**ANEXOS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES** | | **Documento :**  **ERF-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **REVISIÓN HISTÓRICA** | | | |
| **Rev.** | **Descripción del Cambio** | **Autor** | **Fecha** |
| 001 | Construcción del documento | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |
| 002 | Actualización | Carlos Fernando Quintero, Joan Velasco, Jhonier Andrés Vargas. | 2022-02-04 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ref #** | **Funciones** | **Categoría** |
| 1.0 | El robot móvil debe ser capaz de detectar los diferentes obstáculos en el camino, usando dos sensores infrarrojos con referencia FC-51 | **E** |
| 2.0 | El robot móvil debe ser capaz de detectar la línea negra, usando 2 sensores ópticos infrarrojos TCRT5000 | **E** |
| 3.0 | El robot móvil debe ser capaz de controlar el sentido de giro de cada uno de los motores por medio del módulo L298N y el microcontrolador ATmega328p. | **E** |
| 4.0 | El robot debe ser capaz de mantenerse dentro de la trayectoria y detenerse una vez llega a un final de carrera señalado en la pista. | **E** |
| 5.0 | El robot debe ser capaz de evadir los obstáculos rodeándolos. | **E** |

Anexo 1. Requerimientos Funcionales del Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES** | | **Documento :**  **ERF-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **REVISIÓN HISTÓRICA** | | | |
| **Rev.** | **Descripción del Cambio** | **Autor** | **Fecha** |
| 001 | Construcción del documento | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |
| 002 | Actualización | Carlos Fernando Quintero, Joan Velasco, Jhonier Andrés Vargas. | 2022-02-04 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ref #** | **Descripción** | **Categoría** |
| 1.0 | Para la realización de este proyecto se usará el Atmel Studio 7.0 | **E** |
| 2.0 | Se usará un microcontrolador Atmega328 a través del Hardware Arduino | **E** |
| 3.0 | Para la realización del esquema físico y conexiones se usará Proteus 8.8 | **O** |

Anexo 2. Requerimientos No Funcionales del Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **002** |
| **Título**:  **CASO DE USO**  **Requerimiento funcional 1.** El robot móvil debe ser capaz de detectar los diferentes obstáculos en el camino, usando dos sensores infrarrojos (uno enfrente y otro a un lado) con referencia FC-51 | | **Documento :**  **CUR-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| REVISIÓN HISTÓRICA | | | |
| Rev. | Descripción del Cambio | Autor | Fecha |
| 001 | Construcción de caso uso | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |
| 002 | Actualización | Carlos Fernando Quintero, Joan Velasco, Jhonier Andrés Vargas. | 2022-02-04 |

|  |  |
| --- | --- |
| INFORMACIÓN GENERAL |  |
| **Actores:** | Robot (HW) y el firmware (SW) | |
| **Propósito:** | El robot debe ser capaz de detectar los obstáculos para evitar choques, a través de dos sensores infrarrojos (uno en frente y otro a un lado) con referencia FC-51 | |
| **Resumen:** | Cuando el robot móvil detecte un obstáculo, por medio de los sensores de infrarrojos, se enviará las señales al microcontrolador para que la procese según sea el caso de detección, es decir, si se detectó objeto al frente, al lado o en ambos lados. | |
| **Tipo:** | Real | |

|  |  |
| --- | --- |
| Curso Normal de los Eventos | |
| Acción del Robot | Respuesta del Firmware |
|  | 1. Configurar los puertos de entrada (DDRC) y salida (DDRB) para configurar los sensores infrarrojos, tanto para la detección del obstáculo, como de la comunicación del tipo de detección (objeto al frente, al lado o ambos lados). |
| 2. Los dos sensores infrarrojos envían señales eléctricas al puerto DDRC de entrada según la detección hecha. |  |
|  | 3. Se verifica por medio de 3 filtros qué tipo de detección es por medio de la lectura del puerto C a través de PINC (objeto al frente, al lado o ambos lados). |
|  | 4. Dependiendo del tipo de detección (objeto al frente, al lado o ambos lados) se ponen en 1 o 0 los pines del puerto DDRB encargado para la comunicación del tipo de detección (objeto al frente, al lado o ambos lados).ssS |

Anexo 3.1. Caso de uso para el Requerimiento funcional 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **CASO DE USO**  **Requerimiento funcional 2.** El robot móvil debe ser capaz de detectar la línea negra, usando 2 sensores ópticos infrarrojos TCRT5000 | | **Documento :**  **CUR-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| REVISIÓN HISTÓRICA | | | |
| Rev. | Descripción del Cambio | Autor | Fecha |
| 001 | Construcción de caso uso | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |
| 002 | Actualización | Carlos Fernando Quintero, Joan Velasco, Jhonier Andrés Vargas. | 2022-02-04 |

|  |  |
| --- | --- |
| INFORMACIÓN GENERAL |  |
| **Actores:** | Robot, firmware. | |
| **Propósito:** | El robot móvil debe ser capaz de detectar la línea negra, usando 2 sensores ópticos infrarrojos TCRT5000 | |
| **Resumen:** | Lo que se busca es que el robot móvil sea capaz de reconocer la trayectoria a seguir, la cual es una línea negra por medio de 2 sensores ópticos infrarrojos. | |
| **Tipo:** | Real | |

|  |  |
| --- | --- |
| Curso Normal de los Eventos | |
| Acción del robot | Respuesta del firmware |
|  | 1. Configurar los puertos de entrada y salida para configurar los dos sensores ópticos infrarrojos, con el comando DDRC. |
| 1. Los dos receptores infrarrojos envían una señal eléctrica al puerto de entrada y salida. |  |
|  | 1. Se realiza una lectura del puerto C, a través del comando PINC. |
|  | 1. Se compara si la mascara correspondiente a cada sensor si es igual a la lectura del PINC |
|  | 1. Retorna un 1, si la mascara es igual al PINC, significando que el sensor paso sobre la línea negra. En caso contrario, si la mascara es diferente a la lectura del PINC retorna un 0. |

Anexo 3.2. Caso de uso para el Requerimiento funcional 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **CASO DE USO**  **Requerimiento funcional 3** El robot móvil debe ser capaz de controlar el sentido de giro de cada uno de los motores por medio del módulo L298N y el microcontrolador ATmega328p. | | **Documento :**  **CUR-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| REVISIÓN HISTÓRICA | | | |
| Rev. | Descripción del Cambio | Autor | Fecha |
| 001 | Construcción de caso uso | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |
| 002 | Actualización | Carlos Fernando Quintero, Joan Velasco, Jhonier Andrés Vargas. | 2022-02-04 |

|  |  |
| --- | --- |
| INFORMACIÓN GENERAL |  |
| **Actores:** | Robot, firmware. | |
| **Propósito:** | El robot debe ser capaz de controlar el sentido de giro de los motores para moverse. | |
| **Resumen:** | Se espera que se pueda cambiar el sentido de giro de cada una de las ruedas para poder seguir la trayectoria marcada o esquivar el obstáculo, según el robot lo requiera. | |
| **Tipo:** | Real | |

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se configuran los puertos de salida (Puerto D) para la comunicación unidireccional entre el microcontrolador ATmega328p y el puente H L298N. |
| 1. Se hace el llamado de la dirección a la que se requiere avanzar (Parar, Avanzar, Derecha, Izquierda y Retroceder). |

Si el valor de la variable dirección es Parar, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se escribe en el registro del puerto de salida (PORTD) y en los bits menos significativos el valor de cero, para desactivar todos los pines I1, I2, I3, e I4 del L298N. |

Si el valor de la variable dirección es Avanzar, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se escribe en el registro del puerto de salida (PORTD) y en los bits menos significativos el valor de 0xA, para activar los pines I2 e I4 del L298N |

Si el valor de la variable dirección es Derecha, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se escribe en el registro del puerto de salida (PORTD) y en los bits menos significativos el valor de 0x8, para activar el pin I4 del L298N. |

Si el valor de la variable dirección es izquierda, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se escribe en el registro del puerto de salida (PORTD) y en los bits menos significativos el valor de 0x2, para activar el pin I2 del L298N |

Si el valor de la variable dirección es Retroceder, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se escribe en el registro del puerto de salida (PORTD) y en los bits menos significativos el alor de 0x5, para activar los pínes I1 e I3 del L298N |

Anexo 3.3. Caso de uso para el Requerimiento funcional 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **CASO DE USO**  **Requerimiento funcional 4.** El robot debe ser capaz de mantenerse dentro de la trayectoria y detenerse una vez llega a un final de carrera señalado en la pista. | | **Documento :**  **CUR-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| REVISIÓN HISTÓRICA | | | |
| Rev. | Descripción del Cambio | Autor | Fecha |
| 001 | Construcción de caso uso | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |

|  |  |
| --- | --- |
| INFORMACIÓN GENERAL |  |
| **Actores:** | firmware. | |
| **Propósito:** | El robot debe ser capaz de seguir la línea negra detectada y avanzar | |
| **Resumen:** | Lo que se busca es que el robot móvil sea capaz de reconocer la trayectoria a seguir, la cual es una línea negra por medio de 2 sensores ópticos infrarrojos. | |
| **Tipo:** | Real | |

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware | |
| 1. Se lee el valor de las variables de software que almacenan el estado de los sensores izquierdo y derecho: 00, 01, 10, 11. | |

Si el valor de la variable es 00, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Parar” |

Si el valor de la variable es 01, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Izquierda” |

Si el valor de la variable es 10, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Derecha” |

Si el valor de la variable es 11, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Avanzar” |

Anexo 3.4. Caso de uso para el Requerimiento funcional 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| uvlogos-p | **Universidad del Valle**  **Robot móvil para recorrer un camino con obstáculos** | | **Rev.:**  **000** |
| **Título**:  **CASO DE USO**  **Requerimiento funcional 5** El robot móvil debe ser capaz de evadir los obstáculos rodeandolos | | **Documento :**  **CUR-001** | Página :  **1 de 1** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| REVISIÓN HISTÓRICA | | | |
| Rev. | Descripción del Cambio | Autor | Fecha |
| 001 | Construcción de caso uso | Carlos Fernando Quintero, Jhonier Andrés Vargas, Joan Velasco | 2021-11-21 |

|  |  |
| --- | --- |
| INFORMACIÓN GENERAL |  |
| **Actores:** | firmware. | |
| **Propósito:** | El robot debe girar y avanzar para rodear un obstáculo que detecte | |
| **Resumen:** | Se espera que a partir de los cambios que puedan existir en la trayectoria marcada y los obstáculos el robot cambie la velocidad en cada rueda para girar. | |
| **Tipo:** | Real | |

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se lee el valor de las variables de software que almacen la presencia del obstáculo (Enfrente, A\_un\_lado, Enfrente\_y\_A\_un\_Lado, Ninguno). |
| 1. Se define e inicializa una variable Estado\_robot en “0” (dentro de la linea). |

Nota: Los conceptos “Enfrente”, “A un lado”, “Enfrente y a un lado” y “Ninguno” se refieren:

* Enfrente: Significa que hay presencia de un objeto detectado por el sensor frontal del robot.
* A un lado: Significa que hay presencia de un objeto detectado por solo el sensor lateral del robot.
* Enfrente y a un lado: Significa que hay presencia de un objeto detectado por el sensor frontal y lateral del robot.
* Ninguno: Significa que el sensor frontal y lateral no detectan ningún objeto.

Para cuando Estado\_robot= 0

Si la variable de presencia de obstáculo es “Enfrente”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Izquierda” |

Si la variable de presencia de obstáculo es “A\_un\_lado”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable Estado\_robot a “1” |

Para cuando Estado\_robot=1

Si la variable de presencia de obstáculo es “Enfrente”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “derecha” |

Si la variable de presencia de obstáculo es “A\_un\_lado”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Avanzar” |

Si la variable de presencia de obstáculo es “Enfrente\_y\_A\_un\_lado”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Izquierda” |

la variable de presencia de obstáculo es “Ninguno” y la variable estado\_robot es 1, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “derecha” |

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware | |
| 1. Se lee el valor de la variable de software que almacena el estado de los sensores infrarrojos. | |

Si la variable de estado de los sensores es “00”, “01” o “10”, entonces:

|  |
| --- |
| Curso Normal de los Eventos |
| Respuesta del firmware |
| 1. Se cambia el valor de la variable dirección a “Izquierda” |
| 1. Se cambia el valor de la variable estado\_robot a “0” |

Anexo 3.5. Caso de uso para el Requerimiento funcional 5

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Anexo 4.1. Diagrama secuencial para el Requerimiento funcional 1

**Diagrama

Descripción generada automáticamente**

Anexo 4.2. Diagrama secuencial para el Requerimiento funcional 2

Diagrama

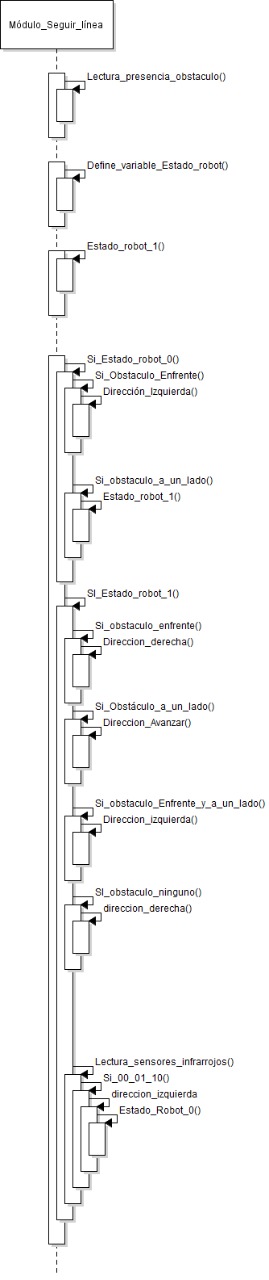
Descripción generada automáticamente

Anexo 4.3. Diagrama secuencial para el Requerimiento funcional 3

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Anexo 4.4. Diagrama secuencial para el Requerimiento funcional 4



Anexo 4.5. Diagrama secuencial para el Requerimiento funcional 5

**ENLACE DE VIDEOS Y PRUEBAS DE LOS MODULOS**

* Sistema de movimiento (Trayectoria recta):

<https://drive.google.com/file/d/1Y9M8XXO_DqB0jsYb5wePPXT5H_-FIviV/view?usp=sharing>

* Sistema de detección de obstáculo:

<https://drive.google.com/file/d/1Pw8Y3IypGXolfZwoPmqVFo4OdSZIKlqX/view?usp=sharing>

* Sistema de detección de Línea:

<https://drive.google.com/file/d/1AI1ujGjSOLtysyRygbGTpCd6PaWBYc_6/view?usp=sharing>