



recomendado
para
**segundo ciclo
de enseñanza
secundaria**

Klaus Trimborn, Dipl.-Ing. Claas Niehues, Micaela Krieger-Hauwede

STEM Coding Ultimate

Descubrir la robótica, la IA y la tecnología moderna de una forma realista y práctica

Klett MEX

fischertechnik 

STEM Coding Ultimate



2 – 4 alumnos



224 piezas incl. bolsa de repuestos
y bandeja de fácil almacenamiento



**10 modelos con 13 unidades de aprendizaje y
más de 96 horas de material didáctico**



Incl. controlador TXT 4.0, 2 motores con codificador, 2 pulsadores mini, 5 LED,
fototransistor, resistencia NTC, sensor de pista, sensor de ultrasonido,
cámara USB, batería de 9 V con conexión de carga USB-C y cable de carga



Aquí podrá encontrar aún más información, guías de inicio y
tutoriales en vídeo:

→ www.fischertechnik.de/es/stem-coding-ultimate



Todas las tareas e instrucciones de construcción están incluidas
en la **aplicación «STEM Suite» de fischertechnik**.

Solo tiene que descargar la aplicación gratuita y comenzar.

La aplicación está disponible para iOS, Android, Windows y macOS.

○ INFORMACIÓN LEGAL

fischertechnik 

→ www.fischertechnik.de/escuelas

Klett MEX

→ www.klett-mex.de

Gestión del proyecto: Tobias Schlipf, Ann-Christin Walker,
fischertechnik GmbH

Implementación: Tanja Zunder, Klett MEX GmbH

Autores: Klaus Trimborn, Dipl.-Ing. Claas Niehues,
Micaela Krieger-Hauwede

Edición: Micaela Krieger-Hauwede, Leipzig

Diseño: Tanja Bregulla, Orangepixel

Concepto didáctico, asesoramiento educativo: Klett MEX GmbH

© fischertechnik GmbH, Waldachtal y Klett MEX GmbH, Stuttgart

Información para docentes 4

MODELO 1

Unidad de aprendizaje 1  

Sensores analógicos

¿Coinciden los parámetros? 8

MODELO 2

Unidad de aprendizaje 2  

Bomba de inyección

¡Todo depende de la dosis! 13

MODELO 3

Unidad de aprendizaje 3  


Modelo de puerta

¿Acceso permitido? 18

MODELOS 4 y 5

Unidad de aprendizaje 4  

Unidad de aprendizaje 5  


Unidad de aprendizaje 6  



Aparcamiento 1-3

¿Está lleno el aparcamiento? 24

MODELOS 6 y 7

Unidad de aprendizaje 7  

Unidad de aprendizaje 8  

Unidad de aprendizaje 9 (IA)  

Control de semáforos 1-3



¿Fluye el tráfico? 31

MODELOS 8 a 10

Unidad de aprendizaje 10  

Unidad de aprendizaje 11  

Unidad de aprendizaje 12  

Unidad de aprendizaje 13 (IA)  

Vehículo de transporte sin conductor 1-4

Circular por la pista con seguridad 41

¿Dónde se monta qué?

Actuadores y sensores 54

SIGNIFICADO DE LOS ICONOS

Nivel de dificultad del modelo:

 fácil

 intermedio

 difícil

Nivel de dificultad de la programación:


 fácil

 intermedio

 difícil

Lección:

 con la aplicación

 sin la aplicación

Información para docentes

STEM Coding Ultimate

Construcción y programación orientadas a la práctica y a la resolución de problemas en el segundo ciclo de educación secundaria, explicadas gráficamente.

- Realización de las tareas diarias de tecnología de la información y robótica
- Competencias orientadas según el modelo 4C: Creatividad, Colaboración, Comunicación y pensamiento Crítico
- Programación en Blockly y Python con un controlador TXT 4.0 de múltiples aplicaciones
- 224 piezas, incl. bolsa de repuestos y bandeja de fácil almacenamiento



Material didáctico
para más de 96 clases



Número de alumnos
2 – 4 por kit



Tiempo necesario
Todas las tareas básicas se pueden completar en 2–4 lecciones dobles.



Número de modelos
10 (con 13 unidades de aprendizaje)



Objetivos de aprendizaje

- Ampliar los conocimientos básicos de informática y robótica
- Comprender cómo funcionan los actuadores y sensores complejos
- Adquirir conocimientos básicos sobre redes neuronales y programación de IA



Edad objetivo

Segundo ciclo de enseñanza secundaria

MATERIAL DIDÁCTICO

Competencias digitales y una comprensión básica de la programación más compleja forman parte ahora de los conocimientos avanzados que los alumnos deben adquirir en el segundo ciclo de enseñanza secundaria. Con STEM Coding Ultimate, estos conocimientos avanzados se pueden adquirir utilizando ejemplos cotidianos motivadores y preparados de forma didáctica.

Empezando con una tarea básica sencilla, los alumnos aprenden a realizar retos de circuitos más complejos y tareas de programación de forma autónoma, guiados por una aplicación. Las dos tareas básicas **Aparcamiento 1: barrera del aparcamiento** y **Control de se-**

máforos 1: semáforo pueden ampliarse de forma flexible tanto con las tareas de grupo **Aparcamiento 2: entrada y salida** y **Control de semáforos 2: cruce** como con las exigentes tareas de programación **Aparcamiento 3: reconocimiento de matrículas** y **Control de semáforos 3: control de fases con IA**.

Cuatro unidades de aprendizaje sobre tres modelos de vehículos permiten abordar específicamente cuestiones sobre el tema de la conducción autónoma en función del nivel de rendimiento de los alumnos (entrenamiento de conducción simple, control digital o analógico de un vehículo de transporte sin conductor, seguimiento de

línea asistido por IA mediante una red neuronal).

Las diferentes unidades de aprendizaje de STEM Coding Ultimate abordan las siguientes cuestiones: ¿Cómo se aprende a equipar un controlador TXT 4.0 de múltiples aplicaciones con sensores y actuadores? ¿Cómo se acoplan varios controladores TXT 4.0 para solucionar tareas complejas? ¿Cómo se implementa una bomba de inyección automática para la dosificación precisa de medicamentos? ¿Cómo se programa una puerta de acceso automática controlada por sensores? ¿Cómo se amplía una barrera de aparca-

miento simple para convertirla en un sistema de aparcamiento con entrada y salida separadas en un trabajo de grupo? ¿Cómo se implementa el reconocimiento de matrículas con cálculo automático del precio del aparcamiento? ¿Cómo funciona el control de un sistema sencillo de señales luminosas? ¿Cómo se coordinan dos sistemas de señales luminosas en un cruce? ¿Cuáles son los principios básicos de la conducción autónoma? ¿Qué sensores se utilizan para ello? ¿Cómo pueden emplearse las redes neuronales y la IA en el control de semáforos y la conducción autónoma?

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Utilizando diez modelos relacionados con la vida cotidiana y unidades de aprendizaje que se pueden hacer de forma independiente, los alumnos aprenden a llevar a cabo tareas apasionantes del campo de la informática en pequeños pasos y centrándose en la resolución de problemas. Dos de los modelos pueden ampliarse en tareas de grupo que permiten adquirir conocimientos básicos sobre el acoplamiento de dos controladores TXT 4.0. Además, dos de los modelos ofrecen unidades de aprendizaje para el empleo de redes neu-

ronales e IA. Con la ayuda de un controlador TXT 4.0 de múltiples aplicaciones, una serie de prácticos sensores y actuadores, una aplicación intuitiva y componentes de fischertechnik de alta calidad funcional, los alumnos del segundo ciclo de secundaria podrán resolver tareas que conocen de su propio entorno. A través del enfoque de aprendizaje orientado a la práctica y a la resolución de problemas, los alumnos desarrollarán habilidades profesionales, metodológicas, personales y sociales en diferentes niveles.

ESTRUCTURA DEL PLAN EDUCATIVO

La estructura del plan educativo y de estudio básico se basa en el marco de referencia común alemán para las ciencias naturales, la informática y la tecnología (GeRRT). Esto constituye la base para la comparabilidad transfronteriza de las competencias técnicas y de informática, así como para el desarrollo de planes de estudio apropiados, la preparación de libros de texto, el diseño de materiales didácticos escolares o el desarrollo de conceptos de enseñanza y aprendizaje extracurriculares.

El marco de referencia común se divide en cinco áreas de competencia. Los proyectos se basan en estas cinco áreas.



Comprender la tecnología:

- Analizar y registrar un sistema técnico complejo de manera funcional, jerárquica y estructural.
- Usar un ejemplo simple para ver que cada desarrollo de la tecnología y cada uso de la tecnología tienen consecuencias para la sociedad.

Utilizar la tecnología:

- Seleccionar un sistema técnico cotidiano en función de los criterios técnicos pertinentes.
- Si es necesario, analizar correctamente el mal funcionamiento del sistema técnico e identificar e implementar las posibles medidas de acción para resolver el problema.

Desarrollar la tecnología:

- Dividir un problema técnico en subproblemas mediante el análisis de las necesidades y el análisis de la situación y evaluar las soluciones técnicas de los subproblemas.
- Desarrollar o perfeccionar soluciones propias adecuadas para los subproblemas, también sobre la base de las soluciones existentes.
- Desarrollar planes para las soluciones parciales adaptando planes existentes o desarrollando soluciones parciales propias utilizando herramientas digitales.
- Utilizar las soluciones parciales para implementar la solución global utilizando las herramientas, dispositivos, materiales y máquinas necesarios (también digitales).

Evaluar la tecnología:

- Evaluar una situación técnica simple de acuerdo con criterios individuales.

Comunicar la tecnología:

- Realizar representaciones y evaluaciones del sistema técnico de forma específica.
- Leer y comprender una descripción técnica y las instrucciones del sistema de forma hablada o en imágenes.
- Describir el sistema técnico con descripciones técnicas normalizadas, así como soluciones técnicas propias utilizando un lenguaje técnico en función del destinatario.

○ PRINCIPALES OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Realizar tareas cotidianas con tecnología de la información y robótica.
- Transferir los conceptos de modelización a las aplicaciones cotidianas.
- Practicar y profundizar en el trabajo por proyectos y en grupo.
- Desarrollar habilidades profesionales, metodológicas, personales y sociales.
- Conocer las secuencias de programación y las estructuras informáticas complejas.
- Aprender la programación en Blockly o Python para un controlador TXT 4.0 de múltiples aplicaciones.
- Comprender y aplicar las funcionalidades y las interconexiones de los actuadores y sensores.
- Orientar a los alumnos hacia los campos de las matemáticas, las ciencias naturales y la tecnología (de la información).

○ INFORMACIÓN PARA TRABAJAR CON LOS MATERIALES

Las técnicas básicas de trabajo y conexión de fischertechnik, así como el funcionamiento y la estructura de un programa, se repiten en la primera unidad de aprendizaje introductoria sobre sensores analógicos. Hay disponibles trece unidades de aprendizaje para diez modelos. Tres de las unidades de aprendizaje pueden ampliarse en tareas de grupo o tareas de programación complejas. Los materiales también se pueden usar para implementar soluciones propias a tareas cotidianas. Para todos los modelos se facilita información sobre la aplicación, los medios, las formas de organización o la actividad de ampliación de conocimientos.

Los materiales para docentes están estructurados siguiendo el patrón general indicado a continuación:

- preguntas clave sobre el tema,
- presentación de la idea de la lección,
- descripción de la tarea,
- referencia cotidiana,
- referencia de la asignatura como parte del plan de estudios,
- plan de lecciones, en su caso dividido en unidades de aprendizaje que se complementan unas a otras,
- información metodológica y didáctica con opciones de actividad de ampliación de conocimientos y aspectos motivadores,
- habilidades de programación,
- información sobre materiales adicionales,
- descripciones funcionales de los diferentes modelos y
- listas de materiales.



Aquí podrá encontrar aún más información, guías de inicio y tutoriales en vídeo:
→ www.fischertechnik.de/es/stem-coding-ultimate

Las tareas de los alumnos también están estructuradas siguiendo un patrón repetitivo:

- la narración como introducción,
- tareas de introducción y profundización en el tema,
- fase de diseño y construcción del proyecto,
- instrucciones para transferir el código del programa al controlador TXT 4.0,
- desarrollo y explicación exhaustivos del código del programa,
- en paralelo, puesta en marcha del modelo paso a paso,
- asistencia para la resolución de problemas,
- opciones de actividad de ampliación de conocimientos y
- una sección con información sobre temas relacionados o curiosidades sobre la finalización del proyecto.

○ INFORMACIÓN PARA TRABAJAR CON LA APLICACIÓN

Todas las tareas e instrucciones de construcción están incluidas en la aplicación «STEM Suite» de fischertechnik.

Solo tiene que descargar la aplicación gratuita y comenzar. La aplicación está disponible para iOS, Android, Windows y macOS.

Los proyectos y las tareas de la aplicación serán completados de forma independiente por los alumnos siguiendo el patrón indicado anteriormente. Las tareas y soluciones se ofrecen de tal manera que todos los alumnos obtengan un resultado satisfactorio (modelo) y obtengan una sensación de éxito.

Sensores analógicos

¿Coinciden los parámetros?



PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Cómo se miden resistencias, temperaturas y distancias utilizando sensores? (*comunicación e información*)
- ¿Qué sensores son adecuados para supervisar la producción? (*colaboración*)
- ¿En qué condiciones el sistema debe informar de divergencias con respecto a la norma? (*pensamiento crítico*)
- ¿Qué hay que tener en cuenta para que los sensores puedan utilizarse en diferentes escenarios de aplicación y el sistema sea lo más robusto posible? (*creatividad*)

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11–13

Tiempo necesario: 2 lecciones dobles (ampliable hasta 3 lecciones dobles)

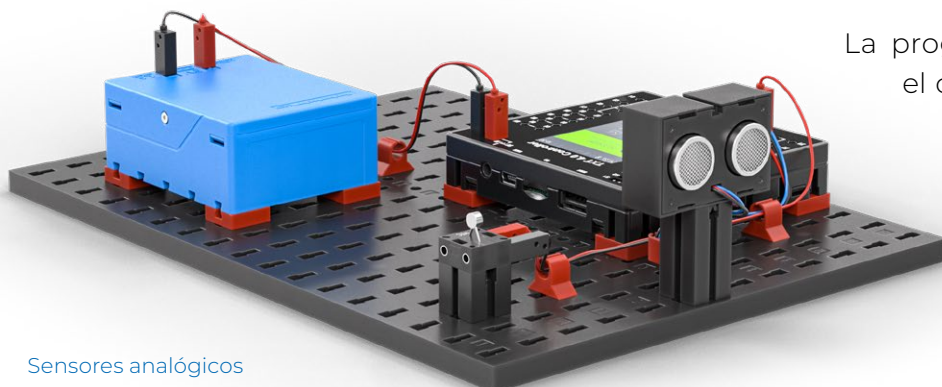
Nivel de dificultad: Modelo

Programación

Tipo de modelo: Modelo de mesa con sensores analógicos

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA

Los alumnos planifican e implementan un modelo de ensayo para los experimentos con sensores analógicos. A partir de una lectura de resistencia sencilla en el test de interfaces, desarrollan una indicación gráfica propia en la pantalla del controlador TXT 4.0 y miden la resistencia y la temperatura.



La programación se amplía con el cálculo y la visualización de códigos de color (de tres o cuatro cifras, actividad de ampliación de conocimientos 1 y 2) para resistencias de película.

Sensores analógicos

○ REFERENCIA COTIDIANA

Los alumnos conocen las mediciones de resistencias y temperaturas tanto de la asignatura de ciencias naturales como de su día a día.

Es sobre todo la integración en un contexto de aplicación realista la que presenta un valor de motivación más alto.

El tema podría integrarse en la orientación preprofesional con respecto a los campos profesionales relacionados con las tecnologías de la información. El registro automático de variables físicas se utiliza en muchos ámbitos. En concreto, el calentamiento o llenado automático se utiliza no solo en la industria, sino también en gran medida en el entorno doméstico.

○ CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones, indicaciones gráficas
Física:	Resistencia en el circuito eléctrico, temperaturas, mediciones de recorridos
Tecnología:	Construcción estable, tecnología de construcción
Matemáticas:	Cálculo de términos, calcular con unidades

○ PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar cuáles son las principales características de aseguramiento de la calidad en el llenado y la producción de aditivos.
- Preguntar acerca de magnitudes de medida y escenarios en los que se utilizan sistemas de llenado con medición automática.
- Debatir las posibles aplicaciones de los escenarios recopilados (por ejemplo, cafetera, robot de cocina, lavavajillas).
- Determinar los requisitos del modelo de ensayo.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y la función que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.

	Trabajo en pareja o individual	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente. • Los alumnos definirán funciones lógicas de una medición utilizando los sensores conectados al controlador TXT 4.0. • Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de requisitos para el ensayo que deben realizar.
	Opcionalmente: Trabajo en pareja o en grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos esbozarán los posibles modelos de la medición con los sensores (resistencias, sensor de ultrasonido). • Los alumnos debatirán los resultados en el grupo y decidirán el diseño.
Fase de diseño		
	Trabajo en pareja o individual	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos utilizarán la aplicación para el modelo de ensayo. La aplicación les guiará paso a paso por el proceso de construcción.
Fase de programación		
	Trabajo en pareja o individual	<ul style="list-style-type: none"> • Los alumnos escribirán el programa para las mediciones que deben realizarse con el modelo de ensayo. La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando; se ofrece ayuda en la aplicación. • El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.
Fase de experimentación y prueba		
	Trabajo en pareja o en grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Se pondrá en funcionamiento el sistema. • Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional. • Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación. • Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.
Fase de finalización		
	Opcionalmente: Presentación y asignación de las actividades de ampliación de conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> • El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos. En este proceso de presentará la representación gráfica de la codificación cromática de resistencias. • La aplicación ofrece ideas concretas para los alumnos interesados, entre ellas la indicación de códigos de color de tres o cuatro cifras en la pantalla del controlador TXT 4.0.
	Debate en conjunto	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del proyecto en el conjunto de la clase. • Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

Dependiendo de la duración de la serie de lecciones y de la capacidad de los alumnos, es posible

- presentar el resultado de la medición de resistencia no solo en forma de número, sino también en una escala y en forma de código de color de tres o cuatro cifras,
- transformar el modelo de ensayo para poder medir la temperatura de determinados objetos,
- modificar el modelo de ensayo para poder medir y visualizar niveles de llenado de vasos en el ensayo de llenado.

Aspectos motivadores

Todos los alumnos están familiarizados en su vida diaria con el tema del «llenado automático» y la «supervisión de calidad». En muchos hogares, las cafeteras y lavadoras forman parte de la vida cotidiana desde hace tiempo, junto con otras muchas aplicaciones inteligentes. Los robots de cocina que cocinan de forma parcialmente autónoma se utilizan cada vez con más frecuencia en la preparación de comidas.



○ CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Integración de sensores
- Programación de la indicación en la pantalla del controlador TXT 4.0
- Bucle **repetir mientras (repeat while)**
- Comando **esperar (wait)**
- Utilización de variables y su modificación
- Manejo de subrutinas

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

○ MATERIALES ADICIONALES

- Medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

—○ CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Medición de resistencias	Medición de la conductividad (criterio de calidad) del aditivo
Medición de temperaturas	Supervisión de la temperatura de llenado
Medición de distancias	Supervisión de las cantidades de llenado
Opciones de actividad de ampliación de conocimientos para una lección ampliada	<ul style="list-style-type: none"> • Complementar la indicación de cifras con una indicación de escala • Integrar códigos de color u otros tipos de resistencias • Emitir una alarma en caso de temperatura insuficiente o excesiva • Medir distancias y calcular la diferencia (mínimo – máximo)

—○ LISTA DE MATERIALES

Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	Conexión/inicio de la medición/ parada de la medición
1 resistencia NTC	Medición de resistencia, cálculo de temperatura
1 sensor de ultrasonido	Medición de distancia
Actuadores	Función
1 pantalla del controlador TXT 4.0	Visualización de los resultados de la medición (en forma de cifras o gráfico)

MODELO 2

Bomba de inyección

¡Todo depende de la dosis!









PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Dónde puede utilizarse una bomba de inyección médica automática en la vida cotidiana? (*comunicación*)
- ¿Qué funciones debe cumplir el controlador de la bomba de inyección? (*colaboración*)
- ¿En qué condiciones el sistema debe mover la aguja? (*pensamiento crítico*)
- ¿Qué hay que tener en cuenta para que el controlador pueda utilizarse en diferentes lugares y el sistema sea lo más robusto posible? (*creatividad*)

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11–13

Tiempo necesario: 3 lecciones dobles (ampliable hasta 6 lecciones dobles)

Nivel de dificultad: Modelo   
Programación   

Tipo de modelo: Modelo de mesa para bombas de inyección

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA

Los alumnos planifican e implementan una bomba de inyección médica para la dosificación precisa de medicamentos.

Los elementos de mando, como botones de selección y elementos de visualización, se programan en la pantalla táctil. La dosificación precisa se consigue con la excitación progresiva de un motor con codificador.

Dos LED dan señales luminosas en caso de funcionamiento de la dosificación (verde) o de posición final y en caso de volumen de líquido insuficiente para una dosis (rojo). Por medio de botones táctiles se implementan progresivamente diferentes funciones, como «Inicio», «Retroceso», «Preselección de dosis»



Bomba de inyección

y «Tiempo de inyección». A partir del número de revoluciones del motor se calculan tanto la dosis inyectada actualmente como la cantidad restante de medicamento en la aguja, y ambos se muestran en la pantalla. Si la cantidad restante no es suficiente para una dosis preseleccionada, se impide el inicio. Del mismo modo, el motor se para cuando la aguja está completamente insertada. En ambos casos parpadea el LED rojo.

Cuando se solicita expresamente el cambio de la aguja y también automáticamente al iniciarse el programa, el accionamiento de la aguja se lleva a la posición inicial y se detiene automáticamente.

○ REFERENCIA COTIDIANA

Las bombas de inyección médicas son aparatos de dosificación precisos que administran medicamentos o líquidos en cantidades controladas con gran exactitud durante un tiempo determinado. Se utilizan con frecuencia en la medicina, por ejemplo para anestesia, en la medicina de cuidados intensivos o en la terapia del dolor.

Igualmente, las bombas de inyección pueden utilizarse para la dosificación precisa en experimentos y procesos de fabricación biológicos o químicos.

○ CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones
Física:	Cambio de movimiento
Tecnología:	Construcción estable, tecnología de construcción
Matemáticas:	Recuento condicional, cálculo de volumen y tiempo
Biología y química:	Experimentos con tareas de dosificación: en los experimentos químicos y biológicos es posible utilizar la bomba de inyección vinculando ambas asignaturas para realizar dosificaciones precisas.

○ PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar por las características básicas de la bomba de inyección.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores, actuadores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y la función que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente.
- Los alumnos definirán las funciones útiles de una bomba de inyección automática.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de requisitos para la construcción de la bomba de inyección.



Opcionalmente:

Trabajo en pareja o en grupo

- Opcionalmente, los alumnos esbozarán los posibles modelos de la bomba de inyección con sensores (pulsadores finales) y actuadores (LED) adicionales.
- Los alumnos debatirán los resultados en el grupo y decidirán el diseño.

Fase de diseño



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir la bomba de inyección. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.

Fase de programación



Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos escribirán el programa para la bomba de inyección. La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando con cuestiones pendientes.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba



Trabajo en pareja o en grupo

- Se pondrá en funcionamiento la bomba de inyección.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.

Fase de finalización



Debate en conjunto

- Presentación del proyecto en el conjunto de la clase.
- Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

Explicación técnica

En la práctica médica, las bombas de inyección profesionales funcionan con una dosificación por etapas de alta precisión. En lugar de dejar que el líquido fluya continuamente, el caudal volumétrico deseado se consigue con la administración repetida de pequeñas dosis individuales (por ejemplo, 0,01 ml o incluso 0,001 ml). Con este principio se alcanza la máxima precisión y seguridad, especialmente en medicamentos de gran acción en la medicina de cuidados intensivos o de emergencias.

Ventajas didácticas

Para este modelo se especifica una microdosis de 0,1 ml. La dosificación en este tipo de etapas discretas puede aplicarse de una forma especialmente clara en la técnica de programación, puesto que puede traducirse perfectamente en bucles o rutinas controladas por tiempo. La velocidad de dosificación puede adaptarse fácilmente modificando el número o la frecuencia de las microdosis (las reflexiones al respecto fomentan una comprensión activa de la regulación y el control). Además, los alumnos pueden comprender el procedimiento de forma intuitiva: es más concreto reflexionar sobre cuántas etapas individuales son necesarias para conseguir 1 ml de líquido, por ejemplo, que imaginarse un flujo homogéneo de forma abstracta.

Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

En función de la velocidad de trabajo de los diferentes alumnos, existe la posibilidad de programar variaciones en la dosis mínima y en la velocidad de inyección (opción de actividad de ampliación de conocimientos 1). Asimismo, es posible ampliar la pantalla táctil con una diapositiva más en la que pueda ajustarse gradualmente el tiempo de inyección (opción de actividad de ampliación de conocimientos 2).

Aspectos motivadores

El trabajo con bombas de inyección agrupa la tecnología con una aplicación práctica; en este caso, no se trata tan solo de motores y sensores, sino de cómo la tecnología puede salvar vidas. Tanto para los chicos como especialmente también para las chicas, este contexto de tecnología médica puede ser un factor de motivación especial, porque demuestra que la programación y la construcción no son solo abstractas, sino que tienen sentido y son relevantes para la sociedad. Aquellos que le den vueltas al problema trabajarán en soluciones que ayudan a las personas: la tecnología se convierte así en tangible, emocionante y valiosa.

○ CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Integración de sensores y actuadores
- Programación de la indicación en la pantalla del controlador TXT 4.0
- Integración de botones en la pantalla táctil
- Bucle **repetir n veces (repeat n times)**
- Comando **esperar (wait)**
- Utilización de variables y su modificación
- Manejo de subrutinas
- Manejo de subprocesos
- Manejo de eventos

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

MATERIALES ADICIONALES

- Medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Realización de un giro de un motor con codificador	Excitación del motor de accionamiento para un giro con un incremento definido
Señales luminosas del LED rojo/verde	Excitación de los LED para avisos de funcionamiento y mensajes de error
Cálculo y visualización de información en la pantalla táctil	Programación y evaluación de cantidades y tiempos

LISTA DE MATERIALES

Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	1. Conexión de la bomba de inyección 2. Parada de emergencia de la bomba de inyección
2 pulsadores mini	Detección de la posición inicial y final
Actuadores	Función
1 motor con codificador	Movimiento
2 LED (1 rojo y 1 verde)	Indicación de estado

Modelo de puerta

¿Acceso permitido?



PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Cómo se miden topes finales, interrupciones y distancias utilizando sensores? (*comunicación e información*)
- ¿Qué sensores son adecuados para supervisar y controlar el control de puerta? (*colaboración*)
- ¿En qué condiciones el sistema debe anteponer la protección del usuario a la función? (*pensamiento crítico*)
- ¿Qué hay que tener en cuenta para que los sensores puedan utilizarse en diferentes escenarios de aplicación y el sistema sea lo más robusto posible? (*creatividad*)

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11–13

Tiempo necesario: 2 lecciones dobles (ampliable hasta 8 lecciones dobles)

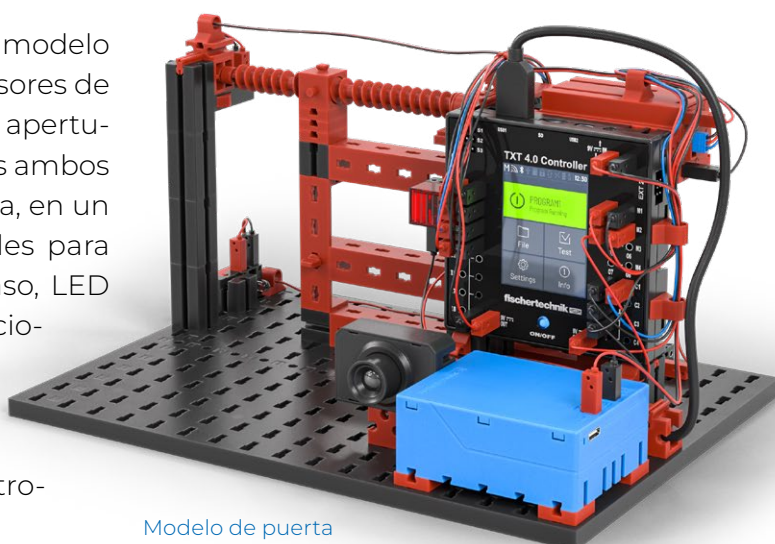
Nivel de dificultad: Modelo

Programación

Tipo de modelo: Modelo de puerta para el control de acceso

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA

Los alumnos planifican e implementan un modelo de puerta para el control de acceso con sensores de un almacén ficticio. A partir de una simple apertura y cierre del modelo de puerta controlados ambos por un interruptor de parada de emergencia, en un segundo paso se utilizan pulsadores finales para proteger el mecanismo y, en un tercer paso, LED de aviso para visualizar la actividad del accionamiento de la puerta. En este proceso, debe programarse una indicación gráfica sencilla de los botones «Open», «Close» y «Emergency Stop» en la pantalla del controlador TXT 4.0 y ponerse en funcionamiento.

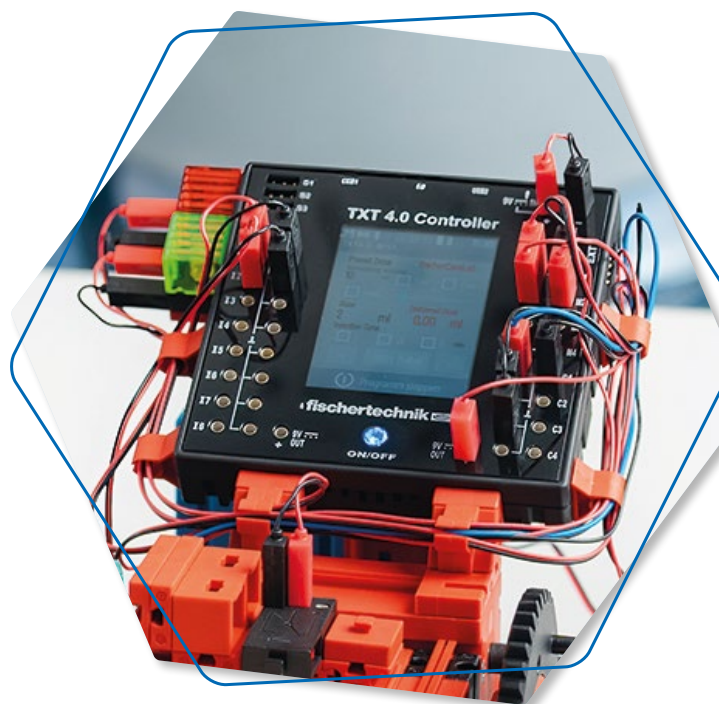


Modelo de puerta

Para evitar errores humanos en la supervisión del proceso de cierre y la correspondiente pulsación del botón «Emergency Stop», el control del cierre se automatizará mediante una barrera fotoeléctrica que detecte posibles bloqueos cuando se cierra el modelo de puerta y active automáticamente una parada de emergencia. Al mismo tiempo, una señal óptica en forma de LED rojos permanentemente encendidos indica que el proceso de cierre se ha detenido. Solo debe ser posible volver a habilitar el cierre de la puerta cuando ya no haya ningún obstáculo en la puerta y se haya pulsado el botón «Open» en la pantalla del controlador TXT 4.0. En comparación con la primera solución con pulsadores finales, este circuito de seguridad automático representa una importante ampliación en el desarrollo de la automatización del modelo de puerta.

En la siguiente fase, la puerta debe abrirse automáticamente por medio de un sensor de ultrasonido cuando se acerque una persona desde el interior. En este caso se parte de la base de que la legitimidad de la solicitud de apertura queda asegurada de antemano en el momento de entrar en el almacén. Si una persona o un vehículo se acerca a menos de 20 cm de la puerta desde el interior, esta debe iniciar automáticamente el proceso de apertura. También en este caso deben parpadear los LED mientras la puerta se mueve. El acceso al almacén desde el exterior se restringirá integrando un reconocimiento de colores mediante la cámara USB. Si se acerca un objeto verde, la puerta debe abrirse automáticamente; si se detecta otro color, debe permanecer cerrada o cerrarse.

El control de acceso avanzado se consigue programando una cerradura de código simple. Para ello se insertan 7 botones en la pantalla del controlador TXT 4.0. Seis de ellos sirven para introducir el código y el séptimo para transmitirlo e iniciar el proceso de apertura en caso de que la introducción del código haya sido correcta. Se trata de una cerradura de código simple, en la que no se tienen en cuenta el orden de las entradas ni las entradas múltiples. Simplemente debe comprobarse si se han pulsado las teclas. Aún así, los alumnos pueden decidir si quieren programar cerraduras de código propias más complejas para proteger el almacén.



○ REFERENCIA COTIDIANA

Es sobre todo la integración en un contexto de aplicación realista la que presenta un valor de motivación más alto. El tema podría integrarse en la orientación preprofesional con respecto a los campos profesionales relacionados con la mecatrónica o las tec-

nologías de la información. La apertura y el cierre automáticos se utilizan en muchos ámbitos. En concreto, la apertura automática de puertas o incluso persianas se utiliza no solo en la industria, sino también en gran medida en el entorno doméstico.

CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones, codificación, indicaciones gráficas
Física:	Barrera fotoeléctrica, medición de recorridos con el sensor de ultrasonido
Tecnología:	Construcción estable, control de actuadores, lectura de sensores, tecnología de construcción
Matemáticas:	Cálculo de términos

PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar cuáles son los requisitos básicos de la apertura o el cierre automáticos de un modelo de puerta.
- Preguntar por escenarios en los que se utilizan sistemas de apertura y cierre automáticos de puertas.
- Debatar las posibles aplicaciones de los escenarios recopilados (por ejemplo, puerta del garaje, verja del patio, puerta de acceso, puerta corredera, persianas).
- Determinar los requisitos del modelo de ensayo.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores, actuadores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y la función que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente.
- Los alumnos definirán funciones lógicas de control con el controlador TXT 4.0.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de requisitos para la construcción del modelo de puerta.



Opcionalmente:

Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos esbozarán las posibles estructuras del modelo de puerta y lo diseñarán libremente.
- Los alumnos debatirán los resultados en el grupo y decidirán el diseño.

Fase de diseño



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir el modelo de puerta. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.

Fase de programación



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos escribirán los programas para las tareas de control que deben realizarse con el modelo de ensayo. La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba



Trabajo en pareja o en grupo

- Se pondrá en funcionamiento el modelo de ensayo.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.

Fase de finalización



Opcionalmente:

Presentación y asignación de la actividad de ampliación de conocimientos

- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos. A ese respecto, se presentará la posibilidad de programar una cerradura de código avanzada.



Debate en conjunto

- Presentación del proyecto en el conjunto de la clase.
- Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

Dependiendo de la duración de la serie de lecciones y de la capacidad de los alumnos, es posible

- suprimir el escenario inicial con la apertura y el cierre del modelo de puerta sin soporte de pulsadores finales y con comprobación manual,
- modificar el modelo de ensayo integrando sensores en otros lugares,
- mejorar la cerradura de código,
- unirse a una competición sobre «¿Quién descifra el código?» para obtener la mejor programación de una cerradura de código (transformar el modelo de puerta en una caja fuerte que debe abrirse o protegerse),
- dejar que los alumnos formulen escenarios de aplicación adicionales e implementarlos con modelo y programación.

Aspectos motivadores

Todos los alumnos están familiarizados con el tema del control automático del movimiento. En muchos hogares, las persianas o puertas de garaje que se abren de forma automatizada forman parte de la vida cotidiana desde hace tiempo, junto con otras muchas aplicaciones inteligentes. Las cerraduras de puertas electrónicas basadas en código se utilizan cada vez con más frecuencia en el control de acceso a los edificios.

○ CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Integración de sensores
- Integración de actuadores
- Integración de la pantalla del controlador TXT 4.0
- Integración de entradas mediante una pantalla táctil
- Configuración de la cámara
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Condición **si – entonces (if – do)**
- Comando **esperar (wait)**
- Comando **esperar hasta (wait until)**
- Manejo de subrutinas
- Uso de eventos y subprocesos

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

○ MATERIALES ADICIONALES

- También pueden utilizarse materiales para programar cerraduras de código, si se dispone de ellos.
- Utilizar medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

—○ CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Señales luminosas de los LED rojos	Excitar los LED en caso de movimiento de la puerta
Interrupción de la barrera fotoeléctrica	Supresión del movimiento de la puerta
Sensor de ultrasonido	Detección de aproximación
Actividad de ampliación de conocimientos	Diseño de diferentes protecciones y controles de puerta complejos (cerradura de código, combinación de entradas de sensor)

○ LISTA DE MATERIALES

Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	1. Conexión del control de la barrera 2. Parada de emergencia de la barrera
1 sensor de ultrasonido	Detección de aproximación
1 cámara USB	Reconocimiento de colores
1 fototransistor	Detección de la interrupción de la barrera fotoeléctrica, receptor
2 pulsadores mini	Interruptor final para el control de puerta
Actuadores	Función
1 pantalla del controlador TXT 4.0	Visualización
2 LED (2 rojos)	Advertencia
1 motor con codificador	Movimiento de la puerta
1 LED (blanco)	Iluminación del sensor de la barrera fotoeléctrica

Aparcamiento 1-3

¿Está lleno el aparcamiento?



PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Dónde puede utilizarse el control automático de una barrera en la vida cotidiana? (*comunicación*)
- ¿Qué funciones debe cumplir el controlador de la barrera del aparcamiento? (*colaboración*)
- ¿En qué condiciones el sistema debe abrir o cerrar? (*pensamiento crítico*)
- ¿Qué hay que tener en cuenta para que el controlador pueda utilizarse en diferentes lugares y el sistema sea lo más robusto posible? (*creatividad*)

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11-13

Tiempo necesario: 2 lecciones dobles por unidad de aprendizaje (ampliable hasta 10 lecciones dobles)

Nivel de dificultad: Modelo    hasta   
Programación    hasta   

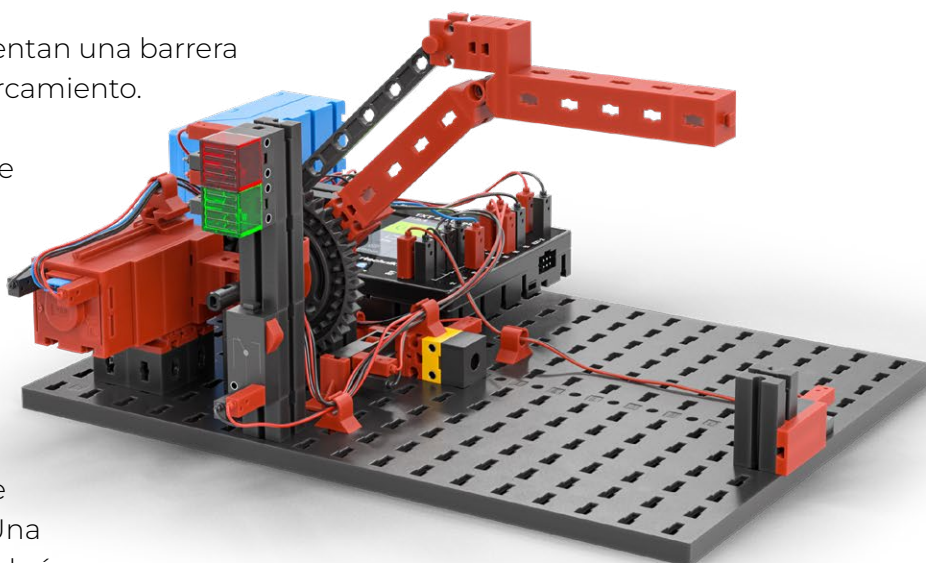
Tipo de modelo: Modelo de mesa para barreras de aparcamiento

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA

Los alumnos planifican e implementan una barrera para la entrada y salida de un aparcamiento.

La solicitud para abrir la barrera se lleva a cabo en un principio con un pulsador (entrada) y con un botón en la pantalla del controlador TXT 4.0 (salida).

Dos LED señalizan visualmente cuándo la barrera está totalmente abierta (verde) y cuándo se está abriendo o cerrando (rojo). Una barrera fotoeléctrica vigila si hay algún vehículo en la zona de la barrera cuando



Barrera del aparcamiento

esta se está cerrando. A partir del número de entradas y salidas se calcula el número de plazas libres y se muestra en la pantalla del controlador TXT 4.0; cuando el aparcamiento está lleno, el LED rojo parpadea (aparcamiento 1).

En una segunda fase, dos grupos se unen y combinan sus modelos y controladores para que una barrera sea para la entrada y la otra para la salida (aparcamiento 2).

En el modelo ampliado, el control de la barrera se complementa con un reconocimiento óptico de la matrícula utilizando la cámara USB y también con un cálculo automático del precio del aparcamiento (aparcamiento 3).

○ REFERENCIA COTIDIANA

Los alumnos están familiarizados con la entrada controlada por barrera en los aparcamientos.

Es sobre todo la entrada automática con reconocimiento óptico de la matrícula la que presenta un valor de motivación más alto.

El tema podría integrarse en la orientación preprofesional con respecto a los campos profesionales relacionados con las tecnologías de la información. La conmutación automática mediante el registro de magnitudes físicas se utiliza en muchos ámbitos. En particular, la detección automatizada de objetos es cada vez más importante en la tecnología de acceso.

○ CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones
Física:	Cambio de movimiento
Tecnología:	Construcción estable, tecnología de construcción
Matemáticas:	Ángulos, recuento condicional, cálculo de tiempo y precio

○ PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar por las características básicas del control de una barrera.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores, actuadores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y las funciones que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente.
- Los alumnos definirán las funciones útiles de una barrera que se abre y se cierra automáticamente.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de requisitos para la construcción del sistema de barrera.



Opcionalmente:

Trabajo en pareja o en grupo

- Opcionalmente, los alumnos esbozarán los posibles modelos de la barrera con sensores (barrera fotoeléctrica) y actuadores (LED) adicionales.
- Los alumnos debatirán los resultados en el grupo y decidirán el diseño.

Fase de diseño



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir la barrera. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.

Fase de programación de la barrera (aparcamiento 1)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos desarrollarán el programa para el sistema de barrera. La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando con cuestiones pendientes.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba de la barrera (aparcamiento 1)



Trabajo en pareja o individual

- Se pondrá en funcionamiento la barrera del aparcamiento.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.

Fase de finalización/conexión de la barrera (aparcamiento 1)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las actividades de ampliación de conocimientos

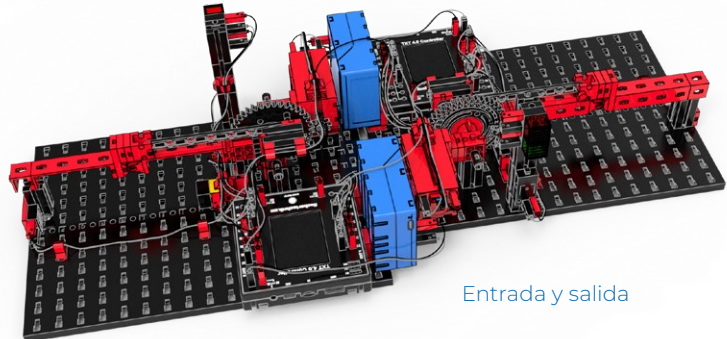
- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). Para esta actividad en grupo se presentará la combinación de dos barreras para el control separado de la entrada y la salida.
- En una actividad adicional de ampliación de conocimientos (o directamente después del primer programa sin trabajo en grupo posterior), en la aplicación se ofrecerá la cámara USB para el reconocimiento y la evaluación de la matrícula. La aplicación ofrece ideas concretas, por ejemplo, para registrar el tiempo y calcular las tarifas del aparcamiento.

Fase de programación de la entrada y la salida (aparcamiento 2)



Trabajo en pareja o individual

- Los grupos deciden qué modelo de barrera debe pasar a ser la entrada y cuál la salida.
- Acoplamiento de los dos controladores TXT 4.0 siguiendo las fichas de aprendizaje.
- División del trabajo para adaptar los programas para entrada y salida por separado (también puede hacerse como trabajo en común de los dos grupos).



Entrada y salida

Fase de experimentación y prueba de la entrada y la salida (aparcamiento 2)



Trabajo en pareja o en grupo

- Puesta en marcha del sistema
- Comprobación de la comunicación correcta entre los dos controladores TXT 4.0
- En su caso, búsqueda de fallos y resolución

Fase de finalización/conexión de la entrada y la salida (aparcamiento 2)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

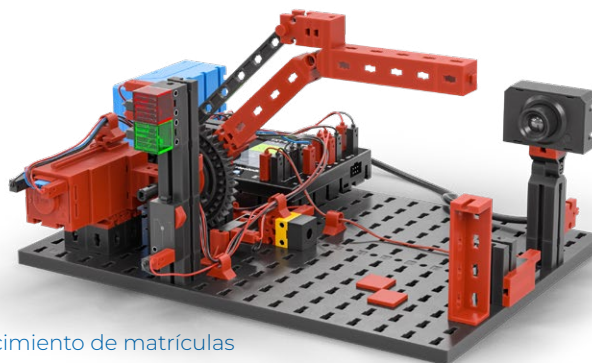
- Ahora, en la aplicación se ofrecerá la cámara USB para el reconocimiento y la evaluación de la matrícula. La aplicación ofrece ideas concretas, por ejemplo, para registrar el tiempo y calcular las tarifas del aparcamiento.

Fase de programación del reconocimiento de la matrícula (aparcamiento 3)



Trabajo en pareja o individual

- En caso necesario, se deshará la combinación de dos barreras y se seguirá trabajando en los grupos individuales.
- Conexión de la cámara USB.
- Manejo del código de barras y su decodificación, así como almacenamiento en un nuevo programa.
- Carga del programa del aparcamiento 1.
- Diseño de la pantalla del controlador TXT 4.0 siguiendo las fichas de aprendizaje.
- Ampliación progresiva del programa: registro y almacenamiento de las matrículas que entran, cálculo de la duración de la estancia y tarifas de los vehículos que salen.
- Simulación de la operación de pago y apertura de la barrera, calculando y mostrando en cada caso las plazas que quedan libres.



Reconocimiento de matrículas

Fase de experimentación y prueba del reconocimiento de la matrícula (aparcamiento 3)



Trabajo en pareja o en grupo

- Puesta en marcha del sistema
- Prueba y resolución de fallos de los diferentes pasos de programación
- Prueba del programa completo
- En su caso, búsqueda de fallos y resolución

Fase de finalización del reconocimiento de la matrícula (aparcamiento 3)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

- A los grupos que trabajan con especial eficiencia se les puede ofrecer la tarea complementaria de registrar en tablas separadas los coches eléctricos y los de combustión, además de reservar 4 plazas para coches eléctricos y 6 plazas para coches de combustión, por ejemplo. También pueden calcularse por separado las tarifas de aparcamiento. Para ello se ha previsto un trabajo autónomo sin fichas de aprendizaje.



Debate en conjunto

- Presentación del proyecto en el conjunto de la clase.
- Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

Dependiendo de la duración de la serie de lecciones y de la capacidad de los alumnos, es posible

- que dos grupos unan sus sistemas para formar una entrada y una salida del aparcamiento,
- acoplar dos controladores TXT 4.0 (entrada/salida) para sincronizar los resultados del recuento,
- determinar las matrículas para la entrada y la duración de la estancia para la salida utilizando la cámara USB, además de visualizar las tarifas de aparcamiento en la pantalla a partir de los datos obtenidos.

Aspectos motivadores

Todos los alumnos están familiarizados con el tema de un sistema de barrera automático. Un reconocimiento automático de la matrícula que pueda transferirse a otros procesos de automatización motiva a los alumnos a afrontar el problema con mayor intensidad y a buscar una solución adecuada.



○ CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Integración de sensores y actuadores
- Programación de indicaciones de pantalla
- Programación de botones táctiles
- Configuración de la cámara
- Bucle **repetir hasta (repeat until)**
- Comandos **esperar (wait)** y **esperar hasta (wait until)**
- Bucles de recuento **contar de ... a ... (count with – from ... to ... – by)**
- Utilización de variables y su modificación
- Manejo de subrutinas
- Manejo de eventos y subprocesos

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

○ MATERIALES ADICIONALES

- Medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

○ CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

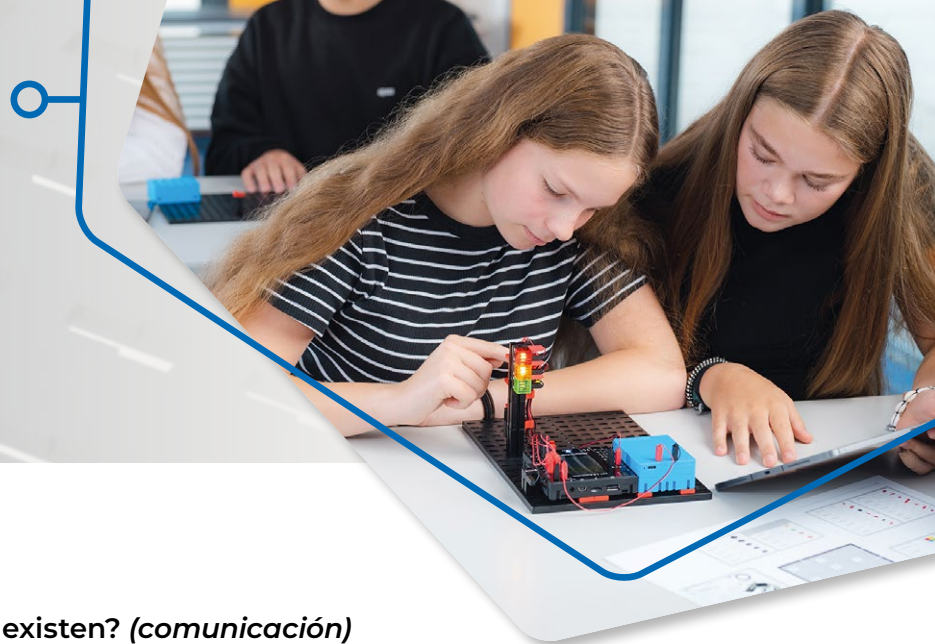
Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Realización de un giro de un motor con codificador	Excitación del motor de accionamiento para un solo giro
Señales luminosas del LED rojo/verde	Excitación de los LED para paso libre y parada
Interrupción de la barrera fotoeléctrica	Supresión del movimiento de la barrera
Interrupción de la barrera fotoeléctrica	Recuento de coches
Reconocimiento de matrículas por cámara USB	Apertura de la barrera
Aparcamiento 2: Conexión de dos controladores TXT 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Excitación separada de la barrera de entrada y salida • Intercambio de datos entre dos controladores TXT 4.0
Aparcamiento 3: Reconocimiento de matrículas por cámara USB	<ul style="list-style-type: none"> • Descodificación de un código de barras • Programación y evaluación de los tiempos de inicio y fin • Cálculo de las tarifas de aparcamiento

○ LISTA DE MATERIALES

Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión del control de la barrera 2. Parada de emergencia de la barrera
1 fototransistor	Detección de la interrupción de la barrera fotoeléctrica, receptor
1 cámara USB	Detección de código de barras
1 pulsador mini	Requisito de demanda para la entrada
1 pulsador mini	Consulta de estado de la barrera (abierta o cerrada)
Actuadores	Función
1 motor con codificador	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento • Recuento de vueltas
2 LED (1 rojo y 1 verde)	Indicación de estado
1 LED (blanco)	Iluminación del sensor de la barrera fotoeléctrica

Control de semáforos 1-3

¿Fluye el tráfico?



PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Qué tipos de control del tráfico existen? (*comunicación*)
- ¿Cómo se dirige de forma segura el tráfico de vehículos motorizados y de peatones? (*colaboración*)
- ¿Qué tiempos de espera son aceptables para los diferentes actores del tráfico? (*pensamiento crítico*)
- ¿Cómo se operan con seguridad las señales luminosas controladas por tiempo y demanda? (*creatividad*)

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11-13

Tiempo necesario: 2-3 lecciones dobles por unidad de aprendizaje (ampliable hasta 10 lecciones dobles)

Nivel de dificultad: Modelo  Programación  hasta 

Tipo de modelo: Modelo de mesa para semáforo

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA



Semáforo

Los alumnos planifican e implementan un semáforo para controlar el tráfico de personas y automóviles. Partiendo de un simple semáforo peatonal controlado por tiempo, el modelo evoluciona a un semáforo de cruce para una carretera y después a una intersección con tráfico de vehículos y peatones con control de fases por IA de un semáforo de cruce, con lo van creciendo también las exigencias de diseño y programación.

Los alumnos aprenden a reconocer y leer esquemas de estados de señales y de temporización de señales. A partir de la

información de los esquemas de temporización de señales, determinan los posibles grupos de conmutación que pueden conmutarse simultáneamente, así como los tiempos de conmutación asociados.

Una vez determinados los grupos y tiempos, los alumnos elaboran un programa de control cuya idoneidad puede comprobarse mediante el modelo de semáforo.

○ REFERENCIA COTIDIANA

Los alumnos conocen la activación de actuadores controlada por tiempo de las clases de tecnología o informática o de su día a día.

Es sobre todo la integración en un contexto de aplicación realista, que los alumnos conocen sobradamente de su vida cotidiana, la que presenta un valor de motivación más alto.

El tema podría integrarse en la orientación preprofesional con respecto a los campos profesionales relacionados con las tecnologías del tráfico o la electrotecnia, en los que se utiliza ampliamente el control automatizado de actuadores. En concreto, el control de tiempo automatizado se utiliza no solo en la industria, sino también en el entorno doméstico, como en aplicaciones de domótica.

○ CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones, indicaciones gráficas, redes neuronales, IA
Física:	Circuito eléctrico, mediciones de tiempos
Tecnología:	Construcción estable, esquemas de temporización de señales, tecnología de construcción
Matemáticas:	Cálculo de términos

○ PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar por las características básicas del control del tráfico.
- Preguntar por escenarios en los que pueden darse problemas de paso en cruces.
- Debatir las posibles aplicaciones de los escenarios recopilados (por ejemplo, semáforo para peatones, semáforo para vehículos, otras señales luminosas).
- Determinar los requisitos para la construcción del modelo.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores, actuadores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y las funciones que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente.
- Los alumnos definirán funciones lógicas de control de un semáforo con el controlador TXT 4.0.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de requisitos/tabla de tiempos de respuesta para el caso de aplicación actual.



Opcionalmente:

Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos medirán los tiempos de las señales de un semáforo para peatones que esté cerca de la escuela y elaborarán un esquema de temporización de señales adaptado.
- Los alumnos debatirán los resultados en el grupo y destacarán las diferencias con respecto al semáforo especificado.

Fase de diseño del semáforo (control de semáforos 1)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir el semáforo. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.

Fase de programación del semáforo (control de semáforos 1)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos escribirán el programa para controlar el semáforo. La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- Extracción de información importante para controlar el semáforo a partir de un esquema de estados de señales y un esquema de temporización de señales y definición de los tiempos de respuesta y los estados de conmutación sucesivos
- Agrupación de grupos de señales en fases de conmutación
- Programación de un sencillo semáforo controlado por tiempo para el tráfico de vehículos y peatones
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba del semáforo (control de semáforos 1)



Trabajo en pareja o en grupo

- Se pondrá en funcionamiento el modelo de semáforo.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Integración de un control de demanda para el semáforo de peatones
- Desarrollo del programa para convertirlo en un circuito diurno y nocturno con control de demanda del semáforo para peatones.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.

Fase de finalización/conexión del semáforo (control de semáforos 1)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las actividades de ampliación de conocimientos

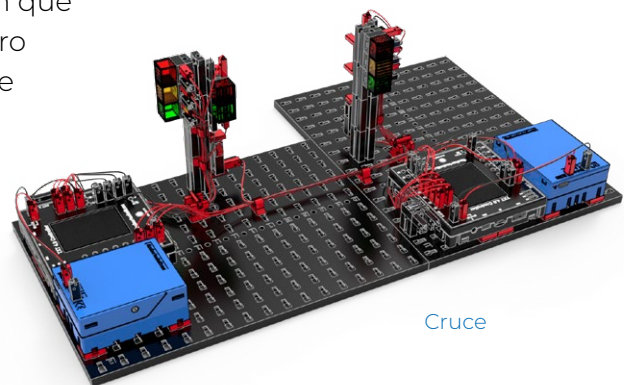
- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). En este contexto puede presentarse el modelo de tiempo de espera.

Fase de diseño del cruce (control de semáforos 2)



Trabajo en pareja o en grupo

- Construcción del cruce parcial a partir de dos modelos de semáforo
- Los grupos deciden qué modelo de semáforo debe encargarse de qué sentido.



Fase de programación del cruce (control de semáforos 2)



Trabajo en pareja o en grupo

- Acoplamiento de los dos controladores TXT 4.0 siguiendo las fichas de aprendizaje
- División del trabajo para adaptar los programas para la creación del control de semáforo complejo de un cruce (también puede hacerse como trabajo en común de los dos grupos)
- Programación de los dos controladores TXT 4.0 como controlador maestro y esclavo

Fase de experimentación y prueba del cruce (control de semáforos 2)



Trabajo en
pareja o en
grupo

- Se pondrá en funcionamiento el cruce parcial.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en el acoplamiento y en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Es posible desarrollar el programa para convertirlo en un sistema de control de semáforos más complejo.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación.

Fase de finalización/conexión del cruce (control de semáforos 2)



**Opcional-
mente:**

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

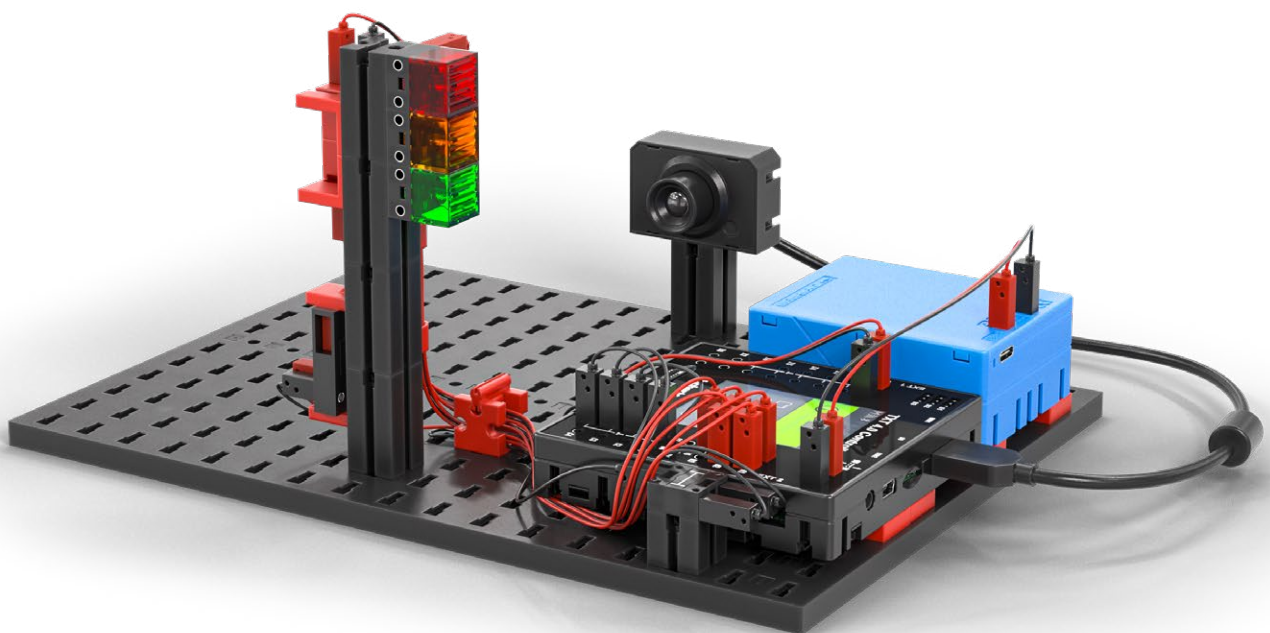
- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). En este contexto deben presentarse los conceptos de las redes neuronales y la IA.

Fase de diseño del control de fases con IA (control de semáforos 3)



Trabajo en
pareja o
individual

- Integración de la cámara USB para la categorización de objetos en el sistema individual de señales luminosas (control de semáforos 1)



Semáforo con cámara USB

Fase de programación del control de fases con IA (control de semáforos 3)



Trabajo en
pareja o
individual

- Configuración de la cámara USB
- Registro de datos de entrenamiento para el modelo de IA
- Programación del reconocimiento de colores con ayuda de la IA
- Adaptación de los tiempos de respuesta del semáforo para peatones en función del usuario del paso (usuario en silla de ruedas o peatón) y de los tiempos de paso asociados

Fase de experimentación y prueba del control de fases con IA (control de semáforos 3)



Trabajo en
pareja o en
grupo

- Prueba y programación utilizando bloques de colores
- Prueba de los programas utilizando usuarios simulados del tráfico (usuarios en silla de ruedas, peatones)

Fase de finalización/conexión del control de fases con IA (control de semáforos 3)



**Opcional-
mente:**

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

- En su caso, construcción de un cruce completo utilizando varios kits de construcción (solo posible sin IA)



Debate en
conjunto

- Presentación del proyecto en el conjunto de la clase.
- Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.

○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

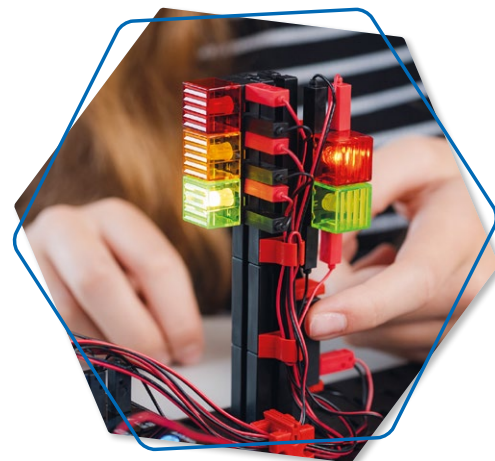
Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

Dependiendo de la duración de la serie de lecciones y de la capacidad de los alumnos, es posible

- aumentar la complejidad de los requisitos para el control del semáforo no solo con el número de señales luminosas, sino también con el número de flujos de tráfico que deben cruzarse con seguridad,
- realizar una medición real de los tiempos de un semáforo que esté cerca de la escuela, que podría servir de base para modificar el control del semáforo,
- ampliar el modelo de semáforo con un trabajo en grupo,
- utilizar la cámara USB para reconocer a los usuarios del tráfico e implementar en consecuencia una adaptación de las longitudes de las fases en función de los tiempos de paso modificados.

Aspectos motivadores

Todos los alumnos están familiarizados con el tema del control automático de actuadores. En muchos hogares, un gran número de aplicaciones inteligentes forman parte de la vida cotidiana desde hace tiempo. Lavadoras o lavavajillas que se conectan de forma autónoma en función del tiempo, persianas con control centralizado o robots de cocina que cocinan de forma parcialmente autónoma se utilizan cada vez con más frecuencia.



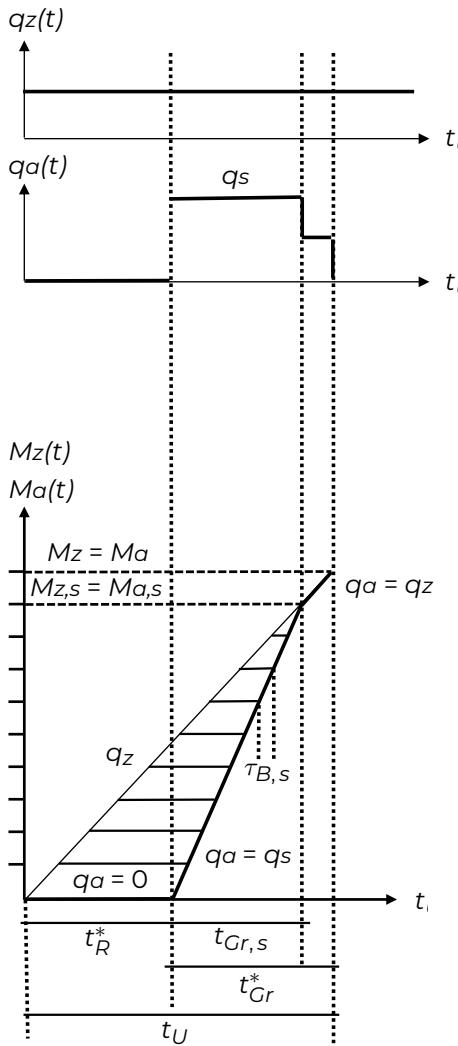
○ PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TECNOLOGÍA DEL TRÁFICO

Tanto los alumnos como los profesores están familiarizados con el uso de dispositivos técnicos para controlar el tráfico.

El dimensionamiento del semáforo es una tarea central de la tecnología del tráfico para controlar eficazmente la circulación y aumentar la seguridad vial. A ese respecto hay que tener en cuenta varios factores, tanto de tráfico como técnicos.

En primer lugar, se realiza un estudio exhaustivo del tráfico para registrar los volúmenes de tráfico, los tipos de vehículos, los flujos peatonales, la muestra representativa y los tipos de tráfico. Un estudio de este tipo podría llevarse a cabo dentro de la lección en un cruce controlado por semáforos que esté cerca de la escuela, con el fin de elaborar esquemas locales de estados de señales y temporización de señales. Basándose en estos datos, se determinarán los tiempos de fase del semáforo que regulan la relación de las fases verde, amarilla y roja.

El cálculo de la fase verde se orienta en el volumen de paso requerido y los tiempos de parada, para lo que también se tienen en cuenta los tiempos de reacción de los usuarios del tráfico. En términos simplificados, puede utilizarse el siguiente modelo de tiempo de espera:



q_z :	Afluencia
q_a :	Descarga
q_s :	Descarga saturada
M_a :	Número de vehículos descargados (Fz)
$M_{a,s}$:	Número de vehículos descargados hasta el fin de $t_{Gr,s}$
M_z :	Número de vehículos afluentes
$M_{z,s}$:	Número de vehículos afluentes hasta el fin de $t_{Gr,s}$
$\tau_{B,s}$:	Valor de tiempo necesario, brecha de tiempo bruto de vehículos consecutivos cuando $q = q_s$
t_R^* :	Tiempo de bloqueo efectivo
t_{Gr}^* :	Tiempo de habilitación efectivo
$t_{Gr,s}$:	Duración del verde con descarga saturada
t_U :	Duración del ciclo

La retención durante el tiempo de bloqueo efectivo t_R^* se forma con una afluencia q_z constante. La retención se deshace durante el tiempo efectivo en verde t_{Gr}^* . Hasta que se ha disuelto la retención, esta se deshace con la descarga saturada q_s (en el tiempo $t_{Gr,s}$). Una vez que se ha deshecho la retención, la descarga q_a es la afluencia q_z .

Se aplica lo siguiente:

Duración del verde con descarga saturada:
$$t_{Gr,s} = \frac{q_z}{q_s - q_z} \cdot t_R^*$$

Tiempo de espera máximo:
$$w_{\max} = t_r^* = t_U - t_{Gr}^*$$

Suma de los tiempos de espera por ciclo:
$$W = M_{z,s} \cdot \frac{t_R^*}{2}$$

Tiempo de espera máximo:
$$w_{\max} = t_R^* = t_U - t_{Gr}^*$$

Tiempo de espera medio:
$$\bar{w} = \frac{t_R^* + t_{Gr,s}}{t_U} \cdot \frac{t_R^*}{2}$$

Ejemplo: $q_z = \frac{450 \text{ Fz}}{h}$, $t_U = 90 \text{ s}$, $t_{Gr}^* = 30 \text{ s}$ $\rightarrow t_R^* = (90 - 30) \text{ s} = 60 \text{ s}$

Duración del verde con descarga saturada:	$t_{Gr,s} = \frac{450}{1800 - 450} \cdot 60 \text{ s} = 20 \text{ s}$
Número de vehículos discapacitados:	$M_{Z,s} = 0,5 \frac{\text{Fz}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s} = 10 \text{ Fz (por ciclo)}$
Tiempo de espera máximo:	$w_{\max} = t_r^* = 60 \text{ s}$
Suma de los tiempos de espera por ciclo:	$W = 10 \text{ Fz} \cdot \frac{60 \text{ s}}{2} = 300 \text{ s (por ciclo)}$
Tiempo de espera medio:	$\overline{w} = \frac{60 + 20}{90} \cdot \frac{60}{2} \text{ s} = 26,7 \text{ s}$

De ello resulta que, con la situación de tráfico dada, cabe esperar un tiempo de espera de 300 s por ciclo. Desde un punto de vista económico, los costes derivados del tiempo de trabajo no productivo no son irrelevantes. Como consecuencia, se trata de implementar conmutaciones de semáforo con los tiempos de espera más cortos posibles.

Otro aspecto importante es la coordinación del semáforo dentro de una zona de tráfico interconectada para garantizar un flujo de tráfico óptimo a lo largo de los ejes principales. Para ello se calculan las denominadas olas verdes, que están adaptadas a los respectivos flujos de tráfico.

El diseño técnico también incluye la elección de los dispositivos de señalización, la colocación de los sensores para la detección del tráfico y la consideración de las normas de seguridad y los requisitos legales. El objetivo general del dimensionamiento es minimizar los tiempos de espera, mejorar la seguridad vial y permitir una gestión sostenible del tráfico.

CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Integración de sensores
- Integración de la pantalla del controlador TXT 4.0
- Programación de indicaciones de pantalla
- Programación del botón táctil
- Configuración de la cámara
- Bucle **repetir hasta (repeat until)**
- Comando **esperar (wait)**
- Utilización de variables y su modificación
- Manejo de subrutinas
- Programación de dos controladores TXT 4.0 como controlador maestro y esclavo
- Creación de redes neuronales
- Registro de datos de entrenamiento de la IA

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

MATERIALES ADICIONALES

- Medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Semáforo	Control de actuadores por tiempo
Registro por demanda	Adaptación de la programación
Simulación de paso	Desconcentración de flujos de tráfico
Reconocimiento de colores por cámara USB	Control de la longitud de las fases verdes
Control de semáforos 2: Conexión de dos controladores TXT 4.0	Intercambio de datos entre dos controladores siguiendo el concepto de maestro y esclavo
Control de semáforos 3: Reconocimiento de colores por cámara USB	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una red neuronal • Registro de datos de entrenamiento • Traslación de un problema de clasificación con la ayuda de la IA
Actividad adicional de ampliación de conocimientos: Adaptación del semáforo a uno existente en la realidad	Recopilación de datos, creación del modelo, elaboración de las fases, programación, prueba

LISTA DE MATERIALES

Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	Conexión del control del semáforo
1 pulsador mini	Registro por demanda
1 cámara USB	Categorización de usuarios del tráfico
Actuadores	Función
1 pantalla del controlador TXT 4.0	Visualización del programa
5 LED (2 rojos, 2 verdes y 1 amarillo)	Señales luminosas del semáforo

Vehículo de transporte sin conductor 1-4

Circular por la pista con seguridad



PREGUNTAS CLAVE:

- ¿Qué sensores y tipos de control son adecuados para un vehículo de transporte sin conductor dentro del circuito? *(comunicación)*
- ¿Cómo se coordinan los distintos valores de los sensores (sensor IR, sensor de ultrasonido, cámara USB) para una navegación segura? *(colaboración)*
- ¿Qué compromisos entre velocidad, precisión y seguridad son aceptables? *(pensamiento crítico)*
- ¿Cómo puede mejorarse el comportamiento de un vehículo de transporte sin conductor, pasando de un control basado en reglas a un control asistido por IA? *(creatividad)*

LA IDEA DE LA LECCIÓN DE UN VISTAZO

Nivel de enseñanza: 11–13

Tiempo necesario: 2–3 lecciones dobles por unidad de aprendizaje (ampliable hasta 13 lecciones dobles)

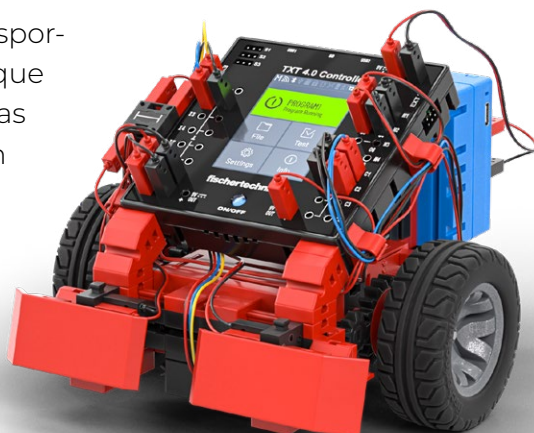
Nivel de dificultad: Modelo 

Programación  hasta 

Tipo de modelo: Modelos de mesa para vehículos de transporte sin conductor

DESCRIPCIÓN DEL MODELO/TAREA

Los alumnos planifican e implementan vehículos de transporte sin conductor (AGV, automated guided vehicle), a los que equipan gradualmente con sensores adicionales y sistemas de control inteligentes. Partiendo de un vehículo básico con motores de codificador que realiza trayectos y giros definidos y que consigue seguir líneas con la ayuda de un sensor de pista, los modelos se van perfeccionando para conseguir un AGV con un sensor de ultrasonido para evitar colisiones y una cámara USB para interactuar con superficies coloreadas, e incluso con un seguimiento de línea controlado por un circuito de regulación o por inteligencia artificial, con lo van creciendo también las exigencias de diseño, cableado y programación.



Detector de obstáculos

Los alumnos aprenden a crear diagramas de transición de estados para los estados de conducción y a leer y utilizar los datos de los sensores de forma selectiva. A partir de las propiedades y los valores medidos de los sensores, determinan grupos de conducción y dirección adecuados, definen variables para el control de distancias y ángulos, así como tiempos de reacción para correcciones seguras del rumbo.

Una vez definidos estos estados y parámetros, los alumnos desarrollan primero programas de control basados en reglas con variables, subprogramas y lógica de estados; después configuran y entrenan una red neuronal para un problema de regresión que predice las velocidades adecuadas del motor a partir de las entradas de los sensores y se amplía para incluir el sensor de distancia como actividad de ampliación de conocimientos. Los alumnos ponen a prueba su aptitud en pruebas de conducción en el circuito (conducción en línea recta, mantenimiento del carril, desviaciones y reacciones a superficies coloreadas) y mejoran sus soluciones mediante la búsqueda sistemática de fallos y la optimización de la velocidad.

○ REFERENCIA COTIDIANA

El control de un vehículo mediante sensores es algo que los alumnos conocen de las clases de tecnología o informática y de su vida cotidiana. Entre las aplicaciones más conocidas están el control de cruce y los sistemas de aviso de salida de carril en los coches, los patinetes eléctricos con sensores y las aspiradoras robóticas que siguen líneas y evitan obstáculos.

Enmarcarlo en un contexto realista de movilidad crea un alto nivel de motivación porque los alumnos reconocen inmediatamente los paralelismos con el tráfico urbano y la logística de almacén.

El tema puede integrarse en la orientación preprofesional en ingeniería de automoción, electrotecnia y robótica/automatización, sectores en los que la regulación accionada por sensores y el control automatizado de actuadores son competencias clave.

Los alumnos se encuentran con la combinación de tecnología de sensores y control asistido por IA no solo en la industria y el transporte, sino también en el entorno doméstico, por ejemplo, en aplicaciones de domótica, sistemas de calefacción inteligentes o iluminación automática: allí donde los valores medidos desencadenan decisiones y los movimientos se ejecutan de forma fiable.

○ CONTENIDOS POR RAMA DE CONOCIMIENTO

Informática:	Programación avanzada, bucles condicionales, funciones, autómatas finitos, control de eventos, integración de cámaras, reguladores P y PD, redes neuronales, entrenamiento de una red neuronal
Física:	Movimiento (distancia, tiempo, velocidad), procesamiento de señales, medición ultrasónica del tiempo de operación y propagación del sonido, inercia y distancia de frenado, reconocimiento de colores, tecnología de regulación
Tecnología:	Construcción estable, tecnología de construcción
Matemáticas:	Cálculo de términos, escalado, proporcionalidad y funciones lineales, conversión de unidades, normalización, regresión

PLAN DE LECCIONES

Fase introductoria



Debate en clase

- Anunciar el tema.
- Preguntar por las características básicas del control de vehículos de transporte sin conductor.
- Preguntar acerca de escenarios en los que se utilizan vehículos de transporte sin conductor.
- Debatir las posibles aplicaciones.
- Determinar los requisitos para la construcción del modelo.



Ayuda, en caso necesario

- Mostrar los sensores, actuadores y componentes del kit de construcción, utilizar medios de presentación si es necesario.

Fase de planificación



Debate en clase

- El procedimiento de construcción del modelo y la función que debe cumplir se elaborarán conjuntamente.
- Se especificarán o analizarán los pasos de trabajo de la aplicación.



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la aplicación y cargarán la tarea correspondiente.
- Los alumnos definirán funciones lógicas de control de un AGV con el controlador TXT 4.0.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para crear la lista de sensores para el caso de aplicación actual.
- Los alumnos prepararán el circuito. La calzada debería ser lo más lisa posible.

Nota: Los experimentos de conducción deberían realizarse en el suelo o en una superficie delimitada para evitar que los modelos de vehículos se caigan.



Opcionalmente:

Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos debatirán los sensores que deben utilizarse y esbozarán los posibles modelos.
- Los alumnos hablarán dentro del grupo de sus experiencias con la conducción automatizada o autónoma.

Fase de diseño para el entrenamiento de conducción (AGV 1)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir la detección de obstáculos. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.
- Los alumnos utilizarán el test de interfaces para comprobar el cableado de los sensores.

Fase de programación para el entrenamiento de conducción (AGV 1)



Trabajo en
pareja o
individual

- Los alumnos desarrollarán un programa para una circulación sencilla en línea recta y para giros concretos con el AGV.
- Los alumnos calcularán los impulsos de codificador necesarios para ello y realizarán ajustes individuales de los factores de conversión «*Impulsos por cm*» e «*Impulsos por grado*» para adaptarlos a las condiciones del AGV.
- Los alumnos ampliarán el AGV con una sencilla función de detección de obstáculos y crearán un sencillo diagrama de transición de estados para analizar la tarea de programación.
- Los alumnos desarrollarán un programa para el seguimiento sencillo de línea utilizando un controlador digital.
- La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando con cuestiones pendientes.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba para el entrenamiento de conducción (AGV 1)



Trabajo en
pareja o en
grupo

- Se pondrá en funcionamiento el detector de obstáculos.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Se pueden realizar posibles optimizaciones en el hardware y en la programación, por ejemplo, adaptaciones de la velocidad de circulación y adaptaciones de la diferencia de velocidad de los motores durante los giros.

Fase de finalización/conexión para el entrenamiento de conducción (AGV 1)



**Opcional-
mente:**

Presentación y asignación de las actividades de ampliación de conocimientos

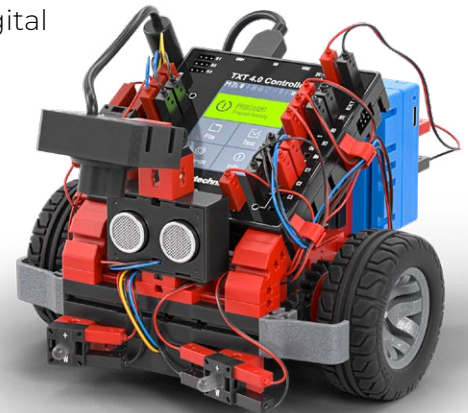
- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). En este contexto se debatirán posibilidades para evitar los obstáculos.
- Se presentará la integración de la cámara USB utilizando espacios de diferentes colores.

Fase de diseño para el seguimiento digital de línea (AGV 2)



Trabajo en
pareja o
individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir el seguimiento digital de línea. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.
- Los alumnos utilizarán el test de interfaces para comprobar el cableado de los sensores.



Seguimiento
digital de línea

Fase de programación para el seguimiento digital de línea (AGV 2)



Trabajo en
pareja o
individual

- Los alumnos esbozarán un diagrama de transición de estados para planificar la tarea de programación que debe permitir rodear obstáculos mediante el seguimiento digital de línea.
- Los alumnos ampliarán el programa de seguimiento de línea del AGV 1 para incluir el reconocimiento y rodeo de un obstáculo.
- Los alumnos planificarán la integración de la cámara USB para que el AGV pueda reaccionar ante las zonas coloreadas a la derecha o a la izquierda del carril.
- Los alumnos configurarán el reconocimiento de colores en el modelo de color HSV.
- Los alumnos definirán las acciones para cada zona de color y las integrarán en el programa del AGV 1, de modo que ahora el AGV también reacciona a las zonas de color reconocidas cuando sigue las líneas.
- La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando con cuestiones pendientes.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba para el seguimiento digital de línea (AGV 2)



Trabajo en
pareja o en
grupo

- Se pondrá en funcionamiento el seguimiento digital de línea.
- Los alumnos probarán las reacciones del AGV ante las diferentes superficies cromáticas del circuito.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.

Fase de finalización/conexión para el seguimiento digital de línea (AGV 2)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). En este contexto se presentará el concepto del circuito de regulación dentro de la tecnología de control.

Fase de diseño para el seguimiento analógico de línea (AGV 3)



Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir el seguimiento analógico de línea. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.



Seguimiento
analógico de línea

Fase de programación para el seguimiento analógico de línea (AGV 3)



Trabajo en pareja o en grupo

- Los alumnos planificarán la integración de la cámara USB para que el AGV pueda seguir un carril, en este caso utilizando la cámara para reconocer la línea.
- Los alumnos configurarán el reconocimiento de líneas con la cámara en el modelo de color RGB.
- Los alumnos planificarán e implementarán un regulador P.
- Los alumnos ampliarán la programación con un regulador PD.
- La aplicación les guiará por la tarea de programación en pasos que se van complementando con cuestiones pendientes.
- Se ofrece ayuda en la aplicación.
- El programa será transferido al controlador TXT 4.0 después de cada paso de la actividad de ampliación de conocimientos.

Fase de experimentación y prueba para el seguimiento analógico de línea (AGV 3)



Trabajo en pareja o en grupo

- Se pondrá en funcionamiento el seguimiento analógico de línea.
- Deben encontrarse y eliminarse los posibles fallos en la secuencia funcional.
- Es posible buscar los fallos mediante las sugerencias de la aplicación.
- Los alumnos probarán diferentes ajustes para el factor de proporcionalidad del regulador P.
- Los alumnos compararán el comportamiento de circulación del AGV cuando se utiliza un sistema de control con regulador P o PD.

Fase de finalización para el seguimiento analógico de línea (AGV 3)



Opcionalmente:

Presentación y asignación de las próximas actividades de ampliación de conocimientos

- El docente podrá dirigirse directamente a los alumnos que sean aptos para la actividad de ampliación de conocimientos (o también a todo el grupo). En este contexto deben presentarse los conceptos de las redes neuronales y la IA.

Fase de diseño del seguimiento de línea por IA (AGV 4)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos utilizarán la aplicación para construir el seguimiento digital de línea. La aplicación les guiará paso a paso por el programa.
- Los alumnos utilizarán el test de interfaces para comprobar el cableado de los sensores.
- Si ya se ha construido el seguimiento digital de línea del AGV 2, la fase de diseño no es necesaria.

Fase de programación del seguimiento de línea por IA (AGV 4)



Trabajo en pareja o individual

- Los alumnos se familiarizarán con la estructura de una red neuronal sencilla.
- Los alumnos utilizarán la aplicación para configurar una red neuronal que calcule las velocidades del motor a partir de los datos del sensor de pista y proporcionarán datos de entrenamiento.
- En su caso, los alumnos ampliarán la programación del AGV 1 para que las velocidades de los dos motores sean ahora determinadas por la red neuronal.
- Los alumnos entrenarán la red neuronal.
- Los alumnos complementarán el programa con la consulta del sensor de distancia.
- Los alumnos ampliarán la red neuronal con una neurona de entrada que recopile los datos del sensor de distancia.

Fase de experimentación y prueba del seguimiento de línea por IA (AGV 4)



Trabajo en
pareja o en
grupo

- Los alumnos observarán el comportamiento de circulación del AGV y comprobarán cómo afectan a dicho comportamiento las adaptaciones de la tabla con los datos de entrenamiento, los distintos ajustes para el entrenamiento y las distintas configuraciones de la red neuronal.
- Los alumnos probarán el comportamiento de frenada del AGV.
- Los alumnos optimizarán el comportamiento de circulación y frenada del AGV.

Fase de finalización del seguimiento de línea por IA (AGV 4)



**Opcionalmen-
te:** Presenta-
ción y asigna-
ción de las
próximas

actividades de amplia-
ción de conocimientos

- A los alumnos o grupos que trabajan con especial eficiencia se les puede ofrecer la tarea complementaria de desarrollar sus propios casos de aplicación para el comportamiento de circulación del AGV y seleccionar los sensores necesarios.
- Los alumnos pueden combinar los conocimientos de programación y las técnicas de control que han adquirido en el transcurso de las unidades de aprendizaje para desarrollar un AGV con un comportamiento de circulación lo más homogéneo posible y múltiples posibilidades de reacción.
- Varios grupos pueden competir entre sí: ¿Qué AGV recorre el circuito con más rapidez? ¿Qué AGV es más estable frente a interferencias? Para ello se ha previsto un trabajo autónomo sin fichas de aprendizaje.



Debate en
conjunto

- Presentación del proyecto en el conjunto de la clase.
- Explicación de las futuras posibilidades de aplicación en la vida cotidiana.



○ INFORMACIÓN DIDÁCTICO-METODOLÓGICA

Opciones de actividad de ampliación de conocimientos

Dependiendo de la duración de la serie de lecciones y de la capacidad de los alumnos, es posible

- aumentar la complejidad de la tarea incluyendo varios sensores,
- ampliar las capacidades del vehículo de transporte sin conductor con estrategias más complejas para sortear obstáculos o captar estímulos cromáticos del entorno y reaccionar ante ellos,
- homogeneizar el comportamiento de circulación del vehículo de transporte sin conductor utilizando reguladores P y PD,
- incorporar a la red neuronal el control del motor para el seguimiento de línea o el frenado.

Aspectos motivadores

El trabajo con vehículos de transporte sin conductor está directamente relacionado con las experiencias cotidianas de los alumnos. Ya en la fase de **entrenamiento de conducción** experimentan cómo unas pocas líneas del programa pueden poner en marcha un vehículo de forma fiable: una respuesta directa que resulta muy motivadora y despierta la curiosidad.

Con el **seguimiento digital de línea**, la referencia cotidiana se ve reforzada por los paralelismos con las aspiradoras robóticas, los robots cortacésped o los sistemas de asistencia al conductor que reconocen líneas y evitan obstáculos de forma autónoma. La idea de que el vehículo de transporte sin conductor ahora puede «ver» y reaccionar como un robot fomenta la identificación con la tarea y aumenta el interés por las pruebas prácticas.

El **seguimiento analógico de línea**, con el uso de cámaras y tecnología de regulación, ofrece una mirada interesante sobre las modernas tecnologías de vehículos, como los sistemas de aviso de salida de carril. Aquí se pone de manifiesto cómo los cambios de parámetros o la incorporación de un componente diferencial influyen en el comportamiento de circulación, un campo de experimentación motivador.

Por último, con el **seguimiento de línea por IA**, la inteligencia artificial cobra protagonismo: los alumnos experimentan cómo el entrenamiento de una red neuronal mejora el comportamiento de circulación. Esto tiende un puente hacia los debates actuales sobre la IA en la vida cotidiana y ofrece a los alumnos la oportunidad de comprender y aplicar por sí mismos las tecnologías del futuro.

○ PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TECNOLOGÍA DE REGULACIÓN

Un regulador P es la forma más sencilla de una **regulación de retroacoplamiento**: Compara continuamente un valor de destino deseado (teórico) con el valor medido actual (real) y convierte la desviación resultante (el error) directamente en una corrección, cuya magnitud es **proporcional** al error. Cuanto mayor sea el error, mayor será también la corrección; la «sensibilidad del sistema» viene determinada por el factor proporcional k_P . Si k_P es demasiado pequeño, el sistema reacciona con lentitud y tarda en tomar el rumbo; si es demasiado grande, reacciona de forma exagerada, empieza a oscilar y se vuelve inestable. En el contexto pedagógico del seguimiento analógico de línea, esto significa que: La cámara mide la desviación lateral del carril, el regulador P ajusta la velocidad del motor izquierdo y derecho en direcciones opuestas y devuelve el vehículo al centro del carril. El regulador P es, por tanto, la base

para cualquier perfeccionamiento posterior (por ejemplo, con un componente D) y es ideal para ilustrar el principio básico de los sistemas de control automáticos y estabilizadores con poco esfuerzo de programación.

La variable de regulación central del seguimiento de línea es la desviación lateral del centro del carril con respecto al centro de la imagen de la cámara. Nos referimos a esta desviación como un error e en **píxeles** (positivo si el carril está a la derecha del centro de la imagen; negativo si está a la izquierda). El regulador utiliza este error para formar una variable manipulada u que sirve para ajustar la velocidad del motor izquierdo y derecho en direcciones opuestas. Con una velocidad base v_0 y la limitación al rango admisible $[0, v_{\max}]$, el resultado es

$$v_{\text{izquierda}} = \text{clip}(v_0 + u, 0, v_{\max}), \quad v_{\text{derecha}} = \text{clip}(v_0 - u, 0, v_{\max}).$$

La función de clip limita («satura») el valor de velocidad al rango admisible. Si el carril se encuentra a la derecha del centro, el vehículo de transporte sin conductor deberá girar a la derecha para volver a encontrar el carril. Para ello, la rueda derecha debe girar más despacio y la izquierda más deprisa. Si el carril está a la izquierda del centro, el vehículo de transporte sin conductor deberá girar a la izquierda, es decir, ahora la rueda izquierda debe girar más despacio y la derecha más deprisa.

Con el **regulador proporcional (regulador P)**, la variable manipulada es proporcional al error instantáneo

$$u = k_P \cdot e,$$

en el que k_P tiene la unidad «velocidad por píxel».

Ejemplo 1: $v_0 = 320$, $v_{\max} = 500$, $k_P = 1,2$, carril en +40 px, a la derecha del centro de la imagen, es decir, $e = +40$ px. El resultado es $u = 1,20 \cdot 40 = 48$, $v_{\text{izquierda}} = 368$, $v_{\text{derecha}} = 272$ (no es necesaria la saturación).

Ejemplo 2: $v_0 = 320$, $v_{\max} = 500$, $k_P = 1,2$, carril en -35 px, a la izquierda del centro de la imagen, es decir, $e = -35$ px. El resultado es $u = 1,20 \cdot (-35) = -42$, $v_{\text{izquierda}} = 278$, $v_{\text{derecha}} = 362$ (no es necesaria la saturación).

Si una velocidad supera los límites $[0, v_{\max}]$, es limitada por la función de clip. Sin embargo, debe evitarse utilizar continuamente la función de clip ajustando valores un poco más pequeños para k_P o v_0 .

El **regulador proporcional-diferencial (regulador PD)** complementa al regulador P con un componente predictivo D que tiene en cuenta la tasa de variación del error. Formulado con la discretización i , resulta lo siguiente para un tiempo de muestreo Δt de la variable manipulada $u[i]$

$$u[i] = k_P \cdot e[i] + k_D \frac{e[i] - e[i-1]}{\Delta t}.$$

En este caso, k_D tiene la unidad «velocidad de cada píxel por segundo». Cuando el vehículo de transporte sin conductor ya se aproxima al centro del carril, el componente D tiene un efecto

de frenado y reduce el rebasamiento. Si el error aumenta, es decir, el vehículo de transporte sin conductor se desvía cada vez más del carril, el componente D aumenta la corrección y ayuda así a volver al carril más rápidamente.

Ejemplo 3 (carril a la derecha, aproximación al centro):

$v_0 = 320$, $v_{\max} = 500$, $k_P = 1,2$, $k_D = 0,03$ (velocidad de cada píxel por segundo),

$\Delta t = 0,02$ s (tasa de muestreo), $e[i] = +45$ px, $e[i-1] = +60$ px.

Para el componente P se aplica en este caso $k_P \cdot e = 1,20 \cdot 45 = 54$.

La tasa de modificación es de $(45-60)/0,02 = -750$ px/s. Así pues, el componente D proporciona $0,03 \cdot (-750) = -22,5$. En total, el resultado es $u = 54 - 22,5 = 31,5$. Con ello, las velocidades de los motores son $v_{\text{izquierda}} = 320 + 31,5 = 351,5$, $v_{\text{derecha}} = 320 - 31,5 = 288,5$. Sin componente D, un regulador P daría $u = 54$, es decir, $v_{\text{izquierda}} = 374$, $v_{\text{derecha}} = 266$; el componente PD atenúa visiblemente la corrección porque el vehículo se está acercando al centro del carril.

Ejemplo 4 (carril a la izquierda, el error aumenta):

$v_0 = 320$, $v_{\max} = 500$, $k_P = 1,2$, $k_D = 0,03$ (velocidad de cada píxel por segundo),

$\Delta t = 0,02$ s (tasa de muestreo), $e[i] = -45$ px, $e[i-1] = -20$ px.

Para el componente P se aplica en este caso $k_P \cdot e = 1,20 \cdot (-45) = -54$.

La tasa de modificación es de $(-45-(-20))/0,02 = -1250$ px/s. Así pues, el componente D proporciona $0,03 \cdot (-1250) = -37,5$. En total, el resultado es $u = -54 - 37,5 = -91,5$. Con ello, las velocidades de los motores son $v_{\text{izquierda}} = 320 - 91,5 = 228,5$, $v_{\text{derecha}} = 320 - (-91,5) = 411,5$; el componente PD refuerza claramente la corrección porque el vehículo se sigue apartando del centro del carril.

Si el programa debe funcionar para diferentes anchuras de imagen W , es aconsejable trabajar con un error normalizado, es decir, $e_n = x/W \in [-1, 1]$.

CONOCIMIENTOS DE PROGRAMACIÓN

- Inicio del programa
- Bucle permanente **repetir permanentemente (repeat forever)**
- Configuración de la cámara
- Bucle **repetir mientras (repeat while)**
- Comando **esperar hasta (wait until)**
- Condición **si – entonces (if – do)**
- Utilización de variables y su modificación
- Cálculo con variables
- Manejo de subrutinas
- Programación de redes neuronales
- Entrada de datos de entrenamiento de la IA

Opcional para descargar:

- Esquema de circuito
- Instrucciones de construcción

MATERIALES ADICIONALES

- Medios de dibujo (papel, pizarra o pantalla de proyección).

—○ CARACTERÍSTICAS DEL MODELO Y SUS SOLUCIONES TÉCNICAS

Función de los sensores/actuadores	Solución técnica
Giro de los motores con codificador	Adaptación de la velocidad al control del vehículo
Pulsador mini	Detección de obstáculos (AGV 1)
Medición de diferencias de brillo	Detección de carril (AGV 1–2, AGV 4)
Medición de distancias	Evitar colisiones (AGV 2, AGV 4)
AGV 2: Reconocimiento de colores por cámara USB	Reacción a superficies cromáticas
AGV 3: Reconocimiento de carril por cámara USB	Mantenimiento de carril utilizando un regulador P y un regulador PD
AGV 4: Reconocimiento de carril por sensor de pista	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de una red neuronal • Entrada de datos de entrenamiento • Traslación de un problema de regresión con la ayuda de la IA
Opciones adicionales de actividad de ampliación de conocimientos	Optimización del control de velocidad, optimización de las estrategias de conducción para rodear obstáculos, optimización de la estrategia para volver a encontrar el carril en caso de pérdida total del mismo, diseño de un vehículo propio equipado con sensores seleccionados por los propios alumnos



○ LISTA DE MATERIALES

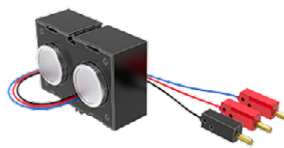
Sensores	Función
1 pulsador de conexión/desconexión en el controlador TXT 4.0	Conexión del vehículo de transporte sin conductor
2 pulsadores mini	Detección de obstáculos (AGV 1)
1 sensor de pista (con 2 sensores IR)	Detección de carril (AGV 1–2, AGV 4)
1 sensor de ultrasonido	Medición de distancia (AGV 2, AGV 4)
1 cámara USB	Reconocimiento de colores (AGV 2) Detección de carril (AGV 3)
Actuadores	Función
2 motores con codificador	Accionamiento de los vehículos
2 LED (2 blancos)	Faro (AGV 2–4)

¿Dónde se monta qué?

ACTUADORES Y SENSORES



Motor con codificador
Referencia 153422



Sensor de ultrasonido
con conectores ft
Referencia 219835



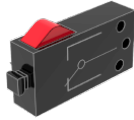
Cámara USB
Referencia 152522

1	Sensores analógicos MODELO 1		1	
2	Bomba de inyección MODELO 2	1		
3	Modelo de puerta MODELO 3	1	1	1
4	Aparcamiento 1: Barrera del aparcamiento MODELO 4	1		
5	Aparcamiento 2: Entrada y salida 2 veces MODELO 4	2		
6	Aparcamiento 3: Reconocimiento de matrículas MODELO 5	1		1
7	Control de semáforos 1: Semáforo MODELO 6			
8	Control de semáforos 2: Cruce 2 veces MODELO 6			
9	Control de semáforos 3: Control de fases con IA MODELO 7			1
10	AGV 1: Entrenamiento de conducción MODELO 8	2		
11	AGV 2: Seguimiento digital de línea MODELO 9	2	1	1
12	AGV 3: Seguimiento analógico de línea MODELO 10	2		1
13	AGV 4: Seguimiento de línea por IA MODELO 9	2	1	1

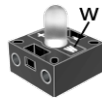
ACTUADORES Y SENSORES



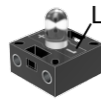
**Sensor de pista IR
con conectores ft**
Referencia 219831



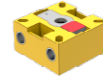
Pulsador mini
Referencia 037783



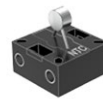
LED
Referencia 162134



**Barreras fotoeléctricas
LED**
Referencia 162135



Fototransistor
Referencia 036134



Resistencia NTC
Referencia 219830

					1	1
	2	2				2
	2	2	1	1		3
	2	2	1	1		4
	4	4	2	2		5
	2	2	1	1		6
	1	4	1			7
	2	8	2			8
	1	4	1			9
1	2					10
1		2				11
		2				12
1		2				13