

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: Disseny d'un sistema motor d'arrossegament nàutic

AUTOR: Juan José Company Córcoles

TITULACIÓ: Enginyeria d'automàtica i electrònica industrial

DIRECTOR: Pau Martí

DEPARTAMENT: Enginyeria de sistemes, automàtica e informàtica ind.

DATA: 24 de junio del 2013

TÍTOL: Disseny d'un sistema motor d'arrossegament nàutic

COGNOMS: Company Córcoles NOM: Juan José

TITULACIÓ: Enginyeria d'automàtica i electrònica industrial

ESPECIALITAT: Automàtica i electrònica industrial PLA: 2006

DIRECTOR: Pau Martí

DEPARTAMENT: Enginyeria de sistemes, automàtica i informàtica industrial

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT SECRETARI VOCAL

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: \Box Sí \sqrt{No}

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

La idea del proyecto realizado surge de la necesidad de mejorar las condiciones del operador del Winch. Para ello se ha diseñado un mando a distancia que permite controlar todas las operaciones habituales del Winch para su funcionamiento.

El Winch es un conjunto motor que simula la realización del Wakeboard sin la necesidad de utilizar una embarcación náutica.

El objetivo del proyecto es el diseño, instrumentación e implementación de dos módulos, uno ubicado en el chasis del motor y otro que será manejado por el usuario a distancia. Para la realización de este sistema se ha hecho una comparativa de todos los sistemas actuales de tracción náuticos existentes.

Se ha realizado un estudio de viabilidad de mejora para cambiar el motor de combustión actual por un motor eléctrico.

Se han establecido un conjunto de requisitos/especificaciones de cada componente y su programación.

Se han realizado pruebas que confirman el correcto funcionamiento del conjunto diseñado y de cada componente independientemente.

Paraules clau (màxim 10):

Winch	Arduino	Interfaz gráfica	Grado de protección IP
Protocolo de radiotrar	smisión	Tecnología de comu	nicación asociada



PROPOSTA DE PROJECTE FINAL DE CARRERA

Pàg: 1/2

JUAN JOSÉ COMPANY CÓRCOLES -DNI: 43164332 - Telèfon: 971438861 ENGINYERIA D'AUTOMÀTICA I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL - 340EAEI 03

> 9/4/2013 Signatura

Projecte proposat per:

■ 2 Estudiant/a

JUAN JOSÉ COMPANY CÓRCOLES

Projecte

▶ Titol del projecte

Disseny d'un sistema motor d'arrossegament nàutic

▶ Estudiant/a

JUAN JOSÉ COMPANY CÓRCOLES

▶ Director/a del projecte

Pau Martí Signatura del director

Professor/a Ponent (en el cas de projectes realitzats en una empresa)

Signatura del ponent

▶ Vist i Plau Cap de secció departament (per a tots els tipus de propostes)

Departament: 707, ENGINYERIA DE SISTEMES, AUTOMAT. I INFORMÀTICA IND.

Cap de seccio: FRANCISCO J. RUIZ VEGAS

Signatura del cap de secció

DATA I SIGNATURA APROVACIÓ COMISSIÓ COORDINACIÓ DOCENT

Copia per Sots-direcció Acadèmica

1 de 2 28/06/2013 10:23



PROPOSTA DE PROJECTE FINAL DE CARRERA

Pàg: 2/2

JUAN JOSÉ COMPANY CÓRCOLES -DNI: 43164332 - Telèfon: 971438861 ENGINYERIA D'AUTOMÀTICA I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL - 340EAEI 03

Objectius / Programació / Recursos

▶ Objectius a assolir

- Disseny del conjunt mecànic.
- Instrumentació del motor pel control de posició i velocitat.
- Instrumentació del motor pel control de seguretat automàtic
- Disseny e implementació del control de motor i d'un sistema de seguretat automàtic.
- Equipar el sistema amb radiocontrol.
- Disseny e implementació d'una interfície d'usuari.

Descripció i Programació temporal del treball a realitzar

- Cerca d'informació de sistemes d'arrossegament nàutic. (2 setmanes)
- Elecció i comparativa dels components que formaran el projecte (3 setmanes)
- Mecanització per adaptar els components (4 setmanes)
- Disseny electrònic (6 setmanes)
- Programació del sistema microprocessador (6 setmanes)
- Memòria (4 setmanes)

Algunes tasques es poden realitzar en paral·lel.

▶ Recursos del Centre

Laboratori de projectes. AL102 AL008

2 de 2 28/06/2013 10:23

<u>Índice</u>

1	INTRODUCCIÓN:	6
2	ANTECEDENTES	6
2.1	Descripción entre los diferentes sistemas de tracción actuales.	6
2.2	Comparativa entre los sistemas de tracción actuales y el Winch	9
2.3	Evolución de los sistemas de la práctica del Wakeboard	9
2.4	Descripción detallada del Winch	11
2.5	Estado del arte	15
3	ALCANCE DEL PROYECTO E IDEAS INICIALES	19
3.1	Evolución de las ideas e objetivos a conseguir	19
3.2	Alcance del proyecto	21
3.3	Extensión del proyecto	22
3.4	Recursos necesarios para la realización del proyecto	22
4	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	24
4 4.1	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO ¿Por qué automatizar?	24
4.1	¿Por qué automatizar?	24
4.1 4.2	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario	24 24
4.1 4.2 4.3	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño	24 24 28
4.1 4.2 4.3	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño ANÁLISIS Y REALIZACIÓN	24 24 28
4.1 4.2 4.3 5	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño ANÁLISIS Y REALIZACIÓN Análisis previos	24 24 28 32
4.1 4.2 4.3 5 5.1 5.2	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño ANÁLISIS Y REALIZACIÓN Análisis previos Estudio de mercado para la selección de componentes	24 24 28 32 32
4.1 4.2 4.3 5 5.1 5.2 5.3	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño ANÁLISIS Y REALIZACIÓN Análisis previos Estudio de mercado para la selección de componentes Justificación de los componentes seleccionados	24 24 28 32 32 33
4.1 4.2 4.3 5 5.1 5.2 5.3 5.4	¿Por qué automatizar? Descripción e interacción con el usuario Especificaciones del diseño ANÁLISIS Y REALIZACIÓN Análisis previos Estudio de mercado para la selección de componentes Justificación de los componentes seleccionados Mapa de conexiones	24 28 32 32 33 76

6	PLANIFICACION Y PRESUPUESTO	95
6.1	Planificación	95
6.2	Presupuesto	95
7	CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO	96
7.1	Conclusiones	96
7.2	Perspectivas de futuro	96
8	DIFICULTADES	97
8.1	Dificultades relacionadas con la programación	97
8.2	Dificultades no relacionadas con la programación	97
9	REFERENCIAS	99
9.1	Escuela politécnica superior de enseñanza de Vilanova y la Geltrú	99
9.2	Programación	99
9.3	Comunicación	99
9.4	Winch eléctrico	100
9.5	Datashets	100
ANE	EXOS:	
ANE	EXO 1: PROGRAMACIÓN EN ARDUINO	
1	CODIGO C PARA MÓDULO BASE	
2	CÓDIGO C PARA MÓDULO MANDO	
ANE	EXO 2:WINCH ELÉCTRICO	
1	INTRODUCCIÓN	
2	ESTUDIO DE EFICIENCIA	
3	SELECCIÓN DEL MOTOR	

- 4 SELECCIÓN DE ALIMENTACIÓN
- 4.1 Generador
- 4.2 Baterías
- 5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE REALIZACIÓN DEL WINCH ELÉCTRICO

ANEXO 3: CÁLCULOS

1 DIVISOR DE TENSIÓN

ANEXO 4:DEFINICIONES

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Wakeboard estirado por barca	7
Ilustración 2 Vista aérea de un cable-ski	7
Ilustración 3 Vista lateral de un cable-ski	8
Ilustración 4 Componentes de un cable-ski	8
Ilustración 5 Perfect pass	10
Ilustración 6 Evento realizado en un parking	12
Ilustración 7 Motor utilizado para el funcionamiento del winch	12
Ilustración 8 Conjunto de variador más embrague	13
Ilustración 9 Embrague centrífugo	13
Ilustración 10 Corona	14
Ilustración 11 Piñon	14
Ilustración 12 Polea del Winch	14
Ilustración 13 Realización de Wakeboard en una plaza y saltando una presa	15
Ilustración 14 Skim model	16
Ilustración 15 Wake model	16
Ilustración 16 Ben Horan's Pro model	17
Ilustración 17 Subaru pro model	17
Ilustración 18 The Grinch Winch	18
Ilustración 19 Simple winch	19
Ilustración 20 Esquema de los componentes que contiene el módulo base	32
Ilustración 21 Esquema de los componentes que contiene el módulo mando	32
Ilustración 22 Logotipo de tecnología 3G	35
Ilustración 23 Logotipo de tecnología asociada WLAN	35
Ilustración 24 Logotipo de tecnología asociada WIMAX	36
Ilustración 25 Esquema del funcionamiento de la tecnología asociada Wimax	36
Ilustración 26 Logotipo de tecnología asociada Bluetooth	37
Ilustración 27 Logotipo de tecnología asociada ZigBee	38
Ilustración 28 Diferentes tipos de Xbee actualmente en el mercado	40
Ilustración 29 Esquema de pines disponibles en el módulo Xbee	41
Ilustración 30 Formato de envío de datos del módulo Xbee	43
Ilustración 31 Correspondencia del buffer del módulo Xbee	44
Ilustración 32 Módulos de radiotransmisión serie marca Groove	46
Ilustración 33 Esquema de la ubicación de los pines módulo Groove	47
Ilustración 34 Raspberri pi modelo B	49
Ilustración 35 Módulos de Raspberri pi	50
Ilustración 36 Puerto GPIB de Raspberri PI	50
Ilustración 37 Controlador Chipkit UNO 32	51
Ilustración 38 Controlador Chipkit MAX 32	
Ilustración 39 Esquema de pines controlador Chipkit UNO32	53
Ilustración 40 Esquema de pines controlador Chipkit MAX32	
Ilustración 41 Arduino Uno	56
Ilustración 42 Arduino Due	56

Ilustración 43 Arduino Mega2560	56
Ilustración 44 Arduino Lilypad	57
Ilustración 45 Arduino Mini	57
Ilustración 46 Arduino Micro	57
Ilustración 47 Arduino Pro mini	
Ilustración 48 Esquema de pines del Arduino Mini	60
Ilustración 49 Esquema de pines del Arduino Uno	60
Ilustración 50 Tipos de conexión al eje de los encoders	62
Ilustración 51 Esquema interno del encoder E6F-CWZ5G	62
Ilustración 52 Aplicación de un Rele reed	63
Ilustración 53 Rele reed	63
Ilustración 54 Funcionamiento de un rele Reed	64
Ilustración 55 Aplicación de un sensor de efecto Hall	65
Ilustración 56 Esquema de pines y dimensiones de un sensor de efecto Hall	66
Ilustración 57 Servomotor	67
Ilustración 58 Pines del servomotor Power Hd 3001 HB	68
Ilustración 59 Sensor de inclinación Tiltshift	69
Ilustración 60 Pines del inclinómetro Tiltshift	69
Ilustración 61 Potenciómetro convencional	70
Ilustración 62 Potenciómetro IP66	70
Ilustración 63 Display alfanumérico 8x2	71
Ilustración 64 Módulo controlador serie de display 8x2	73
Ilustración 65 Conmutador M22 de 4 pulsadores	74
Ilustración 66 Conmutador M22 de 3 pulsadores	74
Ilustración 67 Conmutador M22 biestable	74
Ilustración 68 Carcasa marca Schneider para 6 conmutadores	75
Ilustración 69 Carcasa marca bopla con ventana para display	75
Ilustración 70 Relación de colores con acciones en el pseudocódigo	
Ilustración 71 Pseudocódigo de la rutina principal módulo base	86
Ilustración 72 Pseudocódigo de la subrutina enviar velocidad	
Ilustración 73 Pseudocódigo de la rutina principal módulo mando	87
Ilustración 74 Pseudocódigo de la subrutina LCD	88
Ilustración 75 Pseudocódigo de la subrutina enviar datos	89
Ilustración 76 Instrumentación del eje del winch con los sensores de efecto Hall	92
Ilustración 77 Instrumentación del motor con el servo	92
Ilustración 78 Placa prototipo utilizada para el módulo base	93
Ilustración 79 Placa prototipo utilizada para el mando	93
Ilustración 80 Vista lateral del mando	94
Ilustración 81 Vista frontal del mando	94
Ilustración 82 Montaje del motor y componentes en la realización del test	de
velocidad	94
Ilustración 83 Curva característica de un motor del motor de combustión Ho	onda
GX270	112
Ilustración 84 Motor de 2KW	113

Ilustración 85 Control marca Kellycontroller para el motor elegido	114
Ilustración 86 Generador Honda E400.	115
Ilustración 87 Bateria Torqueedo	116
Ilustración 88–Esquema del sistema OOS	121

1 Introducción:

El Wakeboard es un deporte acuático en el cual una persona se desliza sobre el agua encima de una tabla siendo estirado por una cuerda.

Esta cuerda tiene dos extremos, el extremo del practicante tiene una barra ergonómica y el otro extremo de la cuerda es estirada por: una lancha, una moto acuática, un Cableski o un Winch.

El deporte recibe su nombre por la estela que crea la lancha de arrastre. Este deporte fue creado por medio de una combinación de esquí, esquí acuático y el snowboard.

En los deportes de tipo acuático, dónde es necesaria una tabla, tienen algunos factores negativos, entre los cuales podemos destacarlos siguientes:

Por una parte, son deportes que tienen un coste elevado, ya bien sea por el coste del material o de alquiler de instalaciones para su práctica.

Y por otra parte, para la práctica de este tipo de deportes, se requieren unas condiciones climáticas adecuadas entre las cuales se puede destacar mar plana y ausencia de viento para la práctica de Wakeboard en barco.

En estos últimos años se está fabricando un método de arrastre llamado Winch. Este nuevo método de arrastre es fabricado por los usuarios amantes de este deporte.

En conclusión, el problema que se quiere solucionar es que en la práctica de este deporte mediante el sistema de arrastre denominado Winch siempre ha de haber alguien que se encargue de controlar el motor sentado en una mala postura, con gran cantidad de ruido proveniente del motor y que no puede disfrutar de la compañía de los otros practicantes ya que la mayoría de ellos y la mayor parte del tiempo estos están en la zona de salida y no en la zona de control del motor del Winch.

2 Antecedentes

Actualmente el Wakeboard se puede realizar de diferentes formas, estas formas se diferencian por el sistema de tracción.

2.1 Descripción entre los diferentes sistemas de tracción actuales.

Actualmente los sistemas de tracción más usados para la práctica del Wakeboard son:

- El practicante es estirado por una barca.
- El practicante es estirado por un cable.
- El practicante es estirado por un Winch

2.1.1 Practicante estirado por barca

El tipo de embarcación náutica que se usa es especialmente diseñada para la práctica del Wakeboard, ya que ha de tener suficiente fuerza para poder arrastrar al practicante, realizar una ola alta y sin rompiente para que el practicante pueda usar de rampa..



Ilustración 1 Wakeboard estirado por barca

2.1.2 Practicante estirado por cable

Es una modalidad en que el practicante es estirado por una cuerda que va unida a un cable metálico sujeto a 8 metros de altura. Este cable circula entre poleas, estas están sujetas a torres y normalmente suele haber dos o más torres. El movimiento del cable es generado mediante un motor que mueve una polea y las otras poleas son conducidas por la polea conductora.

En esta modalidad el practicante coge una cuerda de nylon, la cual no está unida al cable que gira a velocidad constante, cuando el operador decide, puede incluir esta cuerda que no está conectada con el cable metálico que está en movimiento mediante un sistema neumático.



Ilustración 2 Vista aérea de un cable-ski



Ilustración 3 Vista lateral de un cable-ski

El Cable-ski se compone de:

- **Motor eléctrico:** controlado por un panel automatizado donde se puede controlar la velocidad, parada/marcha del cable y un control de las cuerdas de nylon que entran o salen del cable en movimiento.
- Torres: cada una tiene una polea en su parte superior y es por donde circula el cable. La rigidez del cable viene debida a un peso colocado en una de las torres que mantiene el cable tensado.
- Cuerdas de nylon: Estas son las que realizan la conexión entre el cable de acero y el practicante. Acaban con un mango (normalmente de madera) donde se sujeta el Wakeboarder. Estas se conectan al cable cuando el operario que controla el panel automatizado le da acceso, y mediante un sistema hidráulico estas cuerdas de nylon se conectan o desconectan del cable de acero.

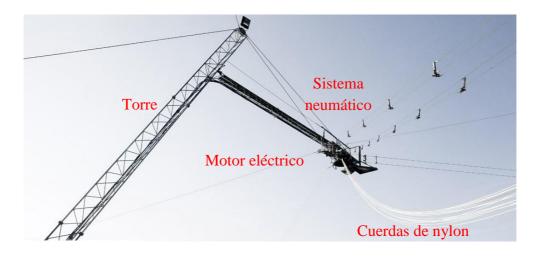


Ilustración 4 Componentes de un cable-ski

Dependiendo del número de torres los cable-ski pueden ser de dos torres (System 2.0) o de cuatro o más.

2.1.3 Practicante estirado por Winch

El Winch es un invento actual. Los winches actuales funcionan con un motor de explosión ya bien sea de generador o kart, un embrague o un conversor de torque, una cadena que transmite la potencia generada por el motor a un eje, un eje donde se sitúa una bobina que contiene la cuerda, un engranaje que es unido a la cadena y en ocasiones un freno.

2.2 Comparativa entre los sistemas de tracción actuales y el Winch

Lancha:

- Coste muy elevado de adquisición, aproximadamente 45.000€ y coste muy alto de mantenimiento.
- El uso de la embarcación se ve limitado por el oleaje, ya que con olas superiores a 20 cm no se puede practicar Wakeboard, esto es debido a que la ola que hace la barca se ve afectada por las olas que hay en el mar, esto puede ser peligroso ya que el practicante para realizar un salto se aproxima a la ola entre 35 y 45 km/h.
- Prohibido el uso de embarcaciones en lagos de Alemania.

Cable:

- Coste muy elevado, System 2.0 aproximadamente 30.000€ y uno de cuatro poleas o más aproximadamente 300.000€ esto es solo el precio de adquisición, después se ha de sumar costes de licencias y/o alquiler del lago.
- Movilidad muy limitada, es un sistema que no se puede desmontar y montar muy a menudo, ya que hay que fijar las torres al suelo, se necesita un gran medio de transporte y está diseñado para una toma de corriente alterna para su funcionamiento.

2.3 Evolución de los sistemas de la práctica del Wakeboard

2.3.1 Embarcaciones náuticas

En embarcaciones náuticas ha habido una gran evolución del deporte debido a la invención del Perfect Pass.

El Perfect Pass es el nombre de un dispositivo electrónico que, pese a los movimientos de resistencia que puede realizar el wakeboarder, mediante giros y saltos, la velocidad de la embarcación se mantiene constante.

El funcionamiento es muy sencillo, se llega de forma manual (palanca de gas) a la velocidad que el practicante quiere y se presiona un botón, el Perfect Pass registra esta velocidad y controla que sea constante. Una vez la velocidad está registrada se acelera de forma manual y cuando se llega a la velocidad fijada anteriormente el Perfect Pass se encarga de controlar la embarcación a velocidad constante. Una vez se disminuye la velocidad manualmente, el Perfect Pass deja de funcionar.

Esta velocidad es controlada mediante un sistema de alta velocidad GPS.

Las ventajas que ofrece son:

- Evita tirones y evita que la velocidad baje cuando el practicante se está aproximando a la ola.
- Evita la mala conducción de la embarcación que en la mayoría de casos es debido a la poca experiencia del conductor.
- Este sistema no necesita calibración.
- Permite al conductor que pueda estar más atento en las otras embarcaciones y del wakeboarder.



Ilustración 5 Perfect pass

2.3.2 Cable-ski

En los cables de dos torres se ha evolucionado realizando un control de las vueltas que realiza el motor y mediante una posición de reset, posición en donde las vueltas son igual a 0. Con este sistema se evita que el elemento de sujeción de la cuerda de nylon y el cable metálico pueda chocar con una torre.

2.3.3 Winch

En el Winch no hay ninguna evolución desde su invención.

2.4 Descripción detallada del Winch

En este apartado se describen los objetivos del Winch actual, las ventajas respecto a los otros sistemas para la práctica del Wakeboard y se describen todos los componentes que lo conforman.

2.4.1 Objetivo del Winch

El objetivo del Winch es el arrastre del practicante por el agua simulando un cable-ski o una lancha.

2.4.2 Ventajas

Las ventajas que ofrece respecto a los otros sistemas para la práctica del Wakeboard detallados anteriormente son:

- Coste y mantenimiento del Winch es mucho inferior a la embarcación o el cable-ski. El coste de un Winch nuevo suele rondar los 1500€ y el mantenimiento es casi nulo ya que solo hay que engrasar la cadena y cambiar el aceite del motor cada cierto tiempo.
- Gran diferencia de consumo de gasolina respecto a una embarcación. El Winch consume aproximadamente 6 litros de gasolina al día, mientras que una embarcación el consumo de combustible para una hora de Wakeboard es de 35 litros.
- Gran movilidad, ya que es un elemento fácilmente transportable ya que cabe en cualquier coche de dimensión media, (Golf, A4, Polo...). Moverlo hasta el sitio donde se quiere practicar el deporte no supone un sobre esfuerzo ya que lleva ruedas.
- No son necesarios permisos del ayuntamiento para la práctica del Wakeboard con Winch, ya que no se considera una embarcación ni un vehículo, debido a que en el momento de funcionamiento el Winch está estático y solo se mueve la cuerda y el practicante.
- Se puede practicar en lugares de dimensiones muy reducidas.

Debido a sus ventajas, el Winch es el elemento de tracción más usado en eventos de deportes extremos de Wakeboard. En la fotografía siguiente se puede observar cómo se han creado dos piscinas artificiales y se transiciona de una a otra mediante una barandilla para grindar.



Ilustración 6 Evento realizado en un parking.

2.4.3 Descripción de los elementos que lo conforman.

2.4.3.1 Motor

El motor que se usa es un motor de cuatro tiempos de gasolina entre 7 y 13 CV esta potencia viene determinada según la relación de transmisión entre el embrague y la polea que se determina.



Ilustración 7 Motor utilizado para el funcionamiento del winch

2.4.3.2 *Embrague*

Es el encargado de transmitir el torque que emite el motor a la cadena.

Se pueden usar dos tipos de embragues para realizar esta transmisión, un embrague centrífugo o un conjunto de variador más embrague.

- Embrague centrífugo: El funcionamiento de estos embragues es el siguiente: cuando el motor alcanza un número de revoluciones el embrague actúa y transmite el torque del motor a la cadena. Este número de revoluciones de actuación del embrague vendrá determinado por el fabricante.
- Conjunto variador más embrague llamado Torque Converter.

Este sistema se diferencia del embrague centrífugo en dos aspectos.

En aspectos de la práctica del Wakeboard en que el embrague centrífugo el wakeboarder ha de salir desde fuera del agua de pie mientras que el Torque Converter permite que el wakeboarder salga desde dentro del agua.

En aspectos técnicos la diferencia es que en el Torque Converter al tener el variador acoplado este simula una transmisión automática con un número infinito de relaciones. Debido a los rodillos que lleva el variador alargan la relación a medida que el motor sube de vueltas y el Winch coge velocidad, resumiendo, el Torque Converter da una relación corta para una mejor salida y una relación larga para una mayor velocidad.





Ilustración 8 Conjunto de variador más embrague

Ilustración 9 Embrague centrífugo

2.4.3.3 Cadena.

Es la encargada de realizar la transferencia de torque entre el embrague y la polea.

La conexión entre embrague y eje se hace mediante engranajes y podemos diferenciar dos el que tiene menor número de dientes y ubicado en el embrague se llama piñón, mientras que el engranaje que está ubicado en la parte del eje y tiene más dientes se llama corona.



Ilustración 10 Corona

Ilustración 11 Piñon

Como se puede observar la diferencia entre el número de dientes entre el piñón y la corona es significante.

Esto es debido a que con esta diferencia de dientes entre uno y el otro se puede hacer una relación de transmisión entre el embrague y el eje. En una relación de transmisión están involucrados dos o más engranajes donde tienen diferentes números de dientes, con esta diferencia de número de dientes se pueden modificar los parámetros de velocidad de giro y torque aplicado, estos dos parámetros son inversamente proporcionales, es decir si el valor de uno aumenta el valor del otro disminuye.

2.4.3.4 Eje:

Es el encargado de transmitir la velocidad angular y el torque de la corona a la bobina, donde está toda la cuerda para poder estirar al wakeboarder. En algunos casos esta polea puede llevar un freno de seguridad.



Ilustración 12 Polea del Winch

2.5 Estado del arte

Actualmente hay tres empresas conocidas que se dedican a producir Winches, estas son:

2.5.1 Ridiculous Winches

Empresa estadounidense que se dedica a la producción de Winches desde hace 3 años. Es la empresa más popular a nivel mundial en la fabricación de Winches debido a sus cinco modelos de Winches que hay en el mercado, a la gran publicidad que han hecho por los foros de internet y cuenta con la presencia de los mejores wakeboarders internacionales, los cuales, se dedican a practicar Wakeboard con Winch por todo el mundo haciendo videos en lugares poco usuales.





Ilustración 13 Realización de Wakeboard en una plaza y saltando una presa

Los modelos y las características de estos Winches que fabrica Ridiculous Winches están detallados a continuación:

Modelo: Skim Model		
Motor	Cuatro tiempos gasolina 6.5 hp	
Metros de cuerda	180	
Tipo de transmisión motor-cadena	Embrague	
Freno	No	
Peso	51 kg	
Precio	1299€	



Ilustración 14 Skim model

Modelo: Wake Model		
Motor	Cuatro tiempos gasolina 6.5 hp	
Metros de cuerda	180	
Tipo de transmisión motor-cadena	Torque converter	
Freno	No	
Peso	54 kg	
Precio	1329€	



Ilustración 15 Wake model

Modelo: Ben Horan's Pro Model		
Motor	Cuatro tiempos gasolina 6.5 hp	
Metros de cuerda	180	
Tipo de transmisión motor-cadena	Torque converte	
Freno	Si	
Peso	62 kg	
Precio	1829€	



Ilustración 16 Ben Horan's Pro model

Modelo: Subaru pro Model		
Motor	Cuatro tiempos gasolina 6.5 hp	
Metros de cuerda	180	
Tipo de transmisión motor-cadena	Torque converter	
Freno	Si	
Peso	68 kg	
Precio	2219€	



Ilustración 17 Subaru pro model

2.5.2 The Grinch Winch

Empresa estadounidense dedicada a la fabricación de winches desde hace 4 años. Este empresa es menos conocida que Ridiculous winches, y solo tiene un modelo de Winch llamado Grinch.

A continuación se muestran las características más importantes.

Modelo	The Grinch
Motor	Cuatro tiempos gasolina 7 hp
Metros de cuerda	250
Tipo de transmisión motor-cadena	Torque converter
Freno	Si
Peso	65 kg
Precio	1865€



Ilustración 18 The Grinch Winch

2.5.3 Simple winch

Empresa española enfocada a la venta de winches low-cost. Es similar al Winch model de Ridiculous winches.

Modelo: Simple winch		
Motor	Cuatro tiempos gasolina 7 hp	
Metros de cuerda	200	
Tipo de transmisión motor-cadena	Torque converter	
Freno	No	
Peso	51 kg	
Precio	1630€	



Ilustración 19 Simple winch

3 Alcance del proyecto e ideas iniciales

En este apartado se citaran las ideas principales a la hora de realizar el proyecto, el alcance, es decir, se dirá que partes se resolverán del problema planteado y que partes no. Por otra parte también se realizará un estudio de la extensión del proyecto, los recursos necesarios, los costes que se asumirán y personal necesario.

3.1 Evolución de las ideas e objetivos a conseguir

3.1.1 Ideas

A continuación se citan las dos ideas que se plantearon para la realización del proyecto.

3.1.1.1 Primera idea

La idea inicial era realizar un winch eléctrico, por eso se hizo un pre-estudio en donde se estudiaba la viabilidad del diseño y fabricación de un winch eléctrico.

Este estudio de viabilidad realizado está en el anexo 2 e incluye:

- Cálculo de torque y RPM que tiene que tener el motor eléctrico.
- Estudio de los diferentes tipos de motores actuales y cuales se ajustan con las especificaciones requeridas.
- Formas de suministrar alimentación al motor.
- Estudio energético y comparación con el motor de combustión

Resumiendo, con el estudio realizado se pudo concluir que aunque tenga algunas ventajas, estas son superadas por los inconvenientes.

Se ha realizado un estudio de motores eléctricos y se ha visto que no era factible diseñar y producir un winch eléctrico debidos a la poca evolución de las baterías y del precio del conjunto necesario para realizarlo se optó por realizar un control electrónico del winch de combustión.

3.1.1.2 Segunda idea:

Debido a la poca viabilidad de la primera idea se optó por una segunda idea. Esta era la realización de un sistema electrónico de control del winch muy similar al que se puede encontrar en un cable-ski de dos torres, incluyendo la ventaja del radiocontrol.

Esta segunda idea es la que se ha usado para la automatización del proyecto y está detallada en el siguiente apartado.

3.1.2 Objetivos

Los objetivos están basados en la automatización del winch con motor de combustión. A continuación se citarán los objetivos que se quieren cumplir.

El objetivo global, sin entrar en detalles es la realización de dos módulos, uno ubicado en el chasis del Winch (base) y otro módulo que usará el usuario para poder enviarle las acciones a realizar desde cualquier punto con distancia inferior a los 300 metros.(mando).

Entrando más en detalle los objetivos son:

- Conseguir un sistema de radiotransmisión para poder controlar el winch sin necesidad de estar cerca de él.
- Realizar un sistema de acciones que hagan lo mismo que haría una persona que sabe el comportamiento del motor de combustión y su funcionamiento.
- Que la palanca del gas pueda ser controlada manualmente sin necesidad de estar cerca del motor.
- Poner el motor en ralentí automáticamente cuando el chasis se levante del suelo debido a la fuerza del practicante.
- Diseño de un display donde se observará:
 - Configuración del contador de vueltas de la polea (para la distancia de seguridad) a 0 cuando se quisiese.
 - o Mostrar la velocidad del motor en cada momento.
 - o Mostrar el nivel de batería del mando.
- Introducción de botones en el mando para:
 - Navegación del usuario por el display, con estos botones se podrán acceder a los diferentes menus y configuraciones que ofrece el dispositivo.
 - Un botón de inicio/paro para saber si enviar los valores del potenciómetro del mando a la base.

• Que el mecanismo tuviese una posición de seguridad, esta posición es la mínima distancia entre el practicante y el Winch cuando el controlador de velocidad está activado. Cuando esta es rebasada el motor pasa a ralentí.

3.2 Alcance del proyecto

Con la realización del sistema de automatización del Winch y las pruebas realizadas, han ido surgiendo una serie de ideas que no estaban planteadas inicialmente. A continuación se detallarán las partes que se resolverán y las que se realizarán en un futuro.

3.2.1 Partes que se resolverán

A continuación se citan las operaciones que se resolverán, en el apartado 5 estas operaciones son explicadas con más profundidad.

- Diseño y fabricación de un mando a distancia para poder controlar todas las funciones.
- Realización de un sistema para establecer una distancia de seguridad para que el practicante o la barra que sujeta el practicante nunca impacte contra el winch.
- Control de la velocidad mediante un potenciómetro y un servo.
- Parada de emergencia por si alguna vez el winch vuelca debido a la mala sujeción por el tipo de suelo en el que se ha fijado.
- Configuración de una interfaz gráfica para que se pueda modificar los parámetros más importantes como el contador de vueltas y visualizar la información del funcionamiento.
- Estado de la batería de los dos módulos.

3.2.2 Partes que no se resolverán

Algunas ideas han ido surgiendo a medida que se ha ido realizando el proyecto. Estas ideas no estaban planteadas en el proyecto inicial ni en la propuesta y no se realizaran.

Estas se detallan a continuación:

- Mediante una combinación de botones en el mando a distancia se podría acceder a un menú, visible en el display del mando a distancia, donde se puede ver:
 - Los sensores y dispositivos conectados, y cuáles de estos no están bien conectados.
 - O Diámetro de la polea, para configurar la velocidad. El objetivo final es la venta del producto a diferentes fabricantes de winch y el diámetro de la polea ha de ser introducido en el sistema, ya que la velocidad viene en Km/h y esta está influenciada por el diámetro de la polea.
- Realización de un control de velocidad automático, este podría realizarse mediante un PID.

- Cada usuario tiene una forma de realizar el deporte diferente a los otros, esto puede causar que los valores del control de velocidad automático de aceleración o velocidad no sean de su agrado, por eso se podría definir una serie de valores pre-establecidos para la velocidad y la aceleración.
- Configuración del recorrido del servo. Como los winches, en la mayoría de los casos, suelen ser fabricados por personas amantes del wakeboard se pueden encontrar diversos recorridos de gas para los motores. Por esta razón se tendría que poder modificar el ángulo de giro máximo del servo.
- Configuración del botón de inicio. El botón de inicio se ha diseñado para que si no se está presionando de este durante el momento en que el motor esta estirando el wakeboarder este se pondrá en ralentí. Esto es una medida de seguridad que no a todos los usuarios puede gustarle, por eso se podría modificar para que para su funcionamiento, se apretase una vez y para su parada otra.
- Otro tema que se podría realizar es que si el controlador notase que se ha caído el practicante, este pondría el motor en ralentí. Este sistema se realizaría evaluando el incremento de la velocidad en el tiempo, es decir la aceleración. Se podría analizar mediante la adquisición de datos que incremento se produce e introducir este valor en el código del controlador. En el Wakeboard al ser un deporte que realizas saltos y se railan objetos, este incremento de velocidad puede ser muy variable dependiendo del obstáculo o salto que se realice, esto dificulta el análisis de que valor usar para analizar el incremento de velocidad, y plantea si este valor puede ser fijo o variable.
- Si el nivel de la batería fuese inferior a un valor determinado el usuario no pudiese ser estirado por el motor hasta que se cambiase la batería.

3.3 Extensión del proyecto

La extensión del proyecto será de 6 meses, tal como se detalló en la propuesta.

3.4 Recursos necesarios para la realización del proyecto

En este apartado se detallaran los recursos necesarios para poder realizar el proyecto, estos se dividirán en:

- Recursos para las partes mecánicas e instrumentación.
- Recursos para programación y elección de componentes.
- Implicación de personal para la realización de ciertas tareas.

3.4.1 Recursos para las partes mecánicas e instrumentación

Para la implementación de los sensores de efecto Hall y el servo ha sido necesario mecanizar dos pletinas, para adaptar estos dos componentes al chasis.

Para la mecanización de estas pletinas ha sido necesario un espacio donde hubiese, torno, máquina de soldar, radial, taladro de pie y gatos de sujeción. Todo este trabajo de mecanización se ha llevado a cabo en el taller de José María Gallardo.

Por otra parte la instrumentación ha sido realizada en el laboratorio de Electrónica de la Universidad Politécnica de Vilanova, (EPSEVG). Donde se disponía de aparatos de medición de corriente y voltaje, soldador.

3.4.2 Programación y elección de componentes

Para realizar la parte de programación de los controladores y la elección de los componentes, se ha realizado en la sala de electrónica de la Universidad Politécnica de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG), en donde mediante la conexión a internet se han podido seleccionar los componentes, solventar problemas con la programación de los controladores, y realizar las búsquedas necesarias para la realización de este proyecto.

3.4.3 Personal implicado en la realización del proyecto

Un conjunto de personas han ayudado la realización del sistema automático del winch.

José María Gallardo y Rubén Fabregat: han ayudado con la mecanización de algunos componentes necesarios para la fijación de los sensores en el chasis del winch.

José Salmón y Sebastián Baures: han ayudado a resolver dudas que iban apareciendo durante la realización del proyecto en la parte de instrumentación y programación.

José María Gallardo y Sergi Fernández: como practicantes expertos del Wakeboard en winch y cable han ayudado a la realización de este proyecto.

4 Planteamiento del proyecto

4.1 ¿Por qué automatizar?

La idea inicial de automatizar el winch vino por las siguientes razones:

- Era muy incómodo tener que estar sentado en una mala postura, ya que el gas del winch está a 50 cm del suelo y el controlador del winch tenía que estar sentado con una ligera inclinación del torso durante mucho tiempo.
- Tener que oír el ruido del motor ubicado a menos de 1m.
- Según de donde venia el viento se podía respirar el humo del motor.
- La marginación del controlador del winch ya que los practicantes siempre estaban en la salida del wakeboarder para poder dar consejos al practicante o comunicarle errores, por otra parte si eran dos personas las que deseaban practicar estaban casi independientes una de otra debido a la distancia y se tenían que comunicar chillando.

En este apartado se describirá que realizará el sistema para resolver el problema planteado anteriormente que es el diseño de un sistema de automatización del winch

4.2 Descripción e interacción con el usuario

Se propone diseñar y construir un sistema que permitirá mejorar la forma de realizar el deporte del Wakeboard con un Winch.

Los diferentes apartados que constará este sistema que permite la mejora de la forma de practicar Wakeboard mediante Winch se citan a continuación.

- Elementos de seguridad
- Interfaz gráfica
- Radiotransmisión
- Control de velocidad

A continuación se hará una descripción de cada conjunto, que hará el conjunto para resolver el problema, como interaccionara con el usuario y como se sabrá si el conjunto funciona bien.

Elementos de seguridad

Descripción:

Son los encargados de no provocar daños al practicante o al Winch durante la práctica de este deporte.

Los elementos de seguridad involucrados en este conjunto son:

- Inclinómetro.
- Contador de vueltas.

Que hará cada parte del conjunto para resolver el problema:

Inclinómetro.

El inclinómetro detectará si hay una inclinación del chasis superior a 15°.

Contador de vueltas.

El contador de vueltas permitirá saber al módulo base en cada momento donde está la barra, en la cual el practicante se sujeta para la práctica del Wakeboard. El usuario fijará una posición de seguridad, normalmente a 20 metros del motor. Esta distancia de 20 metros es la distancia en que una vez parado el motor, la propia inercia que queda en el eje no permite que la barra colisione con el motor.

Como interacciona con el usuario:

Estos sistemas interaccionan indirectamente con el usuario y permite que el winch y el practicante no se dañen. Por una parte si el inclinómetro detecta una inclinación superior a 15° activará una orden para que el motor se ponga en ralentí.

Por otra parte si el contador de vueltas es 0, es decir, que la barra o el practicante han llegado a la distancia de seguridad, el motor se pondrá en ralentí para evitar que la barra o el practicante colisionen con el motor.

Como se sabe que funciona bien:

Para evaluar el correcto funcionamiento del inclinómetro se ha colocado este en una superficie plana y se ha analizado en que ángulo se activa. Una vez observado el comportamiento del inclinómetro de forma individual, se ha unido al conjunto y se ha comprobado su funcionamiento.

Para evaluar el correcto funcionamiento del contador de vueltas se han realizado pruebas con los dos sensores de efecto Hall sin unir al conjunto del controlador y demás sensores y se ha probado que a frecuencias bajas de funcionamiento funcionase. Posteriormente se ha marcado la cuerda en la posición de seguridad y se ha estirado 200 metros, con el motor se ha ido recogiendo muy lentamente la cuerda hasta llegar a la posición de seguridad donde la marca realizada coincidía con el contador de vueltas igual a 0.

Finalmente se ha evaluado con el motor a alta velocidad y se ha podido observar que el contador de vueltas igual a 0 coincidía con la marca.

Radiotransmisión

Descripción:

La radiotransmisión es el medio encargado de poder realizar la conexión y transferencia de datos entre los dos módulos

Que hará cada parte del conjunto para resolver el problema:

Las partes involucradas directamente en la transmisión de datos entre los dos módulos son dos placas de radiotransmisión.

Estas partes han sido programadas de la siguiente forma: estas se basan en una tabla de valores donde cada valor equivale a una acción, la placa emisora envía el valor equivalente a la acción que quiere que la placa receptora realice, esta recibe el valor y lo evalúa para saber qué acción ha de realizar.

Para evitar que se realicen acciones indeseadas debido a las interferencias entre emisor y receptor se ha realizado un protocolo de seguridad. En este protocolo el emisor envía dos tipos de valores, un valor correcto y un valor de comprobación donde la suma de estos dos valores ha de ser siempre 300. Estos valores son identificados mediante el símbolo "{"para valor correcto y "}" para valor de comprobación. Los valores enviados se envían bit a bit, a continuación se muestra un ejemplo donde el valor correcto es 2 y valor de comprobación igual a (300-2), se enviaría {002}298 bit a bit. El receptor se encargaría de coger valor correcto o valor de comprobación según el signo recibido ({ o }), luego bite a bit se almacenan los valores en un buffer y se aplica una multiplicación para pasar de tres valores 2 9 8 a 298 y posteriormente si la suma entre el valor correcto y el de comprobación es igual a 300, el controlador analiza el valor y realiza la acción asociada a ese valor.

Como interacciona con el usuario:

La radiotransmisión interacciona con el usuario realizando una conexión como si fuera un cable entre el módulo mando y la base. Esta radiotransmisión envía las órdenes que le solicita el usuario al winch.

Como se sabe que funciona bien:

Si las acciones solicitadas por el usuario son realizadas en el motor. Para analizar cada acción una a una, inicialmente se han montado las dos placas a cada módulo (base y mando) y se han ido realizando acciones, se ha mostrado por pantalla del ordenador los valores que recibía el módulo receptor. Posteriormente con el montaje en el motor se ha analizado que todas las acciones enviadas se realizasen en el módulo receptor al mismo tiempo se mostraban por pantalla el número de errores, estos errores corresponden a que el valor enviado y el valor de comprobación no suman 300 o que no se ha recibido completamente la señal.

Control de velocidad

Descripción:

El control de velocidad del winch es la forma de poder ajustar el gas que se le aplica al motor, según lo que el usuario que dirige el winch quiere. Para este control de velocidad se ven directamente involucrados el potenciómetro y el servo.

Que hará cada parte del conjunto para resolver el problema:

El control de velocidad del winch se realiza mediante un potenciómetro el cual envía un valor (ángulo de rotación actual) al controlador del mando, este controlador mediante radiotransmisión envía estos datos al controlador de la base y mediante un servo estos valores son aplicados.

El ángulo de giro del potenciómetro es proporcional al ángulo de giro del servo, esta proporción no es de 1 a 1, ya que el servo gira menos grados que el potenciómetro.

Como interacciona con el usuario:

La velocidad del practicante vendrá relacionada con el ángulo de giro realizado en el potenciómetro por el usuario que lo controla. A más ángulo de giro del potenciómetro más gas se le da al motor y más velocidad adquiere este.

Como se sabe que funciona bien:

Para analizar la correcta aplicación del valor del potenciómetro al servo se han montado los componentes en el motor y se ha analizado que apretando el botón de inicio (si no está apretado el botón de inicio, está configurado que no se mueva el servo de la posición 0, por razones de seguridad), el valor mínimo del potenciómetro sea el valor mínimo del servo y el motor esté en ralentí. Por otra parte con el valor máximo del potenciómetro el servo está en la posición de máximo recorrido del gas y el motor girará a velocidad máxima.

Interfaz gráfica.

Descripción:

Para poder saber información de estado o configuración del winch es necesaria una interfaz que muestre datos importantes. Esta forma de interacción usuario máquina ha sido realizada mediante un display.

Que hará cada parte del conjunto para resolver el problema:

Este resolverá que la comunicación entre el winch y el usuario se vea simplificada debido a que puede verse la información de funcionamiento y de configuración.

Los problemas que resolverá será:

- Que velocidad y aceleración se están configurando.
- Qué modo de funcionamiento se está eligiendo, manual o automático.
- Qué nivel de batería hay actualmente en los dos dispositivos.
- Que velocidad está operando el winch en cada momento.

Como interacciona con el usuario:

El display mantiene una comunicación directa con el usuario y el motor ya que el usuario podrá saber en cada momento, los parámetros comentados en el cuadro anterior.

Como se sabe que funciona bien:

Para la realización del display se ha usado una máquina de estados, estos estados varian entre ellos si se actualiza un parámetro, como el estado de la pila o velocidad del motor o si se pulsa algñun botón del conmutador de 3 posiciones.. Para comporbar que funciona correctamente se han ido modificando los parámetros de batería y velocidad y se ha comprobado que funcionase y por otra parte se ha ido pulsando los botones del conmutador en un orden y se ha ido navegando por los modos que ofrece el display.

4.3 Especificaciones del diseño

A continuación se detallan todas las especificaciones técnicas de diseño para la correcta automatización del Winch.

A continuación se detallan las especificaciones requeridas para la automatización del Winch. Primero se detallaran las especificaciones globales y posteriormente las especificaciones de cada módulo.

4.3.1 Conjunto electrónico

Las especificaciones del conjunto electrónico corresponden a las especificaciones que han de cumplir todo el sistema de automatización del Winch.

- Ha de estar alimentado mediante una batería o pila, ya que no se dispone de una toma de red en los lugares que se va a practicar.
- La pila que se va a usar será de 9v, por esta razón todos los componentes han de poder ser alimentados con esta tensión o inferior.
- El tipo de señal de los periféricos será de tipo analógica o digital.

4.3.2 Controladores

Todos los componentes electrónicos han de ser controlados por un dispositivo. Este dispositivo ha de tener las siguientes especificaciones:

- Controlador con lenguaje de programación de alto nivel, a alto nivel se refiere a que sea un controlador que ya contenga librerías para que estas hagan su programación más fácil y rápida.
- Dimensiones reducidas. Estas dimensiones han de ser lo suficientemente reducidas para que entre en el mando con los demás componentes y pulsadores. Dimensión inferior a 50*60mm.
- Que cumpla con el número de entradas y salidas tanto analógicas como digitales con las que se tendrán que configurar y controlar los componentes, que corresponden a 6 digitales y 2 analógicas.
- Que contenga una memoria de alrededor de los 30 KB para que al programar no haya problemas de espacio debido a la longitud del código desarrollado.

4.3.3 Mando

En el mando es donde el usuario controlará todas las acciones que quiere que el Winch realice.

Descripción de las características físicas que ha de tener la carcasa del mando.

- La posición en que se debe utilizar el mando ha de ser ergonómico, es decir, tiene que tener una forma adecuada para que durante un periodo largo de uso el usuario no se vea fatigado.
- Ha de ser de un peso reducido, inferior a 500gr. Para evitar el cansancio del brazo cuando es usado por un usuario gran cantidad de tiempo.
- Que el material del que este fabricado no sea frágil. Debido a que puede ser golpeado contra el suelo o entre usuarios, el material exterior del mando tiene que ser duro y al mismo tiempo que no sea frágil.

• Tiene que ser estanco, ya que si este se moja exteriormente, el interior se mantenga completamente seco. Según normativa la caja tendrá que cumplir un IP66 o superior.

El mando ha de ser estanco por una parte, pero ha de estar diseñado para que los componentes puedan ser accionados por el usuario sin que entre agua en el interior. El objetivo de que estén comunicados el interior con el exterior es que el usuario ha de poder interactuar y comunicarse desde el exterior del mando con los componentes y el controlador interior. Esta comunicación del interior del mando con el exterior de este ha de poder albergar:

- Display.
- 1 Pulsador de selección del display.
- 2 pulsadores de puntero del display.
- 1 pulsador de inicio/paro
- Potenciómetro.

4.3.3.1 Especificaciones de los componentes que conforman el mando.

• Display:

- Se utilizará un display alfanumérico, ya que se introducirán solo letras y números. Estos serán distribuidos en dos filas y ocho columnas.
- La pantalla dispondrá de retroiluminación, el objetivo de esta retroiluminación es mejorar la visibilidad de los caracteres por el usuario, ya que el entorno donde se usará principalmente es un entorno con mucha luz solar.
- o Las dimensiones de este display han de ser inferiores a 55*40mm.

• Pulsadores:

 Estos tendrán que ser los más simples posibles, manteniendo su función de pulsador y tendrán que mantener el mismo grado de estanqueidad o superior que el de la carcasa..

• Radiotransmisión:

- El módulo de radiotransmisión ha de tener un alcance superior a los 200 metros, teniendo en cuenta que ambos módulos estarán dentro de una superficie estanca que reducirá la distancia de alcance.
- o Comunicación serie con el controlador Arduino.
- Dimensiones reducidas para que pueda entrar en la caja estanca inferior a 60x50mm.

• Potenciómetro:

- o Tiene que mantener el grado de estanqueidad establecido, superior a IP66.
- Tiene que tener unas marcas inscritas en la circunferencia que esta estática, para que el usuario tenga una referencia de cuantos grados, aproximadamente, está girando.

4.3.4 Base

En la base se realizaran todas las acciones que el usuario ha solicitado mediante el mando.

A continuación se detallan todas las especificaciones de diseño que han de tener los componentes que lo forman.

• Inclinómetro:

- Ha de ser de dimensiones reducidas aproximadamente 40x30 mm.
- o El ángulo de activación ha de ser de 15°.

• Servo:

- Dimensiones reducidas, ya que el servo ha de estar alojado en un lugar muy específico en el winch para simplificar la forma de dar gas. Dimensiones inferiores a 50x50x30 mm.
- Según cálculos realizados ha de tener una fuerza superior a 1,5 kg/cm² para poder estirar del gas.

• Radiotransmisión:

- La radiotransmisión ha de tener las mismas características que las citadas en el apartado de radiotransmisión del módulo mando.
- Sensores de posicionamiento de la cuerda y de control de velocidad.
 - o Estos sensores han de medir una velocidad circular.
 - Han de ser capaces de leer aproximadamente 150 muestras por segundo.

5 Análisis y realización

5.1 Análisis previos

El sistema de automatización del winch tendrá dos módulos, donde cada uno estará formado por diferentes componentes. A continuación se muestra una ilustración donde se diferencia cada módulo y sus diferentes componentes.



Ilustración 20 Esquema de los componentes que contiene el módulo base



Ilustración 21 Esquema de los componentes que contiene el módulo mando

5.2 Estudio de mercado para la selección de componentes

En este apartado se detallaran los tipos de soluciones que hay en el mercado para la selección de componentes que se utilizarán para el sistema de automatización.

Cada componente detallado constará, descripción, fotografía, pines, instrumentación y configuración o modos.

5.2.1 Componentes de comunicación inalámbrica

5.2.1.1 Tipos de comunicación

En este apartado se definen los tipos de comunicaciones inalámbrica más usuales actualmente. Se analizará el estado del arte de las principales tecnologías inalámbricas en el mercado que se conocen bajo la siguiente denominación y se elegirá el tipo de comunicación que se adapta al sistema de automatización del winch.

- Tecnologías 3G y emergentes □
- Tecnologías WIFI
- Tecnologías WIMAX
- Tecnologías BLUETOOTH
- Tecnologías ZIGBEE

A continuación se explicará de forma resumida cada tecnología.

Definición y Tipología

Las tecnologías inalámbricas son aquellas que dependen para su funcionamiento de ondas de radio, de micro-ondas y pulsos de luz infrarroja para transportar las comunicaciones digitales sin cables entre dispositivos de comunicación. En cuanto a su alcance se pueden distinguir los siguientes tipos de red.

<u>WPAN</u>: (Wireless Personal Area Networks, Red Inalámbrica de Área Personal o Red de Área Personal o Personal Area Network) es una red para la comunicación entre distintos dispositivos (tanto ordenadores, puntos de acceso a internet, teléfonos móviles, PDAs, dispositivos de audio, impresoras, etc.) cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal. Entre las diferentes tecnologías de WPAN destacan Bluetooth, infrarrojos y Zigbee.

<u>WLAN</u>: (Wireless Local Area Network, Red Inalámbrica de Área Local) es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. La tecnología asociada a esta forma de red es Wi-Fi.

<u>WMAN:</u> (Wireless Metropolitan Area Network o Red Inalámbrica de Área Metropolitana) es una red de alta velocidad que dando cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión inalámbricos. Tecnología asociada destacada: WiMax.

<u>WWAN:</u> (Wireless Wide Area Network) son típicamente redes celulares para telefonía móvil y transmisión de datos. Las tecnologías asociadas destacadas son GSM (telefonía móvil 2G) y UMTS (telefonía móvil 3G).

La siguiente tabla muestra una comparativa entre las distintas tecnologías:

Tipo de red	WWAN (Wireless wide Area Network)	WMAN (Wireless wide Metropolitan Network)	WLAN (Wireless wide Local Network)	WPAN (Wireless wide Personal Network)
Estándard	GSM/GPRS/UMTS	IEEE 802.16	IEEE802,11	IEEE 802.15
Denominación/ Certificación	2G/3G	WIMAX	Wi-Fi	Bluetooth , ZigBee
Velocidad	9,6/170/2000 KB/S	1,5-134 MB/s	1-2-11-54 Mb/s	721 Kb/s
Frecuencia	09/1,8/2,1 Ghz	2-66 GHz	2,4 y 5 GHz	2,4 GHz
Rango	Limitado por células (máx. 35 km por célula)	1,6 – 9650 Km	30 – 150 m	10 m
Técnica radio	Varias	Varias	FHSS,DSSS,OFDM	FHSS
Itenerancia (roaming)	Si	SI (802,16e)	Si	No
Equivalente a:	Conex. Telefónica. (modem)	ADSL, CATV	LAN	Cables de conexión

A continuación se detallan las tecnologías asociadas más importantes para cada tipo de red.

Tecnologías asociadas a WWAN (3G y emergentes)



Ilustración 22 Logotipo de tecnología 3G

3G es una abreviatura para tercera generación de telefonía móvil. Los servicios asociados con la tercera generación proporcionan la posibilidad de realizar llamadas de voz, video llamadas y transmisión de datos (email, web, mensajería instantánea, descarga de programas, etc). Inicialmente, la instalación de redes 3G fue lenta, debido a que los operadores requieren adquirir una licencia adicional para un espectro de frecuencias diferente al que era utilizado por las tecnologías anteriores de segunda generación.

Tecnología asociada a WLAN (Wi-Fi)



Ilustración 23 Logotipo de tecnología asociada WLAN

La tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity), basada en el estándar IEEE 802.11, se ha hecho muy popular en los últimos años. Se trata de una tecnología de acceso inalámbrico a redes de comunicaciones de área local, o WLAN (Wireless Local Area Networks). Sus velocidades de transmisión han permitido que WiFi se establezca como la tecnología predominante en el acceso inalámbrico de banda ancha a Internet, desbordando el ámbito de las aplicaciones y servicios para los que fue inicialmente concebida. A modo de resumen, conviene resaltar los siguientes aspectos técnicos, regulatorios y funcionales de WiFi:

- Se trata de una tecnología madura, con un amplio abanico de productos y sistemas fiables y asequibles en el mercado y con un grado de implantación elevado y en aumento.
- Supone una conexión sin hilos en banda ancha (pocas complicaciones y bajo coste de instalación) que per- mite la movilidad.
- Múltiples aplicaciones (uso privado, público, hoteles).

Tecnologías asociadas a WMAN (WIMAX)



Ilustración 24 Logotipo de tecnología asociada WIMAX

Esta tecnología permite ofrecer al usuario la transmisión a velocidades similares al ADSL o al cable/módem, sin necesidad de utilizar soporte físico de transmisión y alcanzando distancias de hasta 50 Km. Presenta a su vez una ventaja con respecto a IEEE 802.11, ofrece modos de funcionamiento donde no necesita visión directa entre emisor y receptor para hacer efectiva la comunicación (a frecuencias por debajo de 11GHz). Su concepto de comunicación es similar al utilizado por WiFi, pero con la diferencia de que WiFi fue desarrollado para sustituir el cableado interno de los edificios, mientras que Wimax pretende ser la alternativa a la red de acceso.

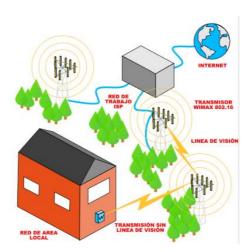


Ilustración 25 Esquema del funcionamiento de la tecnología asociada Wimax

Como ventajas de Wimax se puede resumir:

- Banda ancha. Una sola estación de base puede admitir de manera simultánea más de 60 enlaces con conectividad tipo T1/E1 o decenas de conexiones tipo DSL (ofreciendo verdaderamente decenas de megas).
- Independencia del protocolo. Utiliza la capa LLC, lo que le permite ser compatible con otros estándares como IEEE 802.11, Ethernet IEEE 802.3, o IEEE 802.5.
- Ofrece QoS, permitiendo transmitir servicios en tiempo real: datos, o vídeo. En circunstancias ideales y sin obstáculos, la comunicación pueden alcanzar una distancia cercana a los 50 kilómetros y la velocidad de transferencia de los datos puede llegar a los 70 Mbps.
- **Seguridad.** El estándar incluye medidas para privacidad y criptografía inherentes en el protocolo. Implementa la autentificación de los instrumentos con certificados x.509 usando DES en modo CBC. También soporta algoritmos AES.

Tecnologías WPAN (Bluetooth, ZigBee)



Ilustración 26 Logotipo de tecnología asociada Bluetooth

Bluetooth es una especificación (especificación industrial: IEEE 802.15.1) para redes inalámbricas de área personal (WPAN), cuyo propósito es la conexión, intercambio de información y transmisión de voz entre dispositivos tales como PDAs, portátiles, teléfonos móviles, cámaras digitales, impresoras, etc, a través de una conexión de radio segura y de corto alcance. La tecnología Bluetooth fue diseñada originalmente con la intención de crear un estándar para la comunicación por radio, que se pudiese utilizar en dispositivos pequeños, baratos, de bajo consumo y que además se pudiese instalar en cualquier tipo de dispositivo.

Bluetooth es una tecnología diseñada para establecer una comunicación inalámbrica entre varios dispositivos que se encuentren a una distancia máxima de 10 metros (o incluso 100 m en dispositivos de Clase 1). Está basada en una conexión de radio de corto alcance, dado que está pensada para uso personal. La banda de frecuencias de trabajo se sitúa en la banda ISM de 2.4GHz, que al ser libre a lo largo de todo el mundo, permite una reducción de costos en el diseño de dispositivos. Los dispositivos Bluetooth se conectan entre sí formando una Piconet en la que debe existir un dispositivo maestro que es el que controla la comunicación con los demás dispositivos denominados esclavos. Los dispositivos se pueden clasificar en tres clases diferentes en función de la potencia máxima de transmisión permitida y del alcance del dispositivo:

Clase	Máxima potencia permitida	Alcance
Clase1	100mW (20dBm)	100 m
Clase 2	2.5mW (4dBm)	10 m
Clase 3	1mW (0dBm)	1 m

Zigbee:



Ilustración 27 Logotipo de tecnología asociada ZigBee

La Alianza Zigbee es una asociación de empresas que trabajan juntas para lograr el desarrollo de un estándar para productos de monitorización y control basados en el estándar IEEE 802.15.4. La principal característica del estándar Zigbee es la flexibilidad de la red, el bajo coste, el bajo consumo y la baja tasa de datos. Otra característica importante es la capacidad de crear redes Ad-Hoc o autoorganizadas, a las que se pueden interconectar una gran cantidad de dispositivos tanto fijos como móviles.

Hay muchas aplicaciones de control y monitorización en entornos industriales y del hogar que requieren dispositivos con una larga duración de batería, con bajas tasas de datos y una baja complejidad, que estén basados en una tecnología estándar inalámbrica. En el mercado existen varios estándares para comunicaciones inalámbricas pero no consiguen resolver los problemas que se presentan en este tipo de entornos. Los sensores y los dispositivos de control no necesitan grandes anchos de banda pero, sin embargo, sí que necesitan una baja latencia y un consumo muy bajo para lograr una larga duración de las baterías. Otros estándares inalámbricos del grupo IEEE 802, tales como Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g) o Bluetooth (IEEE 802.15.1) consiguen altas tasas de datos a costa de un alto consumo o una alta complejidad y coste de los dispositivos.

5.2.1.2 Selección del tipo de comunicación inalámbrica

Entre todos los tipos de tecnologías asociadas a la comunicación inalámbrica citados en el punto anterior los más se ajustan al tipo de comunicación inalámbrica del winch se muestran a continuación con una tabla donde aparecen las características más importantes de cada tecnología:

Nombre de tecnología asociada	Zigbee 802.15.4	GSM/GPRS	Bluetooth	
Aplicación	Supervisión y	Amplia área de	Sustitutivo de	
Aplicación	control	voz y datos	cables	
Recursos del sistema	4KB-32KB	+16MB	+250KB	
Autonomía(días)	100-1000	1-7	1-7	
Máxima trasferencia de	20-250	64-128	720	
datos (KB/s)	20-230	04-128	720	
Rango de transmisión	1-2500	1000	1-10	
(metros)	1-2300	1000	1-10	
Ventains	Exactitud,	Calidad,	Coste,	
Ventajas	potencia, coste	distancia	Comodidad	

El tipo de comunicación elegido para la automatización del winch es el de Zigbee un tipo de comunicación WPAN.

Debido a que lo que se pretende conseguir es un sistema que satisfaga a las siguientes necesidades:

- Alcance superior a los 300 metros teniendo en cuenta la atenuación de las señal debido a las paredes de las carcasas tanto del módulo base y el modulo mando. Principalmente por esta razón, el modelo de transmisión inalámbrica Bluetooth ha sido descartado..
- Poco consumo energético.
- Bajas tasas de datos..
- Baja complejidad de programación. La comunicación inalámbrica se realizará entre dos dispositivos, por esta razón no se necesitará un protocolo para saber a qué dispositivo envía datos y cual los recibe.
- Bajo coste de los dispositivos, debido a su sencillez son dispositivos relativamente baratos.

Existen en el mercado módulos que se basan en la tecnología asociada elegida, entre los que cabe destacar los que se citan a continuación:

- Módulos de radiotransmisión serie marca Xbee.
- Módulos de radiotransmisión serie marca Grove

5.2.1.3 Selección de los módulos de comunicación

Módulo de radiotransmisión serie Xbee

Descripción:

Uno de los fabricantes más importantes en el ámbito de módulos de radiotransmisión actualmente es Digi International. Existen dos tipos de módulos en el mercado de la marca Digi estos son: los módulos normales S2 y los módulos PRO S2B. La diferencia es que los módulos PRO tienen mayor alcance, mayor consumo y cuestan más dinero, también los S2B traen un segundo microcontrolador interno. Otra diferencia entre los módulos es que pueden llevar varios tipos de antena.

Se puede decir que XBee ocupa el vacío que hay por debajo de Bluetooth, para comunicaciones de datos que no requieren altas velocidades.

Fotografías



Ilustración 28 Diferentes tipos de Xbee actualmente en el mercado

Características:

- Velocidad de transmisión entre 25-250 kbps.
- Protocolo asíncrono, half duplex y estandarizado, permitiendo a productos de distintos fabricantes trabajar juntos.
- Se pueden formar redes que contengan desde dos dispositivos hasta cientos de ellos.
- Los dispositivos de estas redes pueden funcionar en un modo de bajo consumo, lo que supone años de duración de sus baterías.
- Opera en la frecuencia de 2.4 GHz (16 canales) y también en las frecuencias de 868 MHz y 915 MHz.
- Es un protocolo fiable, la red se organiza y se repara de forma automática y se rutean los paquetes de manera dinámica.
- Es un protocolo seguro ya que se puede implementar encriptación y autentificación.

	Xbee ZB	XBee-Pro
Velocidad de radiotransmisión		Kbps
Alcance con obstáculos	40m	90m
Alcance sin obstáculos	120m	1500m
Sensibilidad	-96dBm	-102dBm
Potencia de salida	1.25mW	63mW
rotencia de sanda	(1dBm)	(18dBm)
Voltaje de funcionamiento	2.1-3.6VDC	2.7-3.6VDC
Corriente para transmisión datos	205mA	220mA
Corriente para receptor	47mA	62mA
Cumple con Standard FCC y ETSI	SI	SI
Función RSSI	SI	SI
Protocolo UART	Si	Si

Pines:

En el datasheet se puede observar como muchos de los pines de los módulos XBee se pueden configurar como entradas o salidas digitales, o como entradas analógicas. Lo que permite utilizar el módulo para leer directamente un sensor o activar algún dispositivo sin la necesidad de tener que añadir un microcontrolador externo al proyecto, lo que reduce el consumo y el coste.



Ilustración 29 Esquema de pines disponibles en el módulo Xbee

Instrumentación:

En estos módulos de radiotransmisión se tendría que realizar una instrumentación de los pines de alimentación debido a que los módulos trabajan entre 2 y 3.6 v y la tensión de alimentación que proporciona la placa para la automatización del winch es de 5v o 9v que correspondería a la tensión que proporciona la pila el regulador, pero el propio controlador Arduino tiene un regulador de tensión a 3.3 V

Se tendrá que tener en cuenta que para poder y enviar datos el pin de RX del módulo tendrá que ir conectado al pin de TX del controlador y por otra parte, el pin TX del módulo de radiotransmisión ira conectado al pin RX del controlador.

Configuración o modos:

Los módulos Xbee tienen 5 modos de operación:

Modo enviar/ recibir.

Se encuentra en estos modos cuando al módulo le llega algún paquete RF a través de la antena(modo Receive) o cuando se manda información serial al buffer del pin 3 (UART Data in) que luego será transmitida (modo Transmit).

La información transmitida puede ser Directa o Indirecta. En el modo directo la información se envía inmediatamente a la dirección de destino. En el modo indirecto la información es retenida durante un período de tiempo y es enviada sólo cuando la dirección de destino la solicita.

Además es posible enviar información mediante dos modos. Unicast y Broadcast. Por el primero, la comunicación es desde un punto a otro, y es el único modo que permite respuesta de quien recibe el paquete RF, es decir, quien recibe debe enviar un ACK (paquete llamado así, y que indica que recibió el paquete, el usuario no puede verlo, es interno de los módulos) a la dirección de origen. Quien envió el paquete, espera recibir un ACK, en caso de que no le llegue, reenviará el paquete hasta 3 veces o hasta que reciba el ACK. En el modo Broadcast la comunicación es entre un nodo y a todos los nodos de la red. En este modo, no hay confirmación por ACK.

• Modo de Bajo Consumo (Sleep Mode).

El modo de sueño hace posible que el módulo RF entre en un modo de bajo consumo de energía cuando no se encuentra en uso.

Para poder entrar en modo de sueño, se debe cumplir una de las siguientes condiciones: Sleep_RQ(pin 9) está en alto y el módulo está en pin sleep mode (SM= 1,2 o 5) El módulo está en reposo (no hay transmisión ni recepción de datos) por la cantidad de tiempo definido por ST (Time before Sleep). [ST sólo está activado cuando SM=4,5 (SM4= Sueño cíclico remote; SM5=Sueño cíclico remote y pin para despertar)]

La configuración de los ciclos de sueño se realiza principalmente con el comando SM. Por defecto, los modos de sueños están deshabilitados (SM=0), permaneciendo el módulo en estado de reposo/recepción. En este estado el módulo está siempre preparado para responder a un comando, ya sea, por el puerto serial o la interfaz RF.

• Modo de Comando.

Este modo permite ingresar comandos AT, prefijos en la transmisión de datos para configurar, ajustar o modificar parámetros, al módulo Xbee, .Permite ajustar parámetros como la dirección propia o la de destino, así como su modo de operación entre otras cosas. Para poder ingresar los comandos AT es necesario utilizar el Hyperterminal de Windows, algún microcontrolador que maneje UART y tenga los comandos guardados en memoria o los adquiera de alguna otra forma.

El módulo Xbee viene por defecto con una velocidad de 9600bps.

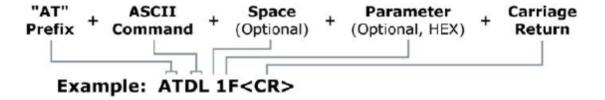


Ilustración 30 Formato de envío de datos del módulo Xbee

Modo Transparente

En este modo todo lo que ingresa por el pin 3 (Data in), es guardado en el buffer de entrada y luego transmitido y todo lo que ingresa como paquete RF, es guardado en el buffer de salida y luego enviado por el pin 2 (Data out). El modo Transparente viene por defecto en los módulos Xbee. Este modo está destinado principalmente a la comunicación punto a punto, donde no es necesario ningún tipo de control. También se usa para reemplazar alguna conexión serial por cable, ya que es la configuración más sencilla posible y no requiere una mayor configuración. En este modo, la información es recibida por el pin 3 del módulo Xbee, y guardada en el buffer de entrada. Dependiendo de cómo se configure el comando RO, se puede transmitir la información apenas llegue un carácter (RO=0) o después de un tiempo dado sin recibir ningún carácter serial por el pin 3. En ese momento, se toma lo que se tenga en el buffer de entrada, se empaqueta, es

decir, se integra a un paquete RF, y se transmite. Otra condición que puede cumplirse para la transmisión es cuando el buffer de entrada se llena, esto es, más de 100 bytes de información.

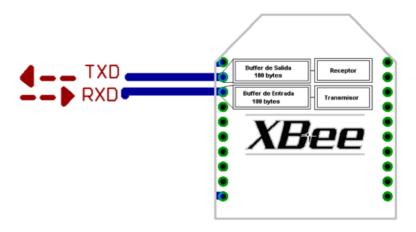


Ilustración 31 Correspondencia del buffer del módulo Xbee

• Modo de operación API

Este modo es más complejo, pero permite el uso de frames con cabeceras que aseguran la entrega de los datos, al estilo TCP*. Extiende el nivel en el cual la aplicación del cliente, puede interactuar con las capacidades de red del módulo.

Cuando el módulo XBEE se encuentra en este modo, toda la información que entra y sale, es empaquetada en frames, que definen operaciones y eventos dentro del módulo.

Así, un Frame de Transmisión de Información (información recibida por el pin 3 o DIN) incluye:

Frame de información RF transmitida. Frame de comandos (equivalente a comandos AT).

Mientras que un Frame de Recepción de Información incluye:

Frame de información RF recibida. Comando de respuesta. Notificaciones de eventos como Reset, Associate, Disassociate, etc.

Esta API, provee alternativas para la configuración del módulo y ruteo de la información en la capa de aplicación del cliente. Un cliente puede enviar información al módulo Xbee. Estos datos serán contenidos en un frame cuya cabecera tendrá información útil referente el módulo. Esta información además se podrá configurar, esto es, en vez de estar usando el modo de comandos para modificar las direcciones, la API lo realiza automáticamente. El módulo así enviará paquetes de datos contenidos en frames a otros módulos de destino, con información a sus respectivas aplicaciones, conteniendo paquetes de estado, así como el origen, RSSI (potencia de la señal de recepción) e información de la carga útil de los paquetes recibidos.

Entre las opciones que permite la API, se tienen:

- Transmitir información a múltiples destinatarios, sin entrar al modo de Comandos.
- o Recibir estado de éxito/falla de cada paquete RF transmitido.
- o Identificar la dirección de origen de cada paquete recibido.

• Idle

Cuando el módulo no se está en ninguno de los otros modos, se encuentra en éste. Es decir, si no está ni transmitiendo ni recibiendo, ni ahorrando energía ni en el modo de comandos, entonces se dice que se encuentra en un estado al que se le llama Idle.

Módulo de radiotransmisión serie Groove

Descripción:

Serial RF Pro Twig es un transceptor FSK transparente de bajo coste y alto rendimiento que opera en las siguientes frecuencias: 433/470/868/915 MHz. Entre sus características cabe destacar: su tamaño reducido, su alta potencia de salida, su alta sensibilidad y larga distancia de comunicación. Hay una interfaz UART, que facilita realizar una transmisión inalámbrica. Las características del modo de transmisión UART (velocidad en baudios, frecuencia, potencia de salida, bando de ancha de datos recibidos) pueden ser modificadas fácilmente por el usuario.

Fotografías:

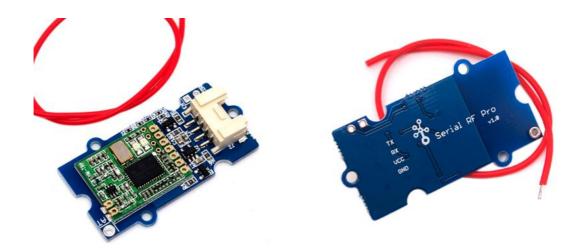


Ilustración 32 Módulos de radiotransmisión serie marca Groove

Características:

- Compatible con todos los módulos Grove, Arduino y chipkit.
- Módulo low cost (precio reducido) y de alto rendimiento.
- Modulación FSK, con 2 modulos Half Way Duplex*, emisor y receptor, esto quiere decir que puede enviar y recibir datos.
- Gran capacidad de que las interferencias no afecten los datos transmitidos entre módulos.
- Frecuencias disponibles 433/470/868/915 MHz ISM* cuyas licencias son gratuitas.
- La máxima potencia de salida son 100mW(20dBm), esta puede ser ajustada entre 1-20 dBm.
- La sensibilidad del dispositivo son: -117 dBm.
- Corriente a suministrar para el la transmisión de datos a 20 dBm son 100mA y 40 mA a 14 dBm.
- Corriente a suministrar para el receptor de datos 25 mA.
- La velocidad de transmisión se puede configurar vía software entre 1,2kbps I 115,2 kbps.
- Máxima distancia de transmisión aproximadamente 600m en cielo abierto.
- Cumple con el standard FCC y ETSI, normativa de comunicaciones inalámbricas de los Estados Unidos y Europa, respectivamente.
- Función RSSI, que sirve para medir el nivel de señal que hay en los dispositivos de radiotransmisión.

El fabricante recomienda que para conseguir el mayor rendimiento de la placa se tendrá que operar en la frecuencia de 433 MHz, que viene por defecto cuando se compra.

Pines:

Pin	Descripción
G(GND)	Masa
EN (Enable)	Nivel bajo modo normal de transmisión(10k a masa)
EN (Enable)	Nivel alto, modo sleep
CON(Config)	Nivel alto para realizar comunicación.
CON(Coning)	Nivel bajo para configurar el módulo
RX	Recibe datos Uart
TX	Envia datos Uart
V(VCC)	Alimentación 5v
AT	Antena

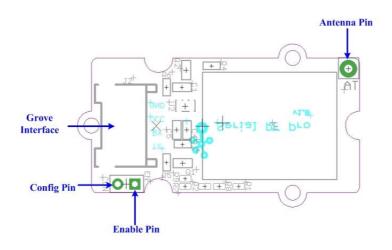


Ilustración 33 Esquema de la ubicación de los pines módulo Groove

Instrumentación:

En estos módulos de radiotransmisión no es necesaria la instrumentación de ninguno de los pines ya que se alimenta a 5v. Los pines de RX/TX van directamente conectados al puerto serie del controlador.

Se tendrá que tener en cuenta que para poder y enviar datos el pin de RX del módulo tendrá que ir conectado al pin de TX del controlador y por otra parte, el pin TX del módulo de radio transmisión ira conectado al pin RX del controlador.

Configuración o modos:

El dispositivo tiene dos estados el de configuración y el de comunicación. Para que el dispositivo este en estado de configuración los pines físicos de la placa Enable y Config han de estar a low, sino estará en modo comunicación.

Como el pin enable por defecto esta en low solo se tendrá que conectar el pin CON a masa (GND).

Los comandos a enviar para configurar el módulo de radiotransmisión siguen el siguiente formato: AA+FA+[instrucción]+[parámetro]. La instrucción es un byte y el parámetro es una dato hexadecimal de 0-4 bytes.

El modulo consta de un red rojo y otro verde, cuando estos están encendidos significa que el modulo está recibiendo datos (led rojo) o se están enviando datos (verde).

5.2.2 Procesadores/controladores

En este apartado se realizará un estudio de los diferentes controladores que hay en el mercado, en el cual se elegirá un sistema que realice todas las acciones que se quieren implementar en el control automático del winch. Algunas de estas acciones se realizarán mediante el accionamiento de unos componentes, por esto este sistema tendrá que tener un conexión física (Pines) con los componentes y un procesador de datos e acciones.

Entre todos los microprocesadores del mercado se comparan los que se citan a continuación:

- Raspberri Pi.
- Chipkit
- Arduino

Raspberri Pi:

Descripción:

Raspberry Pi es una placa computadora de bajo coste desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

Dos tipos de placas se lanzaron al mercado, inicialmente la placa modelo A, y posteriormente la placa de tipo B. Las diferencias más significativas entre ellas es la cantidad de puertos USB, el modelo B tiene dos y la carencia del controlador Ethernet en el modelo A.

Fotografía



Ilustración 34 Raspberri pi modelo B

Características

- Se puede conectar un adaptador Wi-Fi por USB, para tener acceso a redes inalámbricas o internet.
- Como es típico en los ordenadores modernos, se pueden usar teclados y ratones con conexión USB compatible con Raspberry Pi.⁵³
- Codificación de vídeo (H.264)
- Codificación-decodificación de MPEG-2 y Microsoft VC-1
- 512 MB de RAM
- Contiene un puerto GPIO que puede interaccionar con LEDs, interruptores, señales analógicas, sensores, y otros dispositivos.
- Raspberri pi incluye un controlador opcional para Arduino.
- CPU de 700 MHz.
- Conector HDMI
- Almacenamiento tarjeta SD/MMC
- Consumo de 700 mA.
- Sistemas operativos Debian, Fedora, Arch, Linux, Slackeware Linux, RISC OS.

Pines

A continuación se muestran sin entrar en detalle los pines y puertos que dispone la placa.

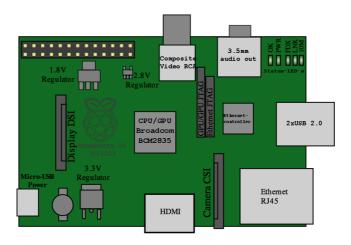


Ilustración 35 Módulos de Raspberri pi

Entre los modelos citados anteriormente se detallaran los pines GPIB que contiene el dispositivo Raspberri pi para la conexión de componentes analógicos, digitales y otros interruptores.

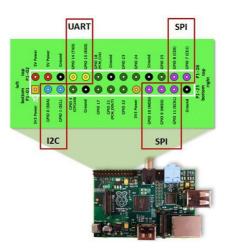


Ilustración 36 Puerto GPIB de Raspberri PI

Instrumentación.

No es necesario modificar la tensión de alimentación del dispositivo Raspberri Pi ya que va alimentado a 5V. Por otra parte la corriente que suministra una pila de 9v convencional es de 0,1 A mientras que el consumo de un dispositivo Raspberri Pi es de 0,7 A.

Configuración o modos.

El dispositivo Raspberri Pi se basa en un sistema operativo llamado Raspbian, que es una distribución del sistema operativo GNU/Linux y por lo tanto libre.

Además contiene herramientas para el lenguaje de programación Python o Scratch, y diferentes ejemplos de juegos usando los módulos Pygame

Chipkit.

Descripción:

La plataforma ChipKit consta de dos tarjetas de desarrollo (UNO 32 y MAX 32) basadas en PIC32 y un software de código abierto totalmente compatible con el lenguaje de programación y el entorno de desarrollo Arduino.

El hardware chipKIT es compatible con las tarjetas de conexión (shields) y las aplicaciones para Arduino ya existentes y los recursos existentes, como ejemplos de código, bibliotecas, referencias y clases de formación. También se puede programar con el software de microchip, MPLAB.

Fotografías

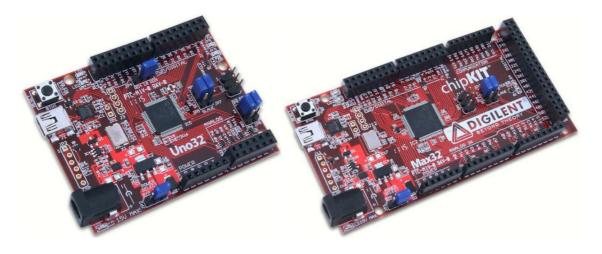


Ilustración 37 Controlador Chipkit UNO 32

Ilustración 38 Controlador Chipkit MAX 32

Características

Características comunes en la dos placas:

- Voltaje de funcionamiento de la placa 3,3V
- Frecuencia de la placa 800Mhz
- Voltaje de alimentación recomendado entre 7 y 15V.
- Rango de tensión de entrada entre 0 y 3,3 V-
- Corriente por cada pin +-18mA DC.

Características de la placa chipkit uno 32.

- Microchip® PIC32MX320F128 procesador
- 80 Mhz 32-bit MIPS
- 128K Flash, 16K SRAM
- Tambien se puede programar Chipkit usando MPLAB de microchip.
- Corriente de alimentación 75 mA
- Disponibilidad de 42 pines de entrada y salida.

Características de la placa Chipkit Max 32.

- Microchip® PIC32MX795F512 procesador
- 80 Mhz 32-bit MIPS
- 512K Flash, 128K RAM
- Controlador USB 2.0 OTG
- 10/100 Ethernet MAC
- Controladores de puerto CAN
- Corriente de alimentación 90 mA
- Disponibilidad de 83 pines de entrada y salida.

Pines

Placa chipkit uno 32:

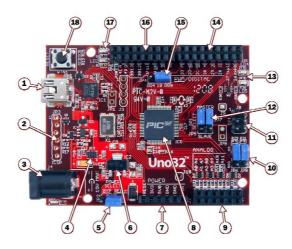


Ilustración 39 Esquema de pines controlador Chipkit UNO32

- 1. Conector USB para transmisión de datos vía serie y programación.
- 2. Conector para programar la placa.
- 3. Alimentación de la placa, esta alimentación tiene que ser entre 7 V y 15 V.
- 4. Regulador de voltaje a 3,3 V que es el voltaje de alimentación de la placa.
- 5. Selecciona si se usa el regular de 5V o no de la placa.
- **6.** Regulador de voltaje 5V.
- **7.** Estos pines alimentan a los shields/componentes/sensores que se van a conectar al dispositivo.
- **8.** Procesador de la placa.
- 9. Pines de entrada/salida de datos analógicos o digitales.
- **10.** Estos conectores sirven para cambiar los pines 9 y 11 con los conectores del punto 9, entre las entradas analógicas A4 y A5 o las señales I2C, SDA y SCL.
- 11. Conector que proporciona acceso a bus SPI.
- **12.** Estos pines determinan la jerarquía del controlador, este puede ser "maestro" o "esclavo" (Master o Slave*).
- 13. Led programable en el PIN13 integrado en la placa.
- 14. Conectores de entrada y salida de datos digitales.
- **15.** Selector del tipo de señal de entrada en el pin 5. El interruptor permite elegir entre un tipo de señal SPI o PWM.
- **16.** Conector que proporciona entrada y salida digital mediante pines al controlador.
- 17. Led que indica si hay transferencia de datos por el puerto serie USB.
- 18. Botón de reset.

Placa Chipkit Max 32:

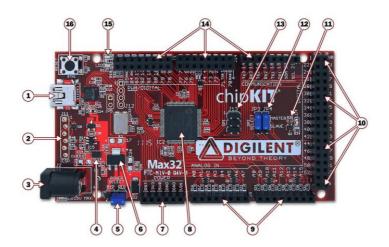


Ilustración 40 Esquema de pines controlador Chipkit MAX32

- 1. Conector USB para transmisión de datos via serie y programación.
- 2. Conector para programar la placa.
- 3. Alimentación de la placa, esta tiene que ser entre 7 V y 15 V.
- 4. Regulador de voltaje a 3,3 V que es el voltaje de alimentación de la placa.
- 5. Selecciona si se usa el regular de 5V o no de la placa.
- 6. Regulador de voltaje 5V.
- **7.** Estos pines alimentan a los shields/ componentes/sensores que se van a conectar al dispositivo.
- **8.** Procesador de la placa.
- **9.** Pines de entrada/salida de datos analógicos o digitales.
- **10.** Pines que proporcionan alimentación (5V, GND) además de entradas/ salidas digitales que conectan el controlador con los shields/componentes/sensores.
- 11. Led programable en el PIN13 integrado en la placa.
- **12.** Estos pines determinan la jerarquía del controlador, este puede ser "maestro" o "esclavo" (Master o Slave*).
- 13. Conector que proporciona acceso a bus SPI*
- **14.** Conectores de entrada y salida de datos digitales.
- 15. Led que indica si hay transferencia de datos por el puerto serie USB.
- 16. Botón de reset.

Instrumentación

Los dos controladores Chipkit no necesitarían ningún tipo de instrumentación para su funcionamiento debido a que la tensión de alimentación cumple con las especificaciones del sistema que se quiere realizar.

Configuración o modos.

El controlador se puede programar a través del Software que proporciona Arduino o mediante el software de Chipkit MPLAB.

Arduino

Descripción

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinares.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (boot loader).

Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución es libre.

Se programa con un lenguaje de alto nivel, el cual incluye muchas librerías ya creadas entre las que cabe destacar. Servo, Liquid cristal, Wire, Software serial, etc.

Fotografías

Arduino ha diseñado durante los últimos años diferentes módulos con diferentes número de pines, dimensiones y microprocesadores. A continuación se muestran los más importantes





Ilustración 41 Arduino Uno

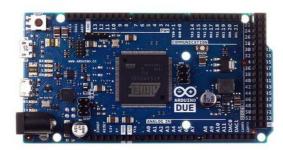




Ilustración 42 Arduino Due





Ilustración 43 Arduino Mega2560

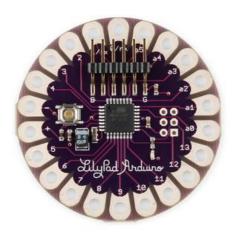


Ilustración 44 Arduino Lilypad

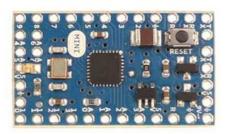




Ilustración 45 Arduino Mini

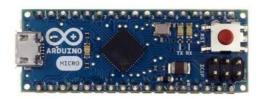




Ilustración 46 Arduino Micro

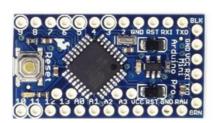




Ilustración 47 Arduino Pro mini

Características

A continuación se muestran dos tablas que resumen las características de los controladores Arduino mostrados anteriormente.

En esta primera tabla se muestran las características de los Arduinos de dimensiones más grandes.

Placa	UNO	DUE	Mega 2560
Microcontrolador	ATmega328	AT91SAM3X83	ATmega2560
Voltaje de funcionamiento	5V	3,3V	5v
Voltaje de alimentación	7-12V	7-12V	7-12V
V. alimentación limite	6-20V	6-20V	6-20V
Pines digitales	14(6 PWM)	54(12PWM)	54(15 PWM)
Pines analógicos	6	12 In/2 OUT	16
Corriente por Pin.	40mA	130mA	40 mA
Memoria Flash	32KB	512 Kb	256KB
SRAM	2KB	96Kb	8 KB
Velocidad de reloj	16 MHz	84 MHz	16 MHz
Dimensiones	2,7x21 inch	4x2,1 inch	4x2,1 inch

En esta segunda tabla se muestran los Arduinos de dimensiones más reducidas.

Placa	Lilypad	Mini	Micro	Pro mini (5V)
Microcontrolador	ATmega328	ATMega328	ATmega32u4	ATmega168
Voltaje de funcionamiento	5,5V	5V	5V	5V
Voltaje de alimentación	5,5V	7-9V	7-12V	5-12V
V. alimentación limite	-	-	6-20V	-
Pines digitales	14(6 PWM)	14(6PWM)	27(7 PWM)	14(6 PWM)
Pines analógicos	6	8 In/2 OUT	12	6
Corriente por Pin.	40mA	40mA	40 mA	40 mA
Memoria Flash	16KB	32 Kb	32KB	16 KB
SRAM	1KB	2Kb	2,5 KB	1 KB
Velocidad de reloj	8 MHz	16 MHz	16 MHz	8MHz
Dimensiones	Diámetro 50 mm	2 inch	4,8x1,77 inch	0,7x1,3 inch

Pines

A continuación se muestran los pines de los dos controladores Arduino que se han usado en la automatización del winch.

• Mini:

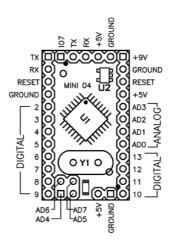


Ilustración 48 Esquema de pines del Arduino Mini

• UNO:

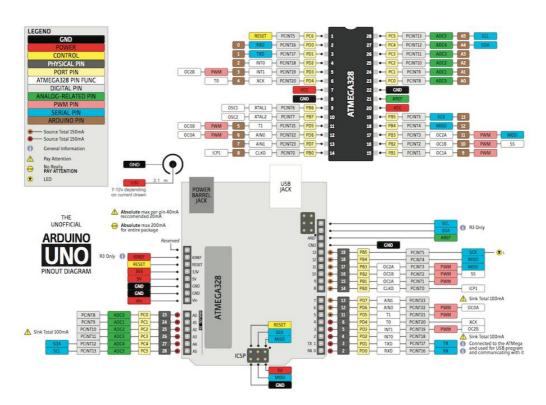


Ilustración 49 Esquema de pines del Arduino Uno

Instrumentación

Los dos controladores, Arduino Uno y Mini, no necesitan ningún tipo de instrumentación para la alimentación de estos.La batería proporciona 9v y el Arduino mini que es el que tiene el rango más pequeño de alimentación puede ser alimentado entre 7 y 9 v.

Configuración o modos.

La plataforma Arduino se programa mediante el uso de un lenguaje propio basado en el popular lenguaje de programación de alto nivel Processing. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares de Arduino.

5.2.3 Sensor de proximidad/velocidad

En este apartado se describirán los tipos de sensores cuyo objetivo será medir la velocidad angular del eje. Entre los diferentes tipos que hay en el mercado, se describirán los que más se adaptan a las especificaciones. Estos son:

- Encoders.
- Reles Reed.
- Sensores de efecto Hall

Encoder:

Descripción

Los encoders son los sensores de medida de velocidades angulares industriales más utilizados. Estos están posicionados en un eje del cual giran solidarios, eje y encoder. Los encoders angulares se pueden clasificar principalmente en dos tipos:

- Incrementales, su función principal es medir ángulos de rotación del eje.
- Absolutos, cuya función es medir la velocidad y sentido a la que gira el eje.

A continuación se describirán los encoders absolutos ya que son lo que más se adaptan a las especificaciones, esto es debido a que se quiere medir la velocidad y sentido de giro de la polea , y no los grados que este ha girado.

Fotografía



Ilustración 50 Tipos de conexión al eje de los encoders

Características

Encoder modelo: E6B2-CZW3E		
Tensión de alimentación	5V	
Consumo de corriente	100mA	
Resolución (pulsos/rotación)	10 a 2000	
Fases de salida	A,B,Z	
Diferencia de fase de salida	45°	
Velocidad máxima	6000rev/min	

Pines

E6F-CWZ5G

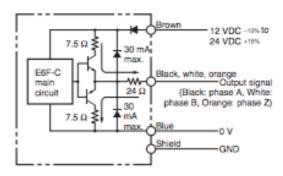


Ilustración 51 Esquema interno del encoder E6F-CWZ5G

Color del cable	Descripción
Marron	Alimentación Vcc 5V
Negro	Salida de la fase A
Blanco	Salida de la fase B
Naranja	Salida de la fase Z
Azul	GND

Instrumentación

La alimentación se ajusta a las especificaciones. Los pines de datos simplemente dan pulsos así que serían registrados e interpretados por el controlador.

Configuración o modos.

Para configurar el encoder se tendría que realizar la siguiente configuración: para saber la velocidad medir los pulsos con el pin Z, mientras que el sentido se sabría comparando las fases A y B.

Rele Reed

Descripción

Reed switch (interruptor de lengüeta) es un interruptor eléctrico activado por un campo magnético.

Se pueden clasificar dos tipos:

- Normalmente abiertos: :los contactos, en modo de reposo, están abiertos y en presencia de un campo magnético estos se cierran
- Normalmente cerrados: los contactos, en modo de reposo, están cerrados y se abren en presencia de un campo magnético.

La rigidez de los contactos hará que se separen al desaparecer el campo magnético El campo magnético puede estar generado por un imán permanente o por una bobina.

Fotografía





Ilustración 52 Aplicación de un Rele reed

Ilustración 53 Rele reed

Características

El rele reed se comporta como un pulsador, es decir en los tipos de rele reed normalmente abiertos, cuando hay campo magnético cerca de este, deja pasar corriente, sin embargo si no hay un campo magnético cerca, no deja pasar corriente ya que no hay contacto entre las lengüetas.

Pines

El rele reed se comporta como un pulsador.

Tiene un cable de entrada al rele que va alimentado a 5v y por otra parte tiene un cable de salida a un pin digital del controlador para saber el estado.

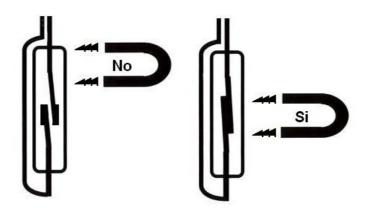


Ilustración 54 Funcionamiento de un rele Reed

Instrumentación

No necesita instrumentación.

Configuración o modos.

Un extremo del rele reed es conectado a 5V mientras que el otro es conectado a un Pin digital del Arduino. Si el pin al que está asociado el rele reed esta HIGH (indica que en el pin hay 5V) se sabe que en ese instante el imán pasa cerca del rele Reed. Colocando dos reles reed desfasados aproximadamente 5 grados entre ellos se podrá saber el sentido, mientras que evaluando cada cuanto tiempo uno de ellos da un pulso se podrá saber la velocidad.

Sensor de efecto Hall

Descripción

El sensor de efecto Hall, se sirve del efecto Hall para la medición de campos magnéticos, corrientes o para la determinación de una posición.

Su principal ventaja es que pueden ofrecer datos fiables (sin ruido debido a que el imán se este acercando o alejando del sensor) a cualquier velocidad de rotació. Sus inconvenientes si se comparan con un sensor inductivo son: mayor complejidad interna y el precio.

Fotografía





Ilustración 55 Aplicación de un sensor de efecto Hall

Características

Característica	Valor
Corriente de conmutación	20mA
Longitud	36.4 mm
Material de la carcasa	Plástico
Protección de polaridad inversa	SI
Temperatura de funcionamiento máx.	150°C
Temperatura de funcionamiento min.	-40°C
Tensión de alimentación	4.5-24 Vdc
Tipo de salida	NPN
Velocidad de adquisición máx.	3600 rpm

Pines

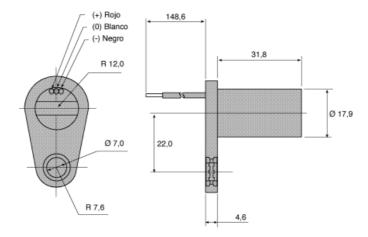


Ilustración 56 Esquema de pines y dimensiones de un sensor de efecto Hall

Color del cable	Descripción
Rojo	VCC 4.5 a 24 Vdc
Negro	GND
Blanco	Salida de datos

Instrumentación

La tensión a la que se tiene que alimentar el sensor de efecto Hall cumple con las especificaciones ya que este tiene que estar alimentado entre 4.5 y 24V. El tipo de salida es NPN, esta tendrá que ser instrumentada mediante una resistencia de tipo Pull Up. Esta resistencia puede ser activada mediante código en el controlador Arduino.

Configuración o modos.

Para la configuración de este dispositivo se tendrá que alimentar a este con una tensión entre 4.5 y 24V. La adquisición de datos se realizará mediante un pin de entrada digital del controlador Arduino. Para poder medir el sentido de giro del eje se necesitarán dos sensores de efecto Hall desfasados unos grados entre si para poder saber que sensor se activa primero. El método de programación se basará en que uno de los dos sensores de efecto hall medirá la velocidad por medio de los pulsos que va detectando. Por otra parte el mismo sensor utilizado para medir la velocidad, compara en cada activación si el otro está activo. Si el otro está activo indicara un sentido, sin embargo si esta desactivado indicara otro.

5.2.4 Métodos de desplazamiento lineal

■ <u>Servo</u>

Descripción

Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Fotografía



Ilustración 57 Servomotor

Características

Característica	Valor
Tamaño	39.5x20x39.6 mm
Peso	41g
Tensión de alimentación	4.5 – 6 Vdc
Velocidad a 6V	0.18 s/60°
Par máximo a 6V	4 kg·cm
Velocidad a 4.8V	0.23 s/60°
Par máximo a 4.8V	3.4 kg·cm

Pines

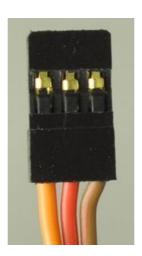


Ilustración 58 Pines del servomotor Power Hd 3001 HB

Color del cable	Descripción
Marron	GND
Rojo	5 V dc
Naranja	Entrada de datos

Instrumentación

No requiere instrumentación tan solo conectar a alimentación (5V) y conectado a un pin de PWM.

Configuración o modos.

Para la configuración del servo se tiene que conectar a un pin de PWM del controlador Arduino y enviarle los grados de inclinación mediante la librería servo que se encarga de convertir el valor que se quiere aplicar al servo en señal PWM.

5.2.5 Sensor de inclinación

Inclinómetro Tiltshift

Descripción:

Un inclinómetro es el equivalente de un pulsador. Con la diferencia que este es accionado automáticamente cuando se sobrepasa unos grados específicos de inclinación, sino, este contacto permanece abierto.

Foto



Ilustración 59 Sensor de inclinación Tiltshift

Características

Las características de este dispositivo son el ángulo de inclinación 15° y que va alimentado a 5V.

Pines

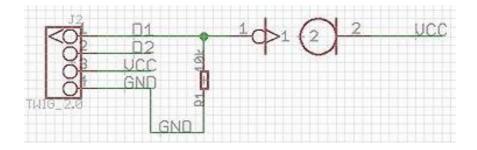


Ilustración 60 Pines del inclinómetro Tiltshift

Pin referente a la ilustración superior	Descripción
D1	Salida de datos
D2	NA
VCC	Alimentación 5V
GND	GND

Instrumentación

No requiere instrumentación debido a que cumple las especificaciones de alimentación y para el acondicionamiento de las señales, la propia placa del inclinometro ya lleva una resistencia de 10k.

Configuración o modos.

La configuración dentro del Arduino será que la señal de salida esté conectada a un pin digital y que cuando esta señal este en HIGH (5v), se deje de dar gas y se ponga el motor en ralentí.

5.2.6 Potenciómetro

Potenciómetro M22 R10K

Descripción

Un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. De esta manera, se puede controlar la intensidad que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.

En este caso se quiere controlar la diferencia de potencial y ha sido conectado en serie.

El objetivo del potenciómetro en este proyecto es que el controlador detecte cambios de diferencia de potencial según la posición en la que este el potenciómetro para poder variar el Angulo del servo.

Fotografía



Ilustración 61 Potenciómetro convencional



Ilustración 62 Potenciómetro IP66

Características

- Potenciómetro de $10 \text{ k}\Omega$
- Grado de protección IP66.
- Indicar de posición mediante números en la parte fija y una extrusión en la parte giratoria.

Pines

El potenciómetro que se usará tiene los mismos pines que cualquier otro potenciómetro, estos son:

Tensión de alimentación (5V y GND), y salida de tensión.

Instrumentación

Este componente no irá instrumentado solo tendrá que ser alimentado a 5V y conectar su salida de datos en serie a un Pin analógico del controlador Arduino.

Configuración o modos.

Mediante la expresión de programación Analog Read de Arduino, podremos saber qué diferencia de potencial ofrece en ese momento el potenciómetro, e indirectamente se sabrá su posición y se podrá aplicarlo al servo.

5.2.7 Interfaz gráfica

Display alfanumérico 8x2

Descripción

Una pantalla de cristal líquido o *LCD* (sigla del inglés *liquid crystal display*) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

Fotografía



Ilustración 63 Display alfanumérico 8x2

Características

Característica	Valor
Voltaje de alimentación	0-13V
Retroiluminación regulable	SI
Número de carácteres	8x2
Corriente consumida	60 mA

Pines

PIN	Símbolo	Modo de operación	Descripción		
1	Vss	-	GND		
2	Vsd	-	V. del controlador 5V dc		
3	Vd	-	V. pantalla 5V		
4	Rs	High/Low	H:data/ L:instrucción		
5	RW	High/Low	H: leer / L: escribir		
6	Е	High/Low	Señal de habilitar		
7	DB0	High/Low			
8	DB1	High/Low			
9	DB2	High/Low			
10	DB3	High/Low	Bus de datos		
11	DB4	High/Low	Dus de datos		
12	DB5	High/Low			
13	DB6	High/Low			
14	DB7	High/Low			
15	LedA	-	Regulador de alimentación		
16	LedK	-	del display		

Instrumentación

Para poder reducir el número de pines del display de 16 a 3 se ha utilizado un controlador serie para display.



Ilustración 64 Módulo controlador serie de display 8x2

Este conector dispone de todas las entradas (pines) descritas en el punto anterior, y las convierte en 3 pines, uno que correspondería a la alimentación Vcc (5V dc), GND y pin de recepción de datos vía puerto serie.

Configuración o modos

El controlador serie del display tiene una estructura de programación basada en dos partes. La primera se le envía un byte que le dice al controlador que acción se quiere realizar, esta puede ser: ajustar brillo, mover el puntero, limpiar pantalla. La segunda parte y si el byte enviado en la primera parte corresponde a escribir, se envía el texto que se desea escribir.

5.2.8 Pulsadores

A continuación se muestran los tipos de pulsadores electromecánicos que se ajustan a las especificaciones.

Descripción:

Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para activar alguna función Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo.

Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto en reposo NA.

Fotografías





Ilustración 65 Conmutador M22 de 4 pulsadores

Ilustración 66 Conmutador M22 de 3 pulsadores



Ilustración 67 Conmutador M22 biestable

Características

Todos los conmutadores mostrados anteriormente cumplen con la IP66 o superior para garantizar una buena estanqueidad.

Pines

Tiene dos pines, uno que proviene de la alimentación y el otro va conectado a un pin digital del controlador.

Instrumentación

No necesitan instrumentación.

Configuración o modos:

No tiene configuración ni modos solo conectar los pines detallados anteriormente.

5.2.9 Carcasas del mando

Descripción:

En general se denomina carcasa a un conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte (internas) o protegen (externas) a otras partes de un equipo.

Fotografías





Ilustración 68 Carcasa marca Schneider para 6 conmutadores

Ilustración 69 Carcasa marca bopla con ventana para display

Características

Las características principales es que en la primera carcasa cumple con un IP66 mientras que en la segunda de marca Bopla cumple ocn uan IP40..

Los orificios para la colocación de pulsadores de la primera carcasa tienen un métrico M22.

Pines

No contiene pines.

Instrumentación

No necesitan instrumentación.

Configuración o modos:

No tiene configuración ni modos.

5.3 Justificación de los componentes seleccionados

En este apartado se comparan los componentes descritos en el apartado anterior y se explicarán que parámetros se ajustan a las especificaciones y cuáles no.

5.3.1 Selección del módulo de radiotransmisión

En este apartado se comparan los dos módulos elegidos para realizar la radiotransmisión de datos entre los dos controladores. Estos serán el módulo Groove y el módulo Xbee Pro. Entre los módulos de marca Digi Se ha elegido el módulo Xbee Pro para la comparativa con el módulo Groove básicamente porque el módulo básico de Xbee no cumple con las especificaciones.

A continuación se describen una serie de razones por los cuales el módulo de radiotransmisión Grove es el que se ha elegido.

- El modo de comunicación y el modo de configuración del módulo de comunicación Grove es más sencillo que el módulo Xbee.
- El modo de transmitir/recibir datos del módulo Groove no es tan sofisticado como el módulo Xbee. Para conseguir esta característica del módulo Xbee, en el módulo Grove en el controlador se ha programado un protocolo, el cual evitará posibles interferencias y posibles errores de comunicación.
- Debido a que la transmisión de datos por segundo que se quiere enviar/recibir es muy reducida comparándolo con la cantidad de datos por segundo que ofrecen los módulos, los dos cumplen con las especificaciones.
- Los dos módulos cumplen con las especificaciones de diseño de distancia máxima de radiotransmisión ya que los dos superan los 600 m.
- El precio de los dos módulos es bajo comparándolos con otras soluciones del mercado. Adquiriendo el módulo de comunicación Grove se conseguirá una reducción de precio de 18€ debido a que la diferencia entre precios es de 9€ por módulo y son dos módulos los que se necesitan para la automatización del winch.
- Una ventaja que ofrece el módulo Xbee es la capacidad de no tener que usar controlador Arduino debido a que este módulo de radiotransmisión integra un controlador propio pines de entrada y salida. El único inconveniente es que el número de entradas y salidas ofrecidas por el módulo Xbee no cumple con las especificaciones requeridas.
- Si se comprase Xbee se usaría el modo de comunicación enviar/recibir que ofrece el módulo Xbee con comunicación directa, es decir, de punto a punto sin necesidad de enviar identificación del módulo al que se quiere enviar la información, y con el modo unicast, este indica que el módulo receptor envía un byte al módulo emisor para confirmar la recepción del byte enviado.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre los dos módulos de radiotransmisión con las características más importantes.

	Groove	XBee-Pro
Velocidad de radiotransmisión	1.2- 115.2 Kbps	250 Kbps
Alcance sin obstáculos	600	1500m
Sensibilidad	-117dBm	-102dBm
Potencia de salida	100mW(20dBm)	63mW
		(18dBm)
Voltaje de funcionamiento	5VDC	2.7-3.6VDC
Corriente para transmisión datos	100mA	220mA
Corriente para receptor	25mA	62mA
Cumple con Standard FCC y ETSI	SI	SI
Función RSSI	SI	SI
Protocolo UART	SI	Si
Frecuencias disponibles	433/470/868/915 MHz	2.4GHz
Temperatura admisible	-40 – 85 °C	-40 − 85 °C
Protocolo de comuniación	Uart	Uart
Precio (€)	39	30

5.3.2 Selección del controlador

En este apartado se describe que controlador del winch se ha elegido y porque.

El controlador adecuado para la automatización del winch es Arduino concretamente Arduino mini y Arduino UNO, este último se ha usado para las tareas de aprendizaje de programación de los diferentes componentes..

Se ha elegido estos controladores (Arduino Uno y Mini) debido a:

- Facilidad de programación debido a su lenguaje de alto nivel.
- Número de pines con sus diferentes tipos de señales (analógicas, digitales, PWM, puerto serie) adecuadas para el número de componentes que se quieren usar
- Dimensiones de la placa Arduino Mini de acuerdo con las especificaciones.

Raspberri pi no ha sido elegida por las siguientes razones:

- Grandes dimensiones de la placa.
- Aunque la placa tenga entradas y salidas para componentes, estos no se ajustan completamente a las especificaciones, ya que estas entradas y salidas están más enfocadas a control de otras placas como Arduino y no tanto en sensores debido a la cantidad de buses específicos.

- El lenguaje de programación está más enfocado a funciones de ordenador y no tanto a control de componentes.
- Tiene gran cantidad de periféricos como HDMI, Ethernet, USB que no son necesarios para la automatización del winch.
- Gran consumo de corriente, esto provoca que no pueda ser alimentado por una pila de 9V.

Raspberri pi pretende ser un controlador que tenga que estar conectado a la red debido a su gran consumo de corriente, pretende realizar la funciones de un ordenador y más enfocada a temas de procesamiento de imágenes o videos.. Esto supone que las funciones que hace son muchas más que las especificadas.

El controlador ChipKIT tampoco ha sido elegido por las siguientes razones:

- Grandes dimensiones de la placa comparándolo con el controlador Arduino mini.
- Las especificaciones de número de pines requeridos son altamente superadas por las que proporciona el módulo Arduino Mini.

El modo de programación y la tipología de los pines de la placa ChipKit son los requeridos pero tanto en dimensiones como en número de pines esta placa está sobredimensionada.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los parámetros más importantes de los diferentes controladores analizados.

Placa	Arduino Mini	Chipkit UNO 32	Raspberri Pi		
Microcontrolador	ATMega328	Microchip® PIC32MX320F128	700 Mhz ARM1176JZF-S Core		
Voltaje de func.	5V	3.3V	5 V		
Pines digitales	14(6PWM)	28	12		
Pines analógicos	8 In/2 OUT	12	0		
Memoria Flash	32 Kb	128Kb	-		
SRAM	2Kb	16Kb	256Mb		
Velocidad de reloj	16 MHz	80MHz	700MHz		
Dimensiones	30x15 mm	70x40 mm	86.6X53.98 mm		
Precio (€)	21	42	41		

5.3.3 Selección del sensor de velocidad angular

El sensor elegido para poder saber la velocidad angular y sentido del eje corresponde a los sensores de Efecto Hall, debido a:

- Sus reducidas dimensiones
- Su rango de alimentación.
- Su facilidad de montaje en el chasis,
- El tipo de señal que se obtiene del sensor (la señal de salida del sensor no tiene ruido, ni rebotes),
- Cumple con las especificaciones de RPM que se quieren medir.
- Su carcasa es completamente estanca, uno de sus usos más comunes es el de contar las revoluciones de la caja de cambios de un coche, esta caja de cambios va sumergida en aceite.

El único inconveniente es el precio en comparación con otros tipos de sensores de velocidades angulares como sería el caso de un sensor inductivo o un rele reed.

Los otros dos sistemas han sido descartados por las siguientes razones:

Encoder:

- o Precio muy elevado en comparación con sensor de efecto hall.
- O Difícil montaje en el eje del chasis. Para poder conectar el encoder con el eje se tendría que mecanizar todo el eje hasta conseguir el mismo diámetro del encoder para poder acoplarlo. Esto suponía también tener que trasladar el rodamiento y realizar nuevas pletinas de sujeción, para que el encoder estuviese alojado dentro de la carcasa del winch y así evitar posibles golpes.
- O En el mercado dentro de los encoders incrementales o absolutos, también hay otros que se diferencian por la forma de adquirir datos de su interior, magnéticos u ópticos, estos dos aunque sean parcialmente estancos tienen muchos problemas de que entren impurezas dentro del encoder y dejan de funcionar.
- o El nivel de resolución de los encoders es mucho más alto que el especificado.

• Rele Reed:

El rele reed tiene todas las especificaciones (precio, dimensiones, tensión de alimentación...) que se requieren para medir la velocidad angular del eje, el único inconveniente es que crea mucho ruido al paso del imán por el sensor y cuenta más pulsos que los que realmente se realizan, por esta razón este componente no es fiable para medir la velocidad angular.

A continuación se muestra una tabla donde se comparan las características más importantes entre los sensores elegidos para realizar la medición de velocidad angular.

	Encoder	Sensor efecto Hall
Modelo	E6B2-CZW3E	1GT101DC
Tensión de alimentación	5Vdc	4.5-24Vdc
Consumo de corriente	100mA	20mA
Resolución (pulsos/rotación)	10 a 2000	1
Fases de salida	A,B,Z	NPN
Velocidad máxima	6000rev/min	3600 rpm
Precio(€)	365	31

5.3.4 Selección del inclinómetro.

Se ha elegido este inclinómetro debido a sus dimensiones, precio y facilidad de montaje en el controlador.

5.3.5 Selección del potenciómetro

Se ha elegido el potenciómetro M22 R10K ya que cumple con:

- La resistencia que proporciona el potenciómetro cumple con las especificaciones.
- Las dimensiones del potenciómetro cumple con las especificaciones, ya que es de M22 y se puede montar en la carcasa del mando. El mando tiene agujeros de M22 donde van los pulsadores y el potenciómetro.
- Grado de protección IP 66, este grado indica que se puede mojar.
- Es un tipo de potenciómetro lineal y no exponencial.

5.3.6 Selección del display

Entre todos los displays actuales en el mercado se ha elegido el de 8x2 debido a sus reducidas dimensiones. Estas dimensiones vienen determinadas por el espacio donde se puede alojar el display en el mando.

Otra causa de la elección de este display es que el número de valores a enseñar por pantalla no era muy amplio y con un display de 8x2 ya sería suficiente.

Este display tiene retroiluminación esto quiere decir que tiene un led en la parte interior del display que ilumina a los valores escritos. Se ha elegido ocn retroiluminación ya que el uso del winch se hará en días con sol y si el display no está iluminado este no se podrá leer la información.

Para el funcionamiento del display se ha incorporado a este un controlador de display del cual se obtiene un puerto serie para la introducción de órdenes al display. Este reduce de 16 a 3 pines de conexión. Con este controlador el Arduino tendrá que controlar menos procesos ya que enviara por puerto serie un valor y el controlador de display será el encargado de procesar la salida a cada pin del display para realizar la acción que es recibida por el puerto serial. Otra ventaja es la simplificación a lo hora de programar.

5.3.7 Selección de pulsadores

Los pulsadores que están detallados en el apartado anterior todos cumplen con las siguientes características.

- M22 estándar de acoplamiento entre paneles electromecánicos y pulsadores.
- Grado de protección IP66, cumple con las especificaciones

Por razones de diseño y dimensiones se ha elegido el conmutador de 3 pulsadores para la navegación por el display.

Por otra parte un se ha elegido un conmutador biestable para encender y apagar el Arduino, y un conmutador monoestable para la acción de inicio o parada del motor.

5.3.8 Selección de la carcasa del mando

Para la elección de la carcasa del mando se ha elegido la carcasa de marca Schneider debido a que se le pueden integrar los pulsadores o potenciómetro necesario, mientras que el de la marca Bopla solo se pueden usar los pulsadores que viene por defecto.

Otra causa de elección de la carcasa Schneider es su grado de protección IP66 que la otra carcasa no dispone.

El único inconveniente comparando la carcasa Schneider con la carcasa Bopla es que está última posee s una parte transparente para la ubicación de displays. Para solucionar este problema se mecanizará el mando y se pondrá un material transparente y duro que permitirá a la carcasa seguir manteniendo el grado de protección IP66.

5.4 Mapa de conexiones

En este apartado se mostrará el esquema y las principales características de todas las conexiones de pines y de alimentación relacionadas con el sistema de automatización.

5.4.1 Módulo base

Características de los pines.

- Uno de los sensores de efecto Hall ha de estar conectado en el Pin digital 2 o 3 debido a que solo en esos pines se puede usar la función Attached Interrupt (función del Arduino en la que cada vez que hay un cambio de flanco se realiza una subrutina independientemente en que parte del código este). El otro sensor de Efecto hall ira conectado a cualquier pin digital
- El módulo de radiotransmisión ha de estar conectado en el los pines RX, TX, cabe destacar que el pin RX del módulo de radiotransmisión irá conectado al pin TX del controlador, aplicando el mismo procedimiento para el pin TX.
- El divisor de tensión ira conectado a un Pin analógico.
- El servo irá conectado a un Pin digital con salida PWM.
- El inclinómetro ira conectado a cualquier pin digital.

Características de alimentación:

Se ha querido reducir al mínimo la alimentación que suministra el Arduino a los componentes añadiendo un regulador de tensión externo al controlador.

- El Arduino es alimentado directamente de la pila ya que según las especificaciones Arduino recomienda que tiene que estar alimentado con un voltaje superior a los 7V dc.
- El sensor de efecto Hall es alimentado directamente a 9V debido a que el rango de alimentación es de 4.5 a 24V dc.
- El servo es alimentado a través de la salida de 5V del regulador de tensión, debido a que realizando pruebas se ha demostrado que el Arduino no suministra suficiente corriente para poder alimentar a la radiotransmisión y al servo al mismo tiempo.
- El divisor de tensión está alimentado a través de la pila para obtener directamente el voltaje de esta.
- El inclinometro está alimentado a la salida de 5V del regulador de tensión.

5.4.2 Módulo mando

Características de los pines.

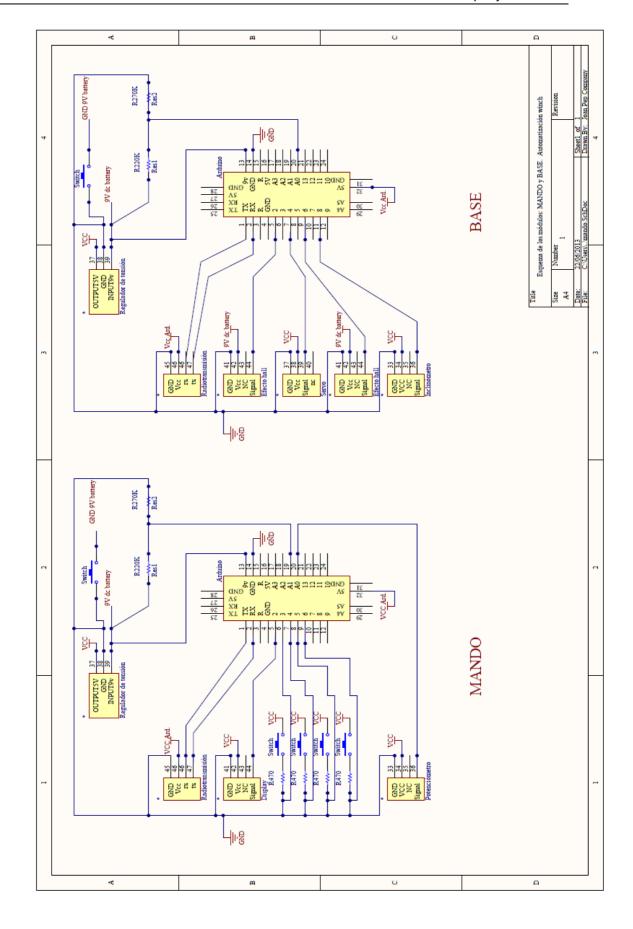
- El módulo de radiotransmisión ha de estar conectado en el los pines RX, TX, y cabe destacar que el pin RX del módulo de radiotransmisión ira conectado al pin TX del controlador, aplicando el mismo procedimiento para el pin TX.
- El divisor de tensión ira conectado a un Pin analógico.
- Los pulsadores irán conectados a cualquier pin digital.
- El display ira conectado a cualquier pin digital. En este pin digital se aplicará mediante software un puerto serie.

Características de alimentación:

Se ha querido reducir al mínimo la alimentación que suministra el Arduino a los componentes añadiendo un regulador de tensión externo al controlador.

- El Arduino es alimentado directamente de la pila ya que según las especificaciones Arduino recomienda que tiene que estar alimentado con un voltaje superior a los 7V dc.
- El divisor de tensión está alimentado a través de la pila para obtener directamente el voltaje de esta.
- El Display está alimentado a la salida de 5V del regulador de tensión para preservar los componentes de picos de tensión.
- Los pulsadores están alimentados mediante el regulador de tensión.

A continuación se muestra un esquema donde se ven reflejadas todas las conexiones del sistema de automatización del winch.



5.5 Pseudocódigo

A continuación se detalla los pseudocódigos del módulo base y módulo mando. Estos pseudocódigos son una descripción informal de alto nivel de la programación que se realizará. Al estar diseñado para la lectura humana no se detallaran todas las variables ni algunos cálculos para el acondicionamiento de señales.

En el pseudocódigo se han implementado los colores que se muestran a continuación donde cada color tiene asociado una accion. Estas acciones y su color correspondiente se muestran a continuación.

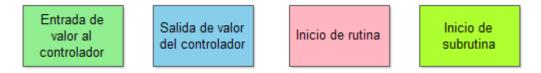


Ilustración 70 Relación de colores con acciones en el pseudocódigo

En los pseudocódigos que se muestran a continuación se puede observar una rutina principal para cada módulo y subrutinas relacionadas con cada rutina principal.

5.5.1 Módulo Base

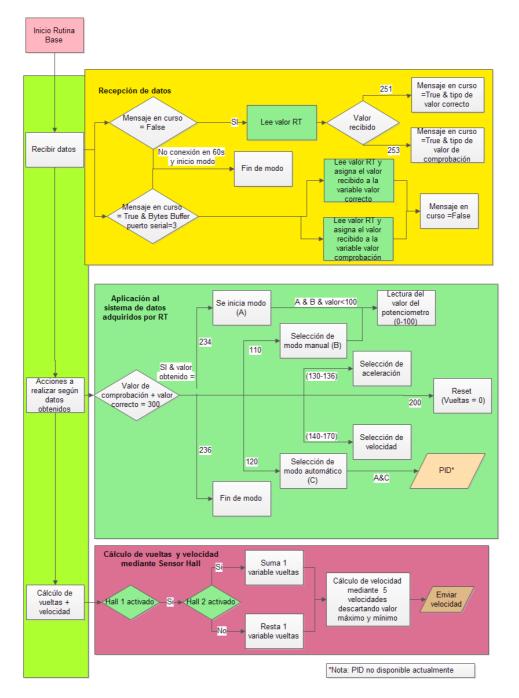


Ilustración 71 Pseudocódigo de la rutina principal módulo base



Ilustración 72 Pseudocódigo de la subrutina enviar velocidad

5.5.2 Módulo Mando

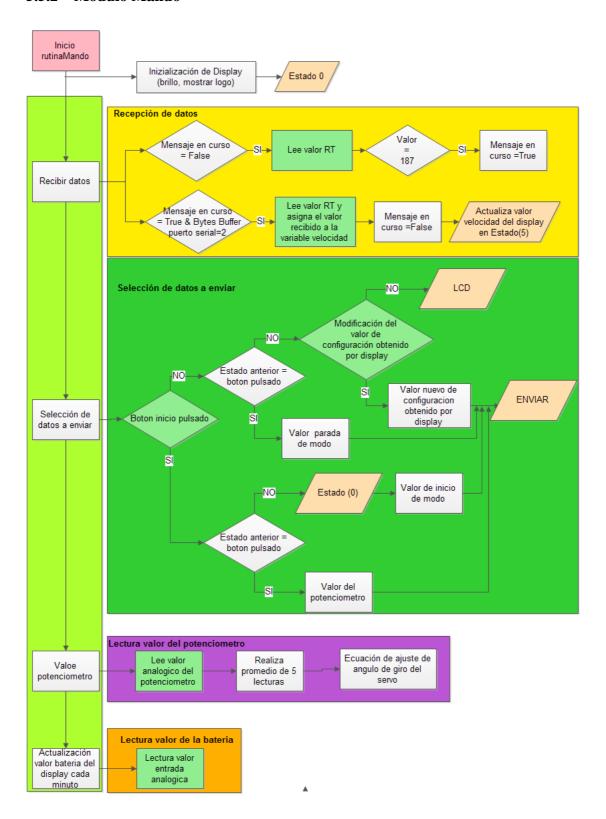


Ilustración 73 Pseudocódigo de la rutina principal módulo mando

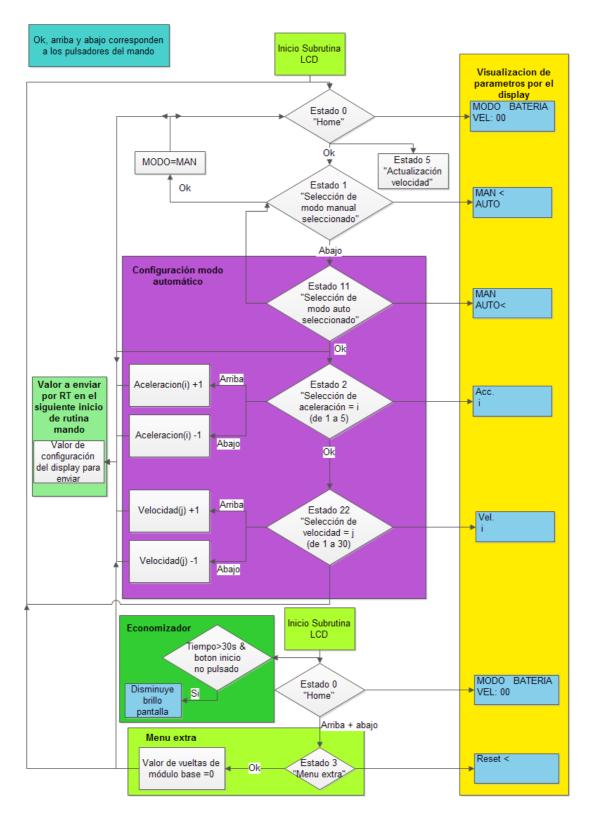


Ilustración 74 Pseudocódigo de la subrutina LCD

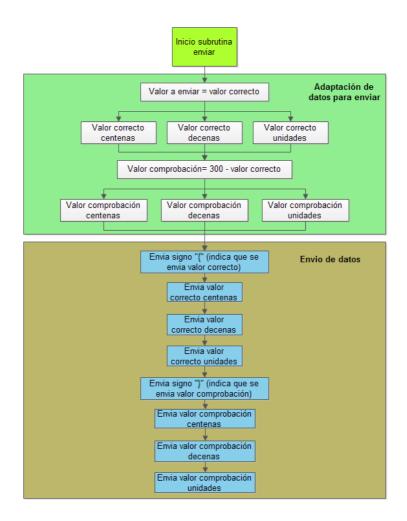


Ilustración 75 Pseudocódigo de la subrutina enviar datos

5.6 Test o pruebas

En este apartado se ha comprobado la precisión de la velocidad obtenida mediante el controlador y el sensor de efecto Hall.

Se han usado diferentes códigos de programación del controlador con la finalidad de conseguir una velocidad más precisa. A continuación se muestran las características y errores encontrados de los diferentes códigos usados.

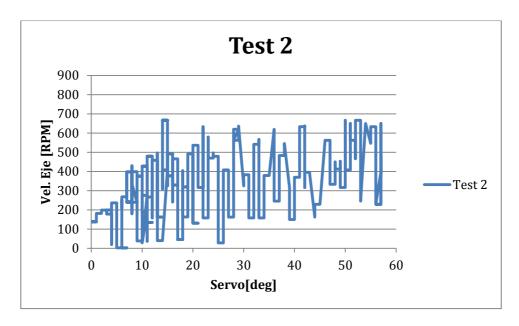
- En cada vuelta se calcula la velocidad. Esta forma provoca demasiados datos en velocidades altas y esto provoca que el controlador en algunos casos no tenga tiempo a adquirir el tiempo entre muestra y muestra y falsea la velocidad calculada.
- Analizar la velocidad mediante el tiempo, el funcionamiento es que cada 200
 ms se miren el número de vueltas y se obtenga la velocidad. Este cálculo no es
 muy preciso a cualquier velocidad del eje, ya que el controlador realiza otros
 procesos y no entra en la acción de cálculo de velocidad en el instante que se
 quiere sino que siempre tiene un delay.

El código usado para la medición de la velocidad es: cada vez que el sensor de efecto Hall se active, por medio de Attached Interrupt se entra en una subrutina donde se cuenta un pulso, cuando se hayan obtenido 5 de vueltas, se mide el tiempo transcurrido y se calcula la velocidad. Luego se hace la media de dos velocidades obtenidas.

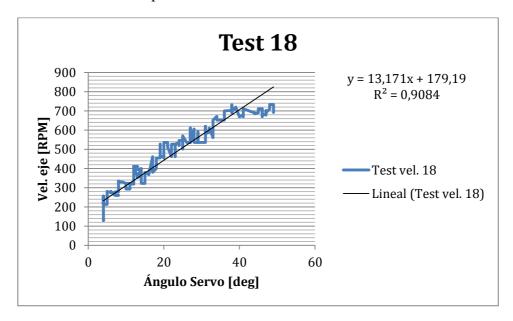
El procedimiento para los ensayos que se muestran a continuación es: se empieza a adquirir datos cuando el motor está en RPM constantes y con el servo a 0 grados, progresivamente y de forma manual se van subiendo los grados del potenciómetro hasta llegar a la máxima velocidad del motor. Todos estos ensayos han sido con el eje montado y sin practicante, es decir con carga constante.

La velocidad en RPM vendrá obtenida por 300.000/t3 donde t3 es el incremento entre el tiempo del pulso anterior con el tiempo del pulso actual.

A continuación se muestran los valores obtenidos sin aplicar ningún tipo de promedio. Se puede observar que por cada ángulo el valor de RPM tiene un rango de dispersión de valores muy alto.



En el siguiente gráfico se puede observar que el valor obtenido tiene un rango de RPM en cada ángulo mucho menor que en el caso anterior. Esto es debido a que se obtiene la velocidad A analizando el tiempo cada 5 muestras y que para obtener la velocidad final se hace un promedio de 2 velocidades.



5.7 Fotografias

En este apartado se muestran las fotografías más importantes de la realización del proyecto. Estas son:

- Instrumentación del winch.
- Placas donde se han realizado las conexiones entre componentes utilizadas durante la realización del proyecto.
- Resultado final del mando.
- Fotografías del control de velocidad del eje.

5.7.1 Instrumentación del winch

A continuación se muestran las fotografías del winch instrumentado.

Sensores de efecto Hall.



Ilustración 76 Instrumentación del eje del winch con los sensores de efecto Hall.

• Servo

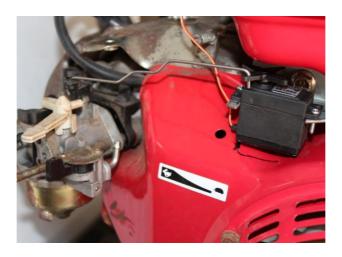


Ilustración 77 Instrumentación del motor con el servo.

5.7.2 Prototipo de placas usadas

A continuación se muestran los dos prototipos de las placas usadas para la realización de las pruebas.

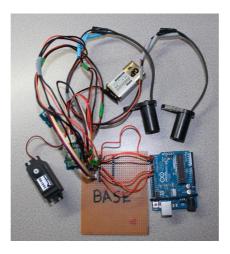


Ilustración 78 Placa prototipo utilizada para el módulo base

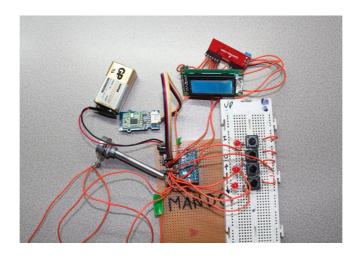


Ilustración 79 Placa prototipo utilizada para el mando

5.7.3 Prototipo de la carcasa exterior del mando

A continuación se muestra la apariencia final que tendrá el mando.



Ilustración 80 Vista lateral del mando



Ilustración 81 Vista frontal del mando

5.7.4 Fotos test

A continuación se muestra fotos de la realización del test de velocidad, donde se configuraron los sensores de efecto Hall.

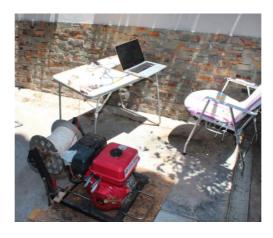


Ilustración 82 Montaje del motor y componentes en la realización del test de velocidad

6 Planificación y presupuesto

6.1 Planificación

La planificación que se muestra a continuación es la que se ha seguido para la realización del prototipo del sistema de automatización del winch. En azul se muestran la duración de las tareas planificadas, en rojo el tiempo que se ha retrasado una tarea y en verde el tiempo que se ha avanzado esa tarea.



6.2 Presupuesto

El presupuesto que se detalla a continuación solo detalla el coste del prototipo del proceso de automatización del winch.

Este presupuesto se divide en precio de material utilizado y precio de ingeniería.

Concepto	Marca	Modelo	Proveedor	Precio unitario[€]	Cantidad	Precio[€]
Módulo de radiotransmisión	Grove	Serial_RF_Pro	Electan	24,95	2	49,9
Display 8x2		LCD104B6B	Electan	6,85	1	6,85
Controlador serie display	Sparkfun	SEE_DSPLY	Electan	12,75	1	12,75
Sensor efecte Hall	Honeywell	1GT101DC	RS Amidata	30,8	2	61,6
Inclinómetro		TiltShift	Electan	2,9	1	2,9
Servo	Power Hd	3001HB	electan	12,4	1	12,4
Potenciómetro	Eaton	M22 R10K	Tme	29,15	1	29,15
Pulsador 3 posiciones		L61BA22	RS Amidata	17,2	1	17,2
Contactos pulsador 3 pos.		L61CD21	RS Amidata	4,95	3	14,85
Arduino Uno	Arduino	Uno	Electan	31,10	1	31,1
Arduino mini	Arduino	Mini	Electan	24,5	2	49
Pulsador inicio	Schneider	ZB5AA2	Energema	7,13	1	7,13
Contactores pulsador inicio	Schneider	ZBE101	Energema	3,45	1	3,45
Fijación pulsador inicio	Schneider	ZB5AZ009	Energema	5,23	1	5,23
Pulsador On/off	Moeller	216374	Socias y Roselló	2,24	1	2,24
Pila 9V			Electan	2,68	2	5,36
Carcasa mando	Schneider		Energema	28,6	1	28,6
					B. Imponible	339,71
					IVA(21%)	71,34
					Total	411,05

Concepto	Precio/Hora	Horas	Precio [€]
Ingenieria	40	400	16000
		B. imponible	16000
		IVA 21%	3360
		Total	19360

El coste total de la realización del prototipo del sistema de automatización del winch es de 19771€.

7 Conclusiones y perspectivas de futuro

7.1 Conclusiones

Se ha conseguido realizar los objetivos establecidos. Debido a la buena evolución del proyecto se ha podido configurar algunos parámetros extras (por ejemplo,tipo de modo manual/automático a seleccionar en el display) que facilitaran la implementación de la automatización del siguiente paso a realizar que será el de la automatización del Winch 2.0 en donde este se podrá controlar la velocidad de forma automática con un control PI e incluirá otras configuraciones que se han mostrado en el apartado 3.2.2.

El sistema realizado realiza todas las acciones que se querían conseguir. Este sistema ha sido probado y modificado para que cumpliese todas las especificaciones.

Se ha optimizado el código y la placa realizada para obtener un mejor rendimiento y funcionamiento.

7.2 Perspectivas de futuro

La perspectiva de futuro que se tiene pensada es:

Primero: realización del sistema de automatización del winch 2.0.

Con este sistema 2.0 ya en funcionamiento se realizarán pruebas durante un periodo de tiempo. Con estas pruebas se podrá comprobar la robustez del sistema y los posibles fallos de fatiga y desgaste físicos, o problemas de programación.

Segundo: creación de nombre y logo para el sistema y su página web.

Una vez creado el nombre y logo se empezará la realización de una página web en donde se podrá adquirir este sistema para que cada usuario lo pueda montar de forma autónoma en su propio Winch. Debido a que no cada cliente querrá los mismos tipos de componentes o aplicaciones estos se podrán vender de forma separada y cada uno llevará su propio código.

Tercero: realización de eventos.

Para conseguir dar a conocer el producto se realizaran eventos tanto en asfalto con la práctica del longboard, en nieve con la práctica del snowboard y en agua con la práctica de Wakeboard.

8 Dificultades

En este apartado de definirán las dificultades que se ha tenido en la realización de la automatización del winch. Las dificultades que se refieren al aprendizaje del tipo de programación en la que se basa Arduino, o la configuración de sus componentes no será descrita en este apartado, tan solo serán escritas aquellas que han retrasado la planificación de tareas.

A continuación se describen dos tipos de dificultades, las que están relacionadas con la programación y las que no.

8.1 Dificultades relacionadas con la programación

- Elección de un protocolo de comunicación inalámbrica adecuado a las especificaciones y que detectase fallos como: no conexión, eliminación de datos recibidos incorrectos.
- En la radiotransmisión no se sabía cómo enviar los datos, debido a que con Serial.print los datos se envían en formato ASCII y no se podían enviar conjunto de números o letras sino se tenía que enviar cada uno Bit a Bit. Buscando información por internet se encontró de que en el nuevo software de Arduino se había incorporado un comando llamado Serial.write cuya función era enviar valores en formato decimal y sin necesidad de separación bit a bit ya que el ya se encargada de hacer este último paso. Los datos se envían y reciben con este comando (Serial.write) pero al enviar más de un Bit en una misma instrucción de Serial.write, algunas veces todos los bits enviados no se recibían o se recibían desordenados.

8.2 Dificultades no relacionadas con la programación

- La elección del tipo de display que se ajustase a las especificaciones de tamaño, fue un tema complicado ya que fue difícil encontrar un tipo de display que encajase, se encontraron algunos displays gráficos, pero el precio era superior al adquirido.
- Al display se le ha añadido un módulo serie para la comunicación del Arduino con este, y para reducir el número de pines requeridos de conexión al Arduino. Este módulo de enlace entre en display y Arduino lleva un tornillo el cual se puede regular el contraste. La dificultad fue que al realizar todas las conexiones entre el módulo de enlace y el display y su programación entre diferentes tipos de códigos el display no funcionaba. Por eso se revisó la continuidad de todos los cables y se revisaron todos los códigos, tras un largo tiempo mirando de resolver el problema revisando el datasheet del módulo comentaba que existía regulador de contraste.

- Gran dificultad en encontrar componentes que se adaptasen a las especificaciones requeridas. Esta parte ha incrementado las horas planificadas para la realización de la automatización del Winch.
- Una de las grandes dificultades fue la distribución de los elementos del mando que interactúan con el usuario, servo, potenciómetro, display, pulsadores, ya que se quería hacer un mando con las dimensiones más pequeñas posible y que fuera cómodo usarlo.
- Dificultad para calcular la velocidad a la que gira el eje. Para este apartado se han pensado múltiples opciones para la forma de haya la velocidad del eje.

9 Referencias

9.1 Escuela politécnica superior de enseñanza de Vilanova y la Geltrú

- SIPE: Instrumentación de sensores.
- SPIN:Sensors.
- SPIN: Xarxes de comunicacions.
- Projectes: Teoria general de un proyecto.
- Projectes: Propuesta de un proyecto.
- Xaci: Protocolos de comunicación.

9.2 Programación

• Lenguaje de programación

http://arduino.cc/en/Reference/HomePage

9.3 Comunicación

• 3g

http://www.3gpp.org

http://www.3gpp2.org

http://www.wireless-world-research.org

• Wifi:

http://www.ieee.org/web/publications/standards/index.html

http://www.ieee802.org/11/

WMAX

http://www.wimaxforum.org

http://www.ieee802.org/16

http://www.wimaxforum.org/technology/downloads/WiMAXWhitepaper.pdf

http://www.ieee.org/web/publications/standards/index.html

• Bluetooth:

http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html

http://www.ieee.org/web/publications/standards/index.html

• Zigbee:

http://www.ieee802.org/15

http://www.zigbee.org

http://www.ieee.org/web/publications/standards/index.html

9.4 Winch eléctrico

Proveedor de motor y controlador

http://kellycontroller.com/kim722224v-72vac-induction-motor-controller-p-1049.html

• Proveedores de baterías

http://www.mastervolt.com/automotive/products/batteries-terminals/

http://www.ev-propulsion.com/battery-choices.html

http://www.falconev.com/batteries.html

http://www.tradebub.com/by_2372865_72V-100AH-Li-ion.htm

 $\underline{http://www.torqeedo.com/es/motores-fueraborda-electricos/power-26-104-bateria-inteligente-de-litio/modelo-y-accesoires}$

9.5 Datashets

• Efecto hall:

http://es.rs-online.com/web/p/captadores-magneticos/2355706/?origin=PSF_421345|cav

Modulo RF groove

http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Twig - Serial RF Pro_v0.9b

• Chipkit max 32

http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/chipKIT%20Max32_rm.pdf

• Chipkit uno 32.

http://www.digilentinc.com/Data/Products/CHIPKIT-UNO32/chipKIT-Uno32-RevC_rm.pdf

• Arduino Mini

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini

• Arduino Uno

http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

Servo

http://www.pololu.com/catalog/product/1058

Inclinómetro

http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=GROVE -_Starter_Kit_v1.1b#Grove_-_Tilt_switch

• Potenciómetro

http://www.tme.eu/es/details/m22-r10k/conmutadores-de-panel-estandar-22mm/eaton-electric/#

Display 8x2

http://www.seeedstudio.com/wiki/LCD_8*2_Characters-_Blue_back_light

• Modulos Xbee:

http://www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Usuario.pdf

http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_G.pdf

Anexos:

Anexo 1: Programación en Arduino

Cabe destacar que el repartimiento de procesos de cada módulo es el siguiente:

- Base procesos de control de velocidad, contar vueltas, seguridad.
- Por otra parte el mando solo se encarga de enviarle los eventos que suceden relacionado con pulsadores o potenciómetro.

Uno de los objetivos de esta forma de repartir procesos entre módulos ha sido minimizar la cantidad de volumen de datos de radiotransmisión. Por otra parte debido a que el módulo base tiene contacto físico con el winch se ha diseñado que este sea el que tome las decisiones importantes, como sería el caso de gestionar todas las configuraciones de seguridad relacionadas con el número de vueltas (para que no colisiones con el motor) es igual al que el usuario ha definido como máxima, inclinación del motor.

El método de comunicación es un Peer to Peer es decir no tiene ni cliente ni servidor fijo, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre si.

1 Codigo C para módulo base

```
#include <Servo.h>
Servo MiServo;
//VARIABLES//
int i=0;
int j=0;
int variable=0;
int incomingByte=2;
int mensajeencurso=0;
int buffer[4];
int Val:
int tipovalor=0;
int valorcorrecto=0;
int valorcomprobacion=0;
int valorcorrectc=0:
int valorcorrectd=0;
int valorcorrectu=0;
int bite= 1:
int vueltas=1;
int nivelBateria;
int inclinometro=0;
long unsigned int t1=0;
long unsigned int t2=0;
long unsigned int t3=0;
long unsigned int t4=0;
long unsigned int t5=0;
int Lecturas[2];
int p=0;
```

```
int valorcompc=0;
 int valorcompd=0;
 int n=0;
 int modo=1;
 int velocidad;
 int pulsos=0;
//PINES//
 int halldos=8;
 int halluno=3;
void setup() {
 digitalWrite(halluno,HIGH);
 digitalWrite(halldos,HIGH);
 MiServo.attach(4);
 attachInterrupt(0, hall1, FALLING);
 Serial.begin(9600);
////////Programa principal/////////
 void loop() {
 t2=millis();
 inclinometro=digitalRead(8);
//////Recepcion de datos via RT/////
 if (mensajeencurso==0){
       if(Serial.available()) {
       incomingByte=Serial.read();
           if(incomingByte==251){
             mensajeencurso=1;
             tipovalor=1;}
       else if (incomingByte==253){
            mensajeencurso=1;
            tipovalor=2;}
       }
 }
 else if (mensajeencurso==1){
   if (Serial.available() >=3){
     t1=t2;
        for ( int i = 1; i < 4; i++){
                buffer[i] = Serial.read();
            if (tipovalor==1){
               valorcorrecto=buffer[1]*100+buffer[2]*10+buffer[3];
            else if (tipovalor==2) {
              valorcomprobacion=buffer[1]*100+buffer[2]*10+buffer[3];
            }
       mensajeencurso=0;
       variable=1;
       tipovalor=0;
   }
//////Realizacion de acciones segun datos recibidos/////
  if (variable==1) {
       if(valorcorrecto+valorcomprobacion==300){
            if (valorcorrecto==234){
              bite=2;}
             if (valorcorrecto==236){
             bite=1;
            MiServo.write(0);
```

```
bateria();}
             if (valorcorrecto==200){
             vueltas=0;
             if ((bite==2) && (valorcorrecto<100)&& (modo==1)&& (inclinometro==0)){
              MiServo.write(valorcorrecto);
             sent();
      variable=0;
     }
}
/////////Sensor de efecto Hall///////
void hall1(){
  t4=millis();
  n=n+1;
     if(digitalRead(halldos)==HIGH){
      vueltas++;
     else if(digitalRead(halldos)==LOW){
      vueltas--;
//////Calculo de velocidad/////////
     if(n>=5){
     t5=t4-t3;
     t3=t4;
     n=0;
     Lecturas[p]=((2260)/(t5));
          if (p>=2){
           velocidad=(Lecturas[1]+ Lecturas[2])/2;
           p=1;
           Val=velocidad;
void sent(){
   valorcorrectd=Val/10;
   valorcorrectu=(Val-valorcorrectd*10);
  Serial.print("{");
  Serial.print(valorcorrectd);
  Serial.print(valorcorrectu);
//// Nivel de bateria del modulo base/////
void bateria(){
t1=t2;
  nivelBateria=((analogRead(A0))/102.3)+80;
  Val=nivelBateria;
  sent();}
```

2 Código C para módulo mando

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3,2);
int botonup=5;
int botondown=4;
int botonok=6;
int Lecturas[5];
int Val, i = 0, Total = 0, Promedio = 0;
int botoninicio=7;
//Variables//
int mensajeencurso=0;
int bateriaBase;
int incomingByte=2;
int buffer[4];
int valorrecibido=0;
int valorcorrecto=0;
int variable=0;
int valorcorrectc=0;
int displayenviar=0;
int vbotoninicio;
int valorcomprobacion=0;
int valorcompc=0;
int valorcompd=0;
int potenciometre=0;
int valorcompu=0;
int valorrecibi=0;
int valorcorrectd=0;
int valorcorrectu=0;
int inicio=0;
long unsigned int t1=0;
long unsigned int t2=0;
long unsigned int t3=0;
long unsigned int t5=0;
int contacc=1;
int bateria=99;
int velocidad=30;
boolean econ=false;
int contvel=10;
int vbotonok;
int vbotonup;
int vbotondown;
int antbotonok;
int antbotondown;
int antbotonup;
boolean mode;
int estado=0;
void setup(){
Serial.begin(9600);
for(i=0; i<7; i++)
Lecturas[i] = 0;
i=0:
pinMode(botoninicio,INPUT);
pinMode(botonup,INPUT);
pinMode(botondown,INPUT);
pinMode(botonok,INPUT);
mySerial.begin(9600);
mySerial.write(124);
mySerial.write(140);
mySerial.write(254);
mySerial.write(1);
delay(2000);
mySerial.write(254);
mySerial.write(128);
mySerial.write("Winch");
mySerial.write(254);
mySerial.write(192);
mySerial.write("Electronics");
delay(500);
mySerial.write(254);
mySerial.write(1);
```

```
bateria=(analogRead(A1)/10.3);
estado0();
///////////Programa principal/////////
void loop (){
 vbotoninicio=digitalRead(7);
  t2=millis();
//////Recepcion de datos via RT/////
  if (mensajeencurso==0){
        if(Serial.available()) {
       t1=t2;
        incomingByte=Serial.read();
    Serial.println(incomingByte);
             if(incomingByte==187){
               mensajeencurso=1;
   if (mensajeencurso==1){
          if (Serial.available() >=2){
               for (int i = 1; i < 3; i++){
                   buffer[i] = Serial.read();
                  valorrecibido=(buffer[1]-144)*10+(buffer[2]-144);
                 Serial.print("bufer1: ");
                 Serial.print(buffer[1]);
                  Serial.print(" ,bufer2: ");
                   Serial.print(buffer[2]);
         mensajeencurso=0;
         variable=1;
//////Realizacion de acciones segun datos recibidos/////
   if (variable==1) {
        if(valorrecibido<=70){
          velocidad=valorcorrecto;
          estado5();
          variable=0; }
         else if(valorrecibido>=80){
           bateriaBase=valorcorrecto;
           if(bateriaBase<=86){
            mySerial.write(254);
            mySerial.write(1);
            mySerial.write(254);
            mySerial.write(128);
            mySerial.write("Low bat");
//////Estado de la bateria cada minuto/////////
 if((t2-t1>600000)&& (vbotoninicio==LOW) && (estado==0)){
 bateria=(analogRead(A1)/10.3); //10.3 =Factor para que el 99% sea 1023 valor de arduino para 5v analogicos
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(133);
  mySerial.print(bateria);
  Total = Total-Lecturas[i];
           Lecturas[i] = analogRead(A0);
           Total = Total + Lecturas[i];
          i = i + 1;
              if (i >= 5){
                    i = 0;
                    Promedio = Total / 25; // Sirve para ajustar cuantos angulos se mueve el servo.
                    potenciometre = map(Promedio, 0, 1023, 0, 179);}
  if((t2-t1>100)){
 if ((vbotoninicio==HIGH) && inicio==0){
       Val=234;
      inicio=1;
      estado=0;
      estado0();
```

```
else if ((vbotoninicio==LOW)&& inicio==0){
      if (displayenviar!=0){
      Val=displayenviar;
      displayenviar=0;}
      else\{
       Val=0; }
      lcd();
      else if ((vbotoninicio==LOW)&& inicio==1){
         Val=236;
        inicio=0;
      else if ((vbotoninicio)==HIGH && inicio==1) {
         Val=potenciometre;
 sent();
   }}
void lcd(){
  vbotonok=digitalRead(6);
 vbotonup=digitalRead(botonup);
 vbotondown=digitalRead(botondown);
 /////ATENUADOR DE BRILLO DEL DISPLAY SI EL MANDO NO SE USA/////////
if ((t2-t5>10000) && (econ==false)){
     mySerial.write(124);
     mySerial.write(129);
     econ=true;
 else if (econ==true && vbotonok==HIGH){
     mySerial.write(124);
     mySerial.write(140);
     econ=false:
     t5=millis();
     estado0();
     }
 //////MAQUINA DE ESTADOS DEL DISPLAY///////
   /////MENU EXTRA /////
else if((vbotonup==HIGH) && (vbotondown==HIGH) && (estado==0)){
    estado3();
    estado=3;
    t5=millis();
  //////ESTADOS /////
 else if ((vbotonok!=antbotonok) || (vbotonup!=antbotonup) || (vbotondown!=antbotondown)){
     t5=millis();
      if ((vbotonok==HIGH) && (estado==0)){
           estado=1;
           estado1();
      else if (vbotondown==HIGH && estado==1){
           estado=11;
           estado11();
      else if (vbotonup==HIGH && estado==11){
           estado=1;
           estado1();
      else if(vbotonok==HIGH && estado==1){
           estado=0;
          mode=true;
          estado0();
           displayenviar=110;
     else if (vbotonok==HIGH && estado==11){
          estado=2;
          estado2();
          displayenviar=120;
```

```
else if (estado==2 && vbotonup==HIGH && contacc<5){
         contacc++;
          estado21();
     else if (estado==2 && vbotondown==HIGH && contacc>1){
         contacc--;
          estado21();
     else if (estado==2 && vbotonok==HIGH){
         estado=22:
         displayenviar=(contacc+130);
         estado22();
     else if (estado==22 && vbotonup==HIGH && contvel<30){
        contvel=contvel+2;
        estado23();
     else if (estado==22 && vbotondown==HIGH && contvel>0){
        contvel=contvel-2;
        estado23();
     else if (estado==22 && vbotonok==HIGH){
        estado=0;
        mode=false;
        estado0();
        displayenviar=contvel+140;
     else if (estado==3 && vbotonok==HIGH){
        estado=0;
        estado0();
        displayenviar=200;
  antbotonok=vbotonok;
  antbotonup=vbotonup;
  antbotondown=vbotondown;
void estado0()
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(1);
   if (mode==true){
     mySerial.write(254);
     mySerial.write(128);
     mySerial.write("Man");}
   else{
     mySerial.write(254);
     mySerial.write(128);
     mySerial.write("Auto");}
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.write("Vel.");
 mySerial.write(254); //
 mySerial.write(196);
 mySerial.print(velocidad);
 mySerial.write(254); //
 mySerial.write(133);
 mySerial.print(bateria);
 mySerial.write(254); //
 mySerial.write(135);
  mySerial.write("%");
void estado1(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(1);
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(128);
 mySerial.write("Man");
```

```
mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.write("Auto");
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(132);
 mySerial.write("<");
void estado11(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(132);
mySerial.write(" ");
mySerial.write(254);
 mySerial.write(196);
 mySerial.write("<");
void estado2(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(1);
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(128);
 mySerial.write("Acc.");
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.print(contacc);
void estado21(){
mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.print(contacc);
void estado22(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(1);
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(128);
 mySerial.write("Vel.");
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.print(contvel);
void estado23(){
 if (contvel<10){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.write(" ");
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(192);
 mySerial.print(contvel); }
void estado3(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(1);
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(128);
 mySerial.write("Zero");
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(134);
 mySerial.write("<");</pre>
///// ACTUALIZADORES DE PARAMETROS////
// VELOCIDAD//
void estado5(){
 mySerial.write(254);
 mySerial.write(196);
 mySerial.print(velocidad);
```

```
void sent(){
    t1=t2;
    valorcorrectc=Val/100;
    valorcorrectd=(Val-valorcorrectc*100)/10;
    valorcorrectd=Val-(valorcorrectc*100+valorcorrectd*10);
    valorcomprobacion=300-Val;
    valorcompc=valorcomprobacion/100;
    valorcompd=(valorcomprobacion-valorcompc*100)/10;
    valorcompu=valorcomprobacion-(valorcompc*100+valorcompd*10);
    Serial.print("{");
        Serial.write(valorcorrectc);
        Serial.write(valorcorrectd);
        Serial.write(valorcorrectu);
        Serial.write(valorcompc);
        Serial.write(valorcompd);
        Serial.write(valorcompd);
        Serial.write(valorcompd);
        Serial.write(valorcompd);
        Serial.write(valorcompd);
    }
}
```

Anexo 2: Winch eléctrico

1 Introducción

En el proceso de automatización del winch la idea inicial era realizar un winch eléctrico por esta razón se ha planteado hacer un estudio sobre la viabilidad de hacer el winch eléctrico, ya que este podría aportar una serie de ventajas.

2 Estudio de eficiencia

Uno de los motivos de realizar el winch eléctrico es mejorar su eficiencia respecto al motor de combustión. En este apartado se mostrara el tanto por cien de la mejora de eficiencia respecto al motor de combustión.

A continuación se detalla el consumo/autonomía del motor que se usa actualmente que es un motor Honda de 9 CV.

- 1 tirada=4 minutos de funcionamiento a un régimen de unas 2500 rpm
- Consumo=2,5 litros/hora a un régimen de 2500 rpm
- Autonomía: Deposito de 6 litros de gasolina
- Consumo por tirada =0,167 litros
- Autonomía total del depósito =36 tiradas

Consumo energético por tirada del motor de combustión.

• 0.161* energía de 1 litro de gasolina= 5,28Mj

Consumo energético por tirada del motor eléctrico.

- 2Kw*3.6Mj=7.2Mj/h
- En una hora se realizan 15 tiradas.
- El resultado es de 0.48 Mj.

Analizando los dos resultados obtenidos se puede observar una eficiencia energética del 90% favorable al motor eléctrico respecto al de combustión.

Nota: en estos cálculos comparativos solo se compara la eficiencia entre los dos motores en situaciones ideales, rozamientos o consumos debido a elementos extras para el funcionamiento (como por ejemplo controlador de motor eléctrico) no son reflejados.

Un litro de gasolina viene a tener una energía de entre 32,18 MJ y 34,78 MJ.

Un litro de gasóleo (diésel) viene a tener una energía de entre 35,86 MJ y 38,65 MJ.

El motor eléctrico la conversión es más rápida y exacta: 1 kWh son 3,6 MJ.

3 Selección del motor

Para la selección de un motor para la realización del winch eléctrico se tendrán que tener en cuenta los requisitos que se detallan a continuación.

- La velocidad del winch tendrá que ser entre 0 y 40 Km/h considerando el diámetro de la polea para los cálculos el eje que recoge la cuerda ha de girar a 800 RPM.
- El par máximo del eje de tracción tendrá que ser alrededor de 60 N.m.
- El conjunto tendrá que tener un sistema de alimentación fácil de transportar, ligero y pequeño.

Los dos primeros puntos pueden ser ajustados mediante una relación de engranajes, teniendo en cuenta que la velocidad y par son inversamente proporcionales es decir, si se quiere aumentar el número de RPM el torque se verá reducido y el mismo proceso si se quiere aumentar el torque.

Los dos primeros parámetros vienen definidos por el motor de combustión utilizado actualmente y la relación de transmisión utilizada entre el motor y el eje que estira la cuerda.

A continuación se muestran las curvas características del motor (motor Honda GX270 9cv) que se suele usar para la práctica del Wakeboard mediante Winch.

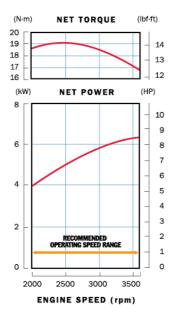


Ilustración 83 Curva característica de un motor del motor de combustión Honda GX270

El primer paso es encontrar un motor eléctrico que cumpla con las expectativas. Entre todos los tipos de motores del mercado se analizara que tipo de motor será el adecuado a los requisitos de par, velocidad y alimentación.

Por otra parte a continuación se citan las características más importantes de motores que corresponden a los que se usan actualmente en motos eléctricas.

Descripcion(brushles			Corriente				Diametro rueda	Diametro rueda
hub)	Voltaje (V)	Voltaje elegido	(I)	Potencia (W)	Torque (NM)	RPM	inches	cm
1000W	48.37	48.37	29,214	1413	44.9	174	12	30,48
2000w	48/60/72	48	42	2000	90	800	12	30,48
3000 w	48/60/72	48	62,5	3000	140	100	13	33,02
4000w	72	72	55.5	4000	100	1450	10	25,4
5000w brushles hub	60/72	60	83.3	5000	160	1500	12	30,48
6000w brushles hub	72/84/96	72	83.3	6000	200	1500	24	60,96

El motor que más se ajusta con las especificaciones es el motor de 2000w, a continuación se muestra una fotografía y las características de este.



Ilustración 84 Motor de 2KW

El motor elegido se ajusta con la velocidad máxima y el par máximo del eje que estira la cuerda sin tener que aplicar ninguna relación de transmisión. Debido a que no hay relación de transmisión y que el motor tiene esta forma exterior, la cuerda podría ser montada sobre la llanta y así se reduciría las dimensiones del chasis.

El fabricante del motor (Kellycontroller), afirma que con un tratamiento que aplican en el motor este puede ser impermeable.

Este motor funciona con un controlador que proporciona el fabricante, las características de este controlador se detallan a continuación.

El módulo de control elegido es un módulo para el control de motores de inducción. Está compuesto por MOSFETS de potencia, con un control PWM que tiene una eficiencia de hasta un 99%. El control funciona con un microprocesador de altas prestaciones que permite tener un control preciso y rápido. Este módulo al ser 100% programable permite al usuario hacer diferentes modificaciones. Una de las ventajas es que permite la autogeneración de energía.

A continuación se muestran las características del módulo de control.

- Rango de tensión de alimentación del controlador, PWR, 18V-90V
- Frecuencia de operación: 16.6kHz.
- Corriente utilizada en espera: <0,5 mA.
- • Configuración del rango de voltaje de la batería, 18V-90V.
- La frecuencia de salida máxima 255Hz.
- Entrada del acelerador estándar: 0-5 volts



Ilustración 85 Control marca Kellycontroller para el motor elegido.

4 Selección de alimentación

La alimentación del motor eléctrico se puede realizar de tres formas, mediante toma de corriente 220V, mediante baterías o mediante un generador.

4.1 Generador

El tipo de generador seleccionado es un generador de 4.1Kw cuyas características son:

Características generador HondaE400		
Combustible	Gasolina	
Consumo medio	1.1 litros hora	
Cilindrada	196cc	
RPM	3000 rpm	
Nivel sonoro	96dB	
Bateria	No	
Peso	36kg	
Nº de fases	Monofásico	
Potencia monofásica continua	2650W	
Pot. Máx monofásica	3100W	
Inverter	No	
Regulación electrónica de voltaje	No	



Ilustración 86 Generador Honda E400.

4.2 Baterías

Se ha elegido la marca Torqueedo ya que es un proveedor el cual se dedica a hacer baterías para barcos. Estas están protegidas contra los factores como el salitre del mar, esto provocará que la batería no se deteriore tan rápidamente ya que esta estará expuesta al agua del mar.

A continuación se detallan las características:

Características de la	a batería Torqueedo
Potencia suministrada	2685Wh
Tensión nominal	25.9V
Capacidad	104Ah
Peso	25kg
Protección contra sobrecargas	Si
Protección contra cortocircuitos	Si
Protección contra sobrecalentamiento e	Si
inmersión	
Grado de protección IP	IP67



Ilustración 87 Bateria Torqueedo

5 Conclusiones del estudio de realización del Winch eléctrico

De los sistemas de alimentación citados anteriormente se elegirá la batería, debido a :

- La conexión mediante red no se puede utilizar en la mayoría de los casos ya que se suele practicar en playas, ríos, resumiendo lugares lejos de un punto de red.
- Por otra parte si se compara con el generador, se tendría que estudiar si este tendría que ir conectado a una batería auxiliar. Las dimensiones del conjunto (motor + generador) aumentan mucho el tamaño del Winch.
- Las baterías podrían cargarse cuando se estira la cuerda o cuando frena el motor.

El Winch eléctrico presenta una serie de ventajas respecto al de motor de combustión.

- Mejora de eficiencia respecto al motor de combustión.
- Reducción de ruido
- Reducción de dimensiones del bastidor.
- Automatización de procesos menos compleja.
- Se reduciría el peso global del Winch.

Con el estudio realizado se puede concluir que NO se realizará el Winch eléctrico.

No se realizará ya que principalmente el coste de adquirir todos los componentes es muy elevado comparado con el precio de un motor de combustión cuyo precio es de 380€.

Artículo	Precio (€)
Motor Hub 2Kw	446
Controlador motor inducción	446
Cables	28
Generador Honda E400*	754
Bateria Torqueedo*	1450

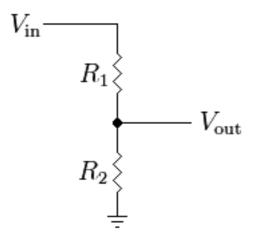
^{*}Nota: De los dos elementos seleccionados con * solo se tendría que elegir uno para alimentar el motor.

Anexo 3: Cálculos

1 Divisor de tensión

El objetivo del divisor de tensión en este circuito es saber cuál es el estado de la pila. El pin de entrada analógica del controlador Arduino solo admite de 0 a 5v por ello se tendrá que pasar de un rango de 0 a 9v suministrado por la pila a uno de 0 a 5v que requiere el Arduino.

A continuación se muestran el esquema del divisor de tensión con las resistencias con las que se tendrá que instrumentar para conseguir la tensión de salida requerida.



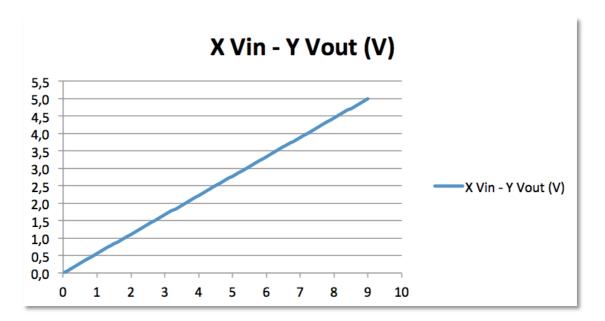
Donde R1= 220K Ω y R2=270K Ω .

Se han elegido estas resistencias debido a que cumplen con las especificaciones de tensión de salida requerida. Se ha elegido unas resistencias de un valor alto para que la corriente de salida sea pequeña y esta consuma menos pila, pero por otra parte esta corriente ha de ser suficiente para que el controlador Arduino pueda leerla por un pin.

Fórmula de un divisor de tensión.

$$Vout = \frac{R2}{R1 + R2} * Vin$$

A continuación se muestra en un gráfico la relación voltaje entrada-salida con estas resistencias.



Anexo 4:Definiciones

• Estándares de comunicación:

A continuación se muestra una tabla con los estándares de comunicación:

Number	Topic		
802.1	Overview and architecture of LANs		
802.2 ↓	Logical link control		
802.3 *	Ethernet		
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)		
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)		
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)		
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies		
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies		
802.9 ↓	Isochronous LANs (for real-time applications)		
802.10↓	Virtual LANs and security		
802.11 *	Wireless LANs		
802.12↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)		
802.13	Unlucky number. Nobody wanted it		
802.14↓	Cable modems (defunct: an industry consortium got there first)		
802.15 *	Personal area networks (Bluetooth)		
802.16 *	Broadband wireless		
802.17	Resilient packet ring		

^{*}Nota: Los marcados con * indican los estándares de comunicación IEEE 802 más importantes.

• QoS

Son las siglas de Quality of Service, un conjunto de tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo determinado a uno o varios dispositivos. En la práctica, se trata de que podamos navegar por Internet al mismo tiempo que realizamos una llamada o disfrutamos de un juego online sin problemas.

Así, QoS se encarga de priorizar el ancho de banda disponible en función de las necesidades del usuario y basándose en una serie de criterios que clasifican el tráfico.

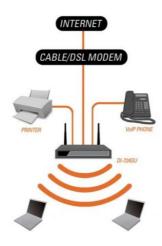


Ilustración 88-Esquema del sistema QOS.

• TCP.

Muchos programas dentro de una red de datos compuesta por ordenadores, pueden usar TCP para crear conexiones entre ellos a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos. El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. También proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto.

TCP da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet (navegadores, intercambio de ficheros, clientes FTP, etc.) y protocolos de aplicación HTTP, SMTP, SSH y FTP.

• Half way duplex: Un half-duplex (HDX) es un sistema que proporciona una comunicación en dos direcciones, enviar/recibir, pero estas no pueden ser simultaneas.

• Banda ISM

Son las siglas de (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (e.g. Wi-Fi) o WPAN (e.g. Bluetooth).

• UART:

UART son las siglas de "Universal Asynchronous Receiver-Transmitter" (en español, Transmisor-Receptor Asíncrono Universal). Éste controla los puertos y dispositivos serie.

El controlador del UART es el componente clave del subsistema de comunicaciones series de un ordenador. El UART toma bytes de datos y transmite los bits individuales de forma secuencial. En el destino, un segundo UART reensambla los bits en bytes completos. La transmisión serie de la información digital (bits) a través de un cable único u otros medios es mucho más efectiva en cuanto a costo que la transmisión en paralelo a través de múltiples cables. Se utiliza un UART para convertir la información transmitida entre su forma secuencial y paralela en cada terminal de enlace. Cada UART contiene un registro de desplazamiento que es el método fundamental de conversión entre las forma serie y paralelo.

• BUS SPI.

El Bus SPI (del inglés Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de interfaz de periféricos serie o bus SPI es un estándar para controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie regulado por un reloj

• Resistencia Pull Up

Se llaman resistencias Pull up a resistores que en general se conectan entre una señal lógica y el positivo y su función es asegurar que esa esa señal no quede en un estado flotante. En algunos tipos de dispositivos lógicos, si no se pusieran las resistencias pull up, el estado lógico 1 podría quedar con un valor de tensión intermedio entre cero y uno y confundirse su estado. Son resistores normales, solo llevan el nombre pull up por la función que cumplen.

• RSSI:

Sirve para medir el nivel de señal que en entre dispositivos de radiotransmisión.

• Grados de protección.

Los equipos electrónicos son utilizados en diversas aplicaciones y tienen que trabajar de una manera segura durante un largo período de tiempo y bajo condiciones ambientales adversas. El polvo y la humedad no se pueden evitar siempre, así como la presencia de cuerpos extraños. Las distintas clases de protección fijan, en quémedida se puede exponer un aparato eléctrico en condiciones ambientales adversas, sin ser dañado o sin representar un riesgo de seguridad o para la salud.

En la siguiente tabla se muestran las características de cada grado de protección.

IP	Nº 1 para protección contra el	Nº2 para protección contra el
	contacto	agua
0	Sin protección contra cuerpos	Sin protección contra el agua
1	Protección contra cuerpos con	Protegido contra gotas verticales
	diámetro >50 mm	
2	Protección contra cuerpos con	Protegido contra gotas hasta una
	diámetro >12 mm	inclinación de 15°
3	Protección contra cuerpos con	Protección contra agua pulverizada
	diámetro >2.5 mm	con inclinación de 60°
4	Protección contra cuerpos con	Protección contra agua pulverizada
	diámetro >1 mm	
5	Protección completa contra	Protección contra agua chorros de
	sedimentación de polvo	agua
6	Protección completa sobre	Protección contra el agua en caso de
	penetración de polvo	inyección pasajera
7		Protección contra la penetración de
		agua sumergiendolo
8		Protección contra la penetración de
		agua sumergiéndolo por un periodo
		indefinido
9		Protección contra la penetración de
		agua a presión hasta 80 bar

• Modelos de comunicación.

<u>Master and slave</u>: un dispositivo o proceso (conocido como master) controla uno o mas dispositivos o procesos, (conocidos como esclavos.. Cuando se establece la relación master-slave la dirección de control es siempre del master al slave..

<u>Client-Server</u>: Modelo en cual el servidor responde a las solcitudes del cliente.

<u>Peer to peer.</u> Modelo en el cual cualquier dispositivo involucrado puede iniciar una comunicación.