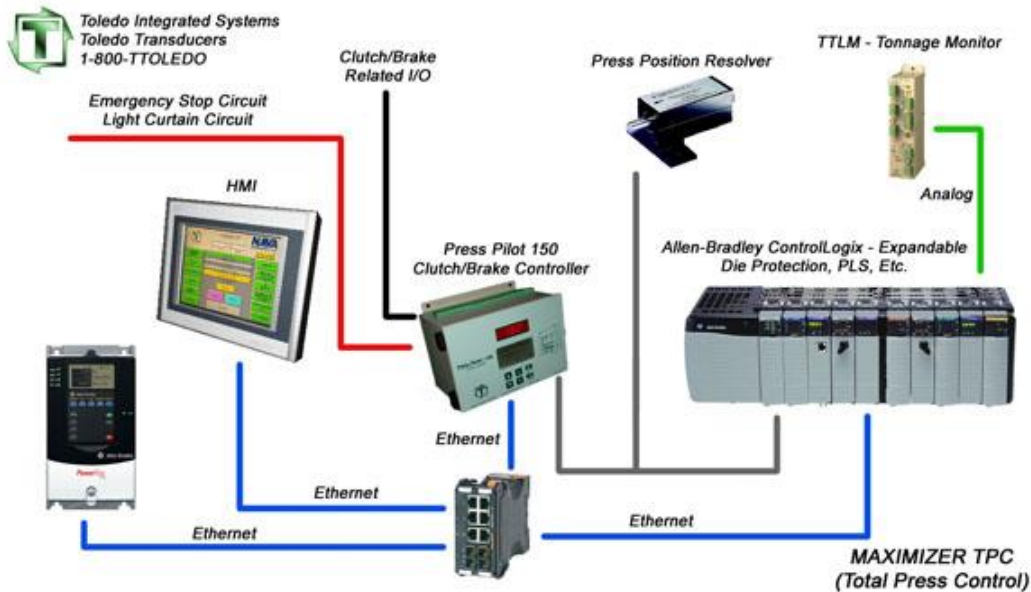
GND

pin

Figura 62. Ejemplificación de montaje

conectar a un de GND de la placa,

(tierra).



Se cargará un programa que manipulara el firmware en el arduino o en la tarjeta electrónica o bien en donde se contenga el programa a ejecutar en el sistema y se abre el monitor serie en la pantalla.

Si se comparan las medidas dadas por el firmware con la distancia medida con una regla o cinta métrica, se verá discrepancias. Esto es porque el módulo no está calibrado, así que precisará de un estudio para la calibración, tan sencillo como comparar las distancias reales con las dadas por el módulo y hacer con ellas una regresión lineal.

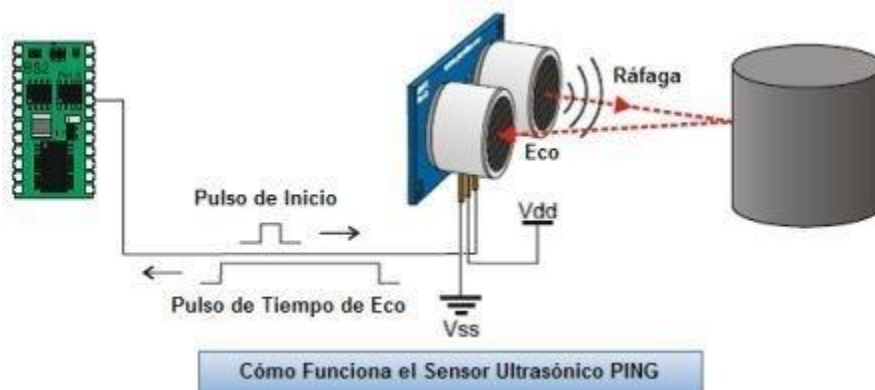
Lo que se pretende con esta regresión lineal es corregir el valor de la medida del módulo por otro que sea más próximo a la realidad. Este primer estudio no considera cambios en la temperatura o en su alrededor. La velocidad del sonido es función de la temperatura, la humedad y la presión local del aire. Para esto sitúe una regla o cinta métrica con el cero bajo la vertical del módulo.

Así podrá situar un objeto a una distancia conocida. Se tomó en cuenta al menos veinte medidas distintas y anote en una hoja de cálculo cada medida real frente a la dada por el programa. Si pinta los pares de puntos en un sistema cartesiano verá que la relación entre la medida de distancia patrón (tomada con la regla o cinta métrica) y la medida dada por el firmware es una función lineal de la siguiente forma: Medida del sonar = medida de la regla o cinta métrica * pendiente que se encuentre + ordenada

El valor de la pendiente de la recta y de la ordenada se obtiene al hacer la regresión lineal entre los pares de datos. En pocas palabras calibrar un sensor, es dar una buena adaptabilidad al sensor como se requiera la ocasión para buen uso beneficioso del producto, ya sea en la línea de producción o bien en algún lugar donde se requiera verificar algún trabajo de control de calidad.

Ej. En la empresa le llaman calibrar sensor a, adaptarlo para la diferente presentación de producto, cada cierta hora que mezclan diferente producto, como jugo, salvavidas, gaseosa o cerveza, todos estos productos con una presentación de envase diferente, pero siempre para el mismo uso del sensor, calibrar es movilizar, estandarizar y adaptar el sensor para la línea de producción.

Figura 63. Ejemplo del mecanismo



3. Elementos reconocidos en el mecanismo del sistema

Figura 64. Ejemplo de los equipos instrumentistas



4. Como está conectada la red Ethernet en una planta de producción. Básicamente así es como funcionan los equipos dentro del sistema Ethernet.

a. Red Industrial Ethernet. Es el medio por el cual es distribuida la señal analógica de un equipo a otro.

b. Control logix. CIP Protocolo de control e información, es un protocolo de mensajes usado por los sistemas Logix5000™. Y controlado mediante software de programación RSLogix 5000.

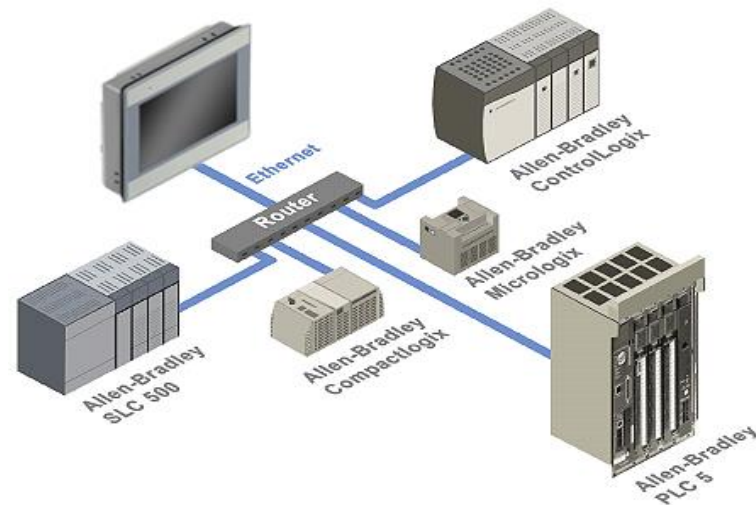
c. Micro logix. Ofrecen las funciones y opciones para manipular un amplio rango de aplicaciones.

d. Compact logix. Proporciona control de aplicación de alcance medio en un entorno. Es la estrecha integración entre el software de programación, el controlador y los módulos de trabajo.

e. PLC's: control lógico programable. Controlador SLC 500: se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones.

f. Pantalla. Es donde se configura el proceso cumpliendo ciertos parámetros para llevar a cabo la ejecución, todo esto por medio de un técnico o personal con manual del equipo.

Figura 65. Red industrial



G. Mantenimiento para el sensor ultrasónico

1. El mantenimiento es una función estratégica, ya que es una pieza clave para:

- ✓ Minimizar el tiempo de inactividad de la planta.
- ✓ Cumplir con las metas de productividad.

- ✓ Minimizar las averías de los equipos
- ✓ Reducir los costos de piezas de recambio.
- ✓ Aumentar el ciclo de vida de los equipos

Es un elemento básico para ser más competitivo aplicando las nuevas tecnologías y substituyendo paulatinamente los convencionales sistemas mantenimiento:

- ✓ El mantenimiento preventivo se realiza de acuerdo a un periodo tiempo u horas de funcionamiento. Por ejemplo, se llevará a cabo un mantenimiento regular cuando una máquina en particular alcanza 5.000 horas de funcionamiento, tomando como referencia las horas del último mantenimiento.

El mantenimiento preventivo típicamente salvaguardará a los equipos con mayor eficiencia y extenderá la vida útil del equipo en comparación con el mantenimiento reactivo, Sin embargo, requiere una mayor planificación, muchas horas en la ejecución del mantenimiento, disminución de horas de producción, elevado coste de piezas de repuesto, por lo cual, el mantenimiento preventivo no es una buena opción en particular para los equipos que operan en el sector de alimento y bebidas un sector donde los costos de producción son vitales para poder seguir siendo competitivo en el mercado.

- ✓ El propósito del mantenimiento predictivo, es predecir una avería antes de que la máquina tenga una parada imprevista. Esta estrategia requiere un control específico y por lo general tendrá un costo inicial más alto debido a la necesidad de añadir sensores inteligentes, software específico y personal especializado.

Los beneficios que se pueden obtener son: la capacidad de evitar tiempos de inactividad innecesarios, mejor cumplimiento de las metas de producción, reducción del tiempo reparación y ejecución del mantenimiento, disminución del consumo de piezas de repuesto y paralelamente también añade mejoras al stock de piezas y producto terminado.

2. Funcionamiento del mantenimiento. El mantenimiento predictivo consiste en la instalación de sensores de última generación llamados sensores inteligentes, y software para el manejo de los datos que los revierten en información, con el objetivo de detectar posibles fallos y defectos de los componentes que conforman la maquinaria, para evitar que estos fallos se manifiesten en una avería durante las fases de preparación, producción o limpieza, evitando que ocasionen paradas y tiempos muertos, que causen un impacto financiero negativo al negocio.

Su misión principal es optimizar la eficiencia y disponibilidad de equipos al mínimo costo con el fin de mejorar los indicadores de productividad como, (OEE= Eficiencia, Disponibilidad, Calidad) y (MTTR= tiempo empleado desde la parada del equipo hasta que el equipo vuelve a funcionar).

Los fabricantes o diseñadores de los equipos son los que tienen el conocimiento del funcionamiento técnico de la maquinaria ya que fueron los que los diseñaron, las construyeron, y cuentan con la experiencia y las más extensas bases de datos para el desarrollo del mejor mantenimiento preventivo. Los propietarios de los equipos, por su lado tienen experiencia de la operación, la interacción entre operadores y máquinas, la calidad, la consistencia de las materias primas, la experiencia en la limpieza y en los cuidados diarios etc. La colaboración entre suministradores de los equipos, productores, y expertos en Mantenimiento Predictivo es fundamental para su correcta implementación.

Pasos para un buen mantenimiento físico y electrónico.

- ✓ Mantener el área limpia
- ✓ Limpiar superficies del sensor con agua, desengrasante, depende de la suciedad que tenga
- ✓ Calibrar, y restaurar
- ✓ Apretar bases
- ✓ Dejar limpia la onda ultrasónica
- ✓ Dejar etiqueta del último mantenimiento
- ✓ El último paso es armar como estaba y probar software.

VI. RESULTADOS

A. Marcas de sensores líderes en instrumentación

Marcas como Siemens líder en maquinaria industrial, Festo líder en maquinaria instrumentista, y Allen Bradley líder en maquinaria digital industrial, cumplen los mejores apegos a las características y funcionalidades que la empresa necesita para la implementación de los sensores ultrasónicos de contacto para verificación del nivel correcto de líquido dentro de sus productos, eh aquí las especificaciones más importantes que poseen:

- ✓ Mayor facilidad de uso

Entre las características de la nueva generación de sensores ultrasónicos que hacen más fácil su uso se incluyen la configuración con botones, la programación con interruptores de interfaz paralela y opciones múltiples de programación.

- ✓ Rango y tamaño.

El tamaño del objeto que se detecta afecta el rango máximo de los sensores ultrasónicos. El dispositivo debe detectar un cierto nivel del líquido para activar su salida.

B. Efectividad de una planta en la vida real

En la mayoría de empresas la eficiencia es alta por su gran prestigio en maquinaria, automatización y persona, la eficiencia promedio que se maneja en empresas grandes a nivel nacional e internacional está relacionado entre un 95% como mínimo y un 99% como máximo, esto se da gracias a la estructura de las plantas con mecanismos, maquinaria y herramientas altamente calificadas en automatización, la mayoría de procesos son automáticos.

C. Representación gráfica de una efectividad grande en empresas grandes.

Esta eficiencia es operada por tres características principales dentro de un proceso en una planta como lo es la disponibilidad, eficiencia y la calidad.

La efectividad se refiere a: (OEE)

Efectividad (Disponibilidad. Eficiencia. % de Calidad.) = ?

Donde E = (90% . 95% . 99%) = 85%

DISPONIBILIDAD

$$\frac{\text{Tiempo de operación.} - \text{Tiempos perdidos y tiempos bajos}}{\text{Tiempo de operación.}} = 90\%$$

DONDE:

Tiempo de operación = 8 horas por turno = 480 min.

Tiempos perdidos por fallas en el equipo.

Tiempos bajos = Tiempos de ajustes y puesta en marcha más tiempos autorizados.

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Velocidad de operación.}}{\text{Velocidad de diseño.}} = \text{Tiempo ciclo.} = 95\%$$

DONDE:

Velocidad de operación = Velocidad real de la línea. (Incluye la operación deficiente del equipo provocada por sensores, foto celdas, sub-ensambles, etc. Así como, baja moral, condiciones contractuales, programación de producción, etc.)

Velocidad del diseño = Velocidad máxima del equipo.

$$\text{PORCENTAJE DE CALIDAD} = \frac{\text{Producción aprobada.}}{\text{Producción total.}} = 99\%$$

DONDE:

Producción aprobada = Total de producción aprobada, no incluye defectos en el proceso, rechazo, defectos de calidad a reparación, etc. Producción total. Producción total programada.

D. Producto disconforme

También merma en producción se puede decir que es toda aquella perdida de material que ocurre en el proceso de fabricación y elaboración del producto en la empresa.

Se describe que actualmente las eficiencias se mantienen en lo más alto posible dentro del rango de 95% como mínimo a un rango máximo de 99% esto hace reflejado que cada vez las mermas son menores, se podría decir que en la empresa actualmente se maneja una merma equivalente al 3% como promedio, y se quiere evidenciar datos posibles de producción y costos para poder reducir tal merma de un 3% a 1% de la siguiente manera:

Se implementaron sensores ultrasónicos de contacto para el control de nivel en el llenado de las bebidas carbonatadas el cual el principal problema era que el producto tenía falta de uniformidad, ya que con dicha implementación se logró aumentar producción en línea y reducir pérdidas significativas dentro de la empresa, todo esto como material disconforme.

E. Muestras de mermas en las empresas embotelladoras

Para saber cuánta merma real existe dentro de la empresa, se necesitan resultados reales, cuantificar pérdida y producción en línea, todo esto ofrece un incentivo invariable que ira en relación con la meta propuesta mensualmente y que con el transcurso de los meses será cada vez más exigente hasta llegar al mínimo porcentaje de mermas que se considera en la empresa. El ejemplo varia en porcentajes menores al 5%.

- ✓ Datos reales de empresas
- ✓ *Coca cola company* reportó que durante el año 2009 cayó en utilidades un 10% menos que el año anterior en cual en cifras reales el 10% equivalió a unos 1400 millones de dólares en Norteamérica
- ✓ Nuevamente *coca cola company* en el 2015 tuvo otra caída la cual significo que fue la peor de su era, el cual cayo considerablemente casi 5% en el tercer trimestre mientas que su utilidad cayó a 1,450 millones de dólares, desde 2, 110 millones en el mismo periodo pasado.
- ✓ Otro dato importante es que la *cervecería centroamericana* está convocada entre 16 empresas, para optar al galardón a la productividad y competitividad Ricardo Castillo Sinibaldi, un premio que es valorado por la eficiencia de la empresa en su productividad manejable a 98% en su maquinaria y automatización, aproximadamente hablando de un 2% de probabilidad de merma en material disconforme.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Análisis comparativo de probabilidades de eficiencias y mermas reales

Los resultados manejan una probabilidad de porcentaje de parámetros que varían entre un mínimo y un máximo aproximado, entre este está el porcentaje de eficiencia que poseen las diferentes empresas grandes, esto basado por la maquinaria e instrumentos que poseen cada una, cabe mencionar que el porcentaje mayor aproximado es del 99% y el mínimo del 95% teniendo así una idea clara de cuál sería la probabilidad manejada en la empresa donde se hará la implementación de sensores ultrasónicos de contacto, así mismo la probabilidad de merma, conocido como producto disconforme que poseen las empresas a lo largo de la producción, este producto merma es manejable en variación a los datos reales entre un porcentaje mínimo del 1% al porcentaje mayor de 5% probabilísticamente, esto representado en utilidades como varios millones de dólares o quetzales perdidos por la tasa de interés de merma.

B. Análisis comparativo entre los sensores mejor utilizados y mayormente adaptables al proceso

La comparación entre las tres mejores marcas que son festo, Allen Bradley y Siemens nos da la pauta que sus sensores ultrasónicos tienen la misma funcionalidad, características y diseños, pero la marca con la que mejor trabaja la empresa, es festo, por ser un líder mundial en equipos instrumentistas y por la calidad que se maneja, además de que la empresa trabaja con esta marca los distintos tipos de variadores, medidores, y válvulas, por las que tiene mayor adaptabilidad en los procesos.

- ✓ Electrónica. PNP, NPN
- ✓ Reed
- ✓ Neumática.
- ✓ Configurable
- ✓ Conexión eléctrica M8, M12, final del cable abierto
- ✓ Soluciones sectoriales como ATEX y certificación ATEX, campo de soldadura, 230V,
- ✓ Adaptables a los demás componentes de la misma marca dentro de la empresa
- ✓ Opcionalmente, con resistencia a la corrosión y a los ácidos
- ✓ Tensión: 5 ... 30 V DC
- ✓ Longitud del cable: 0,1 ... 30 m
- ✓ Conector tipo clavija: M8, M12
- ✓ Sistema eléctrico

VIII. CONCLUSIONES

- Conociendo el proceso actual del sistema de embotellamiento de bebidas carbonatadas dentro de la empresa, se implementaron sensores ultrasónicos de contacto con el propósito de llevar un mejor control en el llenado del envase.
- Con la implementación de sensores ultrasónicos de contacto para el control de nivel en las bebidas carbonatadas, aumento de un 93% a un 96.5% de eficiencia en el llenado exacto de envases en la línea producción.
- Una herramienta muy útil para satisfacer la demanda del producto, es implementar un control de calidad en el llenado de nivel del envase, con sensores ultrasónicos de contacto, dando así una mayor efectividad y un menor producto disconforme.
- Con la implementación del sensor ultrasónico de contacto se obtuvieron resultados significativos para la empresa, las cuales son la disminución de un 5% en pérdidas antes de la implementación a una pérdida final del 2% del producto rechazado después de la implementación.

IX. RECOMENDACIONES

- Que todos los operadores que tienen relación con las líneas de producción de llenado de bebidas carbonatadas, puedan tener acceso a la capacitación para el funcionamiento correcto de los sistemas nuevos implementados.

- Se recomienda utilizar el sensor ultrasónico de contacto marca festo por sus características y por sus funciones dado que ésta se adecua perfectamente a esta línea de producción.

- Se recomienda darle el mantenimiento adecuado al sensor ultrasónico de contacto para un mejor aprovechamiento del mismo.

- Se recomienda la implementación de sensores en todas las líneas de producción en la planta para mayor efectividad en sus procesos y mejor control en sus productos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Diseño de sistemas electricos. (s.f.). *Sistema electrico*. Obtenido de <https://www.3ds.com/es/industrias/maquinaria-industrial/procesos-industriales/sistemas-electricos/>
- FESTO. (s.f.). *Electrovalvulas*. Obtenido de festo.com
- KEYENCE. (s.f.). *Fundamentos del sensor*. Obtenido de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
- OMEGA. (s.f.). *la fuente para medicion y control de procesos*. OMEGA°. Obtenido de <http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
- Pepperl+Fuchs. (s.f.). *Los sensores ultrasónicos*. Obtenido de <https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/24854.htm>
- PROLEIT GROUP. (s.f.). *Automatizacion en una planta de alimentos*. Obtenido de <https://www.proleit.es/sectores/bebidas.html>
- SISCODE (Diciembre del 2015). (s.f.). *Sensores de nivel*. Obtenido de <http://siscode.com/>
- USMP.EDU.PE. (s.f.). *Sensores*. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info67/sensores.pdf>

XI. GLOSARIO

Automatización	Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.
Bebidas carbonatadas	Sustancia líquida que se bebe, en especial la elaborada o la compuesta de varios ingredientes, especialmente carbonatados.
Controlar	Dirigir o dominar a una persona o una cosa.
Implementación	Poner en funcionamiento o llevar a cabo una cosa determinada.
Producto	Cosa producida natural o artificialmente, o resultado de un trabajo u operación.
Proyecto	Idea de una cosa que se piensa hacer y para la cual se establece un modo determinado y un conjunto de medios necesarios.
Sensores ultrasónicos de contacto	Miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas.
Temporizador	Es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo.
Grados baumé	Es una escala usada en la medida de las concentraciones de ciertas soluciones, originalmente, la escala se basa en la salinidad del agua y la salmuera.
Brix	Son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente)