



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Industrial

Implementación de instalaciones prácticas para aprendizaje de instrumentación electrónica

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA

Autor:	Sergio Hidalgo Martínez
Director:	Francisco José Ortiz Zaragoza
Codirector:	Manuel Jiménez Buendía



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutor del proyecto Francisco José Ortiz Zaragoza y al codirector Manuel Jiménez Buendía por darme la oportunidad de realizar este proyecto y por toda la ayuda y confianza que me han dado. A José Alfonso Vera Repullo por su implicación en el montaje de las maquetas.

A la empresa TCA por los sensores adquiridos y en concreto, a Marta Torres Jiménez por sus recomendaciones y consejos como profesional en la sensorica de la industria.

A mi familia, sobre todo a mis padres y abuelos, gracias por vuestro constante sacrificio, vuestro apoyo incondicional que siempre me habéis dado y vuestra absoluta apuesta por mi futuro. Soy quien soy gracias a vosotros.

A mi pareja, gracias por estar siempre a mi lado e impulsarme a ser mejor cada día, por ser mi compañera de aventuras y por tu optimismo que me saca una sonrisa todos los días.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros de carrera que han estado conmigo en las buenas y sobre todo en las malas. Por los recuerdos que nos unirán para siempre, aunque el tiempo o las circunstancias a veces nos separen.

Índice general

Índice de figuras.....	III
Resumen.....	VI
Abstract.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción.....	2
1.3. Objetivos.....	2
2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES.....	3
2.1. Tipos de procesos.....	3
2.1.1. Procesos continuos.....	4
2.1.2. Procesos discretos.....	6
2.2. Procesos discretos aplicables al laboratorio.....	8
2.2.1. Buffer Station.....	8
2.2.2. Distribuidor selectivo de piezas.....	11
2.2.3. Etiquetado y control de calidad.....	12
3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES.....	14
3.1. Selección de fotocélula para detección de objetos opacos.....	15
3.2. Selección de fotocélula para detección de objetos opacos y transparentes.....	19
4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS.....	22
4.1. Material utilizado.....	22
4.1.1. Práctica de sensores fotoeléctricos.....	22
4.1.2. Práctica de detección de etiquetado.....	24
4.1.2. Práctica de sensor de visión inteligente.....	25
4.2. Revisión de hojas de datos.....	26
4.2.1. Práctica de sensores fotoeléctricos.....	26
4.2.2. Práctica de detección de etiquetado.....	29
4.2.3. Práctica de sensor de visión inteligente.....	31
4.3. Puesta en funcionamiento: montaje, conexionado y ajuste.....	32
4.3.1. Práctica de sensores fotoeléctricos.....	32
4.3.2. Práctica de detección de etiquetado.....	41
4.3.3. Práctica de sensor de visión inteligente.....	45

5. CONCLUSIONES	51
6. HOJAS DE DATOS E INSTRUCCIONES DE SERVICIO	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	54
Anexo I. Presupuesto	55
Anexo II. Práctica de sensores fotoeléctricos	56
Anexo III. Práctica de detección de etiquetado	57
Anexo IV. Práctica de sensor de visión inteligente	58

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de bloques para control de procesos continuos realimentados.....	4
Figura 2. Sistema de protección y monitoreo de agua potable.....	5
Figura 3. Diagrama de conexiones de proceso continuo.....	5
Figura 4. Recuento de productos a la entrada.....	6
Figura 5. Presencia en pinzas de un robot.....	6
Figura 6. Comprobación de etiquetas.....	6
Figura 7. Rotura de láminas transparentes.....	6
Figura 8. Control de seguridad en medicamentos con sensor de brillo.....	7
Figura 9. Comprobación de calidad de tapones con sensor de visión 2D.....	7
Figura 10. Inspección de pines con sensor de visión 3D.....	7
Figura 11. Inspección de superficies con sensor de color.....	7
Figura 12. Clasificación de tapones con sensor de color.....	7
Figura 13. Factory IO - Escena de Buffer Station.....	8
Figura 14. Entradas de Buffer Station.....	8
Figura 15. Actuadores de Buffer Station.....	8
Figura 16. GRAFCET de Buffer Station.....	9
Figura 17. Factory IO - Ejecución de Buffer Station + HMI.....	9
Figura 18. Supresora de fondo en Buffer Station.....	10
Figura 19. Ultrasonidos en Buffer Station.....	10
Figura 20. Distribuidor selectivo de piezas.....	11
Figura 21. Diagrama de conexión de PLC de distribuidor selectivo.....	11
Figura 22. Detección de etiquetas.....	12
Figura 23. Aplicaciones del sensor de color y contraste en etiquetado.....	12
Figura 24. Verificaciones en un control de calidad de etiquetado.....	13
Figura 25. Control de calidad de etiquetado.....	13
Figura 26. Sensores implicados en distribuidor selectivo de piezas.....	14
Figura 27. Recomendación de montaje de varias fotocélulas de barrera.....	15
Figura 28. Selección de principio del sensor.....	16
Figura 29. Selección de tipo de luz.....	16
Figura 30. Selección de salida conmutada.....	16
Figura 31. Selección de modo de conmutación.....	16
Figura 32. Selección de ajuste.....	17
Figura 33. Selección de grado de protección.....	17
Figura 34. Selección de material de carcasa.....	17
Figura 35. Selección de formato.....	17
Figura 36. Selección de tipo de conexión.....	17
Figura 37. Resultados de selección de fotocélulas para detección de objetos opacos....	18
Figura 38. Comparación de resultados obtenidos.....	18
Figura 39. Selección de principio del sensor (obj. trans).....	19
Figura 40. Selección de tipo de luz (obj. trans).....	19
Figura 41. Selección de aplicación especial (obj. trans).....	19
Figura 42. Selección de salida conmutada (obj. trans).....	20
Figura 43. Selección de tipo de ajuste (obj. trans).....	20
Figura 44. Selección de modo de conmutación (obj. trans).....	20
Figura 45. Selección de grado de protección (obj. trans).....	20
Figura 46. Selección de tipo de conexión (obj. trans).....	21
Figura 47. Selección de material de la carcasa (obj.trans).....	21

Figura 48. Resultados de selección de fotocélulas para obj. transparentes y opacos	21
Figura 49. Inventario de sensores disponibles	22
Figura 50. Inventario de conectores disponibles	22
Figura 51. Tablero	22
Figura 52. Fotocélula directa supresora de fondo.....	23
Figura 53. Fotocélula directa energética.....	23
Figura 54. Fotocélula de barrera emisor-receptor	23
Figura 56. Fotocélula de espejo/reflexiva + Reflector 1	23
Figura 55. Sensor de ultrasonidos 4-20 mA	23
Figura 57. Fotocélula de espejo/reflexiva (objetos transparentes) + Reflector 2	23
Figura 58. Conector M12	23
Figura 59. Conector M8	23
Figura 60. Sensor de horquilla óptico.....	24
Figura 61. Sensor de horquilla de ultrasonidos	24
Figura 62. Rollo de etiquetas opacas	24
Figura 63. Rollo de etiquetas transparentes.....	24
Figura 64. Sensor de color y contraste	24
Figura 65. Objetos para aplicaciones.....	25
Figura 66. Sensor de visión SMART VS	25
Figura 67. Conector M12 de 17 pines	25
Figura 68. Cable de red Ethernet	25
Figura 69. Fuente de alimentación AC/DC de 24 V	26
Figura 70. Datos de distancias en la hoja de datos	26
Figura 71. Diagrama del rango de sensibilidad	27
Figura 72. Curva característica.....	27
Figura 73. Modos de conmutación de fotocélulas	27
Figura 74. Ajuste por potenciómetro	28
Figura 75. Tipo de ajuste de fotocélula de espejo para objetos transparentes.....	28
Figura 76. Figura 28. Tipo de ajuste de fotocélula de barrera emisor-receptor	28
Figura 77. Objeto mínimo detectable de los sensores de horquilla	29
Figura 78. Ajuste y aprendizaje de los sensores de horquilla.....	29
Figura 79. Modo de conmutación de los sensores de horquilla.....	29
Figura 80. Salida conmutada de los sensores de horquilla	29
Figura 81. Grado de protección de los sensores de horquilla.....	29
Figura 82. Tiempo de respuesta de sensor de horquilla óptico	29
Figura 83. Tiempo de respuesta del sensor de horquilla de ultrasonidos	29
Figura 84. Fuente de luz del sensor de color y contraste.....	30
Figura 85. Alcance de detección del sensor de color y contraste	30
Figura 86. Métodos de aprendizaje de sensor de color y contraste	30
Figura 87. Modo de conmutación del sensor de color y contraste	30
Figura 88. Salida conmutada del sensor de color y contraste.....	30
Figura 89. Grado de protección del sensor de color y contraste.....	30
Figura 90. Aplicaciones de SMART VS	31
Figura 91. Alimentación de cámara inteligente	31
Figura 92. Tipo de salida de cámara inteligente	31
Figura 93. Distancia de funcionamiento de cámara inteligente.....	31
Figura 94. Manejo máximo de imágenes de cámara inteligente	31
Figura 95. Montaje final del tablero con fotocélulas y ultrasonidos	32
Figura 96. Caja de conexiones.....	32
Figura 97. Esquema de conexión de fotocélula directa energética.....	33

Figura 98. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula directa energética.	33
Figura 99. Modo de conmutación de fotocélula directa energética.....	34
Figura 100. Funcionamiento de fotocélula directa energética en claro.	34
Figura 101. Esquema de conexión de fotocélula directa supresora de fondo.....	35
Figura 102. Curva característica/rango de sensibilidad de supresora de fondo.....	35
Figura 103. Esquema de conexión de fotocélula de espejo/reflexiva.....	36
Figura 104. Curva característica/rango de sensibilidad fotocélula de espejo/reflexiva .	36
Figura 105. Funcionamiento de fotocélula de espejo/reflexiva en claro.....	36
Figura 106. Esquema de conexión de fotocélula reflexiva para objetos transparentes ..	37
Figura 107. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula reflexiva para objetos transparentes	37
Figura 108. Tabla para el ajuste de fotocélula reflexiva para objetos transparentes	37
Figura 109. Funcionamiento de fotocélula reflexiva para objetos transparentes.	38
Figura 110. Esquema de conexión de fotocélula de barrera emisor-receptor	38
Figura 111. Recomendación de montaje de varias fotocélulas de barrera	38
Figura 112. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula de barrera	39
Figura 113. Funcionamiento de fotocélula de barrera emisor-receptor.....	39
Figura 114. Esquema de conexión de sensor de ultrasonidos	40
Figura 115. Área de registro del sensor de ultrasonidos.....	40
Figura 116. Ajuste 4-20 mA	40
Figura 117. Esquema de conexión de sensor de horquilla óptico	41
Figura 118. Funcionamiento de sensor de horquilla óptico.....	42
Figura 119. Sensor de horquilla óptico con etiquetas transparentes	42
Figura 120. Esquema de conexión de sensor de horquilla de ultrasonidos	43
Figura 121. Funcionamiento de sensor de horquilla de ultrasonidos con etiquetas transparentes	43
Figura 122. Sensor de horquilla de ultrasonidos con etiquetas opacas	43
Figura 123. Esquema de conexión de sensor de color y contraste	44
Figura 124. Funcionamiento de sensor de contraste con máculas de etiquetas.....	44
Figura 125. Conexión de cámara inteligente	45
Figura 126. Ejemplo de conexión de cámara inteligente.....	45
Figura 127. Configuración de IP de la cámara inteligente	46
Figura 128. Instalación provisional de sensor de visión en cinta transportadora	46
Figura 129. Pantalla inicial de la interfaz web	47
Figura 130. Botones de la interfaz web	47
Figura 131. Creación de nuevo trabajo.....	47
Figura 132. Configuración de imagen	48
Figura 133. Enseñar casos buenos/malos	48
Figura 134. Casos buenos/malos de roscado y presencia de tapón	49
Figura 135. Análisis de resultados.....	49
Figura 136. Aplicación de orientación de etiqueta	50
Figura 137. Casos buenos/malos de orientación de etiqueta	50
Figura 138. Aplicación de presencia de tapón.....	50
Figura 139. Casos buenos/malos de presencia de tapón.....	50
Figura 140. Presupuesto de material utilizado.....	55

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo la puesta en marcha de distintas instalaciones prácticas basadas en modernos sensores que han sido proporcionados por el laboratorio de Instrumentación Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena, con el fin de que los estudiantes experimenten y aprendan bajo condiciones reales cómo se utilizan los sensores en procesos industriales discretos.

Cada instalación práctica se acompaña de su respectivo manual que contiene los conceptos teóricos de cada sensor, sus aplicaciones en la industria, el trabajo previo que el estudiante debe completar antes de realizar la práctica, diagrama de conexionado, ajuste y calibración, funcionamiento y por último, una serie de preguntas a modo de evaluación que el alumno deberá completar y entregar tras la realización de la práctica según indique el profesor responsable.

Abstract

The objective of this project is to set up different practical installations based on modern sensors that have been provided by the Electronic Instrumentation Laboratory of the Polytechnic University of Cartagena, so that students can experiment and learn under real conditions how sensors are used in discrete industrial processes.

Each practical installation is accompanied by its respective manual that contains the theoretical concepts of each sensor, its applications in the industry, the previous work that the student must complete before carrying out the practice, connection diagram, adjustment and calibration, performance and finally, a series of questions as an evaluation that the student must complete and submit after completing the practice as indicated by the responsible teacher.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se enmarca en el ámbito de la Instrumentación Electrónica. La Instrumentación, por definición general, es una rama científico-técnica que tiene como objetivo mejorar la capacidad de percepción de la realidad a través de determinadas técnicas y procesos. Para esto, es necesario extraer información del entorno o sistema mediante la identificación y cuantificación de todas sus variables importantes.

1.1. Antecedentes

Resulta complicado asegurar cuál fue el primer sistema de instrumentación por el debate de si uno u otro debería considerarse como tal, pero lo que sí se puede asegurar es que el deseo de mejorar la capacidad de percepción es tan antiguo como el ser humano, como ejemplo está la brújula, un sistema magnético de detección que tiene sus primeras citas fiables en el siglo XII.

Durante los inicios de la Primera Revolución Industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII, los procesos industriales eran simples, por lo que se controlaban manualmente utilizando instrumentos como manómetros, termómetros o válvulas manuales. Esto comenzó a modernizarse a principios del siglo XX, cuando aparecieron los primeros dispositivos electrónicos que permitieron mejorar los antiguos sistemas de instrumentación y así nació la rama de la Instrumentación Electrónica.

Así, los procesos industriales han ido aumentando progresivamente su complejidad y, por ende, su necesaria automatización. Esto supuso un cambio tanto en la calidad como en el rendimiento, ya que se hizo posible la fabricación de productos más complejos y los trabajadores ya no tenían una actuación física tan directa con el proceso, permitiéndoles pasar a la supervisión y vigilancia de los procesos.

Gracias a las continuas mejoras de la Instrumentación, tanto electrónica como industrial, hoy en día, los sistemas instrumentales se encuentran de forma masiva en multitud de campos, tanto industriales (control y automatización de procesos) como no industriales (electrónica de consumo, Internet de las Cosas, wearables, etc.), donde siempre hace falta captar la información del entorno y convertirla en magnitud eléctrica para poder realizar una actuación sobre el mismo en consecuencia.[1]

En lo que a este proyecto respecta, actualmente en el laboratorio de Instrumentación Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena ya existen maquetas de instrumentación electrónica y automatización, sin embargo, mediante este proyecto se plantea ampliar el repertorio de prácticas y mejorar algunas existentes con sensores más modernos.

1. INTRODUCCIÓN

1.2. Descripción

La idea principal del proyecto es realizar el diseño y la implementación de distintas prácticas orientadas al aprendizaje del alumnado en la asignatura de Instrumentación Electrónica utilizando sensores de fabricantes como SICK y DATALOGIC, que han sido comprados a la empresa TCA Automation. Además, se realizará una revisión de procesos discretos en la industria que puedan ser aplicables al laboratorio. En base a estos procesos, se realizará y se justificará una selección real de todos los sensores implicados para distintos materiales.

Después, se especificará todo el material utilizado y se realizará una revisión de todas las hojas de datos de los sensores, que se centrará en las características más relevantes para el siguiente apartado: la puesta en funcionamiento, donde se incluirá el conexionado, ajuste, montaje, recomendaciones y una prueba de funcionamiento de todos los sensores.

Finalmente, se añadirá una conclusión del proyecto realizado, los enlaces a hojas de datos e instrucciones de servicio de todos los sensores que se han utilizado en el proyecto y, por último, en los anexos se añadirá el presupuesto y los manuales realizados de cada práctica, que incluirán todo lo necesario para su correcta comprensión y realización, incluyendo un apartado teórico de conocimientos previos, un trabajo previo que el alumno debe completar antes de la práctica y la propia realización con la prueba de los sensores, que incluirá preguntas a modo de comprensión por parte del estudiante que realice la práctica.

1.3. Objetivos

- Conocer los distintos tipos de sensores proporcionados y sus clasificaciones.
- Buscar procesos industriales discretos que sean aplicables al laboratorio.
- Seleccionar correctamente los sensores según la aplicación del proceso.
- Manejo de hojas técnicas y guías para el usuario.
- Diseño de maquetas sencillas para la realización de prácticas.
- Implementación de las maquetas, ajuste y conexionado.
- Realización de manuales para cada maqueta.

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

La instrumentación electrónica es una parte fundamental en los procesos industriales, ya que permiten captar la información del entorno y convertirla en magnitud o señal eléctrica para así monitorear y controlar las distintas variables presentes en los sistemas de control y automatización de procesos de todo tipo.

En numerosos procesos industriales, se requieren de máquinas o plantas productivas que son controladas mediante algoritmos implementados en un controlador lógico programable (PLC) o autómatas programables.

Las principales razones para la apuesta por el autómatas programables son:

- Programación sencilla mediante lógica de control en diagrama escalera.
- Su programación puede ser modificada ante nuevos requerimientos.
- Son rápidos y seguros.
- Admite entradas tanto discretas (por ejemplo, una fotocélula) como continuas (por ejemplo, un encoder incremental).
- Las salidas para los actuadores pueden ser mediante relés o transistores (NPN o PNP) y son ampliables mediante módulos.

Además, permite a los operarios o supervisores coordinar y controlar en tiempo real los procesos mediante interfaces hombre-máquina (HMI) o sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), por lo que las complejas variables de los procesos se traducen en información útil y procesable.

Por lo tanto, hoy en día es importante y necesario que el personal técnico de automatización industrial conozca la rama de instrumentación para poder identificar las tecnologías utilizadas en sus procesos e intentar desarrollar nuevas propuestas que reemplacen a las actuales.

2.1. Tipos de procesos

En los procesos industriales se exige el control de la fabricación de todos los productos. Los procesos pueden ser muy variados según el tipo de producto o industria, pero siempre será necesario monitorizar sus variables importantes para tener un control sobre ellas.

Las industrias relacionadas con la automatización son básicamente la industria de procesos y la industria manufacturera, en cada una se emplean procesos distintos que se caracterizan por ser discretos o continuos.

Este proyecto se enfoca para ser aplicado a procesos discretos, aun así, con el fin de tener una visión global para saber las diferencias entre ambos tipos de procesos, se hará una breve explicación de procesos continuos con ejemplos.

2.1.1. Procesos continuos

Los procesos continuos se determinan por su constante fabricación en el tiempo, cuya materia prima fluye continuamente hasta alcanzar el producto final. Al contrario que en los procesos discretos, los procesos continuos no se pueden detener cómodamente sin consecuencias negativas (tanto de seguridad como económicas). Únicamente son detenidos para mantenimiento en fechas programadas.

Estos procesos son típicos en la industria química, farmacéutica, cosmética, alimentación, pinturas, generación eléctrica, etc.

Los procesos continuos suelen manejar variables continuas y graduales, como pueden ser la temperatura, flujo, presión o nivel. Cada magnitud se obtiene mediante su respectivo instrumento de medición en contacto con el fluido o variable, como placas de orificio o termopares, y esta magnitud, es captada y transmitida por un transmisor en formato de salida analógica, normalmente 4-20 mA.

Los procesos continuos requieren de tres partes: la entrada de variables, el algoritmo de control y la salida de señales a través de actuadores, con el fin de modificar la salida del sistema y corregir las variables controladas.

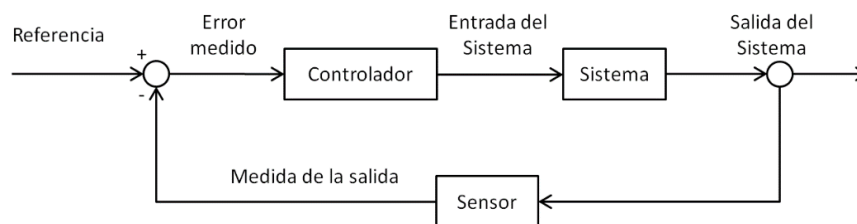


Figura 1. Diagrama de bloques para control de procesos continuos realimentados

El control de los procesos industriales se lleva a cabo mediante la realimentación en lazo cerrado, donde las señales de mando son generadas por el sistema/algoritmo de control. Estas señales se dan en función del error o diferencia entre la consigna y la señal medida a la salida. En la acción de control influyen diversos factores como:

- Instrumentación electrónica para monitorización y control de procesos (sensores, actuadores, dispositivos electrónicos)
- Elementos básicos de control, reguladores PD, PI, PID...
- Diversas arquitecturas de control (centralizado, distribuido)
- Estructuras de control (feedback, feedforward, cascada, etc.)

Normalmente, estos procesos continuos se automatizan con ordenadores industriales, PLCs de alta capacidad, sistemas de control distribuido (DCS) o sistemas de supervisión SCADA.

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Un ejemplo de aplicación de un proceso continuo puede ser este sistema de protección y monitoreo de agua potable, extraído de un artículo de la revista científica “Elsevier” [2].

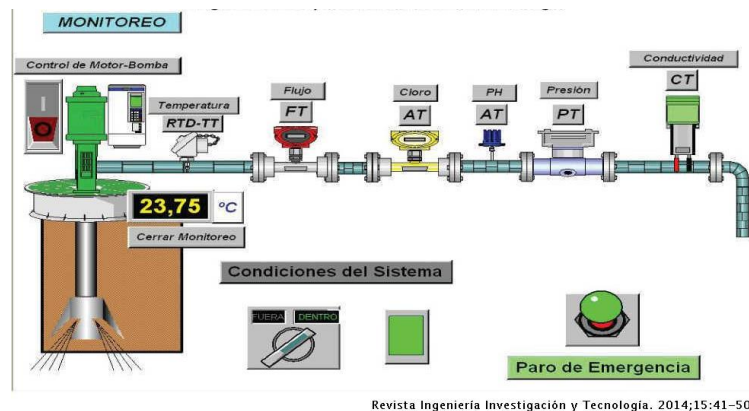


Figura 2. Sistema de protección y monitoreo de agua potable

Este proceso mostrado en la interfaz gráfica únicamente tiene como entrada física el pulsador de emergencia, el resto de las variables de entrada son instrumentos de medición analógicos 4-20 mA:

- Transmisor de temperatura (TT), mediante una RTD - Pt100.
- Transmisor de caudal (FT), mediante un caudalímetro magnético.
- Transmisor analítico (AT) de cloro, mediante una célula amperométrica.
- Transmisor analítico (AT) de pH, mediante una membrana de vidrio.
- Transmisor de presión (PT), mediante un fuelle – LVDT.
- Transmisor de conductividad, mediante electrodos de titanio en contacto.

Las salidas del sistema van conectadas al controlador de velocidad, siendo una analógica 4-20 mA y otra discreta para el arranque/paro.

La Figura 3. Diagrama de conexiones de proceso continuo muestra la interconexión de todos los instrumentos de medición con el PLC, la interfaz gráfica HMI, el controlador de velocidad y finalmente el actuador Motor-Bomba:

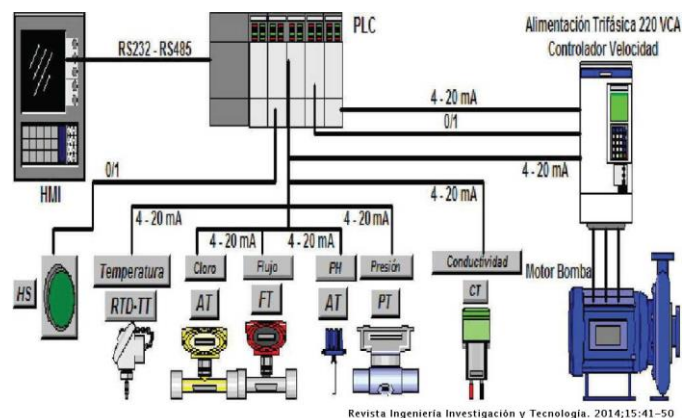


Figura 3. Diagrama de conexiones de proceso continuo

2.1.2. Procesos discretos

En los procesos discretos se parte de una materia prima ya transformada y se van ensamblando los componentes hasta obtener el producto final. Suelen establecerse dentro de una secuencia de tiempo que puede ser acelerada, frenada o parada, sin tener grandes consecuencias negativas.

Estos procesos suelen ser cortos y la repetitividad, productividad y calidad deben estar aseguradas. Son muy comunes en la industria manufacturera: automoción, aeronáutica, máquinas herramienta, electrónica, muebles, textiles...

Se denominan discretos porque manejan variables digitales “todo” o “nada”, por lo que se toman en instantes puntuales cada cierto tiempo o evento. Aunque ciertamente, también pueden encontrarse variables analógicas, pero las digitales representan un porcentaje mucho más alto en comparación.

En la gran mayoría de casos, los procesos discretos se controlan mediante autómatas programables y pantallas HMI, ya que, además de sus ventajas comentadas anteriormente, los sensores pueden ser alimentados a +24 VDC junto al autómata. Las salidas del autómata pueden ir a accionamientos como variadores, servos, servomotores, motores lineales, robots industriales, etc.

Los sensores utilizados más comúnmente en la industria para detección son los fotoeléctricos (fotocélulas) por su versatilidad y fácil instalación. Aunque dependiendo de la aplicación y su entorno, también se pueden encontrar de proximidad (inductivos, capacitivos, magnéticos) para menor alcance, o de fibra óptica para espacios reducidos u objetos pequeños. En las figuras 4-7 se muestran algunas aplicaciones para distintos procesos con sensores SICK. [3]



Figura 4. Recuento de productos a la entrada



Figura 6. Comprobación de etiquetas



Figura 7. Rotura de láminas transparentes



Figura 5. Presencia en pinzas de un robot

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Por otro lado, en todos los procesos es imprescindible el control de calidad, ya sea de dimensión, temperatura, presión, nivel de llenado, distancia, velocidad, concentración, caudal...

A continuación, se muestran varias aplicaciones de control de calidad con algunos sensores que se van a tratar en este proyecto del fabricante SICK [4]. Más adelante, en el apartado 2.2.3. Etiquetado y control de calidad se verán más aplicaciones.



Figura 11. Inspección de superficies con sensor de color



Figura 12. Clasificación de tapones con sensor de color

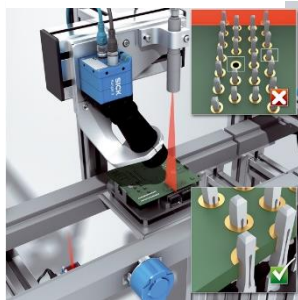


Figura 10. Inspección de pines con sensor de visión 3D



Figura 9. Comprobación de calidad de tapones con sensor de visión 2D



Figura 8. Control de seguridad en medicamentos con sensor de brillo

2.2. Procesos discretos aplicables al laboratorio

El objetivo de este apartado es que a los estudiantes se les proponga una serie de procesos discretos en los que hayan tenido experiencia previa en cursos anteriores en cuanto a su automatización (programación y simulación del autómatas programable), para que en la asignatura de 4º de Instrumentación Electrónica sean capaces de seleccionar los detectores y sensores necesarios para terminar el diseño del proceso de automatización, incluyendo sus planos eléctricos con EPLAN.

2.2.1. Buffer Station

En la Figura 13, se muestra una *Buffer Station*, creada mediante el software de simulación 3D industrial “Factory IO”.

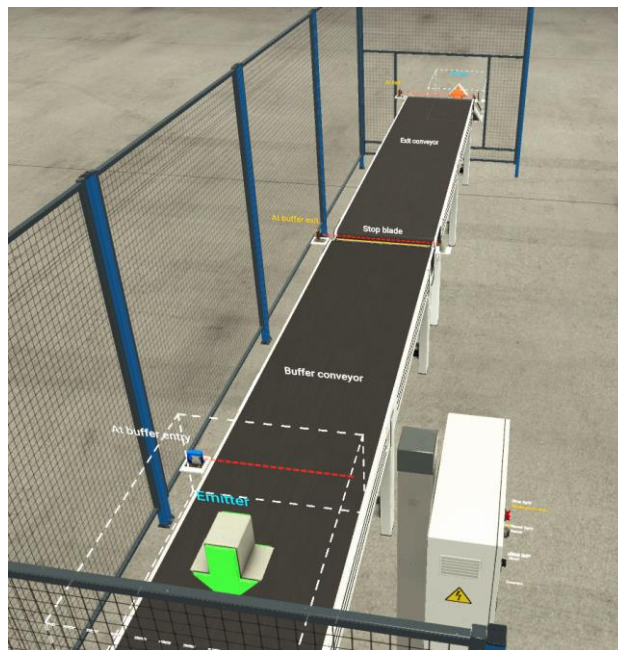


Figura 13. Factory IO - Escena de Buffer Station

En este proceso, existen tres salidas o actuadores a controlar de manera discreta: el motor reductor de la primera cinta, el motor de la barrera y el motor reductor de la segunda cinta, como se ve en las figuras 14 y 15.

Entradas

Fotocélula 1: AtBufferEntry

Fotocélula 2: AtBufferExit

Fotocélula 3: AtExit

Salidas

Motor de la primera cinta: Buffer Conveyor

Motor de la barrera: StopBlade

Motor de la segunda cinta: ExitConveyor

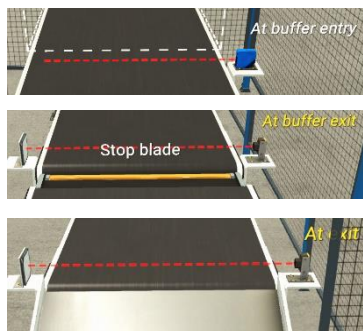


Figura 14. Entradas de Buffer Station



Figura 15. Actuadores de Buffer Station

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Su funcionamiento está comprendido en el diagrama GRAFCET de la Figura 16:

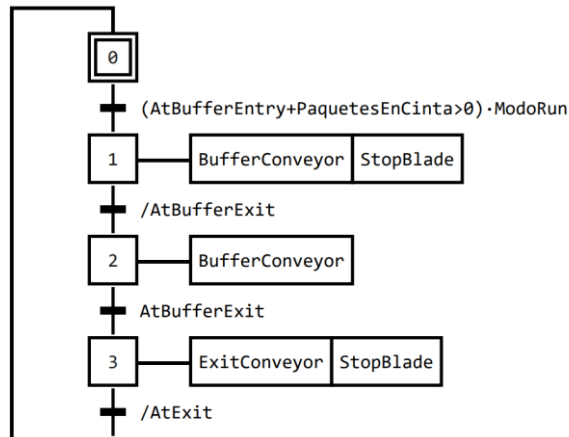


Figura 16. GRAFCET de Buffer Station

Explicación: Los paquetes entran a la primera cinta, donde está la fotocélula que detecta la entrada del paquete, al final de la primera cinta hay otra fotocélula con una barrera que los va parando con el fin de que únicamente pase un paquete a la segunda cinta, cuando el paquete llegue a la fotocélula del final, se dejará pasar el siguiente paquete. Todas las fotocélulas son de lógica negada, es decir, están siempre activas a 1 y cuando detectan se ponen a 0.

Tras la programación en diagrama escalera del autómatas Siemens S7-1200 mediante el software TIA Portal, se realiza una visualización para una pantalla HMI, en la que se puede controlar y supervisar el proceso al completo.

Finalmente, para comprobar su correcto funcionamiento, se conecta el software de Factory IO con el de TIA Portal y se simula en tiempo real (Figura 17).

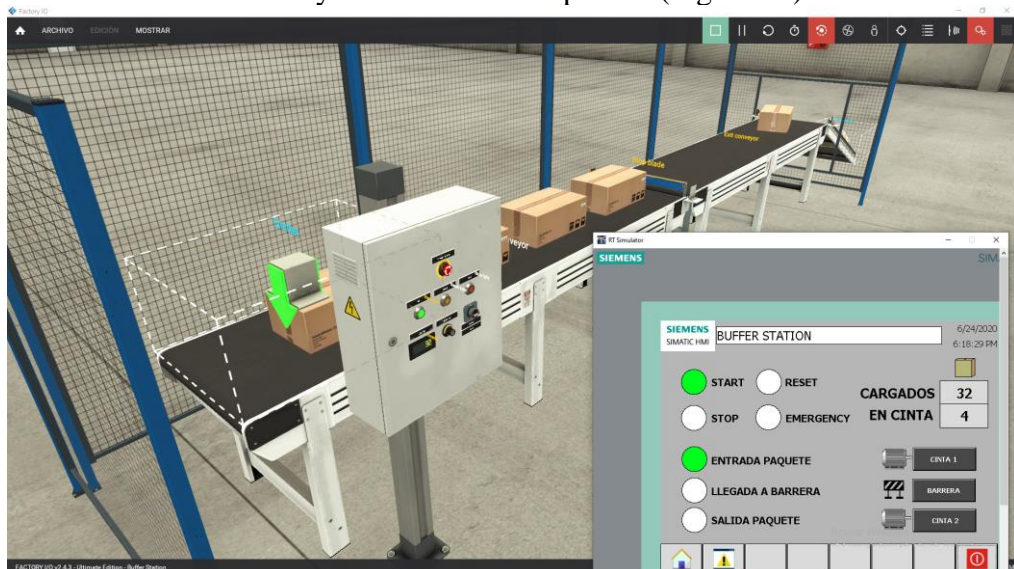


Figura 17. Factory IO - Ejecución de Buffer Station + HMI

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

Como mejoras para este proceso, se plantean las siguientes:

Mejora de fotocélulas

La primera fotocélula (AtBufferEntry) es de tipo directa/reflexión sobre objeto, esto podría ocasionar falsos positivos si algún objeto reflectante pasa por delante suya, como un operario con un chaleco reflectante.

Para solucionar este problema, se podría instalar una fotocélula de espejo como las otras dos fotocélulas. Aunque el espejo, también podría suponer un problema, ya que los operarios podrían pasar por al lado y romperlos o si hay humedad, el interior del espejo podría condensar e impedir la detección.

Para evitar estos problemas, lo mejor sería instalar una fotocélula supresora de fondo arriba de la cinta, de esta manera se podrían detectar las cajas sin que se detecte la cinta y que ningún objeto reflectante provoque una mala detección.

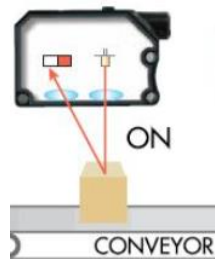


Figura 18. Supresora de fondo en Buffer Station

Sensor de ultrasonidos

Añadiendo un sensor de ultrasonidos con salida analógica 4-20 mA arriba de la cinta, se podría conocer la altura de las cajas y así, si las cajas fueran distintas, podrían clasificarse dependiendo de su altura para que sigan distintos procesos. Otra opción para clasificar, pero de manera discreta, podría ser utilizando fotocélulas, como en el apartado 2.2.2. Distribuidor selectivo de piezas.



Figura 19. Ultrasonidos en Buffer Station

Final de carrera

A la barrera que separa las dos cintas (StopBlade), se le podría acoplar un final de carrera con el fin de conocer el estado en el que se encuentra la barrera para añadirle seguridad al proceso, ya que, si la fotocélula falla y no detecta una caja, la barrera no se abre y la caja choca con la barrera. En cambio, si se añade el final de carrera en la barrera, la caja no podría chocar porque se sabe que la barrera está subida.

2.2.2. Distribuidor selectivo de piezas

El distribuidor selectivo de la figura 13, debe diferenciar entre piezas de trabajo pequeñas o grandes y determinar su ruta a lo largo de una línea de producción. Para la detección de las piezas, utiliza 3 fotocélulas (B1, B2 y B3) simuladas por S5, S6 y S7.[5]

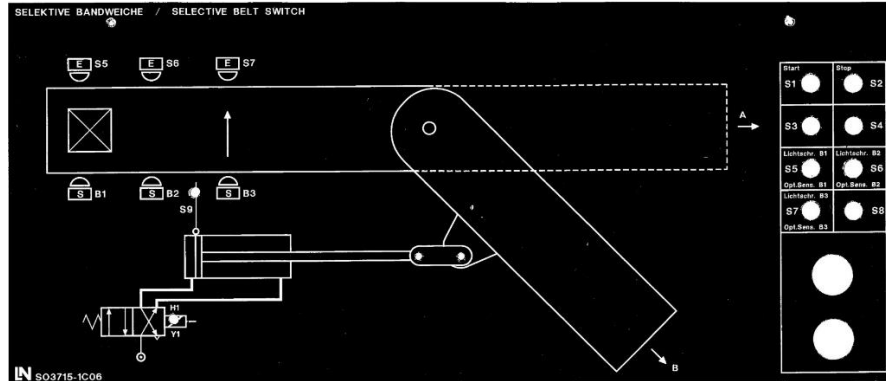


Figura 20. Distribuidor selectivo de piezas

- Después de encender el sistema con el botón de inicio S1, el distribuidor se mueve a la posición "A". Se puede detener el proceso pulsando el botón S2.
- Cuando una pieza larga entra al dispositivo de muestreo (en las fotocélulas), los tres sensores se activan momentáneamente y el distribuidor permanece en la posición "A".
- Con una pieza corta, las fotocélulas se activan individualmente, el pistón mueve el distribuidor a la posición "B" y permanece allí durante un máximo de 5 segundos. Una vez transcurrido este tiempo, o si se detecta una pieza de trabajo larga, el distribuidor se mueve a la posición "A".

Por lo tanto, las variables que intervienen en el funcionamiento de este proceso son:

Entradas

- Botón de inicio: S1
- Botón de paro: S2
- Final de carrera del pistón: S9
- Fotocélula B1: S5
- Fotocélula B2: S6
- Fotocélula B3: S7

Salidas

- Cilindro distribuidor H1: Y1

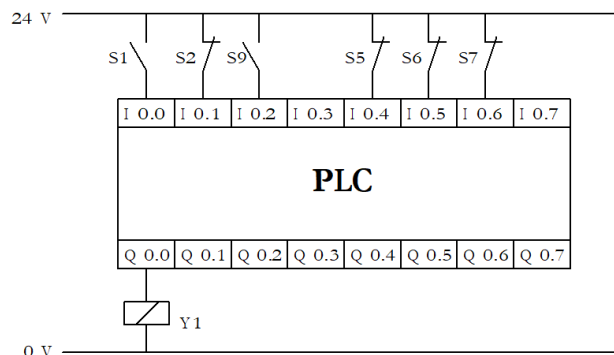


Figura 21. Diagrama de conexión de PLC de distribuidor selectivo

2.2.3. Etiquetado y control de calidad

En la misma línea de producción de cualquiera de los procesos anteriores, podría seguirle un proceso de etiquetado de productos. En este proceso, además de las funciones de recuento por detección, también pueden deducirse ciclos de máquina o activaciones para procesos como corte, punzonado o plegado. Para la detección, se utilizan sensores de horquilla con distintos principios de detección, pueden ser ópticos o de ultrasonidos.[6]



Figura 22. Detección de etiquetas

También se emplean sensores de color y contraste para detectar los mínimos contrastes de una superficie a gran velocidad. En el proceso de etiquetado se emplean para la detección de marcas de impresión (máculas) y así, por ejemplo, dar la orden para el cortado de etiquetas. También se utilizan para detección de final del rollo, inspección de superficies, posicionamiento de tubos y controles de calidad. [7]



Figura 23. Aplicaciones del sensor de color y contraste en etiquetado

2. REVISIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

En el proceso de control de calidad, se debe verificar que el proceso de etiquetado se ha realizado correctamente, por ejemplo, en una maquinaria de embotellado o llenado de líquidos, las verificaciones podrían ser las siguientes [8]:

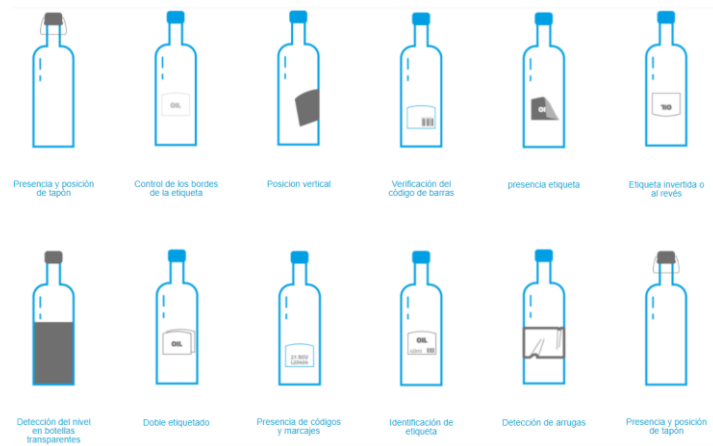


Figura 24. Verificaciones en un control de calidad de etiquetado

Para realizar estas comprobaciones, se suelen utilizar sensores de visión inteligente, ya que facilitan enormemente el trabajo y sus ventajas son numerosas:

- Más estabilidad para diferentes materiales y formas de objetos.
- Excelente estabilidad en piezas de vidrio y metal.
- Instalación simple.
- Flexibles y adaptables.
- Configuración fácil (BUENO/MALO) mediante interfaz web.
- Menor costo de propiedad y mantenimiento.



Figura 25. Control de calidad de etiquetado

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

En este apartado se va a realizar una selección real de las fotocélulas B1, B2 y B3 implicadas en el proceso del distribuidor selectivo de piezas. Se supondrá que el distribuidor se encuentra dentro en una industria alimentaria, en concreto, en una línea de envasado y clasificará objetos de dos tamaños (pequeño y grande) y pueden ser transparentes u opacos.

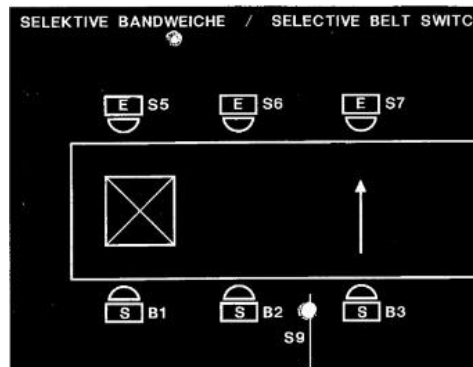


Figura 26. Sensores implicados en distribuidor selectivo de piezas

Para este proceso, es necesaria la selección, que como se ha comentado anteriormente, son los sensores utilizados más comúnmente en la industria para detección por su versatilidad y fácil instalación.

Los apartados que se necesitan conocer para seleccionar una fotocélula correctamente [9] son los siguientes:

- Principio de funcionamiento (directa, espejo o barrera)
- Formato (rectangulares, cilíndricas de diferentes métricas, híbridas, tamaño mini, de detección axial, de detección radial)
- Tipo de luz (roja o azul visible, láser o infrarroja)
- Alcance
- Material que detectar
- ¿Qué tipo de objeto quiere detectar, color, brillo, transparencia...?
- Tipo de salida (PNP, NPN, analógica, relé, etc.)
- Conector/cable
- ¿Alguna característica especial? Como por ejemplo alimentarla a 220VAC, grado de protección IP69K, certificado higiénico...

A continuación, se van a comentar los requisitos importantes para la selección de fotocélulas implicadas en el proceso de envasado con el distribuidor selectivo de piezas:

- Los objetos que pasarán serán envases, que podrán ser transparentes u opacos. Se clasificarán en pequeños, medianos y grandes.
- Los objetos estarán a una distancia máxima de 50 cm (el ancho de una cinta transportadora) de las fotocélulas.

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

- El tipo de salida debe de ser digital PNP, que es lo más común en Europa.
- Alto grado de protección IP, ya que se encuentra en una industria alimentaria.
- Instalación y ajuste sencillos (luz visible y ningún ajuste o ajuste por tecla simple)

A continuación, se realiza la selección de fotocélulas para dos casos: detección de envases opacos y otra selección para envases tanto transparentes como opacos.

3.1. Selección de fotocélula para detección de objetos opacos

Para comenzar, es necesario conocer los principios de funcionamiento de los sensores fotoeléctricos, que se encuentran explicados en los conocimientos previos del Anexo II. Práctica de sensores fotoeléctricos.

Para esta aplicación, el principio de funcionamiento de las fotocélulas será de barrera, por los siguientes motivos:

- Es el modo de funcionamiento más fiable, ya que la suciedad y humedad afectan menos.
- Distancias más largas (aunque esto no importa para nuestra aplicación porque es una distancia pequeña)
- La distancia entre emisor y receptor no depende del color del objeto.

Los inconvenientes de este principio de funcionamiento por barrera son que hay que alimentar tanto al emisor como al receptor (porque están encapsulados por separado) y que la luz atraviesa a los objetos transparentes, por lo que no se podrán detectar.

Además, a la hora de la instalación, habrá que cambiar la disposición del emisor y receptor cada dos fotocélulas como recomienda el fabricante, o mantener una distancia suficiente entre ellas para evitar interferencias.

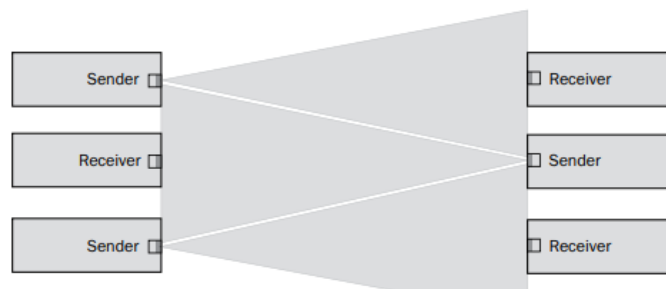


Figura 27. Recomendación de montaje de varias fotocélulas de barrera

Una vez conocido el principio de funcionamiento, podemos acudir a la web del fabricante, en nuestro caso será SICK [3], y realizar una búsqueda con nuestros requisitos en Gama de productos -> Fotocélulas:

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

1. Elegimos principio del sensor: Barrera emisor-receptor



Figura 28. Selección de principio del sensor

2. Elegimos tipo de luz: roja visible para su fácil instalación.

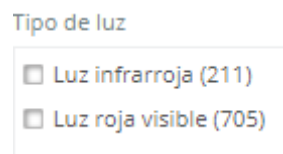


Figura 29. Selección de tipo de luz

3. Filtramos por salida conmutada: PNP

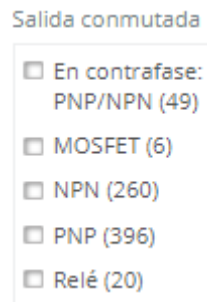


Figura 30. Selección de salida conmutada

4. Filtramos por modo de conmutación: claro, que es lo más común.

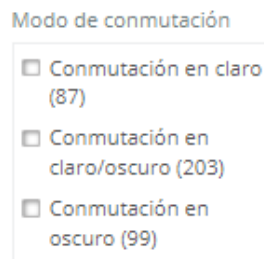


Figura 31. Selección de modo de conmutación

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

5. Filtramos por tipo de ajuste: Ninguno para más facilidad de instalación

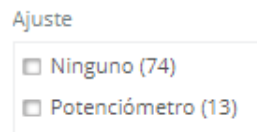


Figura 32. Selección de ajuste

6. Filtramos por grado de protección IP67

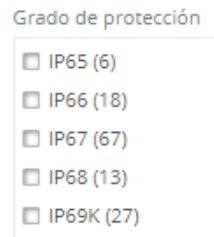


Figura 33. Selección de grado de protección

7. Filtramos por material de la carcasa: Plástico, ya que en nuestra aplicación no se requiere un máximo grado de higiene, el cual proporcionaría el acero inoxidable.



Figura 34. Selección de material de carcasa

8. Filtramos por formato: Rectangular, ya que no hay ningún requisito de espacio en nuestra aplicación



Figura 35. Selección de formato

9. Para reducir los 36 resultados obtenidos, filtramos por tipo de conexión: conector macho para mayor facilidad de instalación

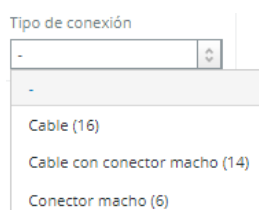


Figura 36. Selección de tipo de conexión

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

Finalmente, se han obtenido 6 resultados (de tres familias distintas) tras aplicar los filtros según los requisitos establecidos:

The screenshot shows a search interface with the following elements:

- Search Scope:** Products, Ranges of products.
- Filters:**
 - Execution: Rectangular
 - Connection type: Connector male
 - Output: PNP
 - Adjustment: None
 - Switching mode: Switching in clear
 - Light type: Visible red light
 - Protection degree: IP67
 - Sensor principle: Barrier emitter-receiver
 - Case material: Plastic
- Filter by:**
 - Protection degree: IP67 (6), IP66 (4)
 - Max. object distance: 15000.0 mm
 - Dimensions (length): 31.5 mm, 41.8 mm
 - Product subfamily: G6 (2), WSE4-3 (2), WSE4S-3 (2)
 - Dimensions (width): 12.0 mm, 16.0 mm
 - Dimensions (depth): 12.0 mm
- Results (6):**
 - WSE4S-3P2130** (Art. 1052892): Max. detection range 0m...5m, Barrier emitter-receiver, PNP, Switching in clear, 3-pole connector, LED localization light.
 - WSE4-3P2130S03** (Art. 1066598): Max. detection range 0m...1.5m, Barrier emitter-receiver, PNP, Switching in clear, 3-pole connector, LED localization light.
 - WSE4-3P2130** (Art. 1028163): Max. detection range 0m...4m, Barrier emitter-receiver, PNP, Switching in clear, 3-pole connector, LED localization light.
 - G6-P4511555** (Art. 2080494): Max. detection range 0m...15m, Barrier emitter-receiver, PNP, 4-pole connector, Visible red light.

Figura 37. Resultados de selección de fotocélulas para detección de objetos opacos

Para ver las diferencias entre las fotocélulas obtenidas, se pueden seleccionar las que más interesen, utilizar la herramienta de comparar y elegir que únicamente muestre los valores distintos:

The screenshot shows a comparison tool with the following elements:

- Buttons:** Show print view, Show just different values, Eliminar producto (x3).
- Products:** WSE4S-3P2130 (Art. 1052892), WSE4-3P2130S03 (Art. 1066598), WSE4-3P2130 (Art. 1028163).
- Comparison Table:**

Característica	WSE4S-3P2130	WSE4-3P2130S03	WSE4-3P2130
Tipo de dispositivo			
Principio funcional			
Dimensiones (An x Al x Pr)	12,2 mm x 41,8 mm x 17,3 mm		
Distancia de conmutación			
Alcance de detección máx.			
Alcance de detección máx.	0 m ... 5 m	0 m ... 1,5 m	0 m ... 4 m
Distancia de conmutación	0 m ... 4,5 m	0 m ... 1,3 m	0 m ... 3,5 m

Figura 38. Comparación de resultados obtenidos

La diferencia más relevante entre ellas es la distancia de conmutación. Se van a descartar las dos de la familia G6 ya que su distancia es hasta 10 metros y no es necesario tanto. Otras tres fotocélulas se descatalogan próximamente por lo que tampoco nos interesan. Por lo tanto, se selecciona el modelo restante [WSE4S-3P2130](#).

3.2. Selección de fotocélula para detección de objetos opacos y transparentes

En caso de que se quiera detectar objetos tanto transparentes como opacos, se deben elegir fotocélulas de tipo espejo/barrera fotoeléctrica réflex. Normalmente una fotocélula de objetos transparentes puede detectar todo, pero también depende de la iluminación, brillo, color... por esto, los fabricantes tienen modos de ajuste específicos para objetos opacos, transparentes o ambos.

En el mercado también existen fotocélulas directas para objetos transparentes, pero no son muy fiables y son bastante caras, por lo que no son habituales. A continuación, se muestran los pasos a seguir para una correcta selección:

1. Elegimos principio del sensor: barrera fotoeléctrica réflex.



Figura 39. Selección de principio del sensor (obj. trans)

2. Elegimos tipo de luz: Luz roja visible para una sencilla instalación.

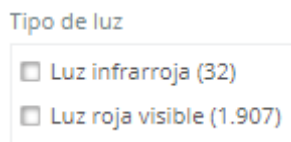


Figura 40. Selección de tipo de luz (obj. trans)

3. Elegimos su aplicación especial para detección de objetos transparentes



Figura 41. Selección de aplicación especial (obj. trans)

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

4. Filtramos por salida conmutada: PNP, que es la más común en Europa.

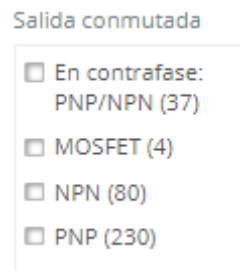


Figura 42. Selección de salida conmutada (obj. trans)

5. Filtramos por tipo de ajuste por tecla teach-in para mayor facilidad de ajuste.

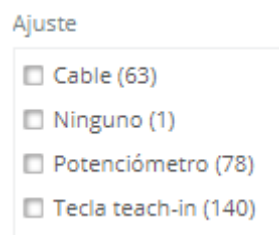


Figura 43. Selección de tipo de ajuste (obj. trans)

6. Filtramos por modo de conmutación claro, que es el más común.

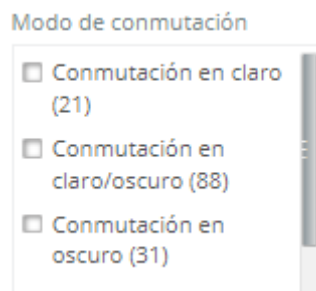


Figura 44. Selección de modo de conmutación (obj. trans)

7. Filtramos por grado de protección IP67, que es un alto grado de protección dado que se encuentra en una industria alimentaria, si estuviera sometido a altas presiones, temperaturas o ataque de líquidos químicos se debe elegir IP69K.

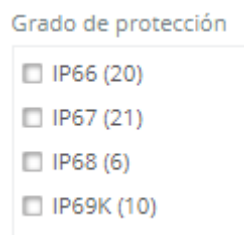


Figura 45. Selección de grado de protección (obj. trans)

3. SELECCIÓN DE PROCESO Y SENSORES

- Para reducir los 21 resultados, se selecciona el tipo de conexión conector macho para un conexionado sencillo.

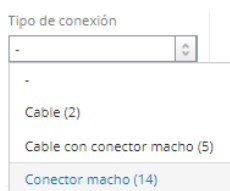


Figura 46. Selección de tipo de conexión (obj. trans)

- Filtramos por material de la carcasa de plástico (acero inox. para entornos higiénicos)



Figura 47. Selección de material de la carcasa (obj.trans)

Finalmente, se han obtenido 6 resultados tras aplicar los filtros según los requisitos establecidos:

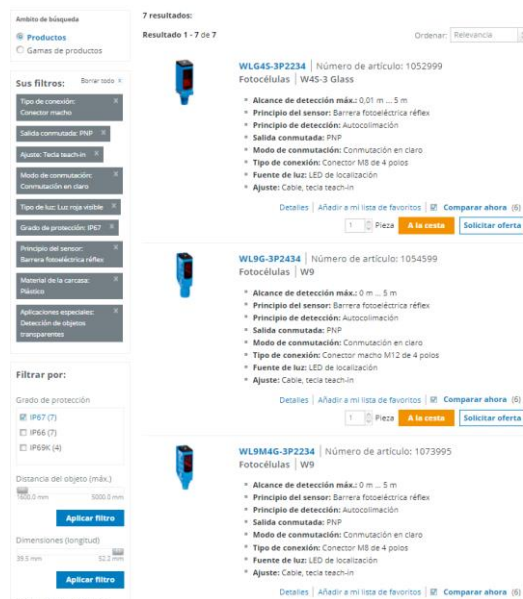


Figura 48. Resultados de selección de fotocélulas para detección de obj. transparentes y opacos

Tras realizar una comparación de los resultados, sus diferencias no han sido muy relevantes: alcance de detección (de 0 a 0.9, 3 o 3.5 metros), la disposición de los orificios (M3 o M4), el conector (M8 o M12) y el peso (siendo la más pesada de ABS con 30 g y la más ligera de VISTAL® con 13 g).

La característica más relevante para la decisión ha sido el grado de protección, ya que solo la familia W9 ofrece el máximo grado de protección IP69K, también IP66 o IP67, dependiendo del conector. Por lo tanto, al ser las diferencias tan mínimas se ha seleccionado la WL9G-3P2434, por si en el futuro se requiere de una protección IP69K. Además, tras consultar su manual tiene modos de ajuste específicos para detectar objetos transparentes, no transparentes o ambos.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

Dentro de este título, se incluyen todos los apartados que son necesarios para la implementación de las maquetas: tener el material adecuado, identificar y conocer las características técnicas importantes de cada sensor y saber ponerlo en funcionamiento con su correcto conexionado y ajuste.

4.1. Material utilizado

Todo el material que se ha utilizado para la realización de las maquetas ha sido proporcionado por los profesores responsables del laboratorio de Instrumentación Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena.

En la Figura 49 y 50, se muestra la lista de inventario con todos los nuevos sensores y conectores de los que se disponen para realizar este proyecto. En el Anexo I. Presupuesto aparecen los precios de todos los sensores que se han utilizado.

Tipo de sensor	Principio	Descripción adicional	Salida	Fabricante	Referencia	Cantidad
Fotocélula	Energética / directa	-	Digital, PNP	SICK	VTE180-2P42487	1
Fotocélula	Barrera fotoeléctrica reflex	Objetos transparentes	Digital, PNP	SICK	VL180-2P42431	1
Fotocélula	Barrera fotoeléctrica reflex	-	Digital, PNP	SICK	WL9G-3P2432	1
Fotocélula	Barrera emisor-receptor	-	Digital, PNP	SICK	WSE9-3P2430	1
Fotocélula	Supresión de fondo	Fondo reflectante	Digital, PNP	SICK	GTB6-P7441S56	1
Ultrasonidos	-	-	Analógica, 4-20 mA	SICK	UM18-218166101	1
Ultrasonidos	-	-	Digital, PNP	SICK	UM18-217161101	1
Horquilla	Ultrasonidos	Solo etiquetas	Digital, PNP/NPN	SICK	UFN3-70B413	1
Horquilla	Óptico	Solo etiquetas	Digital, PNP	SICK	WFS3-40P415	1
Contraste	-	-	Digital, PNP	SICK	KTX-WP91141252ZZZ	1
Visión	SMART-VS	Cámara inteligente	PNP, Ethernet	DATALOGIC	959971320	1
Proximidad	Inductivo	-	Digital, PNP	OMRON	E2A-M18KS08-WP-B2	5
Fotocélula	Energética / directa	-	Digital, PNP	OMRON	E3RB-DP21-F2	6

Figura 49. Inventario de sensores disponibles

Conector	Cantidad	Referencia
Conector M12 4P 5mt	8	V1W5MPVC
Conector M8 4P 5mt	2	V31WM5MPVC
Cable ETH 3mt	1	93A050123
Conector M12 F/L 3mt	1	93A050076

Figura 50. Inventario de conectores disponibles

4.1.1. Práctica de sensores fotoeléctricos

Para el montaje de esta práctica, se ha hecho sobre un tablero de 70x40 cm (ancho x alto) que permite la fácil instalación y movimiento de todos sus componentes gracias a su sistema de railes y de fácil ajuste manual por rosca.



Figura 51. Tablero

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

Se ha decidido implementar distintos tipos de fotocélulas para que los alumnos conozcan todas y vean sus diferencias a la hora de detectar objetos. Además, se añade un sensor de ultrasonidos con salida analógica 4-20 mA, para que los alumnos vean distintos tipos de salidas y conozcan las diferencias de detección sobre objetos transparentes entre el sensor de ultrasonidos y las fotocélulas. En el Anexo II. Práctica de sensores fotoeléctricos se encuentra la definición y clasificación de las fotocélulas.



Figura 53. Fotocélula directa energética



Figura 52. Fotocélula directa supresora de fondo



Figura 56. Fotocélula de espejo/reflexiva + Reflector 1



Figura 54. Fotocélula de barrera emisor-receptor



Figura 57. Fotocélula de espejo/reflexiva (objetos transparentes) + Reflector 2



Figura 55. Sensor de ultrasonidos 4-20 mA



Figura 59. Conector M8



Figura 58. Conector M12

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.1.2. Práctica de detección de etiquetado

En esta práctica de detección de etiquetado, se van a implementar dos sensores de horquilla que tienen distinto principio de detección: óptico y de ultrasonidos, ambos sirven para detectar el paso de etiquetas, la diferencia entre ellos es que el óptico no puede detectar las etiquetas transparentes y ultrasónico sí que es capaz de detectar etiquetas tanto transparentes u opacas.

La teoría se encuentra explicada más detalladamente en Anexo III. Práctica de detección de etiquetado



Figura 60. Sensor de horquilla óptico



Figura 61. Sensor de horquilla de ultrasonidos



Figura 62. Rollo de etiquetas opacas



Figura 63. Rollo de etiquetas transparentes

Además, se va a implementar un sensor de color y contraste para la detección de las marcas de impresión de las etiquetas, también llamadas máculas.



Figura 64. Sensor de color y contraste

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.1.2. Práctica de sensor de visión inteligente

Para esta práctica, únicamente es necesario el sensor de visión SMART VS de Datalogic, sus respectivos cables/conectores y los objetos que se utilizarán para distintas aplicaciones:



Figura 66. Sensor de visión SMART VS



Figura 65. Objetos para aplicaciones



Figura 67. Conector M12 de 17 pines



Figura 68. Cable de red Ethernet

4.2. Revisión de hojas de datos

Una vez identificados todos los sensores que se van a utilizar, hay que consultar todas las hojas de datos y manuales de los sensores para extraer y analizar las características más relevantes que influyen en el funcionamiento de cada práctica.

La única característica común entre todos los sensores es la tensión de alimentación, que puede ser desde 10 VDC hasta 30 VDC, por lo tanto, se utilizará una fuente de alimentación de 24 V DC proporcionada por el laboratorio.

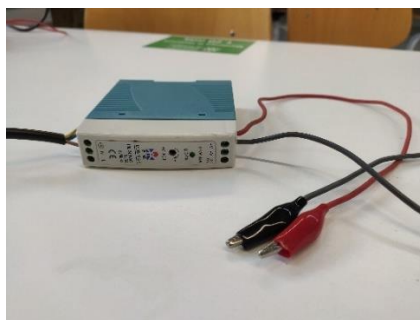


Figura 69. Fuente de alimentación AC/DC de 24 V

4.2.1. Práctica de sensores fotoeléctricos

- **Curva característica y rango de sensibilidad**

Este apartado es importante ya que determina la distancia máxima a la que podremos detectar un objeto, además, influye el color del objeto a detectar, ya que si el objeto es blanco tiene una mayor reflexión, por lo que el objeto puede ser detectado a mayor distancia que si fuera negro o gris.

En los datos técnicos detallados, aparecen los siguientes datos importantes para este apartado:

Alcance de detección máx.	1 mm ... 1.100 mm ¹⁾
Distancia de conmutación	1 mm ... 800 mm ¹⁾

Figura 70. Datos de distancias en la hoja de datos

Estos datos se dan para un material blanco estándar según DIN 5033, con un 90% de reflectancia, pero si el material es gris o negro, cambia su reflectancia, por lo tanto, también cambia la distancia a la que serán detectados.

Si el material no fuera blanco, para ver sus distancias de conmutación hay que acudir a la curva característica (x = distancia de conmutación, y = reserva de funcionamiento)

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

La curva característica se complementa con el diagrama del rango de sensibilidad, que muestra de forma más clara las distancias de detección que se podrán manejar.

Curva característica

VTE180-2, 1100 mm, axial

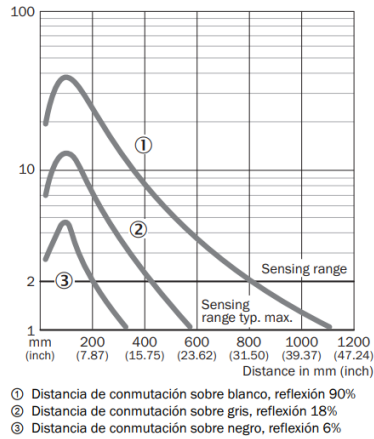


Figura 72. Curva característica

Diagrama del rango de sensibilidad

VTE180-2, 1100 mm, axial

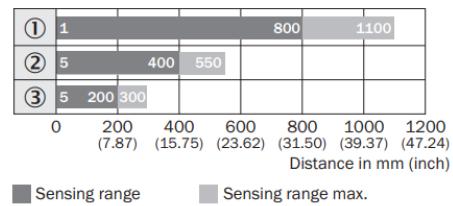


Figura 71. Diagrama del rango de sensibilidad

De estos dos diagramas se puede concluir con que, la fotocélula va a detectar y conmutar correctamente como mucho desde 1 mm hasta 800 mm si el objeto es blanco. Si el material es gris, su distancia irá desde 5 mm hasta 400 mm, y si el material es negro, será solo desde 5 mm hasta 200 mm.

• Modo de conmutación (L/D)

En este caso, no se emplea el término de normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC), se emplea el término de conmutación en claro (Light: L) o conmutación en oscuro (Dark: D). Este depende del principio de funcionamiento de las fotocélulas e influye en la salida como se ve en la Figura 73. Modos de conmutación de fotocélulas

Sensing Mode	Operation	Light Operate	Dark Operate
Thru-beam 	Target absent The receiver sees light from the emitter.	 The output is ON	 The output is OFF
	Target present The receiver does not light from the emitter.	 The output is OFF	 The output is ON
Retroreflective 	Target absent The receiver sees light from the emitter.	 The output is ON	 The Output is OFF
	Target present The receiver does not light from the emitter.	 The output is OFF	 The output is On
Diffuse (Proximity) 	Target absent The receiver does not light from the emitter.	 The output is OFF	 The output is ON
	Target present The receiver sees light from the emitter.	 The Output is ON	 The output is OFF

Figura 73. Modos de conmutación de fotocélulas

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

- **Tipo de ajuste**

Es necesario conocer el tipo de ajuste de cada sensor para saber cómo ajustar su sensibilidad o distancia de conmutación. Existen tres tipos de ajuste para los sensores que vamos a utilizar en la primera práctica:

- **Ajuste por potenciómetro**, se realiza con ayuda de un destornillador, como es el caso de la fotocélula directa energética, la supresora de fondo o la de espejo/reflexiva:



Ajuste	Potenciómetro, 270° (distancia de conmutación)
---------------	--

Figura 74. Ajuste por potenciómetro

- **Ajuste por tecla teach-in simple**, como es el caso de la fotocélula de espejo/reflexiva para objetos transparentes:



Ajuste	Tecla teach-in simple
---------------	-----------------------

Figura 75. Tipo de ajuste de fotocélula de espejo para objetos transparentes

- **Sin ajuste**, como es el caso de la fotocélula de barrera emisor-receptor.



Ajuste	Ninguno
---------------	---------

Figura 76. Figura 28. Tipo de ajuste de fotocélula de barrera emisor-receptor

4.2.2. Práctica de detección de etiquetado

Para esta práctica, a diferencia de la anterior, se van a revisar las características importantes de los sensores de horquilla (óptico y de ultrasonidos) y el de contraste por separado, ya que tienen distinto funcionamiento.

Sensores de horquilla (óptico y de ultrasonidos)

A pesar de que el sensor de horquilla óptico y el de ultrasonidos tienen un principio de detección distinto, las características más importantes extraídas de sus hojas de datos son comunes, excepto una, que se explica después*.

- Espacios entre etiquetas / tamaño de etiquetas mínimo de 2 mm.

Objeto mínimo detectable (MDO)	Espacios entre etiquetas / Tamaño de etiquetas: 2 mm ¹⁾
---------------------------------------	--

Figura 77. Objeto mínimo detectable de los sensores de horquilla

- Ajuste con tecla más/menos o mediante cable.

Ajuste	Tecla más/menos (Aprendizaje, sensibilidad, conmutación en claro/oscuro) Cable (aprendizaje dinámico)
Método de aprendizaje	Aprendizaje de 2 puntos Aprendizaje dinámico

Figura 78. Ajuste y aprendizaje de los sensores de horquilla

- Modo de conmutación claro/oscuro

Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscuro
----------------------------	-----------------------------

Figura 79. Modo de conmutación de los sensores de horquilla

- Salida PNP (el de ultrasonidos también ofrece salida NPN)

Salida conmutada	PNP
Salida conmutada (tensión)	PNP: HIGH = $U_V - \leq 2$ V / LOW aprox. 0 V

Figura 80. Salida conmutada de los sensores de horquilla

- Grado de protección IP65

Grado de protección	IP65
----------------------------	------

Figura 81. Grado de protección de los sensores de horquilla

*La diferencia más importante entre el sensor de horquilla y el de ultrasonidos (aparte del principio de detección) es su tiempo de respuesta: el óptico es 5 veces más rápido que el de ultrasonidos, en cambio, el óptico no detecta objetos transparentes.

Frecuencia de conmutación	10 kHz ⁴⁾
Tiempo de respuesta	50 μ s ⁵⁾

Figura 82. Tiempo de respuesta de sensor de horquilla óptico

Frecuencia de conmutación	1,5 kHz ⁴⁾
Tiempo de respuesta	250 μ s ⁵⁾

Figura 83. Tiempo de respuesta del sensor de horquilla de ultrasonidos

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

Sensor de color y contraste

Las características más importantes extraídas de la hoja de datos del sensor de color y contraste son las siguientes:

- Fuente de luz LED RGB

Fuente de luz	LED, RGB ¹⁾
----------------------	------------------------

Figura 84. Fuente de luz del sensor de color y contraste

- Alcance de detección de 13 mm

Alcance

Alcance de detección: 13 mm, posición del spot: transversal/longitudinal

Figura 85. Alcance de detección del sensor de color y contraste

- Distintos métodos de aprendizaje

Método de aprendizaje	Aprendizaje de 1 punto, aprendizaje de 2 puntos estático, aprendizaje dinámico, modo automático
------------------------------	---

Figura 86. Métodos de aprendizaje de sensor de color y contraste

- Conmutación en claro/oscuro

Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscuro
----------------------------	-----------------------------

Figura 87. Modo de conmutación del sensor de color y contraste

- Salida PNP

Salida conmutada	PNP
Salida conmutada (tensión)	PNP: HIGH = $V_S - 3\text{ V}$ / LOW = 0 V

Figura 88. Salida conmutada del sensor de color y contraste

- Protección IP67

Grado de protección	IP67
----------------------------	------

Figura 89. Grado de protección del sensor de color y contraste

4.2.3. Práctica de sensor de visión inteligente

El dispositivo SMART VS de Datalogic es capaz de clasificar objetos como lo haría un complejo sistema de visión, pero con la facilidad de configuración con un solo botón.

Su configuración asistida mediante la interfaz web su y procesamiento por machine learning permite identificar los objetos como “buenos” o “malos”, por lo que se utiliza mucho en industrias de alimentación, líneas de embotellado, farmacéutica y cosmética, envasado, etc.



Figura 90. Aplicaciones de SMART VS

Permite aplicaciones en la industria como presencia/ausencia de tapones o etiquetas, orientación correcta de objetos o verificar impresiones en etiquetas (también códigos de barras, pero no su lectura). Además, puede trabajar con cualquier objeto independientemente de su material, color, dimensión o formato.

A continuación, se muestran las características y datos técnicos relevantes para la puesta en funcionamiento del sensor de visión SMART VS de Datalogic:

- Voltaje de alimentación de 10 a 30 VDC.

Alimentación Voltaje de alimentación (VDC) Consumo (A) Máx.	10 a 30 VDC 0.40 - 0.14 A (4.2 W)
--	--------------------------------------

Figura 91. Alimentación de cámara inteligente

- Tres salidas (datos válidos, buenos y malos) de tipo PNP/NPN

Tipo de salida Salidas	Push-pull, NPN o PNP, protegido contra cortocircuitos 3 salidas (DATOS VÁLIDOS, BUENOS, MALOS)
----------------------------------	---

Figura 92. Tipo de salida de cámara inteligente

- Distancia de funcionamiento de 50 a 150mm, ángulo de visión de 19 grados.

Distancia de funcionamiento Ángulo de visión	50...150 mm 19°
--	--------------------

Figura 93. Distancia de funcionamiento de cámara inteligente

- Maneja 6 imágenes como máximo, incluyendo las buenas y malas.

Imagen a manejar máx (BUENO + MALO)	6 imágenes
--	------------

Figura 94. Manejo máximo de imágenes de cámara inteligente

- Grado de protección IP65 o IP67, dependiendo del cable

4.3. Puesta en funcionamiento: montaje, conexionado y ajuste

Una vez revisadas y comprobadas las características importantes de todos los sensores que se van a utilizar en cada práctica, se lleva a cabo su puesta en funcionamiento, incluyendo una explicación individual para cada sensor debido a que cada uno tiene un distinto conexionado y ajuste.

4.3.1. Práctica de sensores fotoeléctricos

Todos los sensores han sido colocados mediante escuadras de fijación en el tablero. Cada sensor se conecta a la misma fuente de alimentación de 24 VDC y es nombrado con un número para identificar más fácilmente su cableado.

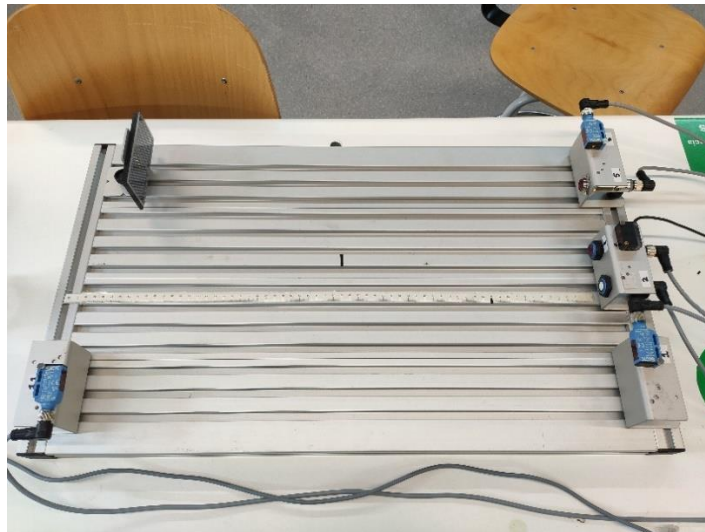


Figura 95. Montaje final del tablero con fotocélulas y ultrasonidos

Para poder manejar y acceder fácilmente a todas las conexiones, se utiliza una caja estanca de conexiones en la que se atornillan las regletas con alimentación puenteada. La regleta apartada de la derecha en la imagen se coloca para que los alumnos puedan medir fácilmente con el polímetro la salida analógica del sensor de ultrasonidos y puedan comprobar la salida teórica y la real con ayuda de la regla instalada en el tablero.

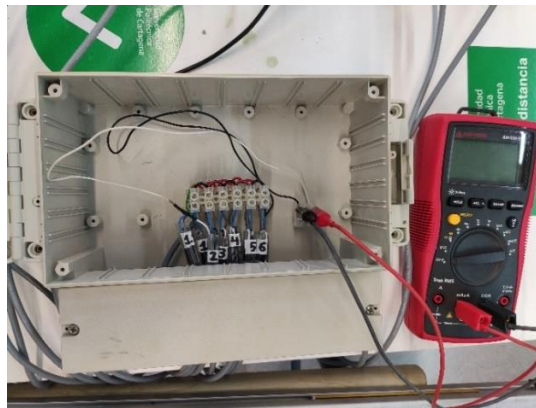


Figura 96. Caja de conexiones

A continuación, cada fotocélula se va a tratar por separado con el fin de ver individualmente su conexionado, calibración, ajuste y modos de conmutación.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.1.1. Fotocélula directa energética

El esquema de conexión de esta fotocélula, obtenido de su ficha técnica, es el siguiente:

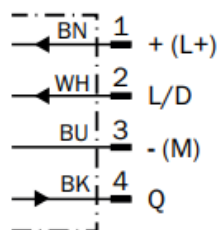


Figura 97. Esquema de conexión de fotocélula directa energética

Por lo tanto, el cable marrón va conectado al positivo de la fuente de alimentación y el azul al negativo. Esta conexión siempre será igual para todos los sensores. Mediante el cable blanco podremos controlar el modo de conmutación (L/D) y la tensión de salida PNP HIGH/LOW se dará por el cable negro.

Nota: No encender la fuente de alimentación hasta que no se hayan realizado todas las conexiones eléctricas.

Los pasos que seguir para el funcionamiento correcto de esta fotocélula son los siguientes:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad.

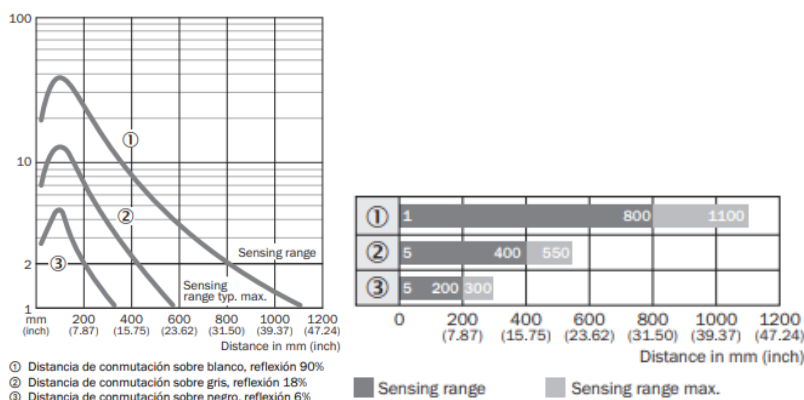


Figura 98. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula directa energética

2. Quitar el objeto y establecer la sensibilidad a “máx.”
 - Si no se detecta el fondo: el ajuste está completo.
 - Si se detecta fondo: reducir la sensibilidad hasta el cambio en la salida.
3. Posicionar objeto centrado en el haz de luz.
 - Si no se detecta el objeto, girar potenciómetro en la dirección “máx.” hasta el cambio de salida.
4. Quitar objeto.
 - Si la salida cambia: el ajuste está completo.
 - Si la salida no cambia: la influencia de fondo es demasiado fuerte. Comprobar la aplicación y la configuración.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

Esta fotocélula ofrece ambos modos de conmutación, como se puede ver en la siguiente imagen:

Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscurο ⁴⁾
Tipo de conmutación seleccionable	Opcional, por cable de control L/D

⁴⁾ Cable de control abierto: conmutación en oscuro D.ON.

Figura 99. Modo de conmutación de fotocélula directa energética

A continuación, se muestra el funcionamiento a modo de prueba, en modo de conmutación en claro (L), es decir, con el cable blanco conectado a la alimentación (cable rojo de la fuente):

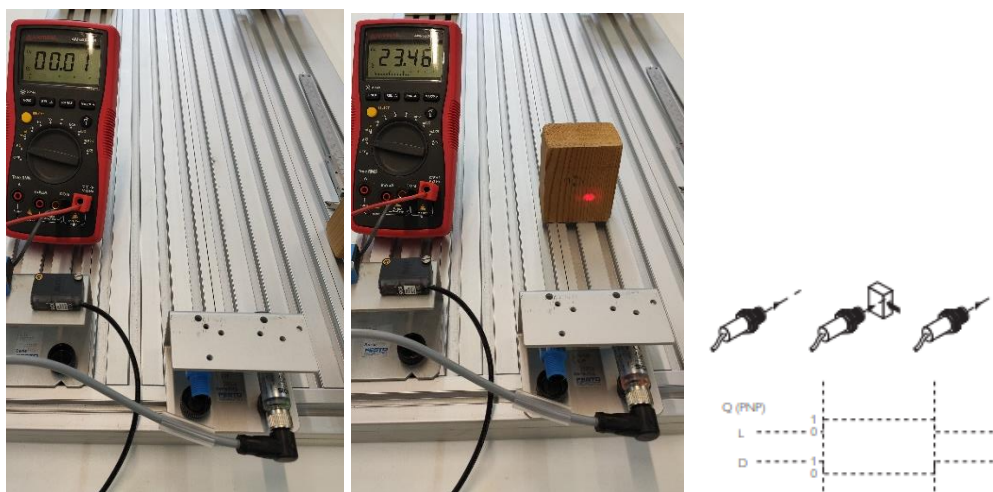


Figura 100. Funcionamiento de fotocélula directa energética en claro.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.1.2. FOTOCÉLULA DIRECTA SUPRESORA DE FONDO

El conexionado de esta fotocélula es el siguiente:

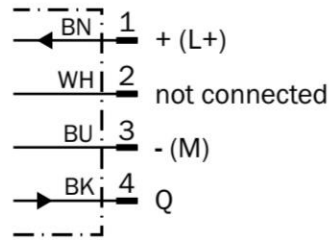


Figura 101. Esquema de conexión de fotocélula directa supresora de fondo

Por lo tanto, se realizará de igual manera que el anterior, aunque en este caso su modo de conmutación no es seleccionable, únicamente puede ser en claro, así que, al tener salida PNP, cuando detecte el objeto su salida Q se pondrá a HIGH.

La puesta en funcionamiento y las indicaciones de montaje, incluyendo el ajuste de sensibilidad por potenciómetro, son las siguientes:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad.

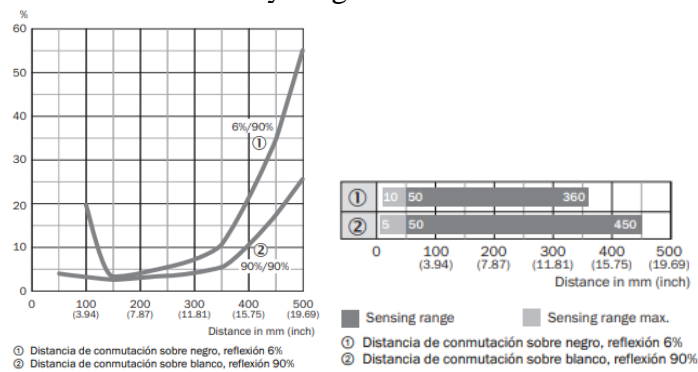


Figura 102. Curva característica/rango de sensibilidad de supresora de fondo

2. Posicionar objeto centrado en el haz de luz.
 3. Girar el ajuste al ancho de exploración mínimo. Aumentar el ancho de exploración hasta que el LED de indicación se ilumine.
- Si el fondo no se detecta: el sensor está ajustado y listo para su uso.
 - Si el fondo se detecta: la influencia de fondo es muy intensa, hay que comprobar la aplicación y el ajuste.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.1.3. Fococélula de espejo/reflexiva + Reflector

El esquema de conexión de esta fotocélula es el mismo que el de la fotocélula directa energética, con ambos modos de conmutación seleccionables mediante el cable blanco:

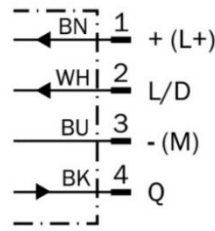


Figura 103. Esquema de conexión de fotocélula de espejo/reflexiva

Las indicaciones para el montaje para esta fotocélula son las siguientes:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad.

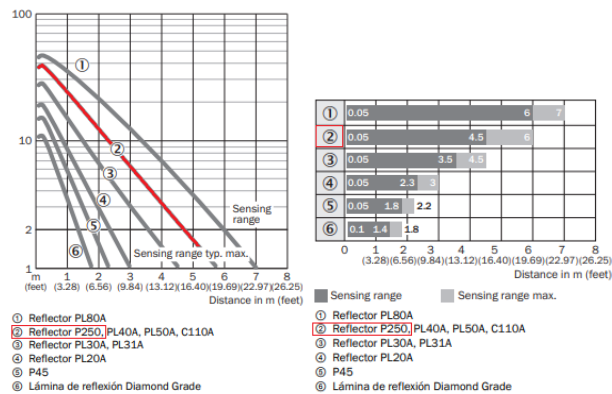


Figura 104. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula de espejo/reflexiva

2. Alinear la fotocélula y el reflector entre sí hasta que el punto de luz rojo sea visible en el reflector.
3. Determinar el punto de conmutación de encendido/apagado en la dirección horizontal/vertical y centrar su posición.
4. El sensor está ajustado y listo para su uso.

A continuación, se muestra la detección a modo de prueba, en modo de conmutación claro (L), es decir, con el cable blanco conectado a la alimentación positiva.

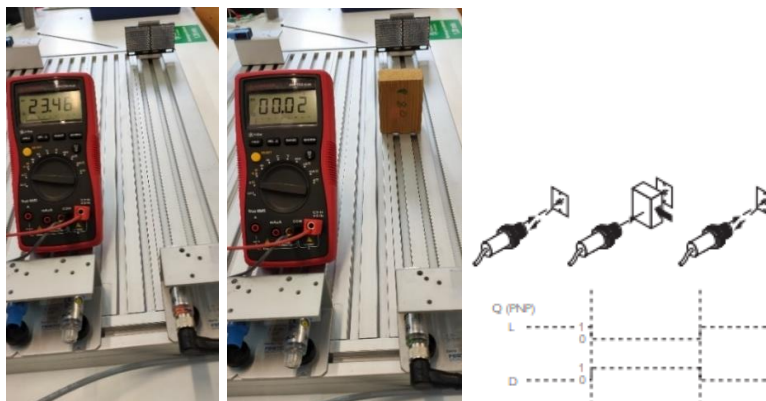


Figura 105. Funcionamiento de fotocélula de espejo/reflexiva en claro

4.3.1.4. Fotocélula de espejo/reflexiva + Reflector (objetos transparentes)

El esquema de conexión de esta fotocélula es ligeramente distinto a los anteriores, como se ve a continuación:

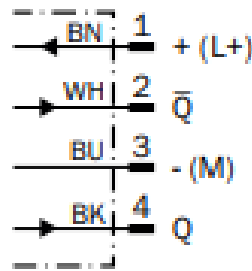


Figura 106. Esquema de conexión de fotocélula reflexiva para objetos transparentes

La alimentación (cable marrón y azul) se realiza igual que en las anteriores, pero ahora el modo de conmutación es antivalente, esto quiere decir que la salida se dará en modo claro por el cable negro (Q) y en modo oscuro por el cable blanco (/Q).

Las instrucciones para la puesta en servicio de esta fotocélula son las siguientes:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad:

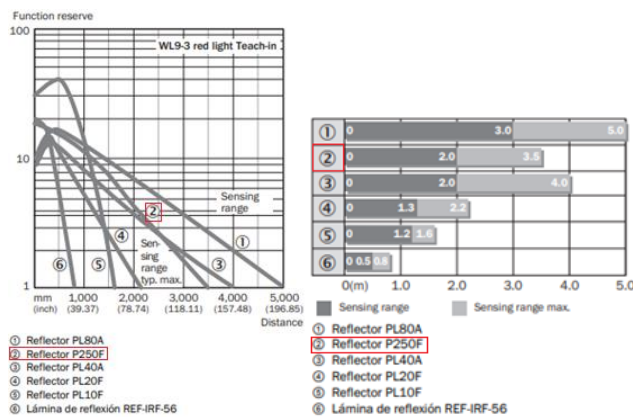


Figura 107. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula reflexiva para objetos transparentes

2. Orientar el sensor hacia el reflector. Posicionarlo de forma que la luz del transmisor incida en el centro del reflector, sin objetos en su trayectoria.
3. Para detectar objetos transparentes, se requiere enseñar al sensor pulsando el botón de aprendizaje según la Figura 108 en la primera fila:

Teach-in-Modus für Objekte / Teach-in mode for objects	Teach-in-Zeit / Teach-in time	Ext. Teach-in über Leitung / Ext. Cable teach-in	Ausrichtung / Alignment	Anzeige-LED / LED indicator	Einstellung / Adjustment	Schaltwellennachführung / Continuous threshold adaptation
1 (transparent) / 1 (transparent)	> 2 ... < 5 s	ET: Pin 2 oder weiße Ader für > 2 ... < 5 s auf U _i legen (PNP / NPN) / ET: Connect pin 2 or white wire to U _i for > 2 ... < 5 s (PNP / NPN)	Sensor auf Reflektor / Sensor to reflector	●	Der Sensor erkennt Objekte, die das Licht mindestens 8 % dämpfen / The sensor detects objects that dampen the light by at least 8 %	ja / yes
2 (transparent oder nicht-transparent) / 2 (transparent or non-transparent)	> 8 s	ET: Pin 2 oder weiße Ader für > 8 s auf M legen (PNP / NPN) / ET: Connect pin 2 or white wire to M for > 8 s (PNP / NPN)	Sensor auf Reflektor / Sensor to reflector	●	50 % der Schaltschwelle / 50 % of the switching threshold	nein / no
3 (nicht-transparent) / 3 (non-transparent)	> 8 s	ET: Pin 2 oder weiße Ader für > 8 s auf M legen (PNP / NPN) / ET: Connect pin 2 or white wire to M for > 8 s (PNP / NPN)	Sensor ins Freie, nicht auf Reflektor / Sensor to outside, not to reflector	●	maximale Empfindlichkeit / maximum sensitivity	nein / no

Figura 108. Tabla para el ajuste de fotocélula reflexiva para objetos transparentes

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

El funcionamiento de la fotocélula reflexiva para objetos transparentes es el siguiente:

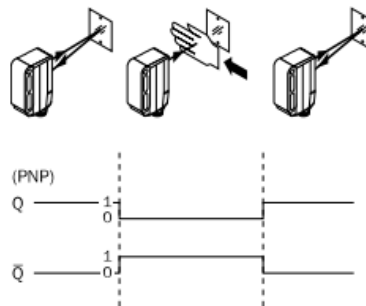


Figura 109. Funcionamiento de fotocélula reflexiva para objetos transparentes.

4.3.1.5. Fotocélula de barrera emisor-receptor

El esquema de conexión para esta fotocélula se muestra para el emisor y el receptor, ya que se encuentran encapsulados por separado. La salida se obtendrá por el receptor y es antivalente, al igual que en la fotocélula anterior. El cable negro del emisor de “Test” sirve para comprobar el buen funcionamiento del sensor.

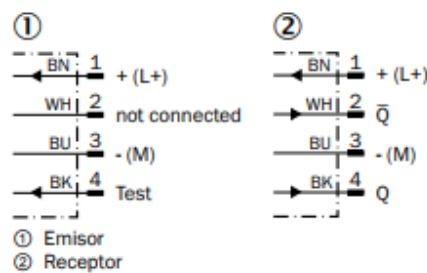


Figura 110. Esquema de conexión de fotocélula de barrera emisor-receptor

A continuación, se muestran las instrucciones y recomendaciones para la puesta en servicio de esta fotocélula:

Si se instalan varias barreras fotoeléctricas una al lado de otra, se recomienda cambiar la disposición de transmisores y receptores cada dos barreras, o mantener una distancia suficiente entre ellas para evitar interferencias.

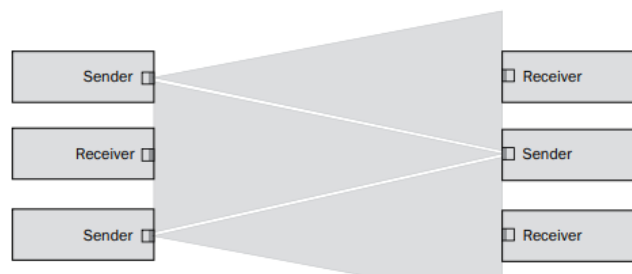


Figura 111. Recomendación de montaje de varias fotocélulas de barrera

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad:

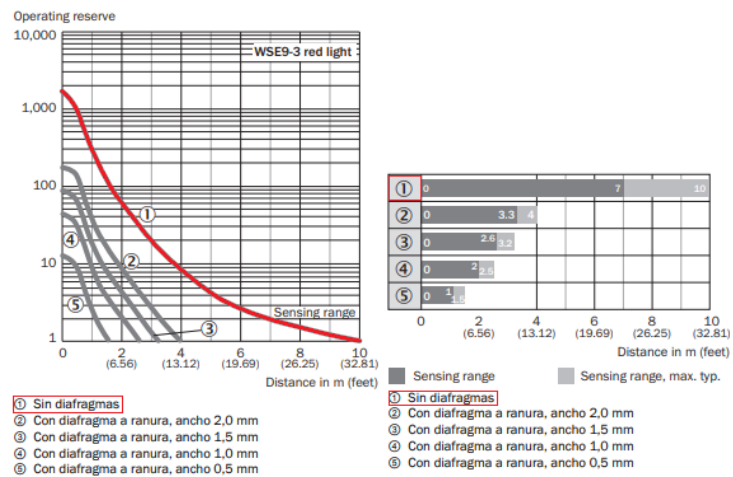


Figura 112. Curva característica/rango de sensibilidad de fotocélula de barrera emisor-receptor

- Montar el transmisor y receptor en las escuadras de fijación y alinear el transmisor y el receptor entre sí.
- Orientar el transmisor hacia el receptor de manera que el haz de luz roja del transmisor incida en el receptor, no puede haber ningún objeto interfiriendo.
- El sensor está ajustado y listo para su uso, ya que no tiene posibilidad de ajuste.

Tras realizar los pasos anteriores, se comprueba su funcionamiento a modo de prueba en modo de conmutación claro (Q):



Figura 113. Funcionamiento de fotocélula de barrera emisor-receptor

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.1.6. Sensor de ultrasonidos

El esquema de conexión para el sensor de ultrasonidos, extraído de su ficha técnica, se muestra a continuación:

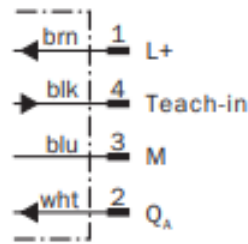


Figura 114. Esquema de conexión de sensor de ultrasonidos

La alimentación se realiza de igual manera que los anteriores, la salida se dará en forma analógica por el cable blanco y mediante el cable negro se realiza el ajuste (Teach-in), como se verá a continuación en las instrucciones para la puesta en servicio:

1. Comprobar el área de registro del sensor, asegurándose de que el objeto se encuentre dentro del alcance de servicio:

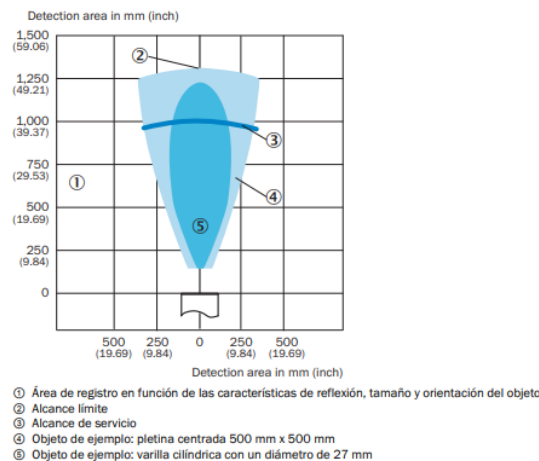


Figura 115. Área de registro del sensor de ultrasonidos

2. Para realizar el ajuste del escalado de salida analógica, colocar el objeto en la posición 1.

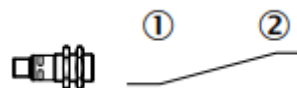


Figura 116. Ajuste 4-20 mA

3. Aplicar L+ durante 3 segundos hasta que ambos leds parpadeen.
4. Colocar el objeto en la posición 2.
5. Aplicar L+ durante 1 segundo.
6. El sensor está ajustado y listo para su uso.

4.3.2. Práctica de detección de etiquetado

Al igual que en la práctica anterior, para la puesta en funcionamiento de los sensores utilizados en la detección de etiquetas, se van a tratar por separado para ver el conexionado, ajuste y la prueba de cada uno de ellos.

4.3.2.1. Sensor de horquilla óptico

El esquema de conexión del sensor de horquilla óptico, extraído de su hoja de datos, es el siguiente:

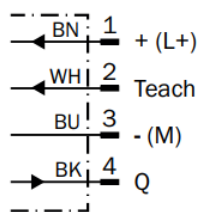


Figura 117. Esquema de conexión de sensor de horquilla óptico

Por lo tanto, la alimentación se conectará como en todos los sensores con el cable marrón y azul, y en la salida Q (cable negro) se conectará a un polímetro para visualizar mejor el modo de conmutación en el que se encuentra.

Para realizar el ajuste del umbral de conmutación, se recomienda la función teach-in dinámica:

1. Pulsar las teclas “+” y “-” a la vez durante más de 1 s. El LED rojo parpadea.
2. Desplazar varias etiquetas espaciadas por el sensor.
3. Para finalizar, pulsar la tecla “-”. El LED rojo se apaga.
4. Si el LED rojo parpadea 3 veces, el umbral ajustado se encuentra en margen de tolerancia inferior y hay que comprobar el funcionamiento del sensor. También se pueden utilizar las teclas “+” y “-” para ajustar la precisión manualmente.

Para definir el modo de conmutación, hay que pulsar “+” y “-” a la vez durante 6 segundos (por defecto se encuentra en claro):

- Modo L (claro): Con recepción de luz, salida Q activa.
- Modo D (oscuro): Con interrupción de luz, salida Q activa.

Indicador LED amarillo: salida conmutada activa e indicador de función.

Indicador LED rojo: indicador de función.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

Tras realizar el ajuste del umbral de conmutación con etiquetas opacas, se comprueba su funcionamiento en modo de conmutación L (claro):

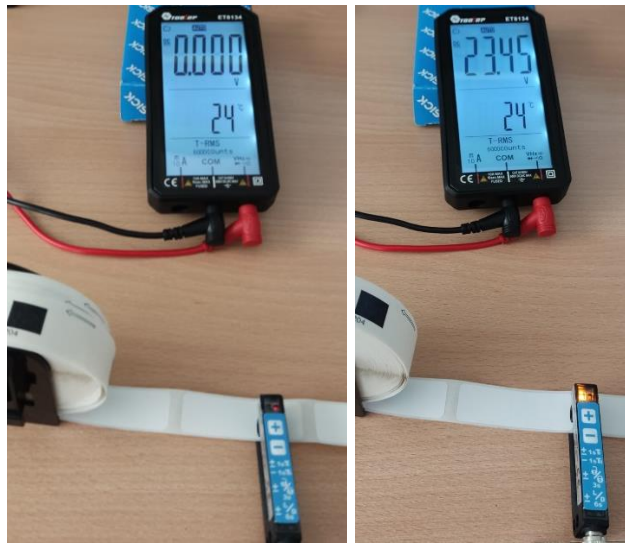


Figura 118. Funcionamiento de sensor de horquilla óptico

Ahora se prueba qué ocurriría si se quisiera realizar la detección con etiquetas transparentes:

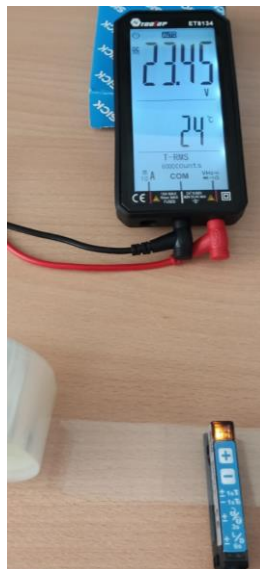


Figura 119. Sensor de horquilla óptico con etiquetas transparentes

Como era de esperar, no es capaz de distinguir entre la etiqueta y el sustrato (espacio entre etiquetas) ya que es igual que una fotocélula, pero con distinto encapsulado.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.2.2. Sensor de horquilla de ultrasonidos

El esquema de conexión del sensor de horquilla de ultrasonidos, extraído de su hoja de datos, es el siguiente:

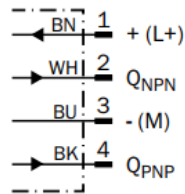


Figura 120. Esquema de conexión de sensor de horquilla de ultrasonidos

La alimentación se conecta igual que el resto (marrón y azul) y se conectará el polímetro en la salida Q PNP, ya que es la más común en Europa.

Los indicadores LED y el ajuste son iguales que los del sensor de horquilla óptico, por lo que no se añadirán.

Tras realizar su ajuste con etiquetas transparentes, se comprueba su funcionamiento:



Figura 121. Funcionamiento de sensor de horquilla de ultrasonidos con etiquetas transparentes

Como se observa en la Figura 122, con este sensor sí que se puede detectar el paso entre etiquetas. Además, también funciona de igual manera con etiquetas opacas como se observa en la figura 123.



Figura 122. Sensor de horquilla de ultrasonidos con etiquetas opacas

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4.3.2.3. Sensor de color y contraste

El esquema de conexión del sensor de color y contraste, extraído de su hoja de datos, es el siguiente:

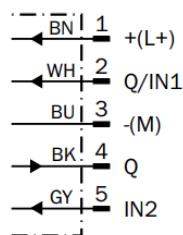


Figura 123. Esquema de conexión de sensor de color y contraste

Por lo que, la alimentación se conectará igual que los sensores anteriores (marrón y azul) y se conectará un polímetro en la salida Q del cable negro.

Para realizar el ajuste del umbral de conmutación, se recomienda la función teach-in dinámica (igual que los anteriores), pero a continuación se explica cómo sería el aprendizaje de 2 puntos:

1. Pulsar el botón “Set” y navegar en el menú con “+” o “-” y seleccionar “tch”.
2. Seleccionar “2P”.
3. Posicionar el haz de luz en la mácula y pulsar el botón “Set”. Parpadeará “1st”.
4. Posicionar el haz de luz en el fondo y pulsar el botón “Set”. Parpadeará “2nd”.
5. Ajuste finalizado. Se mostrará la calidad del aprendizaje del 1 al 100, a partir de 61 se considera buena.

Para utilizar el modo de color, hay que realizar el ajuste de 1 punto, por lo que habría que seleccionar “1P” del menú y enseñarle únicamente el color que se quiera distinguir.

Cuando el sensor esté funcionando, el valor numérico que se muestra en la pantalla del sensor es la recepción de la luz, siendo:

- 0: Negro.
- 400: Blanco.
- 999: Material brillante.

Tras realizar el ajuste para la aplicación de detección de máculas de las etiquetas opacas, se comprueba su funcionamiento:



Figura 124. Funcionamiento de sensor de contraste con máculas de etiquetas

4.3.3. Práctica de sensor de visión inteligente

Para la puesta en funcionamiento del sensor de visión inteligente SMART VS de Datalogic, lo primero es conocer su conexionado:

Conector de clavijas de alimentación M12 de 17 pines, COM y E/S*			
Pin	Nombre	Colore	Función
1	VDC	Café	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación +
2	GND	Azul	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación -
Caja del conector	Chasis		La caja del conector proporciona conexión eléctrica al chasis
6	I1A	Amarillo	I1A Entrada de disparo A (insensible a la polaridad)
5	I1B	Rosa	I1B Entrada de disparo B (insensible a la polaridad)
13	I2A	Verde	I2A Enseñanza remota A (insensible a la polaridad)
3	I2B	Blanco	I2B Enseñanza remota B (insensible a la polaridad)
9	O1	Rojo	Datos Válidos PP
8	O2	Gris	Salida PP Buena
16	O3	Negro	Salida PP NO BUENA

Figura 125. Conexionado de cámara inteligente

Por lo tanto, es necesario conectar como mínimo la alimentación: el cable color café al positivo de la fuente de alimentación de 24 VDC y el cable azul al negativo de la fuente.

De manera opcional, se puede conectar una o dos entradas de disparo o “trigger” (I1 e I2) que podría ser una fotocélula, por lo que se debería alimentar la fotocélula con la misma fuente y conectar su salida (Q) al cable amarillo y el cable rosa al negativo de la fuente de alimentación, que es la masa común (o al revés, ya que es insensible a la polaridad).

También se podrían conectar las tres salidas de las que dispone (cable rojo, gris y negro) a un controlador que puede ser un autómata programable para accionar un proceso dependiendo de su salida, como se ve en la figura X.

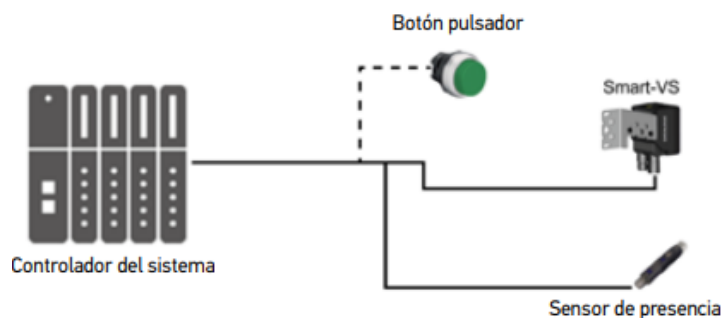


Figura 126. Ejemplo de conexionado de cámara inteligente

Para poder acceder a la interfaz web de la cámara, se debe introducir en la barra de búsqueda del navegador Chrome (preferiblemente) la dirección IP por defecto de la cámara: **192.168.3.100**

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

En caso de que no funcione, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Pulsar la tecla “Windows” + “R” y escribir “ncpa.cpl”. Se abrirán las conexiones de red.
2. Hacer clic derecho en Ethernet y acceder a las propiedades.
3. Seleccionar “Protocolo de Internet versión 4 TCP/IPv4” y pulsar en “Propiedades”.
4. En lugar de obtener una dirección IP automáticamente, usar la siguiente dirección IP:

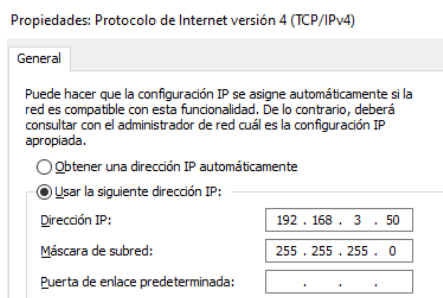


Figura 127. Configuración de IP de la cámara inteligente

Nota: El ID del host 50 (número final) puede ser cualquier número, lo importante son los números anteriores para que se ponga en el mismo rango de dirección la cámara. Al introducir la dirección IP, la máscara de subred se asignará sola.

5. Finalmente, acceder al navegador Chrome y escribir la dirección IP por defecto de la cámara **192.168.3.100**

En la instalación práctica, la cámara estará conectada mediante el cable de red Ethernet a un router de la universidad por protocolo DHCP con la IP **192.168.0.201**, ya que así, se puede acceder la interfaz web desde cualquier ordenador que esté conectado a la misma red. Se incorporará a la maqueta ya existente en el laboratorio de una cinta transportadora con un sensor de proximidad inductivo en la entrada I1 de la cámara para detectar las tapas de los tarros pequeños.



Figura 128. Instalación práctica provisional de sensor de visión en cinta transportadora

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

A continuación, se muestra el proceso de aprendizaje de una aplicación mediante la interfaz web, en este caso, la aplicación será del roscado y presencia de un tapón en un bote de 10 ml:

1. Al entrar en la interfaz web, aparecerá la siguiente pantalla en blanco, para continuar, hay que pulsar el botón de pausa situado en la esquina inferior izquierda.

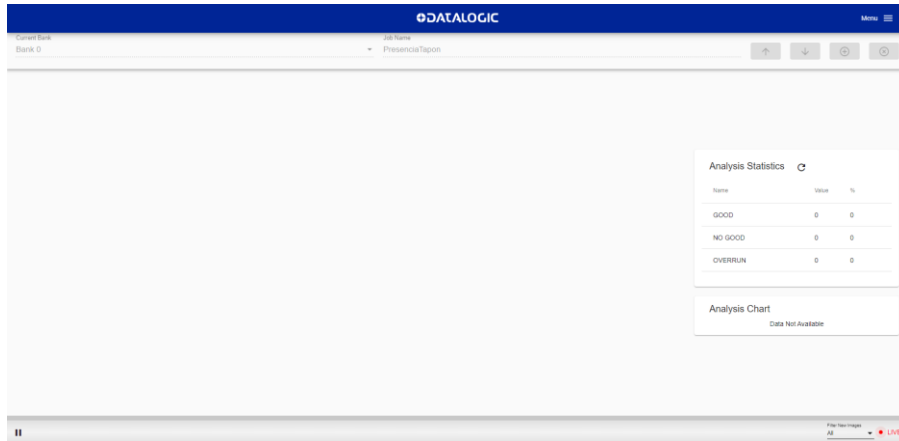


Figura 129. Pantalla inicial de la interfaz web

2. En la esquina superior derecha aparecerán los siguientes botones, hay que pulsar el botón “+” para crear un nuevo trabajo.



Figura 130. Botones de la interfaz web

3. Insertar el nombre del trabajo y seleccionar un banco que esté vacío.

Job Creation Wizard

Please provide a Job name to proceed.

Insert a Job name
RoscadoTapon

Select Bank
Bank 2

Create Job

Figura 131. Creación de nuevo trabajo

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

4. Posicionar el objeto de manera que quede centrado y a una distancia entre 5 y 15 cm (distancia de funcionamiento). Pulsar el botón de “Start Automatic Setup” para que automáticamente se configure la distancia de enfoque, tiempo de exposición y ganancia, si se desea, se puede ajustar manualmente en “Advanced Image Settings”. También se puede ajustar el campo de visión haciendo clic en la imagen y arrastrándola por la zona gris. Pulsar “Next”.

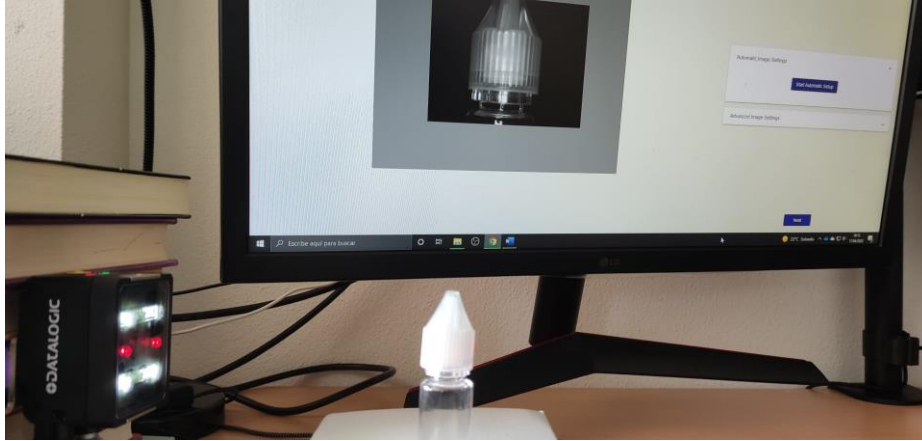


Figura 132. Configuración de imagen

5. Enseñar los casos buenos pulsando “Teach”, se recomienda enseñarle tantas imágenes como se quieran tratar como buenas. Tener en cuenta se le pueden enseñar 6 imágenes máximo (buenas + malas). Pulsar “Next”.
6. Enseñar los casos malos de igual manera que en el paso anterior y pulsar el botón “Train”.

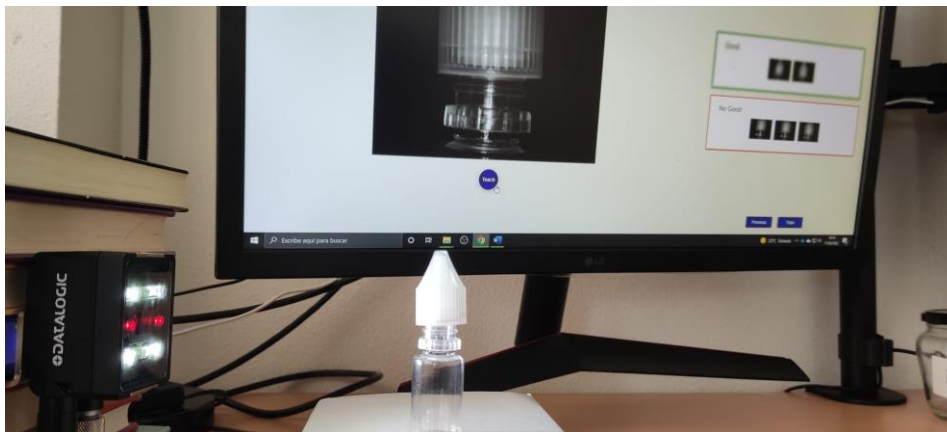


Figura 133. Enseñar casos buenos/malos

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

7. Una vez entrenada, se puede probar mediante los botones de la esquina inferior izquierda.

▶ (Save and Play with External Trigger): para guardar antes de salir y utilizar un trigger (entrada de disparo) externo con un sensor de presencia conectado correctamente en las entradas I1 o I2 (revisar conexión en datasheet).

⌚ (Play with Self-Trigger): para demostraciones o comprobaciones preliminares, realiza fotos rápidamente cada segundo.

📷 (Single shot): para simular un único trigger.

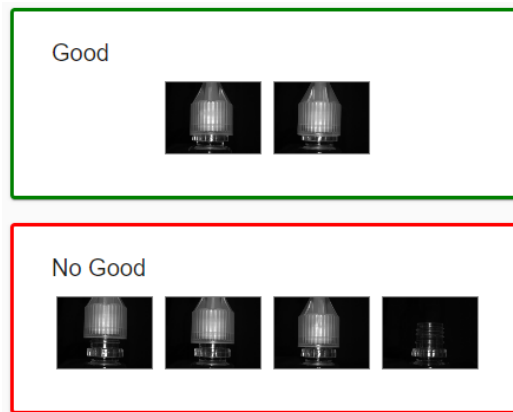


Figura 134. Casos buenos/malos de roscado y presencia de tapón

8. Para probarla, se usa el botón de “Single Shot” para ir probando distintas posiciones con el tapón. En la figura 125 se aparecen los resultados obtenidos, únicamente detecta como bueno si el tapón está roscado completamente y recto, en cambio, si se desenrosca un poco o no está el tapón, se detecta como malo, por lo tanto, funciona correctamente.

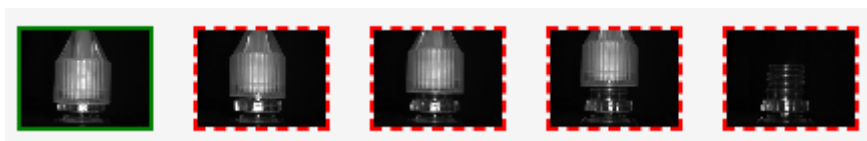


Figura 135. Análisis de resultados

4. IMPLEMENTACIÓN DE MAQUETAS PARA PRÁCTICAS

A continuación, se muestran otras dos aplicaciones que se le han enseñado a la cámara en distintos bancos de trabajo:

Orientación de etiqueta

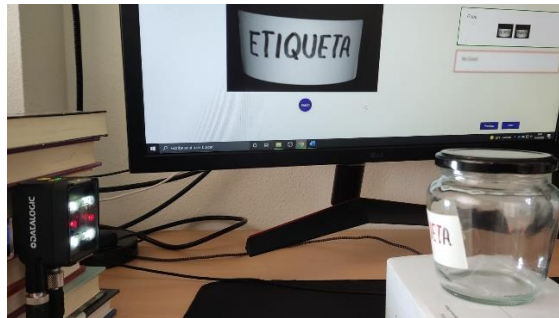


Figura 136. Aplicación de orientación de etiqueta



Figura 137. Casos buenos/malos de orientación de etiqueta

Presencia de tapón

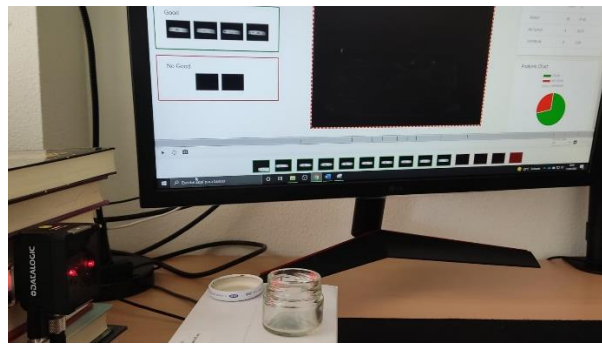


Figura 138. Aplicación de presencia de tapón

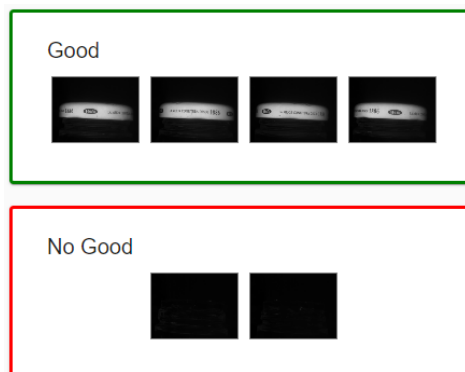


Figura 139. Casos buenos/malos de presencia de tapón

5. CONCLUSIONES

Con este trabajo fin de grado se ha realizado la instalación y puesta en marcha de una maqueta con variedades de sensores fotoeléctricos, una maqueta sobre detección de etiquetado y otra práctica de un sensor de visión inteligente. Este proyecto ha supuesto:

En cuanto a los sensores, se ha requerido un claro entendimiento de sus fichas técnicas y esquemas eléctricos. También se ha realizado una revisión de procesos y industriales discretos que pudieran ser aplicables al laboratorio y los alumnos conocieran previamente.

Se han planteado mejoras de los procesos y dos selecciones reales de sensores como contenido adicional para la asignatura de instrumentación electrónica.

Se han realizado pruebas de funcionamiento y cableado de todos los sensores, incluido el sensor de visión inteligente que ha requerido una configuración mediante ordenador.

Se han conocido y comprobado las aplicaciones y diferencias entre la detección para objetos y etiquetas de todo tipo de material: opacos, transparentes, brillantes, de distinto color, tamaño y forma, etc.

Se han realizado manuales con datos técnicos importantes y ejercicios para cada práctica, incluyendo un apartado de conocimientos previos teóricos y otro de trabajo previo. Finalmente, se han añadido preguntas a modo de comprensión de la práctica para el estudiante que realice la práctica con el profesor responsable.

Se han resuelto problemas de todo tipo relacionados con conexiones, ajustes y calibraciones de todos los sensores, indicadores de los sensores, disposición correcta para evitar interferencias, montajes y fijaciones de los dispositivos, diferencias al seleccionar un sensor, configuración de la IP y aprendizaje de la cámara inteligente, etc.

Se han requerido conocimientos previos de distintas materias estudiadas a lo largo del grado como instrumentación electrónica, automatización industrial e informática para la automatización industrial.

Por lo tanto, con todo lo mencionado, se han cumplido satisfactoriamente todos los objetivos planteados para el presente proyecto y sin duda, se han ampliado los conocimientos sobre la instrumentación electrónica y, por tanto, el afán por seguir profundizando en el grandioso mundo de la industria.

6. HOJAS DE DATOS E INSTRUCCIONES DE SERVICIO

Las hojas de datos e instrucciones de servicio/manuales de todos los sensores utilizados se pueden encontrar en el apartado de “Descargas” en los siguientes enlaces:

Fotocélulas

[Directa energética](#)

[Supresión de fondo](#)

[Barrera fotoeléctrica réflex.](#)

[Barrera fotoeléctrica réflex \(objetos transparentes\).](#)

[Barrera emisor-receptor](#)

[Ultrasonidos \(salida analógica\)](#)

Sensores de horquilla

[Ultrasonidos](#)

[Óptico](#)

[Sensor de color y contraste](#)

[Sensor de visión inteligente](#)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. J. Zaragoza Ortiz, *Apuntes de Instrumentación Electrónica*.
 - [2] Q.-Q. José Carlos, F.-G. Ernesto, Q.-A. Víctor, and B.-L. Jorge, “Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable,” *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, vol. 15, no. 1, pp. 41–50, Jan. 2014, doi: 10.1016/S1405-7743(15)30005-6.
 - [3] “Fotocélulas | SICK.”
https://www.sick.com/es/es/fotocelulas/c/g172752?q=:Def_Type:Product
 - [4] “Comprobación de calidad | SICK.”
<https://www.sick.com/es/es/tareas/comprobacion-de-calidad/c/g304756>
 - [5] UPCT Automatización Industrial, *Simuladores de procesos del laboratorio*.
 - [6] “Sensores de horquilla | SICK.” https://www.sick.com/cl/es/sensores-de-horquilla/c/g557371?q=:Def_Type:ProductFamily
 - [7] “Sensores de contraste | KTX Prime | SICK.”
<https://www.sick.com/es/es/tareas/supervision-y-control/calidad/sensores-de-contraste/ktx-prime/c/g410153>
 - [8] “VisioLabel - Control de calidad de etiquetas sobre botellas orientadas.”
<https://e2m.es/productos/visiolabel-control-de-calidad-para-etiquetas-2/>
 - [9] M. Jiménez Torres, “Automatización de una máquina de embotellado monoblock con estaciones de llenado y taponado”.
- J. A. V. Guativa, N. J. G. Gaona, and L. I. Domínguez, “Unidad modular para la ejecución de prácticas de instrumentación electrónica,” *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, vol. 16, no. 32, pp. 89–101, Aug. 2015, doi: 10.21500/01247492.1672.
 - A. Creus Solé, “Instrumentación industrial 8va edición.”
 - M. Á. Pérez García, “Instrumentación electrónica.”
 - P. Ponsa, A. Granollers, “Diseño y automatización industrial.”
 - “CONTAVAL” <https://www.contaval.es/category/blog/deteccion-3/>

ANEXOS

ANEXOS

Anexo I.**Presupuesto**

Todo el material utilizado que se encuentra en la Figura 140 ha sido parte de una oferta especial hecha por la empresa TCA a la Universidad Politécnica de Cartagena como equipos destinados a laboratorios docentes, por lo que el precio de mercado podría ser superior.

Referencia	Producto	Cantidad	Importe (€)
VTE180-2P42487	Fotocélula Energética / directa	1	23,11
VL180-2P42431	Fotocélula Barrera fotoeléctrica reflex	1	23,28
WL9G-3P2432	Fotocélula Barrera fotoeléctrica reflex	1	46,38
WSE9-3P2430	Fotocélula Barrera emisor-receptor	1	80,75
GTB6-P7441S56	Fotocélula Supresión de fondo	1	21,88
UM18-218166101	Ultrasonidos	1	154,08
UM18-217161101	Ultrasonidos	1	144,5
UFN3-70B413	Horquilla Ultrasonidos	1	221,63
WFS3-40P415	Horquilla Óptico	1	35,65
KTX-WP91141252ZZZ	Contraste	1	205,99
959971320	Visión SMART-VS	1	804,38
P250	Reflector	2	2,24
V1W5MPVC	Conector M12 4P 5mt	8	3,65
V31WM5MPVC	Conector M8 4P 5mt	2	4,24
93A050123	Cable ETH 3mt	1	77,05
93A050076	Conector M12 F/L 3mt	1	36,01
TOTAL PRESUPUESTO (€) (sin impuestos incluidos)			1916,85

Figura 140. Presupuesto de material utilizado

Anexo II.

Práctica de sensores fotoeléctricos

Prácticas de Instrumentación Electrónica

Práctica – Sensores fotoeléctricos



Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Profesor: Francisco J. Ortiz Zaragoza

Realización: Sergio Hidalgo Martínez

Versión: 1.0.



CONTENIDOS

1. OBJETIVOS	2
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS	2
2.1. DEFINICIÓN.....	2
2.2. TIPOS DE LUZ.....	2
2.3. CLASIFICACIÓN	3
2.3.1 Directa/detección sobre objeto/difusa/autorreflexiva.....	3
2.3.2 De espejo/reflexiva	5
2.3.3 De barrera	6
3. TRABAJO PREVIO - RECOPIACION DE DATOS TÉCNICOS.....	8
3.1. Fococélula directa energética.....	8
3.2. Fococélula directa supresora de fondo	9
3.3. Fococélula de espejo/reflexiva + Reflector P250	10
3.4. Fococélula de espejo/reflexiva + Reflector P250 (objetos transparentes)	11
3.5. Fococélula de barrera.....	12
3.6. Ultrasonidos	13
4. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA	14
4.1. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO	14
4.1.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales	14
4.2. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS	14
4.2.1 Identificación de los sensores	14
4.2.2 Conexionado.....	14
4.3. PRUEBA DE SENSORES.....	14
4.3.1 Fococélula directa energética y supresora de fondo	14
4.3.2 Fococélula de espejo	15
4.3.3 Fococélula de espejo para objetos transparentes y ultrasonidos	16
4.3.4 Fococélula de barrera	17

1. OBJETIVOS

1. Conocer los distintos tipos de sensores ópticos y sus principales características.
2. Conocer las aplicaciones industriales de cada tipo de sensor y ser capaces de seleccionar cuando es más apropiado utilizar cada uno.
3. Aprender sobre la detección de objetos transparentes con fotocélulas y ultrasonidos.
4. Saber evitar falsos positivos en la detección con fotocélulas directas.
5. Conocer el conexionado y ajuste de los distintos sensores.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

2.1. DEFINICIÓN

Los sensores fotoeléctricos o fotocélulas proporcionan una respuesta eléctrica ante un estímulo luminoso, permitiendo activar o desactivar su salida en función de la luz recibida.

Son los sensores más usados en entornos industriales y están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Se componen de un emisor (encargado de generar la luz) y un receptor (percibe la luz generada por el emisor).

No necesitan contacto físico con el objeto, pueden operar con objetos de prácticamente cualquier material y pueden tener mucho alcance dependiendo de su principio de funcionamiento.

2.2. TIPOS DE LUZ

Los tipos de luz más habituales en estos sensores son:

- **Luz roja visible:** Es la más habitual y económica, tiene fácil instalación al ser visible.
- **Láser:** Su punto es muy pequeño y preciso, por lo que es ideal para pequeños objetos, tienen un precio superior.
- **Infrarroja:** Es relativamente inmune a la luz ambiente artificial, se utilizan para detección en distancias largas y ambientes con presencia de polvo. Tiene una instalación difícil porque la luz no es visible. Es ideal para la detección de líquidos en botellas.

2.3. CLASIFICACIÓN

Los sensores se pueden clasificar de muchas formas:

- Según su tipo de salida: digital (PNP, NPN) o analógica (comunes 4-20 mA, 0-10 V)
- Según su aporte de energía

Pero las 2 formas de clasificación más interesantes desde el punto de vista teórico son:

- Según el fenómeno físico o principio de funcionamiento
- Según la magnitud de medida

Según su principio de funcionamiento se clasifican en:

1. **Directa/detección sobre objeto/difusa/autorreflexiva**
 - 1.1 Normales/básicas/energéticas
 - 1.2 Supresoras de fondo (BGS)
 - 1.3 Supresoras de primer plano (FGS)
2. **De espejo/reflexiva**
3. **De barrera**

2.3.1 Directa/detección sobre objeto/difusa/autorreflexiva

Emisor y receptor se encuentran en el mismo encapsulado. La luz emitida por el emisor incide sobre el objeto a detectar y es reflejada, siendo el receptor el encargado de captar esta luz reflejada, entonces se produce la detección.



Figura 1. Fotocélula directa

Son las más económicas y fáciles de montar.

No son adecuadas para ambientes con suciedad o humedad, ya que pueden cegar la fotocélula.

Distancia de detección corta (máximo 2 metros) y dependen del color del objeto por su factor de reflexión.

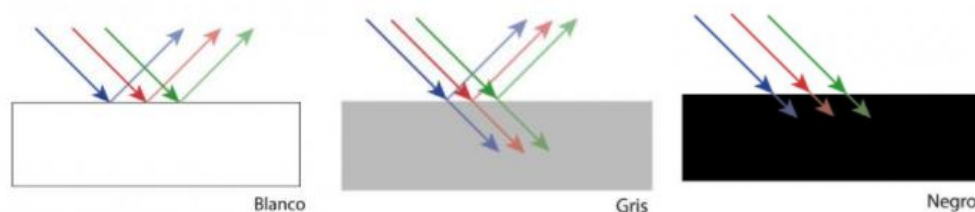


Figura 2. Reflexión sobre colores

2.3.1.1 Normales/básicas/energéticas

La distancia de detección se ve afectada por el color, brillo y fondo del objeto a detectar. Para resolver esto se crearon las supresoras de fondo y las supresoras de primer plano.

Aplicaciones típicas: detección de botellas, piezas metálicas, objetos en general.

No son recomendables si se colocan cerca de fondos reflectivos o pasillos de tránsito de operarios porque pueden provocar falsos positivos, tampoco es recomendable colocarlas encima de una cinta transportadora ya que podría detectarla, para resolver estos problemas se utilizan las supresoras de fondo.



Figura 3. Fotocélula directa energética

2.3.1.2 Supresoras de fondo (BGS)

Están diseñadas para aplicaciones que requieren que el sensor vea un objeto muy cercano a un segundo plano. Emplean triangulación para calcular la posición del objeto, por lo que el área de detección queda delimitada, ignorando todo lo que se encuentre detrás del objeto.

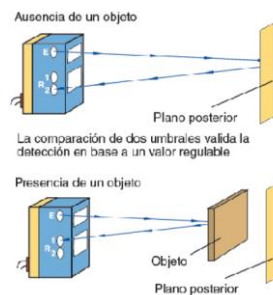


Figura 4. Funcionamiento de fotocélula supresora de fondo

La supresión de fondo es eficaz cuando el objeto y el segundo plano tienen una reflectividad similar o cuando se quieren detectar objetos oscuros contra un segundo plano más claro y reflectante.

Siempre que se pueda, es mejor utilizar una fotocélula de espejo, pero hay aplicaciones en las que se requiere una detección directa, ya sea porque se rompen los espejos, hay humedad y condensa dentro del espejo (aunque hay espejos calefactables) o por la disposición de los productos en la cinta.

Aplicaciones típicas detección de objetos en cinta transportadora para objetos no brillantes ni altamente pulidos, con superficie bien definida, sin importar su color o el color de fondo, forma o tamaño, por ejemplo: cajas, galletas, tapones, botellas opacas...



Figura 5. Aplicaciones de supresora de fondo

2.3.1.3 Supresoras de primer plano (FGS)

Mismo funcionamiento que las anteriores pero el ajuste se realiza apuntando a la superficie de fondo, delimitando la zona de detección a esa distancia. Así, cualquier objeto que se sitúe sobre la superficie de fondo será detectado por el sensor.

Aplicaciones típicas: detección de objetos en cinta transportadora para objetos muy brillantes o pulidos, muy oscuros, o muy rugosos (que devuelven muy poca luz).

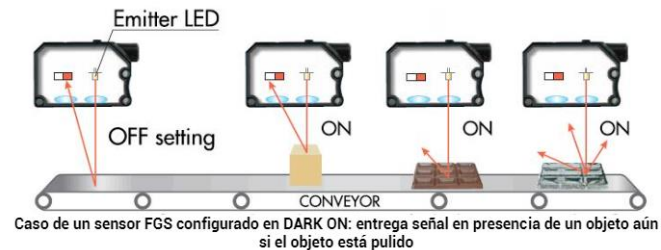


Figura 6. Funcionamiento de supresora de primer plano

2.3.2 De espejo/reflexiva

Al igual que las fotocélulas directas, el emisor y receptor se encuentran en el mismo encapsulado, pero necesitan un reflector/espejo.

El emisor emite la luz, rebota contra el reflector y el receptor la capta. Cuando un objeto se interpone, el receptor deja de recibir la luz y se produce la detección.



Figura 7. Fotocélula de espejo

No influye el color, pero sí el brillo y pulido ya que el objeto podría actuar como espejo y reflejar el haz de luz.

Aplicaciones típicas: Detección a medias distancias (hasta 10 metros)

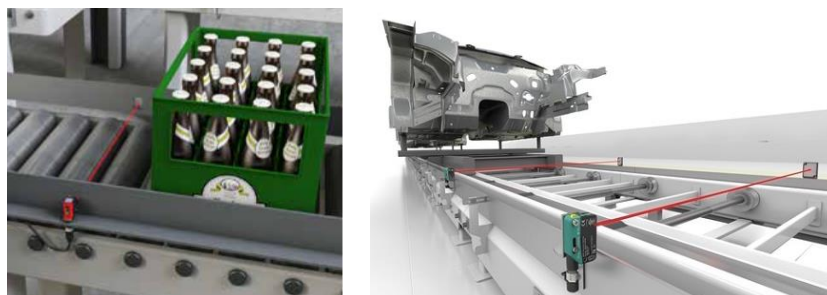


Figura 8. Aplicaciones típicas de fotocélula de espejo

También son utilizadas para detección de objetos transparentes con un modelo polarizado especial, aunque existen modelos específicos sin espejo y más caros para detectar objetos transparentes:



Figura 9. Aplicaciones típicas de fotocélula de espejo para objetos transparentes

2.3.3 De barrera

Emisor y receptor se encuentran en encapsulados diferentes. El emisor emite la luz y el receptor la capta mientras no haya ningún objeto entre ellos. Cuando se interpone un objeto se produce la conmutación de la salida del receptor.

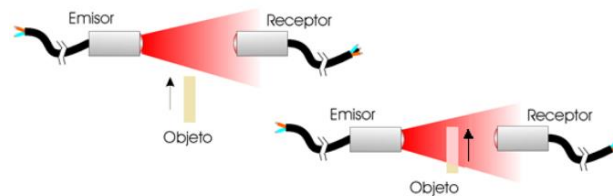


Figura 10. Fotocélula de barrera

El emisor se debe orientar de modo que en el receptor incida la mayor cantidad de luz posible.

Se trata del modo de funcionamiento más fiable, ya que toda la potencia que emite el emisor es enviada directamente al receptor, haciendo que la suciedad y la humedad del ambiente afecten en menor medida a su funcionamiento. Además, tampoco se ven afectadas por el color ni el brillo de los objetos.

Se necesita tensión de alimentación tanto en el emisor como en el receptor, esto puede ser un inconveniente si el espacio de instalación es limitado.

No son adecuadas para detección de objetos transparentes ya que la luz del emisor atraviesa el objeto translucido y llega al receptor, por lo que no es detectado.

-Aplicaciones típicas: detección de objetos a grandes distancias (hasta 200 metros usando láser) y cuando tengamos que traspasar con la luz superficies translucidas, por ejemplo, envoltura de colchones.



Figura 11. Aplicaciones típicas de fotocélula de barrera

Los sensores de **fibra óptica** pueden ser de detección sobre objeto o de barrera, pero en este caso la luz es conducida por una fibra óptica, al ser más fina que los sensores se pueden colocar en zonas con difícil acceso y pequeñas, al igual que permite una mayor precisión.

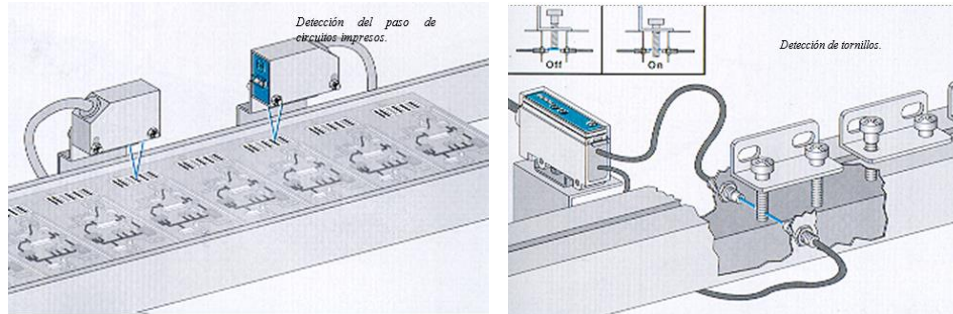


Figura 12. Aplicaciones típicas de fibra óptica

3. TRABAJO PREVIO - RECOPIACION DE DATOS TÉCNICOS

Previamente a la realización de la práctica, los estudiantes deben **leer el apartado 2.CONOCIMIENTOS PREVIOS** y **recopilar los datos técnicos** rellenando las siguientes tablas:

3.1. Fotocélula directa energética


Imagen aproximada	
Número de serie	VTE180-2P42487
Número de etiqueta del tablero	3
Tipo de luz	
Alcance de detección máximo	
Distancia de conmutación	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Diagrama del rango de sensibilidad	VER HOJA DE DATOS
Esquema de conexión	

Tabla 1. Datos técnicos de fotocélula directa energética

Para realizar el ajuste de sensibilidad, sigue los siguientes pasos:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad en la hoja de datos.
2. Quitar el objeto y establecer la sensibilidad a “máx.”
 - Si no se detecta el fondo: el ajuste está completo.
 - Si se detecta fondo: reducir la sensibilidad hasta el cambio en la salida.
3. Posicionar objeto centrado en el haz de luz. Si no se detecta, girar potenciómetro en la dirección “máx.” hasta el cambio de salida.
4. Quitar objeto. Si:
 - Salida cambia: el ajuste está completo.
 - Salida no cambia: influencia de fondo demasiado fuerte. Revisar su aplicación y ajuste.

Indicador LED naranja: salida conmutada activa.

Indicador LED verde encendido: recepción de luz < 0.9 o > 1.1

Indicador LED verde apagado: recepción de luz entre 0.9 y 1.1

3.2. Fotocélula directa supresora de fondo

Imagen aproximada	
Número de serie	GTB6-P7441S56
Número de etiqueta del tablero	4
Tipo de luz	
Alcance de detección máximo	
Distancia de conmutación	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Diagrama del rango de sensibilidad	VER HOJA DE DATOS
Esquema de conexión	

Tabla 2. Datos técnicos de fotocélula supresora de fondo

Para realizar el ajuste de sensibilidad, sigue los siguientes pasos:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad en la hoja de datos.
2. Colocar el objeto dentro del rango de detección, de manera que el punto rojo de luz del emisor incida sobre el objeto.
3. Girar el potenciómetro al mínimo. Aumentar el ancho de exploración hasta que el LED de indicación se ilumine.
 - Si el fondo no se detecta: el sensor está ajustado y listo para su uso.
 - Si el fondo se detecta: la influencia de fondo es muy intensa, hay que comprobar la aplicación y el ajuste.

Indicador LED verde: tensión de alimentación activa

Indicador LED amarillo: estado de la recepción de luz

3.3. Fotocélula de espejo/reflexiva + Reflector P250

Imagen aproximada	
Número de serie	VL180-2P42431
Número de etiqueta del tablero	5
Tipo de luz	
Alcance de detección máximo	
Distancia de conmutación	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Diagrama del rango de sensibilidad	VER HOJA DE DATOS
Esquema de conexión	

Tabla 3. Datos técnicos de fotocélula de espejo

Para realizar el ajuste de sensibilidad, sigue los siguientes pasos:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad en la hoja de datos.
2. Alinear la fotocélula y el reflector entre sí hasta que el punto de luz rojo sea visible en el reflector.
3. Determinar el punto de conmutación de encendido/apagado en la dirección horizontal/vertical y centrar su posición.
4. El sensor está ajustado y listo para su uso.

Indicador LED naranja: salida conmutada activa

Indicador LED verde:

- Encendido: recepción de luz < 0.9 o > 1.1
- Apagado: recepción de luz entre 0.9 y 1.1

3.4. Fotocélula de espejo/reflexiva + Reflector P250 (objetos transparentes)

<p>Imagen aproximada</p>	
<p>Número de serie</p>	<p>WL9G-3P2432</p>
<p>Número de etiqueta del tablero</p>	<p>6</p>
<p>Tipo de luz</p>	
<p>Alcance de detección máximo</p>	
<p>Distancia de conmutación</p>	
<p>Tipo de salida y modo de conmutación</p>	
<p>Grado de protección IP</p>	
<p>Tipo de ajuste</p>	
<p>Diagrama del rango de sensibilidad</p>	<p>VER HOJA DE DATOS</p>
<p>Esquema de conexión</p>	

Tabla 4. Datos técnicos de fotocélula de espejo para objetos transparentes

Para realizar el ajuste de sensibilidad, sigue los siguientes pasos:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad en la hoja de datos.
2. Orientar el sensor hacia el reflector. Posicionarlo de forma que la luz del transmisor incida en el centro del reflector, sin objetos en su trayectoria.
3. Para detectar objetos transparentes, simplemente hay que colocar el objeto y pulsar la tecla teach-in entre 2 y 5 segundos.

Indicador LED amarillo: estado de la recepción de luz.

Indicador LED verde: tensión de alimentación activa.

3.5. Fotocélula de barrera

Imagen aproximada	
Número de serie	WSE9-3P2430
Número de etiqueta del tablero	1 y 1.1
Tipo de luz	
Alcance de detección máximo	
Distancia de conmutación	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Diagrama del rango de sensibilidad	VER HOJA DE DATOS
Esquema de conexión	

Tabla 5. Datos técnicos de fotocélula de barrera

Para su puesta en funcionamiento, sigue los siguientes pasos:

1. Comprobar su curva característica y rango de sensibilidad en la hoja de datos.
2. Montar el transmisor y receptor en las escuadras de fijación y alinear el transmisor y el receptor entre sí.
3. Orientar el emisor hacia el receptor de manera que el haz de luz roja del transmisor incida en el receptor, no puede haber ningún objeto interfiriendo.
4. El sensor está ajustado y listo para su uso, ya que no tiene posibilidad de ajuste.

Indicador LED amarillo: estado de la recepción de luz.

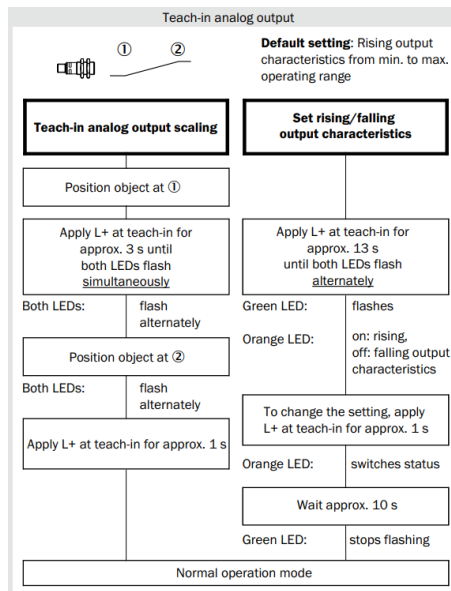
Indicador LED verde: tensión de alimentación activa.

3.6. Ultrasonidos

Imagen aproximada	
Número de serie	UM18-218166101
Número de etiqueta del tablero	2
Tipo de luz	
Alcance límite	
Alcance de trabajo	
Tipo de salida	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Esquema de conexión	VER HOJA DE DATOS

Tabla 6. Datos técnicos de ultrasonidos

Para realizar el ajuste de la salida analógica, sigue los pasos de la siguiente imagen:



Notas:

- En la práctica está configurado para medir desde 120 mm (su alcance mínimo) hasta 600 mm. Por lo que a 120 mm se obtienen 4 mA y a 600 mm 20 mA.
- La salida y la masa está conectadas a una regleta (cable negro y cable blanco) para que sea más fácil el acceso para medir con el polímetro **en modo corriente mA**

4. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Sigue las instrucciones de los apartados siguientes y anota en el informe lo que se pida.

4.1. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO

4.1.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales

Dentro de cada enlace, en el apartado de “Descargas”, se encuentra la hoja de datos e instrucciones de servicio/manual de cada sensor.

1. Fococélula directa energética ([enlace](#))
2. Fococélula directa supresora de fondo ([enlace](#))
3. Fococélula de espejo/reflexiva ([enlace](#))
4. Fococélula de espejo/reflexiva para objetos transparentes ([enlace](#))
5. Fococélula de barrera ([enlace](#))
6. Sensor de ultrasonidos ([enlace](#))
7. Objetos opacos y transparentes para la detección.
8. Polímetro para medir la salida analógica 4-20 mA del sensor de ultrasonidos.

4.2. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS

4.2.1 Identificación de los sensores

Identifica los sensores a utilizar en esta práctica y comprueba que corresponden con el modelo especificado en los materiales necesarios.

4.2.2 Conexionado

1. Revisa los conexionados de los sensores y conecta la alimentación a 24 V DC.

4.3. PRUEBA DE SENSORES

4.3.1 Fococélula directa energética y supresora de fondo

1. Coloca un objeto opaco entre 1 - 30 mm y comprueba si detectan ambas fococélulas.
2. Desplaza el objeto a más de 30 mm y comprueba si dejan de detectar.
3. Posiciona los reflectores (o un chaleco reflectante) al final del tablero alineados y perpendiculares con las fococélulas.
4. Coloca el objeto entre 1 – 30 mm y desplázalo fuera de rango hacia la izquierda o derecha.
5. Comprueba si la fococélula directa energética y la supresora de fondo detectan algo.

Responde a las siguientes preguntas:

1. Explica qué ocurre en el paso 5 y el motivo.

R:

2. ¿Cómo influye el color del objeto en la detección?

R:

3. ¿Qué alcance de trabajo tienen ambos sensores?

R:

4. ¿Qué significa la conmutación en claro o en oscuro?

R:

4.3.2 Fococélula de espejo

1. Posiciona los reflectores al final del tablero alineados y perpendiculares con la fotocélula.
2. Coloca un objeto opaco dentro de su rango y comprueba si es detectado.
3. Coloca un objeto transparente y comprueba si es detectado.
4. Ve rotando el objeto transparente y comprueba si es detectado.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se detecta el objeto transparente? ¿Y el opaco? Explica el motivo.

R:

2. ¿Funciona si se le quita el reflector?

R:

4.3.3 Fotocélula de espejo para objetos transparentes y ultrasonidos

1. Posiciona los reflectores al final del tablero alineados y perpendiculares a la fotocélula de espejo para objetos transparentes.
2. Coloca un objeto opaco dentro del rango de la fotocélula y comprueba si es detectado.
3. Coloca un objeto transparente y comprueba si es detectado.
4. Ve rotando el objeto transparente y comprueba si es detectado.
5. Conecta el polímetro en modo corriente a la salida y masa del sensor de ultrasonidos (se encuentran en la regleta individual atornillada)
6. Coloca un objeto opaco en el rango ajustado del sensor de ultrasonidos y comprueba como varía su salida.
7. Repite el paso 6 con un objeto transparente.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se detecta el objeto opaco con la fotocélula? ¿Y el transparente? Explica el motivo.

R:

2. ¿Se detecta el objeto opaco con el sensor de ultrasonidos? ¿Y el transparente? Explica el motivo.

R:

3. ¿Qué quiere decir que la salida es antivalente?

R:

4. Calcula teóricamente cuantos mA se obtendrán si el objeto se posiciona a 300 mm y compruébalo con el sensor de ultrasonidos.

R:

4.3.4 Fotocélula de barrera

1. Asegúrate de que la luz emitida por el emisor sea recibida por la lente del receptor.
2. Introduce un objeto opaco en una funda de plástico transparente y comprueba si son detectados.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se detecta la funda transparente? ¿Y el objeto de dentro? Explica el motivo.

R:

2. ¿Qué alcance tiene este modelo en concreto?

R:

Anexo III.

Práctica de detección de etiquetado

Prácticas de Instrumentación Electrónica

Práctica – Detección de etiquetado



Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Profesor: Francisco J. Ortiz Zaragoza

Realización: Sergio Hidalgo Martínez

Versión: 1.0.



CONTENIDOS

1. OBJETIVOS	2
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS	2
2.1. SENSORES DE HORQUILLA.....	2
2.2. SENSORES DE COLOR Y CONTRASTE	4
3. TRABAJO PREVIO - RECOPIACIÓN DE DATOS TÉCNICOS.....	5
3.1. Sensor de horquilla óptico	5
3.2. Sensor de horquilla de ultrasonidos.....	6
3.3. Sensor de color y contraste.....	7
4. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	9
4.1. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO	9
4.1.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales	9
4.2. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS	9
4.2.1 Identificación de los sensores	9
4.2.2 Conexionado.....	9
4.3. PRUEBA DE SENSORES.....	9
4.3.1 Sensor de horquilla óptico	9
4.3.2 Sensor de horquilla de ultrasonidos.....	10
4.3.3 Sensor de color y contraste.....	11

1. OBJETIVOS

1. Conocer los sensores de horquilla y de color/contraste y sus principales características.
2. Conocer las aplicaciones industriales de sensor y ser capaz de seleccionar cuando es más apropiado utilizar cada uno.
3. Aprender sobre la detección de objetos transparentes con sensores ópticos y ultrasonidos.
4. Conocer el conexionado y ajuste de los distintos sensores.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

2.1. SENSORES DE HORQUILLA

Los sensores de horquilla contienen el emisor y receptor en el mismo encapsulado, esto facilita la tarea tanto de alineación del emisor y receptor como de conexionado, ya que se reduce a un único dispositivo, además, garantiza una alta seguridad en los procesos.

Se pueden clasificar según su principio funcional en:

SENSORES DE HORQUILLA ÓPTICOS

Ventajas:

- Detección precisa a velocidades muy elevadas.
- Tiempos de respuesta cortos.

Desventajas:

- Únicamente detectan etiquetas opacas.
- Se ven afectados por la influencia de la luz artificial o superficies brillantes.

SENSORES DE HORQUILLA DE ULTRASONIDOS

Ventajas:

- No se ven afectados por la influencia de la luz artificial o superficies brillantes.
- Detectan incluso con condiciones desfavorables como polvo, suciedad, niebla o humo.
- Detectan etiquetas independientemente del diseño de impresión, de la transparencia y de la superficie: transparentes, semitransparentes, muy finas, metalizadas, opacas, estampadas...

Desventajas:

- Mayor tiempo de respuesta.
- Menor precisión.

Del mismo modo, también se utilizan para la detección de objetos de distintos tamaños y características debido a la gran variedad de formatos que existen.



Figura 1. Variedades de sensores de horquilla

Ejemplos de aplicaciones de detección de objetos

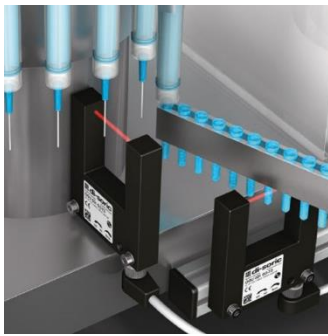


Figura 2. Detección precisa de agujas con luz láser



Figura 2. Presencia de tapones



Figura 4. Posicionamiento correcto de carrocería

Ejemplos de aplicaciones de detección de etiquetas



Figura 5. Detección de etiquetas opacas

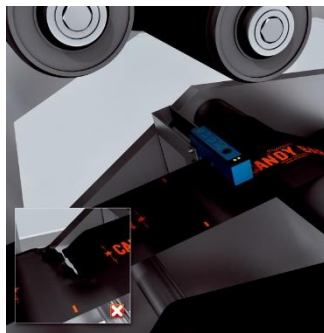


Figura 6. Detección de desgarrado de láminas



Figura 3. Detección de etiquetas transparentes

2.2. SENSORES DE COLOR Y CONTRASTE

Los sensores de color y contraste se utilizan en la industria para la detección de inapreciables cambios de contraste y color con una gran velocidad y precisión, por lo que son ideales para aplicaciones de control de calidad. Los fabricantes pueden vender estos sensores con la función de color incluida, pero también hay muchos que no la incluyen y se venden por separado.

En los procesos de etiquetado, los sensores de contraste sirven para la detección de marcas de impresión o máculas y así dar la orden para el cortado de etiquetas. También se pueden utilizar para la detección de final del rollo, posicionamiento de tubos, alineación de botellas o inspección de superficies.

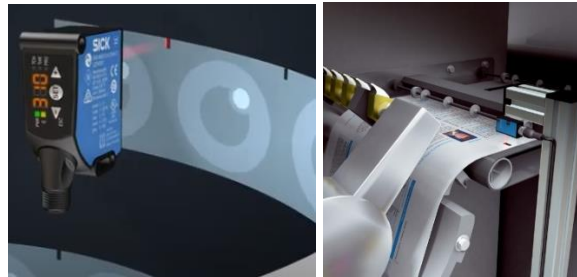


Figura 8. Detección de máculas



Figura 4. Detección de final del rollo



Figura 10. Posicionamiento de tubos

La función de color permite distinguir los colores y así, por ejemplo, detectar máculas independientemente de su color (distinguir una mácula amarilla en una etiqueta naranja) o también puede dedicarse puramente a la detección de un color en concreto, por ejemplo detectar tapones azules en una línea que únicamente deberían haber tapones rojos.



Figura 5. Detección de color de tapones

3. TRABAJO PREVIO - RECOPIACIÓN DE DATOS TÉCNICOS

Previamente a la realización de la práctica, los estudiantes deben **leer el apartado 2.CONOCIMIENTOS PREVIOS** y **recopilar los datos técnicos** en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

3.1. Sensor de horquilla óptico

Imagen aproximada	
Número de serie	WFS3-40P415
Objeto mínimo detectable (MDO)	
Tipo de luz	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Tiempo de respuesta	
Esquema de conexión	VER HOJA DE DATOS

Tabla 1. Datos técnicos de sensor de horquilla óptico

Para realizar el ajuste del umbral de conmutación, sigue los pasos extraídos del [manual](#):

4a Función Teach-In dinámica

Inicio de la función Teach-In: Pulsar simultáneamente las teclas “+” y “-” durante 1 s. El LED rojo parpadea a aprox. 8 Hz. Desplazar varias etiquetas con sustrato (objetos que se desean detectar) mediante el sensor.

Fin de la función Teach-In: Pulsar la tecla “-”. Se ajusta el umbral de conmutación. El indicador de funcionamiento (LED rojo) se apaga. Comprobar el funcionamiento del sensor. El indicador de funcionamiento (LED amarillo) muestra el estado de conexión del sensor. De ser necesario, se puede repetir el proceso de programación o se pueden utilizar las teclas “+” y “-” para realizar ajustes de precisión.

4b Ajuste manual del umbral de conmutación/ajuste de precisión (mediante las teclas “+” y “-”)

Pulsación simple = ajuste de precisión (el LED rojo parpadea por cada pulsación simple); pulsación prolongada = ajuste rápido (el LED rojo parpadea hasta alcanzar el mínimo o el máximo).

En modo L = conmutación en claro: Cuando se reciben señales se ilumina el indicador amarillo. Si no se ilumina, significa que las señales recibidas no son suficientes: aumente la sensibilidad con la tecla “+”.

Figura 6. Teach-in dinámico del sensor de horquilla óptico

Para bloquear el sensor o cambiar su modo de conmutación:

- 5 Pulsando simultáneamente las teclas “+” y “-” durante $3 < t < 6$ s es posible bloquear el equipo contra accionamiento no deseado.
- 6 Pulsando simultáneamente las teclas “+” y “-” durante > 6 s es posible conmutar en claro/oscuras.

Figura 7. Bloqueo y modo de conmutación de sensor de horquilla óptico

3.2. Sensor de horquilla de ultrasonidos


Imagen aproximada	
Número de serie	UFN3-70B413
Objeto mínimo detectable (MDO)	
Tipo de luz	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Tiempo de respuesta	
Esquema de conexión	VER HOJA DE DATOS

Tabla 2. Datos técnicos de sensor de horquilla de ultrasonidos

El ajuste del umbral de conmutación, bloqueo y cambio de modo de conmutación se realiza de igual manera que para el sensor de horquilla óptico.

3.3. Sensor de color y contraste


Imagen aproximada	
Número de serie	KTX-WP91141252ZZZ
Tipo de luz	
Alcance de detección	
Tipo de salida y modo de conmutación	
Grado de protección IP	
Tipo de ajuste	
Esquema de conexión	VER HOJA DE DATOS

Tabla 3. Datos técnicos de sensor de color y contraste

Para realizar el ajuste del umbral de conmutación para aplicaciones de contraste como la detección de máculas, sigue los pasos para el aprendizaje de 2 puntos extraídos del [manual](#):

2-point teach-in (factory setting)

Suitable for manual positioning of the object to be detected, e.g., mark and background.

1. Press the SET pushbutton.
2. Use the plus or minus pushbutton to select teach-in.



3. Press the SET pushbutton.
4. Use the plus or minus pushbutton to select 2P.



5. Press the SET pushbutton.
6. Position the mark under the light spot.



7. Press the SET pushbutton.
8. Position the background under the light spot.



9. Press the SET pushbutton. The Quality of Teach is displayed.



Figura 8. Teach-in de 2 puntos del sensor de color y contraste

Para utilizar el modo de color y así distinguir un color de los demás, sigue los pasos para el aprendizaje de 1 punto extraído del manual:

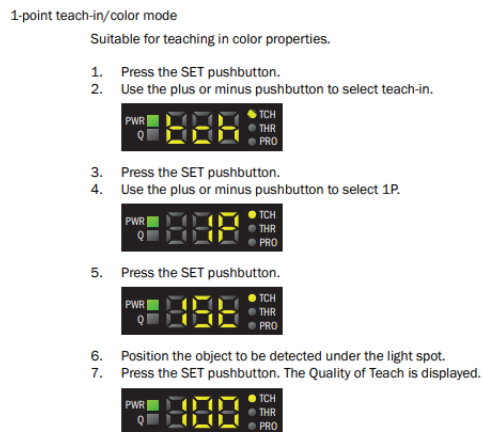


Figura 9. Teach-in de 1 punto del sensor de color y contraste

Cuando el sensor esté funcionando, el valor numérico que se muestra en la pantalla es la recepción de la luz sobre el material, siendo:

- 0: Negro.
- 400: Blanco.
- 999: Material brillante.

4. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Sigue las instrucciones de los siguientes apartados y anota en el informe lo que se pida.

4.1. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO

4.1.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales

1. Sensor de horquilla óptico ([hoja de datos](#), [manual](#))
2. Sensor de horquilla de ultrasonidos ([hoja de datos](#), [manual](#))
3. Sensor de color y contraste ([hoja de datos](#), [manual](#))
4. Rollo de etiquetas opacas y rollo de etiquetas transparentes.

4.2. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS

4.2.1 Identificación de los sensores

Identifica los sensores a utilizar en esta práctica y comprueba que corresponden con el modelo especificado en el apartado de material específico necesario.

4.2.2 Conexionado

1. Revisa los conexionados de los sensores y conecta la alimentación a 24 V DC.

4.3. PRUEBA DE SENSORES

4.3.1 Sensor de horquilla óptico

1. Realiza el ajuste del umbral de conmutación con etiquetas opacas, según se indica en el manual del sensor.
2. Desplaza una tira de etiquetas opacas por el sensor y comprueba si se detectan.
3. Desplaza una tira de etiquetas transparentes por el sensor y comprueba si se detectan.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Funciona correctamente con el ajuste realizado? En caso negativo, consultar con el profesor.

R:

2. ¿Se detectan las etiquetas opacas? ¿Y las transparentes? Explica los motivos.

R:

3. ¿Qué modo de conmutación está configurado?

R:

4.3.2 Sensor de horquilla de ultrasonidos

1. Realiza el ajuste del umbral de conmutación con etiquetas transparentes, según se indica en el manual del sensor.
2. Desplaza una tira de etiquetas opacas por el sensor y comprueba si se detectan.
3. Desplaza una tira de etiquetas transparentes por el sensor y comprueba si se detectan.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se detectan las etiquetas opacas? ¿Y las transparentes? Explica los motivos.

R:

2. ¿Qué modo de conmutación está configurado?

R:

3. ¿Qué pasaría si la etiqueta fuera metalizada o brillante?

R:

4. ¿Qué sensor detecta más rápido, el óptico o el de ultrasonidos? Justifica el motivo.

R:

4.3.3 Sensor de color y contraste

1. Realiza el ajuste del umbral de conmutación según se indica en el manual del sensor para detectar máculas.
2. Coloca el sensor de contraste en su rango de distancia de detección y de forma que el haz de luz incida en las máculas de las etiquetas opacas, comprueba si se detectan.
3. Realiza el ajuste del umbral de conmutación según se indica en el manual del sensor para detectar un color, comprueba si se detecta el color configurado.

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Se detectan las máculas? ¿Qué significan los números que aparecen en la pantalla del sensor?

R:

2. ¿Se detecta el color configurado? ¿Cambia el color del haz de luz?

R:

3. ¿En qué se diferencia la salida PNP de la NPN?

R:

Anexo IV.

Práctica de sensor de visión inteligente

Prácticas de Instrumentación Electrónica

Práctica – Sensor de visión inteligente



Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Profesor: Francisco J. Ortiz Zaragoza

Realización: Sergio Hidalgo Martínez

Versión: 1.0.



CONTENIDOS

1. OBJETIVOS	2
2. TRABAJO PREVIO.....	2
3. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA	3
3.1. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN	3
3.1.1 Identificación de los sensores	3
3.1.2 Conexionado.....	3
3.1.3 Acceso a la interfaz web.....	3
3.2. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO	3
3.2.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales	3
3.3. PRUEBA DE SENSOR	3

1. OBJETIVOS

1. Conocer los sensores de visión, sus características y aplicaciones industriales.
2. Conocer el conexionado del sensor de visión SMART VS de DATALOGIC.
3. Saber configurar el sensor de visión para distintas aplicaciones mediante la interfaz web.
4. Probar el sensor de visión desde la interfaz web y externamente con las aplicaciones configuradas.

2. TRABAJO PREVIO

Previamente a la realización de la práctica, los estudiantes deben **recopilar los datos técnicos** necesarios rellorando las tablas del sensor.

Imagen aproximada	
Número de serie	959971320
Voltaje de alimentación	
Número de salidas	
Tipo de salida	
Distancia de funcionamiento	
Manejo máximo de imágenes	
Grado de protección IP	

Tabla 1. Datos técnicos de SMART VS

Conector de clavijas de alimentación M12 de 17 pines, COM y E/S*			
Pin	Nombre	Colore	Función
1	VDC	Café	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación +
2	GND	Azul	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación -
Caja del conector	Chasis		La caja del conector proporciona conexión eléctrica al chasis
6	I1A	Amarillo	I1A Entrada de disparo A (insensible a la polaridad)
5	I1B	Rosa	I1B Entrada de disparo B (insensible a la polaridad)
13	I2A	Verde	I2A Enseñanza remota A (insensible a la polaridad)
3	I2B	Blanco	I2B Enseñanza remota A (insensible a la polaridad)
9	O1	Rojo	Datos Válidos PP
8	O2	Gris	Salida PP Buena
16	O3	Negro	Salida PP NO BUENA

Figura 1. Conexionado de SMART VS

3. REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Sigue las instrucciones de los siguientes apartados y anota en el informe lo que se pida.

3.1. MATERIAL ESPECÍFICO NECESARIO

3.1.1 Material disponible en laboratorio y enlaces a hojas de datos y manuales

1. Sensor de visión inteligente SMART VS ([hoja de datos](#), [manual](#), [guía interfaz web](#))
2. Sensor de proximidad (fotocélula, inductivo, capacitivo...)
3. Objetos para aprendizaje (envases, etiquetas, botellas...)

3.2. IDENTIFICACIÓN E INSTALACIÓN

3.2.1 Identificación de los sensores

Identifica los sensores a utilizar en esta práctica y comprueba que corresponden con el modelo especificado en el material específico necesario.

3.2.2 Conexionado

1. Revisa los conexionados de los sensores y conecta la alimentación a 24 VDC.
2. Comprueba que el cable de red Ethernet de la cámara está conectado al router.

3.2.3 Acceso a la interfaz web

Para tener acceso a la interfaz web de la cámara, se debe estar conectado a la misma red Wifi que la cámara. Introduce en la barra de búsqueda del navegador Chrome (preferiblemente) la dirección IP de la cámara configurada con el protocolo DHCP: **192.168.0.201**

3.3. PRUEBA DE SENSOR

Prueba alguna de las aplicaciones para las que está diseñado el sensor de visión SMART VS de DATALOGIC siguiendo los pasos que se muestran a continuación. La cámara está configurada para verificar presencia de etiqueta, presencia de tapa y roscado de tapón.

Nombre de la aplicación	Casos resueltos (Buenos/Malos)	
Verificar presencia de etiqueta		
Orientación de la tapa		
Presencia de la tapa		
Verificar impresión en etiqueta		

Figura 2. Aplicaciones del sensor SMART VS

1. Al entrar en la interfaz web, aparecerá la pantalla en blanco, para continuar, hay que pulsar el botón de pausa situado en la esquina inferior izquierda.
2. En la esquina superior derecha aparecerán los siguientes botones, hay que pulsar el botón “+” para crear un nuevo trabajo. Los demás son para importar/exportar/eliminar un trabajo.



Figura 3. Botones de la interfaz web

3. Se abrirá una ventana para insertar el nombre del trabajo y seleccionar un banco que esté vacío.

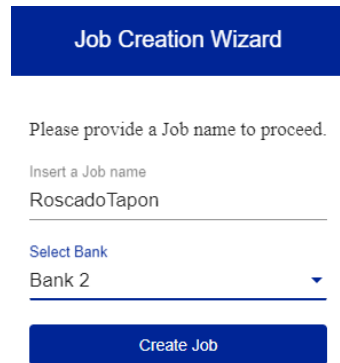


Figura 4. Creación de nuevo trabajo

4. Posiciona el objeto de manera que quede centrado y a una distancia entre 5 y 15 cm. Pulsar el botón de “Start Automatic Setup” para que automáticamente se configure la imagen, si se desea, se puede ajustar manualmente en “Advanced Image Settings”.
5. Ajusta el campo de visión a la parte deseada haciendo clic en la imagen y arrastrándola por la zona gris. Pulsar “Next”.
6. Enseña los casos buenos pulsando “Teach”, se recomienda enseñarle tantas imágenes como se quieran tratar como buenas. Tener en cuenta que se le pueden enseñar 6 imágenes máximo (buenas + malas). Pulsar “Next”.

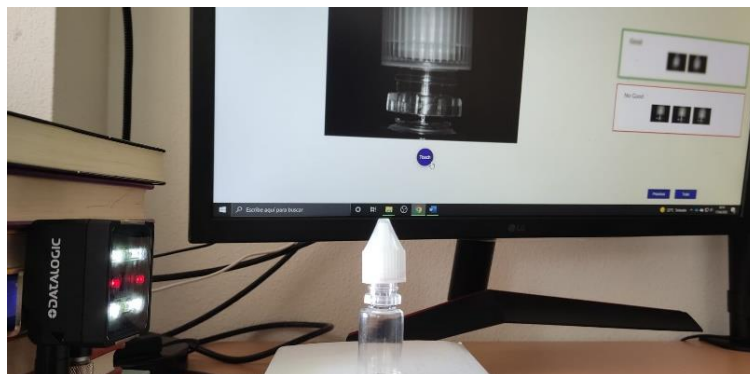


Figura 5. Entrenamiento para roscado y presencia de tapón

7. Enseña los casos malos de igual manera que en el paso anterior y pulsa el botón “Train”.

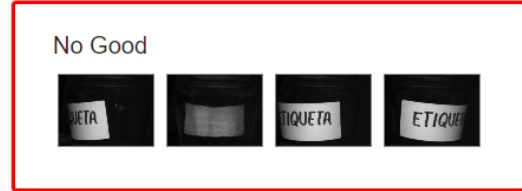


Figura 6. Roscado y presencia de tapón

Figura 8. Orientación de etiqueta



Figura 7. Presencia de tapa

8. Una vez entrenada, te redirige a la página de monitoreo, y aparecen los botones de la esquina inferior izquierda:

- ▶ (Save and Play with External Trigger): para guardar antes de salir y utilizar un trigger (entrada de disparo) externo con un sensor de presencia conectado correctamente en las entradas I1 o I2 (revisar conexionado).
- 🔄 (Play with Self-Trigger): para demostraciones o comprobaciones preliminares, realiza fotos rápidamente cada segundo.
- 📷 (Single shot): para simular un único trigger.

- Prueba la aplicación configurada desde la interfaz web, pulsa el botón “Play with Self-Trigger” o “Single shot” y prueba distintas posiciones. Los resultados irán apareciendo en las estadísticas del lado derecho y en la lista de imágenes inferior, cómo se ve en la Figura 10 (marco verde: bueno, marco rojo: malo).

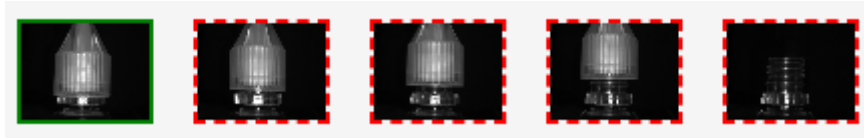


Figura 9. Resultados de aplicación para presencia de tapa

Con estas imágenes, se puede incrementar el entrenamiento (siempre que las imágenes no excedan de 6) haciendo clic derecho en la imagen y moviéndola a Good o No Good.

- Prueba externamente la aplicación configurada pulsando el botón de “Save and Play with External Trigger”. Cuando se detecte una entrada de disparo (I1 o I2) mediante un sensor de presencia (sensor fotoeléctrico, inductivo, capacitivo...), la cámara realizará una foto y dará una salida digital buena (por el cable gris) o mala (por el cable negro). Los resultados y estadísticas también se van mostrando en la interfaz web.

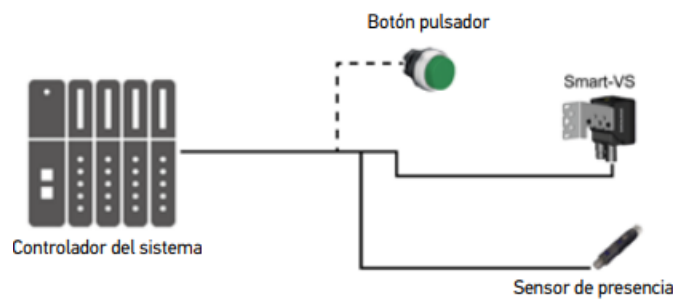


Figura 10. Diagrama de conexión de SMART VS