ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE AYUDAS DIDÁCTICAS PARA EL MANEJO DEL BANCO NEUMÁTICO CONTROLADO MEDIANTE IOT ORIENTADAS A LA ENSEÑANZA PRÁCTICA Y AUTÓNOMA DE LA NEUMÁTICA EN ENTORNOS ACADÉMICOS.

LAURA ESTEFANÍA GAITÁN MESA
YUSSET DANERYS PEÑA VARGAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL - FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
SEPTIEMBRE DE 2026

ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE AYUDAS DIDÁCTICAS PARA EL MANEJO DEL BANCO NEUMÁTICO CONTROLADO MEDIANTE IOT ORIENTADAS A LA ENSEÑANZA PRÁCTICA Y AUTÓNOMA DE LA NEUMÁTICA EN ENTORNOS ACADÉMICOS.

LAURA ESTEFANÍA GAITÁN MESA
YUSSET DANERYS PEÑA VARGAS

Proyecto de grado para optar al título de tecnólogo mecánico

Profesor Director
Ing. John Alejandro Forero Casallas M.Sc.

UNIVERSIDAD DISTRITAL – FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
SEPTIEMBRE DE 2026

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN 8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
3. OBJETIVO 11
   3.1 OBJETIVO GENERAL. 11
   3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
4. JUSTIFICACIÓN 12
5. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES 14
   5.1 MARCO TEÓRICO 14
   5.2 ANTECEDENTES 17
6. METODOLOGÍA 24
   6.1 RECOPILACIÓN, ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL 25
      6.1.1 Proyecto de grado “Diseño e implementación una guía para controlar una secuencia neumática de dos actuadores por medio de internet de las cosas” 25
      6.1.2 Guías didácticas 26
      6.1.3 Neumática 29
      6.1.4 Equipos a emplear 30
   6.2 DISEÑO Y REDACCIÓN DE LAS GUÍAS 39
   6.3 INTEGRACIÓN DE LOS RECURSOS EN UN FORMATO INTERACTIVO. 41
      6.3.1 SmartPneu 43
      6.3.2 Organización de los contenidos en Moodle. 50
   6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS AYUDAS EN EL AULA. 53
   6.5 EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE LAS AYUDAS DIDÁCTICAS. 54

6.6 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL HERRAMIENTA PARA LA PROGRAMACIÓN 61
7. RESULTADOS 62
7.1 resultados de las pruebas de conocimientos 62
7.2 resultados de la encuesta de percepción 64
7.3 Análisis general de la efectividad de las ayudas didácticas 68
8. CONCLUSIONES 71
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74
10. ANEXOS 77
10.1 INFOGRAFÍAS DESARROLLADAS 77
10.1 GUÍAS DESARROLLADAS 82
10.2 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE CONTROL 169
10.3 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS de la implementación 187
10.4 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DESARROLLADOS 200
10.5 Recursos digitales complementarios 219
10.5.1 Moodle 219
10.5.2 smartpneu 223

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1, Metodología 24
Figura 2. Sistema de control neumático IoT 32
Figura 3. Conexiones del sistema IoT. 33
Figura 4: Pantalla de inicio de sesión y registro de SmartPneu 44
Figura 5: Pantalla principal desde el perfil de estudiante 45
Figura 6. Pantalla principal desde el perfil de docente 49
Figura 7. Esquema de experiencia integral del aprendizaje 52
Figura 8. Estudiantes consultando las guías diseñadas 53
Figura 9 Estudiantes interactuando con el banco neumático. 54
Figura 10. Página principal de Moodle 219
Figura 11. moodle 220
Figura 12. Apartado de fundamentos 220
Figura 13. Subsección de neumática. 221
Figura 14. Subsección de actuadores. 221
Figura 15. Subsección de válvulas y accionamientos 221
Figura 16. Subsección de aire comprimido 222
Figura 17. Subsección de sistemas neumáticos 222
Figura 18. Sección de procedimientos 222
Figura 19. Subsección de Arduino IDE 222
Figura 20. Subsección de Mit App Inventor. 223
Figura 21. Subsección MQTT. 223
Figura 22. Sección de Dispositivo IoT. 223
Figura 23. Acceso aplicación 223
Figura 24. Página principal 224

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Herramientas de software empleadas en el desarrollo del sistema IoT 30
Tabla 2.. Especificaciones técnicas de los componentes que conforman el equipó IoT 34
Tabla 3. Especificaciones Técnicas de los componentes neumaticos del banco 36
Tabla 4. Equipos auxiliares empleados para el funcionamiento y control del banco neumático 38
Tabla 5. Estructura Pedagógica de SmartPneu 46
Tabla 6. Interpretación de las calificaciones de la prueba diagnóstica 56
Tabla 7. Interpretación de los resultados de la prueba final 57
Tabla 8. Valores Asignados a la escala de percepción 59
Tabla 9. Interpretación de los resultados de la encuesta de percepción 60
Tabla 10. Resultados generales 62
Tabla 11. Cambios individuales 63
Tabla 12. Distribución por niveles 63
Tabla 13. Resultados por dimensión 64
Tabla 14. Valoración general 66
Tabla 15. Ayuda que más contribuyó al aprendizaje 66

1. RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito la elaboración e implementación de ayudas didácticas para el manejo del banco neumático controlado mediante IoT, orientadas a fortalecer la enseñanza práctica y autónoma de la neumática en entornos académicos de la Universidad Distrital. La propuesta surge de la necesidad de modernizar los procesos formativos, incorporando tecnologías de la Industria 4.0 que permitan a los estudiantes adquirir competencias en automatización, conectividad y uso de plataformas digitales.

El objetivo general se centra en transformar el banco neumático en una herramienta didáctica flexible y actualizada, mediante la integración de recursos pedagógicos que simplifiquen su operación y fomenten un aprendizaje más autónomo. Para ello, el trabajo se desarrolla a partir de cuatro objetivos específicos: la revisión y documentación de información relacionada con los antecedentes y alcances del IoT aplicado a la educación; el diseño de guías prácticas que orienten de manera clara y secuencial el uso del banco; la producción de recursos digitales complementarios como videos cortos y reels que brinden apoyo visual y dinámico; y, finalmente, la evaluación de la efectividad de estas ayudas a través de pruebas diagnósticas y encuestas aplicadas a los estudiantes.

La metodología del proyecto contempla varias fases: primero, la recopilación y análisis de información documental para construir un marco conceptual y técnico sólido; posteriormente, el diseño de guías y materiales didácticos con apoyo de esquemas, infografías y recursos interactivos; más adelante, la grabación y edición de videos explicativos sobre la operación del banco neumático IoT; y, finalmente, la implementación en el aula, acompañada de la aplicación de instrumentos de evaluación que permitan valorar el impacto de las ayudas en la comprensión y autonomía de los estudiantes.

Los resultados esperados incluyen la disponibilidad de guías impresas y digitales, material audiovisual con demostraciones prácticas, y la integración de códigos QR

o enlaces que faciliten el acceso a los recursos digitales. Asimismo, se busca consolidar un informe final con el análisis de la experiencia, las observaciones recogidas y recomendaciones para la continuidad del proyecto. Con estos productos, se espera fortalecer las prácticas académicas, facilitar la comprensión de los fundamentos de la neumática y su relación con las tecnologías IoT, y motivar a los estudiantes hacia un aprendizaje más activo y autónomo.

En cuanto a su impacto, este trabajo contribuye a la generación de conocimiento al articular la neumática con tecnologías emergentes, ofreciendo un modelo actualizado de enseñanza. También aporta al desarrollo tecnológico al optimizar un banco neumático tradicional con recursos IoT, y al fortalecimiento institucional, pues aprovecha los equipos existentes en los laboratorios universitarios, promoviendo la innovación educativa y abriendo oportunidades para futuros proyectos de investigación aplicada.

Así pues, este proyecto constituye un aporte académico y tecnológico de gran importancia, al mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la formación de ingenieros y preparar a los estudiantes para enfrentar los retos de la Industria 4.0 mediante experiencias prácticas, accesibles y alineadas con las demandas del sector productivo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la formación de ingenieros mecánicos y técnicos en áreas de automatización, es indispensable el conocimiento práctico de los sistemas neumáticos. Sin embargo, los espacios académicos enfrentan barreras para lograr experiencias de aprendizaje dinámicas y efectivas: los bancos neumáticos suelen ser costosos, su configuración es estática, y la modificación de circuitos implica tiempos prolongados de montaje y supervisión. Esta rigidez limita la capacidad de los estudiantes para experimentar y dificulta la relación entre la teoría y la práctica.

Al mismo tiempo, el Internet de las Cosas (IoT) ha transformado la manera en que las industrias controlan, monitorean y optimizan procesos, generando una tendencia hacia la conectividad y la digitalización en tiempo real. No obstante, su incorporación en laboratorios educativos es escasa y muchas veces compleja, lo que reduce su alcance didáctico.

Surge entonces la pregunta central de este proyecto: ¿Cómo optimizar el aprendizaje de la neumática mediante un banco de prácticas controlado por IoT, que sea interactivo, adaptable y fácil de usar para estudiantes y docentes?

El proyecto busca dar respuesta a esta pregunta mediante el desarrollo e implementación de ayudas didácticas que faciliten el uso del banco neumático controlado por IoT, promoviendo el aprendizaje autónomo, reduciendo tiempos de montaje y permitiendo el acceso a tecnologías emergentes de manera clara y sencilla.

Alcances y limitaciones: El trabajo se enfocará exclusivamente en sistemas neumáticos (sin incluir hidráulica), utilizará componentes y microcontroladores disponibles en el entorno institucional, y estará orientado al ámbito educativo más que al industrial, priorizando la facilidad de uso y la comprensión sobre la robustez o escalabilidad industrial.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Elaborar e implementar ayudas didácticas para el manejo del banco neumático controlado mediante Iot, orientadas a la enseñanza práctica y autónoma de la neumática en entornos académicos

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Documentar información que permita conocer los diferentes antecedentes y alcances relacionados, para así orientar la realización del proyecto de mejor manera.
2. Proponer guías de prácticas que orienten paso a paso el uso del banco neumático controlado por IoT, con el fin de facilitar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos, componentes y su relación con los fundamentos teóricos de la neumática y la aplicación de plataformas de I.o.T's
3. Implementar recursos didácticos digitales, como videos cortos o reels explicativos, que complementen las guías escritas y ofrezcan a los estudiantes una forma más visual, dinámica y accesible de aprender.
4. Evaluar la efectividad de las ayudas didácticas a través de la aplicación de pruebas o encuestas a los estudiantes, con el fin de medir el impacto de estas herramientas en la comprensión, autonomía y desarrollo de competencias relacionadas con la neumática e IoT.

4. JUSTIFICACIÓN

El proyecto planteado presenta una pertinencia académica y tecnológica evidente, ya que responde a las exigencias actuales de la formación en ingeniería y al avance de las tecnologías aplicadas en los procesos educativos. En el contexto académico, disponer de recursos prácticos que integren la neumática con el Internet de las Cosas (IoT) ofrece a los estudiantes la posibilidad de desarrollar competencias clave en áreas de automatización, monitoreo y conectividad, aspectos que constituyen pilares fundamentales de la Industria 4.0. Este enfoque permite que los futuros profesionales no solo comprendan los principios teóricos de la neumática, sino que también aprendan a aplicarlos en sistemas inteligentes y conectados, lo cual fortalece su perfil formativo.

Desde la perspectiva tecnológica, este trabajo aporta un sistema versátil, accesible y adaptado al ambiente de aula, que facilita la interacción con el banco neumático. La implementación de control mediante IoT contribuye a simplificar la operación, reducir los tiempos de configuración y mejorar la seguridad en las prácticas. Además, la incorporación de recursos digitales complementarios, como guías interactivas y videos explicativos, favorece un aprendizaje más dinámico y autónomo, respondiendo a la necesidad de modernizar las metodologías académicas y de promover el uso de herramientas que estimulen la autogestión del conocimiento.

El objetivo central es fomentar un aprendizaje autónomo y práctico mediante el uso del banco neumático controlado por IoT. Con ello, se busca que los estudiantes adquieran habilidades aplicables a entornos reales de la Industria 4.0, logrando familiarizarse con tecnologías emergentes en automatización, comunicación de datos y control remoto, que hoy son altamente valoradas en el campo profesional.

El impacto que se proyecta abarca distintos niveles:

- **Académico:** Eleva la calidad de la enseñanza, al proporcionar experiencias más cercanas a la realidad industrial y al permitir que los estudiantes accedan de manera más ágil al desarrollo de prácticas experimentales.

- **Profesional:** Contribuye a la formación de ingenieros competentes en control neumático y plataformas IoT, generando un perfil profesional ajustado a las demandas del sector productivo y tecnológico actual.

- **Institucional:** Promueve el aprovechamiento de los equipos ya existentes en los laboratorios, fomenta la innovación educativa y sienta bases sólidas para la extensión del proyecto hacia otras áreas de la ingeniería o para el desarrollo de futuras iniciativas investigativas.

En conclusión, este proyecto reviste un valor significativo porque transforma un banco neumático tradicional en una herramienta didáctica moderna, flexible y alineada con las tendencias de la Industria 4.0. Al integrar lo académico con lo tecnológico, se favorece el aprendizaje significativo de los estudiantes, se fortalece su preparación para enfrentar retos reales del sector industrial y se impulsa la innovación dentro del ámbito educativo universitario.

5. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

5.1 MARCO TEÓRICO

Industria 4.0

La Industria 4.0, considerada la cuarta revolución industrial, surge como un nuevo paradigma de producción basado en la integración de tecnologías digitales avanzadas con los procesos físicos de manufactura. Este concepto fue impulsado inicialmente en Alemania a partir del *High-Tech Strategy 2020 Action Plan*, con el fin de fortalecer la competitividad mediante la digitalización y automatización de los sistemas productivos (Cortés et al., 2017)

El desarrollo industrial se ha dado en cuatro grandes etapas:

1. Primera Revolución Industrial: mecanización mediante máquinas a vapor.
2. Segunda Revolución Industrial: producción en masa y uso de la electricidad.
3. Tercera Revolución Industrial: automatización con electrónica y tecnologías de información.
4. Industria 4.0: integración de sistemas ciberfísicos, IoT y big data para lograr fábricas inteligentes (Bücker et al., 2016)

La Industria 4.0 se fundamenta en la conexión en tiempo real de máquinas, personas y procesos, posibilitando la toma de decisiones autónoma y colaborativa. Sus componentes principales incluyen:

- Sistemas Ciberfísicos (CPS): máquinas inteligentes que interactúan con el entorno.
- Internet de las Cosas (IoT): interconexión de objetos, sensores y dispositivos.

- Big Data y Cloud Computing: análisis y gestión de grandes volúmenes de datos.

- Smart Factories: fábricas inteligentes y modulares capaces de adaptarse a demandas cambiantes

Su implementación enfrenta retos significativos:

- Seguridad digital y protección de datos en sistemas interconectados.

- Estandarización de protocolos de comunicación, crucial para la interoperabilidad.

- Formación y capacitación de trabajadores en nuevas competencias.

- Inclusión de pequeñas y medianas empresas (PME), que requieren estrategias para integrarse a las cadenas de valor digitales

La Industria 4.0 no solo busca mayor productividad, sino también transformar los modelos de negocio, fomentar la innovación y redefinir la relación entre industria, trabajadores y clientes. En esencia, este paradigma requiere una transformación cultural y organizacional, donde la digitalización se convierte en el motor central de la competitividad global.

Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) se concibe como la interconexión de objetos físicos dotados de capacidades de comunicación y procesamiento, que permiten recopilar, intercambiar y analizar datos a través de redes inteligentes para ofrecer servicios avanzados. El concepto fue introducido por Kevin Ashton en 1999, en el contexto de las tecnologías de identificación por radiofrecuencia (RFID), y comenzó a consolidarse entre los años 2008 y 2009, coincidiendo con la expansión masiva de dispositivos conectados. Desde entonces, el crecimiento ha sido exponencial. (Salazar & Silvestre, 2017)

La arquitectura del IoT se estructura en cuatro capas fundamentales. La primera, denominada capa de percepción o detección está compuesta por sensores y dispositivos que capturan datos del entorno. La segunda, la capa de red o intercambio de datos, gestiona la transmisión de la información mediante diferentes protocolos de comunicación. En tercer lugar, la capa de integración de información se encarga del procesamiento, filtrado y análisis de los datos obtenidos, con el objetivo de generar información útil. Finalmente, la capa de aplicación proporciona los servicios y funcionalidades al usuario final. Para el funcionamiento eficiente de esta arquitectura, se requieren tecnologías habilitadoras tales como sensores miniaturizados, soluciones de comunicación inalámbrica, plataformas de computación en la nube, integración mediante tecnologías System-in-Package y estándares abiertos que garanticen la interoperabilidad entre dispositivos.

En cuanto a sus aplicaciones, el IoT se ha extendido a diversos sectores, transformando procesos y modelos de negocio. En el ámbito doméstico, se emplea en sistemas de domótica, control energético y seguridad inteligente; en entornos urbanos, constituye la base de las ciudades inteligentes, facilitando la gestión del transporte, la movilidad y la infraestructura pública. Asimismo, su uso se ha incrementado en áreas como la salud, mediante la telemedicina y el monitoreo remoto; en la agricultura, con sistemas de precisión; y en la industria, impulsando la automatización y la fabricación inteligente.

Plataformas Iot

El Internet de las Cosas (IoT) se define como un paradigma tecnológico que permite la interconexión de dispositivos físicos a través de redes de comunicación, con el propósito de recolectar, procesar y compartir datos en tiempo real (Atzori et al., 2010) Esta interconexión habilita la integración de sensores, actuadores y sistemas inteligentes que facilitan la automatización y optimización de procesos en diversos ámbitos, como la industria, la salud, la agricultura y los entornos urbanos. Para gestionar esta compleja red de dispositivos y datos, las plataformas IoT se convierten en un componente esencial, ya que ofrecen la infraestructura

necesaria para la administración, análisis y visualización de información generada por los objetos conectados.

Las plataformas IoT se pueden definir como entornos digitales que integran servicios y herramientas para la conexión, gestión y control de dispositivos inteligentes, permitiendo la interoperabilidad entre hardware y aplicaciones. Estas plataformas cumplen funciones críticas como la recopilación de datos desde sensores, el almacenamiento seguro en la nube, la aplicación de algoritmos de análisis y el desarrollo de interfaces para la interacción del usuario. Asimismo, proporcionan mecanismos de seguridad y control de acceso que garantizan la integridad y privacidad de la información, factores determinantes en escenarios donde los datos son sensibles o de misión crítica.

Existen diversos tipos de plataformas IoT, entre las que se destacan las comerciales y las de código abierto. Las plataformas comerciales, como AWS IoT, Microsoft Azure IoT Hub y Google Cloud IoT, ofrecen soluciones escalables con altos niveles de seguridad y soporte empresarial. Por otro lado, las plataformas de código abierto, como ThingsBoard o Kaa, brindan flexibilidad y personalización, lo que resulta atractivo para entornos académicos y proyectos con presupuestos limitados. La elección de la plataforma adecuada depende de factores como la escalabilidad, la compatibilidad con distintos dispositivos, la facilidad de integración con servicios en la nube y los costos asociados (Gubbi et al., 2013).

5.2 ANTECEDENTES

La incorporación del Internet de las Cosas (IoT) en entornos educativos ha permitido transformar laboratorios técnicos tradicionales (incluyendo bancos neumáticos), hacia modelos interactivos, remotos y lúdicos, facilitando así la enseñanza de automatización y control desde una perspectiva más flexible y moderna, por ende, resulta necesario el desarrollo de guías y apoyos didácticos para realizar un acompañamiento claro y efectivo a los estudiantes de la

Universidad Distrital Facultad Tecnológica en el desarrollo de sus actividades académicas.

Para una correcta ejecución del proyecto se optó por realizar una respectiva búsqueda en diferentes fuentes de información para conocer los diferentes antecedentes y alcances relacionados. La investigación se centró en dos ejes principales: por un lado, el uso de plataformas IoT aplicadas a la educación, y por otro, el diseño y desarrollo de guías y materiales didácticos que resulten más eficientes para facilitar el aprendizaje.

Plataformas IoT en la educación

En el ámbito educativo, (Vergara, 2021) desarrolló el proyecto titulado *"Asistente Educativo Inteligente para la utilización de tecnologías IoT aplicadas en las aulas de clase de las instituciones educativas de Colombia"*, presentado como tesis de maestría en la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Este trabajo tuvo un enfoque educativo-tecnológico, integrando hardware como Raspberry Pi, sensores y sistemas de reconocimiento facial con metodologías pedagógicas activas basadas en el enfoque STEAM, lo que evidencia el potencial del IoT en entornos de enseñanza. La metodología empleada correspondió a un diseño cuantitativo pre-experimental, que incluyó pruebas de confiabilidad, aplicación de pre-test y post-test a un grupo de estudiantes y análisis estadístico mediante la prueba de Wilcoxon, validando así la efectividad del prototipo.

De forma complementaria, el análisis de tendencias en ciencias de la computación resalta al IoT como una de las tecnologías centrales de la Industria 4.0, con un papel cada vez más relevante en la educación (Ayala et al., 2022). Su aplicación permite la creación de laboratorios inteligentes y entornos virtuales que facilitan el aprendizaje remoto y la experimentación en tiempo real. Además, se enfatiza que la incorporación de estas tecnologías debe ir acompañada de metodologías pedagógicas y guías de práctica, que orienten al estudiante en el uso de sensores y plataformas digitales, promoviendo así un aprendizaje activo y autónomo.

Asimismo, Viswanadh et al., (2024) en un estudio realizado en India, proponen la creación de laboratorios remotos económicos y escalables mediante la

incorporación de componentes IoT en equipos de laboratorio tradicionales. Su enfoque busca ofrecer alternativas accesibles a instituciones con limitaciones de infraestructura, demostrando que es posible modernizar equipos existentes con hardware IoT de bajo costo, modular y portátil. La metodología incluyó el diseño y validación de experimentos de física adaptados con IoT, evaluados bajo criterios como accesibilidad, usabilidad y escalabilidad, además de la retroalimentación directa de estudiantes, quienes valoraron positivamente la experiencia.

Por su parte, (Badshah et al., 2023) investigadores de Pakistán, realizaron una revisión exhaustiva sobre el papel del IoT en la transición hacia la Educación Inteligente (Smart Education). Su análisis abordó las principales limitaciones del sistema educativo tradicional, como lo es la gestión administrativa, la enseñanza, las evaluaciones y la supervisión en el aula y propuso soluciones integrales mediante IoT, inteligencia artificial y redes 5G. La metodología utilizada fue una revisión sistemática de estudios previos, lo que les permitió clasificar enfoques como aulas inteligentes, enseñanza adaptativa y administración digitalizada, además de identificar los principales desafíos técnicos y sociales. Este trabajo resalta que el IoT no debe entenderse únicamente como un recurso técnico, sino como una estrategia pedagógica integral para promover el aprendizaje activo y transformar los espacios de formación.

En el campo industrial, la empresa Festo ha mostrado cómo el IoT transforma los sistemas neumáticos a través de dispositivos como el CPX IoT Gateway, que conecta equipos a la nube para monitorear su funcionamiento en tiempo real, y el VTEM Motion Terminal, que permite controlar válvulas neumáticas mediante aplicaciones de software en lugar de componentes físicos. Estas tecnologías no solo optimizan procesos industriales, sino que también tienen aplicaciones educativas, al permitir que los estudiantes experimenten con herramientas similares a las utilizadas en la industria moderna y fortalezcan su formación en entornos alineados con la Industria 4.0.

De manera complementaria, Mallia et al., (2024) desarrollaron un sistema IoT para el monitoreo de bancos neumáticos, integrando sensores de presión y caudal, un Raspberry Pi para procesar la información y la plataforma Node-RED para su

visualización en tiempo real. La metodología incluyó el diseño de la arquitectura del sistema, la integración de los componentes y la validación en un banco real, lo que permitió comprobar su confiabilidad. Aunque este trabajo fue pensado para la industria, tiene un alto potencial educativo, pues posibilita la creación de bancos didácticos que acerquen a los estudiantes a prácticas de monitoreo remoto y análisis de datos propios de la Industria 4.0.

Finalmente, Sandoval et al., (2022) plantean que la educación debe avanzar hacia la Educación 4.0, incorporando tecnologías como el IoT para hacer el aprendizaje más práctico e innovador. En su propuesta, el IoT no se limita a la gestión de datos, sino que también apoya directamente la enseñanza y mejora la experiencia de los estudiantes, incluso en aspectos relacionados con su bienestar. Este enfoque resulta especialmente útil para proyectos educativos como el banco neumático con IoT, pues evidencia cómo estas tecnologías pueden integrarse a la formación, acercando a los estudiantes a las dinámicas y necesidades de la industria moderna.

Diseño y desarrollo de guías y materiales didácticos

El papel de las guías y material didáctico dentro de las clases juegan un papel de suma importancia, ya que la evidencia señala que no basta con actualizar un banco neumático con nuevas tecnologías, sino que es fundamental entregar guías prácticas y claras que orienten a los estudiantes en el uso de los equipos. En el caso de un banco controlado mediante IoT, estas guías no solo explicarían cómo se conectan los sensores y actuadores, sino también cómo interpretar los datos en plataformas digitales y relacionarlos con los principios de la neumática. Así, el estudiante no se limita a observar la tecnología, sino que puede experimentar de manera guiada, equivocarse, corregir, aplicar y comprender el papel del IoT en la automatización y trasladar este aprendizaje a contextos de la Industria logrando una formación más completa y aplicada. (Calle & Villa, 2019)

De igual manera, para Paredes & Arenales (2020), el aporte no se limitó únicamente al diseño y construcción de un banco didáctico para procesos de

automatización, sino que también se enfocó en la elaboración de guías de prácticas pedagógicas que orientan de manera clara y progresiva la interacción de los estudiantes con el equipo. Dichas guías se estructuraron con un enfoque metodológico que permite avanzar desde ejercicios básicos de reconocimiento de componentes hasta prácticas más complejas de programación, control y análisis de resultados. Este recurso didáctico cumple un papel esencial en la formación, pues facilita la transición entre la teoría impartida en el aula y la práctica en el laboratorio, asegurando que los estudiantes no solo repliquen procedimientos, sino que comprendan el porqué de cada acción, el funcionamiento de los sistemas involucrados y su aplicación en contextos reales. Así, el banco sobresale como recurso técnico y se convierte en una plataforma integral de aprendizaje activo, donde los estudiantes desarrollan autonomía, pensamiento crítico y competencias técnicas que resultan directamente transferibles a escenarios de la Industria 4.0, tales como el monitoreo en tiempo real, la integración de tecnologías digitales y la resolución de problemas en sistemas automatizados.

Tanto el trabajo de Calle & Villa, (2019) en el ITM como el desarrollado por Paredes & Arenales, (2020) para las unidades Tecnológicas de Santander, coinciden en resaltar la importancia de acompañar la implementación técnica de un banco didáctico con guías de prácticas estructuradas. En el caso del ITM, se diseñaron módulos anexos para el banco neumático junto con guías paso a paso que facilitan el uso de controladores lógicos programables, lo cual permitió actualizar el equipo sin modificar su estructura original. Por su parte, en la UTS se elaboraron guías orientadas a vincular la teoría con la práctica, promoviendo un aprendizaje autónomo y la apropiación de competencias en automatización. En ambos casos, las guías se convierten en el elemento pedagógico clave que transforma un banco de ensayo en una herramienta de aprendizaje activo, asegurando que los estudiantes no solo manipulen los equipos, sino que también comprendan su funcionamiento y aplicación.

Al analizar los distintos estudios, se observa que todos coinciden en el potencial del IoT como herramienta clave para transformar los entornos de aprendizaje,

aunque con enfoques metodológicos diversos. Por ejemplo, Vergara (2021) centra su propuesta en un asistente educativo inteligente aplicado a las aulas, integrando hardware y metodologías STEAM con validación cuantitativa, mientras que Ayala et al. (2022) resaltan las tendencias del IoT en la creación de laboratorios inteligentes y entornos virtuales, enfatizando la necesidad de guías pedagógicas para acompañar la tecnología. De forma complementaria, Viswanadh et al. (2024) orientan su trabajo hacia la accesibilidad, demostrando que es posible modernizar equipos tradicionales con hardware IoT de bajo costo, ampliando el alcance a instituciones con limitaciones de infraestructura. En contraste, Badshah et al. (2023) adoptan una visión más amplia y teórica, revisando sistemáticamente el papel del IoT en la transición hacia la educación inteligente, lo que les permite identificar limitaciones estructurales y plantear soluciones integrales que combinan IoT, inteligencia artificial y redes 5G.

En el ámbito aplicado, se destacan los trabajos orientados a la integración del IoT en sistemas neumáticos, lo cual conecta directamente con el proyecto del banco neumático controlado por IoT. Festo, desde el sector industrial, demuestra cómo tecnologías como el CPX IoT Gateway y el VTEM Motion Terminal pueden optimizar procesos y, al mismo tiempo, convertirse en recursos formativos de gran valor para la enseñanza de la automatización. En esta misma línea, Mallia et al. (2024) desarrollan un sistema IoT para el monitoreo de bancos neumáticos, evidenciando su confiabilidad y potencial educativo al acercar a los estudiantes a prácticas de monitoreo remoto y análisis de datos. Por su parte, Sandoval et al. (2022) amplían la visión hacia la Educación 4.0, subrayando que la incorporación del IoT debe orientarse a mejorar la experiencia del aprendizaje de manera integral, vinculando competencias técnicas con el bienestar de los estudiantes. Esta comparación refleja cómo, aunque cada propuesta se enfoca en un ámbito particular todas aportan elementos clave que fortalecen la pertinencia y aplicabilidad del uso del IoT en contextos educativos y tecnológicos.

En conclusión, tras la observación de la información anteriormente presentada, se evidencia que la integración del IoT en la automatización neumática ha sido

abordada en diversos contextos tanto industriales como académicos, mostrando resultados positivos en cuanto al monitoreo en tiempo real, la eficiencia y la digitalización de procesos (Internet of Things | Festo USA, 2023; Mallia et al., 2024), al igual que en experiencias en instituciones educativas (Calle & Villa, 2019;Sandoval et al., 2022) en donde se destaca que el verdadero valor pedagógico de estos desarrollos no está únicamente en el diseño técnico de los bancos, sino en el acompañamiento mediante guías prácticas que orienten paso a paso la experimentación y el aprendizaje de la comunidad académica favoreciendo así la comprensión de los conceptos y la apropiación de competencias aplicables a la Industria 4.0.

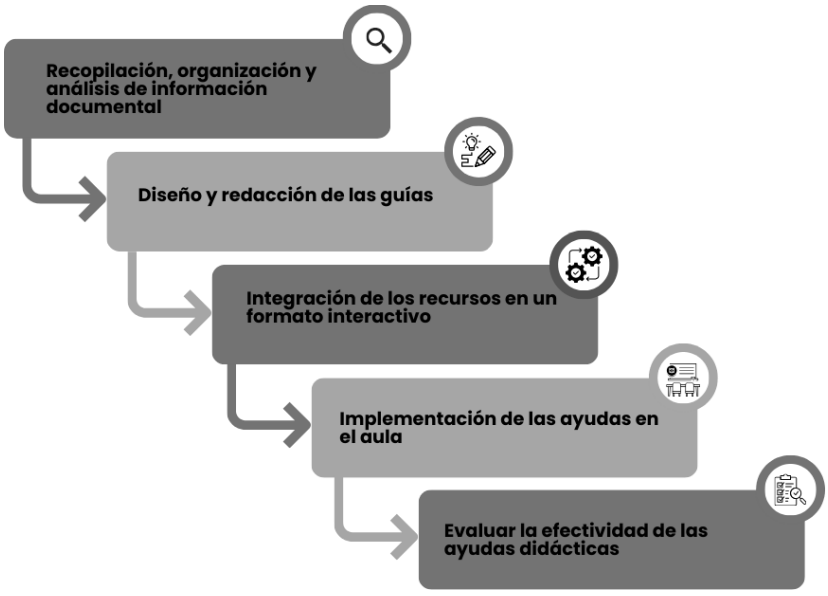
Sin embargo, se reflejó un vacío en la incorporación de recursos didácticos digitales innovadores, que complementen las guías tradicionales y acerquen aún más a la comunidad académica a las dinámicas actuales de aprendizaje. En este sentido, el proyecto de elaboración e implementación de ayudas didácticas para el manejo del banco neumático controlado mediante Iot, acompañado no solo de guías estructuradas sino también de ayudas didácticas modernas como reels o videos cortos e infografías, se presenta como una propuesta viable y pertinente. Estos materiales audiovisuales brindarían a los estudiantes una orientación más clara, dinámica y accesible, fortaleciendo la motivación y garantizando que la experiencia de laboratorio trascienda hacia un aprendizaje autónomo, práctico y alineado con los retos de la educación y la industria contemporánea.

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente proyecto se estableció una metodología organizada en cinco etapas, definidas de acuerdo con los objetivos planteados y con las actividades necesarias para la elaboración e implementación de las ayudas didácticas destinadas al manejo del banco neumático controlado mediante IoT. Esta organización permite desarrollar el proyecto de manera progresiva, iniciando con la recopilación y análisis de la información requerida y avanzando posteriormente hacia el diseño, implementación y evaluación de los recursos desarrollados.

Como se observa en la Figura 1, el proceso metodológico está conformado por las etapas de recopilación, organización y análisis de información documental; diseño y redacción de las guías; integración de los recursos en un formato interactivo; implementación de las ayudas en el aula; y evaluación de la efectividad de las ayudas didácticas. Cada una de estas etapas se relaciona de forma secuencial con la siguiente y será desarrollada con mayor detalle en los apartados que conforman esta sección.

Figura 1, Metodología



Fuente propia

6.1 RECOPILACIÓN, ORGANIZACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DOCUMENTAL

6.1.1 Proyecto de grado "Diseño e implementación una guía para controlar una secuencia neumática de dos actuadores por medio de internet de las cosas"

Tras la revisión documental del trabajo titulado "Diseño e implementación de una guía para controlar una secuencia neumática de dos actuadores por medio de internet de las cosas (I.O.T.)", elaborado en la Universidad Distrital en 2024 se toma como referente principal debido a que aborda de manera directa la automatización de un sistema neumático mediante tecnologías IoT, permitiendo identificar una propuesta clara de integración entre neumática, electrónica y comunicación digital, en la que el control del sistema se realiza a través de un microcontrolador, un servidor y un entorno virtual conectado a internet. En ese sentido, el documento sirvió como guía porque expone una estructura funcional del sistema IoT, mostrando cómo un banco neumático puede ser adaptado para ser operado de forma remota mediante protocolos de comunicación y elementos de control programables. Esta relación entre hardware, software y conectividad resultó especialmente útil para la formulación metodológica del presente trabajo, ya que ofrece un modelo aplicable al contexto académico y a la creación de ayudas didácticas orientadas al aprendizaje autónomo.

Asimismo, el documento revisado fue valioso porque en su metodología propone de manera detallada la construcción del sistema de control IoT, incluyendo la configuración de la comunicación MQTT, la programación del microcontrolador en Arduino IDE, el uso del módulo Wi-Fi Esp01 y el desarrollo de una interfaz virtual en MIT App Inventor. Estos elementos evidencian una ruta de trabajo organizada para la implementación del módulo IoT, desde la selección de componentes hasta

su puesta en marcha, lo cual aportó una referencia metodológica concreta para definir etapas, procedimientos y recursos dentro del presente proyecto.

En consecuencia, esta revisión documental no solo cumplió una función de consulta teórica, sino que también orientó el diseño metodológico del proyecto al ofrecer una experiencia previa verificable sobre la creación e implementación de un sistema neumático controlado mediante IoT. Tomar este documento como guía permitió establecer criterios para la integración del módulo tecnológico, comprender la lógica de funcionamiento del sistema y adaptar sus aportes al propósito pedagógico de la investigación, centrado en el fortalecimiento de la enseñanza práctica y autónoma de la neumática en entornos académicos.

6.1.2 Guías didácticas

Una guía didáctica puede entenderse a modo general, como un documento o instrumento pedagógico (en formato impreso o digital) que funciona como recurso para el aprendizaje y ayuda a concretar, de manera organizada, la acción de enseñanza–aprendizaje en un tema, unidad o asignatura (Reinaldo Arteaga Estévez & Marcia Nancy Figueroa Sierra, 2004). En términos operativos, es un material diseñado para orientar el trabajo académico, indicando al estudiante qué debe hacer y con qué apoyos, y al docente le sirve como soporte para estructurar la mediación, las actividades y los criterios con los que se acompañará el proceso formativo (Cufuna Delsa Silva Amino, 2023.).

Desde una perspectiva centrada en el estudiante, la guía didáctica se define explícitamente como un instrumento básico de orientación para llevar un estudio independiente: orienta al estudiante sobre cómo realizar ese estudio a lo largo de la asignatura y debe indicar con precisión qué aprender, cómo aprenderlo y cuándo se considera logrado (Reinaldo Arteaga Estévez & Marcia Nancy Figueroa Sierra, n.d.). Además, se plantea como un material único y organizado por temas, que integra los medios disponibles (por ejemplo, materiales impresos, videos o software) para apoyar el aprendizaje y la autonomía.

Para Paredes & Arenales (Paredes & Arenales, 2020), también se describe como un documento pedagógico de carácter orientador cuya función es facilitar la tarea del docente en la planificación, ejecución y evaluación del trabajo docente y discente; incluyendo los principios, técnicas y normas para su aplicación en clase. En investigaciones recientes se insiste en que la guía ofrece un marco para planificar y organizar la enseñanza, describiendo objetivos de aprendizaje, estrategias, materiales/recursos y criterios de evaluación para una unidad específica. También se subraya que la guía no busca eliminar la participación del docente ni otros materiales, sino que la complementa y ayuda a enfatizar ideas clave y orientar búsquedas en fuentes adicionales.

Finalmente, por sus funciones, la guía didáctica actúa como un vínculo entre docente y estudiante: se caracteriza como un recurso que apoya los procesos de enseñanza–aprendizaje, mantiene ese vínculo, promueve el aprendizaje autónomo y proporciona información, orientación y actividades para el trabajo del alumno. En ese marco, suele incorporar (según la propuesta de estructura) elementos como presentación de la asignatura, objetivos, materiales necesarios, evaluación, orientaciones para el estudio, actividades, bibliografía y glosario, porque esos componentes permiten guiar el proceso, dosificar el trabajo y facilitar la autoevaluación y el avance del estudiante.

Funciones de la guía didáctica

Según (García Hernández & de la Cruz Blanco, 2014; Graciela De La et al., 2020; Reinaldo Arteaga Estévez & Marcia Nancy Figueroa Sierra, 2004) se logran plantear las siguientes funciones fundamentales en el desarrollo de una correcta guía didáctica:

- **Apoyo al docente (planificación–ejecución–evaluación):** la guía didáctica facilita la tarea del maestro en la planificación, ejecución y evaluación del trabajo docente y estudiante, como un conjunto estructurado de orientaciones para aplicación inmediata en clase.

- **Información puntual:** ofrece información del contenido y su relación con el programa de la asignatura, y presenta orientaciones sobre metodología y enfoque
- **Orientación:** proporciona al estudiante una base orientadora para realizar las actividades planificadas
- **Especificación de tareas:** delimita las actividades a realizar y los problemas a resolver, concretándolos en tareas docentes orientadas al trabajo independiente.
- **Autoayuda y autoevaluación:** permite al estudiante una estrategia de retroalimentación para evaluar su propio avance
- **Motivación:** busca despertar el interés por el tema o asignatura y mantener la atención durante el estudio.
- **Facilitación del aprendizaje (metas, recursos, técnicas y claridad):** proponer metas claras que orientan el estudio, vincula el texto base con otros materiales, conecta teoría con práctica, sugiere técnicas de estudio (leer, subrayar, esquemas, ejercicios), orienta actividades según estilos de aprendizaje y ayuda a aclarar dudas que dificulten aprender.
- **Evaluación:** la guía debe ofrecer información exhaustiva sobre técnicas e instrumentos de evaluación, grados de exigencia, quién evalúa, qué indicadores se controlan, cuándo/dónde se evalúa y cómo se evalúa (oral, escrita, práctica, etc.).
- **Integración y gestión de recursos/materiales:** precisar los materiales (tradicionales y tecnológicos) que pueden usarse, informa al estudiante sobre medios disponibles y

Las guías didácticas pueden adoptar diferentes características de acuerdo con el propósito formativo, el contenido que desarrollan y la forma en que orientan el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Graciela De La et al., 2020)señalan que estos recursos pueden integrar objetivos, contenidos, estrategias metodológicas, recursos de apoyo, formas de organización y estrategias de evaluación, y que su estructura puede variar según las características del contexto educativo y las necesidades de los estudiantes. De manera similar, (García Hernández & de la

Cruz Blanco, 2014) destacan que las guías didácticas constituyen recursos que favorecen la autonomía y la independencia cognoscitiva del estudiante, al proporcionarle orientaciones para desarrollar las actividades de aprendizaje

6.1.3 Neumática

La neumática es una rama de la automatización que utiliza aire comprimido como medio de transmisión de energía para generar movimiento, fuerza y control en sistemas mecánicos. En el ámbito académico, su estudio permite que los estudiantes comprendan el funcionamiento de actuadores, válvulas, sensores, elementos de mando y sistemas de control utilizados en diferentes procesos industriales.

En los sistemas neumáticos, el aire comprimido se distribuye a través de mangueras, racores, válvulas y unidades de mantenimiento, permitiendo accionar elementos como cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto. Estos componentes hacen posible la construcción de circuitos que desarrollan movimientos lineales, secuencias de trabajo y acciones automatizadas, por lo cual resultan fundamentales en la formación técnica y tecnológica en áreas relacionadas con la mecánica, la automatización y el control.

En el laboratorio de Automatización y Control – Neumática de la Facultad Tecnológica se cuenta con cinco bancos neumáticos didácticos, organizados en diferentes cajones que contienen elementos de mando, control y actuación. Esta disponibilidad de equipos permite el desarrollo de prácticas orientadas al reconocimiento de componentes, montaje de circuitos, análisis de funcionamiento, control de actuadores y comprensión de secuencias neumáticas. Sin embargo, aunque el laboratorio cuenta con varios bancos de trabajo, para el presente proyecto se dispone únicamente de un equipo IoT, el cual será empleado como recurso principal para integrar el banco neumático con herramientas digitales de control y monitoreo.

6.1.4 Equipos a emplear

Software

Para el desarrollo del sistema de control del banco neumático mediante IoT se requiere la integración de diferentes herramientas de hardware y software, las cuales permiten realizar el procesamiento de las señales, la comunicación entre los dispositivos y la interacción del usuario con el sistema. Dentro de estas herramientas se encuentra la plataforma Arduino, utilizada para la programación y gestión de las señales asociadas al funcionamiento del banco neumático, así como diferentes aplicaciones que facilitan la transmisión, visualización y administración de la información intercambiada durante la operación del sistema.

En la Tabla 1 se presentan las principales herramientas de hardware y software empleadas en el proyecto, entre las que se encuentran Arduino, MQTT Explorer y MIT App Inventor, junto con su función y principales características. Arduino constituye la plataforma de control del sistema; MQTT Explorer permite visualizar y verificar el intercambio de mensajes mediante el protocolo MQTT; y MIT App Inventor se emplea para el desarrollo de la aplicación desde la cual el usuario puede interactuar con el banco neumático y seleccionar las funciones disponibles. De esta manera, estas herramientas trabajan de forma complementaria para permitir la comunicación, supervisión y control del sistema.

Tabla 1. Herramientas de software empleadas en el desarrollo del sistema IoT

Software	Función	Características Principales
Arduino IDE	Se utiliza para escribir, compilar y cargar el código de programación en la placa Arduino Uno R3, permitiendo configurar el funcionamiento de los sensores, relés, indicadores	Entorno de desarrollo utilizado para programar placas Arduino Permite trabajar principalmente con C/C++, compilar el código y cargarlo a la placa mediante conexión USB

	LED, comunicación con el módulo ESP-01 y ejecución de las secuencias neumáticas.	Es compatible con Windows, Linux y macOS.
MQTT Explorer 	Permite visualizar, supervisar y comprobar la comunicación MQTT utilizada por el sistema IoT, facilitando la revisión de los mensajes enviados y recibidos entre el banco neumático y la interfaz de control.	Cliente MQTT con interfaz gráfica que permite visualizar la estructura de los tópicos, publicar y recibir mensajes y realizar pruebas de comunicación durante la configuración y funcionamiento del sistema.
MIT App Inventor 	Se emplea para el desarrollo de la aplicación móvil desde la cual el usuario puede interactuar con el banco neumático, seleccionar secuencias y enviar comandos mediante la comunicación IoT.	Plataforma de desarrollo visual basada en programación por bloques, orientada a la creación de aplicaciones móviles. Facilita el diseño de interfaces gráficas y la programación de su comportamiento sin requerir programación textual compleja. Su objetivo es desarrollar la interfaz virtual del sistema.

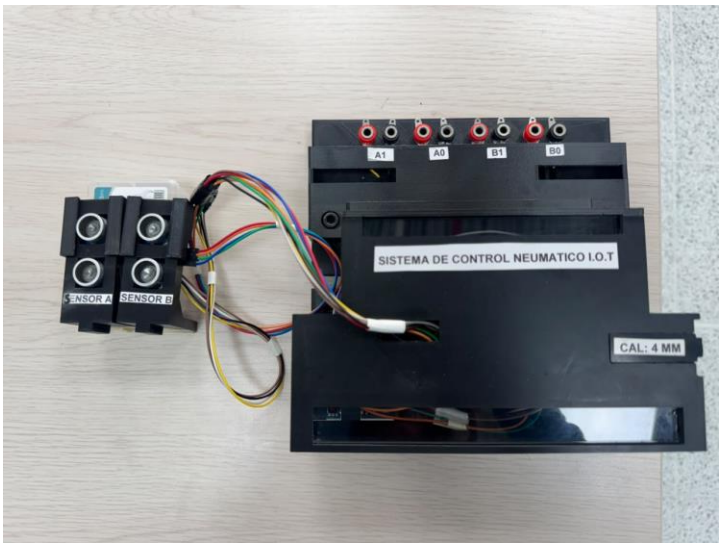
Nota: Elaboración propia a partir de las herramientas de software utilizadas para la programación, supervisión de la comunicación MQTT y desarrollo de la interfaz móvil del sistema IoT

Hardware

Para el desarrollo del proyecto se emplea un dispositivo IoT encargado de integrar la comunicación y el control del banco neumático, permitiendo establecer una conexión entre el sistema físico y la interfaz desde la cual se seleccionan y gestionan las diferentes secuencias de funcionamiento. Este dispositivo recibe las instrucciones enviadas mediante la red de comunicación y las procesa para generar las señales necesarias hacia los elementos de control del banco,

posibilitando el accionamiento de los componentes neumáticos de acuerdo con la secuencia seleccionada. Para cumplir esta función, el equipo reúne diferentes elementos electrónicos de procesamiento, comunicación, alimentación y conexión, los cuales trabajan de manera conjunta para permitir el intercambio de información y la ejecución de las órdenes dentro del sistema. Con el propósito de facilitar su identificación y comprensión, se presentan a continuación dos registros fotográficos del dispositivo.

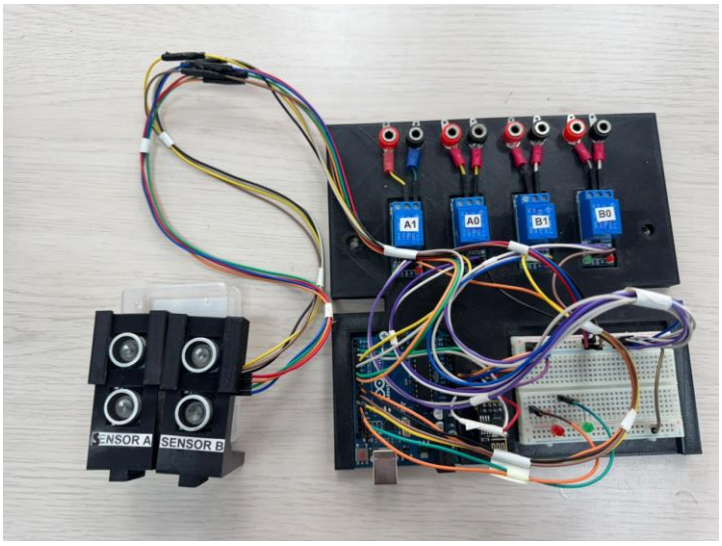
Figura 2. Sistema de control neumático IoT



Fuente Propia

En la Figura 1 se observa el dispositivo completamente ensamblado y protegido por su carcasa, lo que permite apreciar su configuración externa y la disposición general de sus conexiones. Por otro lado, en la Figura 2 se observa el dispositivo sin la cubierta, lo que permite visualizar con mayor detalle la disposición de sus componentes electrónicos y las conexiones internas que lo conforman.

Figura 3. Conexiones del sistema IoT.



Fuente propia

Adicionalmente, en la tabla 2 se detallan los principales componentes que conforman el dispositivo IoT, indicando las características y la función que desempeña cada uno dentro del sistema de control del banco neumático. De esta manera, las imágenes permiten reconocer visualmente el equipo y la disposición general de sus elementos, mientras que la tabla complementa esta información mediante una descripción técnica y funcional de los componentes empleados, facilitando la comprensión de la forma en que estos se integran para permitir la comunicación, el procesamiento de las instrucciones y el control del sistema neumático.

Tabla 2.. Especificaciones técnicas de los componentes que conforman el equipó IoT

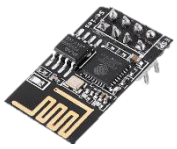
Cantidad	Componente	Especificaciones
1	Módulo Wi-Fi ESP8266 ESP-01 	Microcontrolador ESP8266EX
		Alimentación 3,3 V DC
		Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n
		Procesador integrado de 32 bits
		Stack TCP/IP integrado
1	Arduino Uno R3 	Microcontrolador ATmega328
		Alimentación de funcionamiento 5 V DC
		14 entradas/salidas digitales
		6 salidas PWM y 6 entradas analógicas
		Conexión USB
		Memoria flash de 32 kB.
1	Adaptador para ESP8266 ESP-01 	Cabezal hembra 2 × 4
		Con el propósito de realizar la conexión del módulo ESP-01.
1	Protoboard de 400 puntos 	Dimensiones aproximadas 8,5 × 5,5 cm
		400 puntos de conexión
		Admite conductores de 0,4–0,7 mm
30	Cables jumper Dupont  macho–macho	Espaciado de 2,54 mm
		Longitud aproximada de 20 cm.

Tabla 2. (Continuación)

Cantidad	Componente	Especificaciones
10		Longitud aproximada de 10 cm.

	Cables jumper macho–hembra 	Espaciado de 2,54 mm
4	Módulos relé de 1 canal 	Bobina de 5 V Capacidad de operación de hasta 250 V AC / 30 V DC, 10 A Activación por nivel bajo LED indicador de estado
2	LED de 5 mm, rojo y verde 	Corriente directa nominal de 20 mA. Tensión aproximada de 2 V
2	Sensores ultrasónicos HC-SR04 	Alimentación de 5 V DC Corriente menor a 2 mA Ángulo de detección ≤15° Rango de detección de 2 a 450 cm Precisión de hasta 3 mm.
2	Resistencias de 220 Ω 	Resistencia nominal de 220 Ω.
8	Adaptador hembra 	Corriente Máxima 15 A Tornillo y tuercas M4 Grosor del terminal 4 mm

Nota: Se presentan los principales componentes electrónicos, de comunicación y conexión que conforman el dispositivo IoT, junto con sus características técnicas. Elaboración propia.

Además de los componentes electrónicos y de comunicación que conforman el dispositivo IoT, el desarrollo de las actividades propuestas requiere el uso de diferentes elementos neumáticos, los cuales constituyen la parte física encargada de generar, controlar y aprovechar el movimiento producido mediante el aire comprimido. Estos componentes permiten realizar el montaje de los circuitos y ejecutar las diferentes secuencias de funcionamiento planteadas para el banco neumático, integrándose con el sistema de control para llevar a cabo las prácticas propuestas.

En la Tabla 3 se presentan los principales elementos neumáticos que serán empleados durante el desarrollo del proyecto, junto con sus respectivas especificaciones técnicas. Esta información permite identificar las características de cada componente y reconocer su función dentro de los diferentes montajes, proporcionando una referencia para su adecuada selección, conexión y utilización durante la ejecución de las prácticas en el banco neumático.

Tabla 3. Especificaciones Técnicas de los componentes neumáticos del banco

Componente	**Parámetro**	**Especificación**
Cilindro doble efecto 	Fluido	Aire comprimido filtrado con lubricación
	Construcción	Cilindro émbolo
	Presión Máxima	1000 kPa (10 bar)
	Carrera Máxima	100 mm
	Diámetro del émbolo	8 mm
	Fuerza de avance	189 N a 600 kPa (6 bar)
	Fuerza de retroceso	158 N a 600 kPa (6 bar)
	Conexión	QS-G1/8-4 para tubo flexible PUN 4 × 0,75

Tabla 3. (continuación)

Componente	**Parámetro**	**Especificación**
Electroválvula 5/2 biestable	Presión de funcionamiento	150–800 kPa

	Tipo	Válvula de carrete de pistón de doble solenoide, accionada por piloto
	Accionamiento manual	Con y sin retén, con LED
	Conexión eléctrica	Conectores hembra de seguridad integrados de 4 mm
	Alimentación	24 V CC
	Conexión neumática	Racor rápido QS-4
	Montaje	Sistema Quick-Fix
Distribuidor de aire 	Conexión	QS-G1/8-4 para tubo flexible PUN 4 × 0,75

Nota: Se relacionan los principales componentes neumáticos utilizados para la configuración y ejecución de los circuitos y secuencias planteadas, incluyendo sus principales especificaciones técnicas. Elaboración propia.

Como complemento a los elementos electrónicos y neumáticos descritos anteriormente, para el desarrollo y funcionamiento del sistema también se requiere el uso de algunos equipos auxiliares que permiten garantizar la operación, supervisión y alimentación del banco neumático. Entre estos se encuentran el teléfono celular, el computador y el compresor de aire, cada uno de los cuales cumple una función específica dentro del proceso de control, configuración y ejecución de las prácticas.

En la Tabla 4 se presentan los principales elementos auxiliares que serán empleados durante el desarrollo del proyecto, junto con sus respectivas especificaciones técnicas. El teléfono celular y el computador facilitan la interacción con el sistema de control y la supervisión de las secuencias de funcionamiento, mientras que el compresor suministra el aire comprimido necesario para el accionamiento de los componentes neumáticos. De esta manera, estos equipos complementan el funcionamiento integral del banco y permiten llevar a cabo las actividades planteadas dentro de las condiciones requeridas.

Tabla 4. Equipos auxiliares empleados para el funcionamiento y control del banco neumático

Cantidad	Equipo	Especificaciones
1	Compresor Kaeser SK 20 	Compresor de tornillo rotativo
		Potencia nominal de 20 hp
		Presiones de trabajo disponibles de 125, 160 y 217 psig
		Caudal aproximado de 88, 77 y 65 cfm, respectivamente
1	Computador 	Windows: Windows 10 o posterior, 64 bits
		MacOS Intel: 10.14 “Catalina” o posterior, 64 bits
		MacOS Apple Silicon: 11 “Big Sur” o posterior, 64 bits
		Linux: AppImage o archivo ZIP de 64 bits para arquitectura x86-64
		Requiere conexión a Internet, compatibilidad HTML5 y entrada USB.
1	Teléfono Celular 	Sistema operativo preferiblemente Android
		Conexión Wi-Fi y acceso a Internet
		Capacidad para instalar y ejecutar la aplicación móvil empleada para el control y monitoreo del banco neumático mediante IoT.

Nota: Se presentan los equipos auxiliares requeridos para la operación del sistema, incluyendo el teléfono celular y el computador utilizados para la interacción y supervisión del sistema de control, así como el compresor encargado de suministrar el aire comprimido necesario para el funcionamiento de los componentes neumáticos. Elaboración propia.

6.2 DISEÑO Y REDACCIÓN DE LAS GUÍAS

Para el desarrollo del proyecto se diseñaron guías didácticas orientadas a facilitar el manejo del banco neumático controlado mediante IoT con el propósito de brindar a los estudiantes una herramienta clara, organizada y progresiva para el desarrollo de las prácticas. Estas guías fueron elaboradas teniendo en cuenta la necesidad de fortalecer el aprendizaje autónomo, la comprensión de los componentes neumáticos y la relación entre los fundamentos teóricos de la neumática y el uso de tecnologías digitales aplicadas al control y monitoreo del banco.

En total, se desarrollaron 10 guías didácticas, las cuales se presentan en la sección de anexos del presente documento. El proyecto contempla tres tipos de guías teóricas, procedimentales y prácticas, cada una de estas fue planteada con una estructura propia, según con su propósito, nivel de orientación y forma de aplicación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las guías teóricas corresponden a cinco guías (Fundamentos de neumática, actuadores, válvulas, aire comprimido, sistemas neumáticos) y tienen como finalidad presentar los conceptos fundamentales necesarios para comprender el funcionamiento de los sistemas neumáticos, sus componentes principales y su relación con las tecnologías IoT. Su propósito es brindar al estudiante una base conceptual antes de interactuar directamente con el banco neumático.

Estas guías se estructuran de manera general con:

- Titulo
- Objetivo
- Objetivos específicos
- Desarrollo de la guía
- Autoevaluación

- Bibliografía

Las guías procedimentales corresponden a tres guías y están orientadas a explicar y acompañar paso a paso la instalación y preparación de los diferentes softwares empleados para lograr un correcto y eficaz uso del banco neumático controlado mediante IoT. Su estructura general incluye:

- Título de la guía
- Objetivos
- Equipos y materiales a utilizar
- Recomendaciones y precauciones
- Procedimiento
- Material de apoyo

Las guías prácticas corresponden a 2 guías y están dirigidas al desarrollo de actividades aplicadas en el laboratorio. Estas guías permiten que el estudiante monte, ejecute, observe y analice secuencias neumáticas mediante el banco controlado por IoT. Su estructura general contempla:

- Título de la guía
- Objetivo.
- Recomendaciones.
- Desarrollo del paso a paso.

Este tipo de guía busca fortalecer la aplicación experimental de los conocimientos adquiridos y favorecer la comprensión del comportamiento del sistema neumático en condiciones reales de práctica. En estas se describe el procedimiento que debe seguir el estudiante para reconocer los componentes, realizar conexiones, utilizar

los recursos digitales asociados y comprender la secuencia de operación del sistema.

La elaboración de estos tres tipos de guías permite organizar el proceso de aprendizaje de manera progresiva, iniciando con la comprensión conceptual, continuando con la orientación del procedimiento y finalizando con la aplicación práctica en el banco neumático. De esta forma, las guías se convierten en un recurso de apoyo tanto para el docente como para el estudiante, facilitando el desarrollo de prácticas más claras, seguras y estructuradas.

Finalmente, las guías diseñadas constituyen uno de los productos principales del proyecto, ya que permiten orientar el manejo del banco neumático controlado mediante IoT y fortalecer la apropiación de conocimientos relacionados con neumática, automatización, control y tecnologías digitales aplicadas a la Industria 4.0.

6.3 INTEGRACIÓN DE LOS RECURSOS EN UN FORMATO INTERACTIVO.

Además de las guías didácticas desarrolladas previamente, se diseñaron recursos digitales complementarios con propósitos pedagógicos específicos. Las infografías presentan de manera gráfica, breve y sintetizada los conceptos fundamentales relacionados con la neumática, el Internet de las cosas (IoT) y su integración en el banco neumático, facilitando su comprensión y consulta. Los videos cortos tipo *reel* muestran de forma dinámica procedimientos, conexiones y recomendaciones para el manejo del sistema, permitiendo al estudiante observar las acciones que debe realizar. Por su parte, los cuestionarios interactivos asociados a las guías permiten reforzar los conocimientos adquiridos, favorecer la autoevaluación e identificar los contenidos que requieren una revisión adicional.

En conjunto, estos recursos complementan las explicaciones y los procedimientos contenidos en las guías, promoviendo un proceso de aprendizaje más claro, visual, dinámico y autónomo.

La selección de la información se realizó teniendo en cuenta su correspondencia con los objetivos de aprendizaje y las actividades propuestas en las guías didácticas. Se priorizaron los conceptos y procedimientos necesarios para comprender la relación entre la neumática y el IoT, reconocer los componentes del sistema y utilizar correctamente el banco neumático. También se consideró el nivel de formación de los estudiantes, descartando contenidos repetitivos o que no aportaran directamente al desarrollo de las prácticas.

Posteriormente, la información seleccionada se adaptó a las características de cada recurso. En las infografías se emplearon conceptos clave y representaciones gráficas; en los videos se organizaron los procedimientos en secuencias demostrativas; y en los cuestionarios se formularon preguntas relacionadas con los aspectos esenciales de cada guía. Esta distribución permitió presentar los contenidos de forma complementaria, sin reproducir exactamente la misma información en todos los formatos.

Los recursos didácticos se relacionan entre sí mediante una secuencia de aprendizaje progresiva, en la cual cada formato cumple una función específica y complementaria. Las guías didácticas constituyen el recurso principal, debido a que presentan de manera organizada los fundamentos teóricos, las instrucciones, los procedimientos y las recomendaciones necesarias para desarrollar las actividades relacionadas con el banco neumático controlado mediante IoT. A partir de estos contenidos se elaboraron las infografías, las cuales resumen y representan visualmente los conceptos más relevantes, facilitando su consulta y recordación. Por su parte, los videos cortos tipo *reel* complementan la información escrita y gráfica al mostrar de forma dinámica procedimientos, conexiones, componentes y acciones que pueden resultar más fáciles de comprender mediante una demostración visual.

Después de consultar las guías, infografías y videos, los estudiantes pueden desarrollar los cuestionarios interactivos asociados a cada temática para verificar la comprensión de los contenidos abordados. Los resultados obtenidos permiten identificar los conceptos o procedimientos que requieren mayor revisión y orientan al estudiante hacia el recurso más adecuado para reforzarlos. De esta manera, se establece una relación continua entre la explicación, la síntesis visual, la demostración práctica y la evaluación, evitando que los materiales funcionen de forma aislada. En conjunto, esta articulación favorece que el estudiante pueda consultar la información, observar su aplicación, comprobar lo aprendido y retomar los contenidos cuando sea necesario, fortaleciendo así un proceso de aprendizaje progresivo y autónomo.

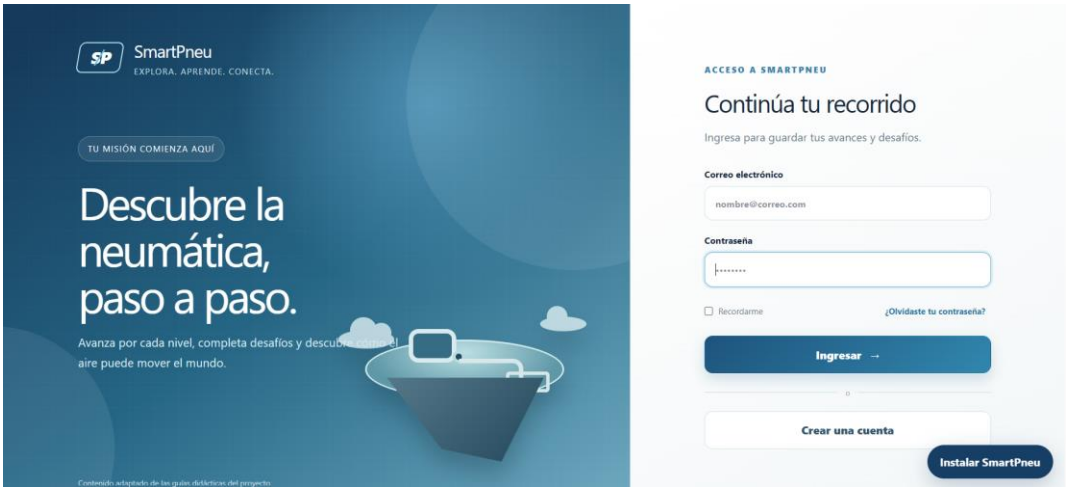
Con la finalidad, de que tanto el estudiante pueda fortaleces sus conocimientos y aprendizajes desarrollados por los contenidos anteriormente mencionados, se crea una aplicación denominada SmartPneu la cual se encarga de servir como apoyo a los docentes y estudiantes para el desarrollo de sus conocimientos.

6.3.1 SmartPneu

SmartPneu se estructuró como una aplicación web progresiva (PWA, por sus siglas en inglés *Progressive Web App*) educativa destinada a integrar, organizar y presentar de forma interactiva los recursos elaborados para el aprendizaje de la neumática y el manejo del banco neumático controlado mediante IoT. Su diseño busca que los estudiantes puedan acceder a los contenidos siguiendo una ruta de aprendizaje clara y progresiva, en lugar de consultar los materiales de manera aislada. Por esta razón, la información se distribuyó en niveles o estaciones temáticas, cada una relacionada con un contenido específico del proyecto. Esta organización permite presentar inicialmente los fundamentos de la neumática y

avanzar posteriormente hacia contenidos de mayor aplicación, como el reconocimiento de los componentes, el funcionamiento del sistema, la integración con IoT y los procedimientos necesarios para utilizar el banco neumático. Al ser una PWA, SmartPneu puede utilizarse desde un navegador e instalarse en computadores y dispositivos móviles como una aplicación, sin requerir su publicación en una tienda de aplicaciones.

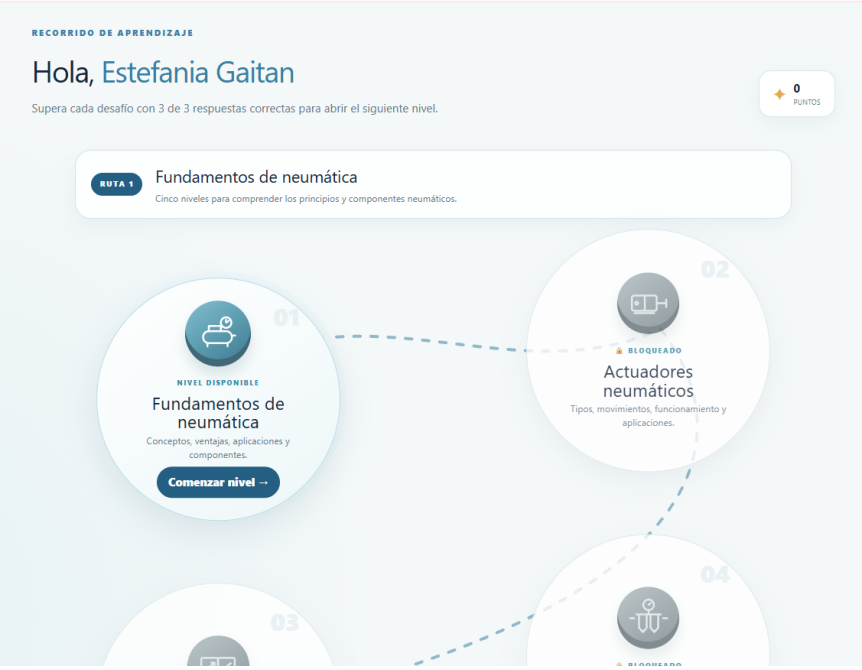
Figura 4: Pantalla de inicio de sesión y registro de SmartPneu



Fuente propia

Según la figura 4 el acceso a la aplicación se realiza mediante un sistema de registro e inicio de sesión con correo electrónico y contraseña, lo que permite identificar al usuario y ofrecerle un espacio individual de aprendizaje. Después de ingresar, el estudiante accede a la pantalla principal la cual se visualiza en la figura 5, en la cual se presenta gráficamente el recorrido formativo mediante estaciones conectadas entre sí. Cada estación funciona como un punto de acceso a un tema y cuenta con un ícono representativo que facilita la identificación visual de su contenido. Esta disposición convierte la navegación en una experiencia más dinámica, ya que el avance se representa como un trayecto que el estudiante debe completar progresivamente, manteniendo una relación visual entre los diferentes niveles.

Figura 5: Pantalla principal desde el perfil de estudiante



Fuente propia

La ruta de aprendizaje incluye las cinco guías teóricas desarrolladas para el proyecto, cuyos contenidos abordan los fundamentos necesarios para comprender la neumática y los elementos que intervienen en su funcionamiento. Cada nivel presenta información relacionada con el tema correspondiente mediante textos breves, explicaciones organizadas y apoyos visuales. De esta manera, la aplicación no pretende reproducir íntegramente el contenido de las guías, sino presentar sus aspectos fundamentales de una forma concreta y adaptada a la consulta desde dispositivos digitales. El estudiante puede utilizar esta información como una introducción al tema, como apoyo durante el desarrollo de las actividades o como material de repaso antes de realizar la evaluación correspondiente.

Además de los niveles asociados con las guías teóricas, la estructura de SmartPneu incorpora contenidos complementarios relacionados con el Internet de las cosas. En esta sección se presentan aspectos como el concepto de IoT, su relación con la neumática, el propósito del proyecto y la identificación general de

los componentes empleados en el sistema. Debido a que estos contenidos tienen un carácter principalmente conceptual, su presentación se apoya en recursos visuales, particularmente en la infografía elaborada para explicar la integración entre ambas tecnologías. Esto permite contextualizar el banco neumático como un sistema que combina componentes mecánicos, neumáticos, electrónicos y de comunicación, sin aumentar innecesariamente la extensión teórica de las guías principales

Tabla 5. Estructura Pedagógica de SmartPneu

Nivel	Tema	Propósito
1	Fundamentos de neumática	Reconocer los principios básicos de la neumática.
2	Actuadores neumáticos	Identificar tipos y aplicaciones de actuadores.
3	Válvulas neumáticas	Comprender su clasificación y funcionamiento.
4	Aire comprimido	Reconocer su generación y tratamiento.
5	Sistemas neumáticos	Integrar los principales componentes del sistema.
6	¿Qué es IoT?	Comprender los fundamentos del Internet de las cosas.
7	Componentes utilizados	Identificar el hardware empleado en el banco.
8	IoT y neumática	Comprender la integración entre ambas tecnologías.
9	Comunicación MQTT	Reconocer el funcionamiento del intercambio de datos.
10	Operación y diagnóstico	Aplicar los conocimientos en situaciones prácticas.

Fuente propia

Dentro de cada estación, la navegación se organiza de forma secuencial para orientar al estudiante durante la revisión del contenido. Inicialmente se presenta

el tema y su propósito; posteriormente, se muestran las explicaciones, imágenes o recursos asociados; y finalmente, se dispone una actividad de comprobación. Esta secuencia busca que el estudiante reconozca primero el contenido que va a estudiar, consulte la información necesaria y, posteriormente, verifique su comprensión. Los controles de navegación le permiten avanzar entre las diferentes secciones del nivel, regresar cuando necesite revisar un concepto y volver al recorrido principal una vez finalizada la actividad.

Al terminar cada nivel, el estudiante encuentra tres preguntas relacionadas con la información presentada. Para completar la estación y continuar con el recorrido, debe responder correctamente las tres preguntas, lo que permite establecer un criterio básico de verificación antes de habilitar el avance. Cuando se presentan respuestas incorrectas, el estudiante puede identificar que aún existen contenidos por revisar y regresar a las explicaciones del nivel antes de realizar un nuevo intento. De esta forma, la evaluación no se utiliza únicamente para asignar un resultado, sino también como un mecanismo de retroalimentación y refuerzo del aprendizaje.

La navegación progresiva permite que los contenidos mantengan una secuencia lógica, comenzando por los fundamentos y continuando hacia su aplicación en el banco neumático controlado mediante IoT. Las conexiones visuales entre las estaciones ayudan a reconocer el orden sugerido de estudio y a identificar el avance alcanzado. La estructura por niveles también evita presentar toda la información simultáneamente, lo cual facilita que el estudiante concentre su atención en un tema a la vez y reduzca la posibilidad de confundir conceptos pertenecientes a diferentes etapas del aprendizaje.

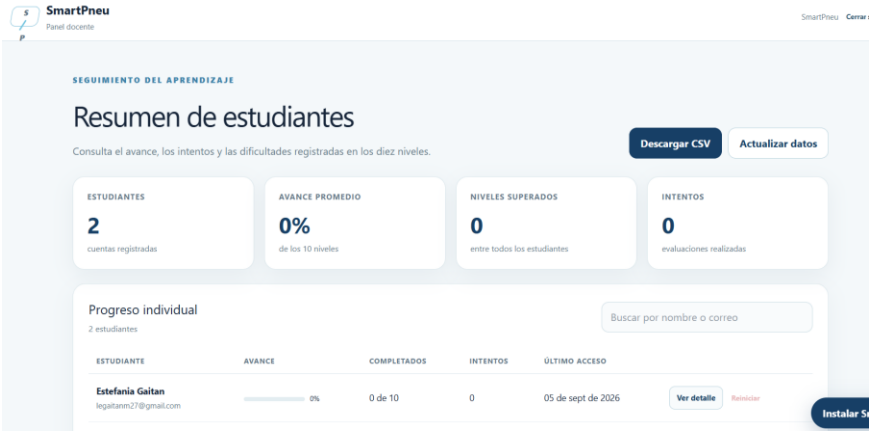
La aplicación se plantea como un punto de integración entre los contenidos, los recursos visuales y las actividades de evaluación. Desde sus diferentes niveles, el estudiante puede acceder a la información esencial de las guías, consultar las infografías y responder las preguntas relacionadas con cada tema. Esta integración permite que los materiales no se presenten como elementos

independientes, sino como componentes de una misma ruta formativa. Las guías ofrecen la explicación completa; las infografías sintetizan los conceptos; los videos facilitan la observación de procedimientos; y las preguntas incorporadas en los niveles permiten comprobar la comprensión.

SmartPneu también favorece la autonomía del estudiante, puesto que le permite recorrer los contenidos a su propio ritmo, regresar a los niveles anteriores y revisar nuevamente la información cuando lo considere necesario. La estructura no depende exclusivamente de la explicación presencial del docente, aunque puede utilizarse como complemento durante las clases y prácticas de laboratorio. En este sentido, la aplicación funciona como una herramienta de acompañamiento antes, durante y después del trabajo con el banco neumático: antes, para familiarizarse con los conceptos y componentes; durante, como medio de consulta; y después, para reforzar y comprobar los aprendizajes alcanzados.

En conjunto, la estructura y navegación de SmartPneu responden a una lógica de aprendizaje basada en la exploración progresiva, la consulta de contenidos, la interacción con recursos visuales y la comprobación de conocimientos. La organización por estaciones, el uso de elementos gráficos relacionados con cada temática, la distribución secuencial de la información y la incorporación de preguntas al finalizar los niveles permiten establecer un recorrido comprensible y coherente. Así, la aplicación se convierte en el principal formato interactivo del proyecto, al reunir en un mismo entorno los contenidos esenciales y permitir que el estudiante participe activamente en su proceso de aprendizaje.

Figura 6. Pantalla principal desde el perfil de docente



Fuente propia

Asimismo, SmartPneu está planteada para funcionar mediante dos perfiles de usuario: estudiante y docente. El perfil del estudiante permite acceder a la ruta de aprendizaje, consultar los contenidos de cada estación, desarrollar las actividades de evaluación y visualizar su avance dentro de la aplicación. Cada estudiante puede recorrer los niveles de manera progresiva, revisar nuevamente los temas cuando presente dificultades y completar las preguntas establecidas para continuar hacia las siguientes estaciones. Este perfil está orientado al aprendizaje autónomo y al seguimiento individual del proceso formativo.

Por su parte, el perfil del docente está planteado como un espacio de seguimiento y acompañamiento académico. Desde este perfil, el profesor podrá consultar el progreso de los estudiantes, identificar los niveles completados y reconocer los temas en los que se presentan mayores dificultades. También podrá revisar las preguntas con mayor frecuencia de respuestas incorrectas, los errores más comunes y los contenidos que requieren una explicación o actividad de refuerzo. Esta información permitirá detectar patrones generales de desempeño y tomar decisiones pedagógicas con base en las necesidades observadas durante el recorrido por la aplicación.

La incorporación de ambos perfiles busca establecer una relación entre el aprendizaje autónomo y la orientación docente. Mientras el estudiante avanza a su propio ritmo y recibe retroalimentación mediante las actividades, el profesor dispone de información para acompañar el proceso, reforzar los contenidos con mayores dificultades y ajustar sus estrategias de enseñanza. De esta manera, SmartPneu no se limita a presentar información, sino que se proyecta como una herramienta de apoyo para el seguimiento del aprendizaje y la identificación de oportunidades de mejora.

6.3.2 Organización de los contenidos en Moodle.

La organización de los contenidos en Moodle se plantea mediante la creación de un curso virtual que funcione como punto central de acceso a los recursos desarrollados en el proyecto. En este espacio se reunirán las guías didácticas, las infografías, los videos cortos y el acceso a SmartPneu, facilitando que los estudiantes encuentren los materiales en un mismo entorno. Su estructura seguirá una secuencia progresiva, relacionada con el orden establecido en las guías y en la aplicación, para evitar que los contenidos se presenten de manera aislada o desorganizada.

En la sección inicial del curso se incluirá una presentación general del proyecto, el video introductorio de bienvenida, el propósito del espacio virtual y las indicaciones básicas para consultar los materiales. También se explicará el orden recomendado para desarrollar las actividades, la función de cada recurso y la manera de acceder a SmartPneu. Esta introducción permitirá que el estudiante comprenda la ruta de aprendizaje antes de comenzar y reconozca la relación entre los contenidos teóricos, los recursos complementarios y las actividades prácticas.

Esta sección inicial posee la característica que permite a los estudiantes subir trabajos y ejercicios, en donde, desarrollaran las tareas asignadas en cada una de las guías. Esto con la finalidad de que el estudiante fortalezca la información que ha sido otorgada por la guía. En esencia cada una de las guías teóricas

(Fundamentos) poseen sus respectivas actividades relacionadas con los contenidos respectivos. Los ejercicios podrán ser subidos por los estudiantes en forma de tarea y además siguiendo claramente las indicaciones para el desarrollo de esta. Además, puede ser calificada por el docente, esto les permitirá a los estudiantes un medio de retroalimentación y al docente un medio de ponderación de la recepción de la información dada.

Posteriormente, el curso se dividirá en módulos temáticos correspondientes a las cinco guías teóricas. El primer módulo estará destinado a los fundamentos de la neumática e incluirá el video y la infografía sobre este tema, seguidos de la guía correspondiente. Los módulos siguientes abordarán los actuadores, las válvulas, la generación y el tratamiento del aire comprimido y los sistemas neumáticos. Esta organización permitirá que los estudiantes comiencen con los fundamentos generales y avancen progresivamente hacia el reconocimiento de los componentes y el funcionamiento de los sistemas neumáticos.

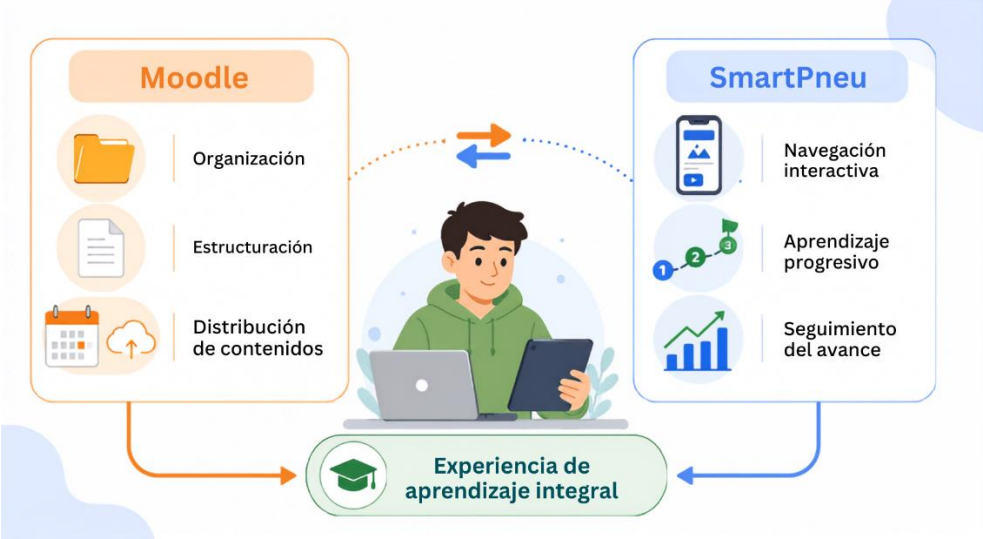
Los contenidos relacionados con el Internet de las cosas se organizarán en un módulo complementario que permitirá comprender el contexto tecnológico del proyecto. En este apartado se incluirán el video y la infografía sobre IoT, el video del dispositivo IoT y la infografía relacionada con el uso del banco neumático mediante esta tecnología. De esta manera, el módulo funcionará como un enlace entre los fundamentos neumáticos estudiados previamente y la incorporación de los componentes electrónicos y los sistemas de comunicación empleados en el proyecto.

Después de los módulos teóricos se incorporará una sección destinada a la preparación del software necesario para controlar y supervisar el banco neumático. Este apartado se dividirá en tres contenidos principales: Arduino IDE, MQTT Explorer y la aplicación móvil desarrollada mediante MIT App Inventor. En la sección de Arduino se incluirá la guía para la instalación y configuración del programa; en la sección de MQTT se presentarán primero el video y la infografía explicativos, seguidos de la guía para la instalación y configuración de MQTT

Explorer; y en la sección de la aplicación móvil se dispondrá la infografía sobre MIT App Inventor junto con la guía correspondiente a su funcionamiento.

Posteriormente, se incorporará una sección destinada a las guías prácticas, organizada según el orden en que deben realizarse los procedimientos. En primer lugar, se presentará el video sobre el montaje del dispositivo IoT y la guía práctica correspondiente, de manera que el estudiante pueda observar previamente el procedimiento y posteriormente seguir las instrucciones detalladas. A continuación, se incluirá la guía relacionada con la conexión IoT del banco neumático y, finalmente, la guía para su puesta en marcha. Este orden permitirá que el estudiante avance desde la preparación y el montaje de los componentes hasta la conexión y comprobación integral del funcionamiento del sistema.

Figura 7. Esquema de experiencia integral del aprendizaje



Fuente propia

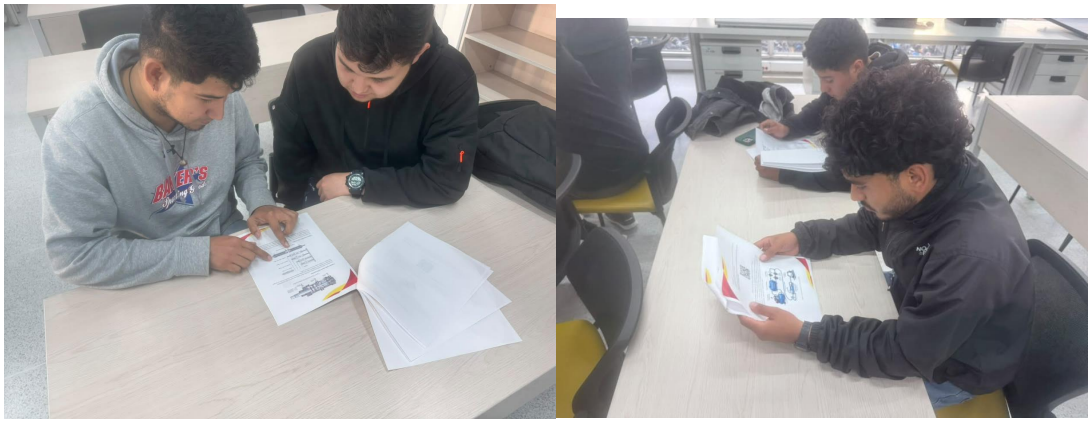
De esta manera, Moodle y SmartPneu cumplirán funciones complementarias: Moodle actuará como entorno de organización y distribución de los contenidos, mientras que SmartPneu ofrecerá una experiencia de navegación interactiva, progresiva y orientada al seguimiento del aprendizaje.

6.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS AYUDAS EN EL AULA.

La implementación de las ayudas didácticas en el aula constituye la etapa en la que los recursos elaborados se incorporan al proceso académico para orientar el aprendizaje de los fundamentos de la neumática y el manejo del banco neumático controlado mediante IoT. Esta fase permite involucrar las guías didácticas, las infografías, los videos cortos, el curso organizado en Moodle y la aplicación SmartPneu con las actividades desarrolladas en el laboratorio, de modo que los estudiantes dispongan de diferentes medios para consultar la información, reconocer los componentes y seguir los procedimientos establecidos.

La implementación se planteó como una experiencia progresiva orientada al aprendizaje autónomo de los estudiantes. Antes de interactuar con el banco neumático, los participantes consultaron los contenidos teóricos y los recursos visuales; posteriormente, utilizan las guías procedimentales y prácticas durante la preparación, conexión y puesta en funcionamiento del sistema; finalmente, desarrollan las actividades de comprobación y los instrumentos de evaluación previstos. Esta secuencia busca que los estudiantes puedan avanzar de manera independiente y a su propio ritmo, integrando la explicación conceptual, la observación, la ejecución práctica y la valoración del aprendizaje dentro de una misma experiencia educativa.

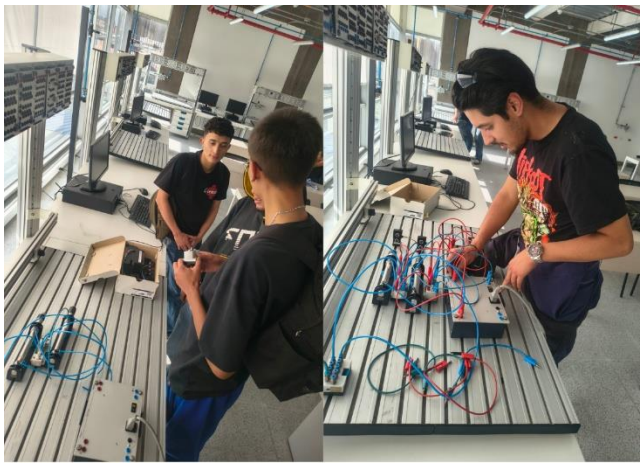
Figura 8. Estudiantes consultando las guías diseñadas



Fuente propia

Antes de comenzar el procedimiento, los estudiantes consultaron el objetivo, el alcance y las recomendaciones de seguridad presentadas en la guía. Una vez revisadas estas indicaciones, se dio inicio al reconocimiento de los elementos necesarios para realizar el montaje neumático, la instalación del dispositivo IoT y las conexiones eléctricas correspondientes. La Figura 7 muestra a los estudiantes durante la consulta inicial de las ayudas didácticas y la identificación de los componentes requeridos, así mismo, la figura 8 evidencia a los estudiantes en las primeras interacciones con el banco neumático controlado mediante IoT. Las demás evidencias fotográficas del proceso de implementación se presentan en el Anexo

Figura 9 Estudiantes interactuando con el banco neumático.



Fuente propia

6.5 EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE LAS AYUDAS DIDÁCTICAS.

Con el propósito de evaluar la efectividad de las ayudas didácticas desarrolladas para el manejo del banco neumático controlado mediante IoT, se aplicarán dos instrumentos de recolección de información a los estudiantes participantes. Estos

permitirán identificar sus conocimientos previos, valorar los aprendizajes alcanzados y conocer su percepción sobre la utilidad de las guías, los recursos audiovisuales, las actividades interactivas y la aplicación SmartPneu. De acuerdo con la UNESCO, la evaluación del aprendizaje permite recopilar y analizar información sobre aquello que los estudiantes saben y sobre su capacidad para utilizar los conocimientos adquiridos en diferentes situaciones (*Evaluación Para Mejorar Los Resultados Del Aprendizaje - Evaluación Educativa*, n.d.)

El primer instrumento corresponderá a una prueba diagnóstica, la cual se aplicará antes de que los estudiantes tengan acceso a las ayudas didácticas y realicen la actividad práctica en el banco neumático. Esta prueba se desarrollará mediante Microsoft Forms y estará conformada por preguntas de selección múltiple y verdadero o falso relacionadas con los fundamentos de la neumática, la identificación de los componentes, la interpretación básica de circuitos, el concepto de IoT y el funcionamiento general del sistema de comunicación empleado en el banco. Los resultados permitirán establecer el nivel inicial de comprensión de los participantes y servirán como punto de referencia para analizar posteriormente los cambios producidos después de la implementación.

La prueba diagnóstica inicial estará conformada por 16 preguntas calificables de selección múltiple y verdadero o falso, cada una con un valor de cinco puntos, para una puntuación máxima de 80 puntos. Como se presenta en la Tabla 6, los resultados se organizarán en cuatro niveles de desempeño: bajo, básico, intermedio y alto. Esta clasificación permitirá caracterizar los conocimientos previos de los participantes sobre neumática, IoT y comunicación MQTT antes de utilizar las ayudas didácticas, sin que el resultado represente una calificación académica de aprobación o reprobación.

Tabla 6. Interpretación de las calificaciones de la prueba diagnóstica

Respuestas correctas	Puntaje obtenido	Nivel diagnóstico	Interpretación
0 a 5	0 a 25 puntos	Bajo	Presenta conocimientos iniciales limitados sobre neumática, IoT y comunicación MQTT.
Tabla 6. (Continuación)			
6 a 10	30 a 50 puntos	Básico	Reconoce algunos conceptos fundamentales, aunque presenta dificultades para relacionarlos y aplicarlos.
11 a 14	55 a 70 puntos	Intermedio	Comprende la mayoría de los conceptos evaluados y establece relaciones básicas entre la neumática y el IoT.
15 a 16	75 a 80 puntos	Alto	Evidencia un dominio inicial sólido de los fundamentos de neumática, IoT y comunicación MQTT.

Fuente propia

Después de aplicar la prueba diagnóstica, los estudiantes utilizarán las ayudas didácticas para consultar los contenidos y desarrollar las actividades relacionadas con la identificación de los elementos, el montaje del circuito neumático, la conexión del sistema IoT y la puesta en funcionamiento del banco. Esta etapa permitirá que los participantes empleen los recursos de acuerdo con sus necesidades y avancen progresivamente durante la realización de los procedimientos.

Una vez finalizada la implementación, se aplicará una prueba final de conocimientos mediante Microsoft Forms. Esta conservará la misma cantidad de preguntas, distribución temática, puntuación y nivel de dificultad de la prueba

diagnóstica. Diez preguntas mantendrán el contenido y la estructura de la evaluación inicial, mientras que seis serán reformuladas mediante situaciones de aplicación. De esta manera, se buscará comprobar tanto el reconocimiento de los conceptos como la capacidad de los estudiantes para aplicarlos en situaciones relacionadas con el funcionamiento del sistema neumático e IoT.

La prueba final también tendrá una puntuación máxima de 80 puntos y se interpretará mediante los mismos rangos utilizados en la prueba diagnóstica. El uso de una escala común permitirá comparar directamente los resultados obtenidos antes y después de la implementación.

Tabla 7. Interpretación de los resultados de la prueba final

Respuestas correctas	Puntaje obtenido	Nivel de desempeño	Interpretación
0 a 5	0 a 25 puntos	Bajo	Presenta dificultades para reconocer y aplicar los contenidos trabajados sobre neumática, IoT y comunicación MQTT.
6 a 10	30 a 50 puntos	Básico	Reconoce los conceptos principales, pero aún presenta dificultades para relacionarlos o aplicarlos.
11 a 14	55 a 70 puntos	Intermedio	Comprende y aplica la mayoría de los contenidos abordados mediante las ayudas didácticas.
15 a 16	75 a 80 puntos	Alto	Demuestra una comprensión sólida y capacidad para aplicar los conocimientos relacionados con la neumática, el IoT y la comunicación MQTT.

Fuente propia

Para determinar el cambio presentado por cada estudiante, se calculará la diferencia entre el resultado de la prueba final y el resultado obtenido en la prueba diagnóstica. El procedimiento será el siguiente:

$$Mejora\ individual = puntaje\ de\ la\ prueba\ incial - puntaje\ de\ la\ prueba\ diagnostico$$

Cuando el resultado sea positivo, se interpretará que el estudiante aumentó su puntuación. Un resultado igual a cero indicará que no presentó variación, mientras que un valor negativo señalará una disminución en el puntaje.

También se calculará el porcentaje de logro alcanzado en cada prueba mediante el siguiente procedimiento:

$$Porcentaje\ de\ logro = \frac{puntaje\ obtenido}{80} * 100$$

Por ejemplo, si un estudiante obtiene 60 puntos, su porcentaje de logro se calculará de la siguiente manera:

$$Porcentaje\ de\ logro = \frac{60}{80} * 100 = 75\%$$

Posteriormente, se establecerá la variación entre los porcentajes de las dos pruebas:

$$Variación\ en\ puntos\ porcentuales = porcentaje\ final - porcentaje\ diagnostico$$

A nivel grupal, se calculará el promedio de los resultados iniciales y finales. Para ello, se sumarán los puntajes obtenidos por todos los estudiantes y el resultado se dividirá entre el número de participantes:

$$Promedio\ grupal = \frac{suma\ de\ los\ puntajes\ obtenidos}{número\ de\ estudiantes}$$

La comparación entre el promedio diagnóstico y el promedio final permitirá identificar la tendencia general del grupo. También se determinará el número y porcentaje de estudiantes que aumentaron, mantuvieron o disminuyeron su

puntuación. Para que la comparación individual sea válida, los resultados de los dos instrumentos se relacionarán mediante el código estudiantil y se incluirán únicamente los participantes que hayan completado ambas pruebas.

Como tercer instrumento se aplicará una encuesta final de percepción, dirigida a valorar la experiencia de los estudiantes después de utilizar las ayudas didácticas. La encuesta estará organizada en cuatro dimensiones: comprensión percibida, autonomía, desarrollo de competencias prácticas y valoración de los recursos. Para las tres primeras dimensiones y la valoración general se utilizará una escala tipo Likert de cinco niveles: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo.

A cada opción se le asignará un valor numérico entre uno y cinco, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8. Valores Asignados a la escala de percepción

Respuesta	Valor asignado
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente propia.

Los resultados de la encuesta no se sumarán para obtener una calificación académica. En su lugar, se calculará por separado el promedio de cada dimensión, lo que permitirá identificar los aspectos que recibieron una valoración más alta o baja. El cálculo se realizará de la siguiente manera:

$$Promedio\ de\ la\ dimensión = \frac{suma\ de\ los\ valores\ obtenidos}{número\ de\ respuestas\ válidas}$$

Por ejemplo, si un estudiante asigna los valores 4, 5, 4, 3, 4 y 5 a los seis enunciados correspondientes a una dimensión, el cálculo será:

$$Promedio = \frac{4 + 5 + 4 + 3 + 4 + 5}{6} = 4{,}17$$

En este caso, el resultado se interpretará como una percepción alta. Los promedios obtenidos se clasificarán de acuerdo con la Tabla 9.

Tabla 9. Interpretación de los resultados de la encuesta de percepción

Promedio obtenido	**Nivel de percepción**	**Interpretación**
1,00 a 1,80	Muy bajo	La dimensión evaluada recibió una valoración predominantemente desfavorable.
1,81 a 2,60	Bajo	La dimensión presenta una valoración desfavorable y requiere mejoras importantes.
2,61 a 3,40	Medio	La percepción es intermedia o neutral y evidencia aspectos susceptibles de mejora.
3,41 a 4,20	Alto	La dimensión recibió una valoración favorable por parte de los estudiantes.
4,21 a 5,00	Muy alto	La dimensión recibió una valoración ampliamente favorable.

Fuente propia.

6.6 LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL HERRAMIENTA PARA LA PROGRAMACIÓN

La inteligencia artificial cumplió un papel importante en la programación de gran parte del proyecto de grado, en específico tuvo un papel relevante en el desarrollo del código del dispositivo IoT, ya que para lograr que este funcionara el código original que tenía el dispositivo Arduino no permitió el funcionamiento del dispositivo IoT, es por esta razón por la cual se usó la inteligencia artificial que permitiera, a partir del código original desarrollar un código el cual permitiera el funcionamiento del dispositivo IoT.

Por otro lado, la Inteligencia artificial fue muy útil para la detección y solución de errores de programación, como errores en la velocidad de transmisión, errores en la instalación de librerías y errores en la conexión con el servidor. Además de ello se usó la inteligencia artificial para mejorar el código original entregando y suscribiendo en Arduino UNO las respuestas de la comunicación entre el servidor la aplicación y el mismo.

Por otro lado, la inteligencia artificial también cumplió un papel fundamental para el desarrollo de la aplicación SmartPneu facilitando el desarrollo de la misma aplicación, sugiriendo entornos para la presentación y diseñando parte del código de la misma aplicación

Resulta importante aclarar que la inteligencia artificial necesita de un trabajo conjunto para el desarrollo de un resultado esperado, es por ello que la IA fue una herramienta fundamental para el desarrollo de las herramientas o elementos en este proyecto que requerir unos conocimientos profundos y amplios en programación.

7. RESULTADOS

7.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS

La prueba diagnóstica y la prueba final fueron contestadas por 24 estudiantes. La prueba diagnóstica presentó un promedio grupal de 51,25 puntos sobre un máximo de 80, equivalente a un porcentaje de logro del 64,06%. Por su parte, en la prueba final se obtuvo un promedio de 70,63 puntos, correspondiente a un logro del 88,28%. Esto representa un incremento de 19,38 puntos en el promedio grupal y una variación positiva de 24,22 puntos porcentuales en el nivel de logro.

Tabla 10. Resultados generales

Indicador	Prueba diagnóstica	Prueba final	Variación
Participantes	24	24	0
Promedio grupal	51,25 puntos	70,63 puntos	+19,38 puntos
Porcentaje promedio de logro	64,06 %	88,28 %	+24,22 puntos porcentuales
Mediana	50 puntos	75 puntos	+25 puntos
Puntaje mínimo	15 puntos	15 puntos	0
Puntaje máximo	80 puntos	80 puntos	0

Fuente propia

La mediana también aumentó de 50 puntos en la prueba diagnóstica a 75 puntos en la evaluación final. Este resultado indica que, en la prueba inicial, la mitad de los estudiantes obtuvo puntuaciones iguales o inferiores a 50 puntos, mientras que en la evaluación posterior la mediana se ubicó en 75 puntos. Aunque en ambas pruebas el puntaje mínimo fue de 15 puntos y el máximo de 80, la distribución general se desplazó hacia puntuaciones más altas después de la implementación de las ayudas didácticas.

Tabla 11. Cambios individuales

Resultado de la comparación	Estudiantes	Porcentaje
Aumentaron su puntuación	19	79,17 %
Mantuvieron su puntuación	2	8,33 %
Disminuyeron su puntuación	3	12,50 %
Total	**24**	**100 %**

Fuente propia

En la comparación individual, 19 estudiantes aumentaron su puntuación, lo que corresponde al 79,17 % de los participantes; dos estudiantes mantuvieron el mismo resultado, equivalentes al 8,33%; y tres presentaron una disminución, correspondientes al 12,50%. Por lo tanto, la tendencia predominante fue positiva, dado que aproximadamente ocho de cada diez estudiantes obtuvieron un puntaje final superior al alcanzado inicialmente.

Tabla 12. Distribución por niveles

Nivel	Diagnóstica	Porcentaje	Final	Porcentaje
Bajo	1	4,17 %	1	4,17 %
Básico	12	50,00 %	1	4,17 %
Intermedio	8	33,33 %	6	25,00 %
Alto	3	12,50 %	16	66,67 %
Total	**24**	**100 %**	**24**	**100 %**

Fuente propia

La distribución por niveles también presentó cambios importantes. En la prueba diagnóstica, 12 estudiantes, equivalentes al 50%, se ubicaron en el nivel básico; ocho, correspondientes al 33,33%, alcanzaron el nivel intermedio; tres, equivalentes al 12,50%, se clasificaron en el nivel alto; y uno, correspondiente al 4,17%, se situó en el nivel bajo. En la prueba final, 16 estudiantes, equivalentes al 66,67%, alcanzaron el nivel alto; seis, correspondientes al 25%, se ubicaron en

el nivel intermedio; uno permaneció en el nivel básico y uno se clasificó en el nivel bajo.

En conjunto, el aumento del promedio grupal, de la mediana y de la proporción de estudiantes ubicados en el nivel alto evidencia una mejora en los resultados de conocimientos después de la implementación de las ayudas didácticas. Sin embargo, estos datos deben complementarse con el análisis de las respuestas por pregunta y con la encuesta de percepción, con el propósito de identificar los contenidos que presentaron mayores avances y aquellos en los que todavía se evidencian dificultades. Debido a que no se contó con un grupo de control, los resultados muestran una asociación temporal positiva con la implementación, pero no permiten atribuirle por sí solos una relación causal definitiva.

7.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

La encuesta final de percepción fue respondida por los 24 estudiantes que participaron en la implementación de las ayudas didácticas. El instrumento estuvo compuesto por 27 enunciados distribuidos en cuatro dimensiones: comprensión percibida, autonomía, desarrollo de competencias prácticas y valoración de los recursos. Para analizar las respuestas se asignaron valores entre uno y cinco a las opciones de la escala, donde uno correspondió a completamente en desacuerdo y cinco a completamente de acuerdo.

Tabla 13. Resultados por dimensión

Dimensión	Enunciados	Promedio	Nivel de percepción
Comprensión percibida	6	4,50	Muy alto
Autonomía	7	4,55	Muy alto
Competencias prácticas	7	4,53	Muy alto
Valoración de los recursos	7	4,61	Muy alto
Valoración general	**27**	**4,55**	**Muy alto**

Fuente propia

Como se observa en la tabla 13, las cuatro dimensiones alcanzaron promedios superiores a 4,20 y, de acuerdo con los rangos establecidos en la metodología, se clasificaron en un nivel de percepción muy alto. La valoración de los recursos obtuvo el promedio más elevado, con 4,61; seguida de la autonomía, con 4,55; las competencias prácticas, con 4,53; y la comprensión percibida, con 4,50. El promedio general de los 27 enunciados fue de 4,55 sobre 5, lo que representa una valoración ampliamente favorable de las ayudas didácticas.

En la dimensión de comprensión percibida, el promedio fue de 4,50. El enunciado mejor valorado fue «Las ayudas didácticas facilitaron mi comprensión de los fundamentos de la neumática», con un promedio de 4,88. Por su parte, el enunciado relacionado con la comprensión de la función de los principales componentes neumáticos y electroneumáticos obtuvo 4,04, constituyéndose en el resultado más bajo de esta dimensión. Aunque esta puntuación continúa siendo favorable, señala la conveniencia de reforzar la explicación de los componentes y sus funciones.

La dimensión de autonomía alcanzó un promedio de 4,55. El aspecto con mayor valoración fue la posibilidad de seguir las instrucciones de las guías sin requerir explicaciones constantes, con 4,79. También se obtuvieron resultados favorables en la realización del montaje con poca o ninguna ayuda, la consulta de los recursos antes de solicitar asistencia y la posibilidad de repetir posteriormente el procedimiento con mayor autonomía. El resultado más bajo correspondió a la identificación de los elementos necesarios para desarrollar las actividades, con 4,17.

En cuanto al desarrollo de competencias prácticas, se obtuvo un promedio de 4,53. El enunciado «Fortalecí mi capacidad para identificar los componentes neumáticos y electroneumáticos» presentó la valoración más alta de toda la encuesta, con 4,92. Los estudiantes también manifestaron mejoras en el montaje de circuitos, la comunicación entre los dispositivos, la verificación del funcionamiento del banco y el reconocimiento de errores de montaje o conexión. El aspecto con menor promedio fue la interpretación de las secuencias de

movimiento de los cilindros, con 4,08, por lo que este contenido podría requerir actividades adicionales de refuerzo.

La valoración de los recursos presentó el promedio más alto de las cuatro dimensiones, con 4,61. La claridad y comprensibilidad de la información alcanzó un promedio de 4,92, mientras que la facilidad de consulta de los recursos obtuvo 4,75. Igualmente, las imágenes y los recursos visuales, las instrucciones proporcionadas y la contribución general de las ayudas al aprendizaje recibieron valoraciones superiores a 4,60. El promedio más bajo de esta dimensión correspondió al orden de presentación de los contenidos, con 4,13, aunque se mantuvo dentro del nivel alto de percepción

Tabla 14. Valoración general

Respuesta	**Cantidad**	**Porcentaje**
Completamente de acuerdo	370	57,10 %
Algo de acuerdo	264	40,74 %
Neutral	14	2,16 %
Algo en desacuerdo	0	0,00 %
Completamente en desacuerdo	0	0,00 %
Total	**648**	**100 %**

Fuente propia

Al considerar conjuntamente los 648 registros de la escala, el 57,10 % correspondió a «completamente de acuerdo», el 40,74% a “algo de acuerdo” y el 2,16% a respuestas neutrales. No se registraron respuestas en las categorías de desacuerdo. De esta manera, el 97,84% de las valoraciones se concentró en las dos opciones favorables de la escala, lo que evidencia una percepción positiva de la claridad, utilidad y facilidad de consulta de las ayudas didácticas.

Tabla 15. Ayuda que más contribuyó al aprendizaje

Ayuda seleccionada	Estudiantes	Porcentaje
Todas contribuyeron de manera similar	15	62,50 %
Contenidos organizados en Moodle	4	16,67 %
Guías procedimentales	2	8,33 %
Guías teóricas	1	4,17 %
Videos cortos	1	4,17 %
Aplicación SmartPneu	1	4,17 %
Total	**24**	**100 %**

Fuente propia

Respecto a la ayuda que más contribuyó al aprendizaje, 15 estudiantes, equivalentes al 62,50%, indicaron que todas las ayudas aportaron de manera similar. Cuatro estudiantes, correspondientes al 16,67%, seleccionaron los contenidos organizados en Moodle; dos, equivalentes al 8,33%, eligieron las guías procedimentales; y las guías teóricas, los videos cortos y SmartPneu fueron seleccionados individualmente por un estudiante, representando cada recurso el 4,17 %. Estos resultados sugieren que el aporte fue percibido principalmente como el resultado de la integración de los diferentes recursos, más que como el efecto aislado de una sola herramienta.

En general, los resultados muestran una percepción muy alta en las cuatro dimensiones evaluadas. No obstante, al tratarse de una encuesta de autopercepción, sus resultados expresan la valoración de los estudiantes y no constituyen por sí solos una medición objetiva del aprendizaje. Por esta razón, deben interpretarse juntamente con la comparación entre las pruebas diagnóstica y final.

7.3 ANÁLISIS GENERAL DE LA EFECTIVIDAD DE LAS AYUDAS DIDÁCTICAS

Los resultados de las pruebas y de la encuesta permitieron valorar la efectividad de las ayudas didácticas utilizadas para el manejo del banco neumático controlado mediante IoT. Al comparar las pruebas, se observó que el promedio del grupo aumentó de 51,25 puntos en la prueba diagnóstica a 70,63 puntos en la prueba final, sobre un máximo de 80. Esto significa que el porcentaje promedio de logro pasó del 64,06 % al 88,28 %, con un aumento de 24,22 puntos porcentuales después de utilizar los recursos desarrollados.

La mejora también se presentó en la mayoría de los estudiantes. De los 24 participantes, 19 aumentaron su puntuación, lo que corresponde al 79,17%; dos mantuvieron el mismo resultado, equivalentes al 8,33%; y tres obtuvieron una puntuación menor, correspondientes al 12,50%. Aunque no todos mejoraron, los resultados muestran que cerca de ocho de cada diez estudiantes alcanzaron un puntaje más alto en la prueba final.

También se encontraron cambios importantes en los niveles de desempeño. En la prueba diagnóstica, el 50% de los estudiantes se encontraba en el nivel básico y solamente el 12,50% alcanzaba el nivel alto. En la prueba final, el porcentaje de estudiantes en el nivel alto aumentó al 66,67%, mientras que el nivel básico disminuyó al 4,17%. Esto indica que, después de la implementación, una mayor cantidad de estudiantes logró comprender y aplicar los conocimientos relacionados con la neumática, el IoT y la comunicación mediante MQTT.

Estos resultados coinciden con las opiniones expresadas en la encuesta final. La valoración general de las ayudas didácticas alcanzó un promedio de 4,55 sobre 5, correspondiente a un nivel de percepción muy alto. Las cuatro dimensiones evaluadas también recibieron valoraciones muy altas: comprensión percibida obtuvo 4,50; autonomía, 4,55; competencias prácticas, 4,53; y valoración de los recursos, 4,61. Además, el 97,84 % de las respuestas se concentró en las opciones «algo de acuerdo» y «completamente de acuerdo», sin que se registraran respuestas de desacuerdo.

La mejora en las pruebas y la valoración favorable de los estudiantes indican que las ayudas didácticas cumplieron el propósito planteado para la experiencia. Las guías facilitaron el seguimiento de los procedimientos, los recursos visuales apoyaron la comprensión de los contenidos, Moodle permitió organizar la información y SmartPneu ofreció una forma interactiva de consultar los temas. Esta relación entre los recursos se confirmó porque el 62,50% de los estudiantes manifestó que todas las ayudas contribuyeron de manera similar a su aprendizaje.

En cuanto a la autonomía, los estudiantes valoraron especialmente la posibilidad de seguir las instrucciones de las guías sin necesitar explicaciones constantes, aspecto que obtuvo un promedio de 4,79. También consideraron que los recursos les permitieron realizar el montaje con poca o ninguna ayuda, consultar la información antes de solicitar asistencia, avanzar a su propio ritmo y sentirse capaces de repetir posteriormente los procedimientos con mayor independencia. Estos resultados muestran que las ayudas brindaron una orientación adecuada durante las prácticas.

El análisis también permitió reconocer algunos aspectos que pueden mejorarse. Las valoraciones más bajas, aunque continuaron siendo favorables, estuvieron relacionadas con la comprensión de la función de los componentes neumáticos y

electroneumáticos, con 4,04; la interpretación de las secuencias de movimiento de los cilindros, con 4,08; el orden de presentación de los contenidos, con 4,13; y la identificación de los elementos necesarios para desarrollar las actividades, con 4,17. Por esta razón, sería conveniente incluir más ejemplos, esquemas de secuencias y actividades para reconocer los componentes, así como revisar el orden en el que se presentan algunos contenidos.

En general, los resultados muestran que, después de utilizar las ayudas didácticas, la mayoría de los estudiantes mejoró sus conocimientos y valoró positivamente los recursos empleados. Por lo tanto, las ayudas desarrolladas resultaron adecuadas para orientar el manejo del banco neumático controlado mediante IoT y apoyar un aprendizaje más práctico, organizado y autónomo. Estos resultados corresponden a la experiencia del grupo participante y a las condiciones en las que se realizó la implementación.

8. CONCLUSIONES

La articulación de las guías, los recursos visuales, la plataforma Moodle y la aplicación web progresiva SmartPneu permitió disponer de una propuesta organizada para acompañar a los estudiantes desde la comprensión de los fundamentos de la neumática hasta el montaje, la puesta en marcha y la interacción con el sistema de comunicación IoT. La implementación evidenció que estos recursos pueden utilizarse como apoyo para orientar las prácticas, facilitar la consulta de información y disminuir la necesidad de explicaciones constantes durante el desarrollo de las actividades.

La revisión y organización de la información documental permitió reconocer antecedentes relacionados con el uso de guías didácticas, recursos digitales, neumática, Internet de las Cosas y tecnologías aplicadas a la educación. Asimismo, el análisis del proyecto desarrollado previamente sobre el banco neumático permitió comprender su funcionamiento, identificar los componentes físicos y digitales involucrados y establecer los requerimientos necesarios para orientar su utilización. Esta recopilación constituyó la base conceptual y técnica para definir la estructura, el contenido y el alcance de las ayudas desarrolladas.

Se elaboraron guías teóricas y procedimentales que presentan de manera secuencial los conocimientos, materiales, recomendaciones y procedimientos necesarios para utilizar el banco neumático controlado mediante IoT. Su organización paso a paso permitió relacionar los fundamentos teóricos de la neumática con la identificación de los componentes, el montaje de los circuitos, la instalación de las herramientas informáticas y la conexión del sistema. Durante la implementación, los estudiantes pudieron seguir estas orientaciones para realizar las actividades con diferentes niveles de independencia, aunque los resultados también mostraron la conveniencia de reforzar la interpretación de las secuencias de movimiento y la identificación de algunos elementos necesarios para los montajes.

Las guías escritas se complementaron con infografías, videos cortos, contenidos organizados en Moodle y la aplicación SmartPneu. La integración de estos recursos ofreció distintas formas de acceder a la información y favoreció una experiencia más visual, interactiva y flexible. Los resultados de la encuesta respaldan la pertinencia de esta integración, debido a que el 62,50 % de los estudiantes señaló que todas las ayudas contribuyeron de manera similar a su aprendizaje, mientras que el 37,50 % restante seleccionó individualmente alguno de los recursos. Esto indica que la contribución de la propuesta fue percibida principalmente como el resultado de la complementariedad entre las herramientas y no como el efecto aislado de un único recurso.

La comparación entre la prueba diagnóstica y la prueba final mostró una variación favorable en los conocimientos de los estudiantes después de la implementación. El promedio grupal aumentó de 51,25 a 70,63 puntos sobre 80, lo que representa un incremento de 19,38 puntos. En términos porcentuales, el nivel promedio de logro pasó del 64,06 % al 88,28 %, con una diferencia positiva de 24,22 puntos porcentuales. Además, 19 de los 24 estudiantes aumentaron su puntuación, equivalentes al 79,17 %, y la proporción ubicada en el nivel alto pasó del 12,50 % al 66,67 %. Estos resultados muestran una mejora general en el desempeño del grupo participante.

La encuesta de percepción complementó los resultados de las pruebas al mostrar una valoración general de 4,55 sobre 5, clasificada como muy alta. Las dimensiones evaluadas obtuvieron promedios de 4,50 en comprensión percibida, 4,55 en autonomía, 4,53 en desarrollo de competencias prácticas y 4,61 en valoración de los recursos. Asimismo, el 97,84 % de las respuestas se concentró en las dos categorías favorables de la escala. En particular, los estudiantes destacaron la posibilidad de seguir las instrucciones sin requerir explicaciones constantes, aspecto que obtuvo un promedio de 4,79, lo cual permite concluir que las ayudas brindaron condiciones favorables para desarrollar las prácticas con mayor autonomía.

A partir de la relación entre los resultados de las pruebas y la percepción de los participantes, se concluye que las ayudas didácticas desarrolladas fueron adecuadas para orientar el manejo del banco neumático controlado mediante IoT y apoyar un aprendizaje más práctico, organizado y autónomo. No obstante, los resultados corresponden a un grupo de 24 estudiantes y a las condiciones específicas en las que se realizó la implementación. Debido a que no se contó con un grupo de control, no es posible atribuir de manera causal toda la mejora observada exclusivamente a las ayudas didácticas. Por ello, en futuras implementaciones sería conveniente aplicar la propuesta con otros grupos, incorporar actividades adicionales para los contenidos que presentaron menores valoraciones y realizar evaluaciones que permitan analizar su efectividad durante periodos más amplios.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, *54*(15), 2787–2805. https://doi.org/10.1016/J.COMNET.2010.05.010

Ayala, H., Ramírez, A., & Martínez, Y. (2022). *Prototipo de IoT como material didáctico para fortalecer el proceso de enseñanza de la materia de probabilidad y estadística*. Tendencias Actuales En Las Ciencias de La Computación. https://www.researchgate.net/profile/Alan-Ramirez-Noriega/publication/367046353_Tendencias_Actuales_en_las_Ciencias_de_la_Computacion/links/63bf0afc7ecd35045c3d6f39/Tendencias-Actuales-en-las-Ciencias-de-la-Computacion.pdf#page=81

Badshah, A., Ghani, A., Daud, A., Jalal, A., Bilal, M., & Crowcroft, J. (2023). Towards Smart Education through the Internet of Things: A Review. *ACM Computing Surveys*, *56*(2). https://doi.org/10.1145/3610401

Bücker, I., Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Towards a Methodology for Industrie 4.0 Transformation. *Lecture Notes in Business Information Processing*, *255*, 209–221. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39426-8_17

Calle, D., & Villa, J. (2019). *Implementación y suministro de control programable, con guía de aplicación a banco didáctico de neumática de prácticas de laboratorio ITM*. Instituto Tecnológico Metropolitano. https://hdl.handle.net/20.500.12622/493

Cortés, Y., Berenice, C., Landeta, I., Manuel, J., Chacón, B., Guadalupe, J., Pereyra, A., & Osorio, L. (2017). *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006

Cufuna Delsa Silva Amino. (2023). *GUÍA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMEN- TADA (AR) EN UNIVERSITARIOS NO-CODE MEDIANTE LA PRO- GRAMACIÓN VISUAL DE LA CARRERA DE*

EDUCACIÓN GENE- RAL BÁSICA Y EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN. https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/15ad767a-c6b2-4c5c-b651-40cf1510f97a/content

Evaluación para mejorar los resultados del aprendizaje - Evaluación educativa. (n.d.). Retrieved August 29, 2026, from https://www.unesco.org/en/learning-assessments?utm_source

García Hernández, I., & de la Cruz Blanco, G. de las M. (2014). Las guías didácticas: recursos necesarios para el aprendizaje autónomo. *EDUMECENTRO*, *6*(3), 162–175. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742014000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Graciela De La, ;, Pino, C. U. A. ;, & Urías, R. (2020). Guías didácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje: ¿Nueva estrategia? *Revista Scientific*, *5*(18), 371–392. https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.20.371-392

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, *29*(7), 1645–1660. https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2013.01.010

Internet of Things | Festo USA. (n.d.). Retrieved August 20, 2025, from https://www.festo.com/us/en/e/iot-technologies-id_14811/

Mallia, J., Francalanza, E., Xuereb, P., & Refalo, P. (2024a). The development of a generic IIOT framework for an industrial pneumatic system. *Procedia CIRP*, *126*, 277–282. https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2024.08.339

Mallia, J., Francalanza, E., Xuereb, P., & Refalo, P. (2024b). The development of a generic IIOT framework for an industrial pneumatic system. *Procedia CIRP*, *126*, 277–282. https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2024.08.339

Paredes, A., & Arenales, C. (2020). *ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE UN MANUAL CON DOCUMENTACIÓN OPERACIONAL Y CUATRO (4) GUÍAS PRÁCTICAS PARA LOS BANCOS DIDÁCTICOS DEL LABORATORIO DE NEUMÁTICA*.

Reinaldo Arteaga Estévez, & Marcia Nancy Figueroa Sierra. (2004). *La guía didáctica: sugerencias para su elaboración y utilización*.

Salazar, J., & Silvestre, Y. S. (2017). *INTERNET DE LAS COSAS*. http://www.techpedia.eu

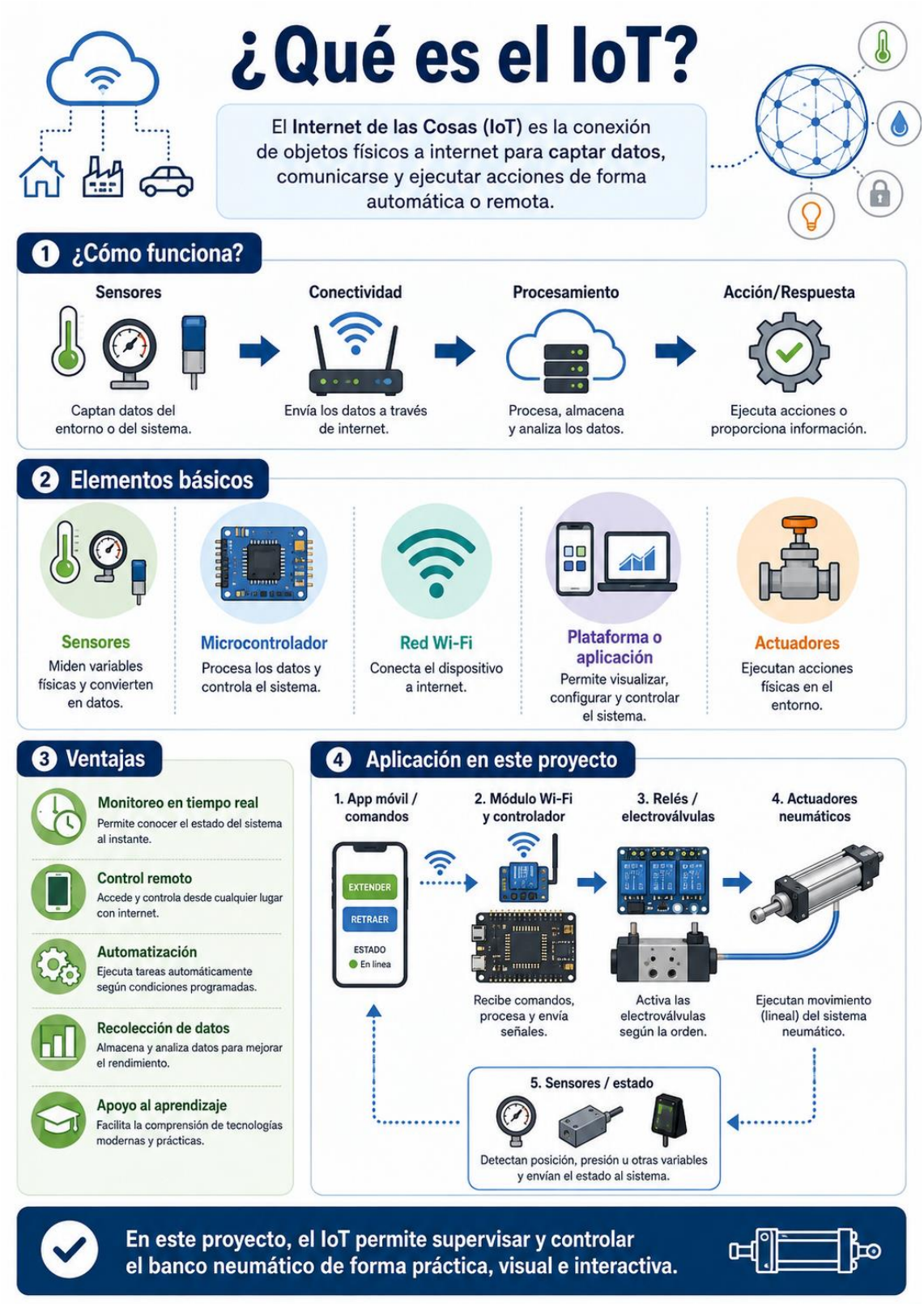
Sandoval, N., Acevedo, N., & Santos, L. (2022). Lineamientos desde la industria 4.0 a la educación 4.0: caso tecnología IoT. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, *1*(39), 81–92. https://doi.org/10.24054/RCTA.V1I39.1379

Vergara, R. (2021). *ASISTENTE EDUCATIVO INTELIGENTE PARA LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS IOT APLICADAS EN LAS AULAS DE CLASE DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE COLOMBIA.*

Viswanadh, K. S., Gureja, A., Walchatwar, N., Agrawal, R., Sinha, S., Chaudhari, S., Vaidhyanathan, K., Choppella, V., Bhimalapuram, P., Kandath, H., & Hussain, A. (2024). Engineering End-to-End Remote Labs using IoT-based Retrofitting. *IEEE Access*, *13*, 1106–1132. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3523066

10. ANEXOS

10.1 INFOGRAFÍAS DESARROLLADAS



INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

Ayudas didácticas para el banco neumático controlado mediante IoT

¿QUÉ BUSCA?

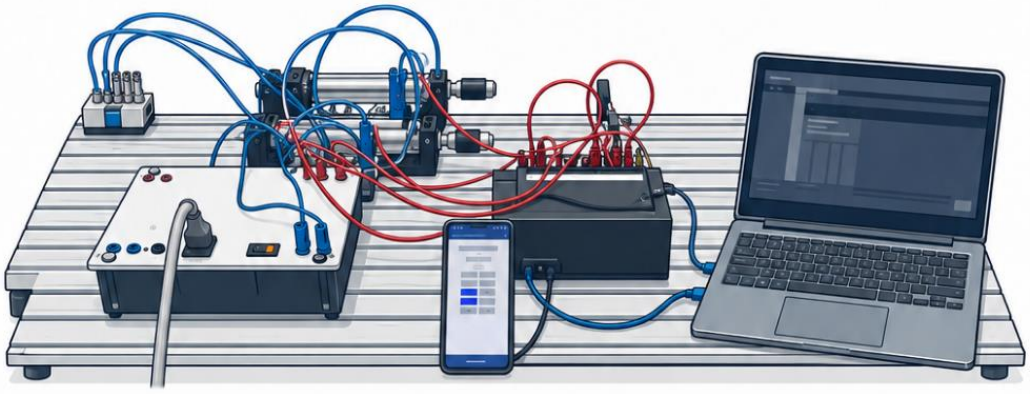
Apoyar el aprendizaje práctico y autónomo de la neumática y su integración con IoT.

¿CON QUÉ RECURSOS?

Guías paso a paso, infografías y la aplicación educativa SmartPneu.

¿CÓMO SE UTILIZAN?

Consulta los contenidos, realiza las prácticas según las guías y comprueba lo aprendido.



Comprender · Practicar · Aprender

Contenido: planteamiento del proyecto



¿Qué es la neumática?

La neumática es la tecnología que utiliza aire comprimido para transmitir energía y producir movimiento.



1 Principio de funcionamiento

¡La neumática es el arte de dominar la fuerza invisible del aire! Su principio de funcionamiento es tan simple como potente: consiste en capturar el aire de nuestro entorno, comprimirlo para acumular una inmensa energía y liberarlo de forma controlada a través de válvulas y cilindros. Al expandirse con fuerza, este aire presurizado se transforma instantáneamente en movimientos mecánicos precisos y de gran velocidad, convirtiendo el simple viento que respiramos en el músculo que mueve la automatización industrial moderna.

2 Elementos básicos



Compresor

Suministra aire comprimido al sistema.



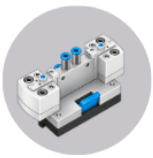
Unidad de mantenimiento

Acondiciona el aire para un funcionamiento óptimo.



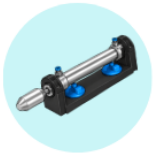
Mangueras y racores

Conducen y conectan el aire comprimido en el sistema.



Válvulas

Controlan la dirección, el paso y la presión del aire.



Cilindros neumáticos

Generan movimiento lineal al recibir aire comprimido.



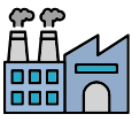
Manometros

Indica la presión en el sistema

3 Ventajas

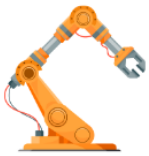
- **Limpieza** — El aire es limpio y no contamina el entorno.
- **Rapidez** — Permite movimientos rápidos y reperos.
- **Seguridad** — Es segura para el operador y el equipo.
- **Facilidad de mantenimiento** — Componentes simples y de fácil instalación.
- **Automatización** — Se integra fácilmente con sistemas de control y tecnologías digitales.

4 Aplicaciones



Industria

Accionamiento de máquinas y procesos productivos.



Automatización

Sistemas automatizados y líneas de producción.



Empaque

Manipulación, llenado y sellado de envases y productos.



Laboratorios didácticos

Enseñan y práctica de sistemas neumáticos.

La neumática convierte el aire comprimido en soluciones eficientes, seguras y sostenibles para la industria y la educación

MQTT

Mensajes que conectan el banco

Protocolo de comunicación basado en publicación y suscripción.



CLIENTE

Dispositivo o programa que publica mensajes o se suscribe para recibirlos.



BROKER

Servidor que recibe los mensajes y los distribuye a los clientes suscritos.



TEMA Y MENSAJE

El tema identifica el canal de información. El mensaje contiene el dato o la instrucción.



EN EL BANCO

El controlador recibe la instrucción y la procesa según su programación.

Referencias: mqtt.org; HiveMQ · MQTT Essentials

FALLAS FRECUENTES

Qué revisar en el banco neumático

1 FALTAN LIBRERÍAS

Si aparece “No such file or directory”, revisa la instalación de WiFiEsp y PubSubClient según la guía de Arduino IDE.



2 SÍMBOLOS ILEGIBLES

Revisa la velocidad de comunicación: la guía indica 9600 baudios. Comprueba también el ajuste del monitor serial.



3 TIMEOUT REPETIDO

Si aparece más de cinco veces, revisa la red y el servidor. Si persiste, sigue el reinicio indicado en la guía, con el banco en condición segura.



4 NO CONECTA AL SERVIDOR

La guía propone cambiar test.mosquitto.org por broker.hivemg.com en Arduino, la app y MQTT Explorer.



5 LOS COMANDOS NO APARECEN

Revisa que los temas (topics) coincidan exactamente con los indicados en la guía de MQTT.



6 FUGAS DE AIRE

Revisa mangueras y conexiones. Antes de ajustar o sustituir elementos, corta el suministro de aire y despresuriza el banco. Si hay daños, solicita apoyo.



Si la falla persiste, detén la práctica y solicita apoyo.

Referencia para los puntos 1–5: Guía de errores comunes del proyecto.

SEGURIDAD EN EL BANCO NEUMÁTICO

Antes, durante y después de la práctica

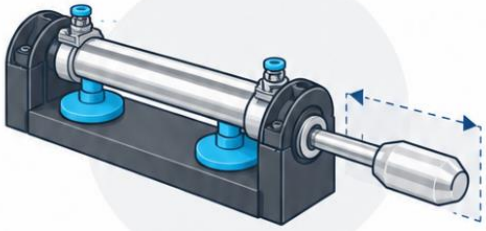
1 ANTES

Revisa la guía, las conexiones y la fijación de los componentes. Usa la protección indicada por el laboratorio.



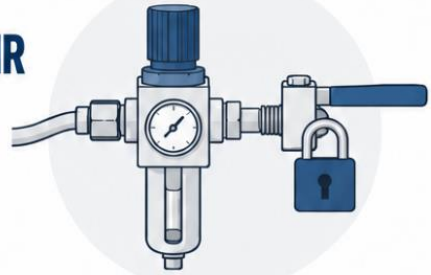
2 DURANTE

Mantén las manos fuera del recorrido de los cilindros. No desconectes mangueras con presión.



3 ANTES DE INTERVENIR

Detén el sistema, aísla las fuentes de energía y verifica la despresurización. Evita un reinicio accidental.



Ante una condición insegura, detén la práctica y solicita apoyo.

Referencia general: Festo · Seguridad neumática

10.1 GUÍAS DESARROLLADAS

Guia 1

FUNDAMENTOS

Objetivos

El alcance de esta guía será introducir al estudiante al área de estudio de la neumática, para ello se definirá el concepto de la neumática, indicando también las ventajas y desventajas de esta área de estudio. Por otro lado, se enseñará algunas aplicaciones a nivel industrial y finalmente, se explicará a grandes rasgos los componentes que integran un sistema neumático.

Objetivos específicos.

- Brindar las bases y fundamentos necesarios con el fin de introducir a este al estudio de la neumática.
- Reconocer las características de la neumática con la finalidad de poder identificar sus ventajas y desventajas.
- Reconocer los distintas aplicaciones y campos en los que la neumática cumple un papel fundamental.

Introducción a la neumática.

Para adentrarse al mundo de la neumática será necesario, primeramente, entenderla y preguntarse cuál es el fin de esta área de estudio. La neumática se refiere al área de estudio sobre el movimiento del aire y sus distintas aplicaciones. Una de estas aplicaciones una estas aplicaciones más primitivas de la neumática se evidencian en el uso del aire para impulsar los barcos de vela. (Creus, 2007)

Ejercicio 1.

Con la definición anterior se propone al estudiante identificar en que otras áreas o campos interviene la neumática.

Nota: ver el siguiente video para una mayor información sobre la neumática y sus campos de estudio.

Figura 1. Qr video sobre la neumática

Ahora bien, la neumática a nivel industrial tiene un papel muchísimo más importante, debido a la facilidad con la que el fluido de trabajo (aire), puede ser comprimido hasta los rangos de trabajo, prácticamente necesitar de mucho esfuerzo. La neumática a nivel industrial presenta varias ventajas y desventajas las cuales se nombran a continuación.

VENTAJAS.

- Facilidad para comprimir el fluido de trabajo hasta las presiones de trabajo necesarias (alrededor de 6 bares).
- Útil para trabajos donde la limpieza sea un factor importante.
- Facilidad para generar el movimiento lineal o giratorio.
- Mantenimiento fácil
- Posibilidad de transmitir la energía generada por la neumática a través de grandes distancias.
- No existe el riesgo de explosión o contaminación al ambiente.

DESVENTAJAS

- Velocidad variable debido a la compresibilidad del aire.
- Posibles fugas en el sistema lo que puede reducir el rendimiento.
- Debido a la compresibilidad del aire utilizar la neumática para tareas que demanden mucha fuerza es no es posible.

Es por estos motivos que la neumática a nivel industrial se evidencia en:



Automatización



Manufactura



Embotellado



Máquinas CNC



Forja y conformado de materiales



Herramientas neumáticas

Ejercicio 2.

Con los ejemplos anteriores se le pide al estudiante que desde la intuición identifique que papel cumple la neumática en cada ejemplo.

Nota: Para mayor información acerca de los procesos industriales en los que se usa la neumática ver el siguiente video.

Figura 2. Qr video sobre los campos de aplicación de la neumática.

Ahora para finalizar se hablarán de los componentes que se usan en la neumática industrial para poder lograr el trabajo deseado. En primer lugar, tenemos la unidad que genera la fuerza principal del sistema, el compresor. El aire es llevado desde el compresor al resto de los elementos a partir de mangueras, las cuales distribuyen el aire a los actuadores neumáticos y los distintos sistemas de accionamiento, además de los elementos de control.

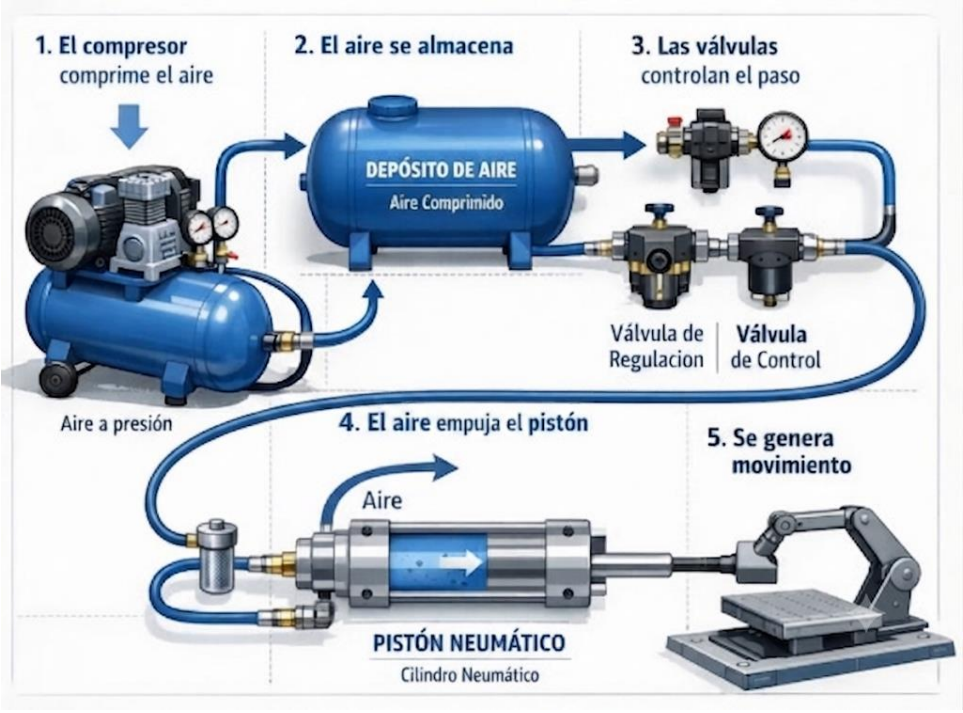


Figura 3. Representación de un sistema neumático.

Esta guía solo abarca los conocimientos básicos a cerca de la neumática, por tal motivo no se ampliará el tema de los componentes neumáticos en esta guía, sin embargo, en las siguientes guías se ampliará muchísimo más este tema.

Autoevaluación.

Con base en los objetivos se le solicita al estudiante que de manera autónoma y sincera califique el cumplimiento de estos, según la siguiente tabla.

Objetivos	**No cumplido**	**Parcialmente cumplido**	**Cumplido**
Brindar las bases y fundamentos necesarios con el fin de introducir a este al estudio de la neumática.			
Reconocer las características de la neumática con la finalidad de poder identificar sus ventajas y desventajas.			
Reconocer los distintas aplicaciones y campos en los que la neumática cumple un papel fundamental.			

¡Es momento de poner a prueba lo aprendido! Escanea el siguiente código QR o haz clic sobre él (si estas desde un computador o celular) para acceder a Quizizz, responder las preguntas y demostrar cuánto comprendiste sobre los fundamentos de la neumática.

Bibliografía de apoyo

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1st ed.). AlphaOmega.

ACTUADORES

Objetivo

El alcance de esta guía será brindar al estudiante los conceptos básicos acerca de uno de los componentes que integran la neumática, es decir, los actuadores. Se pretende mostrar los distintos tipos de actuadores neumáticos que existen, además del conocimiento y funcionamiento de alguno de ellos e identificando su correspondiente símbolo neumático.

Objetivos Especificos

- Reconocer y aprender la importancia de los actuadores en los circuitos o sistemas neumáticos.
- Identificar los diferentes tipos de actuadores, además de su funcionamiento.
- Identificar los símbolos neumáticos que corresponden a cada uno de los actuadores.
- Reconocer funcionamientos puntuales de los tipos de actuadores en los distintos tipos de aplicaciones posibles en la industria.

Actuadores.

Un sistema neumático es aquel que usa distintos componentes, como actuadores, mangueras y válvulas, con el fin de usar la energía neumática para un trabajo o fin especifico. Los actuadores neumáticos son aquellos que se encargar de usar la energía debida al aire comprimido y la convierten en energía mecánica, usada en un movimiento lineal o giratorio. (Creus, 2007).

Según Creus los tipos de actuadores de movimiento lineal son (Creus, 2007):

- Cilindro de simple efecto.
- Cilindro de doble efecto.
- El cilindro tandém.
- El cilindro de multiposición
- El cilindro neumático guiado.
- El cilindro neumático sin vástago.
- Cilindro neumático de impacto.

Por otro lado, Creus también menciona algunos actuadores de tipo giratorio son:

- Cilindro giratorio de pistón – cremallera – piñón.
- De dos pistones y dos cremalleras.
- Motor neumático de paletas.

Ejercicio 1.

Se propone al estudiante investigar el actuador neumático tipo “musculo neumático”, además de sus aplicaciones en bioingeniería, robótica y manufactura.

Nota: Se propone al estudiante, una vez finalizada el ejercicio, ver el siguiente video sobre el músculo neumático.

Figura 1. Qr video del músculo neumático.

Ahora bien, será necesario, entender el funcionamiento de actuadores neumáticos además de reconocer su respectivo símbolo ya que este nos servirá más adelante para la representación y lectura de planos neumáticos.

Actuadores de movimiento lineal.

Cilindro de simple efecto.

En esencia el cilindro neumático costa de pistón o embolo, el cual se desliza por la fuerza del aire comprimido a través de una camisa. El embolo se une aun vástago el cual guía el movimiento del pistón a demás de ser el que permite la transferencia de fuerza con el exterior.

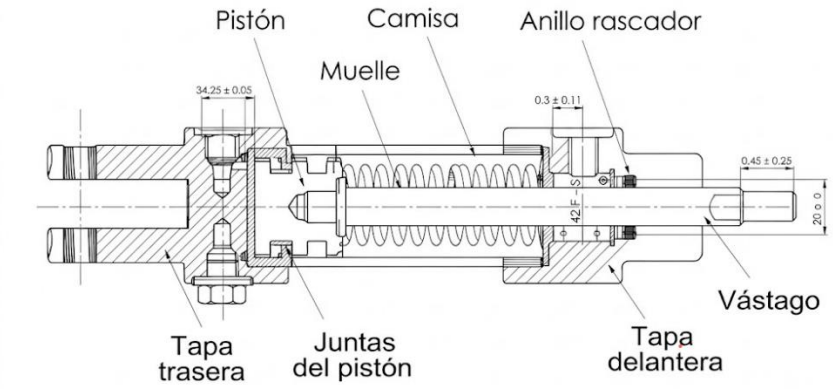


Figura 2. Plano de un cilindro de simple efecto.

Es importante entender que el pistón solo posee dos posiciones cuando el vástago esta por fuera de la tapa delantera o cuando el vástago está totalmente adentro del cilindro. Se le denomina cilindro de simple efecto porque una de esas dos posiciones es efectuada por la acción del aire comprimido mientras que la otra posición la alcanza por la acción de un muelle o resorte que se encuentra al interior del cilindro. El símbolo que representa al cilindro de doble efecto es muy similar a la figura 2 solo que de manera más simplificada.

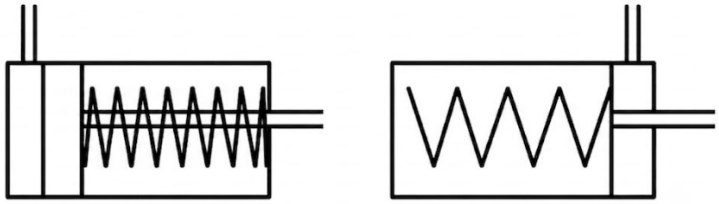


Figura 3. Cilindro de simple efecto con retorno por resorte y extendido por resorte.

Nota: el siguiente video enseña el funcionamiento del cilindro de doble efecto.

Figura 4. Funcionamiento del cilindro de simple efecto.

Cilindro de doble efecto.

En el caso del cilindro de doble efecto prácticamente su funcionamiento y partes son prácticamente igual al cilindro de simple efecto solo una diferencia. En el cilindro de simple efecto el aire comprimido generaba una de las posiciones del cilindro, sea con el vástago extendido fuera del cilindro o el vástago retraído dentro del cilindro, y la posición contraria a la que genera el aire comprimido es producida por el resorte. En el cilindro de doble efecto tanto la extensión como retracción del cilindro se realiza por medio de aire comprimido.

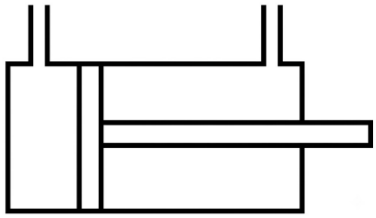


Figura 5. Símbolo del cilindro de doble efecto.

Nota: el siguiente video enseña el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.

Figura 6: Qr video del funcionamiento del cilindro de doble efecto.

Cilindro neumático guiado.

"En el *cilindro neumático guiado,* dos o más vástagos rígidos guiados proporcionan una antirrotación al mecanismo acoplado al cilindro, evitando las fuerzas radiales y de torsión que la carga ejercería en un cilindro normal."(Creus, 2007). Normalmente, este cilindro posee los dos vastagos de guía a los lados del vástago principal que es el que realiza la fuerza.



Figura 7: cilindro neumático guiado

Cilindro neumático de impacto.

"El *cilindro neumático de impacto* mueve el vástago a gran velocidad (10 m/s) y se utiliza en las prensas para trabajos de embutición, remachado, etc." (Creus, 2007). Este cilindro neumático en esencia posee el mismo funcionamiento que un cilindro neumático de doble efecto que con la única diferencia en que tanto la extensión como la retracción del cilindro se realizan muy rápido.

Nota: ver el siguiente video para evidenciar la aplicación de un cilindro neumático de impacto

Figura 8. Qr martinete mecánico

Cilindro tándem.

Este cilindro en esencia son dos cilindros de doble efecto unidos uno detrás de otro, este surgió con la necesidad de generar una mayor cantidad de fuerza en un espacio reducido, pues la presión de ambos embolo se suma para generar más fuerza. (Creus, 2007).

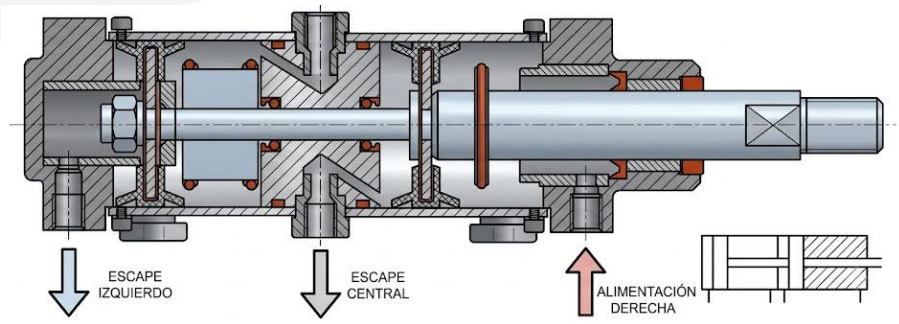


Figura 9. Representación del cilindro tándem.

Cilindro doble efecto multi posición.

Los cilindros multi posición son cilindros de doble efecto unidos uno detrás de otro, las múltiples posiciones son debidas a los múltiples estados que pueden generar los dos cilindros al tener su vástagos extendidos o retraídos según sea el caso.(Creus, 2007).

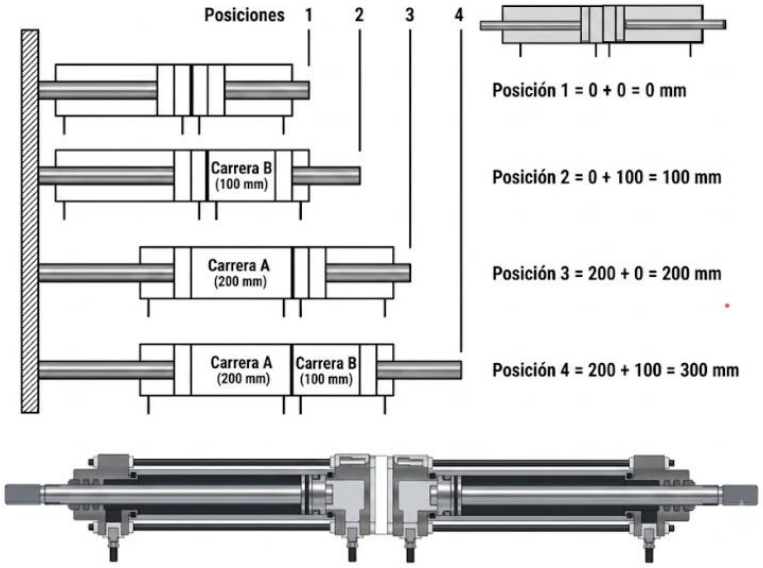


Figura 10. Cilindro multi posición

Cilindro neumático sin vástago.

Al igual que los casos anteriores, este cilindro es una variación del cilindro de doble, solo que este caso este se compone solo del embolo, el cual se mueve a lo largo del cilindro por la presión del aire.(Creus, 2007) Es muy común que en este tipo de cilindros el embolo se comunique con el exterior a través de un mecanismo esto transmite el movimiento del embolo al exterior.

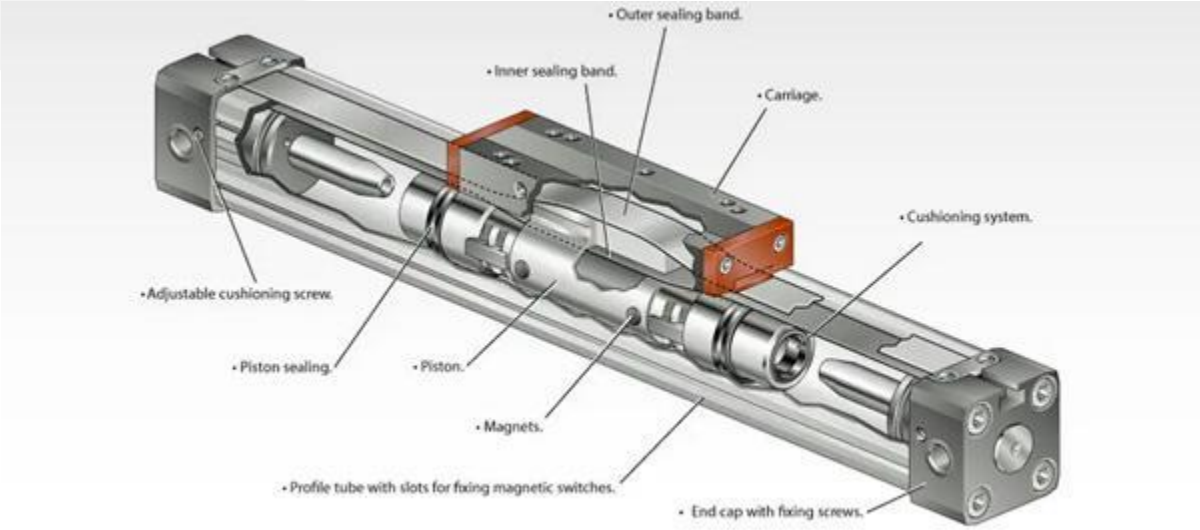


Figura 11. Cilindro sin vastago

Nota: ver el siguiente video para evidenciar el funcionamiento del cilindro neumático sin vástago.

Figura 12. Qr video del cilindro neumático sin vástago.

Ejercicio 2.

Una vez explicados los actuadores neumáticos lineales se pide al estudiante que de 1 ejemplo por actuador de una función o activad a nivel industrial que pudiere cumplir cada uno.

En la industria los actuadores neumáticos lineales son muy usados debido a las ventajas presentes en la neumática a nivel de higiene, rapidez y su facilidad para generar el aire comprimido, es por ello, que es muy común ver los cilindros neumáticos usados en sistemas de manufactura, en proceso de punzonado, o transporte de elementos, o en sistemas complejos en donde los movimientos lineales sean críticos como el caso de los CNC's.

Actuadores de movimiento Rotacional.

Cilindro giratorio de pistón – cremallera – piñón.

El este tipo de movimiento rotacional parte del principio de funcionamiento del pistón convencional visto en casos anteriores, sea el de doble o simple efecto, luego este mecanismo se convierte en movimiento rotacional a partir del sistema piñón cremallera en donde la cremallera que es empujada por e vástago del cilindro genera la rotación del pistón, por las limitaciones del mecanismo, el giro del piñón en un sentido en específico está determinado por la carrera del vástago.

Nota: para mayor explicación del mecanismo se recomienda al estudiante ver el siguiente video.



Figura 11. Video funcionamiento del cilindro neumático pistón – cremallera – piñón.

Dos pistones dos cremalleras.

Este sistema o mecanismo es prácticamente una extensión del anterior, en este caso en particular otro mecanismo pistón cremallera conectado al mismo piñón del anterior con la intención de complementar la fuerza de este mecanismo. Es muy común ver la aplicación de este en válvulas que requieren aperturas a través del giro.

Nota: ver el siguiente video para la comprensión del sistema dos pistones dos cremalleras.



Figura 12. Video de funcionamiento dos pistones dos cremalleras

Motor neumático de paletas.

“El motor neumático típico es el de paletas donde un eje excéntrico dotado de paletas gira a gran velocidad por el aire que llena y vacía las cámaras formadas entre las paletas y el cuerpo del motor” (Creus, 2007). Este tipo de motor neumático es el principio de muchas herramientas neumáticas como lo pueden ser taladros, pulidoras, o pistolas de impacto para tornillos.

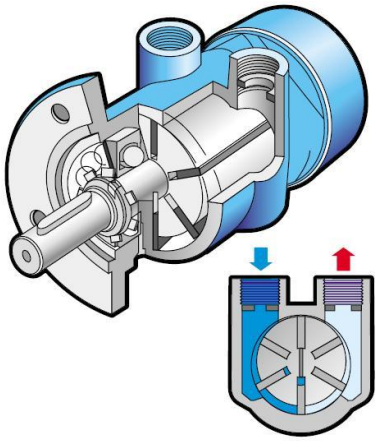


Figura 13. motor neumático de paletas.

Finalmente, con esto se abarca unos de los componentes más importantes de la neumática como lo son los actuadores, sin embargo, esto no son todos, en necesario ahora abarcar los componentes que permiten el control y distribución del aire en el sistema neumático, es decir las válvulas, en la próxima se abarca el conocimiento esencial sobre las válvulas y su simbología.

Autoevaluación.

Con base en los objetivos se le solicita al estudiante que de manera autónoma y sincera califique el cumplimiento de estos, según la siguiente tabla.

Objetivos	**No cumplido**	**Parcialmente cumplido**	**Cumplido**
Reconocer y aprender la importancia de los actuadores en los circuitos o sistemas neumáticos.			
Identificar los diferentes tipos de actuadores, además de su funcionamiento.			
Identificar los símbolos neumáticos que corresponden a cada uno de los actuadores.			
Reconocer funcionamientos puntuales de los tipos de actuadores en los distintos tipos de aplicaciones posibles en la industria.			

¡Es momento de poner a prueba lo aprendido! Escanea el siguiente código QR o haz clic sobre él (si estas desde un computador o celular) para acceder a Quizizz, responder las preguntas y demostrar cuánto comprendiste sobre los actuadores neumáticos.

Bibliografía de apoyo

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1st ed.). AlphaOmega.

VÁLVULAS y ACCIONAMIENTOS

Objetivo

El alcance de esta guía será enseñar los medios y métodos de accionamiento de los actuadores, además de su correspondiente simbología y sus distintos tipos, entre ellos estamos hablando de válvulas distribuidoras, válvulas antirretornos, válvulas reguladoras de presión y reguladoras de caudal o velocidad, con la finalidad de poseer todas las herramientas necesarias para conexión o diseño de una red neumática.

Objetivos específicos

- Reconocer los símbolos correspondientes a las a los dispositivos de accionamiento.
- Entender el funcionamiento y modos de conexión de las válvulas según la nomenclatura.
- Identificar los distintos tipos de válvulas que existen.

Dispositivos de accionamiento.

Los dispositivos de accionamiento son aquellos que, en los circuitos neumáticos, se encargan de la admisión, parada, retorno o inversión, del aire comprimido en los actuadores, estos sistemas de accionamiento son normalmente válvulas, de distribución, antirretorno, reguladoras de presión y reguladoras de caudal.(Creus, 2007)

Válvulas distribuidoras.

La mayor parte de esta guía va trata sobre las válvulas distribuidoras. Las válvulas distribuidoras son aquellas que se encargan de distribuir y redireccionar el aire comprimido con la finalidad, accionar, detener o invertir el funcionamiento de un actuador neumático. (Creus, 2007). En esencia este tipo de válvulas poseen una serie de caminos guiados por mangueras por donde es conducido el aire comprimido, la válvula puede ser acciona para

cambiar el modo en que el aire se distribuye, las maneras en que una válvula organiza las salidas y entradas del fluido se le llaman posiciones.

La posición que posee normalmente la válvula sin ser accionada se le denomina estado de reposo. Cuando una válvula en estado de reposo permite la circulación del aire se le denominara normalmente abierta, mientras que cuando en estado de reposo no permita la circulación del aire se le denominara normalmente cerrada.

Ahora bien, los puntos de entrada, salida, purga, o tuberías de control de aire reciben una nomenclatura especifica para poder, debido a que estos puntos nunca cambian en la válvula. En la tabla uno se especifican los símbolos respectivos según la norma ISO 1219 o según EL CETOP.

ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Entrada de aire o alimentación
A, B, C	2, 4, 6	Tuberías o vías de trabajo
R, S, T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X, Y, Z	12, 14, 16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Tabla 1. Nomenclatura para válvulas

Los estados en los que puede estar una válvula se le denominan posiciones, en cada posición la válvula funciona a través de unas conexiones especificas entre la salida y la entrada. Para representar una válvula normalmente las posiciones se representarán, a través de cuadrados yuxtapuestos, habrá tantos cuadrados como posiciones tenga la válvula. En cada cuadrado de estos se dibujará el flujo del aire en dicha posición.

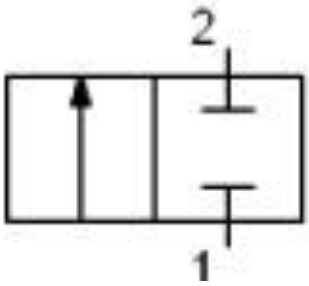
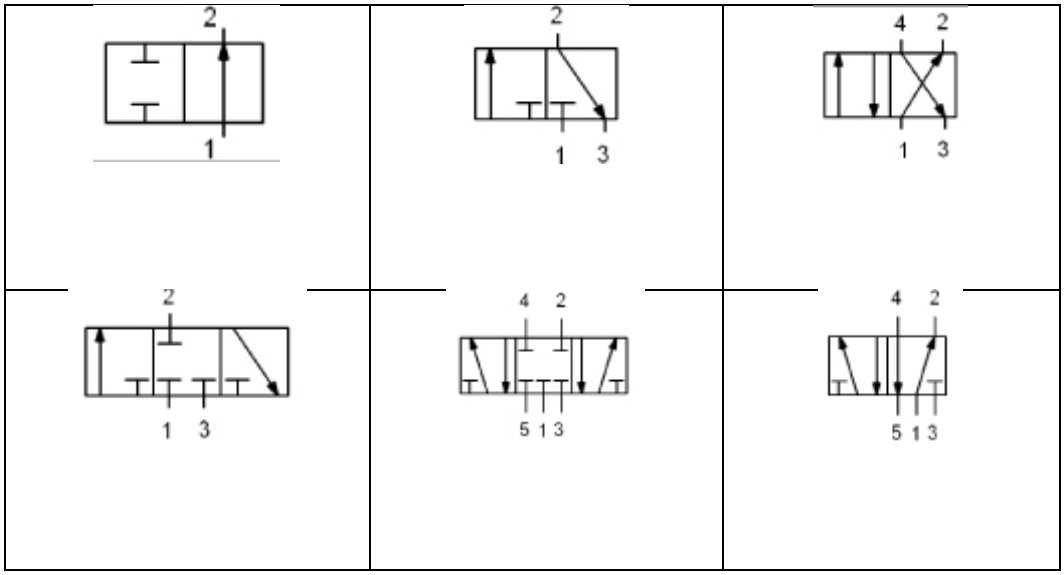


Figura 1. Simbología de válvula.

Con la figura se evidencia que se poseen dos cuadrados yuxtapuestos, es decir que la válvula que representa dicho símbolo tiene dos posiciones, además es posible identificar la casilla principal por que es aquella que posee la nomenclatura, sea la numérica o alfa numérica, por otro lado solo evidenciando la casilla principal y sumando la cantidad de entradas y salidas de aire se tienen 2, finalmente también se evidencia que en la posición principal la línea que conecta la entrada y la salida se ve interrumpida, es decir, esta válvula es un válvula 2/2 (dos posiciones, y la sumatoria de las salidas y entradas en la posición principal es de 2) normalmente cerrada.

Ejercicio 1.

Según la simbología de las válvulas indique su nombre.



Para finalizar con la simbología de válvula a los anteriores símbolos mostrados se les añade un símbolo que nos indica el tipo de accionamiento de la válvula, es decir la manera o

forma en que la válvula cambia de una posición a otra, los símbolos de accionamiento se muestran en la siguiente imagen.

Tabla con los principales Accionamientos.

	Por mando manual		Por pulsador		Por final de carrera
	Por palanca		Por llave		Por rodillo escamoteable
	Por pedal		Por enclavamiento		Pilotaje por presión
	Por leva		Por resorte		Pilotaje eléctrico.

Figura 2. Accionamientos de válvulas.

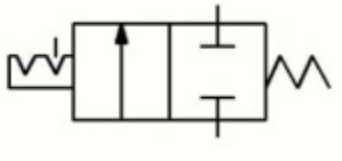
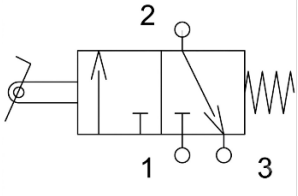


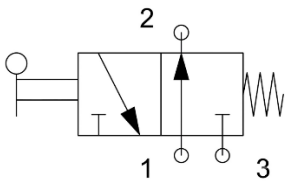
Figura 3. Válvula

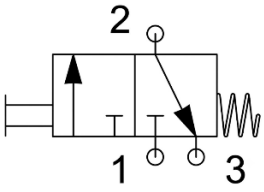
La figura 3 muestra una válvula 2/2 con accionamiento manual con enclavamiento y retorno muelle. Los símbolos de los accionamientos si se ubican a la izquierda del símbolo indica el accionamiento de la válvula, mientras que si el accionamiento se encuentra al lado derecho de la válvula indica el sistema mediante el cual realiza el retorno.

Ejercicio 2.

Para este ejercicio se pide al estudiante que utilice los símbolos neumáticos mostrados con anterioridad para nombrar las válvulas neumáticas que se muestran a continuación.







Otras válvulas.

"La *válvula de lanzadera* (shuttle) permite una evacuación rápida del aire de los cilindros y de las tuberías de conexión, con lo que aumenta considerablemente la velocidad del pistón, ahorrando largos tiempos de retorno, especialmente si se trata de cilindros de simple efecto." (Creus, 2007). La siguiente figura muestra el símbolo particular de la válvula de lanzadera.

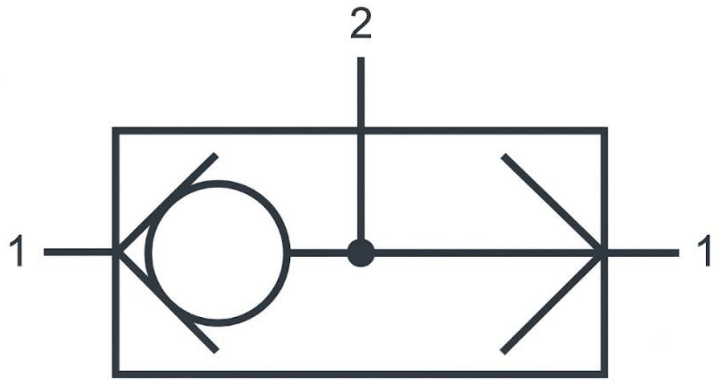


Figura 4. Símbolo de la válvula de lanzadera.

Otro tipo de válvula que existe es la válvula de control de presión esta válvula controla la presión máxima a la cual puede llegar un mecanismo neumático, así al superar cierto valor de presión el aire es desviado por la activación de un mecanismo compuesto por un resorte, finalmente, el mecanismo desvía el aire a otro conducto para que el conducto principal no supere la presión establecida. Esta presión máxima se varia a partir de un tornillo.

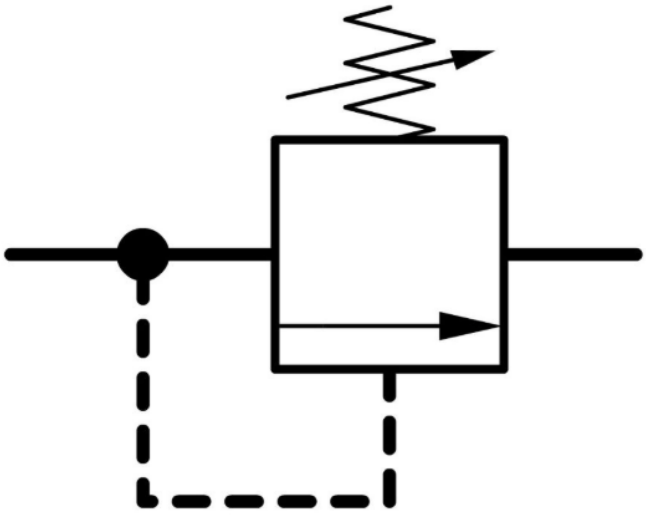


Figura 5. Válvula de control de presión.

Por otro lado, existe un tipo de válvula que es muy usada a nivel industrial, debido a que esta válvula impide que el aire comprimido el cual a pasado por un sistema, al ser apagado el sistema neumático o cambiada la posición de las válvulas exista la posibilidad de que el aire almacenado en el actuador o el sistema neumático retorne provocando un cambio en la posiciones o funcionalidades del sistema. Esta es la válvula antirretorno.

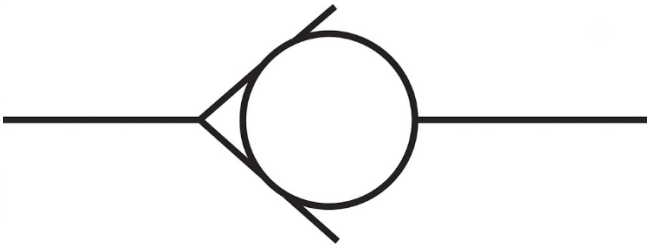


Figura 6. Válvula antirretorno.

Además, también se tiene la válvula de antirretorno de control de caudal, esta posee al igual que la anterior un mecanismo de antirretorno y otro mecanismo el cual varia el área transversal en la que fluye el aire mediante la estrangulación de vías de flujo, esto permite el control de la velocidad del pistón. (Creus, 2007)

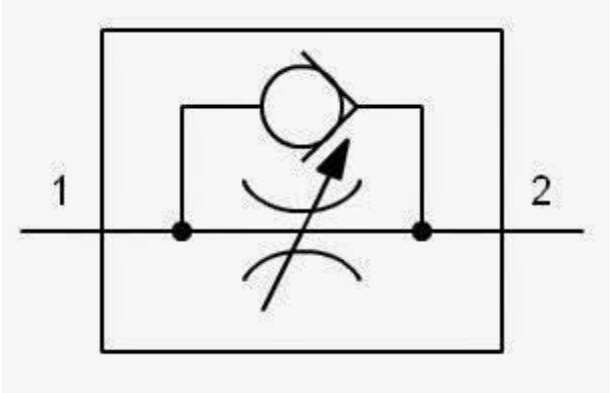


Figura 7. Símbolo de válvula antirretorno con control de caudal.

Finalmente, la válvula de simultaneidad es un dispositivo de control que funciona únicamente cuando las dos entradas de aire se encuentran funcionando, pues si una sola de las entradas de aire a esta válvula está en funcionamiento la válvula se bloqueara y no

permitirá el paso de aire, es por esto que también se conoce como válvula de función lógica AND pues para funcionamiento deben estar admitiendo aire una Y la otra entrada de aire.(Creus, 2007).

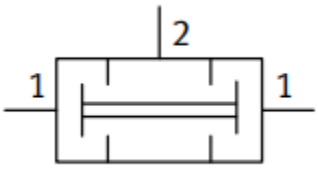


Figura 8. Símbolo de Válvula de simultaneidad.

Estas solo son algunas de las válvulas y mecanismos de accionamiento que se pueden encontrar en la neumática, está guía abarco lo necesario para que el estudiante maneje los componentes básicos para la creación de sistema y redes neumáticas, es por ello que la siguiente guía tratara sobre la generación del aire comprimido para el funcionamiento de todos estos dispositivos y válvulas que se han visto hasta el momento.

Autoevaluación.

Con base en los objetivos se le solicita al estudiante que de manera autónoma y sincera califique el cumplimiento de estos, según la siguiente tabla.

Objetivos	**No cumplido**	**Parcialmente cumplido**	**Cumplido**
Reconocer los símbolos correspondientes a las a los dispositivos de accionamiento.			
Entender el funcionamiento y modos de conexión de las válvulas según la nomenclatura.			

Identificar los distintos tipos de válvulas que existen.			

¡Es momento de poner a prueba lo aprendido! Escanea el siguiente código QR o haz clic sobre él para acceder a Quizizz, responder las preguntas y demostrar cuánto comprendiste sobre las válvulas neumáticas, su simbología, nomenclatura, funcionamiento y mecanismos de accionamiento.

Bibliografía.

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1st ed.). AlphaOmega.

AIRE COMPRIMIDO

Objetivo

Esta guía explica cómo se realiza la compresión del aire, además de los múltiples sistemas y procesos que intervienen antes de que el fluido de trabajo pueda ser usado en el sistema hidráulico. Además de eso se verán los símbolos de cada uno de los elementos que intervienen en la compresión del aire.

Objetivos especificos

- Reconocer cada uno de los elementos que intervienen en la formación del aire comprimido
- Entender el funcionamiento del proceso de compresión de aire.
- Reconoce los tipos de compresores.
- Saber sobre los distintos tipos de ventajas y desventajas de los tipos de compresores
- Identificar los símbolos de cada uno de los elementos que se usan en la creación del aire comprimido.

Aire comprimido.

La compresión del aire es el proceso que permite que los sistemas neumáticos funcionen es por esto por lo que esta guía se centra únicamente en cómo se realiza la compresión de este aire y además porque es uno de los temas de especial cuidado en el área de la neumática, pues si no es así se afecta no solo el sistema neumático, que a su vez interviene con un proceso industrial, sino que incluso puede afectar la vida de personas.

Es bien sabido que el elemento o máquina que se encarga de comprimir el aire es el compresor este, para realizar la compresión de dicho aire toma el aire del exterior, el cual posee impurezas, es decir, el aire está contaminado por polvo, suciedad, suciedad, hollín hidrocarburos, gérmenes y vapor de agua. Esto sin contar las impurezas que se adhieren a este fluido de trabajo después de pasar por el compresor como el aceite, aerosoles, residuos de desgaste entre otras cosas.(Creus, 2007).

En este orden de ideas, se evidencia que una de las instancias más importantes de este sistema neumático es proteger los elementos neumáticos de las impurezas que puede ir adquiriendo el aire debido a diversos factores. Es por ello que una vez el aire sale de compresor se realizan varios procesos de control y limpieza para verificar el correcto estado de nuestro fluido de trabajo.

Inicialmente en el proceso de compresión del aire, nuestro sistema toma el fluido de trabajo del exterior en donde a partir de un mecanismo en particular genera la compresión del aire. Existen dos maneras de generar la compresión la primera de ellas es por desplazamiento positivo, en donde a partir de un mecanismo que confina el aire que admite el sistema; a través del cambio volumétrico en el alojamiento de aire se genera la compresión de aire. La otra manera en generar la compresión del aire es por mecanismos dinámicos, los cuales en esencia transfieren energía al fluido admitido por el compresor a través de movimiento.



Figura 1. Tipos de compresores.

Compresores de Desplazamiento Positivo

VENTAJAS

- Altas presiones de descarga: Son capaces de alcanzar relaciones de presión muy elevadas en una sola etapa o mediante múltiples etapas, superando ampliamente a los compresores dinámicos.
- Caudal constante: El volumen de gas entregado se mantiene prácticamente constante independientemente de las variaciones en la presión de descarga, facilitando el control del flujo.
- Versatilidad en la operación: Funcionan de manera eficiente incluso cuando operan a velocidades variables o parciales.
- Adecuados para caudales bajos y medios: Son la opción ideal para aplicaciones industriales de menor escala, talleres o procesos que requieren un suministro controlado y constante a presión alta.

DESVENTAJAS

- Flujo intermitente o pulsante: El mecanismo de compresión por ciclos (especialmente en los de pistón) genera pulsaciones en el flujo que a menudo requieren acumuladores o tanques de aire para estabilizarse.
- Mayor mantenimiento y desgaste mecánico: Al tener piezas con fricción directa y movimiento constante (como pistones, anillos, paletas o tornillos), requieren lubricación continua y revisiones periódicas por desgaste.
- Menor capacidad de caudal masivo: No están diseñados para mover volúmenes masivos y continuos de gas en comparación con los compresores centrífugos o axiales de gran escala.
- Nivel de ruido y vibración: Su operación mecánica suele generar mayores vibraciones y ruido operativo, requiriendo sistemas de amortiguación o aislamiento.

Compresores Dinámicos (Turbo-compresores)

VENTAJAS

- Alto caudal continuo: Son capaces de procesar y mover volúmenes masivos de gas de forma completamente uniforme y sin las pulsaciones típicas del desplazamiento positivo.
- Flujo suave y sin interrupciones: El movimiento rotativo continuo del impulsor proporciona una entrega de gas estable y constante.
- Menor mantenimiento en componentes internos: Al no tener piezas que rocen de forma directa en la cámara de compresión (como pistones o paletas), el desgaste mecánico en el núcleo operativo es menor y requieren menos lubricación en la corriente de aire/gas.

- Eficiencia en gran escala: Resultan altamente eficientes y económicos cuando se operan de manera continua en plantas industriales masivas, refinerías o sistemas centralizados de gran demanda.

DESVENTAJAS

- Sensibilidad a los cambios de presión: El caudal disminuye si la contrapresión del sistema aumenta, y variaciones drásticas pueden provocar inestabilidad operativa.
- Riesgo de bombeo (Surge): Son vulnerables al fenómeno de inestabilidad o retroceso de flujo si la presión de descarga se eleva más allá de su límite de diseño, lo que puede averiar severamente el equipo.
- Presiones limitadas por etapa: Aunque manejan grandes volúmenes, alcanzar presiones muy altas requiere diseños complejos multietapa.
- Costos iniciales elevados: Su instalación, instrumentación de control de flujo y sistemas de protección para grandes plantas representan una inversión inicial considerable.

Ejercicio 1.

Según la figura 1 se solicita al estudiante que escoja alguno de los tipos de compresores e investigue su proceso o principio de funcionamiento.

Nota: Para más información se recomienda ver el siguiente video.

Figura 2. Qr video sobre la neumática

Luego de realizar la compresión del aire, sin importar el mecanismo que se esté usando, se dirige al tanque de almacenamiento en donde recolecta todo el fluido neumático a una alta presión. Tanto este tanque como el compresor, sin importar el tipo, poseen una

representación especial para el grafico de los planos o esquemas neumáticos como muestra la figura 3 y 4 respectivamente.

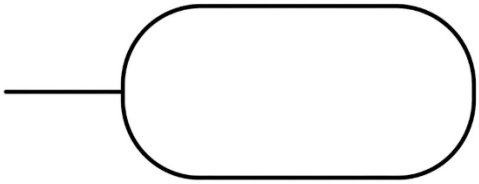


Figura 3. Símbolo de un depósito o tanque de aire.

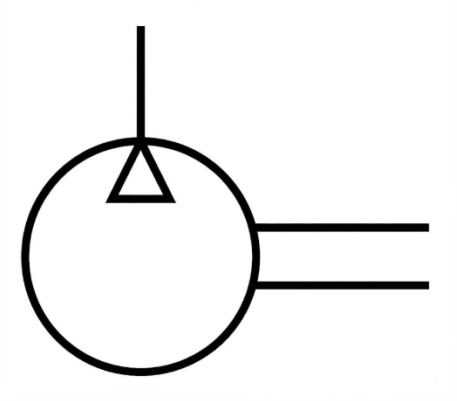


Figura 4. Símbolo de un compresor.

Una vez se pasa por la etapa de compresión se llega a una etapa de control y filtro del aire antes de que el fluido de trabajo tenga contacto con el sistema neumático, en principio uno de los parámetros más importante es el control, pues el sistema neumático está diseñado para soportar y funcionar bajo cierta presión, es por ello que al sistema se le integra un regulador de presión del cual ya se habló en la guía anterior y un manómetro ver figura 5.



Figura 5. Símbolo de manómetro.

Otro de los elementos que interfiere en el proceso final para el suministro del aire comprimido en el sistema neumático es el filtro, este se carga principalmente de dos cosas la primera de ellas es la limpieza del aire de las impurezas mencionadas con anterioridad y además de ello de la de humidificación del aire pues debido a la compresión, es posible la formación de agua en estado líquido por la condensación.

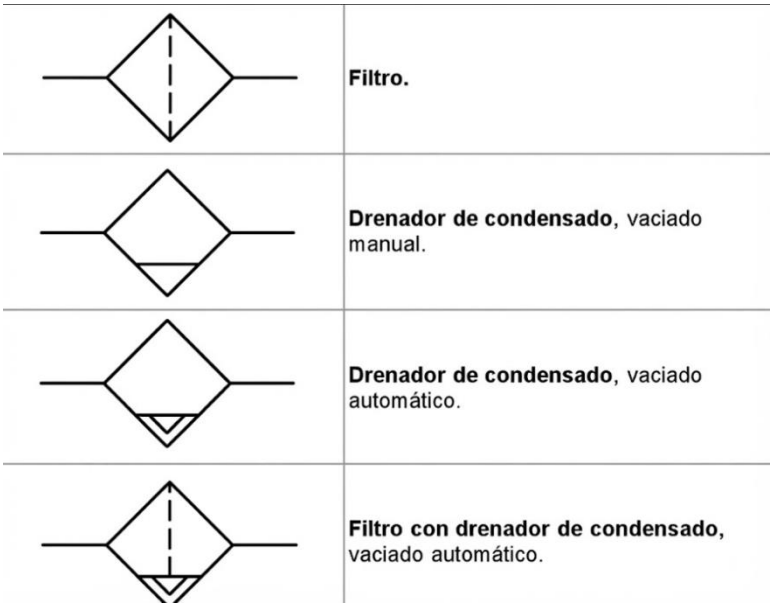


Figura 6. Simbología para filtros.

Finalmente, si se unen estos componentes, los cuales serán indispensables para el recorrido del aire comprimido por el sistema. Este conjunto de componentes se le denomina unidad de mantenimiento, la cual integra un regulador de presión, un

manómetro, un filtro y un punto de lubricación para que a través del aire se lleve lubricación a los componentes neumáticos.

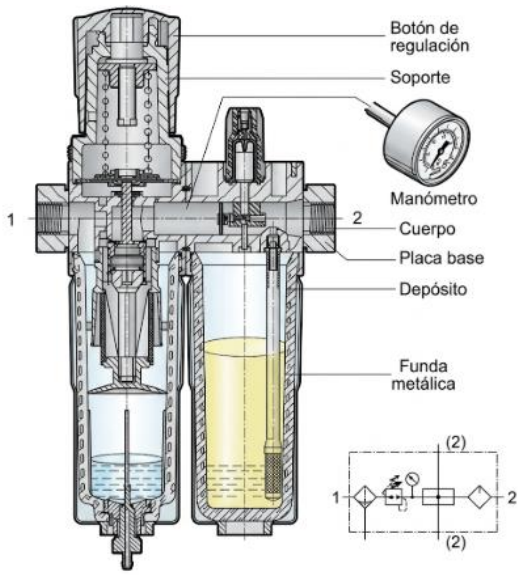


Figura 7. Unidad de mantenimiento.

Autoevaluación.

Con base en los objetivos se le solicita al estudiante que de manera autónoma y sincera califique el cumplimiento de estos, según la siguiente tabla.

Objetivos	**No cumplido**	**Parcialmente cumplido**	**Cumplido**
Reconocer cada uno de los elementos que intervienen en la formación del aire comprimido			
Entender el funcionamiento del proceso de compresión de aire.			
Reconoce los tipos de compresores.			

Saber sobre los distintos tipos de ventajas y desventajas de los tipos de compresores			
Identificar los símbolos de cada uno de los elementos que se usan en la creación del aire comprimido.			

¡Es momento de comprobar lo aprendido! Escanea el siguiente código QR o haz clic sobre él para acceder al Quizizz y poner a prueba tus conocimientos sobre el aire comprimido, los tipos de compresores, el tratamiento del aire y los elementos que conforman la unidad de mantenimiento.

Bibliografía de apoyo

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1st ed.). AlphaOmega.

SISTEMAS NEUMÁTICOS

Alcance

La presente guía se centra en el desarrollo de sistemas o redes neumáticos partir de los elementos vistos en guías anteriores como lo son los actuadores, válvulas y el sistema de generación del aire comprimido. En la presente guía se realiza la descripción para el montaje de una red neumática la cual realiza una tarea especifica a partir de distintos métodos como el método cascada, paso a paso o el intuitivo.

Objetivos del estudiante

- Reconocer las diferencias y particularidades de los distintos métodos de montaje de redes neumáticas como lo es la cascada, el paso a paso y el intuitivo.
- Reconocer la situación indicada en donde cada método debe ser utilizado para resolver un problema particular del sistema neumático.
- Reconocer los códigos alfanuméricos asignados a los actuadores y válvulas en los sistemas neumáticos.

Sistemas neumáticos

Si pensamos en un sistema neumático será muy fácil definirlo como el conjunto de actuadores, válvulas, sistemas de control y sistemas de generación de aire comprimido con el fin de cumplir una función en específico. Si pensamos un poco en la finalidad del sistema neumático acabara con la acción de un actuador, normalmente, como un cilindro.

Al realizar un sistema neumático es, prácticamente, común que más de un solo cilindro se encuentre en este sistema neumático, es por ello por lo que cuando un cilindro esta presente en un sistema neumático se le asigna un código para identificarlo y diferenciarlo del resto. Para identificar un cilindro un esquema neumático se le asigna una letra en mayúscula como: A, B, C, etc. (Creus, 2007).

Si se piensa en los cilindros también será evidente que como se habló en la guía 2, la guía de actuadores, estos presentan dos estados, su extensión y retracción, estados los cuales

son provocados por el accionamiento de una válvula o varias, estos dos estados son diferenciados en el esquema neumático cuando estos estados provocan una acción debido a la activación de un final de carrera. Asi las posiciones de un cilindro cuando este retraído y extendido serán a0 y a1 respectivamente, indicando la letra el cilindro el cual genera la extensión o retracción. Por otro lado también será posible usar A+ y A- para identificar las posiciones del cilindro A.(Creus, 2007).

Estas letras también se verán las válvulas que se activan al cilindro llegar a la extensión o retracción del vástago. Ver figura 1. Evidencie en el plano neumático que cada cilindro este asociado a una letra. Por ahora no se centre en el esquema neumático, sino que evidencie como los códigos alfanuméricos hacen presencia tanto en las posiciones del cilindro como en las válvulas que son computadas al llegar los cilindros a dichas posiciones.

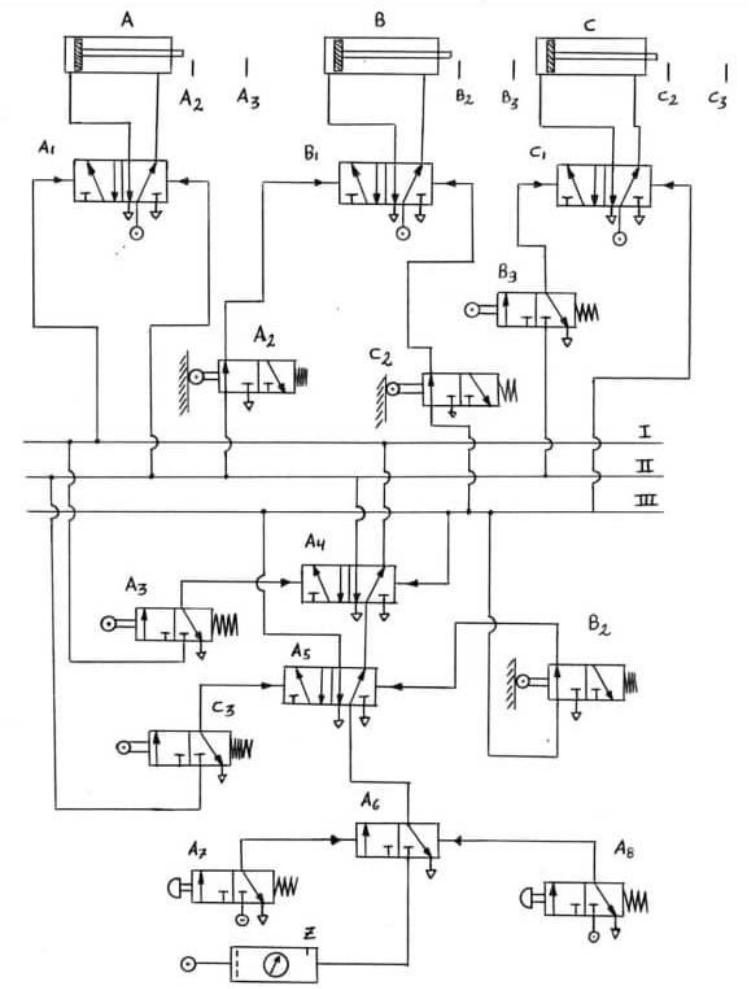


Figura 1. Esquema neumático.

El código alfanumérico visto anteriormente será necesario para el desarrollo de las redes neumáticas a partir de los métodos que se verán a continuación. Sin embargo, antes de ello se hará hincapié en que como se evidencia en la figura 1 muchas veces los esquemas neumáticos son un poco difíciles de comprender debido a cantidad de líneas presentes en estos, por lo que normalmente para simplificar los esquemas se omiten algunas cosas o se simplifican.

Si se evidencia con claridad en la figura 1 no se evidencia ningún símbolo para indicar el sistema de compresión, claramente en las válvulas existen dos símbolos que simplifican el esquema neumático el primero de ellos, figura 2 es la representación simplificada de la conexión de dicha válvula al sistema de aire comprimido. El segundo, figura 3, representa la salida del aire al ambiente al ser el aire un fluido limpio este puede ser liberado simplemente al ambiente.

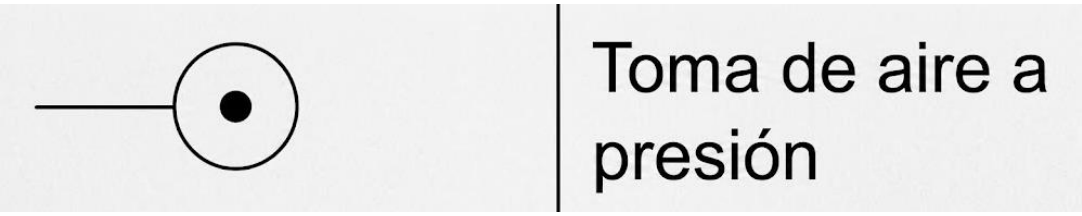


Figura 2. Símbolo de airea a presión

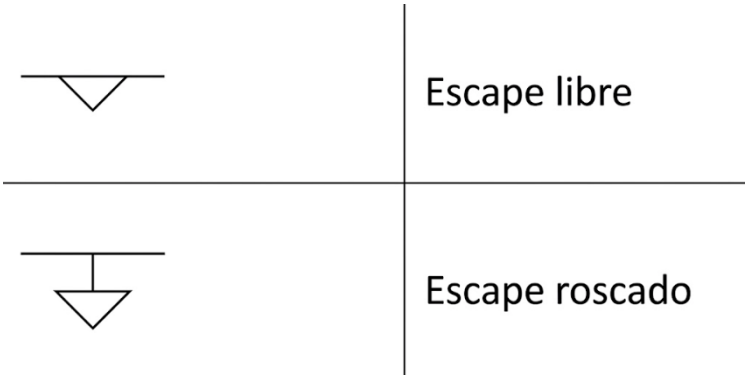


Figura 3. Símbolos de escape

Una vez hablado de las cosas se necesitan para el desarrollo de dichos esquemas neumáticos se continuará con los distintos métodos para el montaje de los sistemas,

inicialmente se iniciará con el método intuitivo luego el método cascada y finalmente el paso a paso cada uno de ellos tienen características especiales que representan ventajas de uno sobre otro.

Método intuitivo.

En el método intuitivo es normalmente usado para un solo cilindro. Este consiste normalmente en el uso de las diferentes posiciones de una válvula para permitir la conmutación del cilindro. En este método es muy normal que existan señales de mando cruzadas cuando se tiene más de un cilindro, es decir, que un cilindro recibe una señal tanto de extensión como de retracción lo que genera un bloqueo en el sistema neumático pues el cilindro no podrá ser movido, debido a esta señal doble.

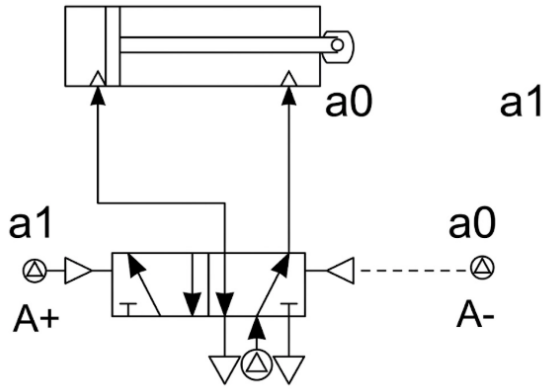


Figura 4. Esquema neumático para un solo cilindro.

Para que las señales no se crucen, es decir que un cilindro tenga dos señales que sean contrarias y que eviten su movimiento, según Creus A. debemos “La señal procedente del final de cada movimiento se aplica al siguiente movimiento”(2007). Esto evitara en gran medida que con el método intuitivo se crucen una o más señales.

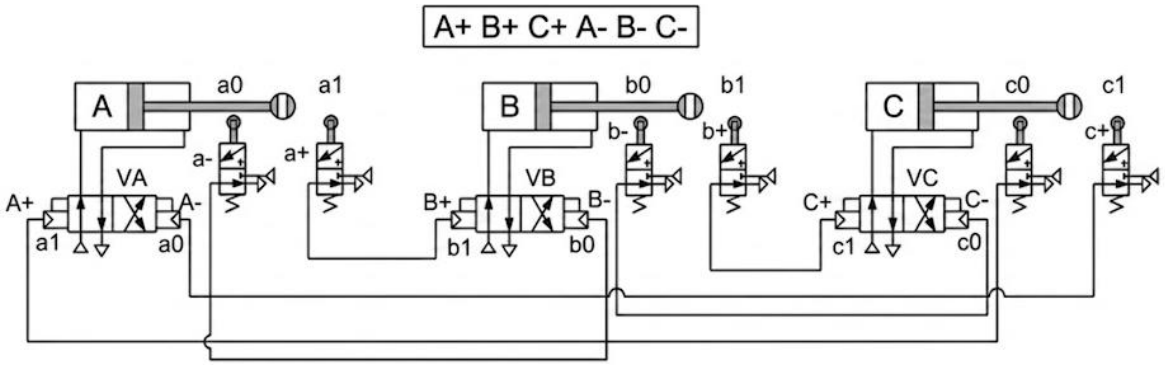


Figura 5. Esquema neumático de tres cilindros método intuitivo.

Es muy común en el método intuitivo y a veces inevitable cuando hay más de dos cilindros que el sistema neumático presente dos señales neumáticas que impidan el movimiento de algún cilindro para evitar esto podemos recurrir a varios métodos:

- "Final de carrera de palanca y rodillo que actúa cuando el vástago se extiende y que se libera antes de llegar al final de carrera del vástago, produciendo un impulso neumático en una sola dirección. Este impulso opera sobre la válvula distribuidora, pero una vez ha actuado no deja presión de aire remanente en el piloto".(Creus, 2007)
- "Válvula distribuidora con presiones neumáticas de actuación distintas en ambos pilotos que permiten operar la válvula en una dirección aunque los dos pilotos reciban la misma señal (pero con diferente presión)".(Creus, 2007)
- "Generador de impulsos que envía un impulso de corta duración a la línea piloto cuando se aplica una señal de presión y de este modo, la libera del aire atrapado"

Método cascada.

El método intuitivo al se usado en secuencias neumática puede dar lugar a bloqueos, para evitar eso es posible usar otro método de montaje, el método cascada. En esta se usan dos conjuntos de válvulas de direccionales, el primer conjunto de válvulas direccionales ser para la conmutación de los actuadores, el segundo grupo será para conmutar los grupos (Creus, 2007).

En este método lo que se hace es dividir las posiciones de cierta secuencia en particular en grupos, tan pocos como sea necesario, esos grupos nos representaran en el esquema neumático una línea de presión en específico, es por ello que una de las válvulas que se usa

se encargara únicamente de cambiar de una línea de presión a otra, esto permitirá la descompresión de la otra línea y así se evitaran los bloqueos.

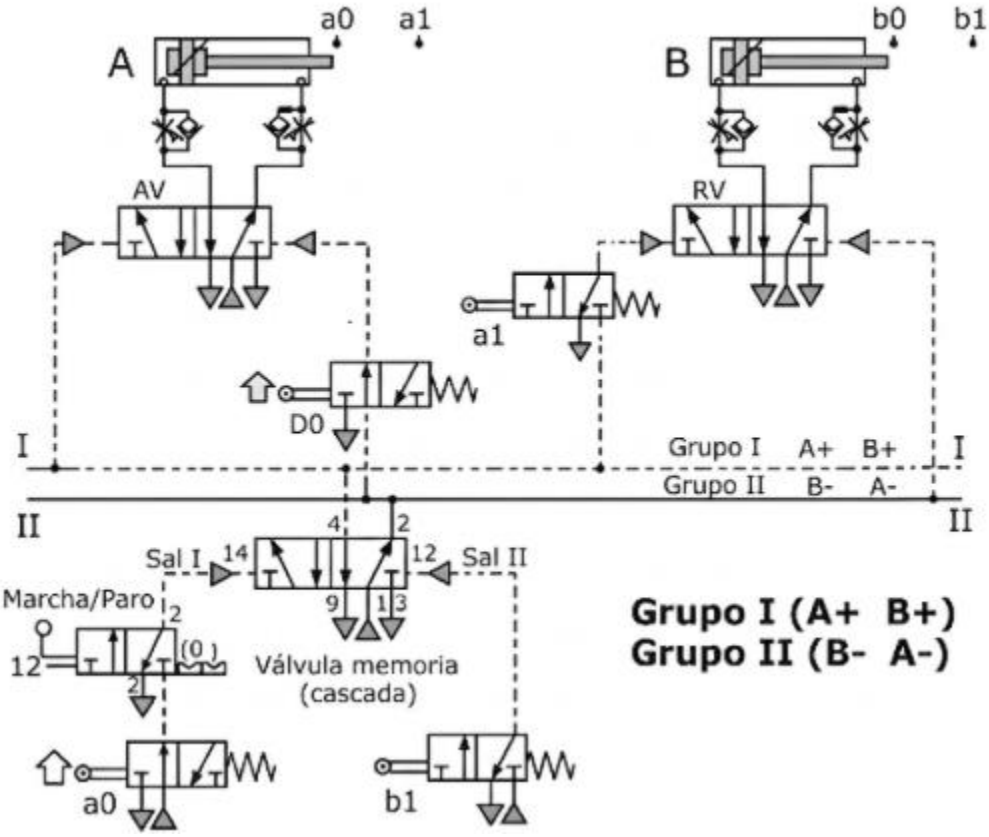


Figura 6. Método cascada

"El método de diseño de circuitos en cascada es fiable y generalmente fácil. Sin embargo, si la secuencia del programa contiene procesos repetitivos, se aumenta el número de grupos y se complican las necesidades de espacio, por lo que no se recomienda en estos casos. En cambio, en secuencias sin pasos repetidos el método proporciona el circuito más simple y más económico."(Creus, 2007).



Método paso a paso

El método paso a paso al igual que el método cascada se divide en grupos con una ligera diferencia, debido a que el método paso a paso permite la activación de un cilindro mas de una vez en la secuencia, en los grupos de las posiciones que se generan no deber repetirse ninguna letra, además de ello cada grupo será activado por el grupo anterior y desactivado por el siguiente.

Por otro lado, en este método al igual que el método cascada necesitaremos de dos grupos de válvulas el primer grupo de válvulas permitirá el cambio de cada uno de los grupos en donde cada grupo simboliza una línea de presión en el sistema neumático, el segundo grupo de válvulas serán las que producen el control en las posiciones de los actuadores.

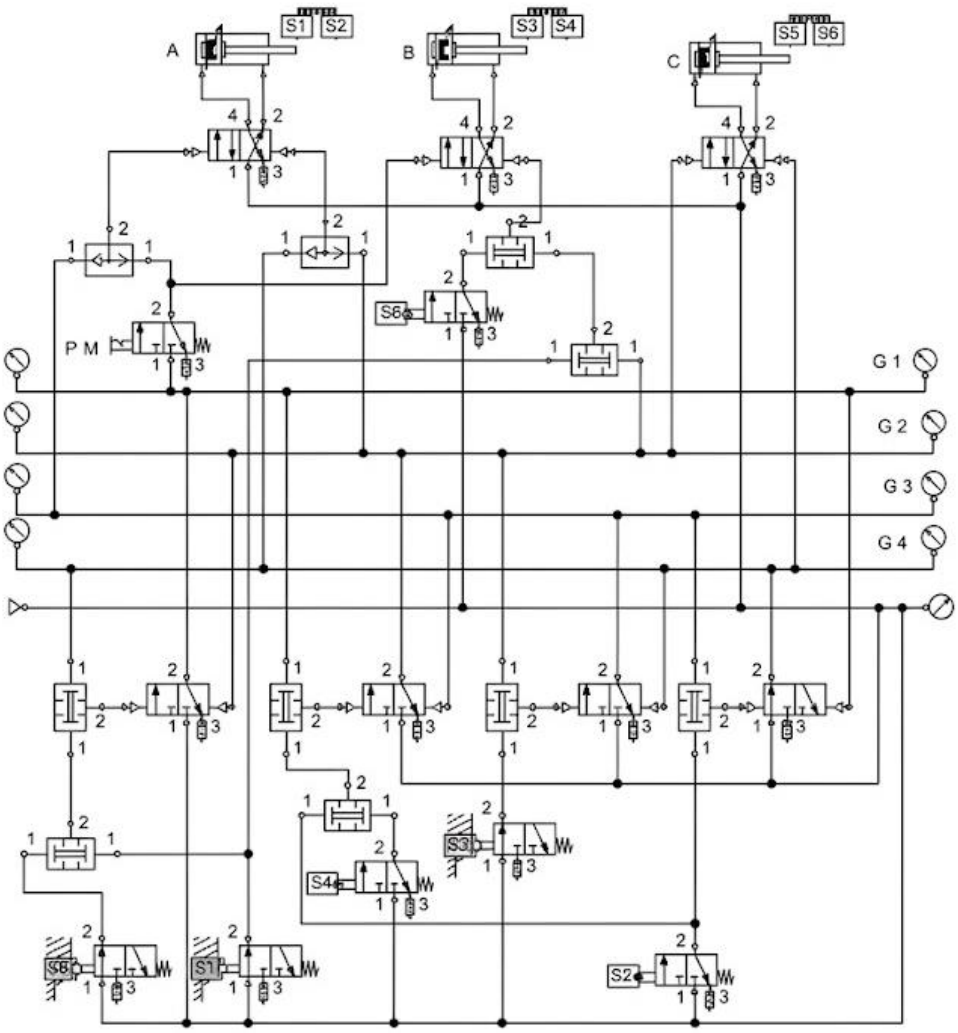


Figura 7. Método paso a paso.

"El método paso a paso es aparentemente sencillo pero se complica si hay movimientos repetidos en la secuencia que obligan a utilizar una o varias válvulas de simultaneidad, por lo que es aconsejable complementarlo con el método intuitivo" (Creus, 2007).

Autoevaluación.

Con base en los objetivos se le solicita al estudiante que de manera autónoma y sincera califique el cumplimiento de estos, según la siguiente tabla.

Objetivos	**No cumplido**	**Parcialmente cumplido**	**Cumplido**
Reconocer las diferencias y particularidades de los distintos métodos de montaje de redes neumáticas como lo es la cascada, el paso a paso y el intuitivo.			
Reconocer la situación indicada en donde cada método debe ser utilizado para resolver un problema particular del sistema neumático.			
Reconocer los códigos alfanuméricos asignados a los actuadores y válvulas en los sistemas neumáticos.			

¡Ahora es tu turno de demostrar lo aprendido! Escanea el siguiente código QR o haz clic sobre él para acceder al Quizizz y poner a prueba tus conocimientos sobre los sistemas neumáticos, la identificación de actuadores y los métodos intuitivo, cascada y paso a paso.

Bibliografía de apoyo

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1st ed.). AlphaOmega.

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ARDUINO IDE PARA EL CONTROL DEL BANCO NEUMÁTICO MEDIANTE IoT

Objetivo

Orientar al usuario en la instalación y configuración de Arduino IDE, así como en la preparación de los recursos necesarios para la programación y comunicación del sistema de control del banco neumático mediante IoT.

Objetivos específicos

- Instalar Arduino IDE en el equipo de cómputo siguiendo el procedimiento establecido.
- Configurar el entorno de Arduino IDE mediante la instalación de las bibliotecas y recursos requeridos para la comunicación del sistema.
- Identificar y seleccionar la placa y el puerto de comunicación correspondientes para realizar la programación del sistema.
- Preparar el entorno de programación para la incorporación y carga del código correspondiente al control de las secuencias neumáticas y a la comunicación MQTT.

Equipos y materiales

Equipo o material	Descripción / función
Computador	Equipo utilizado para instalar y ejecutar Arduino IDE, configurar las bibliotecas necesarias y cargar el programa de control. Debe contar con acceso a Internet durante la instalación y configuración inicial.
Arduino UNO R3	Tarjeta de desarrollo utilizada como unidad de control del sistema del banco neumático.
Módulo ESP-01 (ESP8266)	Módulo empleado para proporcionar comunicación Wi-Fi al sistema y permitir el intercambio de información asociado a la comunicación MQTT.
Cable USB para Arduino UNO	Permite conectar la tarjeta Arduino UNO al computador para realizar la programación y transferencia del código.

Conexión a Internet / red Wi-Fi	Necesaria para descargar Arduino IDE, instalar los recursos requeridos y realizar posteriormente la comunicación del sistema mediante la red.
Código de programación del banco neumático	Archivos de programación correspondientes al control de las secuencias neumáticas y a la comunicación MQTT que serán cargados en el sistema.

Tabla 1. Tabla de equipos y materiales necesarios

Recomendaciones y precauciones

Antes de iniciar el procedimiento, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Verifique que el computador cuente con una conexión estable a Internet, especialmente durante la descarga de Arduino IDE y la instalación de bibliotecas y paquetes adicionales.
- Compruebe que el Arduino UNO se encuentre correctamente conectado al computador mediante el cable USB antes de seleccionar el puerto de comunicación.
- Antes de cargar cualquier programa, verifique que en Arduino IDE se encuentren seleccionados la placa y el puerto correspondientes.
- Instale únicamente las bibliotecas y paquetes indicados en la guía, verificando su nombre antes de realizar la instalación.
- Evite modificar parámetros, configuraciones o líneas de código diferentes a las indicadas durante el procedimiento, a menos que conozca su función.
- Mantenga una copia de respaldo del código original del banco neumático antes de realizar modificaciones.
- Verifique cuidadosamente los datos de conexión a la red Wi-Fi y los parámetros relacionados con la comunicación MQTT antes de cargar el programa.
- No desconecte el Arduino del computador mientras se esté realizando el proceso de compilación o carga del programa.
- En caso de presentarse un error durante la compilación o carga, revise primero la selección de la placa, el puerto de comunicación y las bibliotecas instaladas antes de modificar el código.
- Antes de ejecutar una secuencia neumática, compruebe que la programación haya sido cargada correctamente y que las conexiones del sistema se encuentren en condiciones adecuadas.

Procedimiento

INSTALACIÓN DE ARDUINO IDE

1. Ingresar al link: https://www.arduino.cc/en/software dirigirse a **software** escoger el sistema operativo de la computadora.

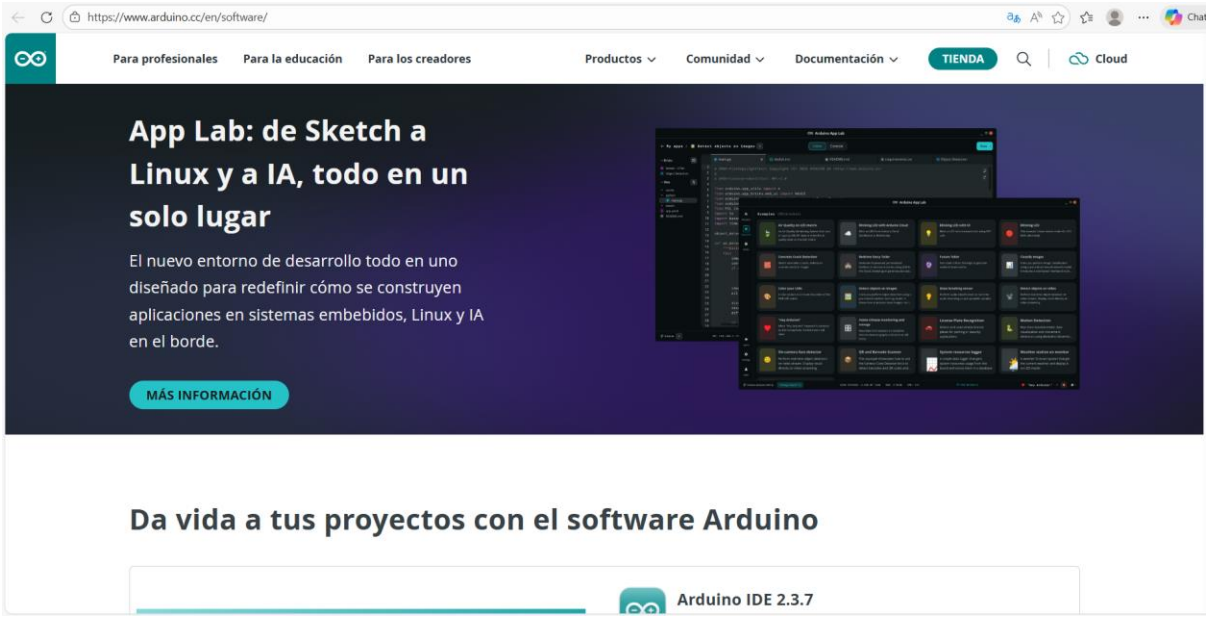


Figura 1. Página de Arduino

2. Indicar el sistema operativo del equipo de cómputo con el que se va a trabajar y Seleccionar **DESCARGAR**, como se muestra en la imagen.



Figura 2. Descarga de Arduino

3. A continuación, abrir el archivo.
4. Hacer click en aceptar, siguiente, instalar y terminar.

Configuración de Arduino R3

1. Abrir en el computador el programa Arduino IDE después ir a archivo, preferencia e ingresar el siguiente link en URLS adicionales de gestor de placas:

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

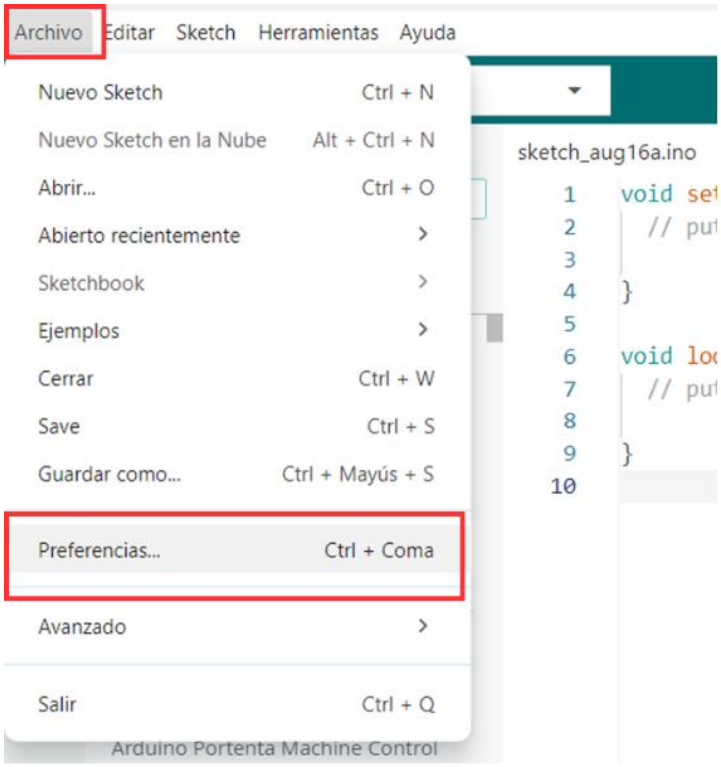


Figura 3. Selección de preferencias

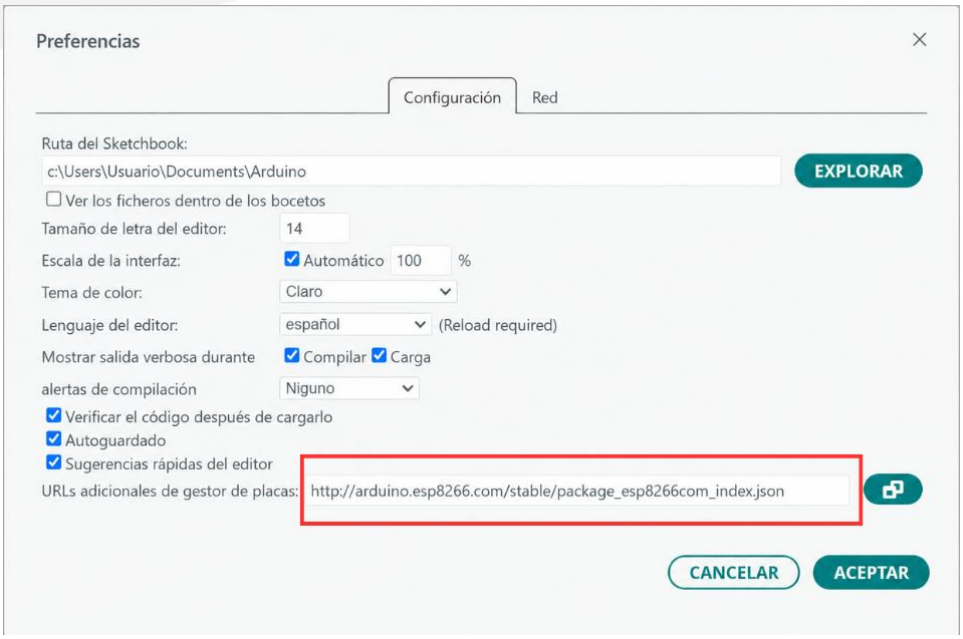


Figura 4. URL del gestor de placas.

2. Posteriormente, para instalar las bibliotecas necesarias, diríjase al panel ubicado en el lado izquierdo de la pantalla y seleccione el **Gestor de bibliotecas**. En el campo de búsqueda, localice e instale la biblioteca **WiFiEsp**, utilizada para gestionar la comunicación Wi-Fi del Arduino mediante el módulo **ESP-01**, y posteriormente busque e instale la biblioteca **PubSubClient**, empleada para el envío y la recepción de mensajes mediante el protocolo MQTT. A continuación, se muestra el ícono correspondiente al Gestor de bibliotecas.

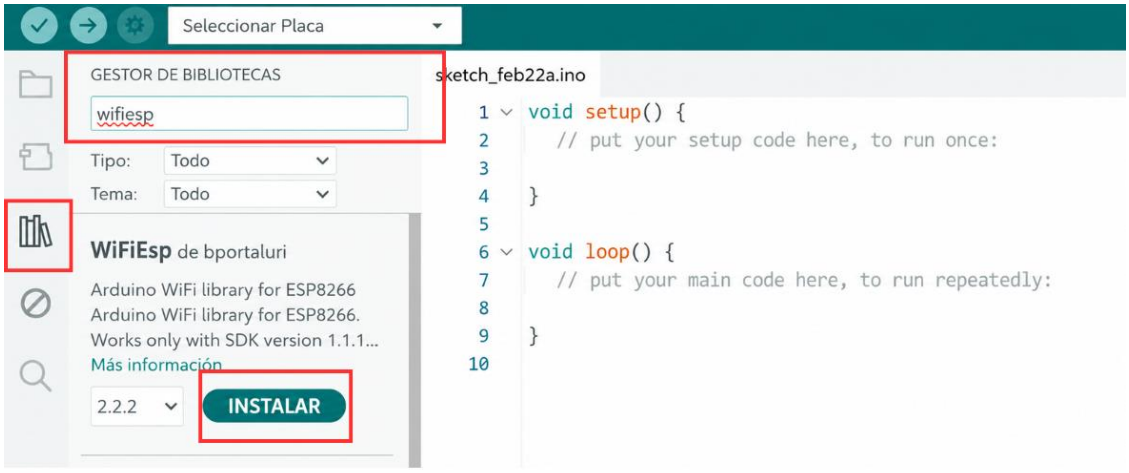


Figura 5. Instalación de las librerías.

3. Para verificar la correcta instalación de las bibliotecas, abra el **Gestor de bibliotecas** desde el panel lateral de Arduino IDE. Luego, en la opción **Tipo**, seleccione el filtro **Instalado** y compruebe que las bibliotecas **WiFiEsp** y **PubSubClient** aparezcan en la lista de bibliotecas instaladas.

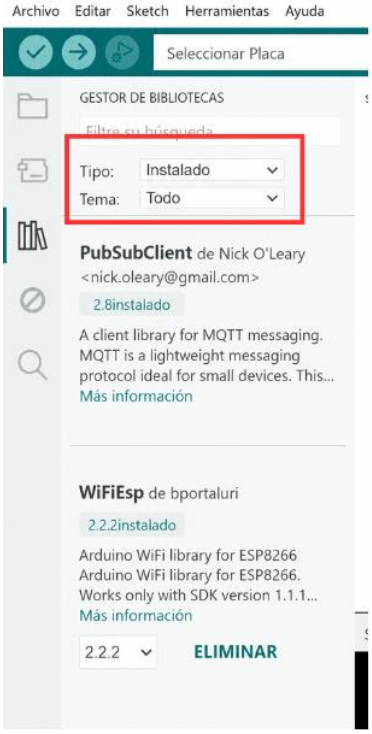


Figura 6. Librerías instaladas

4. Posteriormente, para instalar el paquete de placas **ESP8266**, diríjase al panel ubicado en el lado izquierdo de Arduino IDE y seleccione el **Gestor de placas**. Desde allí, busque e instale el paquete correspondiente a **ESP8266**, necesario para disponer de las opciones de configuración asociadas al módulo Wi-Fi **ESP-01**Gestor de placas

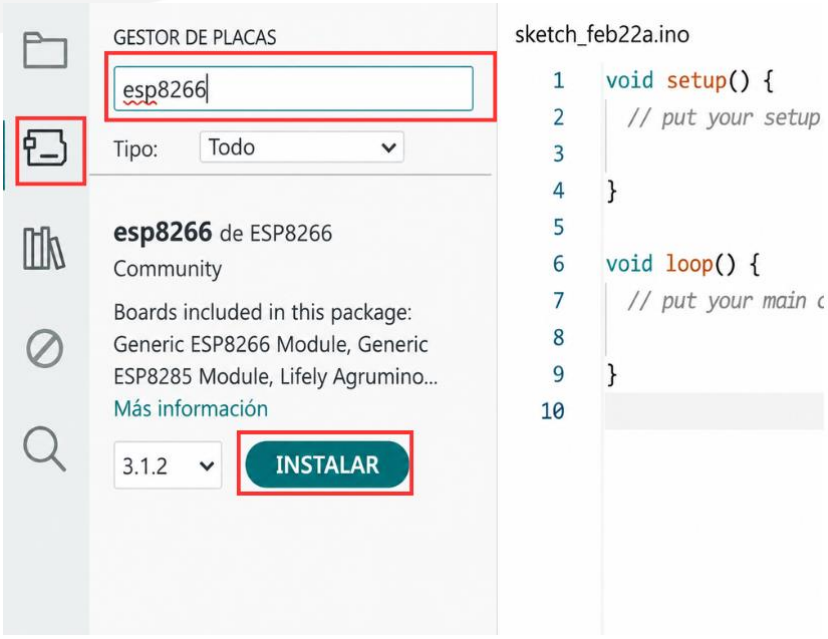


Figura 7. Instalación de librería esp8266

¡Excelente trabajo! Has completado la instalación y configuración de Arduino IDE. El entorno de programación se encuentra preparado para cargar y ejecutar el código correspondiente al control de las secuencias neumáticas y a la comunicación MQTT del banco neumático controlado mediante IoT.

INSTALACIÓN DEL PROGRAMA Y CONFIGURACIÓN DE MQTT

Objetivo

Orientar al estudiante en la instalación y configuración de MQTT Explorer, estableciendo la conexión con el broker MQTT e incorporando los topics utilizados en el proyecto, con el fin de disponer del software correctamente preparado para la visualización y supervisión de la comunicación del banco neumático controlado mediante IoT.

Objetivos específicos

- Descargar e instalar MQTT explorer en el ordenador indicado.
- Genrar un servidor de conexión.
- Inscribir los topics necesarios.

Equipos a utilizar.

Para realizar el procedimiento de instalación y configuración de MQTT Explorer se requieren los siguientes elementos:

Equipo o material	Función
Computador	Equipo en el cual se realizará la descarga, instalación y configuración de MQTT Explorer.
Conexión a Internet	Necesaria para acceder al sitio web oficial, descargar el software y establecer posteriormente la conexión con el broker MQTT.
Navegador web	Permite acceder al sitio oficial de MQTT Explorer para realizar la descarga del programa.
Software MQTT Explorer	Cliente MQTT utilizado para visualizar y supervisar los topics y mensajes asociados a la comunicación del sistema IoT.
Datos de configuración MQTT del proyecto	Información necesaria para configurar la conexión, incluyendo el broker, puerto y topics utilizados en el banco neumático.

Tabla 1. Elementos necesarios para la guía.

Recomendaciones y precauciones

Antes de iniciar la instalación y configuración de MQTT Explorer, se recomienda tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Descargar MQTT Explorer desde su sitio web oficial, con el propósito de utilizar una fuente confiable para la obtención del instalador. El sitio oficial dispone de las opciones de descarga del software.
- Seleccionar la versión del instalador correspondiente al sistema operativo del computador antes de iniciar la descarga e instalación.
- Verificar que se cuente con los permisos necesarios para instalar aplicaciones en el computador antes de ejecutar el instalador.
- Mantener una conexión estable a Internet durante la descarga del programa y durante las actividades que requieran comunicación con el broker MQTT.
- Ingresar correctamente los datos de conexión establecidos para el proyecto, especialmente el nombre del broker, el puerto y los topics, evitando realizar modificaciones en estos parámetros durante el desarrollo del procedimiento.
- Escribir los nombres de los topics exactamente como se encuentran establecidos en el proyecto, respetando el uso de letras mayúsculas y minúsculas. De acuerdo con la especificación MQTT, los nombres de los topics son sensibles a mayúsculas y minúsculas.
- Configurar los topics con el nivel de calidad de servicio QoS = 2, de acuerdo con la configuración definida para el desarrollo de esta guía y del sistema implementado en el proyecto.
- No publicar información personal, contraseñas u otros datos sensibles mediante el broker test.mosquitto.org. Este servidor es de acceso público y, para el puerto 1883, opera sin cifrado ni autenticación; además, otros clientes pueden acceder a los mensajes publicados.
- Verificar los parámetros ingresados antes de establecer la conexión, con el fin de evitar errores ocasionados por nombres de topics, dirección del broker o puertos incorrectos.

Procedimiento para descargar y configurar MQTT Explorer

1. Ingresar a la página Web https://mqtt-explorer.com/

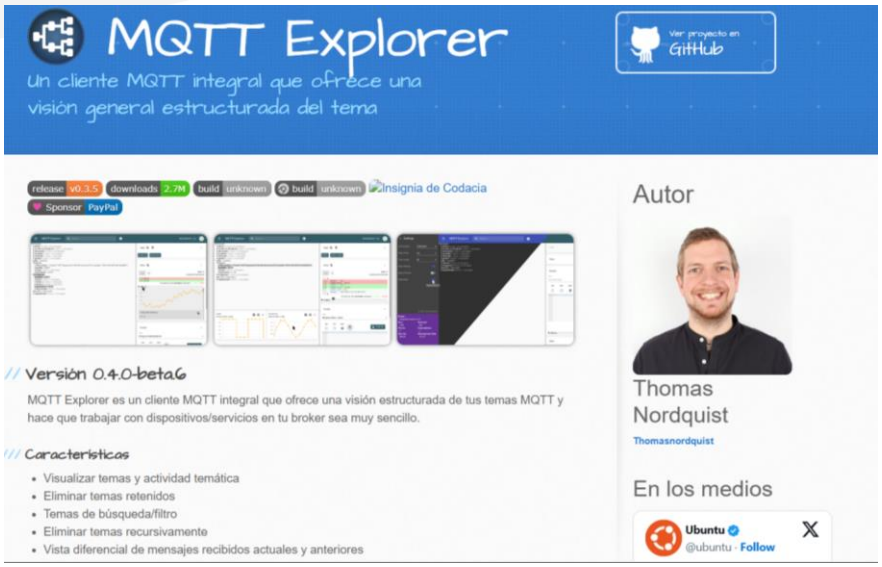


Figura 1. Página oficial de MQTT Explorer

2. Descargar e instalar el programa según el sistema operativo del computador



Figura 2. Descarga de MQTT

3. Una vez descargado, se deberá ejecutar como administrador para permitir la correcta instalación en el equipo; al finalizar la instalación se abrirá el software mostrando la siguiente ventana

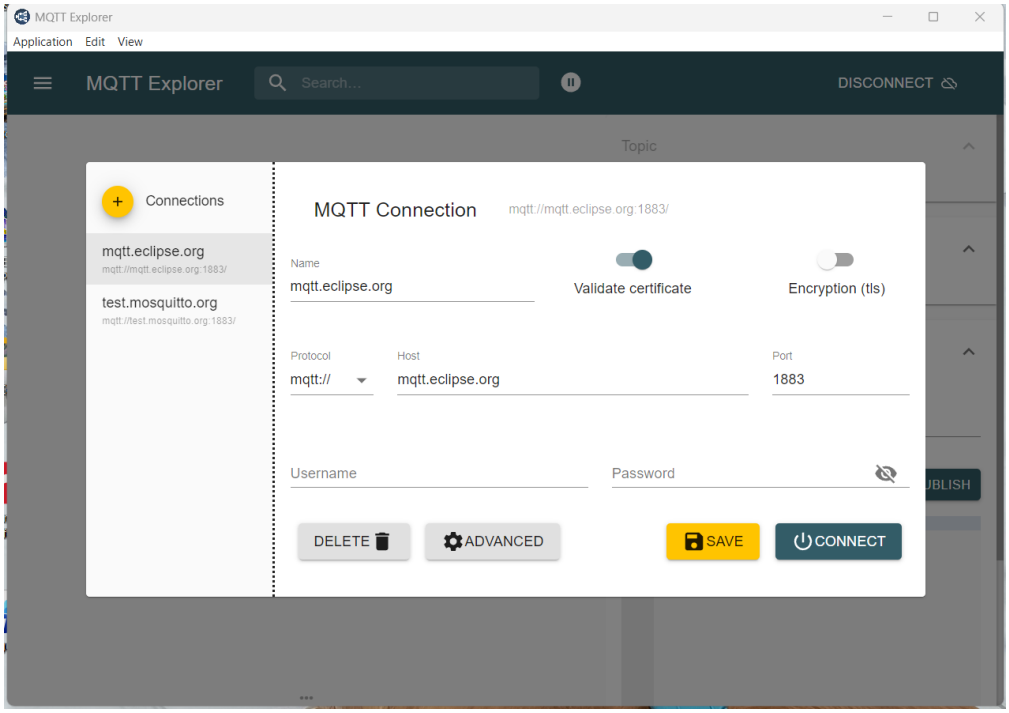


Figura 3, Página de inicio de MQTT

4. Seleccionar test.mosquitto.org y después ADVANCE

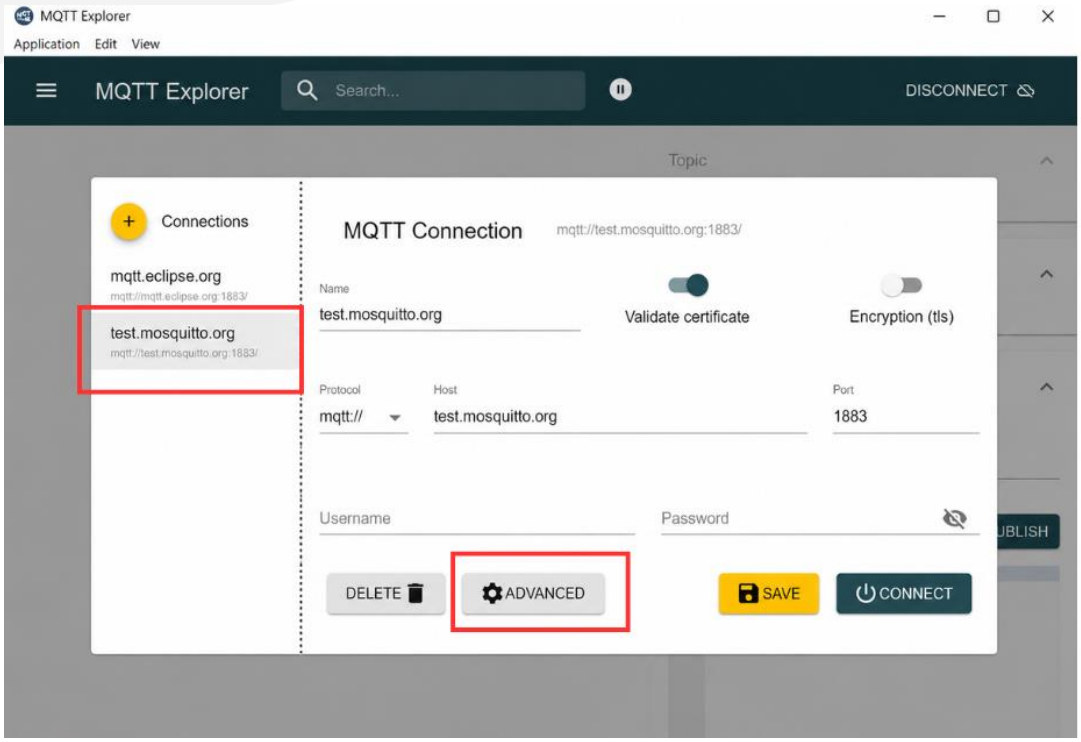


Figura 4. Servidor de conexión

5. Añadir todos los topic a emplear en el desarrollo del proyecto y seleccionar un nivel de calidad de servicio **QoS =2**, dar click en **+ ADD** por cada topic y finalmente **BACK** como se ve en la imagen a continuación.

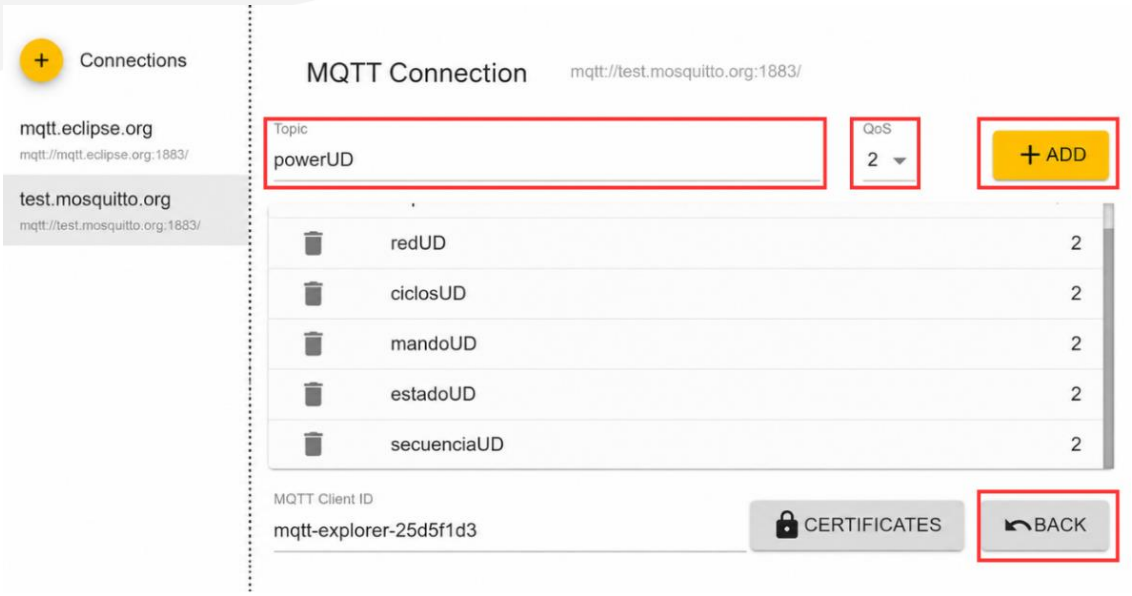


Figura 5. Creación de Topics

Los topic de suscripción y publicación son

Topic	Función
secuenciaUD	Transmite la secuencia seleccionada desde la aplicación movil
redUD	Permite verificar que el programa de la tarjeta de control se encuentra en ejecución
powerUD	Envía la orden de inicio o detención de la secuencia
estadoUD	Informa el estado de operación recibido por la tarjeta de control
mandoUD	Confirma la recepción de la secuencia seleccionada

ciclosUD	Comunica el número de repeticiones de la secuencia

Tabla 2. Topics a suscribir.

6. Hacer click en **SAVE** y después en **CONNECT.**

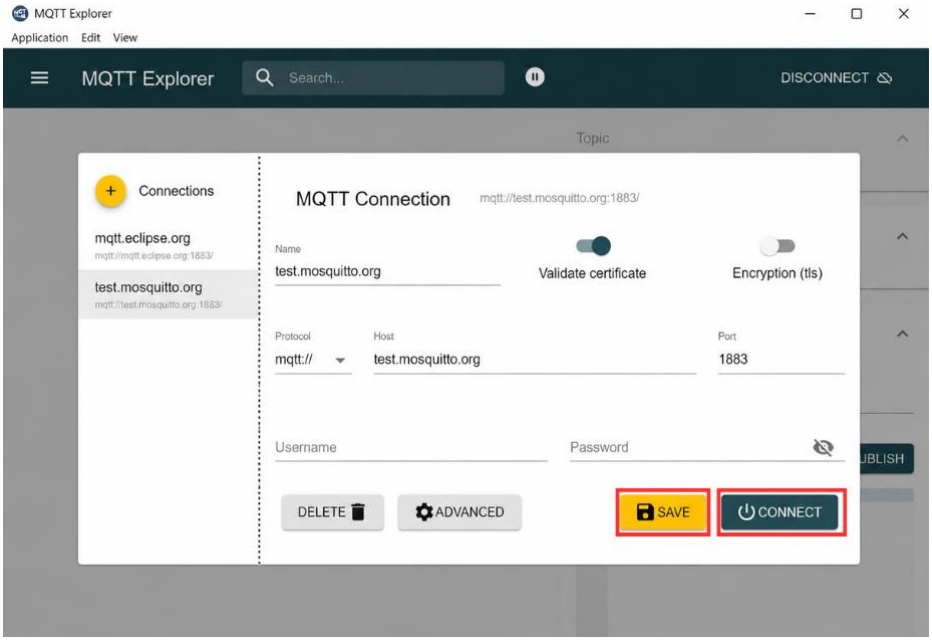


Figura 6. Conexión con el servidor.

¡Enhorabuena! Has completado la instalación y configuración de MQTT Explorer. El software se encuentra preparado para establecer la comunicación con el broker MQTT y visualizar los topics utilizados en el banco neumático controlado mediante IoT.

GUÍA DE FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN

Objetivo.

Una de las partes fundamentales del proyecto es el uso de MIT App inventor, en donde se desarrollará la aplicación desde la cual se controla el sistema neumático a través del servidor. Esta guía se centrará en el funcionamiento y utilización de la aplicación para el uso del dispositivo IoT.

Objetivos específicos.

- Ingresar a MIT App inventor.
- Descargar aplicación para el uso de dispositivo IoT.
- Reconocer las funciones específicas de la aplicación.

Equipos y materiales

Equipos y materiales	Descripción/Función
Computador	Equipo necesario para la instalación de la aplicación de neumática, generada por el desarrollador MIT App inventor al cual solo se podrá acceder por medio de este equipo.
Celular (Android)	Equipo necesario para ejecutar la aplicación y permitir la utilización del dispositivo IoT.
USB	Utilización de la USB que se dejara en el maletín del dispositivo IoT.

Tabla 1. Tabla de equipos y materiales a utilizar

Recomendaciones y precauciones

Antes de iniciar el procedimiento, tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Verificar que el tanto el computador como el dispositivo celular tengan la misma conexión a red y además de ello que sea estable.
- Verificar que el dispositivo móvil sea Android.
- Revisar los permisos para la instalación de apps externas.
- No modificar nada de la App móvil.
- No borrar el archivo de la USB.

Procedimiento

- Ingresar a MIT App Inventor: https://appinventor.mit.edu/
- Dar click en create apps



Figura 1. Página principal de MIT App inventor.

- Posterior a ello registrarse con un correo de Google.
- Esto abrirá otra pestaña, dar click en “continue” en la ventana que aparece.

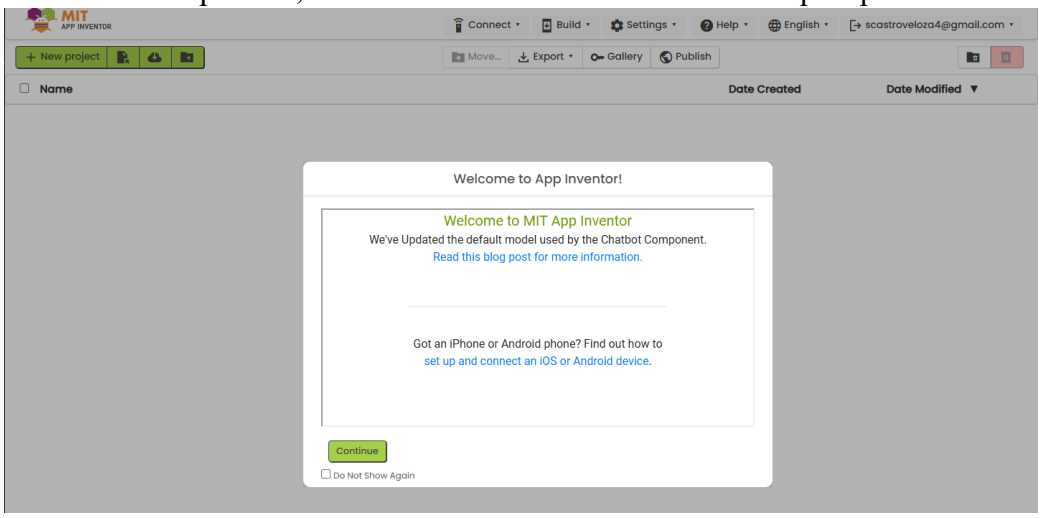


Figura 2. Pestaña de acceso

- Posterior a ello se abrirá otra ventana las cuales enseñan a cómo usar MIT App inventor, en caso de quien este leyendo esta guía quiera hacerlos dar click en ellos, mientras tanto y para los fines de este documento se dará click en “close”.

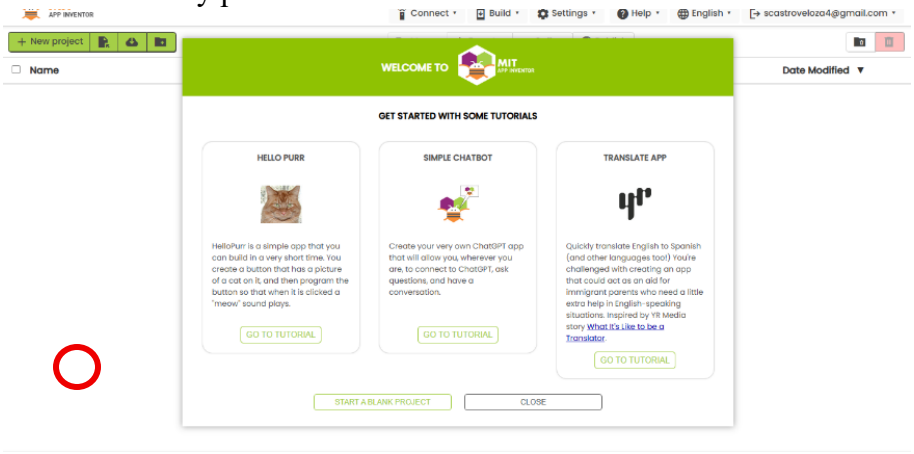


Figura 3. Mensaje del uso de tutoriales

- Tomar la USB del maletín del dispositivo IoT aquí encontrar un archivo denominado como Neumatica.aia



Figura 4. Archivo de la aplicación.

- Dar click en el Icono de importar proyecto, ubicado en la página principal de MIT App inventor, luego seleccionar el archivo nombrado en el paso anterior.

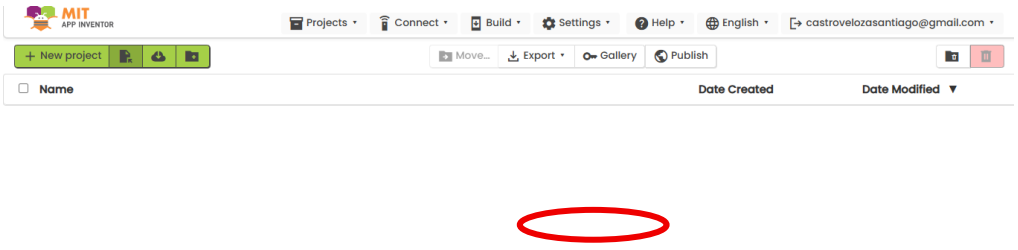


Figura 5. Icono para importar archivos

- Una vez el archivo haya sido seleccionado dar click en “Ok”.



Figura 6. Confirmación del archivo a importar.

- Una vez se haya realizado el paso anterior, se abrirá un archivo con la aplicación móvil aquí se dará click en el panel superior en la opción build

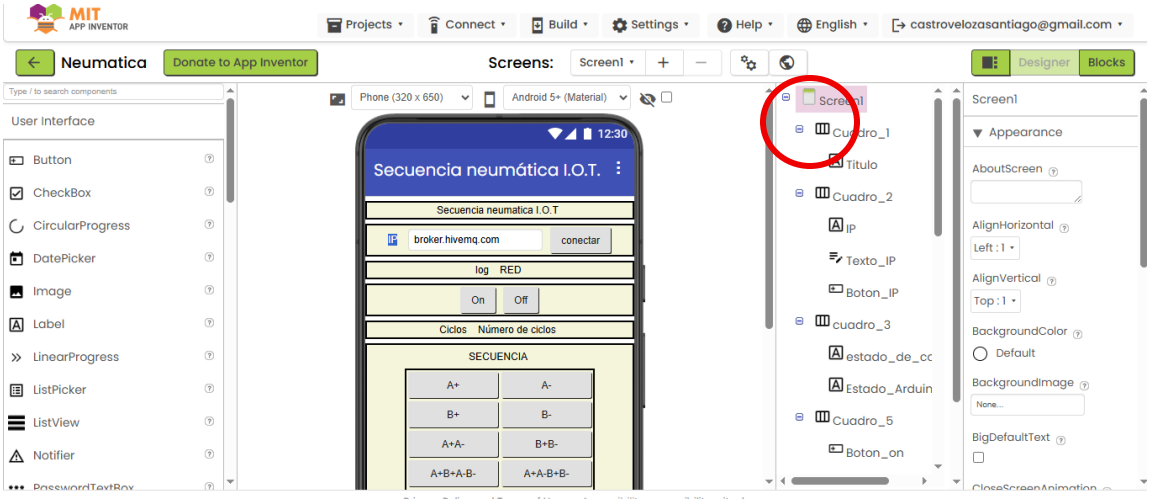


Figura 7. Aplicación móvil.

- Esta opción desplegara un menú, en el cual seleccionaremos la opción “Android App(.apk)”

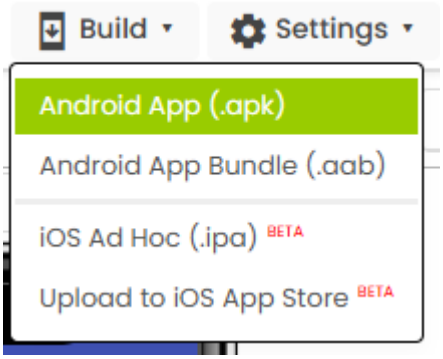


Figura 8. Selección.

- Esta opción va a generar un código Qr, antes de leer dicho código Qr instalar la aplicación MIT AI2 Companion, la cual se puede encontrar en Play Store.

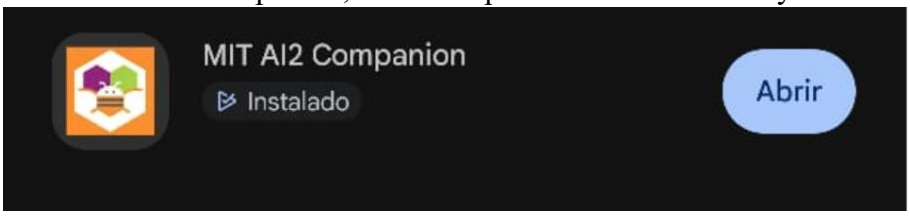


Figura 9. Instalacion de aplicación.

- Una vez instalada dicha aplicación si se procederá a leer el código Qr generado por MIT App inventor con el teléfono movil para descargar la aplicación. Al ser la aplicación instalada desde una fuente externa es necesario dar algunos permisos a google para la descarga esto dependerá de cada celular. La aplicación quedara en el celular una vez instalada.

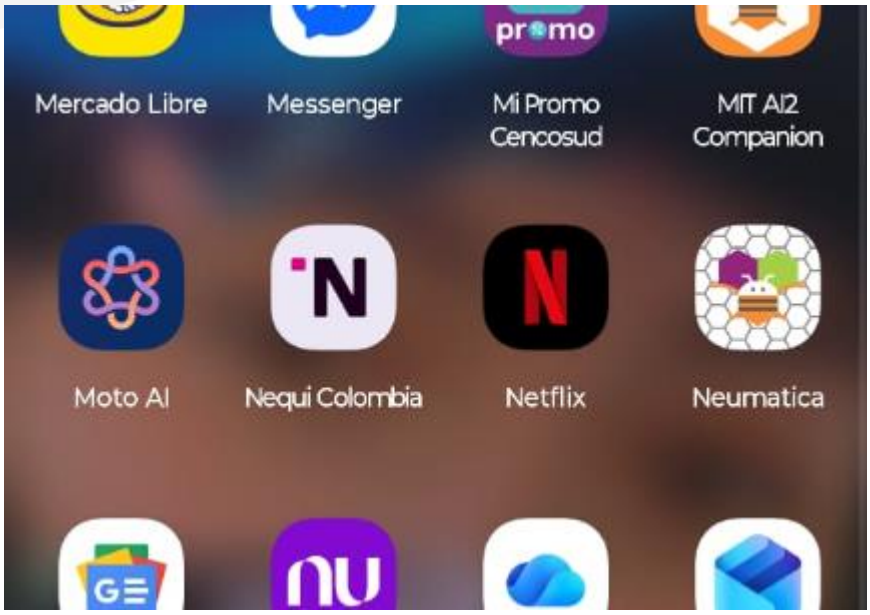


Figura 10. Aplicación para el control del dispositivo IoT.

- Al abrir la aplicación debe aparecer la siguiente disposición

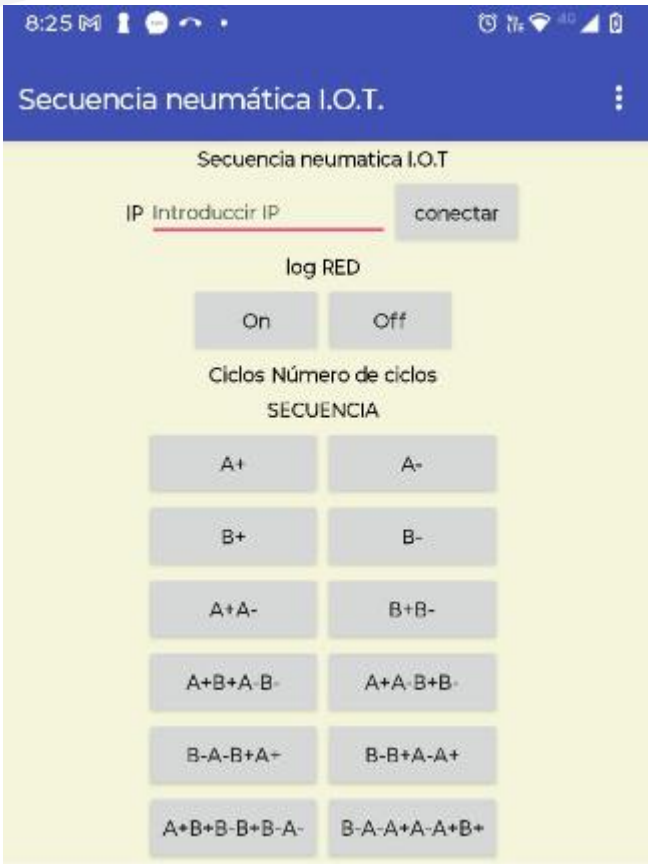


Figura 11. Aplicación

GUÍA DE MONTAJE

Objetivo

La presente guía tiene la finalidad de realizar el montaje del dispositivo IoT. Es decir que esta guía no abarcara nada acerca del funcionamiento solo la puesta a punto del dispositivo. La guía consistirá particularmente en el montaje y preparación tanto de los elementos neumáticos, la conexión con el dispositivo IoT.

La guía comprende la identificación, ubicación y conexión de los componentes neumáticos,

eléctricos y de control necesarios para implementar una secuencia en el banco. Finaliza con la inspección visual y la verificación de las conexiones realizadas.

Recomendaciones

- Realizar las conexiones neumáticas y eléctricas con el sistema desenergizado.
- Verificar la correcta conexión de las mangueras antes de suministrar aire comprimido.
- No modificar el montaje mientras el sistema se encuentre en funcionamiento.
- No exceder la presión de trabajo establecida para el banco.

Montaje Neumático.

Paso 1. Colocación de los cilindros neumáticos, se coloran dos cilindros neumáticos de doble efecto uno paralelo a otro. Guiarse con la figura 1.

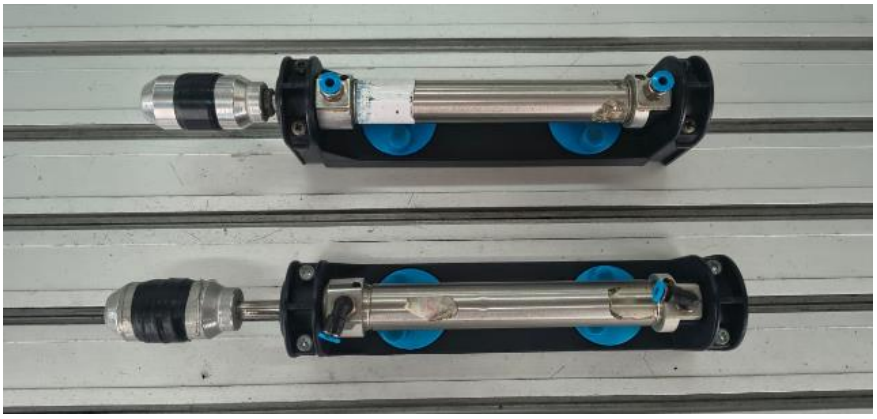


Figura 1, Dos cilindros neumáticos de simple efecto.

Paso 2. Colocación de las válvulas neumáticas 5/2 biestables justo al lado de los cilindros.



Figura 2. Montaje de las válvulas 5/2

Paso 3. Puesta a punto de la válvula de distribución, esta será la que se encargara de redirigir el aire a cada uno de los elementos neumáticos.



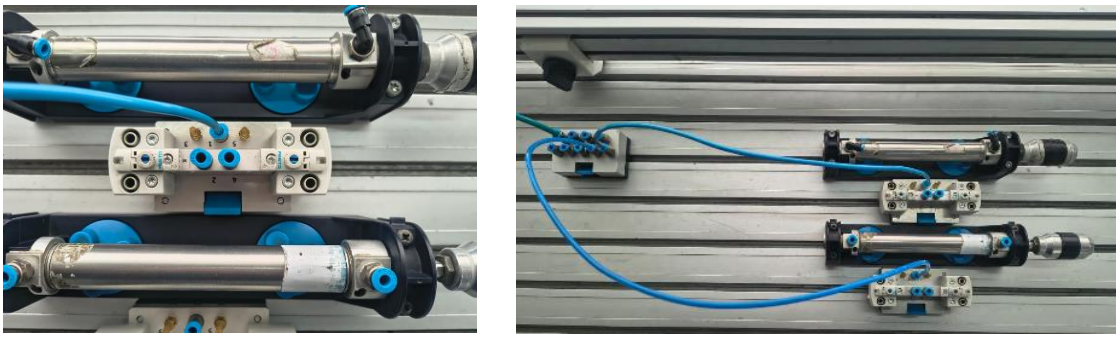
Figura 3. Montaje de la válvula de distribución.

Paso 4. Conexión de la válvula de distribución al sistema de aire comprimido a partir de una manguera de 6 mm.



Figura 4. Conexión de la válvula de distribución.

Paso 5. Conexión de las válvulas 5/2, alimentación de la válvula a partir de la válvula de distribución.



Este proceso debe realizarse con ambas válvulas de distribución

Figura 5. Conexión de la alimentación a la válvula 5/2.

Paso 6. Conexión de la válvula 5/2 a los pistones cada válvula corresponde a un pistón en específico.

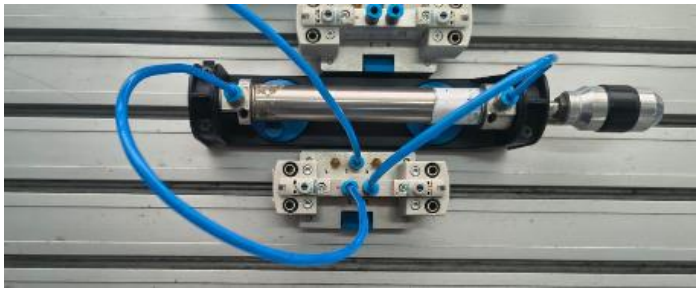


Figura 6. Conexión de la válvula 5/2 al cilindro



Figura 7. Conexión de los dos cilindros

Este proceso debe realizarse para ambos cilindros.

Paso 7. Finalmente, se dará apertura al aire comprimido en el sistema, para ello primero se realizará la apertura de la válvula de paso



Figura 8. Llave de paso abierta.



Figura 9. Llave de paso abierta.

Paso 8. Una vez abierta la llave de paso revisar en la unidad de mantenimiento que la presión en el sistema hidráulico sea de 6 Bares, en caso de que no sea así comuníquese con el laboratorista



Figura 10. Unidad de mantenimiento.



Figura 11. Verificación de la presión en 6 bares.

Paso 9. Finalmente, antes de la puesta en operación del sistema primero se realizará la apertura o extensión de ambos cilindros manualmente.

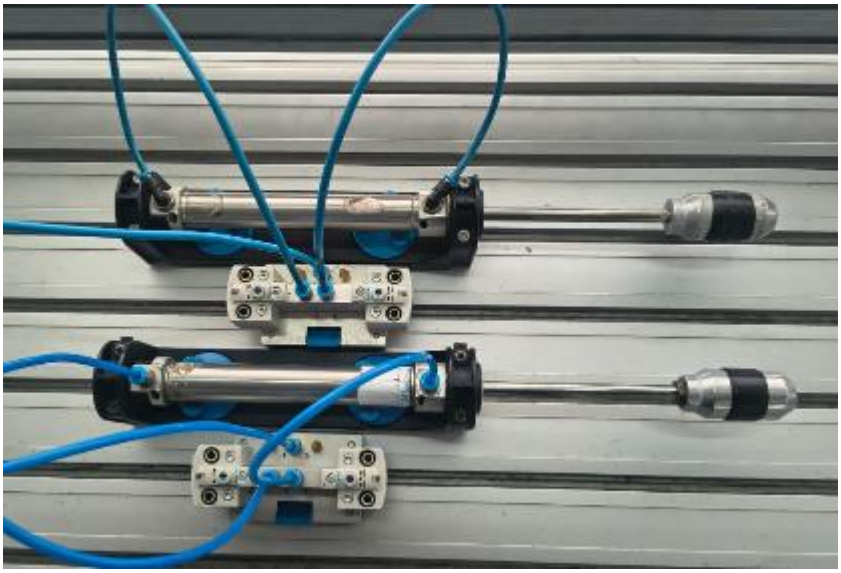


Figura 12. Extensión de los cilindros.

Montaje del sistema IoT.

Paso 1. Antes de realizar el montaje del equipo IoT, lo primero que se realizará será verificar que las conexiones de los sensores de ultrasonido con la placa Arduino UNO se encuentren bien conectados.

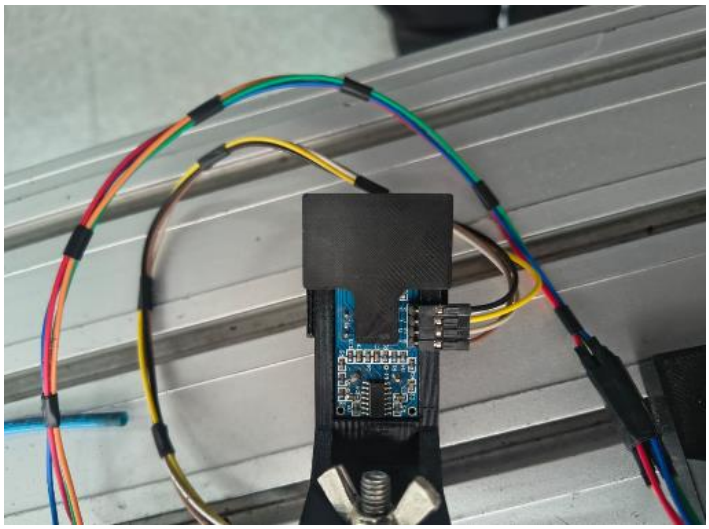


Figura 13. Verificación de las conexiones del sensor.

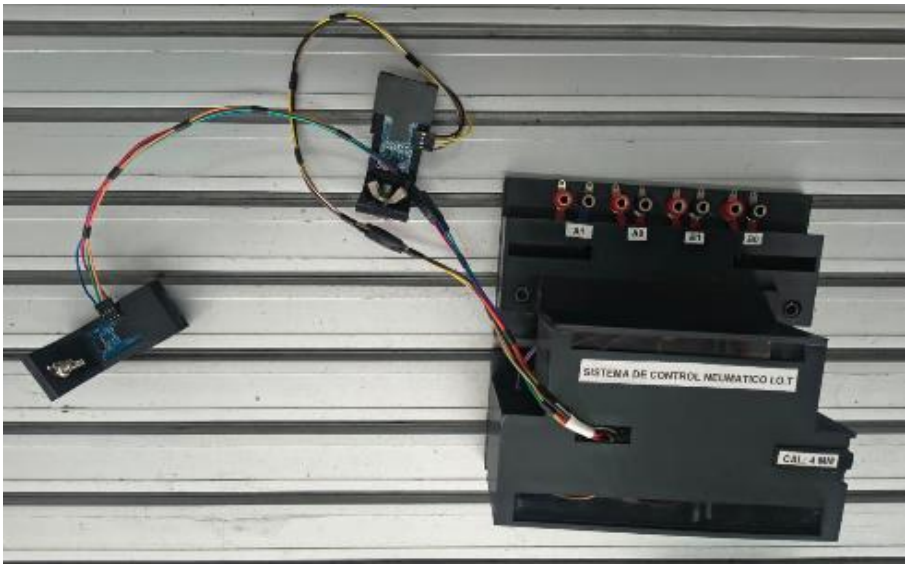


Figura 14. Verificación de las conexiones de ambos sensores.

Paso 2, Luego, se busca en el dispositivo IoT, una galga de posicionamiento de los cilindros, con esta galga se ubicarán los cilindros a una posición de 4 mm.



Figura 15. Posicionamiento de la galga en el dispositivo IoT.



Figura 16. Galga de posicionamiento.

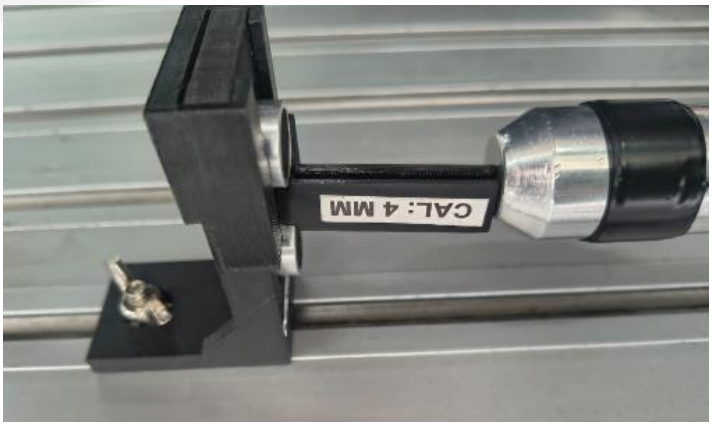


Figura 16. Posicionamiento de la galga.

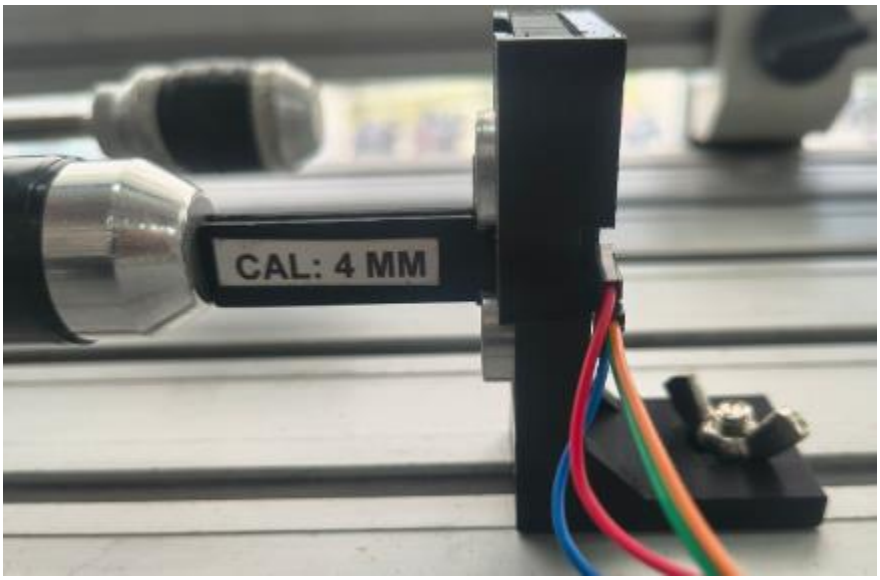


Figura 17. Posicionamiento de galga para el distanciamiento de los cilindros

Este procedimiento se debe realizar con cada uno de los sensores una vez posicionados se realiza el ajuste de estos por medio del tornillo de apriete.

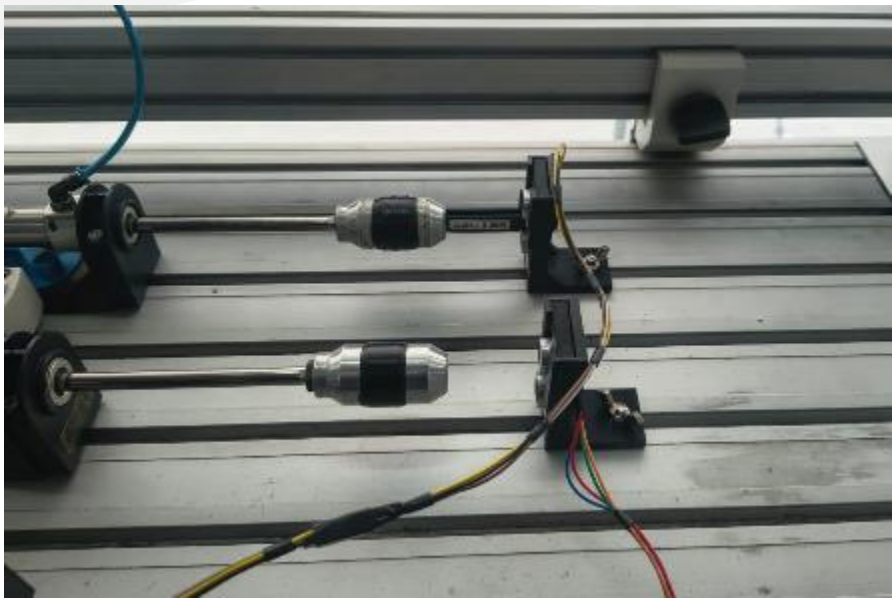


Figura 18. Posicionamiento final de los cilindros

Paso 3. Posterior a esto se realizará el montaje del dispositivo IoT, este se sujetará de las ranuras de la mesa a partir de los tornillos de apriete que posee el dispositivo a los lados.



Figura 20. Tornillo de apriete del dispositivo IoT en la ranura.

Montaje eléctrico.

Paso 1. Alistamiento de la fuente a de alimentación, con ella daremos energía a los relés del elemento IoT.

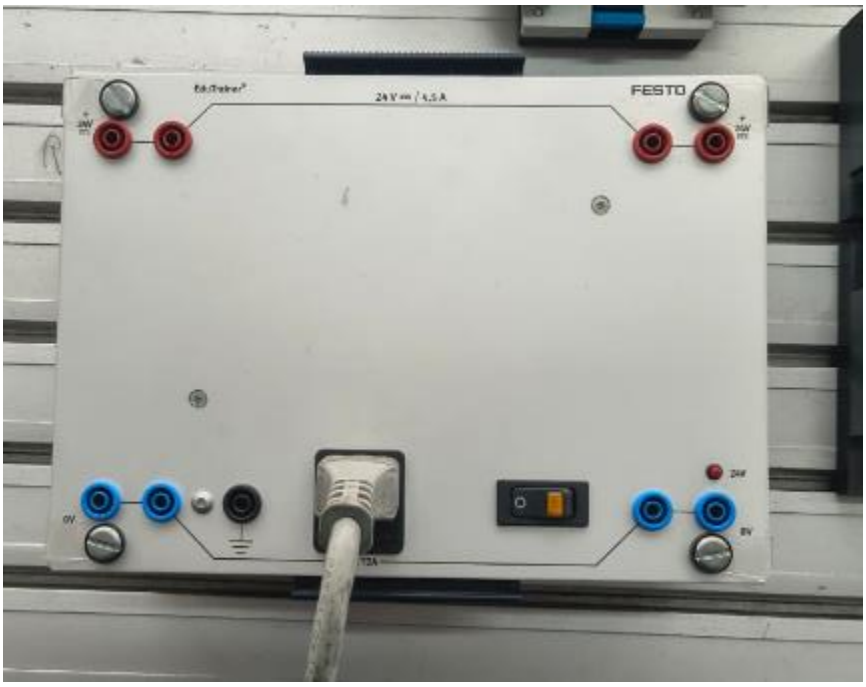


Figura 22. Fuente de alimentación.

Paso 2. Se procederá con la conexión y alimentación tanto de las válvulas 5/2 biestables a partir del esquema de conexión que se presenta en la figura 23.

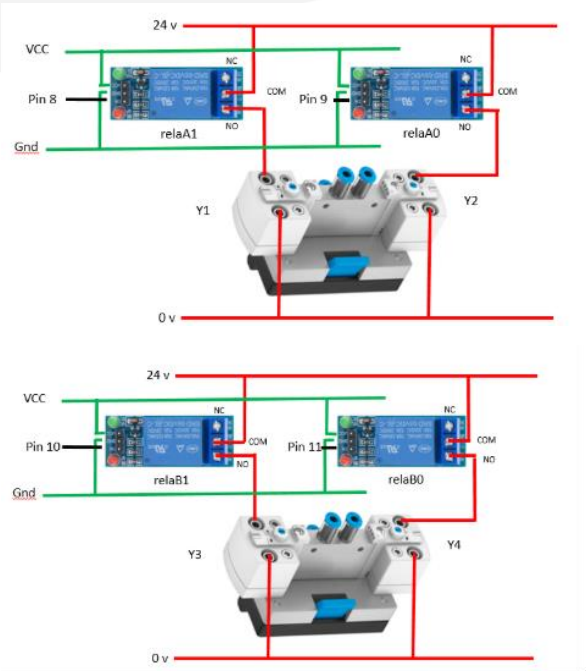


Figura 23. Conexión eléctrica de los elementos.

Paso 3. Posteriormente se procederá con la conexión a la energía del dispositivo IoT y también al computador.



Figura 24. Conexión a la alimentación del dispositivo IoT.

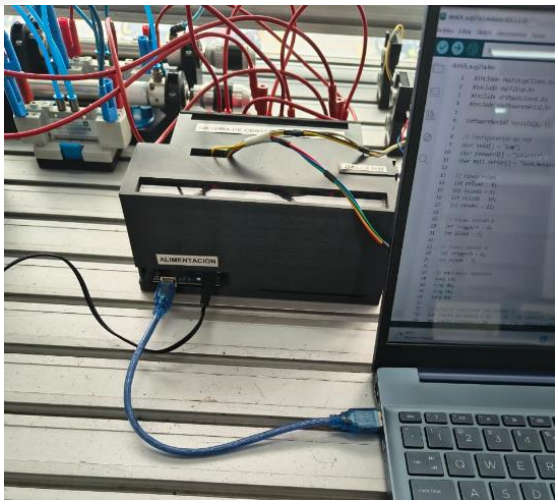


Figura 25. Conexión del dispositivo IoT al computador.

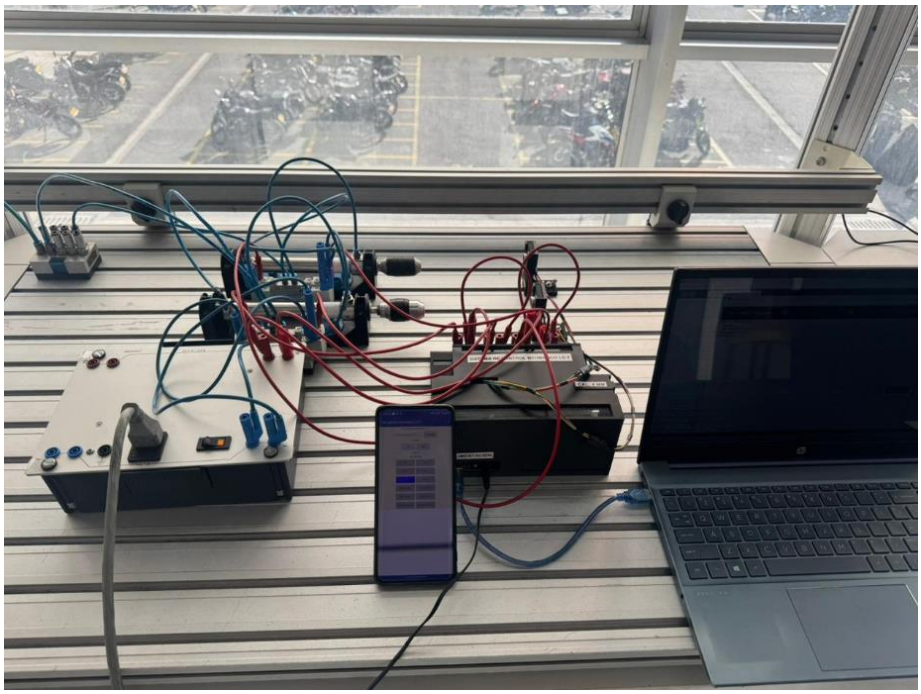


Figura 26. Montaje final.

PUESTA EN MARCHA Y CONEXIÓN IOT DEL BANCO NEUMÁTICO

Objetivo general: Configurar y poner en funcionamiento el sistema de control IoT del banco neumático mediante Arduino IDE, MQTT Explorer y la aplicación móvil.

Antes de comenzar: Verifique que el montaje neumático y eléctrico se haya realizado correctamente y que la placa Arduino Uno permanezca conectada al computador, de acuerdo con las instrucciones de la guía de montaje.

Recomendaciones

- No divulgar nombres ni contraseñas reales de las redes Wi-Fi.
- No desconectar la placa Arduino durante la carga del programa.
- Asegurese de que todos los elementos durante la practica tengan la misma red Wi-Fi.

Procedimiento

1. Abra MQTT Explorer y seleccione la conexión configurada previamente para el broker test.mosquitto.org. Verifique que el host y el puerto sean correctos, seleccione Guardar (Save) y después Conectar (Connect).

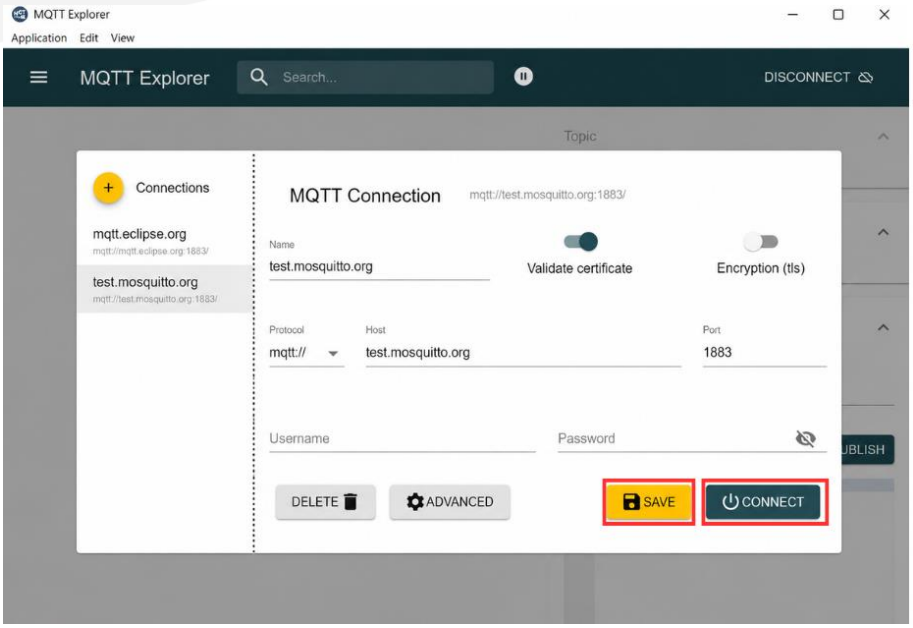


Figura 1. Conexión de MQTT, con el servidor.

2. Inicie Arduino IDE y cree un nuevo sketch. Elimine el código que aparece de manera predeterminada.

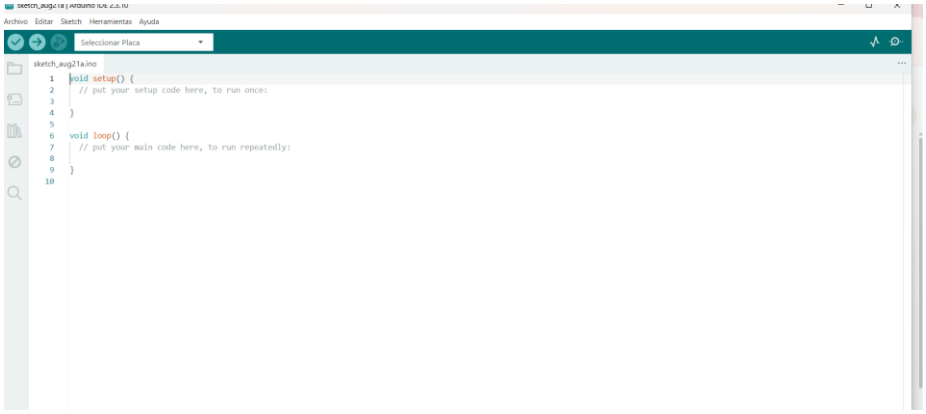


Figura 2. Ventana de inicio de Arduino.

3. Copie y pegue en el editor el código suministrado en la USB, se encuentra en un archivo de Texto denominado como código que encontrara en el maletín del dispositivo IoT. para el control del banco neumático mediante IoT. O descargue el archivo XXXX el cual contiene el código necesario para la práctica.



Figura 3. Código

4. Localice las variables ssid y password, ubicadas en las líneas 9 y 10 del código suministrado. Reemplace los datos de ejemplo por el nombre y la contraseña de la red Wi-Fi que se utilizará durante la práctica.



Figura 3. Variable de configuración a red

5. Compruebe que la variable mqtt_server contenga la dirección “test.mosquitto”.org. En el código suministrado, esta configuración se encuentra en la línea 11.
6. En Arduino IDE, seleccione la placa **Arduino Uno** y el puerto COM correspondiente. El número del puerto puede variar según el computador; por ello, no debe indicarse que siempre será COM3.

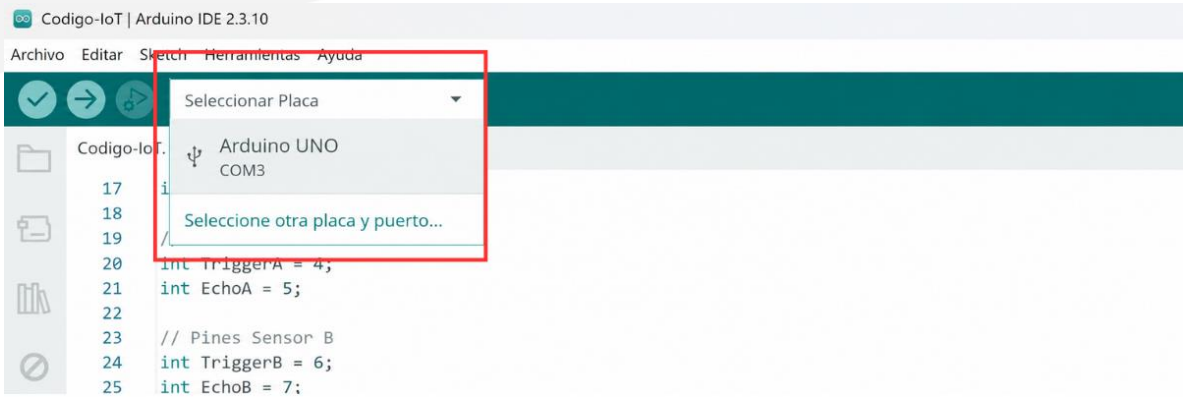


Figura 4. Puerto de conexión Arduino.

7. Seleccione el botón **Verificar** y espere hasta que Arduino IDE confirme que el código no presenta errores de compilación.



Figura 5. Verificación de código

8. Seleccione el botón **Cargar** para transferir el programa a la placa. Espere hasta que aparezca el mensaje que confirme la finalización del proceso. Espere hasta que Arduino IDE confirme que el proceso finalizó correctamente.



Figura 6. Compilación de código Arduino

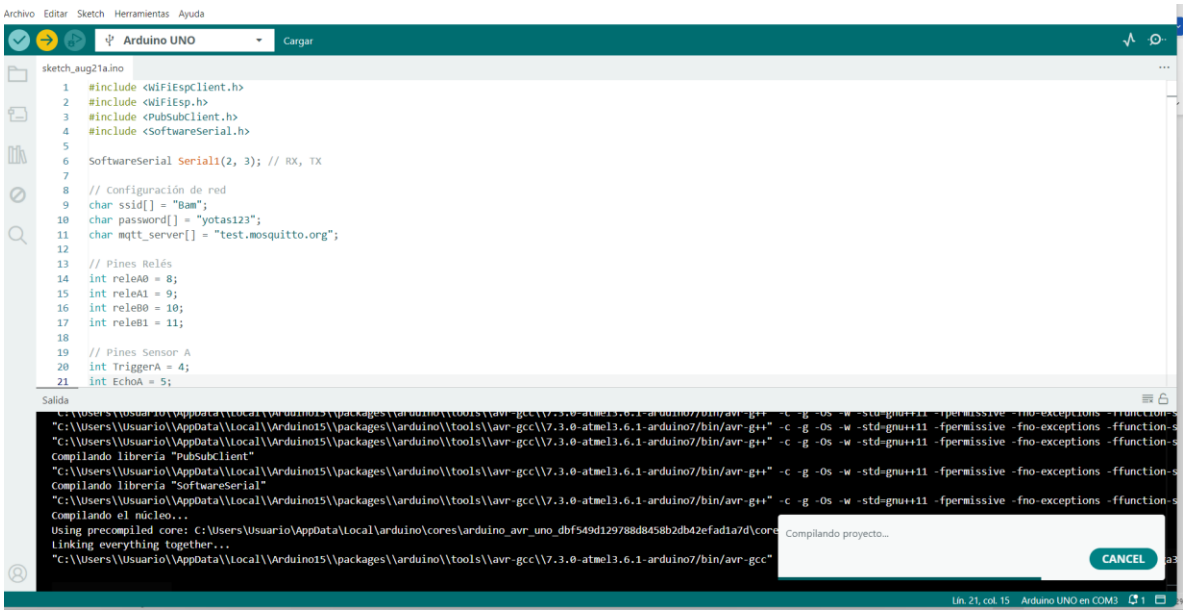


Figura 7. Compilación final del código Arduino.

9. Dar clic en el monitor serie y observe los mensajes relacionados con el estado de conexión Wi-Fi y MQTT.

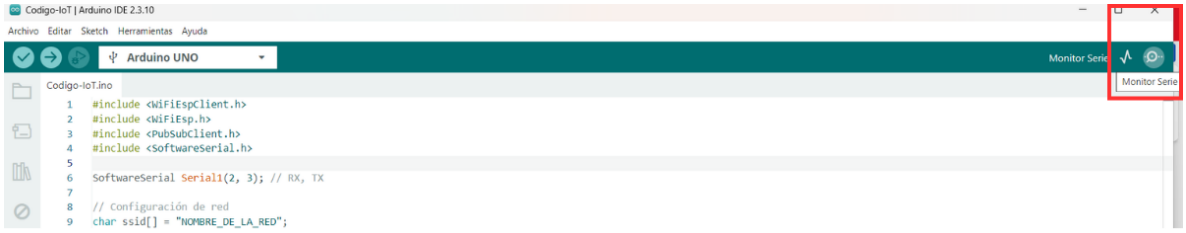


Figura 8. Monitor serie

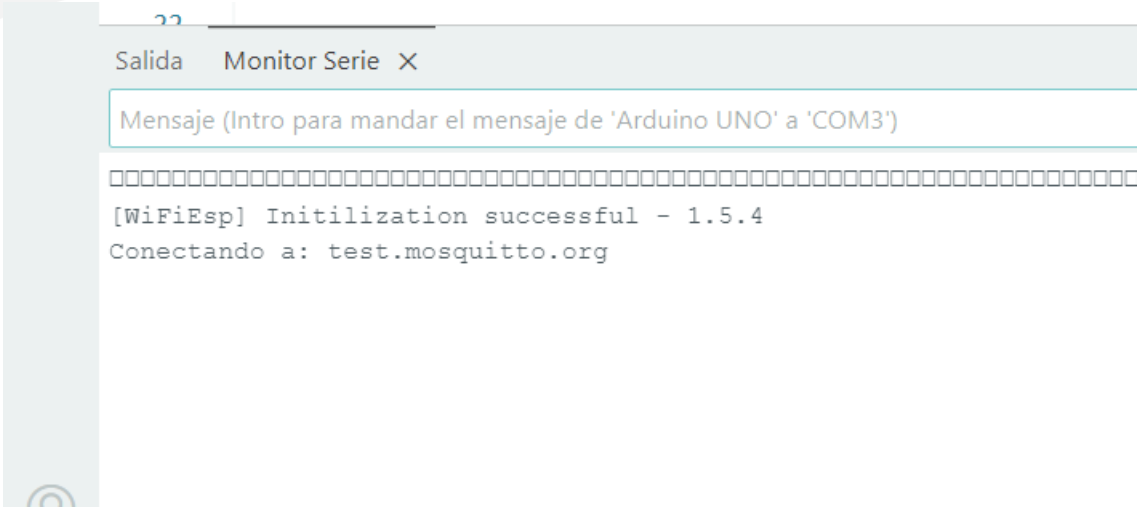


Figura 9. Estado de conexión

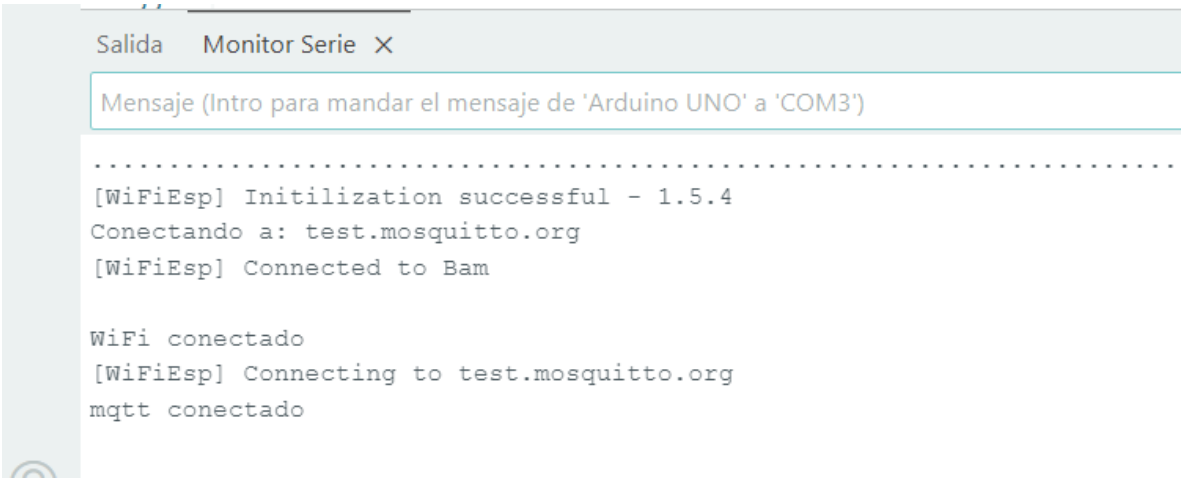


Figura 10. Estado de conexión de la red Wi-Fi

Verificar la respuesta de los sensores, pues esta indicará el funcionamiento del dispositivo IoT.

```
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 0 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
Distancia A: 4 cm   |   Distancia B: 4 cm
```

Figura 11. Respuesta de los sensores.

10. Verifique en MQTT Explorer que aparezcan los topics del sistema, ya que que estos indicaran el correcto funcionamiento de la aplicación. Es de especial interés el Topic “redUD = 1” pues este indicara la conexión a red del dispositivo IoT.

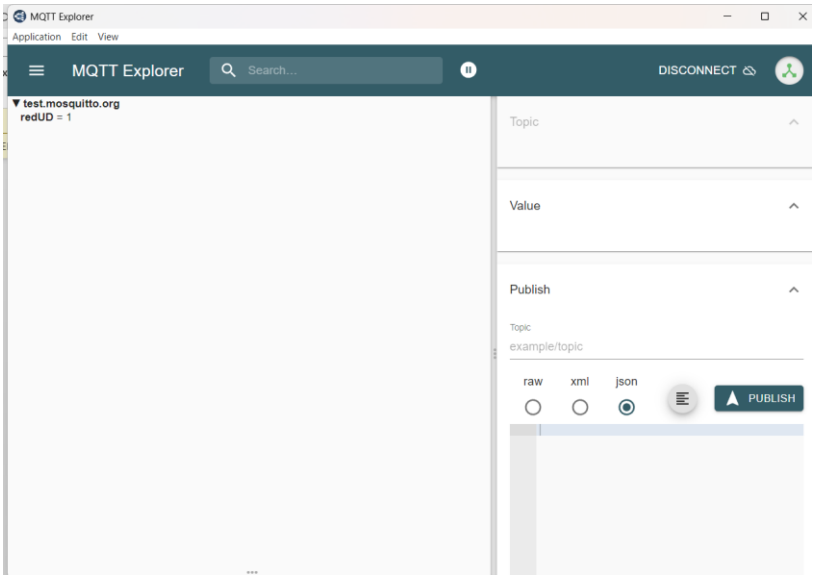


Figura 12. Mqtt explorer



Figura 13. Topic redUD

11. Abrir la aplicación “neumática” en el celular. Introducir el nombre del servidor “test.mosquitto.org”.

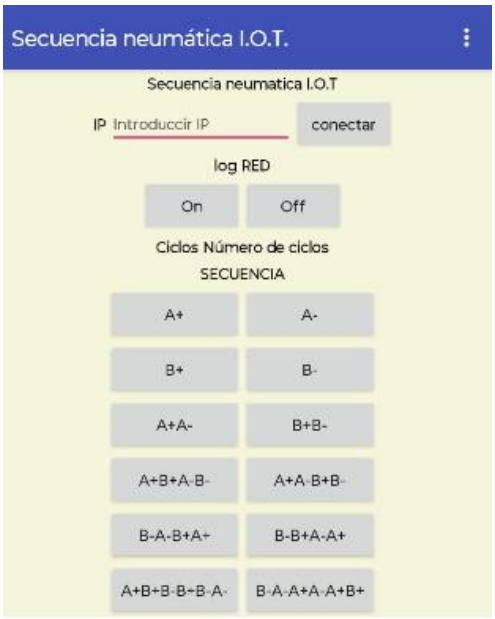


Figura 14. Aplicación neumática.



Figura 15. Servidor.

12. Luego, presionar el botón de conectar, cuando este conectado al servidor, red se colocará en amarillo.

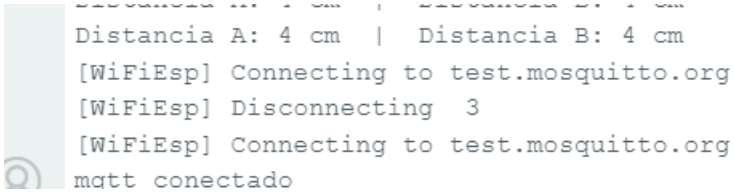


Figura 16. Verificación de la conexión

13. Una vez conectado, se procederá con oprimir cualquier botón en la aplicación de las secuencias neumáticas.

¡Proceso completado! El código ha sido configurado y cargado correctamente en la placa Arduino Uno, y la comunicación con el broker MQTT ha sido verificada. El banco

neumático se encuentra preparado para recibir y ejecutar las secuencias enviadas desde la aplicación.



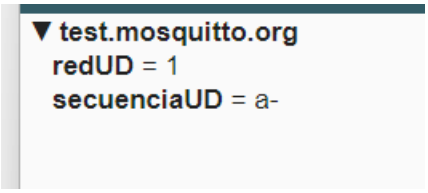
Asegurar que los 3 (Arduino, app, mqtt) estén conectados al mismo servidor

Abrir la app

Click en Conectar, y esperar que salga en amarillo la palabra redpara saber si conecto

Una vez se conecta, en el mqtt se visualizará redUD=1

Indicar la secuencia a realizar



GUIA DE ERRORES COMUNES

Objetivo

Esta guía tiene la finalidad de que en caso de presentar algún tipo de error en especifico en el desarrollo de la practica se recomienda al estudiante revisar alguno de los posibles errores que presenta esta guía para lograr solucionar el problema presenta el estudiante, estos errores abarcan desde la no instalación de las librerías, problemas con el servidor de conexión.

Errores Arduino.

Error por no instalación de las libreiras : Este error aparece debido a que alguna de las librerías, las cuales se solcito instalar en la guía procedimental Arduino IDE, no fue instalada y al correr el código, presentara alguno de los siguientes errores.

- **Compilation error: WiFiEspClient.h: No such file or directory.**
- **Compilation error: PubSubClient.h: No such file or directory.**

Para la solución de este error simplemente debe dirigirse a la Guia procedimental Arduino IDE en la cual se explica de manera clara la instalación de las librerías.

Error en la velocidad de transmisión de la información: Este error aparecerá en Arduino cuando en monitor serial aparezcan distintos tipos de símbolos que no posean ningún sentido, este error se genera debido a que la velocidad de transmisión de los datos del ESP 01 no es la correcta para solucionar este error asegúrese de que en la línea 122 y 123 de Arduino los valores que aparezcan sean 9600.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600); // Velocidad correcta ESP-01
  WiFi.init(&Serial1);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
```

Figura 1. Velocidad de transmisión de datos.

Error de conexión. Este error aparecerá siempre que el dispositivo se demore mas de lo normal para realizar la conexión tanto al internet como al Arduino, error será el siguiente:

iFiEsp] No tag found

.[WiFiEsp] >>> TIMEOUT >>>

[WiFiEsp] No tag found

.[WiFiEsp] >>> TIMEOUT >>>

[WiFiEsp] No tag found

.[WiFiEsp] >>> TIMEOUT >>>

[WiFiEsp] No tag found

.[WiFiEsp] >>> TIMEOUT >>>

[WiFiEsp] No tag found

Este error indicará un posible un error de conexión de Arduino una vez el mensaje de TIME OUT se repita mas de 5 veces por favor verifique la estabilidad de la señal de internet, en caso de no ser esto verificar la conexión al servidor, este se explicará en el siguiente error, una vez verificada la conexión al servidor y comprobar que esta no es la causa restablecer la tarjeta Arduino UNO con el botón rojo que se encuentra en ella.

Errores MQTT.

Error de conexión al servidor: Este error se presenta debido a que testmosruito es un servidor de comunicación gratuito y libre y puede que el servidor presente inestabilidad o que se encuentre caído, MQTT subcribira el siguiente mensaje esto indicara que el servidor no se encuentra libre para la conexión.



Figura 2. Error en el servidor.

En caso de presentar este error se recomienda al estudiante que realice el cambio del servidor que se esta utilizando para ello se recomienda lo siguiente.

1. En la línea 11 del código de Arduino cambiar el servidor "test.mosquitto.org", por "broker.hivemq.com" o por “broker.emqx.io” o “mqtt.eclipseprojects.io”.

```
7
8   // Configuración de red
9   char ssid[] = "REd";
10  char password[] = "Contraseña";
11  char mqtt_server[] = "broker.hivemq.com";
12
13  // Pines Relés
```

Figura 3. Cambio de servidor.

2. En la aplicación MIT app Inventor, en el apartado de IP se realiza el cambio del servidor por el servidor indicado

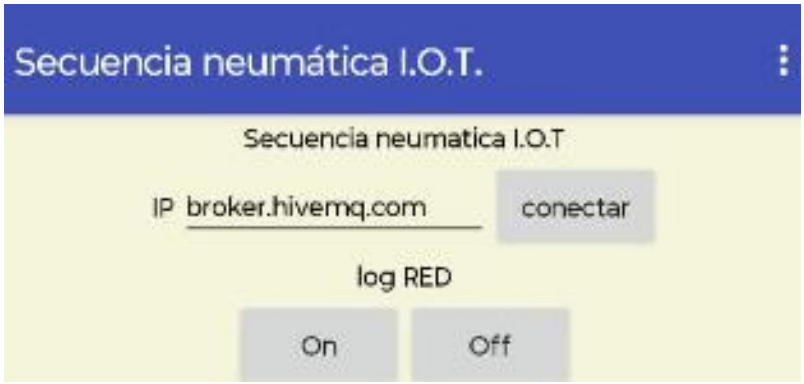


Figura 4. Nuevo servidor

3. Cambio del servidor en MQTT, en el mqtt Explorer también se debe de realizar el cambio de servidor.

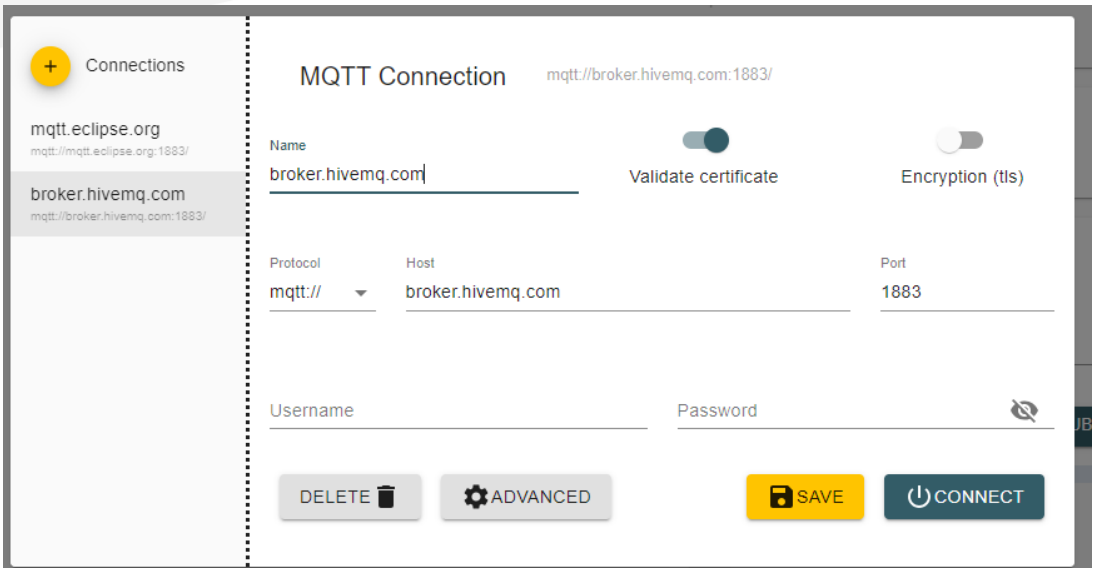


Figura 5. Cambio del servidor en MQTT

4. Una vez realizado el cambio de servidor en estos 3 se deberá realizar la conexión normal del resto de los dispositivos así el error debería estar solucionado

Error de subcripción de los Topics. En caso de estar realizando el proceso de conexión del sistema IoT y este se conecte bien al servidor tanto el Arduino como la aplicación, pero al escribir alguno de los comandos de la aplicación no se suscriben en MQTT Explorer el error se debe a que alguno de los topic está mal escrito.

Para solucionar este error se debe revisar que los topics suscritos en MQTT estén escritos de la manera exacta que se indica en la guía de MQTT



Figura 6. Topics que se suscriben.

10.2 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE CONTROL

```
#include <WiFiEspClient.h>

#include <WiFiEsp.h>

#include <PubSubClient.h>

#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial Serial1(2, 3); // RX, TX

// Configuración de red

char ssid[] = "NOMBRE_DE_LA_RED";

char password[] = "CONTRASEÑA_DE_LA_RED";

char mqtt_server[] = "test.mosquitto.org";

// Pines Relés

int releA0 = 8;

int releA1 = 9;

int releB0 = 10;

int releB1 = 11;

// Pines Sensor A

int TriggerA = 4;

int EchoA = 5;


// Pines Sensor B
```

```
int TriggerB = 6;

int EchoB = 7;

// Variables Sensores

long tA;

long dA;

long tB;

long dB;

// LÍMITES AJUSTADOS CON MARGEN DE SEGURIDAD

int limite_extendido = 8;  // A+ / B+ (Detecta como extendido si es menor a 8 cm)

int limite_retraido = 10;  // A- / B- (Detecta como retraído si es mayor a 10 cm)

// Variables de Control

int powerUD = 0;

String secuenciaUD = "";

int k = 0;

int contador = 0;

int cont = 0;


unsigned long ultimaRed = 0;

unsigned long ultimoPrint = 0; // Temporizador para el Monitor Serie

WiFiEspClient espClient;
```

```
PubSubClient client(espClient);
void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.print("Conectando a: ");
  Serial.println(mqtt_server);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi conectado");
}
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  String mensaje = "";
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    mensaje += (char)payload[i];
  }
  // Guardamos la secuencia seleccionada
  if (mensaje == "a+b+a-b-" || mensaje == "a+a-b+b-" || mensaje == "b-a-b+a+" ||
      mensaje == "b-b+a-a+" || mensaje == "a+b+b-b+b-a-" || mensaje == "b-a-a+a-
a+b+" ||
```

```
    mensaje == "a+a-" || mensaje == "b+b-") {
   secuenciaUD = mensaje;
   k = 0; // Reinicia la máquina de estados
   cont = 0;
   // Configuración inicial de los cilindros (Homing) según la secuencia elegida
   if (mensaje == "b-a-b+a+" || mensaje == "b-b+a-a+" || mensaje == "b-a-a+a-a+b+")
{
    // Inician extendidos
    digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
    digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
   } else {
    // Inician retraídos
    digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
    digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
   }
   // Envío del mensaje de confirmación en mayúsculas a mandoUD
   String mandoMayus = mensaje;
   mandoMayus.toUpperCase();
   client.publish("mandoUD", mandoMayus.c_str());
  }
  // Comandos manuales y de control de encendido (Ahora acepta "1" y "0")
```

```
  if (mensaje == "a+") { digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); }
  else if (mensaje == "a-") { digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); }
  else if (mensaje == "b+") { digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); }
  else if (mensaje == "b-") { digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); }
  else if (mensaje == "stop" || mensaje == "0") { powerUD = 0; }
  else if (mensaje == "start" || mensaje == "1") { powerUD = 1; }
  else if (mensaje == "reset") {
    contador = 0;
    client.publish("ciclosUD", "0");
    k = 0;
    secuenciaUD = "";
  }
}
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    if (client.connect("ArduinoClient_SCV")) {
      Serial.println("mqtt conectado");
      client.subscribe("powerUD");
      client.subscribe("secuenciaUD");
    } else {
```

```
      delay(5000);
    }
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial1.begin(9600); // Velocidad correcta ESP-01
  WiFi.init(&Serial1);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
  client.setCallback(callback);

  pinMode(TriggerA, OUTPUT); pinMode(EchoA, INPUT);
  digitalWrite(TriggerA, LOW);
  pinMode(TriggerB, OUTPUT); pinMode(EchoB, INPUT);
  digitalWrite(TriggerB, LOW);

  pinMode(releA0, OUTPUT); pinMode(releA1, OUTPUT);
  pinMode(releB0, OUTPUT); pinMode(releB1, OUTPUT);
```

```
  // Relés apagados inicialmente
  digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, HIGH);
  digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, HIGH);
}
void secuencias() {
  // SECUENCIA 1: a+ b+ a- b-
  if (secuenciaUD == "a+b+a-b-") {
    if (powerUD == 1 && dA >= limite_retraido && dB >= limite_retraido && k == 0) {
      digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
      k = 1; cont = 1;
    }
    else if (k == 1 && dA <= limite_extendido) {
      digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
      k = 2;
    }
    else if (k == 2 && dB <= limite_extendido) {
      digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
      k = 3;
    }
    else if (k == 3 && dA >= limite_retraido) {
```

```
    digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
    k = 4;
   }
   else if (k == 4 && dB >= limite_retraido) {
    k = 0;
    if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
   }
  }
  // SECUENCIA 2: a+ a- b+ b-
  else if (secuenciaUD == "a+a-b+b-") {
   if (powerUD == 1 && dA >= limite_retraido && dB >= limite_retraido && k == 0) {
    digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
    k = 1; cont = 1;
   }
   else if (k == 1 && dA <= limite_extendido) {
    digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
    k = 2;
   }
   else if (k == 2 && dA >= limite_retraido) {
    digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
```

```
      k = 3;
    }
    else if (k == 3 && dB <= limite_extendido) {
      digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
      k = 4;
    }
    else if (k == 4 && dB >= limite_retraido) {
      k = 0;
      if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
    }
  }
  // SECUENCIA 3: b- a- b+ a+ (Inicia desde extendidos)
  else if (secuenciaUD == "b-a-b+a+") {
    if (powerUD == 1 && dA <= limite_extendido && dB <= limite_extendido && k ==
0) {
      digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
      k = 1; cont = 1;
    }
    else if (k == 1 && dB >= limite_retraido) {
      digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
```

```
    k = 2;
   }
   else if (k == 2 && dA >= limite_retraido) {
    digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
    k = 3;
   }
   else if (k == 3 && dB <= limite_extendido) {
    digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
    k = 4;
   }
   else if (k == 4 && dA <= limite_extendido) {
    k = 0;
    if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
   }
  }

  // SECUENCIA 4: b- b+ a- a+ (Inicia desde extendidos)
  else if (secuenciaUD == "b-b+a-a+") {
   if (powerUD == 1 && dA <= limite_extendido && dB <= limite_extendido && k ==
0) {
```

```
    digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
    k = 1; cont = 1;
   }
   else if (k == 1 && dB >= limite_retraido) {
    digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
    k = 2;
   }
   else if (k == 2 && dB <= limite_extendido) {
    digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
    k = 3;
   }
   else if (k == 3 && dA >= limite_retraido) {
    digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
    k = 4;
   }
   else if (k == 4 && dA <= limite_extendido) {
    k = 0;
    if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
   }
  }
```

```
// SECUENCIA 5: a+ b+ b- b+ b- a-
else if (secuenciaUD == "a+b+b-b+b-a-") {
 if (powerUD == 1 && dA >= limite_retraido && dB >= limite_retraido && k == 0) {
  digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
  k = 1; cont = 1;
 }
 else if (k == 1 && dA <= limite_extendido) {
  digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
  k = 2;
 }
 else if (k == 2 && dB <= limite_extendido) {
  digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
  k = 3;
 }
 else if (k == 3 && dB >= limite_retraido) {
  digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
  k = 4;
 }
 else if (k == 4 && dB <= limite_extendido) {
  digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
```

```
      k = 5;
    }
    else if (k == 5 && dB >= limite_retraido) {
      digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
      k = 6;
    }
    else if (k == 6 && dA >= limite_retraido) {
      k = 0;
      if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
    }
  }

  // SECUENCIA 6: b- a- a+ a- a+ b+
  else if (secuenciaUD == "b-a-a+a-a+b+") {
    if (powerUD == 1 && dA <= limite_extendido && dB <= limite_extendido && k ==
0) {
      digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
      k = 1; cont = 1;
    }
    else if (k == 1 && dB >= limite_retraido) {
```

```
  digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
  k = 2;
}
else if (k == 2 && dA >= limite_retraido) {
  digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
  k = 3;
}
else if (k == 3 && dA <= limite_extendido) {
  digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
  k = 4;
}
else if (k == 4 && dA >= limite_retraido) {
  digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
  k = 5;
}
else if (k == 5 && dA <= limite_extendido) {
  digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
  k = 6;
}
else if (k == 6 && dB <= limite_extendido) {
```

```
      k = 0;
      if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
    }
  }

  // SECUENCIA 7: a+ a-
  else if (secuenciaUD == "a+a-") {
    if (powerUD == 1 && dA >= limite_retraido && k == 0) {
      digitalWrite(releA0, HIGH); digitalWrite(releA1, LOW); // A+
      k = 1; cont = 1;
    }
    else if (k == 1 && dA <= limite_extendido) {
      digitalWrite(releA0, LOW); digitalWrite(releA1, HIGH); // A-
      k = 2;
    }
    else if (k == 2 && dA >= limite_retraido) {
      k = 0;
      if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
    }
```

```
  }


  // SECUENCIA 8: b+ b-
  else if (secuenciaUD == "b+b-") {
    if (powerUD == 1 && dB >= limite_retraido && k == 0) {
      digitalWrite(releB0, HIGH); digitalWrite(releB1, LOW); // B+
      k = 1; cont = 1;
    }
    else if (k == 1 && dB <= limite_extendido) {
      digitalWrite(releB0, LOW); digitalWrite(releB1, HIGH); // B-
      k = 2;
    }
    else if (k == 2 && dB >= limite_retraido) {
      k = 0;
      if (cont == 1) { contador++; client.publish("ciclosUD", String(contador).c_str());
cont = 0; }
    }
  }
}
void loop() {
  if (!client.connected()) {
```

```
  reconnect();
}
client.loop();
// Enviar señal de red ("Heartbeat") cada 5 segundos
if (millis() - ultimaRed > 5000) {
  client.publish("redUD", "1");
  ultimaRed = millis();
}
// Lectura Ultrarrápida Sensor A
digitalWrite(TriggerA, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TriggerA, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TriggerA, LOW);
tA = pulseIn(EchoA, HIGH, 30000);
dA = tA / 59;
// Lectura Ultrarrápida Sensor B
digitalWrite(TriggerB, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TriggerB, HIGH);
```

```
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TriggerB, LOW);
  tB = pulseIn(EchoB, HIGH, 30000);
  dB = tB / 59;
  // Imprimir en el Monitor Serie cada 500ms
  if (millis() - ultimoPrint > 500) {
    Serial.print("Distancia A: "); Serial.print(dA); Serial.print(" cm  |  ");
    Serial.print("Distancia B: "); Serial.print(dB); Serial.println(" cm");
    ultimoPrint = millis();
  }
  // Actualizar la secuencia activa
  secuencias();
}
```

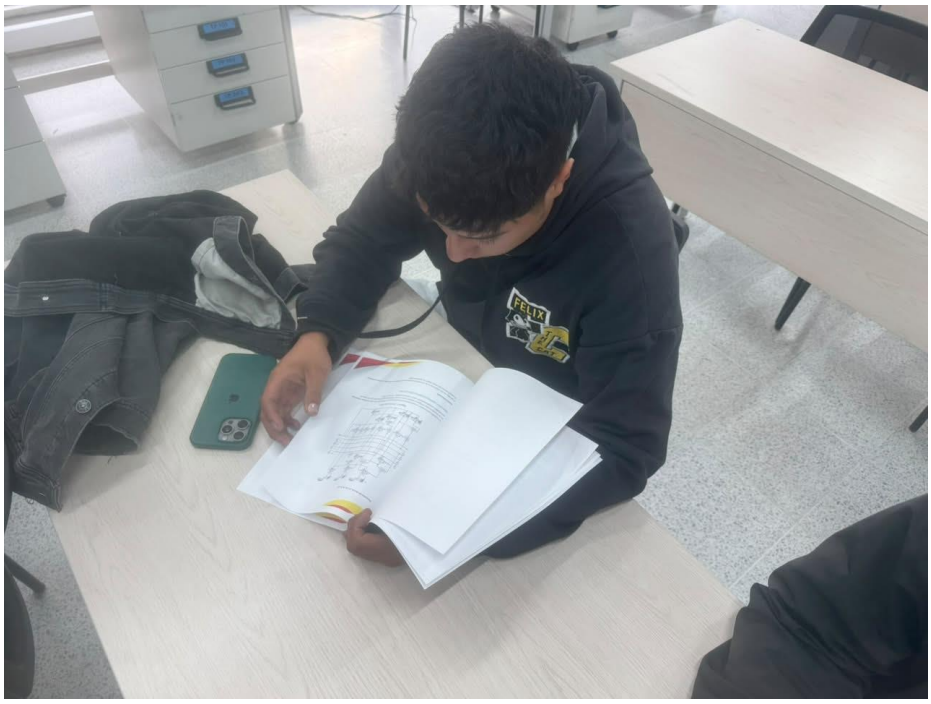
10.3 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

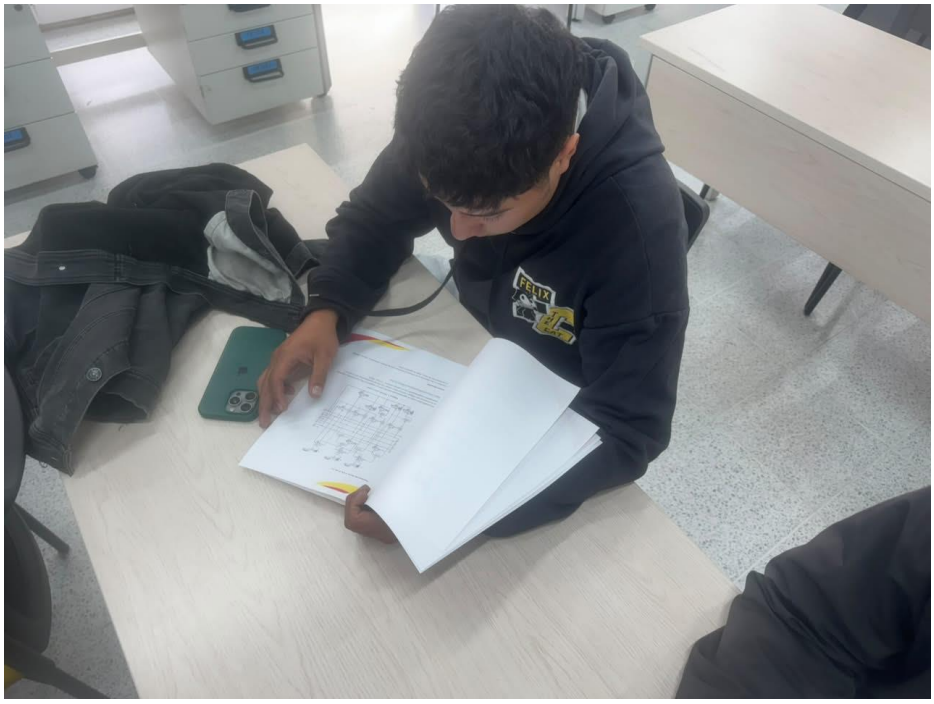









FELIX


FELIX





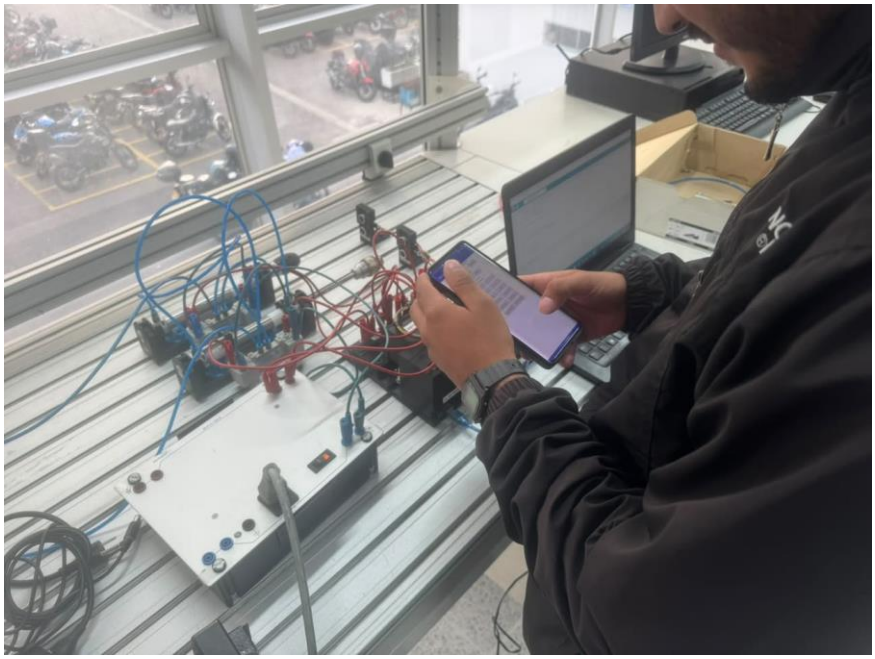


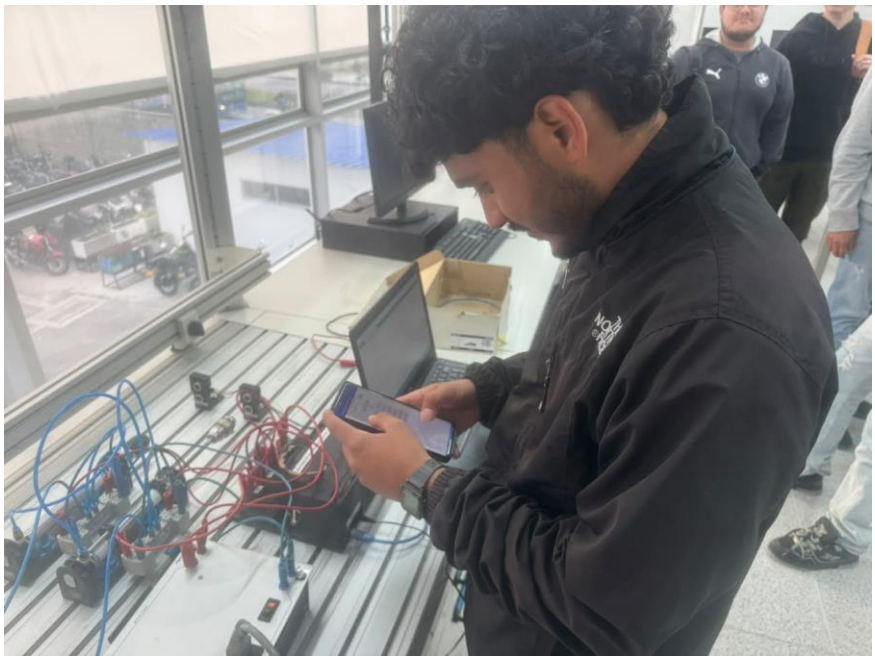


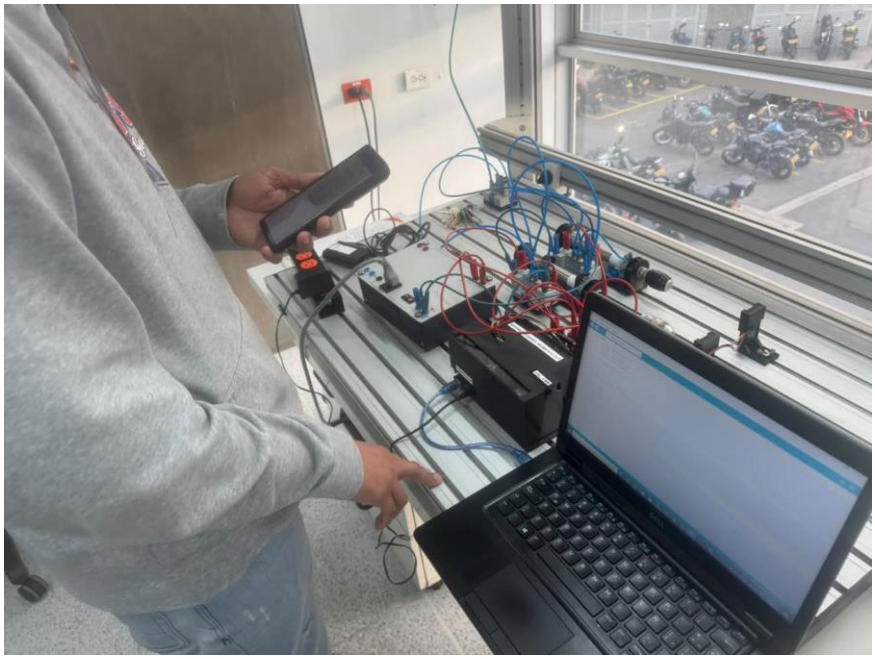




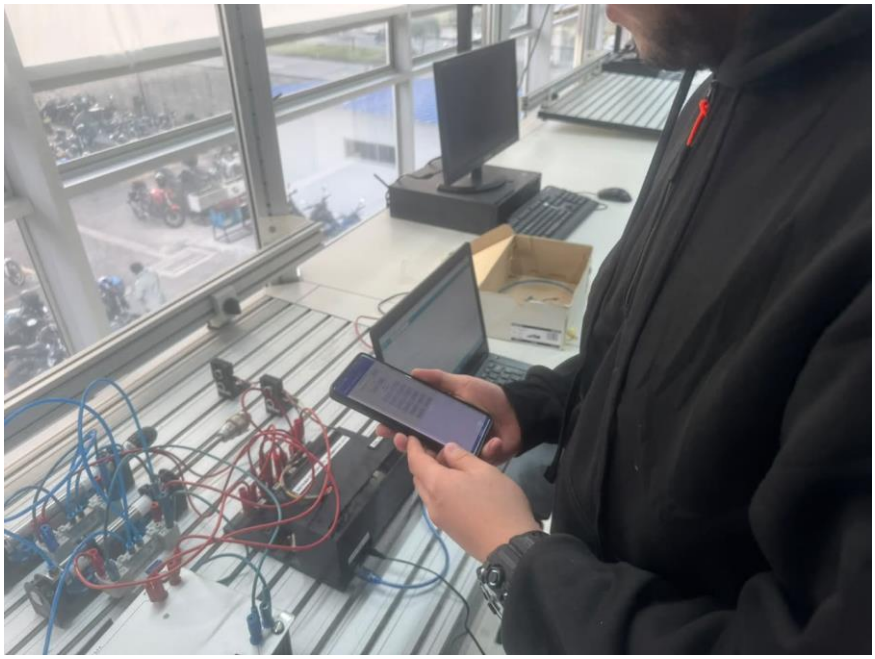






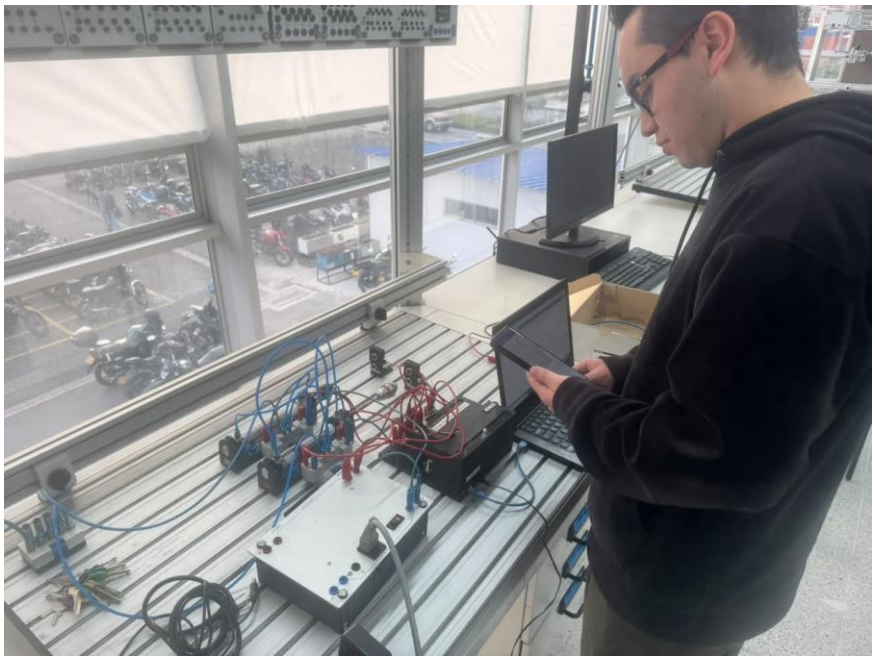


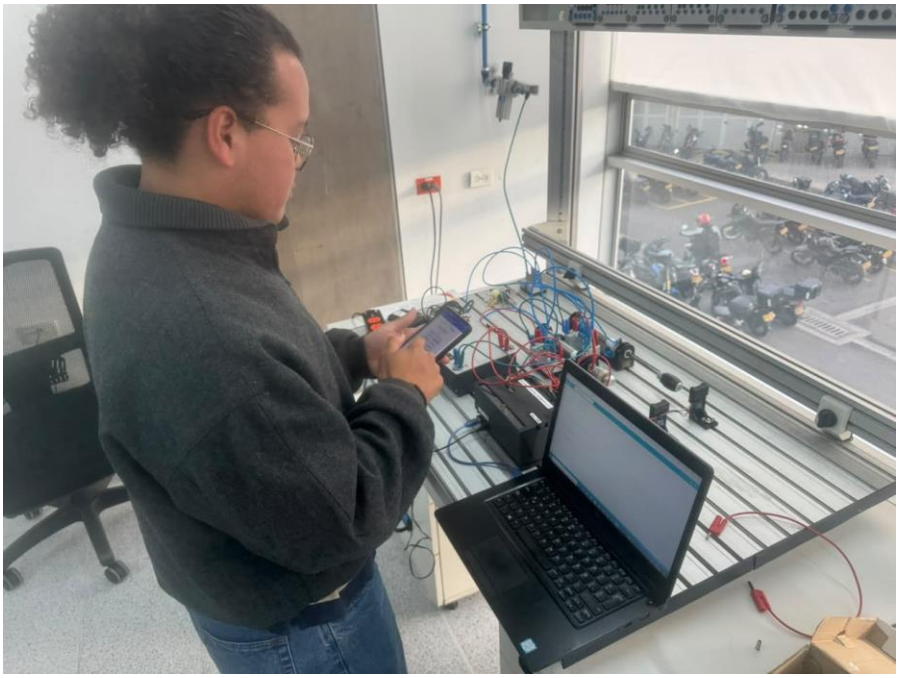


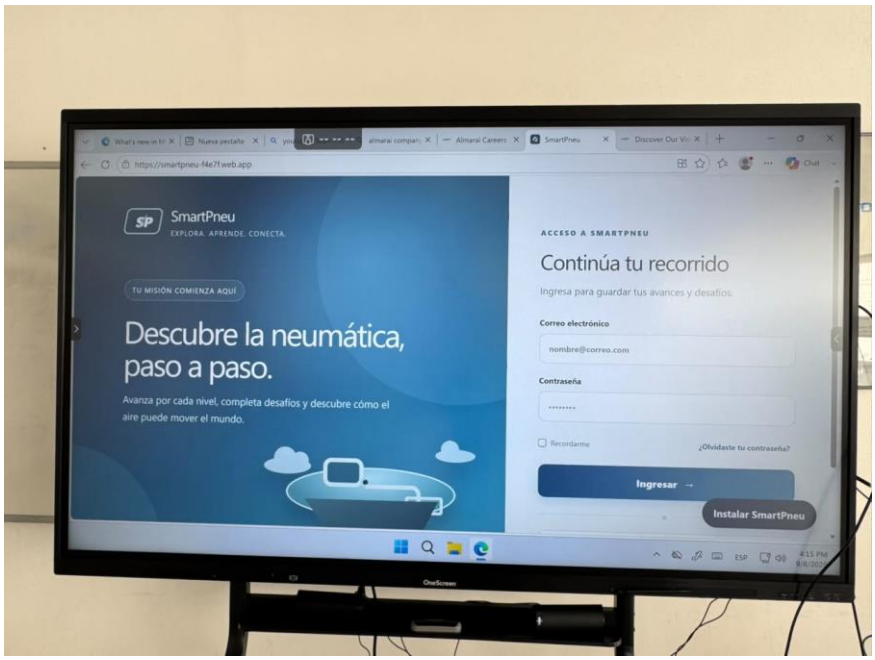


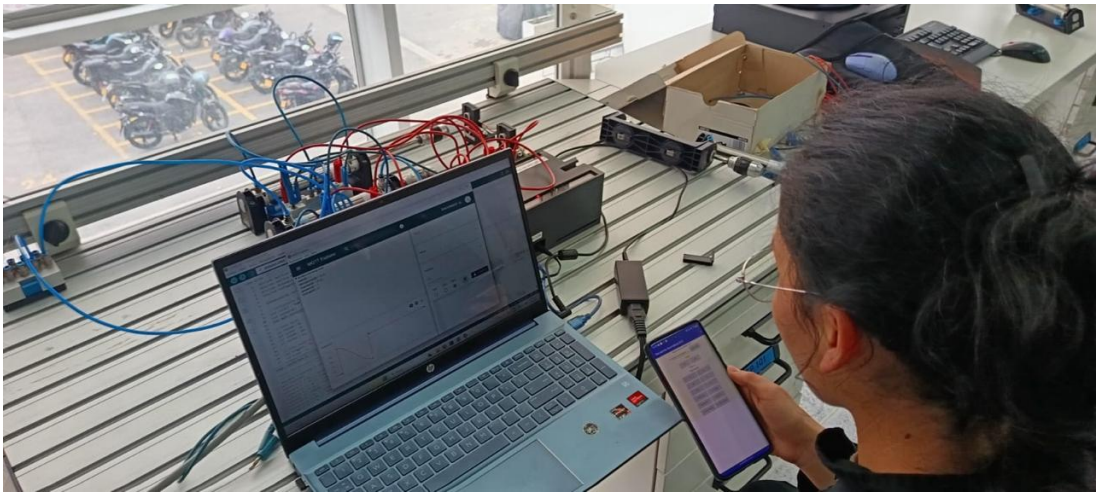


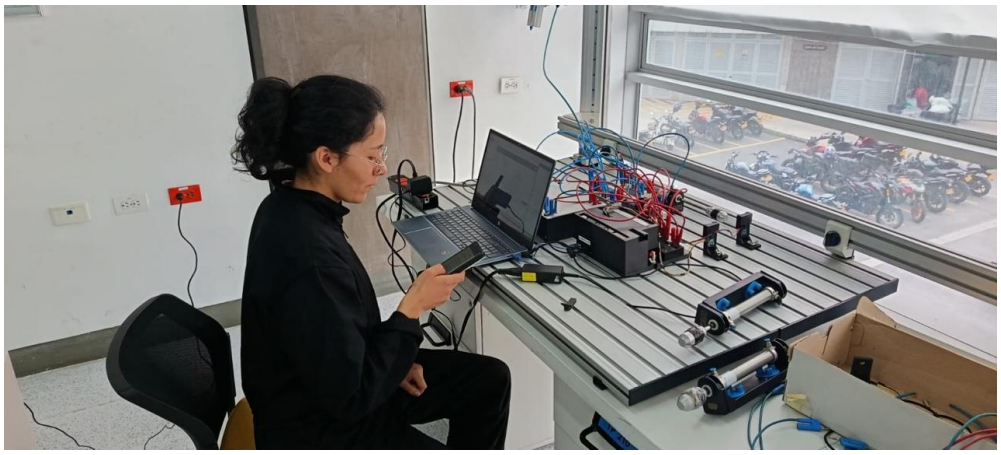

MAJESTIC






SmartPneu
EXPLORA. APRENDE. CONECTA.
TU MISIÓN COMIENZA AQUÍ
Descubre la neumática, paso a paso.
Avanza por cada nivel, completa desafíos y descubre cómo el aire puede mover el mundo.
ACCESO A SMARTPNEU
Continúa tu recorrido
Ingresa para guardar tus avances y desafíos.
Correo electrónico
nombre@correo.com
Contraseña
Recordarme
¿Olvidaste tu contraseña?
Ingresar →
Instalar SmartPneu







10.4 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DESARROLLADOS

PRUEBA DIAGNÓSTICA SOBRE NEUMÁTICA E IoT

Sept 2026

Total: 80 puntos

Información del estudiante

1. Nombre del alumno *

2. Código estudiantil *

La presente prueba tiene como propósito identificar los conocimientos iniciales de los estudiantes sobre los principios básicos de la neumática, los componentes utilizados en los circuitos y la integración de tecnologías IoT en el funcionamiento del banco neumático.

3. ¿Ha realizado anteriormente prácticas en un banco neumático? *

☐ Sí

☐ No

4. Antes de esta actividad, ¿había utilizado algún sistema neumático controlado mediante IoT? *

☐ Sí

☐ No

☐ No estoy seguro(a)

FUNDAMENTOS DE NEUMÁTICA

5. ¿Qué es la neumática? * (5 puntos)

☐ El uso de líquidos para transmitir energía.

☐ El uso del aire comprimido para transmitir y controlar energía.

☐ La generación de energía mediante circuitos eléctricos.

☐ El estudio exclusivo del movimiento de los motores.

6. ¿Cuál es la función principal de un compresor dentro de un sistema neumático? * (5 puntos)

☐ Almacenar señales eléctricas.

☐ Producir y suministrar aire comprimido.

☐ Controlar la conexión a internet.

☐ Medir el desplazamiento de los actuadores.

7. ¿Qué componente convierte la energía del aire comprimido en movimiento lineal? * (5 puntos)

☐ El cilindro neumático.

☐ El sensor ultrasónico.

☐ El relé.

☐ El regulador eléctrico.

8. ¿Cuál es la función de una válvula distribuidora en un circuito neumático? * (5 puntos)

☐ Comprimir el aire del ambiente.

☐ Dirigir el paso del aire hacia los diferentes conductos del circuito.

☐ Establecer la conexión con una red Wi-Fi.

☐ Medir la presión atmosférica.

9. En la representación de una secuencia neumática, ¿qué significa “A+”? * (5 puntos)

☐ El avance del cilindro A.

☐ El retroceso del cilindro A.

☐ La desconexión del cilindro A.

☐ El aumento de la presión del compresor.

10. Antes de modificar las conexiones de un circuito neumático, se debe interrumpir el suministro de aire comprimido. * (5 puntos)

☐ Verdadero

☐ Falso

11. ¿Qué efecto produce la regulación del caudal de aire en un cilindro neumático? * (5 puntos)

☐ Aumenta automáticamente la presión generada por el compresor.

☐ Cambia el sentido del movimiento sin utilizar una válvula distribuidora.

☐ Modifica directamente la fuerza máxima suministrada por el cilindro.

☐ Permite controlar la velocidad de avance o retroceso del vástago.

FUNDAMENTOS DE IoT

12. ¿A qué hace referencia el término Internet de las cosas o IoT? * (5 puntos)

☐ A una red utilizada únicamente para almacenar documentos.

☐ A la conexión de objetos y dispositivos capaces de recopilar o intercambiar información.

☐ A un programa destinado exclusivamente al diseño mecánico.

☐ A un sistema para aumentar la presión del aire.

13. ¿Qué función cumple un módulo ESP-01 en un sistema del banco neumático? * (5 puntos)

☐ Producir aire comprimido.

☐ Permitir la comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi.

☐ Controlar directamente la presión del compresor.

☐ Transformar el aire en movimiento lineal.

14. De los siguientes dispositivos, ¿qué dispositivo se utiliza para ejecutar el programa de control? * (5 puntos)

☐ Válvula reguladora de caudal.

☐ Compresor Kaeser.

☐ Cilindro de doble efecto.

☐ Arduino UNO.

15. ¿Cuál es la función general de un sensor ultrasónico dentro del banco neumático? * (5 puntos)

☐ Almacenar el programa.

☐ Detectar la presión del sistema.

☐ Detectar o medir distancias.

☐ Conectar las mangueras neumáticas.

16. En un sistema IoT, ¿qué elemento permite obtener información del entorno o del funcionamiento de un equipo? * (5 puntos)

☐ Una válvula manual.

☐ Una manguera.

☐ Un compresor.

☐ Un sensor.

17. ¿Cuál es una característica de los dispositivos que forman parte de un sistema IoT? * (5 puntos)

☐ No pueden comunicarse con otros dispositivos.

☐ Pueden recopilar, enviar o recibir información mediante una red.

☐ Solo pueden funcionar cuando son accionados manualmente.

☐ Se utilizan únicamente para almacenar documentos.

COMUNICACIÓN MQTT

18. ¿Qué es MQTT? * (5 puntos)

☐ Una unidad empleada para medir presión.

☐ Un protocolo de comunicación utilizado para intercambiar mensajes entre dispositivos.

☐ Un tipo de cilindro neumático.

☐ Un programa para diseñar piezas mecánicas.

19. ¿Cuál es la función de un broker en una comunicación MQTT? * (5 puntos)

☐ Recibir y distribuir los mensajes entre los dispositivos conectados.

☐ Comprimir el aire que ingresa al sistema.

☐ Accionar mecánicamente los cilindros.

☐ Regular el caudal en las mangueras.

20. ¿Qué representa un topic dentro de MQTT? * (5 puntos)

☐ Una conexión física entre dos mangueras.

☐ Una contraseña utilizada para abrir Arduino IDE.

☐ Un canal identificado mediante un nombre, utilizado para organizar el intercambio de mensajes.

☐ Una posición específica de una válvula neumática.

Sept 2026

Total: 80 puntos

Información del estudiante

1. Nombre del alumno *

2. Código estudiantil *

La presente prueba tiene como propósito identificar los conocimientos alcanzados después de utilizar las ayudas didácticas relacionadas con el manejo del banco neumático controlado mediante IoT.

3. ¿Ha realizado anteriormente prácticas en un banco neumático? *

☐ Sí

☐ No

FUNDAMENTOS DE NEUMÁTICA

4. ¿Qué es la neumática? * (5 puntos)

☐ El uso de líquidos para transmitir energía.

☐ El uso del aire comprimido para transmitir y controlar energía.

☐ La generación de energía mediante circuitos eléctricos.

☐ El estudio exclusivo del movimiento de los motores.

5. ¿Cuál es la función principal de un compresor dentro de un sistema neumático? * (5 puntos)

☐ Almacenar señales eléctricas.

☐ Producir y suministrar aire comprimido.

☐ Controlar la conexión a internet.

☐ Medir el desplazamiento de los actuadores.

6. En un circuito se requiere producir el avance y retroceso de un vástago. ¿Qué componente realiza esta función? * (5 puntos)

☐ El cilindro neumático.

☐ El sensor ultrasónico.

☐ El relé.

☐ El regulador eléctrico.

7. ¿Cuál es la función de una válvula distribuidora en un circuito neumático? * (5 puntos)

☐ Comprimir el aire del ambiente.

☐ Dirigir el paso del aire hacia los diferentes conductos del circuito.

☐ Establecer la conexión con una red Wi-Fi.

☐ Medir la presión atmosférica.

8. Durante el montaje se necesita controlar el recorrido del aire comprimido para producir el avance y el retroceso de un cilindro. ¿Qué componente permite realizar esta función? * (5 puntos)

☐ La válvula distribuidora.

☐ El compresor.

☐ El sensor ultrasónico.

☐ El módulo Wi-Fi.

9. Antes de modificar las conexiones de un circuito neumático, se debe interrumpir el suministro de aire comprimido. * (5 puntos)

☐ Verdadero

☐ Falso

10. Durante el funcionamiento del circuito se observa que el vástago del cilindro avanza demasiado rápido. ¿Qué acción permitiría disminuir su velocidad? * (5 puntos)

☐ Aumentar la presión suministrada por el compresor.

☐ Regular el caudal de aire que circula hacia el cilindro.

☐ Cambiar la conexión inalámbrica del sistema.

☐ Sustituir la válvula por un sensor ultrasónico.

FUNDAMENTOS DE IoT

11. ¿A qué hace referencia el término Internet de las cosas o IoT? * (5 puntos)

☐ A una red utilizada únicamente para almacenar documentos.

☐ A la conexión de objetos y dispositivos capaces de recopilar o intercambiar información.

☐ A un programa destinado exclusivamente al diseño mecánico.

☐ A un sistema para aumentar la presión del aire.

12. El Arduino del sistema necesita conectarse a una red Wi-Fi para intercambiar información. ¿Qué componente permite establecer esta comunicación inalámbrica? * (5 puntos)

☐ El módulo ESP-01.

☐ El cilindro neumático.

☐ La válvula distribuidora.

☐ El compresor.

13. De los siguientes dispositivos, ¿qué dispositivo se utiliza para ejecutar el programa de control? * (5 puntos)

☐ Válvula reguladora de caudal.

☐ Compresor Kaeser.

☐ Cilindro de doble efecto.

☐ Arduino UNO.

14. El sistema necesita reconocer la posición de los cilindros mediante la distancia detectada durante su movimiento. ¿Qué componente permite obtener esta información? * (5 puntos)

☐ El relé.

☐ El sensor ultrasónico.

☐ El compresor.

☐ El Arduino UNO.

15. En un sistema IoT, ¿qué elemento permite obtener información del entorno o del funcionamiento de un equipo? * (5 puntos)

☐ Una válvula manual.

☐ Una manguera.

☐ Un compresor.

☐ Un sensor.

16. ¿Cuál es una característica de los dispositivos que forman parte de un sistema IoT? * (5 puntos)

☐ No pueden comunicarse con otros dispositivos.

☐ Pueden recopilar, enviar o recibir información mediante una red.

☐ Solo pueden funcionar cuando son accionados manualmente.

☐ Se utilizan únicamente para almacenar documentos.

COMUNICACIÓN MQTT

17. ¿Qué es MQTT? * (5 puntos)

☐ Una unidad empleada para medir presión.

☐ Un protocolo de comunicación utilizado para intercambiar mensajes entre dispositivos.

☐ Un tipo de cilindro neumático.

☐ Un programa para diseñar piezas mecánicas.

18. Durante la comunicación MQTT, un dispositivo publica un mensaje que debe ser recibido por los dispositivos suscritos. ¿Qué elemento se encarga de recibirlo y distribuirlo? * (5 puntos)

☐ El sensor ultrasónico.

☐ El broker.

☐ El código de programación.

☐ El topic secuenciaUD.

19. ¿Qué representa un topic dentro de MQTT? * (5 puntos)

☐ Una conexión física entre dos mangueras.

☐ Una contraseña utilizada para abrir Arduino IDE.

☐ Un canal identificado mediante un nombre, utilizado para organizar el intercambio de mensajes.

☐ Una posición específica de una válvula neumática.

ENCUESTA FINAL DE PERCEPCIÓN SOBRE LAS AYUDAS DIDÁCTICAS

Sept 2026

Información del estudiante

1. Nombre del alumno *

2. Código estudiantil *

Esta encuesta busca conocer su percepción sobre las ayudas didácticas utilizadas. Responda con sinceridad según su experiencia; no existen respuestas correctas o incorrectas.

COMPRENSIÓN PERCIBIDA

3. Por favor, marque la opción que mejor describa su opinión *

Opciones de respuesta:

- ☐ Completamente en desacuerdo
- ☐ Algo en desacuerdo
- ☐ Neutral
- ☐ Algo de acuerdo
- ☐ Completamente de acuerdo

1. Las ayudas didácticas me permitieron comprender la relación entre la neumática y el IoT.

2. Comprendí el funcionamiento general de la comunicación mediante MQTT.

3. Después de desarrollar las actividades, comprendo mejor la función de los principales componentes neumáticos y electroneumáticos.

4. Comprendí la función que cumplen el Arduino UNO, el módulo ESP-01 y los sensores dentro del sistema.

5. Comprendí la función del broker y de los topics dentro de la comunicación MQTT.

6. Las ayudas didácticas facilitaron mi comprensión de los fundamentos de la neumática.

AUTONOMÍA

Valore su nivel de autonomía durante el desarrollo de las actividades, teniendo en cuenta su capacidad para seguir las instrucciones, consultar los recursos y completar los procedimientos con poca o ninguna ayuda externa.

4. Por favor, marque la opción que mejor describa su opinión *

Opciones de respuesta:

☐ Completamente en desacuerdo

☐ Algo en desacuerdo

☐ Neutral

☐ Algo de acuerdo

☐ Completamente de acuerdo

1. Pude realizar el montaje neumático con poca o ninguna ayuda externa.

2. Cuando se presentó alguna dificultad, consulté los recursos disponibles antes de solicitar ayuda.

3. Después de esta experiencia, considero que podría repetir el procedimiento con mayor autonomía.

4. Pude identificar los elementos necesarios para desarrollar las actividades.

5. Pude desarrollar la conexión y puesta en marcha del sistema IoT siguiendo las ayudas didácticas.

6. Las ayudas didácticas me permitieron avanzar a mi propio ritmo.

7. Pude seguir las instrucciones de las guías sin necesitar explicaciones constantes.

DESARROLLO DE COMPETENCIAS PRÁCTICAS

Indique en qué medida las actividades y las ayudas didácticas contribuyeron al fortalecimiento de sus habilidades para realizar el montaje, la conexión, la puesta en marcha y la verificación del sistema.

5. Por favor, marque la opción que mejor describa su opinión *

Opciones de respuesta:

☐ Completamente en desacuerdo

☐ Algo en desacuerdo

☐ Neutral

☐ Algo de acuerdo

☐ Completamente de acuerdo

1. Fortalecí mi capacidad para realizar el montaje de un circuito neumático.

2. Fortalecí mi capacidad para verificar el funcionamiento del banco neumático controlado mediante IoT.

3. Las actividades me ayudaron a reconocer posibles errores de montaje o conexión.

4. Mejoré mi capacidad para interpretar las secuencias de movimiento de los cilindros.

5. Mejoré mi capacidad para establecer la comunicación entre los dispositivos del sistema.

6. Me siento mejor preparado para aplicar estos conocimientos en futuras prácticas.

7. Fortalecí mi capacidad para identificar los componentes neumáticos y electroneumáticos.

VALORACIÓN DE LOS RECURSOS

Valore la utilidad, claridad y facilidad de uso de las diferentes ayudas didácticas consultadas durante el desarrollo de las actividades.

6. ¿Cuál de las ayudas didácticas contribuyó más a su aprendizaje? *

☐ Guías teóricas.

☐ Guías procedimentales.

☐ Guías prácticas de montaje y puesta en marcha.

☐ Infografías.

☐ Videos cortos.

☐ Cuestionarios interactivos.

☐ Aplicación SmartPneu.

☐ Contenidos organizados en Moodle.

☐ Todas contribuyeron de manera similar.

7. Por favor, marque la opción que mejor describa su opinión *

Opciones de respuesta:

☐ Completamente en desacuerdo

☐ Algo en desacuerdo

☐ Neutral

☐ Algo de acuerdo

☐ Completamente de acuerdo

1. Las imágenes y los recursos visuales facilitaron la comprensión.

2. Los recursos fueron fáciles de consultar durante la práctica.

3. En general, las ayudas didácticas contribuyeron favorablemente a mi aprendizaje.

4. Los contenidos siguieron un orden adecuado.

5. Las instrucciones fueron suficientes para desarrollar las actividades.

6. Las diferentes ayudas didácticas se complementaron adecuadamente.

7. La información presentada fue clara y comprensible.

10.5 RECURSOS DIGITALES COMPLEMENTARIOS

10.5.1 MOODLE

Figura 10. Página principal de Moodle

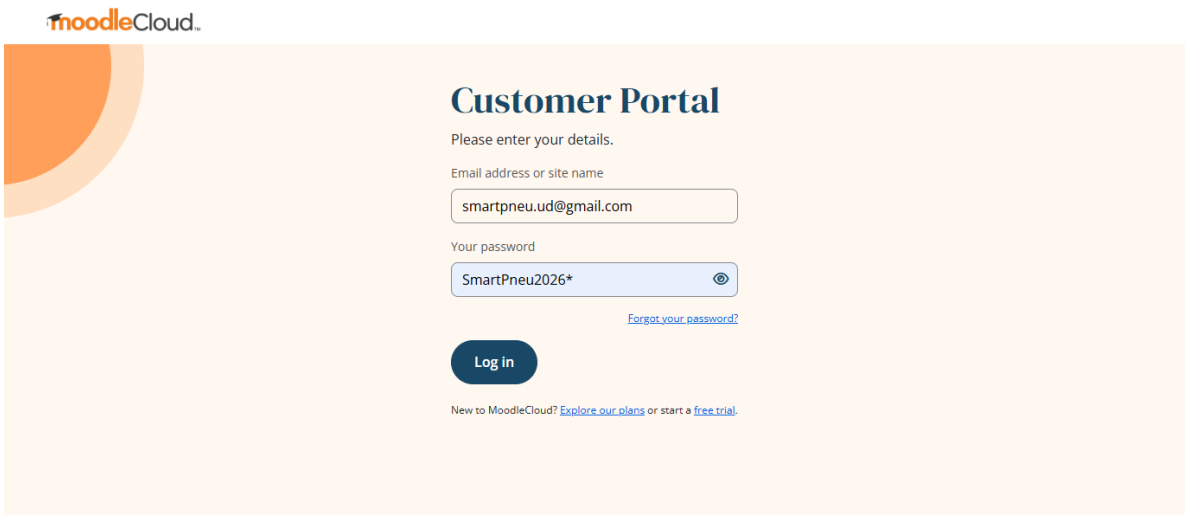


Figura 11. moodle

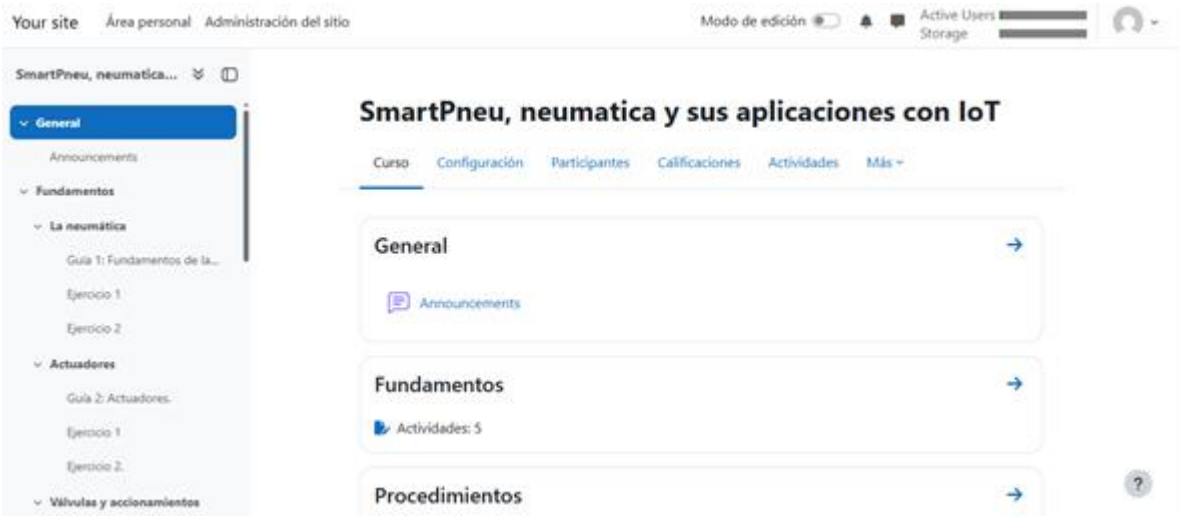


Figura 12. Apartado de fundamentos

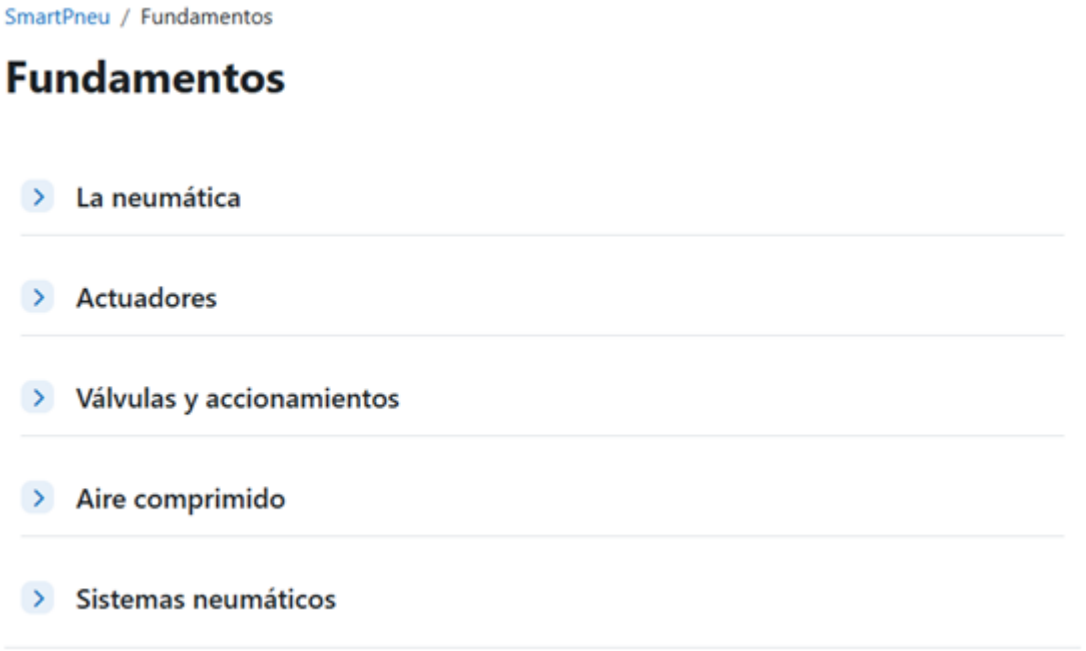


Figura 13. Subsección de neumática.

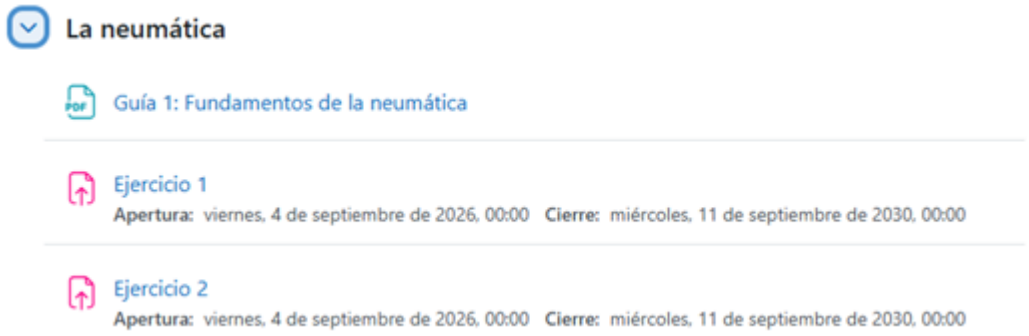


Figura 14. Subsección de actuadores.



Figura 15. Subsección de válvulas y accionamientos



Figura 16. Subsección de aire comprimido



Figura 17. Subsección de sistemas neumáticos



Figura 18. Sección de procedimientos

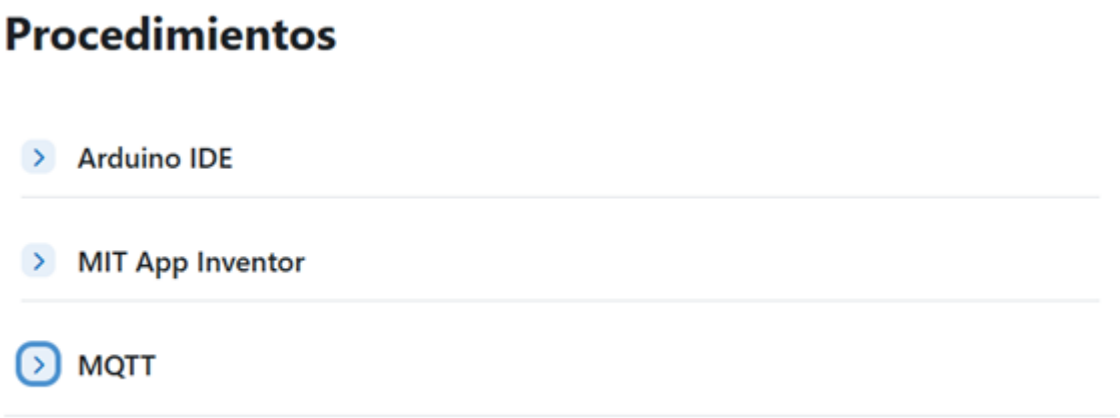


Figura 19. Subsección de Arduino IDE



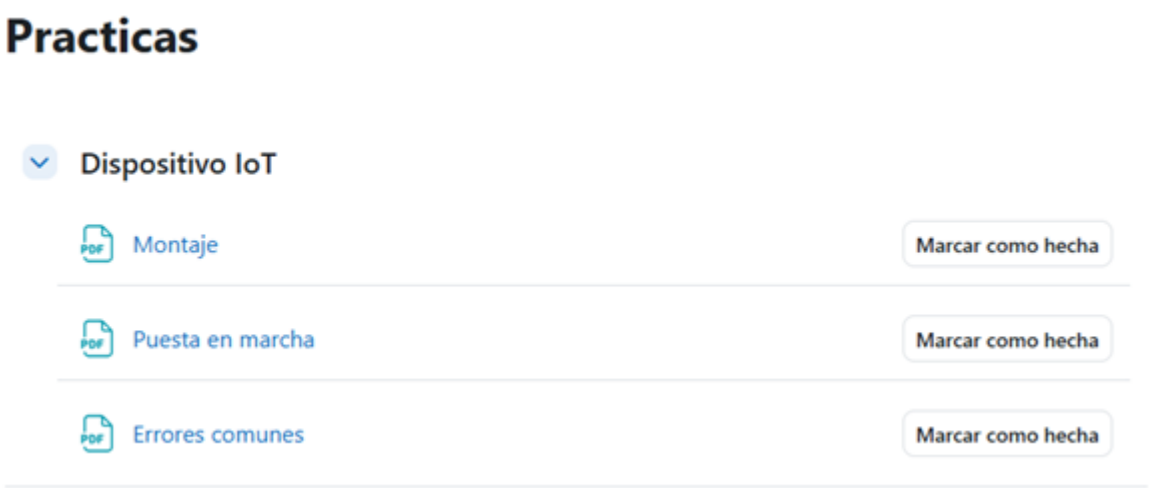
Figura 20. Subsección de Mit App Inventor.



Figura 21. Subsección MQTT.



Figura 22. Sección de Dispositivo IoT.



10.5.2 SMARTPNEU

Figura 23. Acceso aplicación

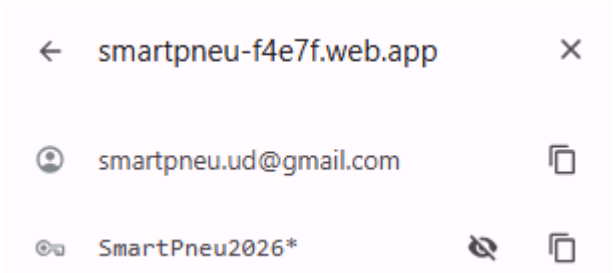


Figura 24. Página principal

