



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“VOLANTE EXTRAÍBLE CON CONTROLES AL MANDO
PARA VEHÍCULO ELÉCTRICO”.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA:

DAVID MOEDANO HERNÁNDEZ

TUTOR:

M.I. SERAFIN CASTAÑEDA CEDEÑO



MÉXICO, 2012

Jurado asignado:

Presidente:	Dr. Heriberto de Jesús Aguilar Juárez
Vocal:	M.I. Serafín Castañeda Cedeño
Secretario:	Dr. Adrián Espinoza Bautista
1^{er} Suplente:	Ing. Mariano García del Gallego
2^{do} Suplente:	M.I. Ulises Martín Peñuelas Rivas

Lugar donde se realizo la tesis:

Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica CDMIT, Facultad de Ingeniería UNAM

Tutor:

M.I. Serafín Castañeda Cedeño

I. Agradecimientos

- Quiero dar gracias a Dios por ser la fuerza espiritual que me vivifica, fortalece e ilumina a lo largo de mi vida, por llevarme por el camino del bien y el éxito, y por darme la dicha de tener a mis padres y hermana con vida y mucha salud, solo él sabe lo importante que son ellos para mí. Así como todas aquellas personas que me apoyaron y confiaron en mí. Gracias Dios por darme la oportunidad de dedicarles hoy este trabajo y agradecerles su incondicional apoyo.
- A mis padres, Trinidad Moedano Islas y Ma. De Los Ángeles Hernández Rodríguez por haberme dado la vida y guiarme a lo largo de esta con su amor, comprensión y consejos, por educarme bajo una cultura de trabajo y dedicación y por todo su esfuerzo para hacerme salir adelante y alcanzar esta meta que es una de varias que lograre profesionalmente. Los amo con todo mi corazón y les dedico este logro que es el resultado de tener unos padres excelentes como lo son ustedes. Dios los bendiga, les de salud y mucha vida para seguir compartiendo mis logros y poder retribuirles un poco de lo mucho que me han dado. Gracias Papá y mamá.
- A mi hermana Alejandra Moedano Hernández por ser mi confidente y compartirme su apoyo, consejos y amistad, por patrocinar mis viajes de salidas escolares y compartir mis gustos y alegrías. Gracias hermana.
- A Elizabeth Cano Mayren por convertirse en la persona más importante para mí a lo largo del apasionante trayecto de la carrera de ingeniería mecatrónica, por brindarme su amistad y apoyo, por sus consejos en momentos difíciles de mi vida y por ser la mujer que me inspira, alienta y me hace muy feliz, te amo Elizabeth.
- Mi más sincero agradecimiento a Antonio Méndez González por haber estado siempre dispuesto a compartirme su conocimiento y resolver las dudas que me surgieron durante el proyecto, por su gran amistad y compañerismo. Sin duda el mejor amigo.
- Debo agradecer de manera especial al Mtro. Serafín Castañeda Cedeño por ofrecerme este proyecto y habérmelo aprobado como tema de tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis sino también en mi formación como Ingeniero. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad han sido clave de un trabajo que hemos realizado juntos. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las etapas del proceso de diseño del volante y por compartir su experiencia

y conocimiento a lo largo no solo de la tesis sino de la carrera. Gracias profesor.

- Al Dr. Adrián Espinoza Bautista por su amable atención, aporte y participación en lo referente al proceso de diseño, y análisis estructural de las piezas involucradas en el proyecto. No cabe duda que su participación enriqueció significativamente el trabajo pues ayudo a trazar el rumbo de acción a través de este.
- A mis sinodales, el Dr. Heriberto de Jesús Aguilar Juárez, el M.I Ulises M. Peñuelas Rivas y el Ing. Mariano García del por sabia colaboración en la revisión técnica del presente trabajo, por sus apreciables consejos y por haberme dado una excelente formación como ingeniero. Gracias.
- A mis apreciables amigos: Silverio Olvera Sumano, Andrés Jasso Vargas, Luis Gerardo Munguía Vega y Catalina Nápoles, por ser una excelente compañía, por compartir ideas y momentos de alegría y sobre todo por su gran compañerismo, apoyo y comprensión, a ellos muchas gracias.

Contenido

Agradecimientos.....	II
Capítulo 1. Resumen.....	1
Capítulo 2. Introducción	3
Capítulo 3. Antecedentes	6
Capítulo 4. Objetivos.....	11
Capítulo 5. Desarrollo.....	12
5.1 Proceso de diseño.....	13
5.2 Definición del problema y sus vecindades	16
5.3 Análisis del problema de diseño y definición detallada de funciones	18
5.3.1 Requisitos de diseño.....	19
5.4 Recolección de datos (tendencia del estado del arte).....	21
5.4.1 Sistemas de sujeción	25
5.5 Diseño conceptual.....	32
5.5.1 Estructura de funciones.....	34
5.5.2 Tabla de conceptos	36
5.5.3 Propuestas del sistema mecánico	38
5.5.4 Propuestas de volantes	42
5.5.5 Propuestas para el sistema eléctrico.....	46
5.5.6 Diseño conceptual Final	510
5.6 Prototipos funcionales y experimentación	51
5.6.1 Mecanismo de enchufe rápido tipo bayoneta	51
5.6.2 Mecanismos de reversibilidad en el volante.....	55
5.6.3 Administrar, procesar y desplegar datos de control mediante MEGV	56
5.6.4 Prototipo virtual final.....	59
5.7 Diseño de detalle.....	60
5.7.1 Conexión mecánica.....	60
5.7.2 Módulo Electrónico de Gestión del Volante (MEGV).....	78
5.8 Fabricación	100
Capítulo 6. Resultados y conclusiones.....	108
Apéndices.....	115

A. Diagramas eléctricos.....	116
B. Diagramas de flujo.....	126
C. Planos	142
D. Programa principal implementado en la μ C del MEGV	161
E. Patente	165
Bibliografía.....	167

1. RESUMEN

El Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI, UNAM), tuvo como objetivo en uno de sus proyectos, el diseño y construcción de un prototipo de vehículo eléctrico para el transporte público de pasajeros en zonas turísticas (VETU). Este automóvil representa una posible solución a los problemas del parque vehicular actual, tales como la contaminación y el elevado costo del hidrocarburo necesario para su uso.

Entre los requisitos de diseño del VETU, se solicitó que éste debería ser innovador en el mercado actual, haciéndolo atractivo para los clientes y competitivo con vehículos de su misma clase, por lo cual, el equipo de diseño decidió dotarlo, entre otros aspectos que hacen del VETU un vehículo completamente innovador, de un volante extraíble con controles al mando, característica que actualmente sólo se encuentra en autos de carreras de F1 o deportivos comerciales con adaptaciones especiales.

El presente trabajo muestra el proceso de diseño del volante extraíble, mediante la aplicación de diferentes metodologías de diseño que permiten seguir un rumbo de acción específico en la creación y construcción de éste. Inicialmente el lector será capaz de introducirse en el tema del diseño, respondiéndose concretamente preguntas como: *¿Qué es el diseño?, ¿Cuál es la función del ingeniero de diseño?, ¿Cómo realizar el diseño de un producto o sistema? y ¿Qué es una metodología de diseño?*, comprendiendo brevemente cada una de sus etapas, las cuales se describen detalladamente en el *Desarrollo de producto*.

A través de esta tesis se conocerá la evolución del volante del VETU en cada una de las fases de su desarrollo, que pensó el diseñador y porque escogió cada una de las soluciones que integran el sistema. Finalmente se presenta el prototipo final

y funcional en su tamaño real, el cual está listo para ser probado y evaluado bajo las condiciones de trabajo para las cuales fue diseñado.

2. INTRODUCCIÓN

El diseño es una actividad que se encuentra presente en innumerables aspectos de la vida diaria, desde la apariencia estética de la ropa que vestimos, hasta los medios de transporte que utilizamos para viajar de un lugar a otro. En el caso específico de la ingeniería, el diseño se puede definir como *“el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objetivo de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización”*.

Los diseñadores (Ingenieros de Diseño) tienen como tarea principal, aplicar los conocimientos científicos y de ingeniería para la solución de problemas técnicos, dichas soluciones se tendrán que optimizar progresivamente enmarcadas dentro de la lista de requisitos establecida, la cual considera varios aspectos, tales como: funciones, material, tecnología usada en su elaboración, económicos, de interacción con el hombre, etc.

Para obtener un diseño funcional, seguro y confiable, es necesario establecer un rumbo de acción específico que guíe al diseñador en la búsqueda de soluciones y el desarrollo del producto. Este rumbo de acción es definido en el Capítulo 5 del presente trabajo como el Proceso de Diseño a través del cual es posible resolver el problema de manera paulatina, retomando cualquier etapa que requiera de mejoras o cambios, otorgándole al diseñador la libertad de asentar claramente sus ideas y aplicar correctamente sus conocimientos y habilidades, logrando así dotar al producto final de las mejores características posibles.

El proyecto en discusión parte apoyándonos de un proceso de diseño, descrito a detalle en el en el mismo capítulo, cuyo objetivo es la fabricación de un producto que no cuenta con etapas previas y que además deberá ser innovador dentro del mercado actual. Dicha proceso, inicia con una petición por parte del cliente, la cual se clarifico y comprendió conjuntamente con el equipo de trabajo, cuestionando todo lo posible referente al problema de diseño y evitando interpretaciones personales que pudieran influir en las características del producto.

Una vez que se ha definido conscientemente lo que se desea diseñar, se realizó la lista de requisitos, sustentada por una descripción detallada de las funciones y restricciones del producto, esta lista es de gran importancia pues a partir de ella se realizaron las configuraciones para el diseño final.

La tercera etapa muestra la investigación realizada sobre volantes extraíbles en el mercado actual y sobre sistemas de sujeción que tuvieran funciones similares a las deseadas para el volante, tales como: herramientas de mecanizado, dispositivos neumáticos y dispositivos electrónicos. Estos sistemas permiten realizar cambios de herramientas, mangueras y cables de transmisión de datos de forma rápida y precisa. La investigación realizada permitió, al tiempo de conocer los productos a los cuales se enfrentaría el diseño del volante, generar nuevas ideas que fueran innovadoras y atractivas para el cliente.

Plasmar las ideas que integren todas las funciones y restricciones establecidas en la lista de requisitos, es la actividad más ingeniosa y demandante dentro del proceso de diseño, pues es en esta etapa, *diseño conceptual*, donde se generaron el mayor número de configuraciones posibles, de las cuales, en conjunto con el equipo de trabajo se seleccionó aquella que mejor cumplió con la lista de requisitos y que adicionalmente fuera posible de fabricar.

La elaboración de prototipos virtuales fue una tarea que tuvo como finalidad dimensionar, optimizar y observar la forma en que interactuarían conjuntamente los elementos del sistema. Además dentro de esta etapa se realizaron prototipos funcionales, cuyo objetivo fue el de demostrar físicamente el desempeño de las funciones que en el diseño virtual resultaban difícil de evaluar.

Definir detalladamente el sistema, consiste en el diseño y estudio de cada uno de los componentes, *diseño de detalle*, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas establecidas (como en el caso del diseño de resortes y elementos eléctricos), y el uso de software para el análisis por elemento finito. Una vez realizado el diseño de cada componente y tomado en cuenta los factores de seguridad en condiciones extremas de trabajo, se realizaron los planos de cada

uno de ellos así como planos de ensamble y lista de materiales, necesarios para la fabricación del sistema.

3. ANTECEDENTES

3.1 Sistema de dirección

El control de la dirección en los primeros vehículos se realizaba a través de una palanca o manubrio, los cuales se acoplaban a la rueda directriz mediante un eje de dirección, piñón, cremallera y una bieleta de mando, como se puede ver en la Figura 1.



Figura 1. "Motorwagen" Primer vehículo automotor.

Con la evolución del automóvil se mejoró la forma del volante, la cual paso a ser redonda por razones prácticas, cómo: firmeza, precisión, seguridad, comodidad, etc. El mecanismo de dirección se convirtió en un complejo sistema que tuvo como objetivo brindar un mejor control de la trayectoria Figura 2. Adicionalmente se crearon sistemas que permitieron a las ruedas moverse independientemente del eje principal, ayudando a transmitir en menor medida las irregularidades del camino.

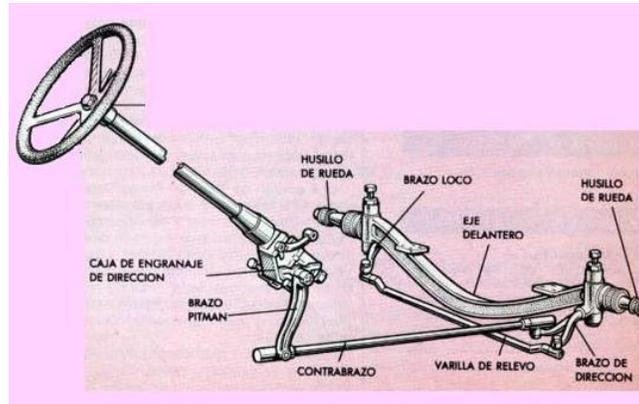


Figura 2. Sistema de dirección mecánico Pierce-Arrow (Cortesía de Mecánica Popular, 100 años de dirección).

Al principio del siglo XX, con automóviles más pesados, rápidos y al sustituir los neumáticos sólidos por neumáticos de aire, se hizo aparente la necesidad de reducir el esfuerzo al manipular el volante y adicionar irreversibilidad a la dirección. Para lograrlo, se crearon engranajes de reducción entre el volante y el empalme con el punto pivote.

El primer mecanismo de reducción consistía en un engranaje sinfín-corona, el cual tuvo diversas configuraciones. Surgió también el mecanismo piñón-cremallera, usado en el primer vehículo comercial de combustión interna, pero ahora como una caja de reducción que hasta la actualidad se sigue usando Figura 3.

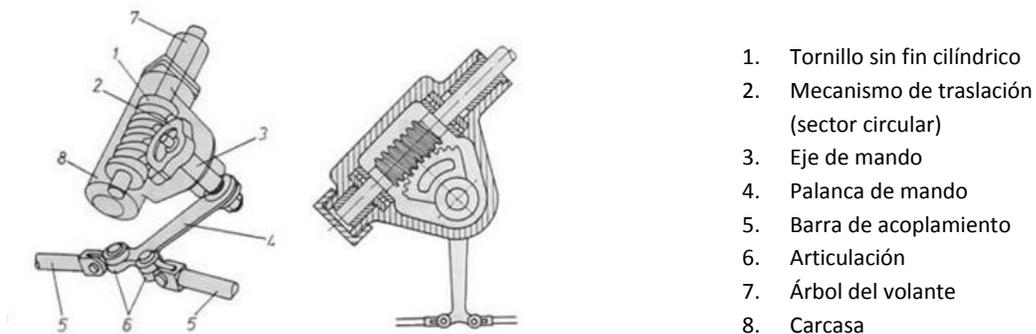


Figura 3. Mecanismos de dirección de tornillo sinfín (Cortesía de Aficionados a la Mecánica "Sistema de Dirección").

1. Barra de cremallera
2. Piñón helicoidal
3. Bieletas de dirección

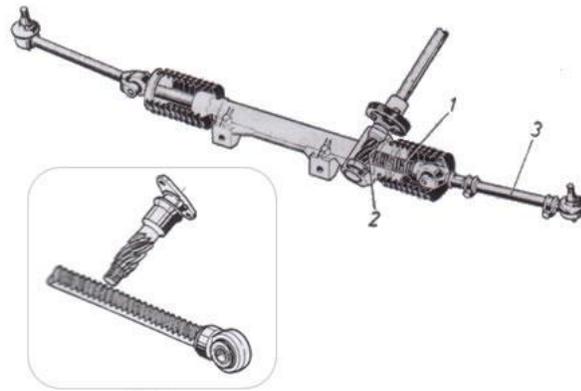


Figura 4. Mecanismo de reducción Piñón – Cremallera
(Cortesía de Aficionados a la Mecánica “Sistema de Dirección”).

Los sistemas de engranaje fueron de gran importancia para facilitar el manejo de los automóviles, pero con la aparición de vehículos de mayor tamaño y de carga esto no era suficiente. Fue en el año 1928 cuando la firma Vickers Co. fabricó el primer sistema de dirección motriz hidráulica que en el año 1954 Cadillac lo instala como equipo de norma. Con el paso del tiempo se implementaron nuevos sistemas de dirección asistida (electrohidráulico y electromecánico) Figura 5, los cuales reducen la fuerza que ha de efectuar el conductor sobre el volante.

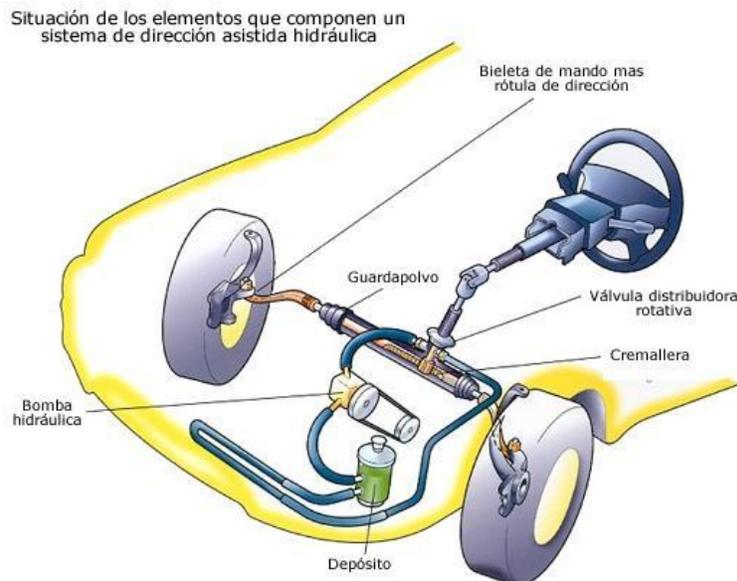


Figura 5. Dirección asistida Electro-hidráulica
(Cortesía de Aficionados a la Mecánica “Dirección asistida”).

El avance incontenible de la tecnología ha marcado una nueva tendencia en los sistemas de dirección actuales, la cual pretende prescindir lo mecánico por sistemas electrónicos. **Drive-BY-Wire** es la tecnología de los sistemas de dirección que marca la tendencia de los autos del mañana Figura 6.



Figura 6. Sistema de dirección Drive by Wire (Cortesía de GM).

4. Objetivos

Objetivo general

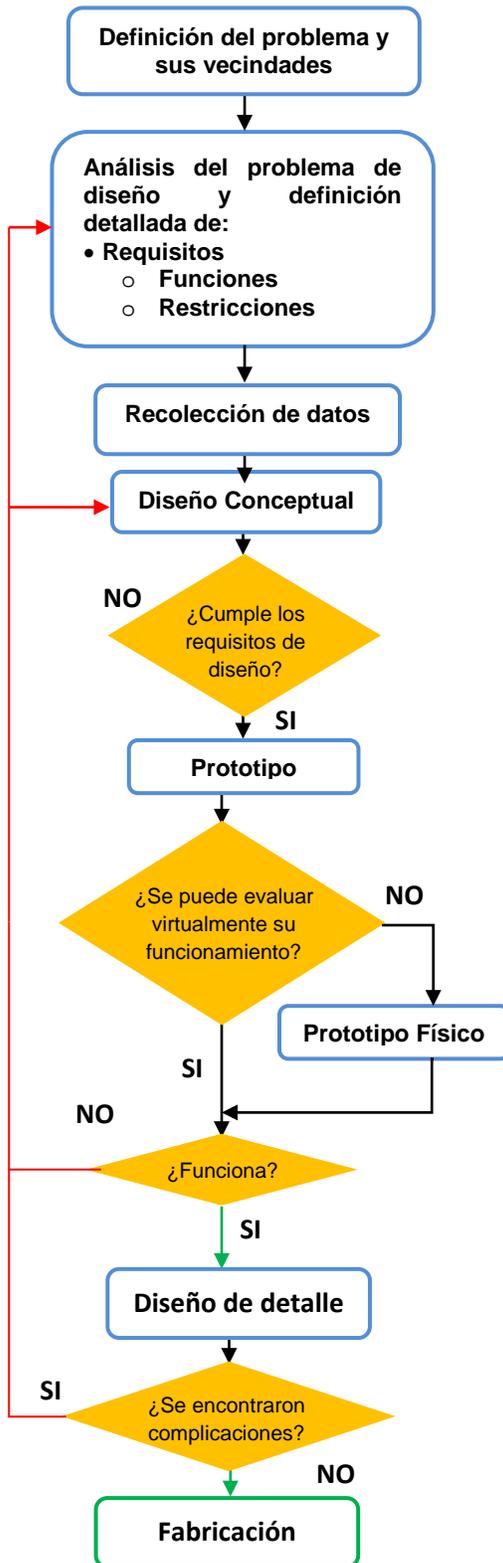
Diseñar y fabricar un volante extraíble con controles al mando para un vehículo eléctrico.

Objetivos particulares

- Aplicar diferentes metodologías de diseño que permita seguir un rumbo de acción específico en el diseño de cada subsistema del volante extraíble.
- Diseñar el mecanismo de conexión y desconexión del volante (socket).
- Diseñar el conector mecánico/eléctrico que permita comunicar la unidad de control del volante con el control central del vehículo (interfaz mecánica/eléctrica).
- Diseñar la unidad de control del volante (MEGV), la cual permita administrar y procesar datos entre los controles del volante operados por el usuario y la unidad de control central del vehículo.
- Elaborar prototipos virtuales que permitan mostrar la funcionalidad del sistema, su composición y su tamaño real.
- Realizar análisis de deformaciones de las piezas críticas
- Definir las características finales del sistema (materiales, formas, colores, etc.)
- Integrar en un prototipo final de tamaño real y funcional los módulos que conforman el volante extraíble con controles al mando (socket, interfaz mecánica/eléctrica, MEGV).
- Realizar la programación de los componentes electrónicos del dispositivo
- Elaborar la documentación requerida por el proyecto (planos, diagramas, etc.).
- Realizar pruebas de funcionalidad.

5. DESARROLLO

5.1 Proceso de Diseño



Para llevar a cabo el desarrollo del volante extraíble se planteó el siguiente proceso de diseño Figura 7, la cual parte de una petición por parte del cliente. Es necesario dentro de esta primer etapa, **Definición del Problema y sus Vecindades**, clarificar y comprender conscientemente lo que se planea diseñar.

El análisis del problema es el núcleo del proceso de diseño, pues a partir de aquí será posible definir detalladamente las funciones y restricciones, creando así los requisitos que debe cumplir el producto, los cuales serán necesarios para elaborar las propuestas de solución. Es en esta etapa donde el diseñador debe hacerse todas las preguntas posibles referentes al problema de diseño (¿Cuál es la función?, ¿Existe algo que realice esa función?, ¿puede cambiarse?, etc.) que permitan sustentar la fase de diseño conceptual.

La recolección de datos nos permite conocer la situación actual de productos relacionados o similares al que se pretende diseñar, es un medio para adoptar o generar soluciones a partir de problemas que ya han sido resueltos anteriormente, de manera que sea posible afrontar nuevos retos dentro del mismo esquema, tales como obtener un producto original, innovador y ergonómico. Esta es una tendencia del estado del arte, la cual permite abordar el diseño actual en soluciones que se han dado a problemas del mismo tipo por otro grupo de diseñadores.

Figura 7. Proceso de Diseño.

El diseño conceptual es la etapa en la cual el diseñador debe integrar todas las funciones del sistema, para crear, de acuerdo con lo establecido en los requisitos de diseño, el mayor número de configuraciones que le sean posibles, dándose libertad de abstracción y asentando las ideas en dibujos a mano alzada que permitan visualizar de manera general como trabajara el sistema. En esta etapa se seleccionará la configuración que mejor cumpla con las expectativas de la lista de requisitos revisando detalladamente el cumplimiento de las funciones técnicas y sus restricciones, tales como: la viabilidad económica, aspectos de seguridad para el usuario, ergonomía, producción, ensamble, mantenimiento, etc., así como también las expectativas de los líderes del proyecto. El resultado de estas restricciones puede llevarnos a replantear algunas estructuras que pudieran afectar otras partes del sistema, lo cual nos haría retomar los objetivos y requisitos del producto.

Una vez seleccionado el diseño conceptual que cumple las expectativas de diseño, una de las siguientes fases es la creación de un **prototipo**, en la cual el diseñador tendrá que comenzar a dimensionar las partes, ubicando la función o parte del sistema que permita en lo posible, configurar paulatinamente todos los componentes, evitando incoherencias en el diseño. En esta etapa se debe probar el desempeño de las funciones del diseño virtual que resultan difíciles de evaluar; es una fase en la cual el diseñador pasa la frontera de la funcionalidad virtual a la real, en la cual se tendrá que elaborar un prototipo rápido, el cual muestre que la configuración funcionara adecuadamente.

Con la certeza de que el sistema trabajara adecuadamente, es momento de estudiar cada componente, seleccionando el material para su producción y evaluando su proceso de manufactura. Es en esta fase, **Diseño de detalle**, donde se realizarán conscientemente todos los cálculos involucrados en el diseño de cada elemento, tales como: factores de seguridad, esfuerzos, deformaciones, voltajes y corrientes de operación nominales, así como el estudio de los puntos críticos de operación de los componentes. Es importante que el diseñador esté

siempre atento aún en esta fase tan avanzada de diseño, ya que a menudo en el estudio de los componentes, se encuentran puntos débiles que requieren de mejorar su diseño, incorporando nuevas ideas y soluciones, lo cual implica retomar el diseño conceptual o incluso plantear nuevamente el problema. El resultado final de esta fase será la elaboración de los planos definitivos de cada parte del sistema, el plano de ensamble del sistema, la lista de materiales y componentes comerciales que sean necesarios.

La fase final del diseño es la **fabricación**, donde el diseñador es capaz de probar el funcionamiento general del sistema y comprobar que se hayan cumplido de manera satisfactoria con los requerimientos planteados durante la primera fase del diseño.

5.2 Definición del problema y sus vecindades

El diseño del vehículo eléctrico turístico VETU se ha centrado en la idea de obtener un vehículo original, innovador y funcional. Para lo cual el equipo de trabajo ha propuesto que el vehículo este dotado de un sistema de dirección parecido al comúnmente llamado, *Drive-by-Wire*, cuya traducción es “manejo por cable”. Este sistema prescinde de los dispositivos mecánicos tradicionales, como lo son las conexiones físicas (i.e. la columna de dirección y volante de dirección). En este tipo de tecnología, la dirección del vehículo se da a través de un mecanismo acoplado a un transductor, el cual se encarga de indicar al control central del vehículo el sentido de giro de las ruedas.

A diferencia de los sistemas *Drive by Wire* actuales que aglomeran los controles de dirección, aceleración y frenado, el volante que se desea integrar en el VETU separa los controles de aceleración y frenado como en un vehículo convencional e integra en este aquellos que le brinden al conductor una mayor comodidad al momento de conducir, tales como direccionales, intermitentes, luces, claxon y limpia parabrisas. Adicionalmente se desea que el volante se pueda quitar y poner fácilmente y que cuente con un *display*, el cual indique la velocidad del vehículo en Km/h y la carga de la batería en % (similar a los volantes de Fórmula 1). Este sistema de dirección ofrecerá mejoras en cuanto a confort y ergonomía. El usuario, a través del accionamiento de un botón en el volante, podrá realizar las mismas funciones de los vehículos convencionales pero sin la necesidad de distraerse con un tablero, también gozará de mayor espacio y comodidad con el sistema de dirección por cable.

El sistema deberá funcionar mecánica y electrónicamente, logrando que el volante se pueda instalar y quitar de manera práctica y rápida. Los controles instalados en el volante serán direccionados a la unidad de control central del vehículo CCV, la cual se encarga de realizar la función solicitada por el usuario y envía información

al módulo electrónico de gestión sobre velocidad y carga de la batería, siendo ésta desplegada en la pantalla *display* para que el usuario tenga pleno conocimiento.

5.3 Análisis del problema de diseño y definición detallada de funciones.

Saber exactamente lo que se quiere diseñar, nos permite, al tiempo de ir delimitando el problema, pensar en principios de operación de dispositivos que realizan la función pensada de manera similar, lo cual nos ayuda a desarrollar la parte creativa y aplicar nuestro criterio sobre la viabilidad de la idea.

Descripción del funcionamiento:

- El volante es instalado por el usuario en una sola posición, un solo movimiento y de manera rápida y sencilla, antes de comenzar el recorrido o viaje en el vehículo, sin la necesidad de seguros de sujeción o algún otro dispositivo adicional.
- El viraje del volante está en un rango de $\pm 45^\circ$, a diferencia de las direcciones convencionales que tienen un rango más elevado.
- Cuando el conductor sigue una trayectoria curva, la dirección transmite la misma sensación de un auto con dirección mecánica, tratando de mantener el vehículo en dirección de la fuerza tangencial a la curva, provocando la reversibilidad en el volante.
- Al momento de realizar la instalación del volante se realiza la conexión eléctrica entre la unidad de control central de vehículo y el módulo electrónico de gestión del volante, la cual se encarga de transmitir los datos entre ambos dispositivos mediante el protocolo de comunicación RS485.
- El conductor tiene pleno conocimiento de la situación de carga de la batería y la velocidad del vehículo en todo momento a través de la pantalla (*display*), además puede manipular libremente los controles de luces, intermitentes, direccionales, limpia parabrisas y claxon. Todas las funciones están a la mano y perfectamente visibles para el conductor.

5.3.1 Requisitos de diseño

Funciones del volante extraíble

- Dirigir la trayectoria del vehículo
- Permitir al conductor quitar y poner el volante
- Proporcionar al conductor los controles de :
 - Luces
 - Claxon
 - Luces intermitentes
 - Luces direccionales
 - Limpiaparabrisas
- Proporcionar al conductor, a través de una pantalla, información de:
 - Velocidad del vehículo
 - Carga de la batería
- El volante debe transmitir al conductor la sensación de reversibilidad

Restricciones del volante extraíble

- Instalación y desinstalación del volante en una sola posición y en un solo movimiento
- La fijación del volante debe prescindir de seguros
- El viraje del volante debe estar en un rango de $\pm 45^\circ$
- Conexión eléctrica entre el módulo electrónico de gestión del volante y la unidad central de control del vehículo

Lista de requisitos

A continuación se muestra la lista de requisitos Tabla 1, necesaria para la creación y construcción del volante extraíble con controles al mando para el VETU.

CDMIT		Lista de Requisitos para Volante Extraíble con Controles al Mando para Vehículo Eléctrico.	02/03/2010
Cambios	D W	Requisitos	Responsable
		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema • Geometría <ul style="list-style-type: none"> – Libertad en forma y tamaño – Volante ergonómico y bajo estándares de medida. El volante deberá almacenar el MEGV y la LCD. – Innovador • Fuerzas <ul style="list-style-type: none"> – Sistema de sujeción sometido a una fuerza de 35.27 [lb] Ver resorte de compresión en la sección 5.7. – Incremento de torque de reversibilidad de acuerdo a posición angular del volante de dirección 0-15[lb*in] (A menor radio de curvatura en la trayectoria del vehículo, mayor torque de reversibilidad). Ver resorte torsional en la sección 5.7. • Material <ul style="list-style-type: none"> – Libertad en la selección de materiales y componentes. Preferentemente diseño de moldes para producción masiva en plástico. • Conexión y desconexión del volante <ul style="list-style-type: none"> – Mecanismos de enchufe rápido – Buen contacto eléctrico • Despliegue de información <ul style="list-style-type: none"> – Velocidad del vehículo – Carga eléctrica de las baterías del vehículo – Estimado de la distancia por recorrer; considerando el nivel de batería y el gasto de la misma (kilómetros). • Energía <ul style="list-style-type: none"> – Recurso disponible de energía: 12 V 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Señales <ul style="list-style-type: none"> – Entradas: se recibe información a través del teclado. – Salidas: se envía información a través del teclado y un transductor acoplado al eje de dirección – Transmisión y recepción de datos: Protocolo de comunicación RS485 • Producción <ul style="list-style-type: none"> – Gran escala (preferentemente). – Menor número de piezas posibles, sencillas y confiables. – Producción de piezas del volante extraíble y socket de sujeción en plástico ABS • Operación y mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> – Instalación que no requiera de especialista – Vida esperada 5 años – Mínimo de 2 años de vida de servicio – Partes del volante extraíble y Socket sometidas a desgaste deben ser pocas y reemplazables, preferentemente libre de mantenimiento – Dispositivos electrónicos reemplazables • Cantidad <ul style="list-style-type: none"> 1) 30 sistemas en la primera producción 	
--	--	--	--

Tabla 1. Lista de requisitos.

5.4 Recolección de datos (Tendencia del Estado del Arte)

Resolver un problema demanda de un constante y largo flujo de información, de tal modo que esta se recibe, se procesa y se transmite. En el diseño de un producto o de algún sistema es necesario recolectar datos a través de estudios de mercado, estudios de las tendencias, patentes, revistas técnicas, catálogos de diseño, incluso cuestionando directamente al cliente futuro. La recolección de datos es de gran importancia para la solución del problema ya que nos permite

analizar y sintetizar la información recabada, con lo cual, el diseñador conoce los productos a los que se enfrentara su diseño y también se entera de la forma en la que han resuelto problemas similares, generando así nuevas ideas, superando al mercado actual en cuanto a tecnología, diseño e innovación.

La investigación realizada sobre volantes extraíbles ha permitido comprender de manera general el funcionamiento de este tipo de sistemas. Actualmente los autos de Fórmula 1, monoplazas y de competencias automovilísticas, son los que disponen de este tipo de tecnología, la cual es adaptada a las necesidades del piloto y el vehículo. Cada diseño es único y confidencial, lo cual impide la publicación detallada del sistema. A continuación se muestran algunas imágenes de volantes extraíbles para vehículos de Fórmula 1.



Figura 8. Volante de Formula1 (Jordan-Honda).

La Figura 8. es un volante de Fórmula 1, diseñado exclusivamente para los pilotos del equipo Jordan-Honda. Este volante cuenta con un sistema de acoplamiento tipo eje estriado, se fija y libera mediante las palancas ubicadas debajo del volante, la conexión eléctrica se encuentra alojada en el interior del socket del volante y el eje de dirección, la cual se realiza al momento de insertar el volante.

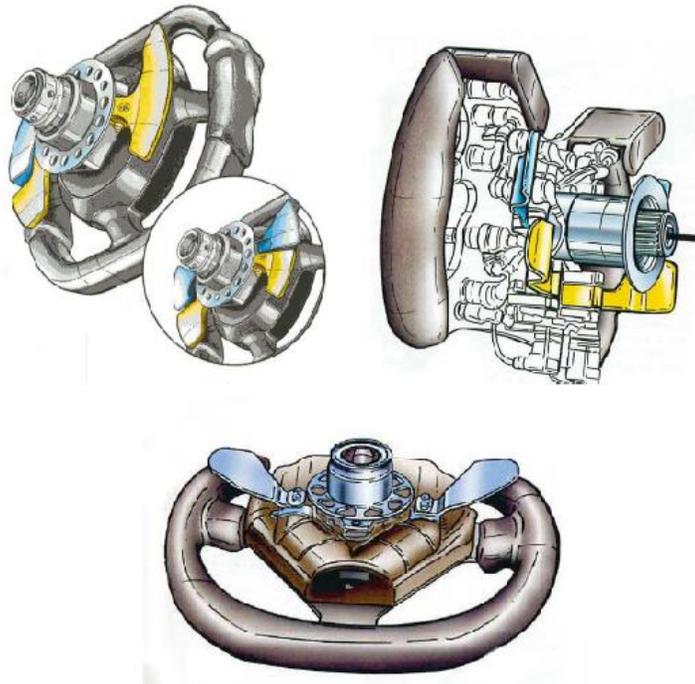


Figura 9. Tres diferentes modelos de volantes de Fórmula 1.

En la Figura 9 se pueden ver tres diferentes volantes de Fórmula 1, con el mismo principio de funcionamiento descrito para el volante anterior. Las diferencias que se pueden apreciar en estos volantes son las ranuras realizadas alrededor de la base (con el fin de reducir peso en el vehículo), las palancas de sujeción, forma y ergonomía.

Actualmente existen en el mercado algunos sistemas para hacer del volante convencional un volante extraíble. Estos sistemas están diseñados para integrarse con cualquier adaptador de eje de dirección ya sea de 5 o 6 tornillos (dependiendo de la marca y modelo del vehículo). Se puede instalar cualquier volante comercial que sea compatible con los agujeros del sistema.



Figura 10. Adaptador comercial para hacer del volante convencional un extraíble.

La Figura 10 muestra un adaptador comercial con un sistema de conexión y desconexión usado en volantes de vehículos convencionales, el cual tiene las siguientes características:

- Instalación fácil y rápida, la cual requiere únicamente del adaptador en el eje de dirección. (El adaptador varía en relación a la marca y modelo del vehículo).
- Consta de un mecanismo de sujeción compuesto de balas de acero y collarín, similar al que se usa en los enchufes rápidos para líneas de transporte de fluidos.
- La instalación y liberación del volante requiere de 3 maniobras, las cuales son:
 1. Liberar el perno de seguridad
 2. Desplazar el collarín
 3. Empujar o jalar el volante
- El sistema cuenta con una caratula de seguridad que impide la colocación de otro volante.

- Los componentes del sistema están realizados en aluminio mecanizado en CNC.

Diseñar el mecanismo de sujeción para el volante extraíble, implica como ya se ha visto, lograr acoplar el volante con el eje de dirección, transmitir el par aplicado por el conductor sobre dicho eje y también, realizar la conexión eléctrica entre la unidad de control central de vehículo y el modulo electrónico de gestión del volante.

Concebir el mecanismo ideal con ayuda de la información recabada sobre volantes extraíbles, resulta inconveniente y confuso ya que no se tiene conocimiento pleno del funcionamiento del sistema, por ello, se decidió estudiar por separado a productos que realizaran las funciones necesarias para la sujeción.

5.4.1 Sistemas de sujeción

Es común encontrar en herramientas de mecanizado, dispositivos de neumática y dispositivos de electricidad, conectores rápidos que permiten realizar cambios de herramienta de manera rápida y precisa, realizar cambios de mangueras o válvulas e intercambiar cables de transmisión de datos respectivamente. Este tipo de conectores serán el tema de estudio que servirán como fuente de inspiración para integrar el sistema de volante extraíble.

- **Herramientas de mecanizado**

El portaherramientas es un artefacto intercambiable que actúa como conexión entre el husillo de la máquina herramienta y la herramienta de corte, de tal forma que la eficiencia del elemento no disminuye. En los laboratorios y talleres de manufactura es posible encontrar portaherramientas con un anclaje de gran

precisión para máquinas manuales y de control numérico CNC. Los portaherramientas cuentan con un dispositivo de seguridad al ser instalados en el husillo de la máquina, este dispositivo puede ser un prisionero de arrastre o una barra tensora roscada. Para las máquinas de CNC es más común encontrar el prisionero de arrastre debido a que son más fáciles para el cambio automático.



Figura 11. Portaherramientas con anclaje de gran precisión (cortesía de cuttingtools).

El porta herramientas está compuesto por cinco componentes básicos, los cuales se describen a continuación y se ilustran en la Figura 12:

1. Prisionero de arrastre
2. Mango cónico
3. Brida
4. Adaptador
5. Ranura opuesta

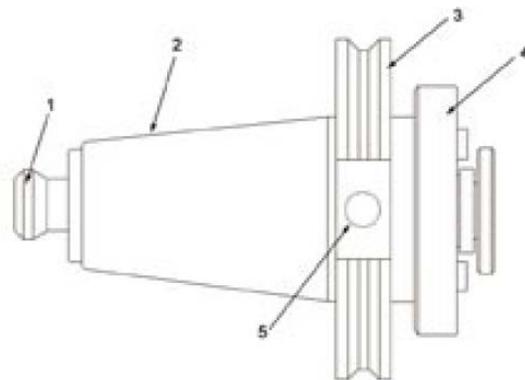


Figura 12. Componentes básicos de portaherramientas.

- El prisionero de arrastre es un dispositivo de seguridad en la sujeción del portaherramientas con el husillo de la máquina. El bloqueo se da entre el prisionero de arrastre y la barra tensora (A) del husillo de la máquina para una unión firme y una sujeción automática Figura 13. El prisionero de arrastre puede estar fabricado de distintas formas y en varios tamaños.

- A. Barra tensora con bloqueo
- B. Prisionero de arrastre
- C. Bloquear
- D. Desbloquear

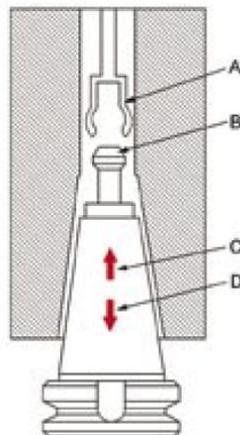


Figura 13. Prisionero de arrastre.

- El mango cónico ajusta el portaherramientas en el husillo.
- La brida permite la sujeción del portaherramientas con el dispositivo de agarre del husillo de la máquina.

- **Dispositivos de neumática.**

Los acoplamientos de conexión y desconexión rápida son muy usados en aplicaciones hidráulicas, neumáticas y médicas. Se utilizan para conectar o desconectar líneas que transportan aire o algún tipo de fluido de forma rápida y

sencilla, sin la necesidad de usar herramientas, únicamente se debe realizar el desplazamiento axial y rotacional en una de las piezas del sistema. También existen amarres por medio de desplazamiento axial de un collarín, el cual se encarga de sujetar el macho del sistema mediante un mecanismo de balas.



Figura 14. Acoplamiento rápido.

La Figura 14 muestra un acoplamiento de conexión y desconexión rápida comúnmente usados en la manipulación de tinta, instrumentación analítica, refrigeración, etc. La conexión se da a través de un mecanismo de amarre tipo bayoneta, el cual consiste en un desplazamiento axial y uno rotacional del comúnmente llamado, *macho del sistema*. El macho cuenta con dos sobreelevaciones de material (anclas) ubicadas en sentido opuesto una de la otra sobre el tubo de conexión. Las anclas corren sobre unas guías ubicadas en la *hembra* de la conexión y la sujeción final del anclaje se realiza con ayuda de la válvula antiretorno.

Otro tipo de sistema que es común encontrar en los racores o acopladores de conexión y desconexión rápida es el de amarre por medio de collarín Figura 15.

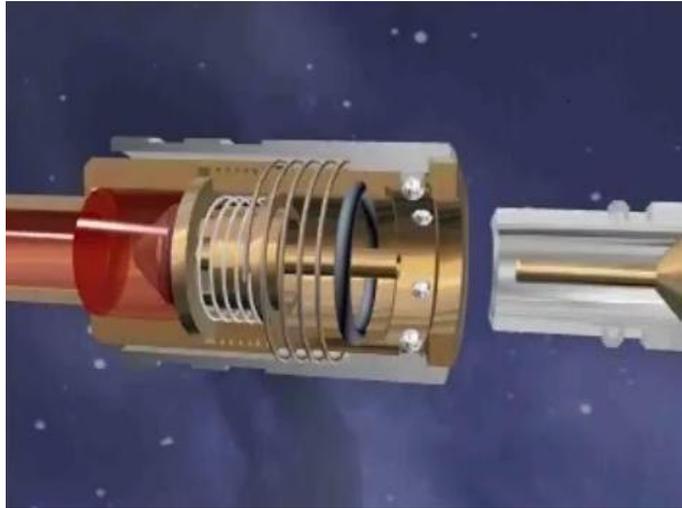


Figura 15. Conexión rápida tipo collarín.

En este tipo de acoplamiento se requieren de dos movimientos para realizar la sujeción completa del sistema, son acoplamientos más seguros en comparación con los de tipo bayoneta pues evitan cualquier desconexión accidental debido a una mala conexión o movimiento involuntario, mediante su seguro de collarín y balas. En la Figura 15 se pueden apreciar claramente todos los componentes de un acoplamiento de conexión y desconexión rápida para un sistema de collarín.

Para este tipo de acopladores, la conexión se realiza mediante el desplazamiento del collarín, posteriormente se introduce el macho y finalmente se libera el collarín. Al igual que el acoplamiento anterior, este sistema realiza dos funciones. La conexión mecánica entre la hembra y el macho y casi simultáneamente la liberación de la válvula anti-retorno, la cual permite el paso del fluido transportado.

A continuación estudiaremos lo que sucede en su interior, comprendiendo su principio de funcionamiento y adoptando ideas para el posterior diseño del sistema de volante extraíble. La Figura 16 muestra el proceso de conexión de la válvula seccionada en cada una de sus etapas.

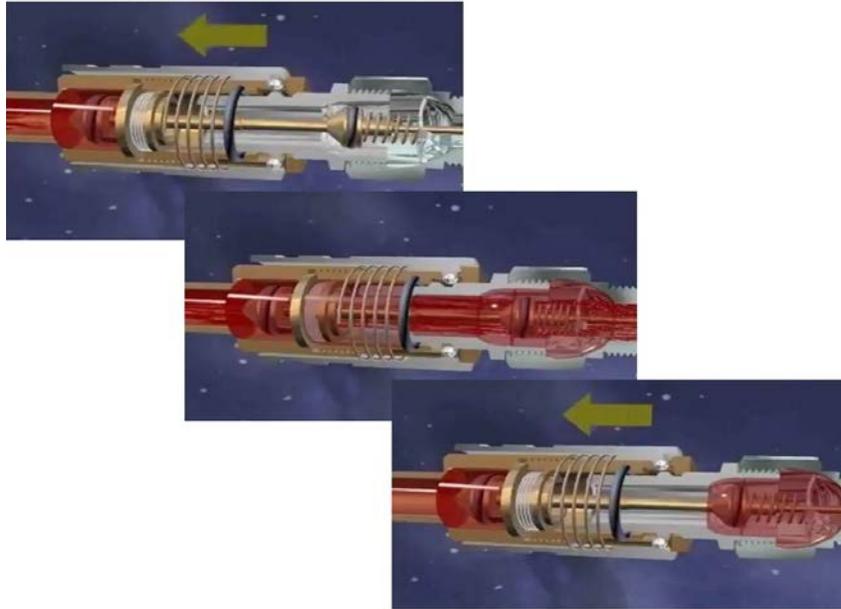


Figura 16. Etapas de la conexión rápida tipo collarín.

- En la primera etapa podemos ver que el macho del acoplador se conecta con la hembra, empujando las balas hacia el exterior. Para poder realizar la conexión se debe deslizar el collarín hacia la izquierda, generando un espacio para que las balas se recorran y permitan el paso del anillo que forma la ranura de sujeción.
- En la segunda etapa vemos que, una vez recorridas las balas que dan paso al anillo, se realiza el desplazamiento de las válvulas anti-retorno mediante una extensión de ejes concéntricos a las válvulas que comprimen los resortes encargados de mantener cerradas a las válvulas, abriéndolas y permitiendo el flujo del fluido. Los resortes que posicionan las válvulas y que ahora se encuentran comprimidos, generan una fuerza de repulsión entre la hembra y el macho. Finalmente se mantiene el acoplamiento en esta posición una vez que las balas han dado paso al anillo y se alojan en la ranura de sujeción por efecto del retorno del collarín a su posición inicial mediante un resorte.

- Para realizar la desconexión del acoplamiento, sólo basta con desplazar nuevamente el collarín hacia la izquierda y automáticamente los resortes de las válvulas liberan la conexión.

- **Dispositivos electrónicos.**

Los conectores eléctricos son usados para proporcionar energía entre circuitos y como interfaz para transmitir datos entre ordenadores y dispositivos electrónicos como: televisores, reproductores de DC y DVD, grabadoras de video y consolas de videojuegos. Existen una gran variedad de conectores eléctricos con diferentes usos y características, desde una simple clavija para el tomacorriente, hasta conectores de instrumentación para transmitir señales en el rango de mili volts.



Figura 17. Conector electrónico tipo BNC.

El conector electrónico tipo BNC para cable coaxial de la Figura 17 fue diseñado principalmente para una conexión y desconexión rápida, utilizando el sistema de sujeción tipo bayoneta. Es usado en equipo de audio y video profesional, en instrumentos de medición como osciloscopios y dispositivos que trabajan con señales de radiofrecuencia.

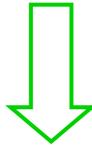
5.5 Diseño conceptual

El diseño conceptual es la etapa más demandante dentro del proceso de diseño. Investigaciones realizadas en industrias y universidades revelan que el 60% del tiempo invertido en el desarrollo de un producto, se centraliza en el diseño conceptual.

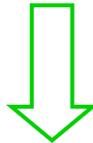
En esta etapa, el diseñador es capaz de abordar el problema sin limitación alguna, dándose la libertad de abstracción, dejando de lado ideas convencionales que puedan influir en su diseño, es decir ignorar lo que es particular o incidental y enfatizando lo que es general y esencial, permitiéndole ubicar el problema central de diseño desde diferentes perspectivas, logrando asentar sus ideas en bosquejos a mano alzada, los cuales se refinaran a medida que se acerque a la solución final.

Seleccionar el diseño conceptual adecuado, depende de revisar la lista de requisitos con respecto a las funciones solicitadas y restricciones establecidas, permitiéndole al diseñador poner atención en los problemas involucrados e incrementar considerablemente el nivel de información, definir claramente el meollo del problema, eliminar preferencias personales o características innecesarias, convertir datos cuantitativos en cualitativos y reducirlos a declaraciones esenciales para finalmente, poder formular el problema como una solución neutral que dé al diseñador una libertad de abstracción eficaz, con lo cual, de la lista de requisitos del Volante Extraíble con Controles al Mando para Vehículo Eléctrico, se logró realizar la síntesis del problema del diseño mostrada en la Figura 18.

- Libertad en la elección de forma y tamaño para el volante extraíble
- Sistema de sujeción sometido a fuerzas de torsión
- Incremento en el torque de reversibilidad, similar al de los vehículos convencionales
- Fuerza máxima aplicada sobre el volante de dirección de 16 Kg
- Almacenar MEGV y LCD en el volante de dirección
- Producción a gran escala en vaciado de ABS
- Conexión y desconexión mecánica y eléctrica al momento de poner y quitar el volante (mecanismo de conexión y desconexión rápida).
- Indicar dirección al CCV mediante un transductor
- Proporcionar información al usuario del estado de carga y velocidad del vehículo a través de la LCD
- Permitir al usuario manipular desde el volante los controles de luces, limpiaparabrisas, intermitentes, direccionales y claxon



- Volante extraíble ergonómico, con controles al mando, capaz de almacenar el MEGV y la LCD, permitir una *conexión-desconexión* mecánica y eléctrica de forma rápida, fácil y segura.
- Transmitir al usuario la sensación de reversibilidad de un vehículo convencional, resistir las fuerzas aplicadas en los componentes del mecanismo, considerando una producción en plástico ABS y procurando el menor número de elementos posibles.



- “Volante extraíble para vehículo eléctrico con controles y despliegue de información al mando, capaz de indicar dirección mediante un transductor e intercambiar información con el CCV, resistente a fuerzas de torque aplicadas sobre el volante, producción masiva en ABS”

Figura 18. Síntesis del problema de diseño.

5.5.1 Estructura de funciones

Construir una estructura de funciones basada en los requisitos de diseño y en la síntesis del problema descrita anteriormente, permite representar la relación existente entre entradas y salidas del sistema. Así, podemos indicar una función general basada en el flujo de energía, material y señales.

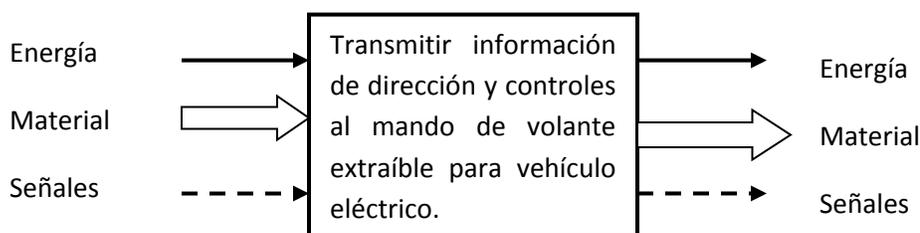


Figura 19. Función general.

De la Figura 19 podemos ver que las entradas al sistema son el volante (como pieza de trabajo), las señales on/off que realiza el usuario (controles al mando), las señales que envía el CCV al MEGV, la energía mecánica necesaria para instalar y girar el volante y la energía eléctrica para accionar el MEGV.

El usuario llega al vehículo con el volante (el cual almacena el MEGV y la Interfaz de Usuario) listo para instalarlo e iniciar su recorrido, posteriormente necesita aplicar cierta fuerza para realizar la conexión mecánica que sujeta el volante con el eje de dirección y la conexión eléctrica que comunica el CCV con el MEGV. Al momento de girar el volante, el eje de dirección deberá indicar al CCV mediante un transductor la dirección del vehículo, convirtiendo una señal mecánica en una señal eléctrica. Independientemente del sentido en que se gire el volante, este deberá transmitir la sensación de reversibilidad como en un vehículo convencional, tratando de mantener la trayectoria en línea recta. Para este tipo de dirección el rango de viraje se encuentra en $\pm 45^\circ$, para lo cual, se ha de limitar el movimiento del volante.

Las salidas del sistema son los datos que envía el MEGV mediante el protocolo de comunicación RS485 hacia el CCV y la energía que se aplica para quitar el volante al final del recorrido.

Una estructura de funciones muestra de forma clara y sencilla a la función general del sistema, constituida por todas las subfunciones que en ella interactúan. Identificar las subfunciones del sistema facilita la búsqueda de soluciones para cada subfunción y es posible combinarlas de forma simple.

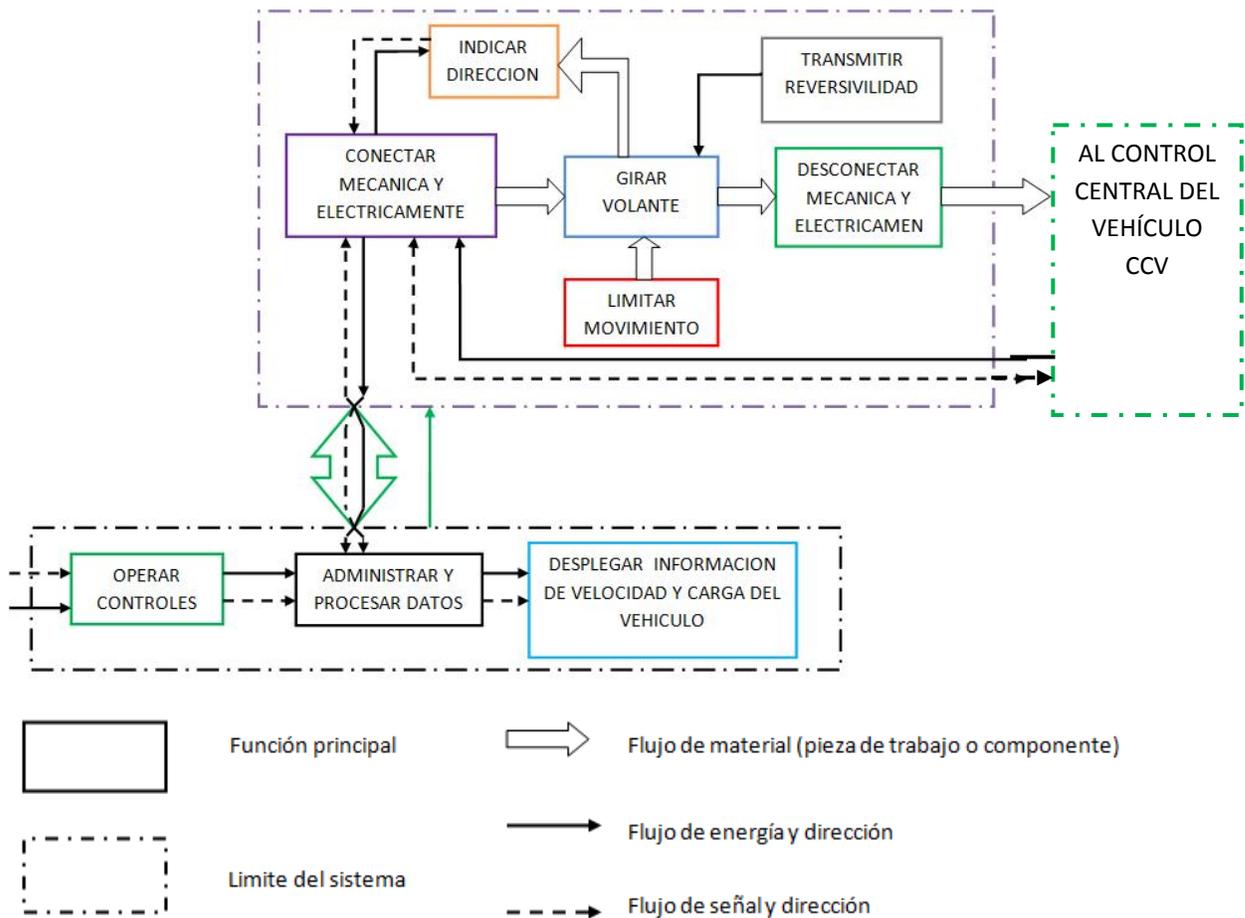


Figura 20. Estructura detallada de funciones.

5.5.2 Tabla de conceptos

En la búsqueda de principios de trabajo se debe mostrar el efecto físico necesario para el cumplimiento de las subfunciones del sistema, así como su geometría y características físicas. A partir de la estructura de funciones de la Figura 20 se generó tabla de conceptos, Tabla 2, donde podemos ubicar diferentes propuestas para el cumplimiento de cada una de las funciones. Este esquema de clasificación nos permite seleccionar las subfunciones que mejor convengan para el cumplimiento de la función general, generando configuraciones que reflejen una interacción física y lógicamente adecuada.

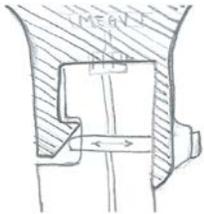
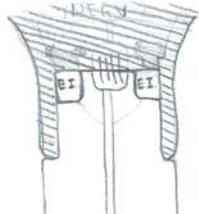
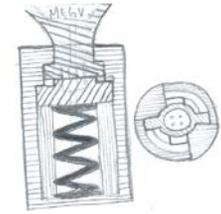
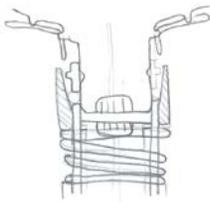
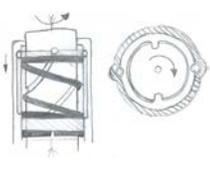
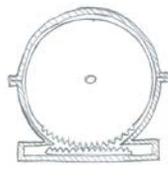
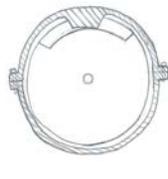
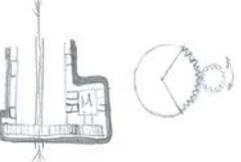
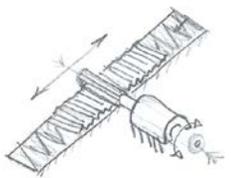
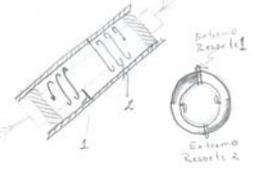
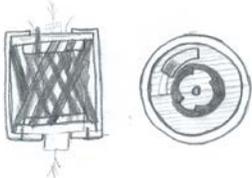
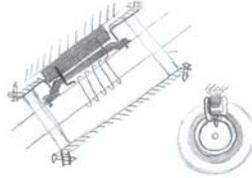
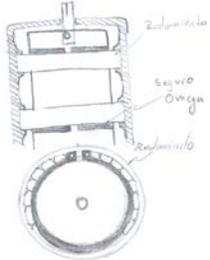
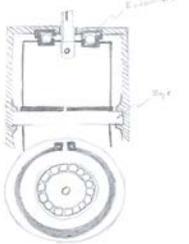
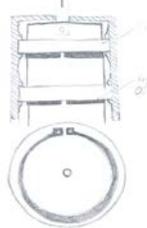
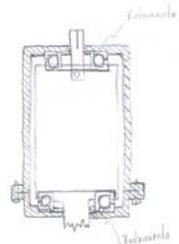
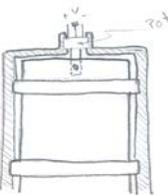
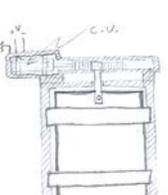
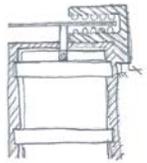
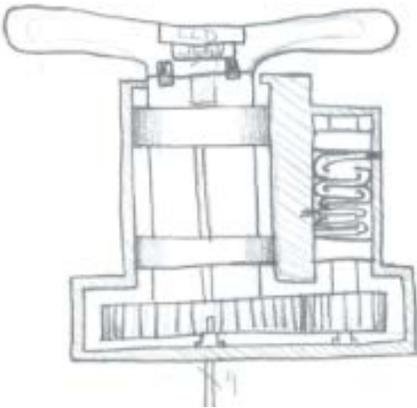
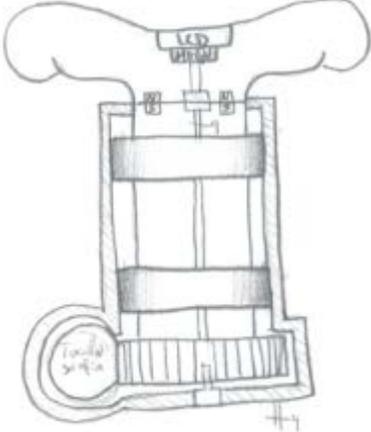
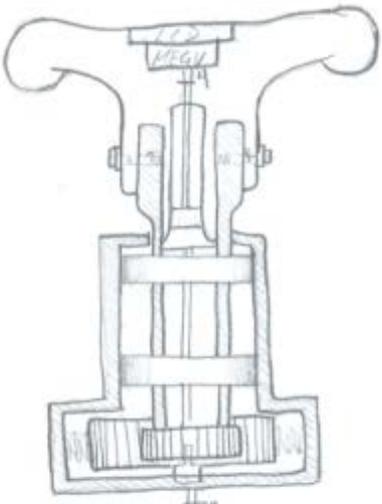
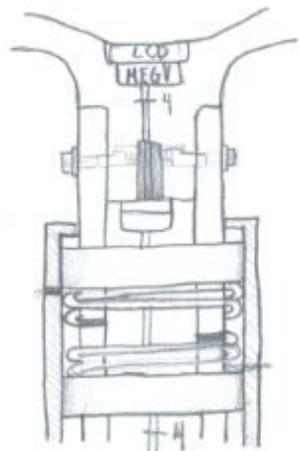
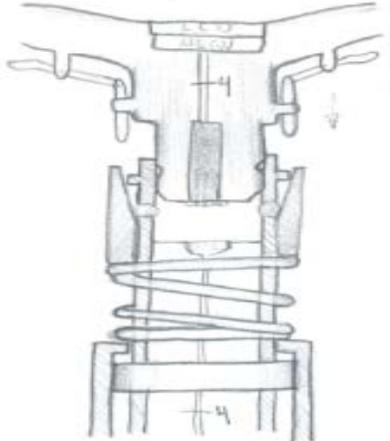
Subfunción	Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución 4	Solución 5
Conectar/Desconectar Mecánicamente y Eléctricamente					
Limitar movimiento del eje					
Transmitir reversibilidad					
Girar libremente el eje del volante.					
Indicar dirección del vehículo					

Tabla 2. Tabla de conceptos.

5.5.3 Propuestas del Sistema mecánico

Para lograr el cumplimiento de la función general, es necesario combinar los principios de trabajo propuestos, generando el mayor número de configuraciones posibles que nos permitan evaluar y seleccionar adecuadamente la mejor opción.

Boceto	Descripción
 <p data-bbox="370 1024 656 1054">Sistema Mecánico 1 M1</p>	<p data-bbox="821 592 1396 1075">En esta configuración se propuso un sistema de sujeción mediante un electroimán y una ranura que determina la posición única de instalación. La conexión eléctrica entre el CCV y el MEGV se realiza al instalar el volante, el cual almacena el MEGV y la LCD para la administración de controles al mando y despliegue de información respectivamente. El mecanismo de reversibilidad del volante consta de resortes torsionales, bujes y un tren de engranes simple con la finalidad de reducir la velocidad de retorno del volante. Para indicar la posición se acoplo un potenciómetro lineal al eje de dirección.</p>
 <p data-bbox="376 1549 662 1579">Sistema Mecánico 2 M2</p>	<p data-bbox="821 1092 1396 1297">Esta configuración a diferencia de la anterior propone un mecanismo de reversibilidad mediante un tren de engranes de tipo sinfín-corona. Las funciones restantes se cumplen de igual manera que en la configuración anterior.</p>

 <p>A technical drawing of a steering mechanism. At the top, there is a steering wheel hub with a central shaft. Below the hub, a vertical shaft passes through a housing. The shaft is connected to a rack and pinion mechanism. The rack is mounted on a sliding block that can move horizontally. This block is connected to a steering knuckle. The housing is supported by bearings and has a central opening for the steering column. Labels 'LCD' and 'MEGV' are visible near the top of the shaft.</p> <p>Sistema Mecánico 3 M3</p>	<p>Esta configuración propone un sistema de conexión-desconexión rápida mediante un sistema de balas y seguros de liberación. El mecanismo de reversibilidad es de tipo piñón cremallera, con resortes de compresión ubicados en cada extremo de la cremallera y sumergidos en aceite para lograr un desplazamiento suave, el eje de dirección se sujeta a la carcasa mediante bujes y seguros omega. El volante almacena el MEGV y la LCD. La conexión eléctrica entre MEGV y el CCV se realiza cuando se instala el volante en el eje de dirección, el cual tiene acoplado un potenciómetro lineal para indicar la dirección del vehículo al CCV.</p>
 <p>A technical drawing of a steering mechanism. It shows a steering wheel hub at the top, connected to a vertical shaft. The shaft passes through a housing and is connected to a rack and pinion mechanism. The rack is mounted on a sliding block. The housing is supported by bearings and has a central opening for the steering column. Labels 'LCD' and 'MEGV' are visible near the top of the shaft.</p> <p>Sistema Mecánico 4 M4</p>	<p>Esta configuración propone un mecanismo de reversibilidad a través de resortes torsionales acoplados directamente al eje de dirección.</p>
 <p>A technical drawing of a steering mechanism. It shows a steering wheel hub at the top, connected to a vertical shaft. The shaft passes through a housing and is connected to a rack and pinion mechanism. The rack is mounted on a sliding block. The housing is supported by bearings and has a central opening for the steering column. Labels 'LCD' and 'MEGV' are visible near the top of the shaft.</p> <p>Sistema Mecánico 5 M5</p>	<p>Esta configuración también propone un sistema de conexión-desconexión rápida mediante el uso de balas y collarín de liberación, el volante tiene instalado un mecanismo que permite liberar el collarín de forma fácil y rápida. La conexión eléctrica entre el MEGV y el CCV se realiza al instalar el volante en el eje de dirección el cual tiene acoplado el potenciómetro para indicar la dirección del vehículo al CCV.</p>

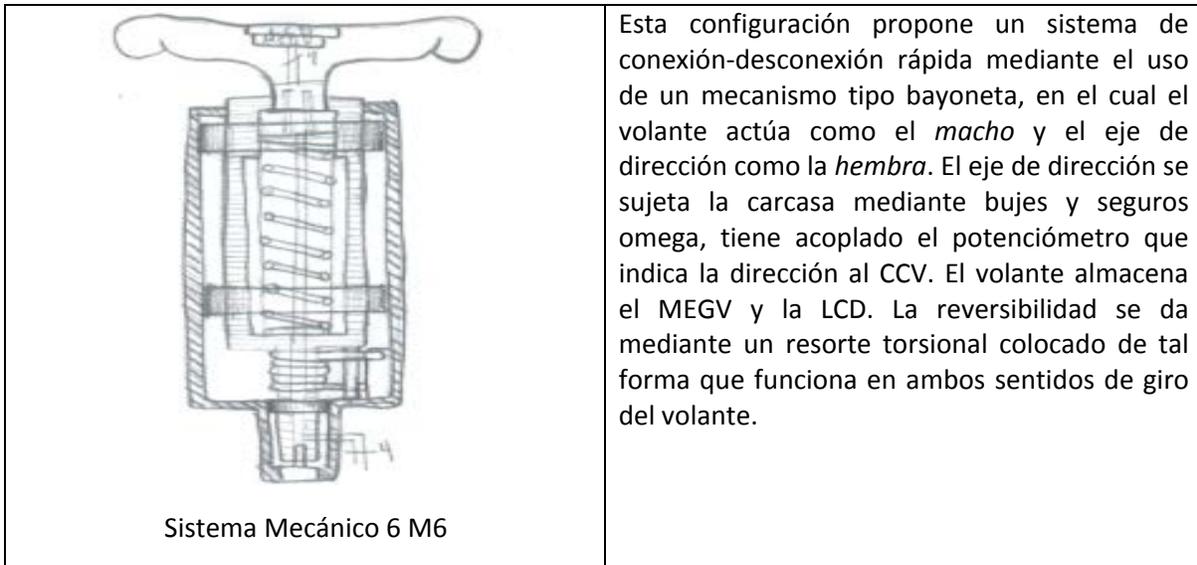


Figura 21. Configuraciones posibles para sistema mecánico.

- **Características de selección.**

De las configuraciones realizadas, se tiene que definir un criterio de evaluación, en base a lo establecido en la sección 5.3.1, el área de manufactura y los conocimientos adquiridos referentes a los sistemas de enchufe rápido y los volantes extraíbles. De esta forma será posible seleccionar una de las propuestas detectando ventajas y desventajas de cada una de ellas. Es importante dentro del proceso de selección, considerar simultáneamente características técnicas (tales como funciones y subfunciones), económicas, ergonómicas (relación hombre-máquina), ensamble, mantenimiento, seguridad, de ahorro de energía, etc. Las Figura 22 y 24 muestran las tablas de selección, sus criterios y los resultados del análisis para el mecanismo de conexión/desconexión del volante y para los volantes de la sección 5.5.4 respectivamente.

CDMIT UNAM	Características de Selección Mecanismo de enchufe rápido para conexión y desconexión del volante extraíble con controles al mando.							Parte :1 Pagina:1	
Ingreso Variantes de Solución (SM)	Variantes de Solución (SM) Evaluadas MEDIANTE CRITERIO DE SELECCIÓN							Decisión	
	(9)BUENO (3)REGULAR (1)MALO							Marca Variantes de Solución (VS) (+) (-)	
	Cumplimiento de las demandas de la lista de requisitos								
	seguro								
	Fácil, conveniente y rápido de ensamblar								
	Simple mantenimiento y fácil de reparar								
	Método de producción simple								
	Innovador								
	pocos y sencillos componentes								
	SM	observaciones (indicaciones, razones)							
M1	9	1	1	3	1	1	1	Componentes no necesarios	-
M2	9	1	6	9	1	1	3	Mecanismo de retorno inadecuado	-
M3	9	9	3	3	1	3	1	Requiere control de válvulas y de mantenimiento complicado	-
M4	9	9	3	3	3	3	1	Mecanismos de retorno y sujeción complicados de instalar y fabricar	-
M5	9	9	3	3	6	6	6	Mecanismo de sujeción difícil de fabricar	-
M6	9	9	9	9	9	9	9	Cumple satisfactoriamente la lista de requisitos	+
Fecha: 4/Feb/2011		Iniciales: DMH							

Figura 22. Características de selección de enchufe rápido.

La configuración M6 de las propuestas realizadas para el sistema mecánico, resulto ser la que mejor cumple con la tabla de selección, las expectativas, el criterio y la experiencia del equipo de trabajo.

5.5.4 Propuestas de volantes

El volante que se desea implementar en el VETU deberá de, además de dirigir la trayectoria del vehículo, cumplir con las siguientes funciones:

- Permitir la instalación y desinstalación en el momento que el usuario lo desee.
- proporcionar al conductor los controles de:
 - Luces
 - Claxon
 - Luces intermitentes
 - Luces direccionales
 - Limpiaparabrisas
- Proporcionar al conductor , a través de una pantalla LCD, la información más relevante sobre el estado del vehículo, tales como:
 - Velocidad instantánea del vehículo (Km/h).
 - Nivel de carga de la batería (% y barras).
 - Estimado de la distancia por recorrer considerando el nivel de batería y el gasto de la misma (Kilómetros).
- Transmitir al conductor la sensación de reversibilidad
- Almacenar el MEGV y la pantalla LCD

Bajo estas consideraciones se generaron las siguientes configuraciones Figura 25, en las cuales se plantean diferentes disposiciones de los controles y geometrías del volante, de tal manera que el conductor pueda ubicar los botones fácilmente y que le resulten cómodos de manipular, así como obtener una adecuada sujeción y control del volante.

Configuración.	Descripción.
 <p data-bbox="406 609 560 640">Volante 1 V1</p>	<p data-bbox="820 247 1388 451">Este volante propone un tipo de señalización por medio de botones con indicadores en su interior, es decir los botones se iluminan indicando que han sido prendidos. La idea principal de este diseño es utilizar indicadores tipo LED.</p>
 <p data-bbox="422 1071 576 1102">Volante 2 V2</p>	<p data-bbox="820 672 1388 840">Este volante al igual que el diseño anterior utiliza botones con indicadores en su interior. Esta configuración tiene una amplia y visible organización de los botones e indicadores.</p>
 <p data-bbox="430 1512 584 1543">Volante 3 V3</p>	<p data-bbox="820 1167 1388 1501">A diferencia de las configuraciones anteriores, en este volante se ha implementado el uso de un display, lo cual hace posible visualizar información importante de forma organizada y clara además de que es más estético y ergonómico, dando la oportunidad al conductor de tener una superficie de contacto mayor al momento de sujetar el volante.</p>

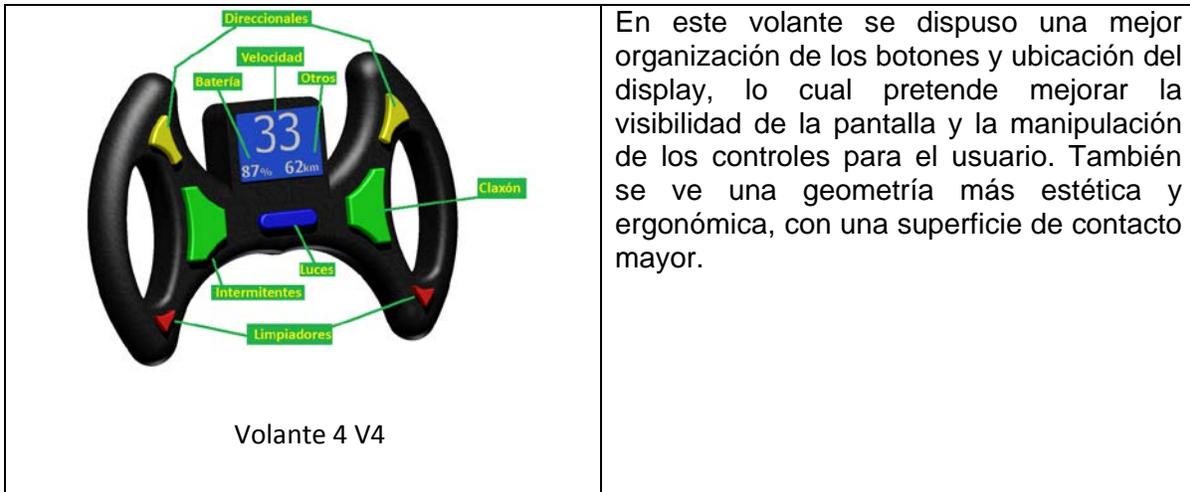


Figura 23. Configuraciones posibles para volante extraíble.

A continuación se evalúan los diseños de volantes propuestos en la Figura 25.

CDMIT UNAM	Características de Selección Volante extraíble con controles al mando.							Parte :1 Pagina:1	
Ingreso Variantes de Solución (VS)	Variantes de Solución (VS) Evaluadas mediante: CRITERIO DE SELECCIÓN							Decisión	
	(9)BUENO (3)REGULAR (1)MALO							Marca Variantes de Solución (VS) (+) (-)	
	Cumplimiento de las demandas de la lista de requisitos								
	Bajo consumo de potencia eléctrica								
	Buen nivel de organización en el volante								
	Fácil acceso a los botones (controles).								
	Superficie de contacto adecuada								
	Método de producción simple								
	Proceso de ensamble fácil								
	VS	Observaciones (indicaciones, razones)							
V1	9	3	1	1	6	3	3	Mala distribución de los componentes	-
V2	9	3	1	1	9	9	6	Poco ergonómico y estético	-
V3	9	9	3	6	6	1	3	Proceso de ensamble complicado y poco espacio para el almacenamiento del MEGV	-
V4	9	9	9	9	9	9	9	Cumple satisfactoriamente las demandas	+
Fecha: 4/Feb/2011				Iniciales: DMH					

Figura 24. Características de volante extraíble con controles al mando.

De las propuestas elaboradas para volantes la configuración que seleccionada fue la V4 la cual cumple con las expectativas del cliente y con las características de selección consideradas en la figura 24.

5.5.5 Propuesta para Sistema Electrónico.

Como ya se ha mencionado, el volante tiene entre sus funciones, alojar el sistema electrónico (MEGV) y realizar la interfaz eléctrica de éste con el control central del vehículo CCV al momento de instalar el volante (esta última ya se ha concretado en el diseño del sistema mecánico).

Adicionalmente de la interfaz con el CCV, el MEGV debe cumplir la interfaz con el usuario, proporcionando al conductor información sobre el estado del vehículo y los controles descritos en la sección 5.5.4, por ello, es de gran importancia elaborar exitosamente la propuesta para el sistema la cual estará formada en esta etapa principalmente por diagramas de flujo, evitando así funciones innecesarias y aprovechando al máximo los recursos de la unidad de control.

A continuación se definirán las funciones del MEGV, dando una clara y completa descripción funcional de éste, usando criterios que permitan especificar: regulación de voltaje, funcionamiento general de la unidad de control, interfaz de comunicación e interfaz de usuario.

En la Figura 25. podemos ver la estructura de funciones del MEGV el cual cuenta con los siguientes subsistemas:

- Regulación de voltaje
- Unidad de control
- Interfaz de comunicación
- Interfaz de usuario

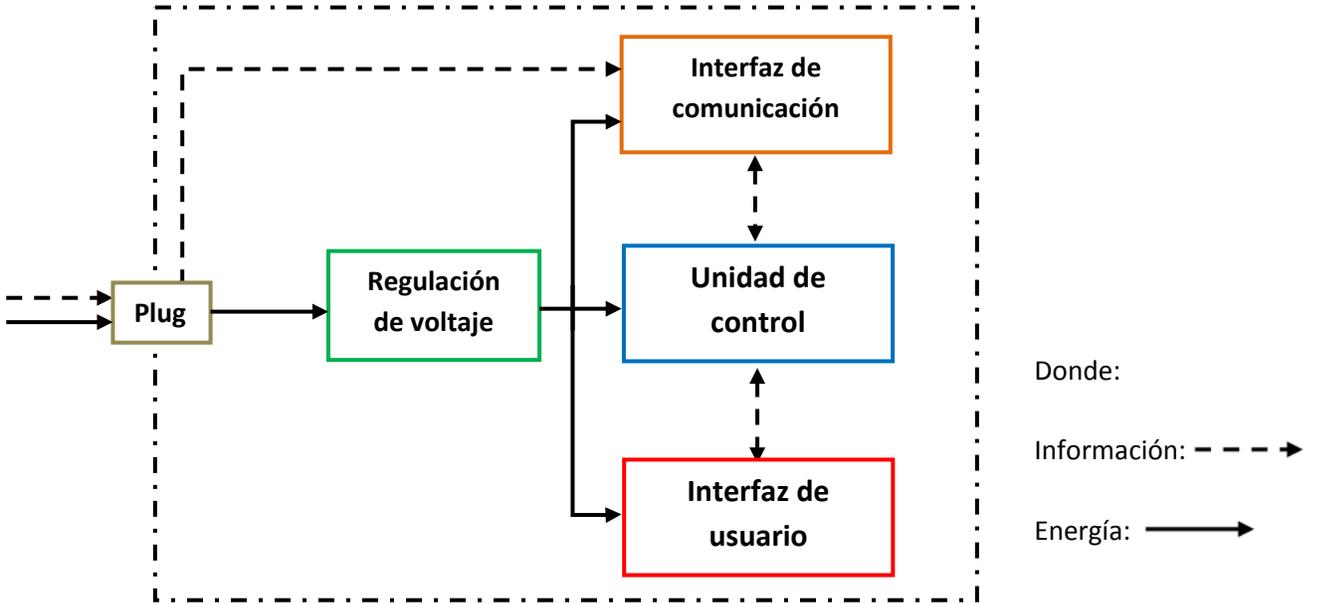
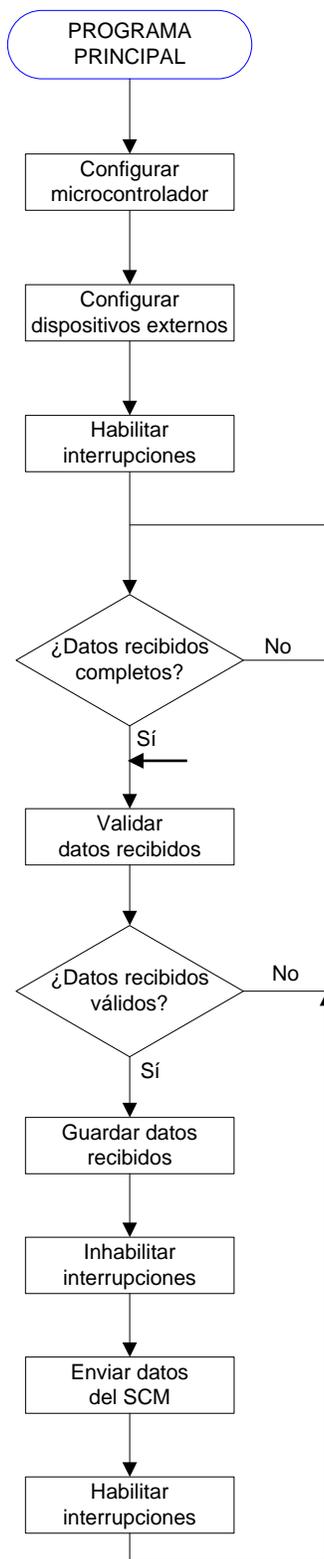


Figura. 25. Estructura de funciones del MEGV.

El MEGV básicamente realiza las siguientes funciones:

- 1) Informar estado del vehículo
 - a. Recibir información del CCV a través de la interfaz de comunicación.
 - b. Procesar dicha información en el MEGV.
 - c. Enviar la información procesada a la interfaz de usuario.
 - d. Desplegar dicha información en la interfaz de usuario.
- 2) Comunicar estado de los controles
 - a. Recibir información de la interfaz de usuario.
 - b. Procesar dicha información en el MEGV.
 - c. Enviar la información procesada a través de la interfaz de comunicación.
- 3) “Proveer” de energía al MEGV
 - a. Recibir energía a través del CCV.
 - b. Regular apropiadamente (con bajo nivel de ruido) el voltaje para ser usado por los subsistemas.

En la Figura 26 se muestra la estructura del diagrama de flujo que sigue la secuencia del programa principal implementado en el microcontrolador, así como una breve descripción de sus funciones. Adicionalmente se explican detalladamente en el Apéndice B cada uno de los diagramas para las rutinas que realizan las funciones descritas a continuación.



Configurar microcontrolador

Realiza las operaciones necesarias para configurar los puertos, periféricos internos (comunicación y temporizadores), interrupciones, *watchdog timer*, además de inicializar variables a usar.

Configurar dispositivos externos

Inicializa el LCD (inicia la comunicación con el LCD, ajusta el contraste inicial, borra basura de la pantalla y dibuja el fondo a desplegar inicialmente) y la memoria externa EEPROM (inicializa la comunicación).

Habilitar interrupciones

Se habilitan las interrupciones previamente configuradas, las cuales se usan para actualizar el LCD, checar el teclado, actualizar LEDs y recibir información del procesador central.

¿Datos recibidos completos?

La interrupción que se encarga de recibir los datos, activará una bandera cuando todos los datos (7 bytes) se hayan recibido. Esta bandeja es revisada por este bloque de decisión. Aquí también se incluye un borrado del *watchdog timer*.

Validar datos recibidos

Cuando se hayan recibido toda la información (7 bytes), se procede a validarse, a través de la comparación de los códigos *ID_MASTER*, *ID_SLAVE* y del cálculo del CRC.

Figura 26. Diagrama de Flujo del Programa Principal implementado en la Unidad de Control del MEGV.

¿Datos recibidos válidos?

Si los datos no son válidos, se procede a reiniciar el proceso y esperar una nueva trama de información.

Guardar datos recibidos

Si los datos son válidos, se procede a guardar la velocidad, batería y kilómetros en sus respectivas variables previamente asignadas.

Inhabilitar interrupciones

La transmisión de datos no está programada a través de interrupciones, es decir, es secuencial. Debido a esto, las interrupciones que sí están activas (timer y recepción de datos) se han deshabilitado. Esto se ha hecho por precaución dado que se desconoce cómo estará estructurada la lógica del dispositivo que recibirá la información. Simplemente se envía todo el paquete de datos sin pausas (dichas pausas podrían haber sido ser causadas por las interrupciones).

Enviar datos del SCM

Se configura la transmisión en modo “transmisión” y se envían los datos del SCM, en el orden: *ID_SLAVE*, *ID_MASTER*, botones, velocidad del limpiaparabrisas y CRC.

Habilitar interrupciones

Ver descripción previa.

5.5.6 Diseño conceptual Final

En la Figura 27, se puede ver el diseño conceptual final del volante y la distribución de los controles al mando, así como el mecanismo encargado de la conexión y desconexión del volante con un corte en el que se indican todas las funciones que cumple el *socket*.

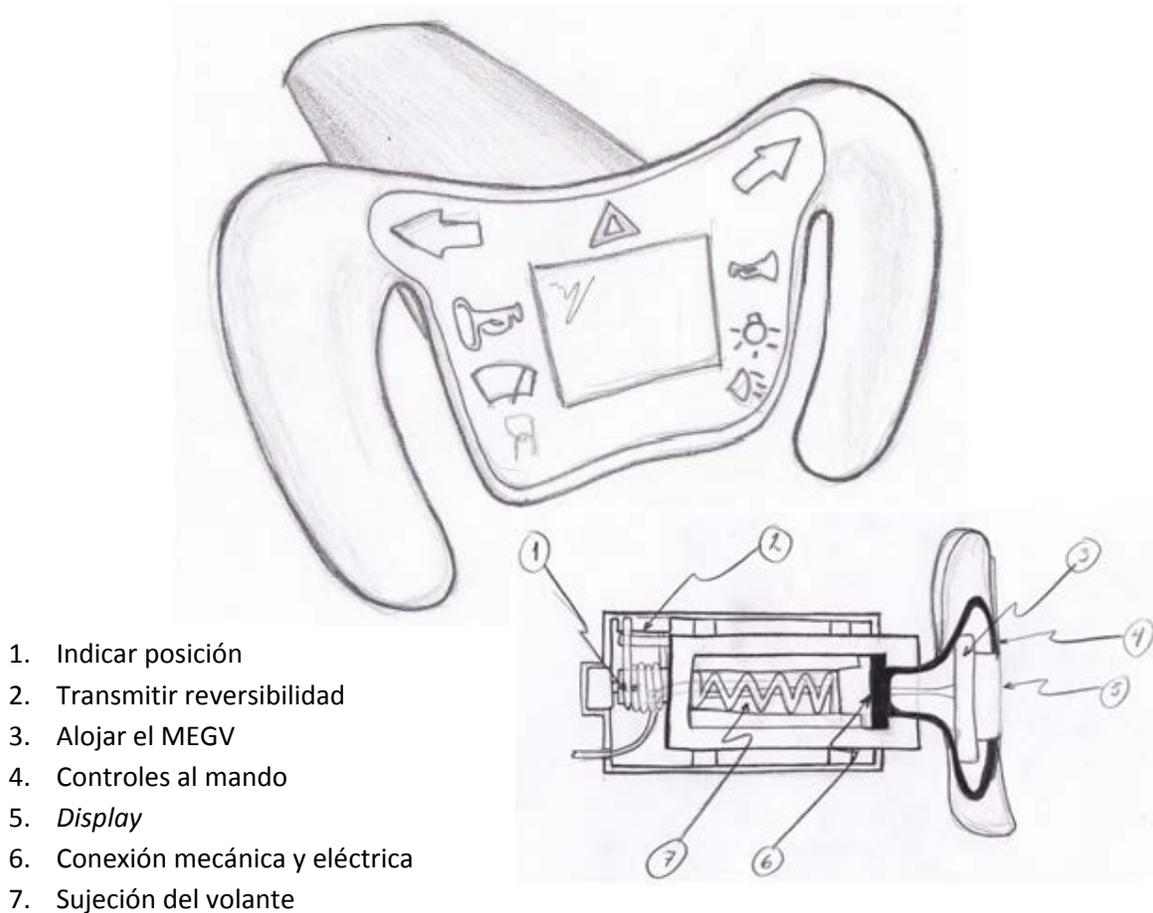


Figura. 27. Diseño Conceptual final indicando sus funciones.

En la siguiente etapa de diseño, se deberán realizar dibujos virtuales más detallados, los cuales muestren la interacción entre los componentes así como la elaboración de prototipos que permitan probar de manera experimental el correcto

funcionamiento de las subfunciones que resultan difíciles de evaluar de manera virtual y que requieren necesariamente de un modelo real.

5.6 Prototipos funcionales y experimentación

Realizar experimentos con prototipos de las subfunciones del sistema que resultan difíciles de evaluar teórica o virtualmente, tiene como finalidad reducir el riesgo de fabricar un producto no funcional, pues como ya se ha mencionado anteriormente, se planea una producción a mediana escala, por lo cual se debe tener la certeza de que las características técnicas del modelo funcionaran adecuadamente antes de realizar el prototipo final en su tamaño de producción real, por ello se realizaron prototipos parciales de las funciones del sistema que a continuación se describen.

1. Mecanismo de enchufe rápido tipo bayoneta, el cual sirve para realizar la conexión mecánica y eléctrica
2. Mecanismo de reversibilidad en el volante mediante resorte torsional.
3. Administrar, procesar y desplegar datos de control mediante MEGV, LCD

Cabe señalar que aunque se realizaron varios prototipos y pruebas, se describen a continuación las más relevantes y que fueron decisivas para pasar a la siguiente fase de diseño.

5.6.1 Mecanismo de enchufe rápido tipo bayoneta

Geometría experimental 1

Descripción:

En la Figura 28 podemos ver que el enchufe rápido para el volante extraíble consta de dos mecanismos accionados en un solo movimiento, uno para unir el volante con el eje de dirección y otro para la conexión eléctrica entre el MEGV y el CCV. El eje de dirección del vehículo tiene ranuras para realizar el amarre con la base del volante al efectuarse la instalación, también tiene un cajeado para albergar el conector eléctrico tipo *hembra*. La base del volante se encarga de

mantener el conector eléctrico tipo hembra en una sola posición y permitir libremente la instalación y desinstalación del volante del vehículo.

Funcionamiento:

El conductor coloca el volante en una posición de -90° y lo presiona contra el eje de dirección realizando la conexión eléctrica (el volante solo podrá entrar en una posición). El usuario continua presionando el volante hasta llegar al tope y gira el volante 90° (Independientemente del giro del volante, el conector eléctrico se mantiene en la misma posición, debido al desplazamiento de su zócalo sobre las ranuras de la base del volante), al llegar al tope de giro el resorte de sujeción se encarga de alojar la base en las ranuras del eje. Así mismo el zócalo del conector se coloca en las ranuras interiores de la base del volante.

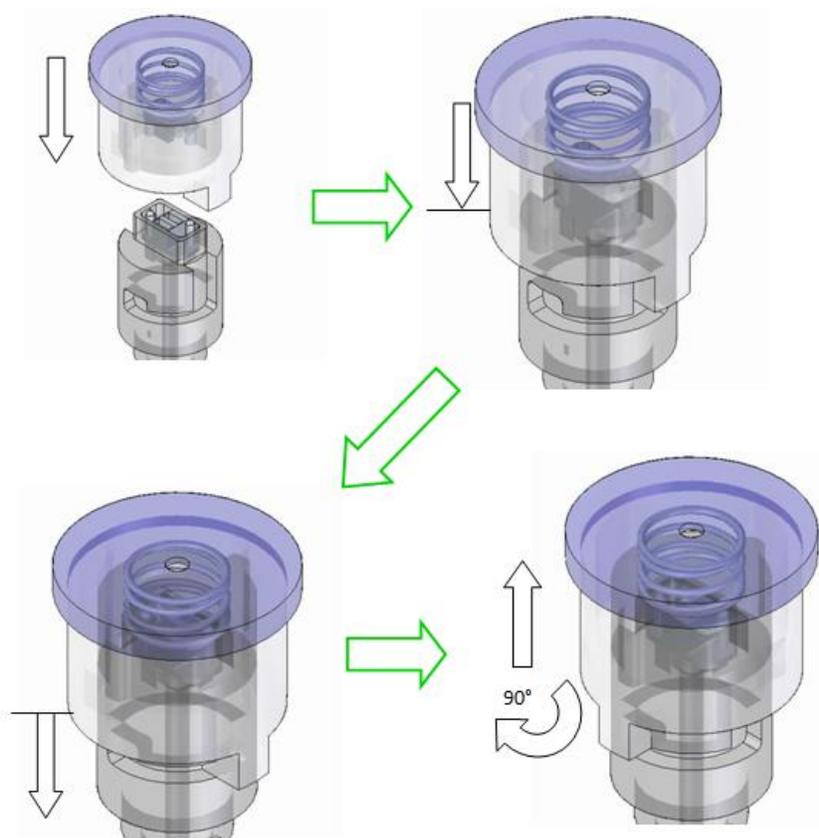


Figura 28. Geometría experimental 1 de conector rápido para volante tipo bayoneta.

Análisis y resultados:

La conexión eléctrica y mecánica se logra satisfactoriamente, sin embargo se puede apreciar un proceso de ensamble y manufactura complicado.

De este primer prototipo podemos ver que, adaptar un conector comercial para realizar la conexión eléctrica RS485 entre el CCV y el MEGV, resulta en una subfunción innecesaria (i.e. almacenar conector eléctrico) para el sistema mecánico de sujeción. Se propuso diseñar un conector eléctrico que simplificará el sistema, el cual además de efectuar la conexión eléctrica, realice la conexión mecánica sin alterar la funcionalidad de cada una de las funciones.

Geometría experimental 2.

Descripción:

Este mecanismo consta de un conector mecánico-eléctrico tipo bayoneta, el cual forma parte del volante de dirección. Este conector tiene como funciones, realizar la conexión mecánica del volante con el eje de dirección y la conexión eléctrica para la comunicación RS485 entre el CCV y el MEGV. El eje de dirección tiene un cajeadado en el interior de forma escalonado que permite alojar la bayoneta del volante y la *hembra* de la conexión eléctrica. La conexión eléctrica *hembra* tiene un cajeadado para almacenar el resorte de sujeción.

Funcionamiento:

El conductor coloca el volante de dirección en una posición de -90° y lo presiona sobre el conector eléctrico tipo *hembra*, hasta llegar al final del recorrido dentro del eje de dirección. El conductor gira el volante 90° (describir los $+$ y -90° de manera concisa) y lo lleva hasta el tope de giro en el escalonamiento interior del eje. El conector mecánico-eléctrico tipo *macho* se aloja en el cajeadado del eje debido al efecto de presión que ejerce el resorte. Para desinstalar el volante es necesario

presionar el volante sobre el eje de dirección hasta llegar al fin del recorrido, girarlo -90° y jalarlo suavemente para desconectar eléctricamente.

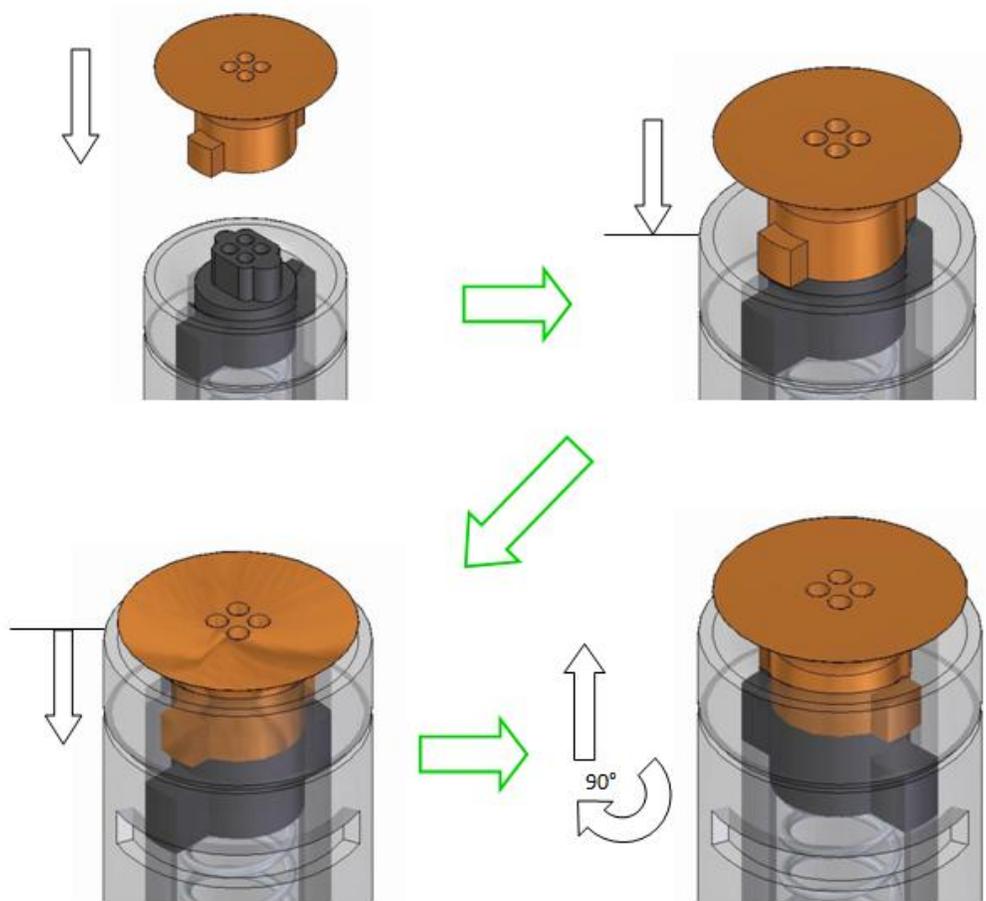


Figura 29. Geometría experimental 2 de conector rápido para volante tipo bayoneta.

Análisis y resultados:

En la Figura 29 se puede apreciar claramente la funcionalidad, sencillez e innovación del mecanismo. Requiere pocos componentes, la geometría es viable para producción masiva en moldes con material ABS y su procedimiento de ensamble es sencillo. Considerando estos factores, el equipo de diseño ha decidido pasar a la siguiente fase de diseño, *Diseño de detalle*, para este prototipo.

5.6.2 Mecanismos de reversibilidad en el volante

Geometría experimental

Descripción

El mecanismo mostrado en la Figura 30, consta de un resorte torsional con extremos rectos y separados -10° uno del otro, un eje para sostenerlo al resorte, un poste sobre el eje de dirección para proporcionar torsión al resorte en cualquiera de los dos extremos y, un tope relativo al vehículo para mantener fijo uno de los extremos del resorte cuando se gire el volante.

Funcionamiento

Cuando el conductor gire el volante de dirección del vehículo, el poste instalado sobre el eje de dirección trasladará uno de los extremos del resorte en la misma dirección del movimiento. El tope relativo al vehículo, se encarga de mantener fijo el otro extremo del resorte. Con el traslado de uno de los extremos del resorte por parte del poste en el eje de dirección y con la retención del otro extremo a causa del tope referido a la tierra (vehículo), el resorte torsional se cierra independientemente de la dirección de giro. Al reducir el diámetro del resorte, éste aplica una fuerza en el poste del eje y en el tope referido a tierra, provocando que el eje de dirección regrese a su posición inicial.



Figura 30. Geometría experimental del mecanismo de reversibilidad.

Análisis y resultados.

La función de reversibilidad se cumple exitosamente, son pocos los componentes y su costo de fabricación es económico. Considerando estos factores, el equipo de diseño ha decidido pasar a la siguiente fase de diseño, *Diseño de detalle*, para este prototipo.

5.6.3 Administrar, procesar y desplegar datos de control mediante MEGV.

Descripción

El volante tiene una forma ergonómica que permite al conductor tener libre acceso a los controles de luces, direccionales, intermitentes, claxon, limpiaparabrisas, luces exteriores y luces interiores. Además, el volante tiene en su parte central una pantalla *display*, la cual proporciona información al conductor sobre el estado del vehículo, tal como: velocidad instantánea del vehículo, carga y kilómetros por recorrer.

El MEGV como ya se ha mencionado se encuentra alojado dentro del volante de dirección, consta de una PCB donde se encuentran instalados los dispositivos de regulación de voltaje, la unidad de control y la interfaz de comunicación. También se conecta la interfaz con el usuario que consta del teclado con los controles descritos anteriormente y el *display* mediante el cual se le envía información al usuario sobre el estado del vehículo.

Funcionamiento.

El MEGV recibe información del CCV sobre el estado del vehículo a través de la interfaz de comunicación. La información es procesada y enviada a la interfaz con el usuario (pantalla LCD).

Los controles que tiene el usuario sobre el vehículo se ejecutan mediante la recepción de información en la interfaz con el usuario (teclado), la cual se envía a la unidad de control del MEGV, que se encarga de procesarla y transmitirla al CCV a través de la interfaz de comunicación.

Todo el sistema electrónico que administra, procesa y despliega datos, es provisto de energía a mediante un regulador de voltaje. El regulador de voltaje proporciona un voltaje constante de cinco volts y con un bajo nivel de ruido para ser usado confiablemente por el MEGV.

Todo lo descrito anteriormente, esta agrupado físicamente en dos partes:

- Tarjeta electrónica
 - Regulador de voltaje
 - Unidad de control
 - Interfaz de comunicación
 - Interfaz de usuario (display LCD)

- Teclado
 - Interfaz de usuario (teclado)

La información y energía llegan a través de cuatro líneas eléctricas mediante el conector Mecánico-Eléctrico, estas líneas llegan a la tarjeta electrónica mediante de un plug (conector), el arreglo de dichas líneas se muestra en la Figura 31, así como el flujo de señales y energía.

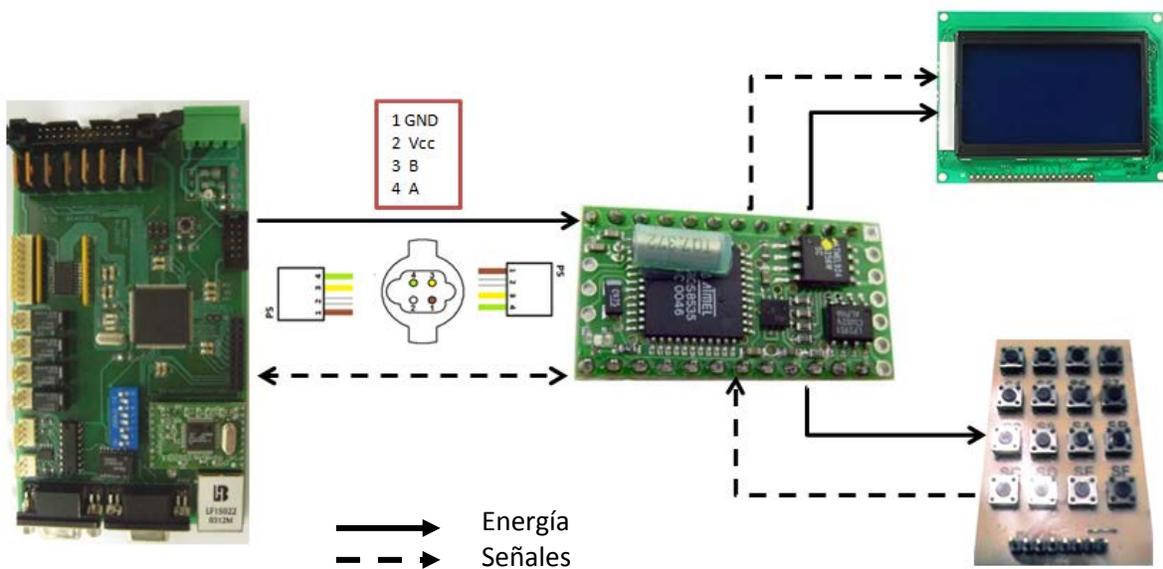


Figura 31. Arreglo de interfaz RS485 en conector Mecánico – Eléctrico.

5.6.4 Prototipo virtual final

Una vez realizadas las pruebas funcionales y el estudio de viabilidad para la fabricación masiva de los elementos que interactúan en el exitoso cumplimiento del diagrama de funciones, se obtuvo como resultado el prototipo virtual final, el cual se muestra a continuación en la Figura 32.

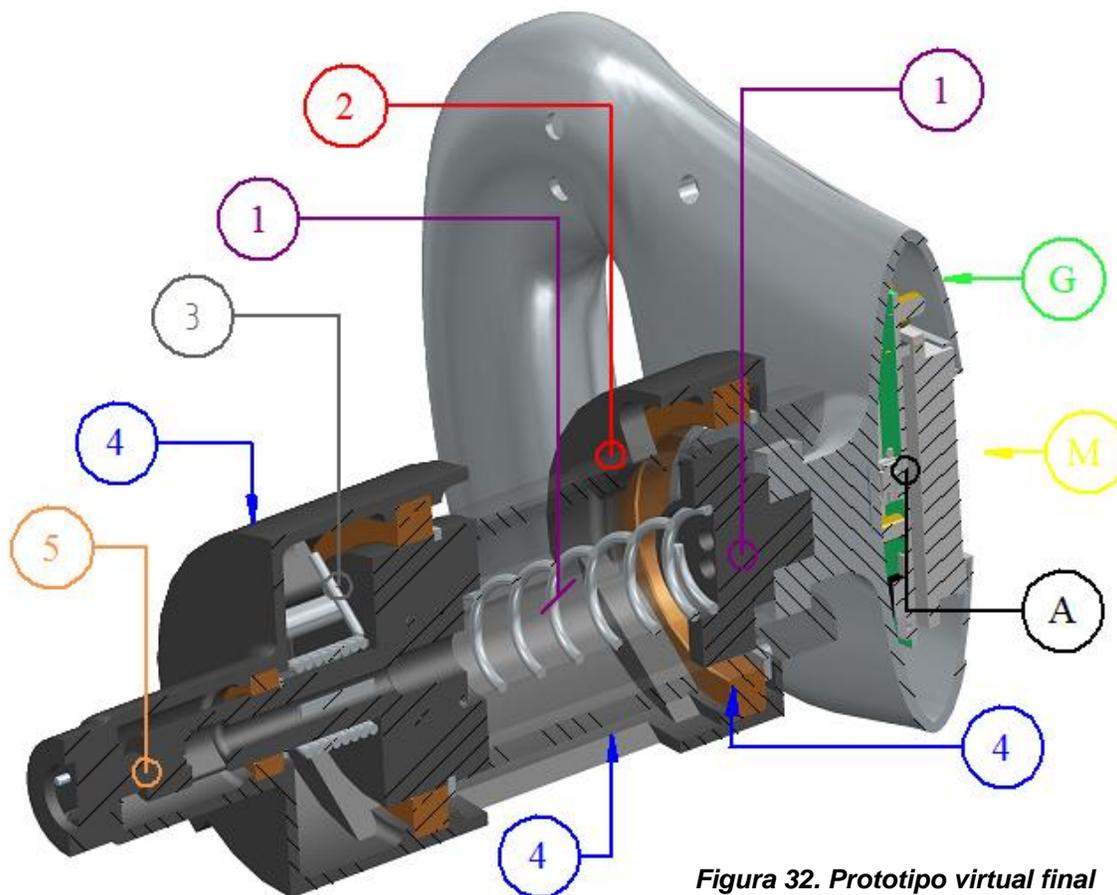


Figura 32. Prototipo virtual final

- 1.-CONECTAR/DESCONECTAR MECÁNICA Y ELÉCTRICAMENTE
- 2.-LIMITAR MOVIMIENTO
- 3.-TRANSMITIR REVERSIBILIDAD
- 4.-GIRAR LIBREMENTE EL VOLANTE
- 5.-INDICAR DIRECCIÓN
- A.-ADMINISTRAR Y PROCESAR DATOS
- G.-OPERAR CONTROLES
- M.-DESPLIEGAR INFORMACIÓN DE VELOCIDAD Y CARGA DEL VEHÍCULO

5.7 Diseño de detalle

El diseño de detalle es la fase del proceso de diseño donde se definen las características finales de cada uno de los componentes del sistema, como su forma, dimensiones, materiales, métodos de producción y costos de cada uno de los elementos.

Inicialmente se deberán realizar los cálculos y análisis necesarios de manera correcta, permitiéndonos optimizar formas, materiales y tamaños. Posteriormente, se elaboran los planos de detalle, planos de ensamble y la lista de partes. Estos documentos son la base para ejecutar las órdenes de producción, por ello, se debe tener la seguridad de proporcionar la información de manera clara y concisa.

Revisar cuidadosamente cada plano y la lista de materiales, tiene como finalidad verificar problemas de producción, facilidad de adquisición de componentes estándar y exactitud de las piezas fabricadas. Esto permite, aún en esta fase tan avanzada de diseño, identificar cualquier posible incongruencia, retomando el diseño conceptual y encontrar nuevas soluciones. El diseño de detalle tiene una gran influencia en el costo de producción, la calidad del producto y por lo tanto en el éxito del producto en el mercado.

5.7.1 Conexión Mecánica

Una Conexión mecánica tiene como finalidad transmitir fuerzas, momentos y movimientos entre componentes claramente definidos. Adicionalmente pueden realizar un aislamiento o transmisión de energía eléctrica o transmisión de datos (i.e. articulaciones de robots). Su comportamiento general indica que las superficies de trabajo en la interfaz, son sometidas a carga durante el proceso de ensamble y operación. La forma de realizar la conexión axial propuesta, se consigue por las fuerzas normales entre las superficies de trabajo de los componentes, las cuales producen una presión P , dando lugar a fuerzas de tensión en las superficies de acoplamiento, tal como se muestra en la Figura 33.

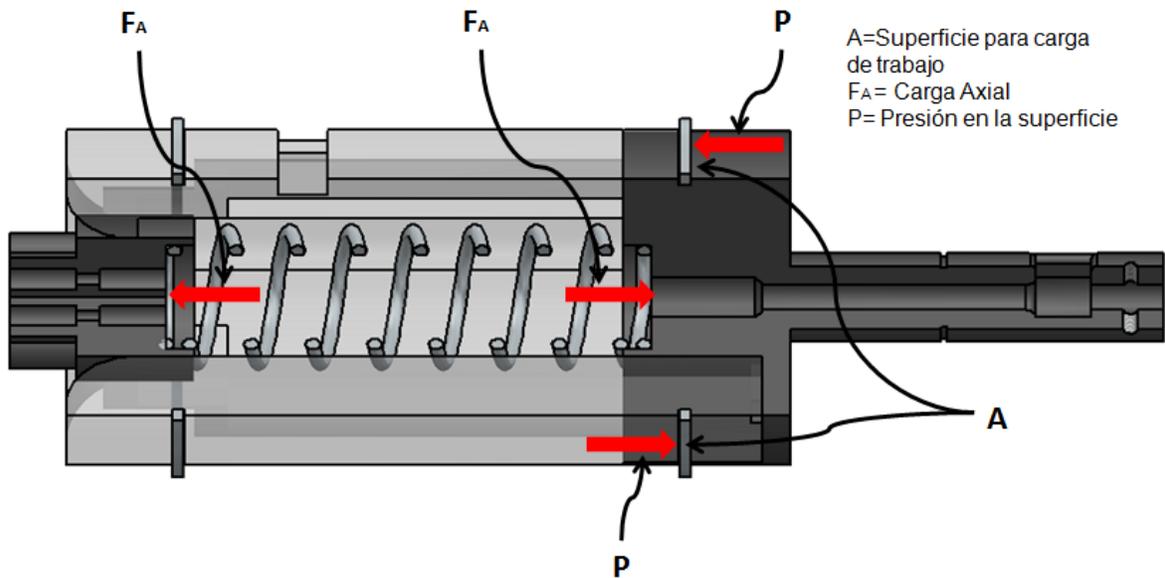


Figura 33. Conexión axial.

Debido a la geometría que presentan los componentes de la conexión mecánica, su estudio resulta inabordable de forma matemática, por ello, se ha decidido estudiar el efecto de las fuerzas sobre cada pieza de la conexión, mediante el uso de análisis por elemento finito. Ejecutar este método permite reproducir virtualmente el comportamiento de los elementos mecánicos del sistema, en una situación de trabajo real, realizando los cálculos mediante la computadora y reduciendo el riesgo de errores operativos así como a minimizar peso, materiales y costo.

- **Eje de dirección.**

Eje retorno.

Para el análisis del *eje retorno*, el valor del par máximo aplicado sobre este fue establecido mediante la suposición de un viraje de emergencia, donde el conductor aplica 3.961 N*m (30 lb*in) que es el doble de la fuerza requerida para llevar el volante a su límite de giro (ver resorte torsional pp. 74). La fuerza se transmite desde el volante hacia el alojamiento de la conexión mecánica/eléctrica y repercute directamente sobre el tope que limita el giro del volante. También se consideró la fuerza de 156.79 N (35.27 lb) que aplica el resorte de sujeción en el

conector eléctrico hembra, la cual incide sobre el alojamiento del mecanismo tipo bayoneta en el interior del eje.

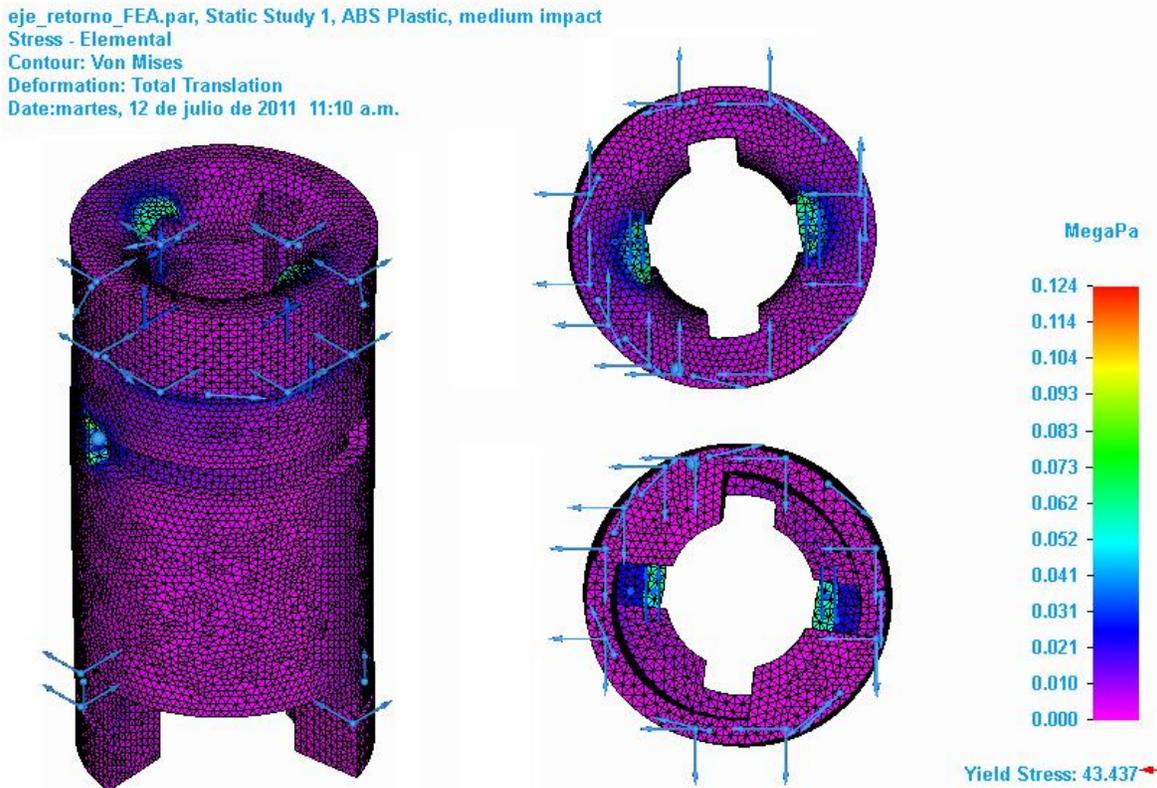


Figura 34. Diagrama de esfuerzos del eje de dirección.

Se planea una producción del volante en plástico ABS de mediano impacto debido a su resistencia, facilidad y costo de fabricación, por lo cual se realizó el análisis estructural por elemento finito del eje mostrado en la Fig. 34, de donde se puede deducir un desempeño libre de riesgos, con un esfuerzo máximo en la pieza de 0.124 MPa para un esfuerzo de cedencia del material de 43.437 MPa dando como resultado un factor de seguridad de 350. Estos resultados brindan la seguridad de tener un diseño libre de ruptura o deformaciones permanentes de la pieza bajo condiciones extremas de trabajo, por lo cual se aceptó su integración dentro del sistema de conexión y desconexión rápida.

Eje continuación

El *eje continuación* es el complemento del *eje retorno* (ambas piezas forman el eje de dirección) y tiene como función mantener centrado el resorte de sujeción y transmitir la sensación de reversibilidad hacia el volante de dirección. Las restricciones realizadas para su análisis por elemento finito, consideran la fuerza máxima de 156.79 N (36.27 lb) que ejerce el resorte sobre la superficie donde se aloja (cajeado circular que se puede observar en la parte superior). Los puntos de apoyo son la cara superior de la ranura que sirve para unir este elemento con el *eje retorno* mediante un seguro omega.

eje_continuacion5_FEA.par, Static Study 1, ABS Plastic, medium impact
Stress - Elemental
Contour: Von Mises
Deformation: Total Translation
Date:miércoles, 13 de julio de 2011 10:53 a.m.

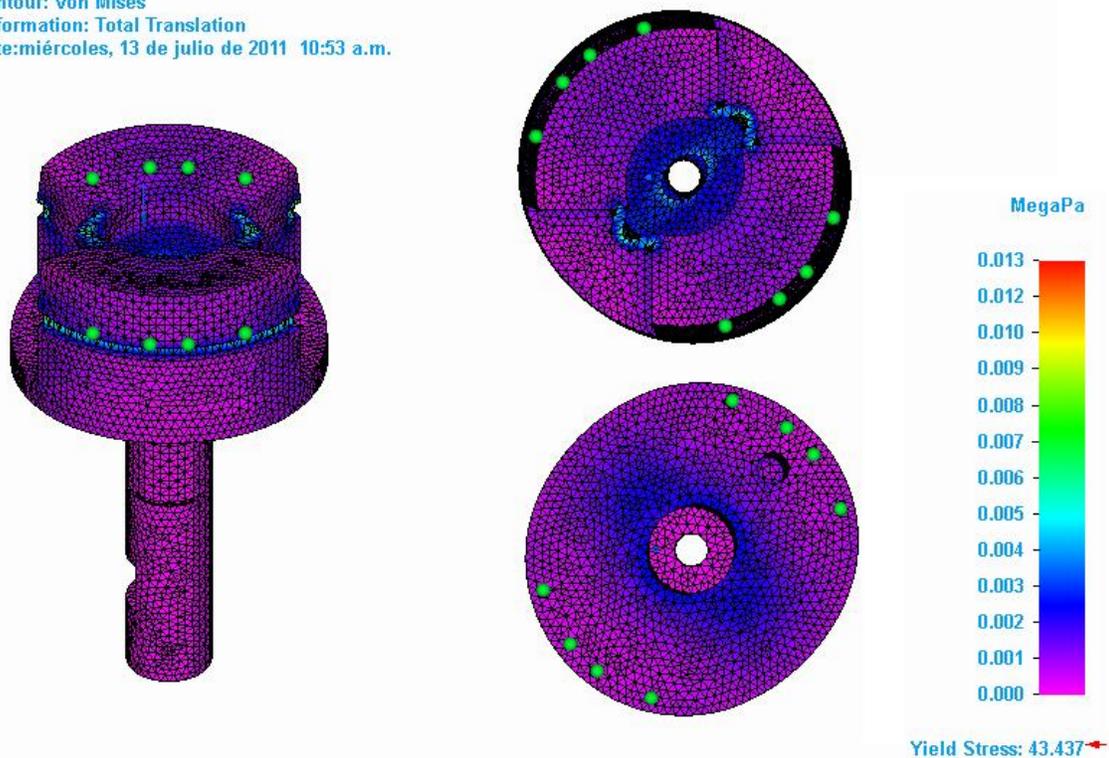


Figura 35. Diagrama de esfuerzos del eje de dirección (parte 2).

El análisis de la Figura 35, muestra un esfuerzo máximo en la pieza de 0.004 MPa para un esfuerzo de cedencia del material de 43.437 MPa, con lo cual se calcula un factor de seguridad de 10859. En base a estos resultados podemos decir que

la pieza funcionara adecuadamente bajo las condiciones de carga establecidas, por lo cual fue aprobada por el equipo de trabajo para formar parte del socket.

- **Conector eléctrico**

El *conector eléctrico hembra* se encuentra alojado dentro del *eje retorno* y posicionado dentro de este mediante el *resorte de sujeción* para la instalación y desinstalación. Tiene la función de conectar mecánica y eléctricamente el volante del vehículo para transmitir el par aplicado por el conductor y la información del CCV al MEGV y viceversa.

Para su estudio se definió una fuerza de 136.56 N, lo cual es el doble de la fuerza máxima considerada para su diseño, la aplicación de esta fuerza en el estudio por elemento finito, tiene como objetivo analizar la situación en la que el conductor llega al límite de movimiento del volante pero aplicando la esta fuerza. El análisis de la Figura 36, muestra que el conector eléctrico hembra es capaz de resistir la situación crítica, identificando un esfuerzo máximo de 12420 [KPa] cuando el esfuerzo de cedencia es de 43436.969 [KPa], por lo cual el equipo de diseño lo considero como una pieza adecuada para formar parte del socket.

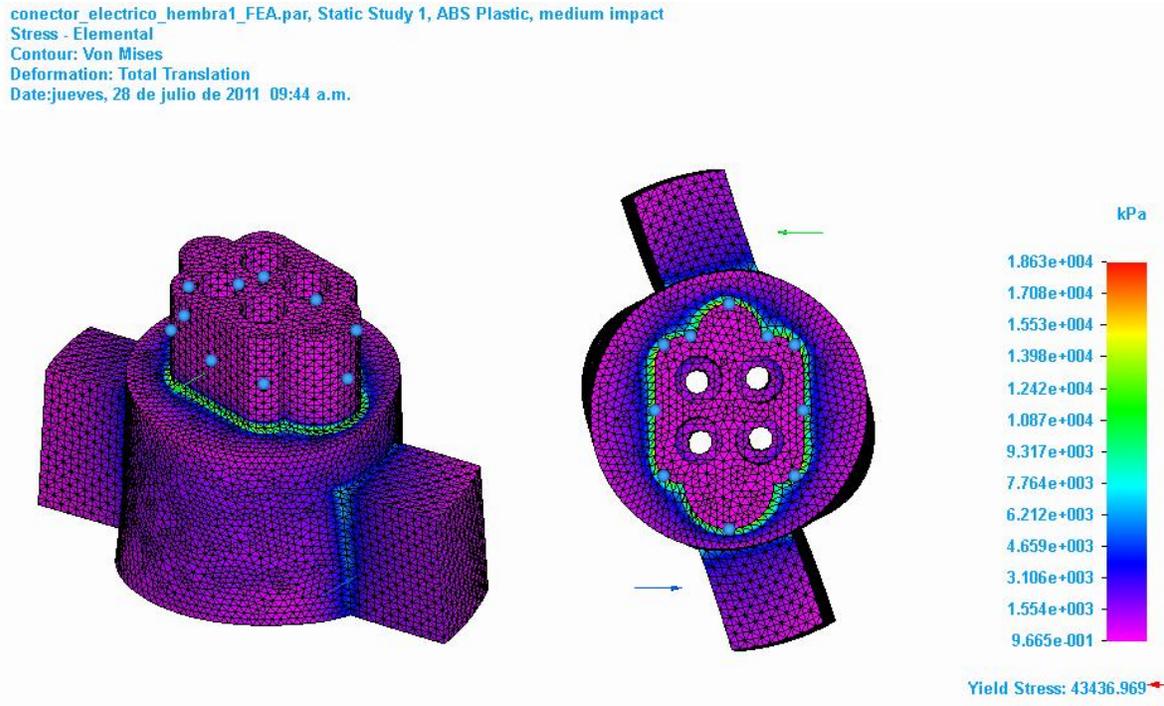


Figura 36. Diagrama de esfuerzos del conector eléctrico hembra.

- **Carcasa**

La carcasa se compone de dos elementos, *carcasa thin* Figura 37, y *carcasa thin contra* Figura 38, las cuales tienen como funciones, albergar todos los elementos del sistema para instalación y desinstalación del volante, servir como apoyo para transmitir la reversibilidad y limitar el movimiento del volante. Para su estudio se consideró la fuerza máxima de 16 Kg que ejerce el conductor sobre el eje de dirección a través del resorte de sujeción al instalar el volante, esta fuerza se transmite desde los seguros omega instalados en el eje, hacia los bujes, los cuales distribuyen la carga en la carcasa mediante de las ranuras que se encargan de alojar los bujes. Se designaron como puntos de apoyo la cara inferior de la carcasa y los barrenos para los tornillos.

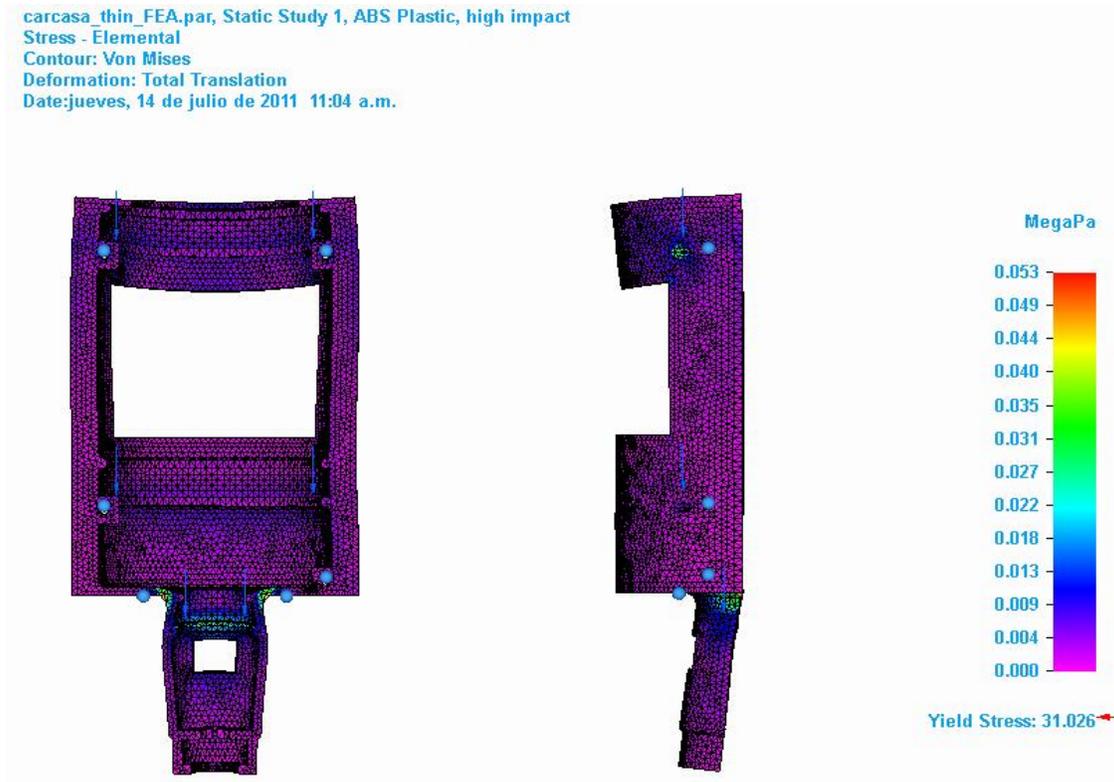


Figura 37. Diagrama de esfuerzos de la carcasa thin.

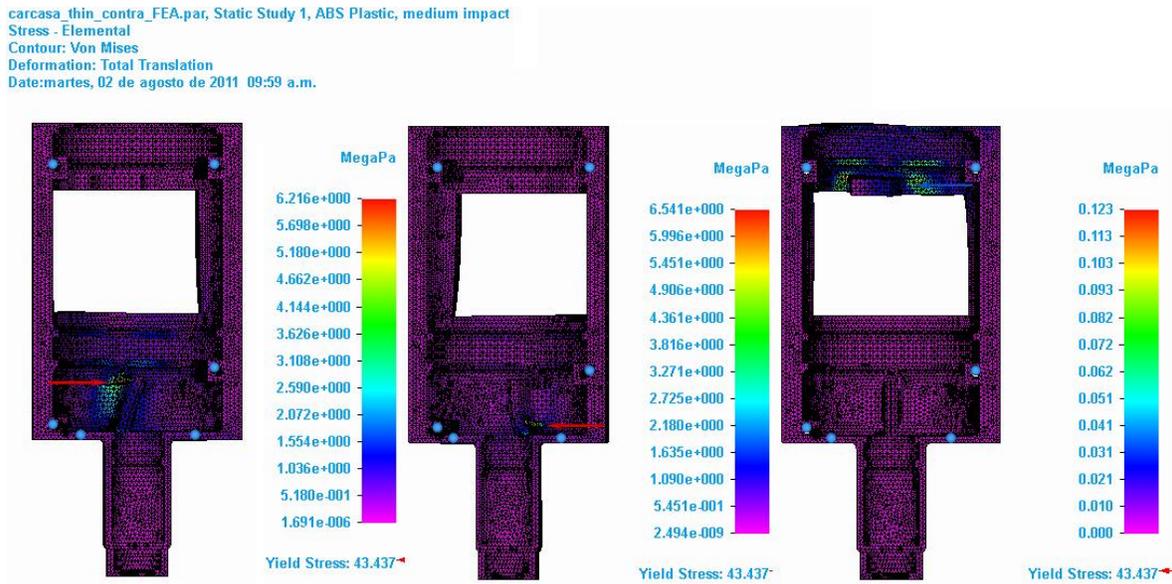


Figura 38. Diagrama de esfuerzos de la carcasa thin contra.

Adicionalmente se consideró la fuerza máxima que ejerce el resorte de retorno sobre el tope de la *carcasa thin contra* Figura 38, para dar la sensación de reversibilidad, y la fuerza aplicada por el conductor sobre el tope de volante al girarlo bruscamente hasta el límite de su movimiento. El estudio muestra que el resorte provoca un esfuerzo de 6.216 MPa en la parte superior del tope para la reversibilidad y un esfuerzo de 4.906 MPa en la parte inferior, con lo cual se calculó un factor de seguridad de 7 para plástico ABS de mediano impacto, cuyo esfuerzo de fluencia es de 43.437 MPa.

La fuerza máxima aplicada en una situación de emergencia sobre el tope del volante fue definida con un valor de 136.56 N, que es el doble de la fuerza máxima de reversibilidad del volante. El análisis muestra un esfuerzo de 0.123 MPa para el mismo plástico ABS, por lo cual podemos decir que el diseño está bastante sobrado y resistirá cualquier situación de emergencia.

Con las pruebas realizadas fue posible deducir que la carcasa resistirá las condiciones de carga establecidas sin riesgos de fallas inminentes en el funcionamiento de las piezas, por lo cual los resultados fueron revisados y aprobados por el grupo de trabajo para formar parte del prototipo final.

- **Resortes**

El uso de resobres es común y de amplia aplicación en todo tipo de maquinaria. Los resortes tienen como finalidad proporcionar fuerzas de empuje, de tirar, de torsión o para almacenar energía potencial.

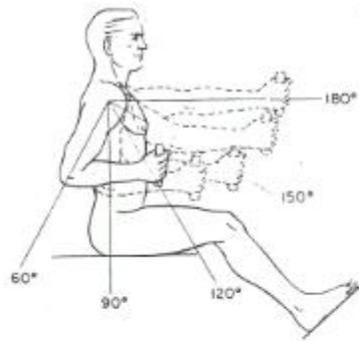
Para lograr el cumplimiento de las funciones de conexión/desconexión y transmitir reversibilidad en el volante extraíble, será necesario diseñar un resorte helicoidal de compresión y otro de torsión, respectivamente. Los resortes helicoidales de compresión tienen esfuerzos a la torsión en sus espiras, mientras que un resorte helicoidal a la torsión tiene esfuerzos a la tensión y a la compresión en sus espiras. El proceso de diseño de resortes, ya sea para cargas estáticas o dinámicas, se realiza de manera iterativa. Una vez conocidas las fuerzas que actuarán sobre los resortes, se deben realizar suposiciones en lo que refiere a

valores de parámetros geométricos a fin de satisfacer las necesidades de diseño, por ello, es de gran ayuda disponer de una computadora que realice los cálculos correspondientes.

Resorte de compresión

El diseño de un resorte como el encargado de sujetar el volante con el mecanismo de dirección, requiere de considerar diversos factores, tanto humanos como geométricos, los cuales le den al diseñador la seguridad de no poner en riesgo la función principal del producto (volante) y tampoco la integridad del usuario.

En la primer etapa del diseño para resorte de sujeción, fue necesario investigar las fuerzas en dirección horizontal que puede ejercer una persona sobre un manubrio Figura 39, el cual sería el equivalente al volante del vehículo, esta información contempla el género de la persona, el brazo y el ángulo con el cual aplica la fuerza. Adicionalmente se podrían considerar factores como frecuencia de la aplicación de la fuerza, la edad y el peso de la persona, lo cual haría más difícil la elección de una fuerza que pueda ser aplicada por cualquier persona que conduzca el vehículo, haciendo de la construcción del volante un diseño particular, tal y como sucede en los vehículos de Fórmula 1.



Maximum Force Exerted in the Sitting Position on a Vertical Handgrip at Various Elbow Angles by the Right Arm of Male College Students

Direction of force	Elbow angle (deg)	Percentiles (lb)			
		5th	50th	95th	S.D.
Push	60	34	92	150	38
	90	36	86	134	33
	120	36	103	172	43
	150	42	123	194	45
	180	50	138	210	49

Maximum Force Exerted in the Sitting Position on a Vertical Handgrip at Various Elbow Angles by the Left Arm of Male College Students

Direction of force	Elbow angle (deg)	Percentiles (lb)			
		5th	50th	95th	S.D.
Push	60	22	79	164	31
	90	22	83	172	35
	120	26	99	180	42
	150	30	111	192	48
	180	42	126	196	47

Figura 39. Fuerza máxima ejercida sobre un manubrio en posición sentada. Human engineering guide to equipment design. New York, McGraw-Hill [1963]

Bajo estas consideraciones se realizaron pruebas en el laboratorio con la ayuda de un dinamómetro entre hombres y mujeres mayores de 18 años, con los resultados obtenidos se acordó definir una fuerza máxima de 35.27 [lb] para la instalación y desinstalación del volante en el vehículo. La Figura 40 muestra la posición en la que se ubica un conductor dentro de un vehículo de las características del VETU, donde se puede ver que en un paro de emergencia, el conductor no corre riesgo de extraer accidentalmente el volante, pues la fuerza que realicen los brazos sobre el volante no incide en la dirección de la fuerza del resorte que se encarga de sujetar el volante.

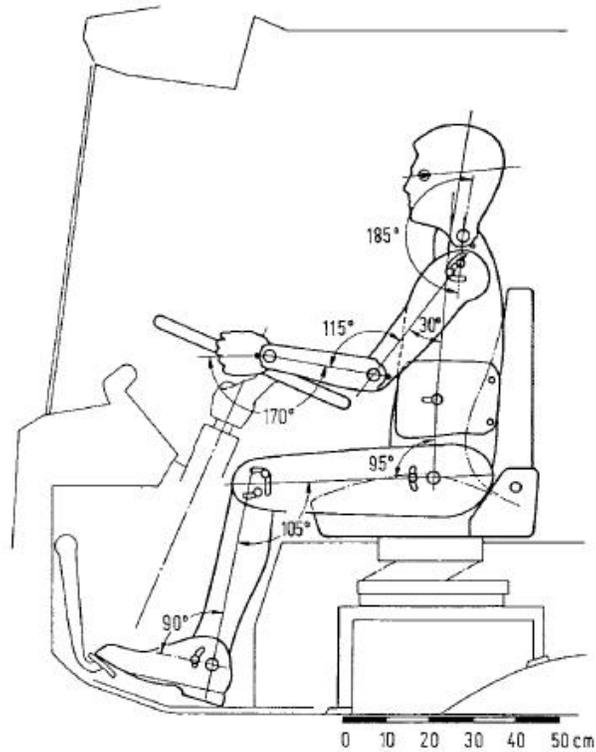


Figura 40. Posición de conductor dentro de vehículo eléctrico. Engineering Design. A Systematic Approach Pahl, G., Beitz, W., Schulz, H.-J., Jarecki, U. Wallace, Ken; Blessing, Lucienne T.M. (Eds.)

Las ecuaciones más importantes empleadas en el diseño de los resortes son:

- **Resorte helicoidal de compresión para carga estática (resorte para sujeción de volante).**

Tasa del resorte

$$k = \frac{F}{y} \dots \dots \dots (5.1)$$

Índice del resorte

$$C = \frac{D}{d} \dots \dots \dots (5.2)$$

Deflexión de un resorte helicoidal de compresión

$$y = \frac{8FD^3N_a}{d^4G} \dots\dots\dots(5.3)$$

Tasa de resorte de un resorte helicoidal de compresión

$$k = \frac{F}{y} = \frac{d^4G}{8D^3N_a} \dots\dots\dots (5.4)$$

Esfuerzo estático en un resorte helicoidal de compresión

$$\tau_{max} = K_s \frac{8FD}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5.5)$$

Donde

$$K_s = \left(1 + \frac{0.5}{c}\right) \dots\dots\dots (5.6)$$

Resistencia máxima a la tensión de alambre de acero de acuerdo a la tabla 13-4 del libro Diseño de Máquinas Robert L. Norton

$$S_{ut} \cong Ad^b \dots\dots\dots (5.7)$$

Resistencia máxima al cortante del alambre

$$S_{ys} \cong 0.67 S_{ut} \dots\dots\dots (5.8)$$

Factor estático de seguridad para un resorte helicoidal de compresión o de extensión.

$$N_s = \frac{S_{ys}}{\tau} \dots\dots\dots(5.9)$$

Como ya se ha mencionado anteriormente, el procedimiento de diseño de un resorte es en un proceso iterativo, en el cual deben hacerse suposiciones referentes a sus parámetros para poder efectuar los cálculos correspondientes. Difícilmente el primer resultado será exitoso, por lo cual, frecuentemente se hacen ajustes en los parámetros y requisitos de diseño, dejando fijas características que sean de mayor importancia (i.e. carga mínima, máxima, etc.) y modificando otras

que nos permitan mejorar la geometría del resorte de acuerdo al espacio disponible para su alojamiento, peso y costo (i.e. rango de ajuste de deflexión, diámetro de prueba, material, etc.). Para este proceso de diseño, se realizó una hoja de cálculo que nos permitiera variar los parámetros del resorte. En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos y se indica el resorte seleccionado.

Características principales a considerar en el cálculo del resorte helicoidal de compresión para carga estática que se encarga de sujetar el volante del vehículo eléctrico.									Principales cálculos correspondientes al diseño del resorte helicoidal de compresión para carga estática								
<p style="text-align: center;">Diámetro de prueba (d) [in]</p> <p style="text-align: center;">Diámetro medio de la espira (D) [in]</p> <p style="text-align: center;">Fuerza mínima (f) [lb]</p> <p style="text-align: center;">Fuerza Máxima (F) [lb]</p> <p style="text-align: center;">Rango de ajuste de deflexión (y) desplazamiento del resorte [in]</p> <p style="text-align: center;">A (coeficiente A de tabla para material deseado)</p> <p style="text-align: center;">b (exponente b para material deseado)</p> <p style="text-align: center;">G (modulo de corte del material)</p>									<p style="text-align: center;">Factor de seguridad contra la fluencia (Ns)</p> <p style="text-align: center;">Tasa de resorte (K) [lb/in]</p> <p style="text-align: center;">Numero de espiras activas (Na)</p> <p style="text-align: center;">Número total de espiras Nt</p> <p style="text-align: center;">Longitud libre (Lf)</p> <p style="text-align: center;">Longitud ensamblada (La)</p> <p style="text-align: center;">Fuerza a deflexión de altura de cierre (Fcierre)</p> <p style="text-align: center;">Esfuerzo a la altura de cierre (τcierre)</p> <p style="text-align: center;">Factor de seguridad al cierre (Nscierre)</p>								
0.12	1.18	17.64	35.27	0.63	141040	-0.1822	11500000		1.93216053	27.984127	6.48298554	8.48298554	2.37281561	1.74245826	37.9145	64450.0889	1.93216053
0.12	1.57	17.64	35.27	0.59	141040	-0.1822	11500000		1.46986445	29.8813559	2.57770717	4.57770717	1.81815952	1.22782486	37.9145	84720.6814	1.46986445
0.06	0.71	4.41	11.02	0.31	141040	-0.1822	11500000		1.46965269	21.3225806	2.44117011	4.44117011	0.8297932	0.62297021	12.0115	96139.017	1.46965269
RESORTE DE SUJECION DE VOLANTE 4																	
0.11	1.1	17.64	35.27	1.03	141040	-0.1822	11500000		1.62331312	17.1165049	9.23815939	11.2381594	3.45128176	2.42069753	37.9145	77938.0441	1.62331312

Tabla 3. Hoja de cálculo para resorte helicoidal a compresión.

Resorte torsional

En la Figura 41 se puede observar que la fuerza máxima ejercida sobre un volante (entre 14 y 16 [in] de diámetro) de una dirección de los años 60's es de 25 lb (11.3 Kg). Por otro lado, la gráfica de la Figura 42 muestra una familia de curvas características de par aplicado contra par de servo asistencia para diferentes velocidades en un vehículo ligero modelo 2004.

El análisis realizado para las gráficas de vehículo ligero muestran que el par máximo aplicado por el conductor (par de dirección menos par de servo asistencia) en cada una de las curvas, aumenta paulatinamente de 14.16 a 31.86 [lb*in] (1.6 a 3.6 [N*m]) conforme la velocidad del vehículo aumenta hasta los 50 km/h. Con este estudio se pudo ver la variación entre las fuerzas requeridas para manipular una dirección de los años 60's y 2000, sirviendo como un punto de partida para definir el par máximo aplicado sobre el volante del VETU.

El VETU es capaz de alcanzar una velocidad máxima de 60 Km/h y cuenta con un mecanismo de dirección del tipo *Drive by Wire*, el cual debe transmitir al conductor la sensación de reversibilidad, similar a como sucede en un vehículo convencional actual, por tal motivo, con la información obtenida y con ayuda de pruebas experimentales, se definió un par máximo de reversibilidad para el volante del vehículo de 15 [lb*in], ya que una fuerza de 25 lb, sería poco ergonómico para un vehículo con las características del VETU.



Figura 41. Fuerza aplicada sobre volante de vehículo de los años sesenta. Human engineering guide to equipment design. New York, McGraw-Hill [1963]

Curvas características de servoasistencia

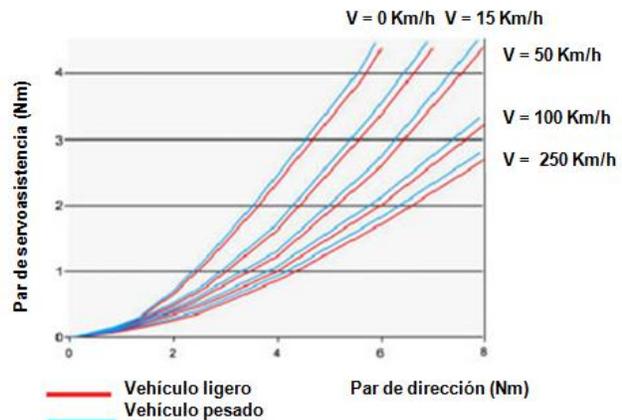


Figura 42. Curvas características de servoasistencia en vehículo de los años dos mil.

Una vez definido el par máximo para dirigir del VETU, fue posible realizar, mediante el uso de Excel, los cálculos de las ecuaciones que a continuación se describen:

- **Resorte helicoidal a torsión (resorte para retorno de volante).**

Deflexión de un resorte helicoidal a la torsión de alambre Redondo

$$\theta_{rev} \cong 10.8 \frac{MDN_a}{d^4 E} \dots\dots\dots (5.10)$$

Tasa de resorte de un resorte helicoidal a la torsión de alambre Redondo

$$k = \frac{M}{\theta_{rev}} \cong \frac{d^4 E}{10.8 DN_a} \dots\dots\dots (5.11)$$

Esfuerzo de un resorte helicoidal a la torsión en el diámetro interior

$$K_{bi} = \frac{4C^2 - C - 1}{4C(C-1)} \dots\dots\dots (5.12)$$

$$\sigma_{i_{min}} = K_{bi} \frac{M_{max} C}{I} = K_{bi} \frac{M_{max} (\frac{d}{2})}{\frac{\pi d^4}{64}} = K_{bi} \frac{32 M_{max}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5.13)$$

Esfuerzo de un resorte helicoidal a la torsión en el diámetro exterior

$$K_{bo} = \frac{4C^2 + C - 1}{4C(C+1)} \dots\dots\dots (5.14)$$

$$\sigma_{o_{min}} = K_{bo} \frac{32 M_{min}}{\pi d^3}; \dots\dots\dots (5.15)$$

$$\sigma_{o_{max}} = K_{bo} \frac{32 M_{max}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5.16)$$

Resistencia máxima a la tensión de alambre de acero, de acuerdo a la tabla 13-4 del libro Diseño de Máquinas Robert L. Norton

$$S_{ut} \cong Ad^b \dots\dots\dots (5.17)$$

Límite elástico a flexión de las espiras.

$$S_{ys} \cong 0.67 S_{ut} \dots \dots \dots (5.8)$$

Razón de Von Mises entre cargas de torsión y de tensión para resortes sin granallar S_{ewb}

$$S_{ew'b} = \frac{S_{ew'}}{0.577} \dots \dots \dots (5.18)$$

Donde:

Límite de Resistencia a la fatiga por torsión de alambre de acero para resorte a una razón de esfuerzos $R=0$

$$S_{ew'} \cong 45.0 \text{ Kpsi (310 MPa) para resortes sin granallar}$$

Factor dinámico de seguridad para un resorte helicoidal a la torsión.

$$N_{fb} = \frac{S_e(S_{ut} - \sigma_{o\min})}{S_e(\sigma_{o\text{medio}} - \sigma_{o\min}) + S_{ut}\sigma_{o\text{alt}}} \dots \dots \dots (5.19)$$

En la tabla de la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos y se indica el resorte seleccionado.

Características principales en el cálculo del resorte torsional que se encarga de transmitir reversibilidad al volante del vehículo eléctrico.						Principales cálculos correspondientes al diseño del resorte torsional									
Diámetro de prueba d [in]	Diámetro medio D [in]	Momento mínimo M min [lb*in]	Momento Máximo M max[lb*in]	Deflexión dinámica θ [rev]	Longitud de extremos normales rectos L1,L2 [in]	Factor de seguridad a la fatiga para las espigas a flexión N fb [psi]	Factor de seguridad estático contra la afluencia N yb	Tasa de resorte a partir de los dos momentos k [lb-in/rev]	Numero de espiras activas Na	Extremos como espiras activas Ne	Numero de espiras del cuerpo del resorte Nb	Deflexión angular mínima [rev]	Deflexión angular Máxima [rev]	Cierre de espiras D i min [in]	Longitud Máxima [in]
.192	1.73	50	80	0.25	2	2.00821354	1.92367682	120	18.18339884	0.24532554	17.9380733	0.41666667	0.66666667	1.47600863	3.68411007
0.04	0.51	0.1	1.18	10	1.18	0.64683359	1.56177946	1.08	12.910514	0.4909878	12.4195262	0.09259259	1.09259259	0.4287613	0.57678105
0.192	1.02	4	80	0.3	1.18	1.12994368	1.80320071	253.333333	14.60864396	0.2454939	14.3631501	0.01578947	0.31578947	0.80605664	3.00732481
0.112	1.3	0.1	15	0.5	1.18	1.08457393	2.2675949	29.8	11.28262032	0.19261829	11.090002	0.0033557	0.5033557	1.13155713	1.41008023
0.098	1.2	7	15	0.3	1.18	0.99411107	1.5579675	26.6666667	8.006668056	0.20866981	7.79799824	0.2625	0.5625	1.02126318	0.89160383
Resorte de torsión de volante															
0.098	0.8	7	15	0.2	1	1.034061	1.50764438	40	8.006668056	0.26525824	7.74140982	0.175	0.375	0.66503784	0.87625816

Tabla 4. Hoja de cálculo para resorte helicoidal a torsión.

5.7.2 Módulo Electrónico de Gestión del Volante MEGV.

El MEGV es la combinación de elementos eléctricos y electrónicos que actúan conjuntamente para lograr las funciones deseadas en el volante (véase Figura. 25), tales como: desplegar información a través de un display del estado del vehículo y proporcionar al usuario los controles descritos en la sección 5.3.1. A continuación se detallará el funcionamiento de cada uno de los subsistemas y componentes que integran el MEGV, así como las consideraciones realizadas para su correcto desempeño dentro de este.

- **Interfaz de usuario**

La Interfaz de Usuario (IU) es la parte del sistema electrónico del MEGV que tiene interacción con el usuario y tiene dos funciones principales. Una de las funciones es informar el estado del vehículo a través de un *display*, donde se muestra la velocidad, nivel de batería y estimación del recorrido restante, las actualizaciones se realizan al ocurrir cambios. La otra función es comunicar el estado del MEGV al CCV debido a la modificación ciertas funcionalidades del automóvil, tales como: luces, claxon, direccionales, intermitentes y limpiaparabrisas. Todo esto a través de un teclado perteneciente al MEGV ubicado en el volante de dirección.

En la Fig. 43, se puede apreciar el diagrama de la IU.

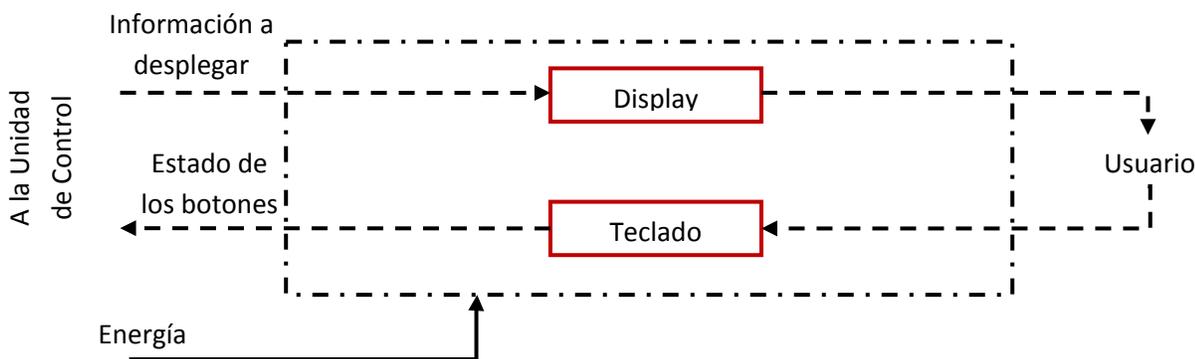


Figura 43. Diagrama de la interfaz de usuario.

Se aprecia que la IU además de tener interacción con el usuario envía/recibe la información con el CCV, dicha comunicación se realiza a través de varias líneas de comunicación, ya que toda la información corre en paralelo, esto se muestra en los diagramas del circuito.

A continuación se describen a detalle las partes que componen a la IU:

- Display:

El display muestra la siguiente información al usuario, la cual está relacionada con el estado del vehículo:

- Velocidad instantánea del vehículo (Km/h).
- Nivel de carga de la batería (% y barras).
- Estimado de la distancia por recorrer, considerando el nivel de batería y el gasto de la misma (Kilómetros).

El modelo utilizado para realizar estas tareas es: **JHD-635112864E**, es un LCD monocromático, cuenta con las siguientes características principales:

- Dimensión de 64x128 [mm]
- Fondo azul y pixel blanco
- Ajuste de contraste
- Iluminación

Las siguientes imágenes muestran como se ha trabajado con la pantalla:

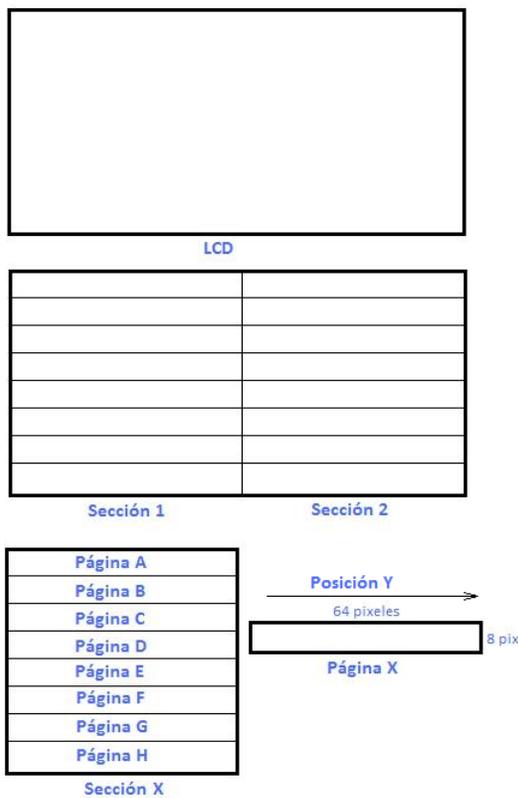


Figura 44. Arquitectura interna de la LCD.



Apariencia física del dispositivo



Información deseada a desplegar

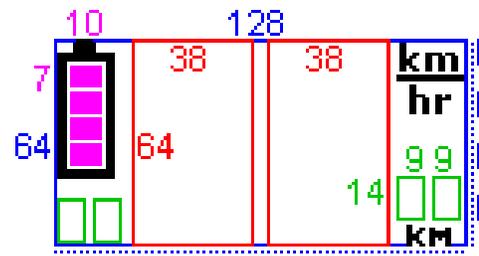


Figura 45. Organización realizada en la pantalla LCD para desplegar la información.

- Arquitectura interna:
 - La LCD se divide en dos secciones
 - Cada sección se divide en 8 paginas
 - Cada página tiene una dimensión de 8x64
 - Cada columna (64 columnas, posición Y) se *pinta* con un dato de 8 bits

- Organización realizada:
 - Los números son los pixeles asociados a cada espacio asignado.
 - El espacio total de trabajo está limitado por el contorno azul.
 - Se tiene un espacio de trabajo para cada dígito.
 - Las líneas en color negro son el fondo, no tienen cambio nunca.

De acuerdo a la arquitectura interna del LCD, las áreas de trabajo tienen las siguientes características:

Tipo	Color	Área [pixxpix]	Área [mmxmm]	Paginas	PosY1	PosY2
Velocidad	Rojo A	38 x 64	17 x 38	Todas	24-61	-
Velocidad	Rojo B	38 x 64	17 x 38	Todas	-	feb-39
Distancia	Verde DER A	9 x 14	4 x 8	F,G	-	42-50
Distancia	Verde DER B	9 x 14	4 x 8	F,G	-	53-61
Batería	Verde IZQ A	9 x 14	4 x 8	G,H	01-sep	-
Batería	Verde IZQ B	9 x 14	4 x 8	G,H	dic-20	-
Batería	Rosa A	10 x 7	5 x 4	B	may-14	-
Batería	Rosa B	10 x 7	5 x 4	C	may-14	-
Batería	Rosa C	10 x 7	5 x 4	D	may-14	-
Batería	Rosa D	10 x 7	5 x 4	E	may-14	-

El circuito eléctrico y los pines más importantes del *display* se muestran a continuación:

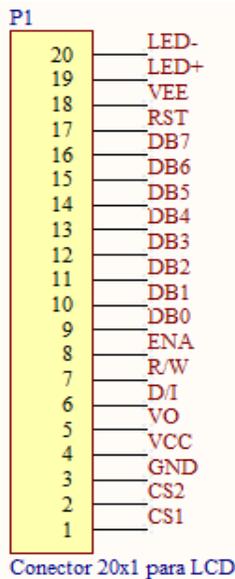


Figura 46. Pines del display.

La LCD se conecta a la PCB principal a través de un conector, sin embargo, se guarda la misma relación en los pines del conector y de la LCD.

El siguiente circuito muestra cómo se activa el LED de fondo, simplemente se satura un transistor NPN de baja potencia (el circuito auxiliar en el ajuste de contraste se muestra en el Apéndice A):

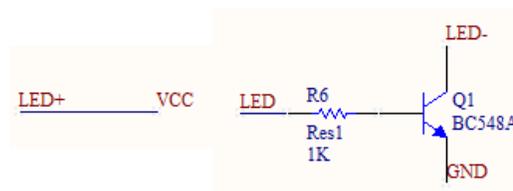


Figura 47. Circuito del LED de fondo del display.

- Teclado:

El teclado es uno de los “medios de comunicación” que existe entre el conductor y el automóvil; a través del mismo el usuario es capaz de especificar ciertos comandos que el automóvil debe de ejecutar.

Los comandos que el usuario desea ejecutar se realizan a través de 9 botones, los cuales se muestran a continuación.

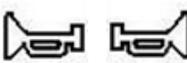
	Direccional izquierda	Al presionarse una vez prendera la direccional izquierda y apagará la derecha en caso de estar prendida. Al presionarla otra vez se apagará.
	Direccional derecha	Al presionarse una vez prendera la direccional derecha y apagará la izquierda en caso de estar prendida. Al presionarse otra vez se apagará
	Luces de emergencia	Al presionarse una vez se prenderán las luces de emergencia, si alguna direccional esta prendida esta se apagará. Al presionarse otra vez se apagará.
	Luces exteriores	Al presionarse una vez se encenderán las luces exteriores, al presionarse otra vez se apagarán. (Ver uso del contraste).
	Luces interiores	Al presionarse una vez se encenderán las luces interiores, al presionarse otra vez se apagarán. (Ver uso del contraste).
	Reversa	Al presionarse una vez la reversa se encenderá se encenderá, al presionarse otra vez la reversa se apagará.
	Limpia parabrisas	Al presionarse una vez se activa el limpiaparabrisas en velocidad baja, si se presiona otra vez se activa en velocidad media, si se presiona por tercera vez se activa la velocidad alta, si se presiona por cuarta vez se apaga.
	claxon	Al presionarse suena el claxon, al soltarse se apaga.

Figura 48. Botones del teclado de la interfaz de usuario.

Cada botón (excepto los dos de “Claxon”), tienen un LED en su interior, el cual se enciende de acuerdo a su función.

El teclado consta de dos plantillas, las cuales se pueden ver en el Apéndice A, la primera es la interfaz y la segunda es el circuito eléctrico.

El circuito eléctrico dentro del teclado es el siguiente:

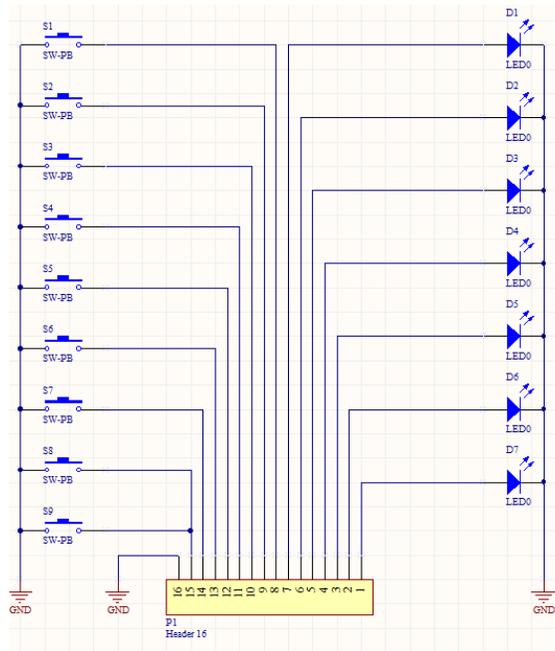


Figura 49. Diagrama esquemático del circuito eléctrico del teclado.

El cual corresponde con el siguiente diagrama:

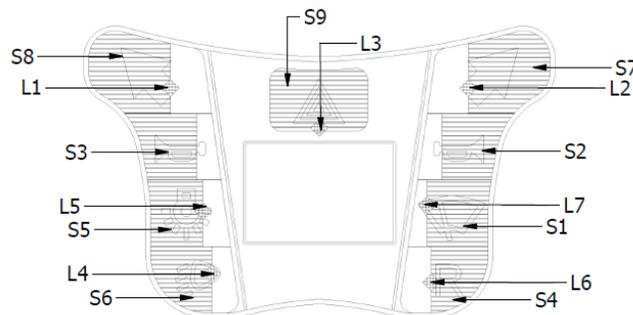


Figura 50. Distribución de botones en el teclado.

La consta de botones, son botones planos, y los LED son de color naranja de baja potencia.

En la PCB principal, se tienen elementos adicionales para la conexión del teclado, en la Figura 51 se muestra el conector, además de resistencias de *pull-up*, capacitores que sirven como filtros para los botones y resistencias para los LED.

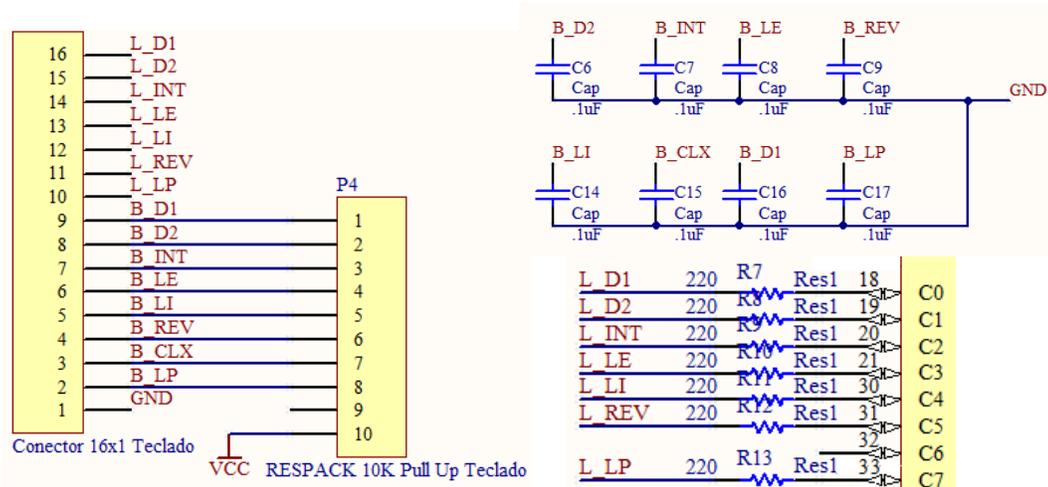


Figura 51. Elementos adicionales para la conexión del teclado.

Contraste

Para la modificación del contraste en el *display* se utilizó un conjunto de teclas para realizar la función:



- Activar el contraste presionando  durante 3 segundos.
- En modo CONTRASTE sólo funcionan:  .
- Para aumentar el contraste del *display*, presionar (o dejar presionado) .
- Para disminuir el contraste del *display*, presionar (o dejar presionado) .
- El sistema abandonará el modo CONTRASTE automáticamente después de detectar ninguna acción sobre los botones mencionados durante 5 segundos.

- **Unidad de control**

La Unidad de Control (UC) es el encargado de analizar y utilizar la información proporcionada por los diversos dispositivos del MEGV. La unidad de control tiene las siguientes funciones:

- Almacenar la información recibida a través de la IC para su posterior procesamiento.
- Disponer de la información necesaria para el procesador central del vehículo (no incluido en el presente trabajo), la cual se envía a través de la IC.
- Enviar la información necesaria a desplegar en el *display*, esto incluye los comandos y datos requeridos.
- Modificar el contraste del *display*, de acuerdo a lo requerido por el usuario.
- Conocer el estado del teclado en cualquier momento, es decir de sus botones.

Esto se visualiza en el siguiente diagrama:

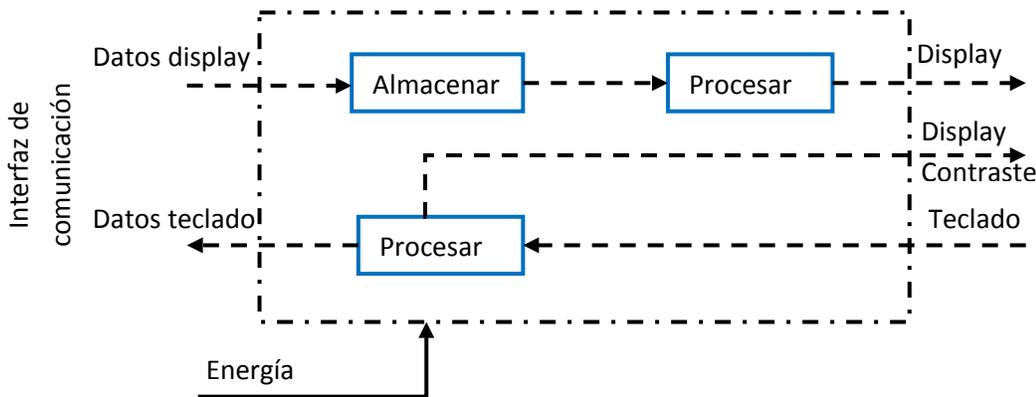


Figura 52. Diagrama de Unidad de Control del MEGV.

Las funciones destinadas a la UC están implementadas dentro de un microcontrolador, **COP8SBR9N** (*National Semiconductors*TM). Además se hace uso de elementos externos para su correcto funcionamiento tales como: memoria

procesamiento, solo trasladarla de la EEPROM al *display*, el traslado es controlado por el microcontrolador.

En la memoria EEPROM se tienen asignados los siguientes espacios de memoria.

Fondo:

0: 0x0000→0x01FF
1: 0x0200→0x03FF

Números de la velocidad:

0: 0x0400→0x052F
1: 0x0530→0x065F
2: 0x0660→0x078F
3: 0x0790→0x08BF
4: 0x08C0→0x09EF
5: 0x09F0→0x0B1F
6: 0x0B20→0x0C4F
7: 0x0C50→0x0D7F
8: 0x0D80→0x0EAF
9: 0x0EB0→0x0FDF

Números de la batería y kilometraje:

0: 0x0FE0→0x0FF1
1: 0x0FF2→0x1003
2: 0x1004→0x1015
3: 0x1016→0x1027
4: 0x1028→0x1030
5: 0x103A→0x104B
6: 0x104C→0x105D
7: 0x105E→0x106F
8: 0x1070→0x1081
9: 0x1082→0x1093

Barras de la batería:

Nivel 1:0x10A0→0x10C7
Nivel2:0x10D0→0x10F7
Nivel3:0x1100→0x1127
Nivel4:0x1130→0x1157

La información exacta de todos los números se puede encontrar en el Apéndice A. En la Figura 58, se muestran todos los posibles números y formas a mostrar por el *display*:

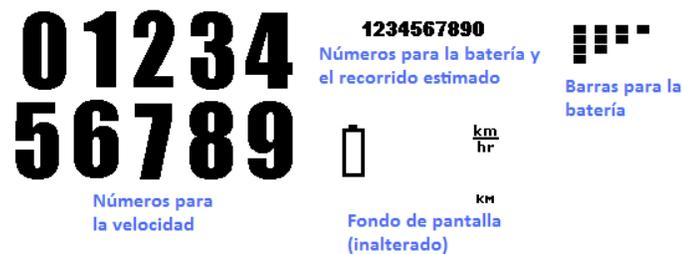
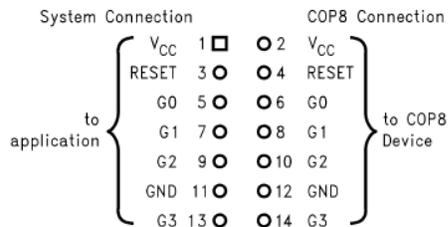


Figura 54. Números y formas posibles a mostrar en el display.

La memoria es un circuito integrado DIP de 8 pines modelo **25C128** usa una comunicación tipo serie síncrona **SPI**, la cual funciona a una velocidad de 1[MHz] (programada en el microcontrolador).

El cristal, es un cristal de cuarzo de 10 [MHz], el microcontrolador tiene un doblador de frecuencia, por lo que la frecuencia de operación es de 20 [MHz], esto se traduce en un ciclo de instrucción de .5 [µS].



Se tiene además un conector de 7x2 pines, el cual sirve para conectar la PCB al emulador, para fines de actualización del firmware o pruebas en el programa.

Figura 55. Conector para fines de pruebas.

Finalmente se tiene un botón de *Reset*, el cual tiene funcionamiento únicamente al momento de realizar pruebas en el programa, ya que está protegido por la cubierta.

Microcontrolador

El microcontrolador es un **COP8BR9N** (*National Semiconductors*TM), cuenta con las siguientes principales características:

- Voltaje de operación 5[V]
- Máxima frecuencia de operación 20[MHz] (ciclo de instrucción 50 [ns])
- Periférico de comunicación para RS232
- Periférico de comunicación para SPI
- Diversos puertos I/O
- Temporizadores
- 1 Kb de memoria RAM de propósito general
- 32 Kb de memoria FLASH para programa

Configuración del microcontrolador

A continuación se describe de manera general la configuración del microcontrolador, para mayor información se puede consultar directamente el programa en el Apéndice D o la *datasheet* (en formato electrónico).

Registro	Valor	Explicación
S	0x01	Se utiliza la memoria RAM entre 0x1000 y 0x017F (128 bytes)
CNTRL	0x88	Utilizaremos comunicación SPI en pines G4 y G5 La velocidad de la SPI será de 1 [MHz] Timer1 funcionara con <i>Autoload</i>
PORTGC	0x30	G4, G5 salidas, para la SPI <i>SK Normal ide low</i>
PORTGD	0x00	<i>SK Nominal ide low</i>
PORTFC	0xFF	Puerto F es salida, para la EEPROM y potenciómetro digital
PORTEC	0xFF	Puerto E es salida, para la LCD y potenciómetro digital
PORTED	0x00	Inicialmente son 0 los pines del puerto E
PORTD	0x00	Puerto D tiene los 8 bits de información para la LCD, inicialmente son 0
PORTBC	0x00	Puerto B es entrada, para los botones del teclado
PORTCC	0xFF	Puerto C es salida, para los LED del teclado
PORTCD	0x00	Los LED inicialmente están apagados
PORTLC	0x34	Entrada para Tx, salida para Rx y ENRS (control de interfaz de comunicación)
ENU	0x00	8 bits sin paridad
ENUR	0x00	Borrar banderas de errores
ENUI	0x22	1 bit de stop, Tx habilitado Interrupción por recepción habilitada Interrupción por transmisión deshabilitada
BAUD	0x01	115,200 [bps]
PSR	0x50	115,200 [bps]
PORTLD	0x00	Bit ENRS=0, inicialmente recibimos información por Rx
TMR1LO	0x01	TMR1=0x0001, inicialmente
TMR1HI	0x00	TMR1=0x0001, inicialmente
T1RALO	0xFF	<i>Autoload A</i> con TMR1=32767, dos veces
T1RAHI	0x7F	<i>Autoload A</i> con TMR1=32767, dos veces
T1RBLO	0xFF	<i>Autoload B</i> con TMR1=32767, dos veces
T1RBHI	0x7F	<i>Autoload B</i> con TMR1=32767, dos veces
WDSVR	0xD8	<i>Watchdog con</i>
PSW	0x11	Habilitar interrupción en TMR1 y habilitar interrupciones en general

Explicación del BAUD y PSR.

El baudaje deseado es de 115,200 [bps].

El cristal usado es de 10 [MHz].

De acuerdo a las formulas de la *datasheet*:

$$P * N = \frac{F}{16*B} = 2 * \frac{10 \times 10^6}{16 * 115,200} = 10.8506 \dots \dots (5.20)$$

$$N = \frac{10.8506}{P} = \frac{10.8506}{5.5} = 1.97 \approx 2$$

Se ha escogido P=5.5 debido a que el resultado de esa división es muy cercano a un numero entero.

$$N - 1 = 2 - 1 = 1$$

El valor de N-1, es decir, 1, se programara en lo que se llama BAUD RATE DIVISOR Figura 60.

El valor de P=5.5, de acuerdo a la tabla de pre-escalas (ver *datasheet*) le corresponde un numero binario de 01010, el cual se programara en *PRESCALER SELECT*.

Lo anterior conlleva a tener:

- BAUD = 0x01
- PSR = 0x50

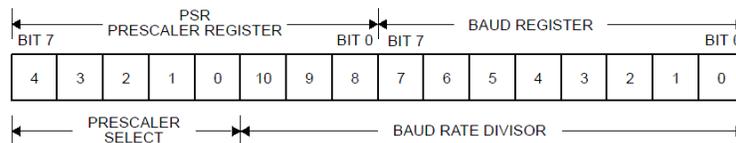


Figura 56. Baud rate divisor.

$$B = 2 * \frac{F}{16 * P * N} = 2 * \frac{10 \times 10^6}{16 * 5.5 * 2} = 113,636 [bps] \dots \dots (5.21)$$

$$\%Error = \frac{|113,636-115,200|}{115,200} * 100 = 1.35[\%].....(5.22)$$

El baudaje programado tiene un error de 1.35 [%] del baudaje deseado, lo cual es un error aceptable. Durante las pruebas no se tuvo problemas con la comunicación.

Memoria RAM

El microcontrolador tiene 1 Kb de memoria RAM (para variables de propósito general) organizada en diversos bloques de memoria, en el programa solo usaremos un bloque, el cual corresponde al sector [0x0100, 0x017F] en total son 128 bytes.

El microcontrolador además cuenta con un espacio de 12 bytes para registros de acceso inmediato, dicho sector se encuentra dentro de [0xFFF0, 0xFFFB] sin embargo también se usan como variables. Dichos registros pueden ser modificados directamente sin hacer uso del acumulador A.

La tabla que muestra la relación de las variables mapeadas en los sectores indicados se encuentra en el Apéndice A, donde además se señala el valor de inicialización y una breve descripción de su uso.

Dentro del programa se utilizan algunas constantes y también se utilizan con frecuencia algunos bits de varios registros, los cuales se muestran y describe su uso en el Apéndice A.

- **Interfaz de comunicación.**

La interfaz de comunicación (IC) tiene dos funciones principales. Por un lado se tiene que enviar y recibir información, ya que el objetivo es enviar información del teclado y recibir información para ser desplegada en el *display*. La segunda función es codificar y decodificar, pues dentro del MEGV se utiliza un protocolo RS232 debido a las características del hardware (se detallará más adelante), sin embargo, se especifica que se utilice dentro del automóvil un protocolo RS485, por

lo cual es necesario una etapa de conversi3n-acoplamiento entre dichos protocolos. Esto se puede apreciar mejor en el diagrama de la Figura 57.

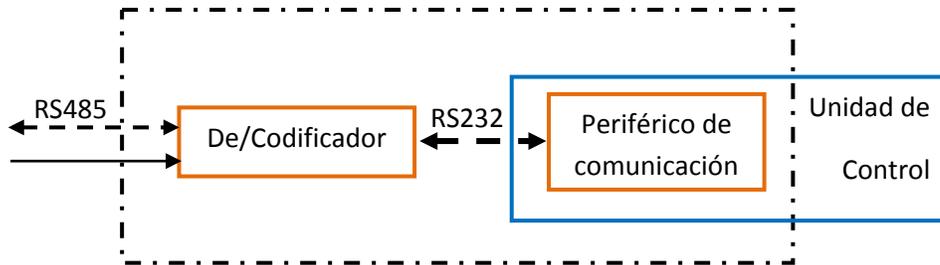


Figura 57. Estructura de funciones de la Interfaz de comunicaci3n del MEGV.

De la Figura 57 se puede ver que la IC cuenta de dos partes. 1) El De/Codificador que est3 en “contacto directo” con el exterior y es el encargado de realizar la conversi3n entre RS485 y RS232. 2) El perif3rico de comunicaci3n esta embebido dentro de la unidad de control (debido a que la Unidad de Control est3 implementada b3sicamente en un microcontrolador) y es el encargado de enviar/recibir la informaci3n proveniente del CCV.

La IC tiene las siguientes caracter3sticas:

- Comunicaci3n HALF DUPLEX de 2 hilos:
Puede transmitir y recibir pero no simult3neamente a trav3s de dos l3neas f3sicas de comunicaci3n
- 115200/8N1
Utiliza una velocidad 115200 [bits por segundo], a trav3s de una palabra de 8 bits de longitud, sin paridad y con un bit de parada.

De acuerdo a la arquitectura dentro del veh3culo, la IC del MEGV cumple con la funci3n de esclavo (el maestro es el procesador central del veh3culo, el cual no se discute en el presente trabajo), las tramas de informaci3n se presentan a continuaci3n:

ID_SLAVE	ID_MASTER	DATA0	DATA1	CRC
----------	-----------	-------	-------	-----

Esclavo→Maestro

ID_MASTER	ID_SLAVE	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	CRC
-----------	----------	-------	-------	-------	-------	-----

Maestro→Esclavo

A continuación se muestra en detalle:

Esclavo→Maestro

- **ID_SLAVE:** 0xCC
- **ID_MASTER:** 0Xaa

- **DATA0:**

DIR_IZQ	DIR_DER	INTERMIT	LUCES_EXT	LUCES_INT	REVERSA	CLAXON	VACIO
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
0:apagado	VACIO						
1:encendido	VACIO						

- **DATA1:**

VACIO	FRENO	LIMPIADORES	
bit 7-3	bit2	bit1	bit0
VACIO	0:suelto	00:apagado	01:VEL1
VACIO	1:presionado	10:VEL2	11:VEL3

- **CRC:** DATA0 xor DATA1

Maestro→Esclavo

- **ID_MASTER:** 0xAA
- **ID_SLAVE:** 0xCC
- **DATA0:** Velocidad, tipo entero, valores [0,50]
- **DATA1:** Batería, tipo entero, valores [0,99]
- **DATA2:** Recorrido, tipo entero, valores [0,99]
- **DATA3:** Freno,
- **CRC:** DATA0 xor DATA1 xor DATA2 xor DATA3

El *hardware* utilizado para realizar las tareas especificadas se detalla a continuación:

- De/Codificador

El circuito **MAX485** es un circuito integrado que realiza la función de transceptor entre los protocolos RS485 y RS422 (el protocolo RS422 es una versión mejorada del RS232, ambos son compatibles)

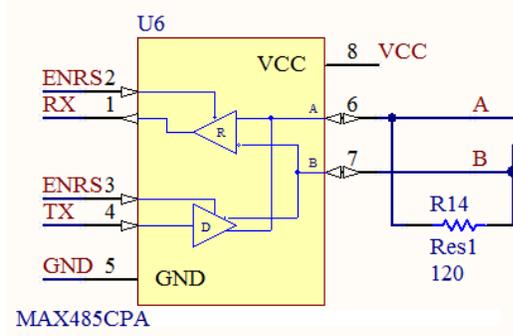


Figura 58. Circuito Transceptor entre protocolos.

En la Figura 58 se observa, como se ha implementado el circuito electrónico, se utiliza un componente externo, ($R14=120[\Omega]$), una resistencia que sirve para balancear la carga entre las dos líneas, ya que el protocolo RS485 utiliza la diferencia de voltajes de dos líneas para lograr la comunicación, esto permite ser menos vulnerable al ruido y a las pérdidas debidas a las largas distancias de comunicación (1[Km] como máximo sin repetidores).

El circuito integrado se utiliza en un encapsulado DIP de 8 pines.

Los pines del circuito integrado tienen las siguientes funciones:

PIN	Función	Características
1	Datos de salida RS232	Se conecta al Rx del RS232
2	Habilitador	Controla la transmisión/recepción
3	Habilitador	-
4	Datos de entrada RS232	Se conecta al Tx del RS232
5	Voltaje de referencia	Tierra=0[V]
6	Comunicación RS485	Hilo de comunicación A
7	Comunicación RS485	Hilo de comunicación B
8	Voltaje de alimentación	Voltaje de entrada = 5[V]

- **Periférico de comunicación**

Como ya se menciona el periférico de comunicación, esta embebido dentro de un microcontrolador, el microcontrolador es un **COP8SBR9N** (*National Semiconductors*TM), dicho microcontrolador incorpora un periférico de comunicación (entre otros) con un protocolo RS232.

Las características de la comunicación (115200/8N1) están especificadas dentro del programa del microcontrolador (aunque también se realizan en el maestro, recordemos que los protocolos utilizados son asíncronos)

Para lograr la comunicación se sigue este sencillo “algoritmo”:

1. Se espera información del maestro.
2. Cuando el esclavo recibe el primer dato (encabezado), la almacena y espera las demás.
3. Una vez recibidos todos los datos, el esclavo envía la información del estado del teclado.
4. Se procesan los datos recibidos.
5. Se reinicia el proceso.

El algoritmo es implementado dentro del microcontrolador (el código se especifica en el apéndice).

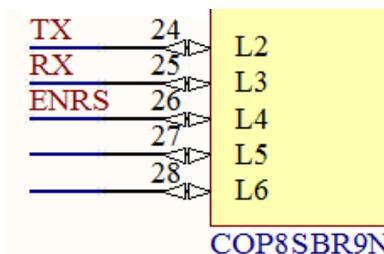


Figura 59. Pines del periférico de comunicación del COP8.

En la Figura 59 se muestran los pines que ocupa el periférico de comunicación del microcontrolador, a continuación se detallan:

Pin	Función	Características
24	Datos de salida RS232	Transmisión de datos
25	Datos de entrada RS232	Recepción de datos
26	Habilitador	Controla al chip MAX485

- **Regulación de voltaje**

El voltaje juega un papel muy importante en el desempeño de cualquier sistema eléctrico o electrónico, es la fuerza electromotriz requerida para producir un flujo de corriente en un alambre, como analogía podemos decir que es igual a la presión necesaria para producir el flujo de un fluido en una tubería de una instalación neumática y obtener el correcto funcionamiento de los dispositivos de dicha instalación.

En el caso del sistema electrónico del MEGV se requiere de un regulador de voltaje, el cual tiene como función administrar la energía recibida, de tal forma que el voltaje de salida sea adecuado para los subsistemas, además de poseer la capacidad de otorgar la cantidad demandada de corriente.

Después de realizar pruebas de funcionamiento con el sistema electrónico completo se llegó a concluir que la demanda de corriente es:

- 100 [mA] operación normal
- 140 [mA] máximo consumo

Ya que todos los subsistemas operan a un voltaje de 5 [V], la potencia consumida por parte de los subsistemas es:

- 500 [mW] operación normal
- 700 [mW] máximo consumo

Debido a que se trata de un circuito de baja potencia, se recurrió al circuito integrado regulador de voltaje fijo de baja potencia **LM7805** con encapsulado **TO_220** (mayor robustez). Entre sus características principales podemos citar:

- Salida fija de 5[V]
- Soporta corrientes de hasta 1 [A]
- Pocos componentes externos
- Protección interna contra calentamiento térmico y cortos circuitos

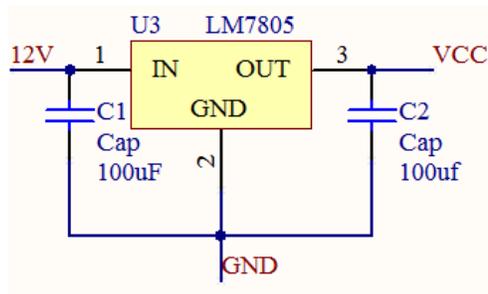


Figura 60. Circuito para la regulación del voltaje en el MEGV.

En la Figura 60 se muestra el circuito implementado, con capacitores externos con la función de supresión de picos de voltaje, la función de los pines se detalla a continuación:

PIN	Función	Características
1	Voltaje de entrada	Voltaje mínimo = 7.5 [V]
2	Voltaje de referencia	Tierra = 0[V]
3	Voltaje de salida	Voltaje deseado = 5[V]

Finalmente se añade la potencia consumida por el regulador de voltaje a la potencia previamente calculada, la potencia consumida por este circuito es:

$$P = (V_{in} - V_{out}) * I = (12 - 5) * I = 7 * I \quad \dots\dots\dots (5.23)$$

- $P1 = 7(0.1) = 0.7[W]$
- $P2 = 7(0.14) = 0.98[W]$

Por lo que la potencia total del MEGV es:

- 1.2[W] operación normal
- 1.68[W] consumo máximo

Cabe señalar que el máximo consumo de corriente se produce cuando todos los LEDs del teclado están encendidos. Se recomienda utilizar una alimentación de 8 [V] (en lugar de 12 [V]) para disminuir el calentamiento del regulador y así prolongar su tiempo de vida.

El resultado final de esta etapa son los planos de ensamble, los cuales se pueden ver en el Apéndice C, dichos planos muestran todos los componentes necesarios para la fabricación del volante extraíble con controles al mando para vehículo eléctrico.

Para poder realizar estos planos fue necesario diseñar detalladamente cada una de las piezas que integran el sistema mecánico, tal como se ha descrito en la presente sección, así mismo se debieron seleccionar cuidadosamente los componentes eléctricos y electrónicos que integran el MEGV.

5.8 Fabricación.

La última etapa de diseño es la fabricación, donde inicialmente el diseñador deberá responderse a sí mismo, si ha verificado el correcto funcionamiento y desempeño de los elementos del modelo virtual, el cual fue desarrollado en la fase de diseño conceptual. Que ha revisado los planos de detalle y que se han seleccionado los materiales para la realización de las piezas finales.

El siguiente paso dentro de esta etapa, es la fabricación de los componentes para el prototipo final, el cual será la representación funcional y real del modelo para su fabricación masiva. Para lograr una etapa de fabricación exitosa, donde se realice lo que se tiene proyectado, es necesario:

- Ser claro y objetivo en los planos de piezas a fabricar, en los planos de ensamble y en la apariencia final del modelo virtual, es decir, permitir una interpretación correcta de las funciones libre de ambigüedades.
- Que las piezas involucradas en el modelo sean simples y fáciles de fabricar, así mismo las que se tengan que adquirir deberán de ser de preferencia comerciales, lo cual nos garantiza una viabilidad económica (Un menor número de componentes y con formas simples son producidos de forma fácil y rápida.).
- Estar seguro que los componentes del modelo son confiables bajo las condiciones de operación crítica.
- Mantener una excelente comunicación con el área encargada de fabricación, que nos permita aclarar dudas y resolver problemas que pudieran surgir de una mala interpretación de los planos.

Sólo cuando todas estas características han sido tomadas en cuenta y revisadas minuciosamente, aquellas que lo requieran, (i.e. planos, materiales, compatibilidad de espacio, etc.), se incrementará la posibilidad de éxito del producto ya que involucran el análisis de la funcionalidad, viabilidad económica y aspectos de seguridad, transmitiendo la información de manera correcta al área de manufactura.

En las siguientes imágenes se pueden ver cada uno de los componentes y las principales etapas de ensamble del prototipo final.

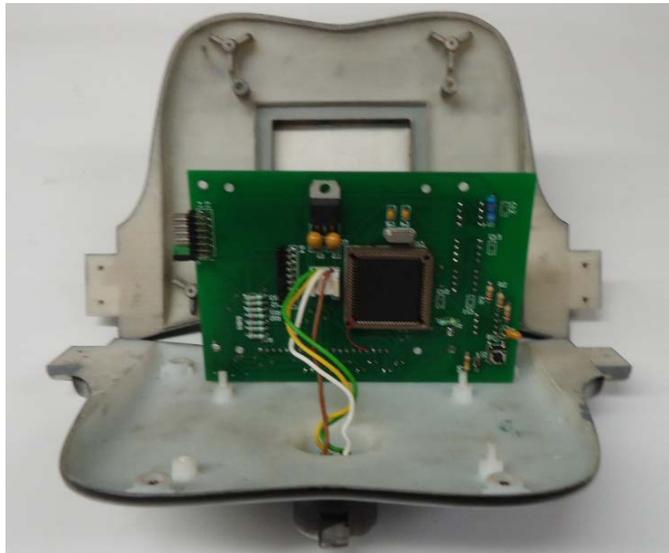


Figura 61. Instalación del MEGV en el volante del vehículo.



Figura 62. Conexión de interfaz de usuario al MEGV.



Figura 63. Instalación de teclado (IU) sobre la cubierta del volante.



Figura 64. Instalación de manubrios.



Figura 65. Ensamble final del volante.

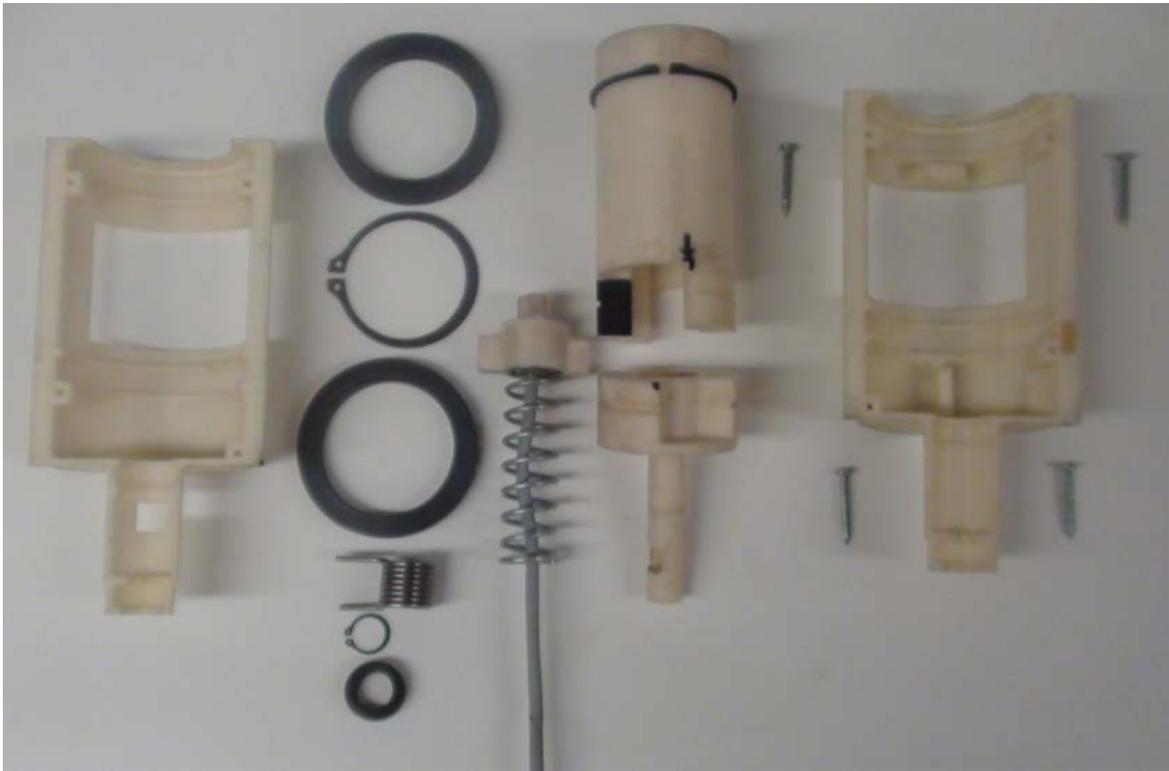


Figura 66. Componentes del socket para la conexión y desconexión del volante extraíble.

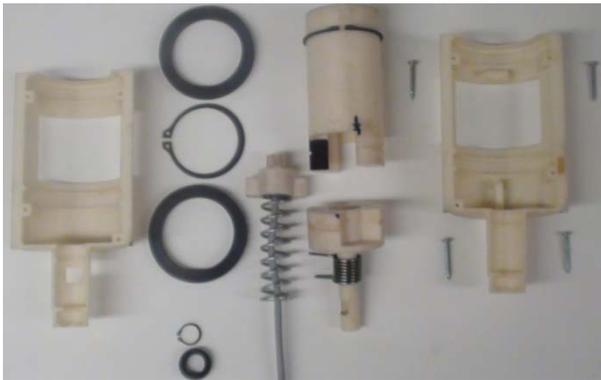


Figura 67. Ensamble 1 de socket.

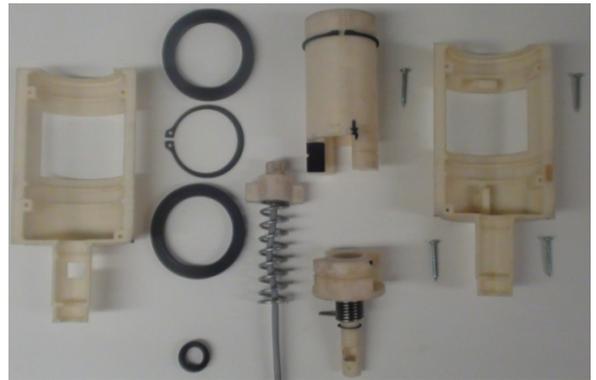


Figura 68. Ensamble 2 de socket.



Figura 69. Ensemble 3 de socket.

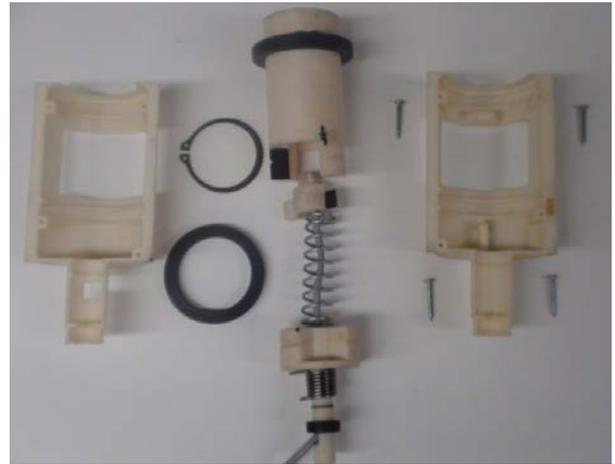


Figura 70. Ensemble 4 de socket.



Figura 71. Ensemble 5 de socket.



Figura 72. Ensemble 6 de socket.

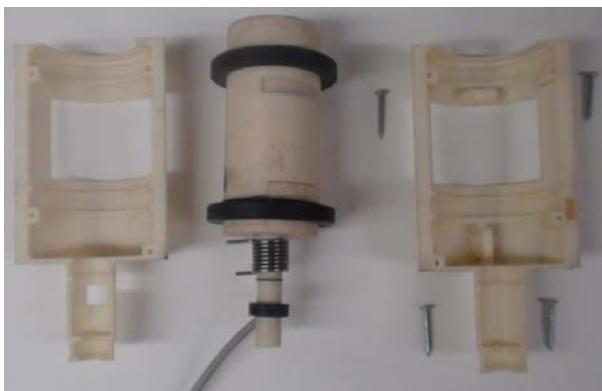


Figura 73. Ensemble 7 de socket.

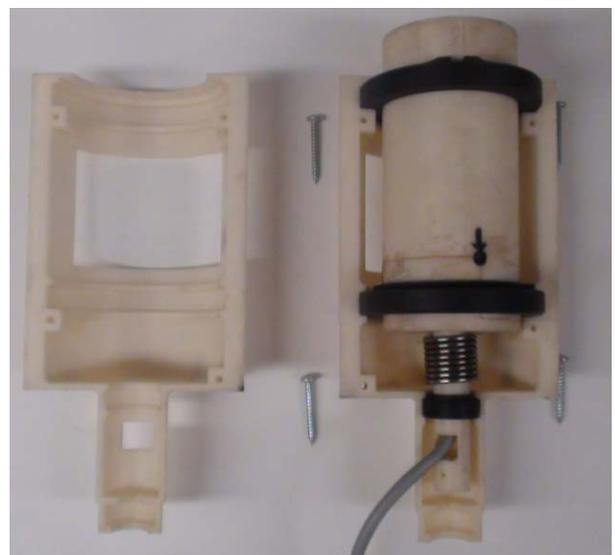


Figura 74. Ensemble 8 de socket.



Figura 75. Ensamble final del socket para la conexión y desconexión del volante extraíble.



Figura 76. Prototipo final de socket y volante extraíble con controles al mando para vehículo eléctrico.

Es en esta fase de diseño donde se logra dar forma física al sistema descrito durante el presente trabajo, es decir, se logra materializar la idea desarrollada durante las etapas de diseño conceptual y diseño de detalle, las cuales fueron aprobadas y revisadas por el líder del proyecto y responsable de la integración de los componentes del vehículo. Como resultado final se obtuvo un producto que servirá como prototipo.

En esta transición del diseño virtual, al prototipo final, el diseñador podrá ver la funcionalidad real del modelo y optimizar aspectos que así lo requieran, tales como la geometría de las piezas, su distribución dentro del sistema, materiales, e incluso la eliminación de elementos que pudieran ser innecesarios.

El proceso de diseño es una actividad que requiere de múltiples iteraciones. En todo momento se trata de hallar la mejor solución posible, lo cual en algunas ocasiones conlleva hacer mejoras en otros puntos del sistema. Para lograr los mejores resultados dentro del proceso de diseño y obtener una fabricación exitosa, los diseñadores deben tomar decisiones en cada etapa o fase de este.

Las decisiones deben estar claramente sustentadas, es decir, el diseñador estará seguro de que su diseño es posible de realizar, para ello, el diseñador deberá analizar con el área técnica de manufactura, la posibilidad de fabricación de cada una de las piezas, así como el proceso de ensamble. La toma consiente de las decisiones en cada fase de diseño, evitara realizar cambios en etapas más avanzadas del proceso, ya que a medida que se avanza dentro de éste, la flexibilidad de cambios es menor y el costo por realizarlos puede resultar costoso.

Desarrollar un producto nuevo, original e innovador, representa un proceso de diseño muy demandante, en el cual el diseñador está constantemente generando ideas que irá mejorando dentro de las primeras etapas de diseño. Un diseño nuevo, no tiene iteraciones anteriores que sirvan como punto de partida, por ello, es necesario estudiar cada componente y justificar su utilización de éste en el modelo preliminar.

El desarrollo de un producto o sistema, por un diseñador sin experiencia, requiere de cuidar cada detalle del modelo, aplicando sus conocimientos para el análisis y cálculo de los elementos involucrados (i.e. resortes, ejes, circuitos, etc.), así mismo éste logra ampliar los conocimientos y adquirir experiencia en el proceso de diseño, identificando cada una de las etapas y su importancia dentro del proceso. El alcance del proyecto nos puede llevar hasta la etapa de fabricación del prototipo, tal como se realizó en este trabajo, donde se tiene interacción directa con el equipo técnico de manufactura. Dentro de esta etapa se destaca la importancia de mantener una excelente comunicación con el equipo técnico de manufactura, con la finalidad de lograr la realización de lo proyectado en el diseño de detalle.

6.Resultados y Conclusiones

Resultados

Los resultados obtenidos en el presente trabajo “*Volante Extraíble con Controles al Mando para Vehículo Eléctrico*”, se pueden resumir de la siguiente manera: se logró el correcto funcionamiento del mecanismo para la instalación, desinstalación, conexión y desconexión eléctrica del volante de dirección, así como del sistema electrónico MEGV, encargado de gestionar la interfaz con el usuario (controles al mando y display) recibiendo y enviando información al control central del vehículo. En cuanto al mecanismo de reversibilidad cabe mencionar que se logró mantener la posición del volante tal como sucede en un vehículo convencional, sin embargo no fue posible transmitir la misma sensación de un vehículo convencional cuando entra en una curva, para lograrlo, será necesario diseñar un mecanismo servoasistido, lo cual no se contempló en el alcance del presente trabajo.

Partir de una idea general a una particular tuvo como resultado crear múltiples caminos para resolver el problema de instalación y desinstalación del volante, pues a medida que se creaban propuestas se iban identificando los retos que la propuesta implicaba

El análisis por elemento finito de las piezas mecánicas del sistema, nos permitió conocer los esfuerzos y desplazamientos a los que están sometidas las piezas bajo las condiciones de carga establecidas. Cabe mencionar que el diseño del eje fue funcional pero se deberá optimizar su diseño en un modelo siguiente ya que los análisis muestran al *eje retorno* y *el eje continuación* bastante sobrados. Con la interpretación de los resultados mostrados, se pudo determinar que cada componente sería capaz de resistir las fuerzas que actúan sobre cada uno de ellos, además, con esto fue posible calcular los factores de seguridad de las piezas sometidas a esfuerzos, garantizando que para una posible sobrecarga, la funcionalidad del sistema no se vería afectada.

La revisión de posibles interferencias en el diseño de CAD permitió una etapa de ensamble exitosa. Los elementos utilizados para la unión de piezas mecánicas (ag. tornillos, seguros omega, etc.) se seleccionaron de catálogos comerciales,

logrando así una rápida adquisición de estos y también una reducción en los costos de producción.



Figura 77. Volante Extraíble con Controles al Mando para Vehículo Eléctrico.

El diseño final cumple con lo establecido en la lista de requisitos donde se indican las funciones necesarias así como las restricciones del volante. Este primer prototipo, funcional en su tamaño real, le permite al equipo de diseño someterlo a pruebas para poder identificar puntos críticos de operación y para poder hacer mejoras en el diseño (en caso de ser necesarias).

Si bien se trata de un prototipo, se cuenta con la información a detalle para la fabricación a mediana escala de los dispositivos mecánicos y en el caso del sistema eléctrico (LCD, microcontrolador, teclado) se cuenta con el diseño final.

Conclusiones

En el diseño de un producto, es importante establecer desde el principio, un proceso que permita avanzar de manera ordenada, progresiva y ágil a través del desarrollo de producto. Dicho proceso puede constituirse de múltiples etapas y subprocesos, según convenga, pero es necesario dentro de cualquiera de ellas, considerar la elaboración de la lista de requisitos, basada en las necesidades humanas y del cliente. Esta lista permite al diseñador poder clarificar la idea general, especificando las funciones y restricciones del producto, con la finalidad de hacer una búsqueda objetiva de soluciones. Usar la creatividad mediante el trazo de bocetos donde se indiquen las posibles configuraciones y la aplicación de principios científicos que sustenten el correcto desempeño de los elementos del sistema, es también una actividad indispensable dentro de cualquier metodología de diseño.

La metodología empleada en este trabajo inicia con una definición detallada del problema como base para la elaboración de la lista de requisitos. La adecuada elaboración de dicha lista se sustentó en la consideración de todas las funciones y restricciones involucradas en el diseño, identificando así claramente las características de este. Convertir datos cuantitativos en cualitativos, es de gran utilidad para al hacer una síntesis del problema con la cual es posible realizar una búsqueda concreta de información y soluciones.

Buscar información es una actividad que permite ver la forma en las que otros ingenieros han solucionado un problema igual o similar. Esto le da la oportunidad al diseñador de generar ideas mediante el análisis y la síntesis de la información recabada. La combinación de funciones y características de los diseños actuales, así como la aportación de nuevas ideas, dan como resultado un producto innovador y competente dentro del mercado actual.

El diseño conceptual es una fase crucial en la creación de productos y sistemas técnicos, pues es en esta etapa donde se obtiene la idea preliminar que servirá para la elaboración del prototipo. Las actividades más demandadas en esta etapa son:

- **Abstracción:** Se requiere de ella particularmente para:
 - Identificar los problemas esenciales involucrados
 - Establecer una estructura de funciones
 - Determinar los principios de trabajo que integren el esquema de clasificación.
- **Pensamiento lógico y sistemático:** Es de gran ayuda en:
 - El análisis del sistema y su proceso de funcionamiento
 - En la combinación de elementos y su viabilidad de fabricación
 - En la identificación de fallas y en evaluación de soluciones
- **Habilidad creativa:** Permite la elaboración de:
 - Múltiples soluciones al problema de diseño, basados en la estructura de funciones y combinando elementos del esquema de clasificación, sin perder de vista los requisitos y objetivos.

Al finalizar esta etapa, el diseñador junto con el equipo de trabajo, seleccionan la configuración que cumple con los requisitos y ha sido evaluada, indicando sus ventajas y posibles desventajas sobre el resto de las propuestas.

La elaboración de un prototipo tiene como propósito mostrar la funcionalidad del sistema, su composición y su tamaño real. Para lograr la elaboración de un prototipo final y funcional, será necesario hacer un modelo virtual donde se muestre la correcta interacción de los componentes y subsistemas. Inicialmente se dimensiona el diseño conceptual elegido partiendo de las subsunción que repercute directamente con la función principal del sistema. Para las subfunciones que resulten difíciles de evaluar virtualmente, se deben realizar prototipos rápidos que muestren su funcionalidad dentro del sistema. Tener la seguridad de que se ha dimensionado correctamente y que todos las subfunciones trabajan

adecuadamente dentro del sistema, reduce el riesgo de fabricar un prototipo no funcional.

Definir las características finales de cada componente del sistema requiere de un estudio y evaluación detallada dentro de la etapa de diseño de detalle. La elaboración de cálculos matemáticos y de análisis por elemento finito en esta etapa, dan al diseñador la certeza de que cada componente o subsistema, resistirá las condiciones de fuerza, corriente o voltaje establecidas. Aun en esta etapa tan avanzada de diseño es posible encontrar puntos débiles que pudieran poner en riesgo el desempeño del sistema, lo cual implica en el mejor de los casos, hacer mejoras al componente o incluso retomar el proceso de diseño en la etapa de diseño conceptual. El resultado de esta etapa son los planos de fabricación, planos de ensamble y lista de materiales, los cuales han sido analizados y aprobados junto con el equipo técnico de manufactura, el cual será el responsable de darle forma física al modelo.

La fabricación es la etapa final del proceso de diseño de este trabajo, es donde el diseñador junto con el equipo de trabajo tienen la satisfacción de ver construidas las piezas y subsistemas a los cuales se les han invertido tiempo y esfuerzo, mediante la investigación, análisis y desarrollo de pruebas de funcionamiento que se realizaron en las diferentes etapas del proceso. A través de la fabricación del prototipo final es posible evaluar el funcionamiento general del sistema e identificar posibles conflictos, que de existir, deberán modificarse dentro de las primeras etapas de fabricación de este, evitando gastos que repercutirían significativamente dentro de la empresa al fabricar un producto no funcional.

Aplicar una metodología de diseño según las necesidades del producto, no es una garantía de obtener resultados satisfactorios en la primer solución. Diseñar es una actividad que requiere de hacer múltiples iteraciones a lo largo del proceso y subprocesos. Desde partir de la abstracción que permita buscar nuevas soluciones a un problema, hasta la viabilidad de fabricación y construcción, es una actividad que se puede repetir tantas veces como sea posible, observando que

cuando menos cambios existan entre la interacción actual y la anterior, se estará logrando la solución deseada.

La comunicación con el equipo de trabajo es la columna vertebral en todo proceso de diseño, esto permite el intercambio de ideas, hacer una correcta interpretación de los problemas y sobre todo, solucionarlos de la mejor manera y en el menor tiempo posible. Por tal motivo deberá existir un líder del proyecto responsable de guiar e integrar el equipo de trabajo, evitando la divagación en propuestas de solución subjetivas por parte de los diseñadores y logrando así lo proyectado al principio del trabajo.

Sección de Apéndices

7. a Apéndice A

Circuito eléctrico auxilia el ajuste del contraste

El siguiente circuito eléctrico auxilia el ajuste del contraste:

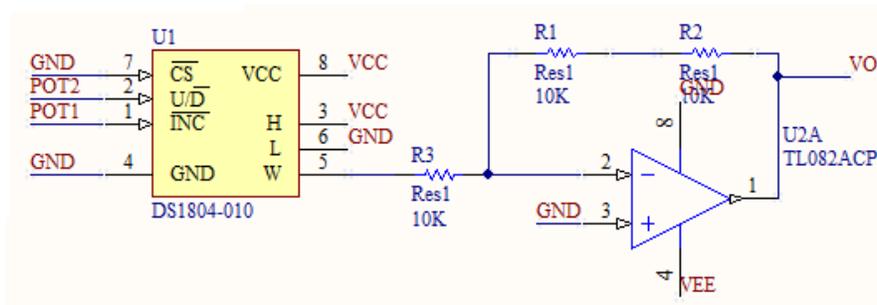


Figura 82. Circuito auxiliar para ajuste de contraste.

Básicamente, para modificar el contraste se tiene que modificar un voltaje en el pin **VO** de la LCD, dicho voltaje debe variar de **0,-10 [V]**.

A través de un potenciómetro digital (**DS1804-010**) se puede modificar un voltaje entre **0,5 [V]**. Usando un amplificador operacional como inversor (**TL082ACP**) se multiplica el voltaje por el factor de **-2**, logrando tener el voltaje deseado de **0,-10[V]**, el cual se aplica directamente por el pin **VO**.

Composición del teclado del vehículo.

El teclado consta de dos plantillas, la primera es la interfaz y la segunda es el circuito eléctrico, se muestran a continuación.

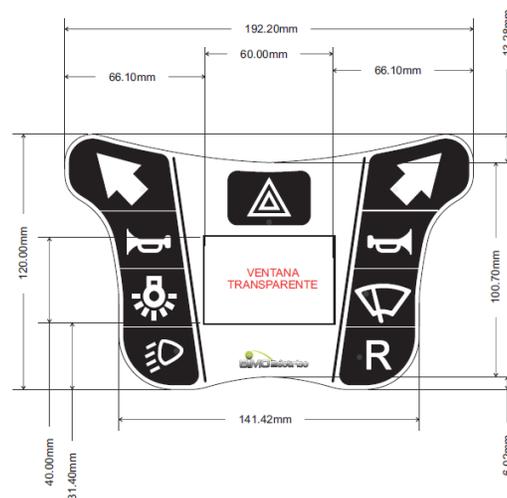


Figura 83. Teclado (interfaz con el usuario).

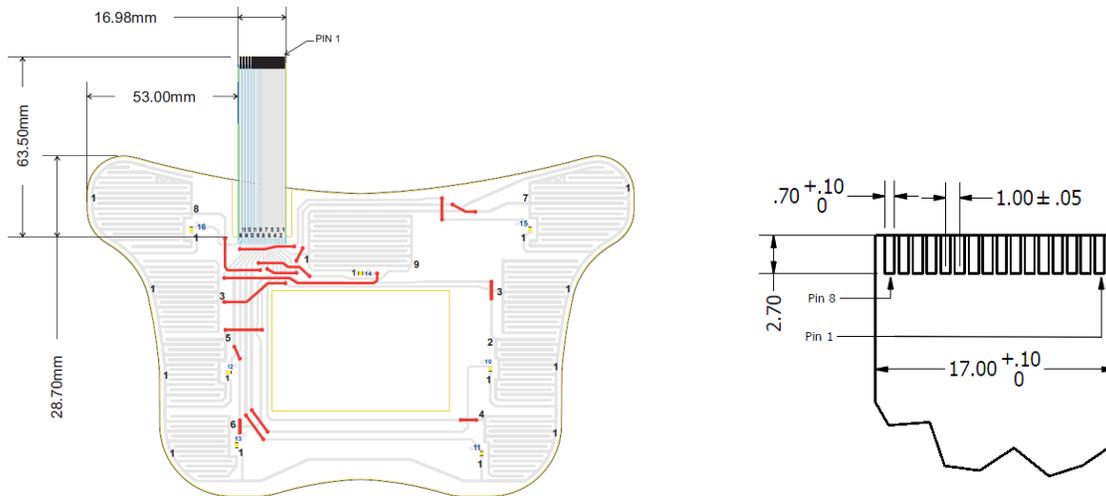


Figura 84. Circuito electrónico del teclado.

Las dimensiones del teclado están en milímetros.

Se ha diseñado un conector plano para la conexión eléctrica, es un conector de doble capa, es decir, por el frente se muestran los pines del 1 al 8, y por el reverso están los pines del 9 al 16. Exactamente detrás del pin 8 se encuentra el pin 9 y exactamente detrás del pin 1 está el pin 16.

Memoria RAM.

La siguiente tabla muestra una relación de las variables mapeadas en los sectores indicados, se señala además el valor de inicialización y una breve descripción de su uso.

Variable	Dirección física	Valor inicial	Descripción
PAGINA	0x0100	-	Página a escribir en el display
CHIP	0x0101	-	Chip (sección) seleccionada para escribir en el display
ADRH	0x0102	-	Dirección alta usada para la EEPROM
ADRL	0x0103	-	Dirección baja usada para la EEPROM
Y1	0x0104	-	Columna de inicio del display
Y2	0x0105	-	Columna de fin en el display
PAG1	0x0106	-	Página de inicio en el display
PAG2	0x0107	-	Página de fin en el display

AUX1	0x0108	-	Registro auxiliar de almacenamiento
AUX2	0x0109	-	Registro auxiliar de almacenamiento
VEL	0x010A	0x00	Velocidad actual del vehículo
BAT	0x010B	0x00	Nivel de batería actual de vehículo
KIL	0x010C	0x00	Kilómetros estimados actuales del auto
FONDO2H	0x010D	0x00	Dirección alta en la EEPROM del fondo para el chip 2
FONDO2L	0x010E	0x00	Dirección baja en la EEPROM del fondo para el chip 2
FONDO1H	0x010F	0x01	Dirección alta en la EEPROM del fondo para el chip 1
FONDO1L	0x0110	0xFF	Dirección baja en la EEPROM del fondo para el chip 1
NUM0VH	0x0111	0x04	Dirección alta en la EEPROM del número 0 para la velocidad
NUM1VH	0x0112	0x05	Dirección alta en la EEPROM del número 1 para la velocidad
NUM2VH	0x0113	0x06	Dirección alta en la EEPROM del número 2 para la velocidad
NUM3VH	0x0114	0x07	Dirección alta en la EEPROM del número 3 para la velocidad
NUM4VH	0x0115	0x08	Dirección alta en la EEPROM del número 4 para la velocidad
NUM5VH	0x0116	0x09	Dirección alta en la EEPROM del número 5 para la velocidad
NUM6VH	0x0117	0x0B	Dirección alta en la EEPROM del número 6 para la velocidad
NUM7VH	0x0118	0x0C	Dirección alta en la EEPROM del número 7 para la velocidad
NUM8VH	0x0119	0x0D	Dirección alta en la EEPROM del número 8 para la velocidad
NUM9VH	0x011A	0x0E	Dirección alta en la EEPROM del número 9 para la velocidad
NUM0VL	0x011B	0x00	Dirección baja en la EEPROM del número 0 para la velocidad
NUM1VL	0x011C	0x30	Dirección baja en la EEPROM del número 1 para la velocidad
NUM2VL	0x011D	0x60	Dirección baja en la EEPROM del número 2 para la velocidad
NUM3VL	0x011E	0x90	Dirección baja en la EEPROM del número 3 para la velocidad
NUM4VL	0x011F	0xC0	Dirección baja en la EEPROM del número 4 para la velocidad
NUM5VL	0x0120	0xF0	Dirección baja en la EEPROM del número 5 para la velocidad
NUM6VL	0x0121	0x20	Dirección baja en la EEPROM del número 6 para la velocidad
NUM7VL	0x0122	0x50	Dirección baja en la EEPROM del número 7 para la velocidad
NUM8VL	0x0123	0x80	Dirección baja en la EEPROM del número 8 para la velocidad
NUM9VL	0x0124	0xB0	Dirección baja en la EEPROM del número 9 para la velocidad
FONDOY1	0x0125	0	Columna de inicio en el display para el fondo
FONDOY2	0x0126	63	Columna de fin en el display para el fondo
VEL1Y1	0x0127	24	Columna de inicio en el display para la velocidad en el chip1
VEL1Y2	0x0128	61	Columna de fin en el display para la velocidad en el chip1
VEL2Y1	0x0129	2	Columna de inicio en el display para la velocidad en el chip2
VEL2Y2	0x012A	39	Columna de fin en el display para la velocidad en el chip2
DIS1Y1	0x012B	42	Columna de inicio en el display para los kilómetros en el chip1
DIS1Y2	0x012C	50	Columna de fin en el display para los kilómetros en el chip1
DIS2Y1	0x012D	53	Columna de inicio en el display para los kilómetros en el chip2
DIS2Y2	0x012E	61	Columna de fin en el display para los kilómetros en el chip2
BAT1Y1	0x012F	1	Columna de inicio en el display para la batería en el chip1
BAT1Y2	0x0130	9	Columna de fin en el display para la batería en el chip1
BAT2Y1	0x0131	12	Columna de inicio en el display para la batería en el chip2
BAT2Y2	0x0132	20	Columna de fin en el display para la batería en el chip2
BARRY1	0x0133	5	Columna de inicio en el display para la barra de la batería
BARRY2	0x0134	14	Columna de fin en el display para la barra de la batería

NUM0DKH	0x0135	0x10	Dirección en la EEPROM del número 0 para la batería/kilómetros
NUM1DKH	0x0136	0x0F	Dirección alta en la EEPROM del número 1 para la batería/kilómetros
NUM2DKH	0x0137	0x0F	Dirección alta en la EEPROM del número 2 para la batería/kilómetros
NUM3DKH	0x0138	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 3 para la batería/kilómetros
NUM4DKH	0x0139	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 4 para la batería/kilómetros
NUM5DKH	0x013A	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 5 para la batería/kilómetros
NUM6DKH	0x013B	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 6 para la batería/kilómetros
NUM7DKH	0x013C	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 7 para la batería/kilómetros
NUM8DKH	0x013D	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 8 para la batería/kilómetros
NUM9DKH	0x013E	0x10	Dirección alta en la EEPROM del número 9 para la batería/kilómetros
NUM0DKL	0x013F	0x82	Dirección baja en la EEPROM del número 0 para la batería/kilómetros
NUM1DKL	0x0140	0xE0	Dirección baja en la EEPROM del número 1 para la batería/kilómetros
NUM2DKL	0x0141	0xF2	Dirección baja en la EEPROM del número 2 para la batería/kilómetros
NUM3DKL	0x0142	0x04	Dirección baja en la EEPROM del número 3 para la batería/kilómetros
NUM4DKL	0x0143	0x16	Dirección baja en la EEPROM del número 4 para la batería/kilómetros
NUM5DKL	0x0144	0x28	Dirección baja en la EEPROM del número 5 para la batería/kilómetros
NUM6DKL	0x0145	0x3A	Dirección baja en la EEPROM del número 6 para la batería/kilómetros
NUM7DKL	0x0146	0x4C	Dirección baja en la EEPROM del número 7 para la batería/kilómetros
NUM8DKL	0x0147	0x5E	Dirección baja en la EEPROM del número 8 para la batería/kilómetros
NUM9DKL	0x0148	0x70	Dirección baja en la EEPROM del número 9 para la batería/kilómetros
BINARIO	0x0149	-	Numero binario a convertir en BCD
UNID	0x014A	-	Unidades del resultado BCD
DECE	0x014B	-	Decenas del resultado BCD
BOTS	0x014C	0x00	Estado actual del funcionamiento de los botones, 0:FUNCION apagada, 1: FUNCION encendida
LDS	0x014E	0x00	Estado actual del encendido de los LED, 0: LED apagado, 1: LED encendido
VEL2	0x014F	0x01	Velocidad anterior del auto
BAT2	0x0150	0x01	Nivel de batería anterior del auto
KIL2	0x0150	0x01	Kilómetros anteriores del auto
RX_PROC	0x0152	-	1er byte recibido, es el ID del dispositivo que envía
RX_DEST	0x0153	-	2do byte recibido, es el ID del dispositivo que recibe
RX_DAT0	0x0154	-	3er byte recibido, información
RX_DAT1	0x0155	-	4to byte recibido, información
RX_DAT2	0x0156	-	5to byte recibido, información
RX_DAT3	0x0157	-	6to byte recibido, información
RX_CRC	0x0158	-	7mo byte recibido, CRC recibido
TX_PROC	0x0159	-	1er byte enviado, es el ID del dispositivo que envía
TX_DEST	0x015A	-	2do byte enviado, es el ID del dispositivo que recibe
TX_DAT0	0x015B	-	3er byte enviado, información
TX_DAT1	0x015C	-	4to byte enviado, información
TX_DAT2	0x015D	-	5to byte enviado, información
TX_DAT3	0x015E	-	6to byte enviado, información
TX_CRC	0x015F	-	7mo byte enviado, información
CRC	0x0160	-	CRC calculado
DATO	0x0161	-	Dato 0 para calcular CRC

DAT1	0x0162	-	Dato 1 para calcular CRC
DAT2	0x0163	-	Dato 2 para calcular CRC
DAT3	0x0164	-	Dato 3 para calcular CRC
FLAGS	0x0165	0x00	Byte que contiene diversas banderas
VELLP	0x0166	0x00	Velocidad de limpiaparabrisas
VELLP2	0x0167	-	Velocidad de limpiaparabrisas con bit de freno
cont1	0xFF0	-	Contador usado en retardos
cont2	0xFF1	-	Contador usado en retardos
cont3	0xFF2	-	Contador usado en retardos
contA	0xFF3	-	Contador para desplegar datos en el display
contB	0xFF4	-	Contador para desplegar datos en el display
contC	0xFF5	NUM	Contador de interrupción para TIMER1A
		INT	
contD	0xFF6	7	Contador para direccional 1
contE	0xFF7	7	Contador para direccional 2
contF	0xFF8	7	contador para interrupciones
contG	0xFF9	0	contador para datos por RS232
contH	0xFFA	-	Contador para limpiaparabrisas
contI	0xFFB	60	Contador para contraste

Como se puede observar algunas variables no son inicializadas al inicio del programa, esto es porque no es necesario tener un valor de inicialización, dichas variables adquieren un valor inicial cuando son usadas en sus respectivas rutinas.

Las variables sombreadas en color rojo son registros especiales del microcontrolador, sin embargo también se usan como variables. Dichos registros pueden ser modificados directamente sin hacer uso del acumulador A.

Dentro del programa se utilizan algunas constantes, se muestran a continuación.

Nombre	Valor	Uso
NUMINT	20	Número de interrupciones para refrescar la pantalla
ID_MASTER	0xAA	ID del maestro (procesador central)
ID_SLAVE	0xCC	ID del esclavo (COP8)
READ	0x03	Comando para leer datos de la EEPROM
PAG_A	0xB8	Página 1 del display
PAG_B	0xB9	Página 2 del display
PAG_C	0xBA	Página 3 del display
PAG_D	0xBB	Página 4 del display

PAG_E	0xBC	Página 5 del display
PAG_F	0xBD	Página 6 del display
PAG_G	0xBE	Página 7 del display
PAG_H	0xBF	Página 8 del display

Dentro del programa también se utilizan con frecuencia algunos bits de varios registros, por lo que para evitar confusión, se les ha asignado un identificador a algunos de estos bits (algunos de ellos no se utilizan):

Registro	Bit	Identificador	Descripción	Usado con
PORTED	0	DI	1: enviar datos 0: enviar instrucción	LCD
	1	RW	0: enviar información	
	2	RST	0: pulso de reset	
	3	ENA	1: LCD habilitada 0: LCD deshabilitada	
	4	CS1	1: chip 1(seccion1) seleccionada	
	5	CS2	1: chip 2(seccion2) seleccionada	
	6	LED_LCD	1: LED encendido 0: LED apagado	
	7	INCR	Pulsos para incrementar o decrecer resistencia	Potenciómetro digital
PORTBP	0	B_DIR1	1: botón No presionado 0: botón presionado	Botones del teclado
	1	B_DIR2		
	2	B_INTE		
	3	B_LE		
	4	B_LI		
	5	B_REV		
	6	B_LIP		
	7	B_CLX		
PORTCD	0	B_DIR1	1: LED encendido 0: LED apagado	
	1	B_DIR2		
	2	B_INT		
	3	B_LE		
	4	B_LI		
	5	B_REV		
	6	B_LIP		
	7	B_CLX		
PORTGC	4	MOSI	Señal de salida de SPI	EEPROM
	5	CLK	Señal de reloj para SPI	
	6	MISO	Señal de entrada de SPI	
PORTFD	0	HOLD	1: comunicación activa 0: pausar comunicación	EEPROM

	1	WP	1: Funciones R/W normal 0: Chip protegido	Potenciómetro digital
	2	CS	1: Chip deshabilitado 0: Chip habilitado	
	3	U_D	1: Potenciómetro UP 0: Potenciómetro DOWN	
FLAGS	0	RXFULL	1: Se han recibido todos los bytes 0: Comunicación en progreso	Programación
	1	TXFULL	1: Se han enviado todos los bytes 0: Comunicación en progreso	
	2	CONT_ON	1: Modo contraste encendido 0: Modo contraste apagado	
PORTLD	4	ENRS	1: Enviar información 0: recibir información	RS232
	5	RXTX	Control de flujo (solo en pruebas) 1: Enviar información 0: Recibir información	

Diseño de la tarjeta electrónica (PCB) del sistema electrónico

El plano del circuito electrónico final se puede encontrar como VET-SCM-600 dentro de los archivos del proyecto.

Una vez conocidos todos los elementos y el funcionamiento de todos los elementos que componen al sistema electrónico, se ha realizado un sencillo diseño de una tarjeta electrónica, sin ahondar en tantos detalles se muestran algunas características de la misma:

- Material de soporte: **FR4 Tg130**.
- 2 capas.
- Grosor del material: .062"
- Mínimo espacio libre entre pista: .4[mm]
- Mínimo ancho de pista: .4 [mm]
- Diámetro de agujeros: .7 [mm], .9[mm] y 3[mm]
- Tipo de cobre: 1[oz]
- Máscara antisoldaje: verde
- Máscara de componentes: blanca
- Dimensión: 120[mm] x 85[mm]

Se muestran a continuación las 2 capas del trazado de las pistas, en azul capa posterior y en rojo capa superior:

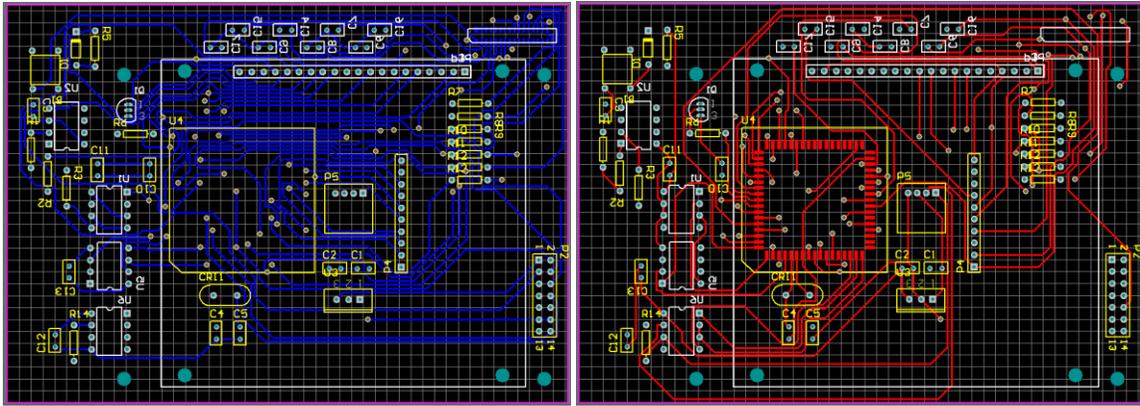


Figura 85. Capas del trazado de las pistas de la tarjeta electrónica.

Finalmente algunas fotos de la tarjeta fabricada:



Figura 86. Configuración real final de la PCB con todos sus componentes.

En la siguiente figura se observan algunas dimensiones importantes de la PCB, en el Apéndice C, se puede observar a detalle en el plano VET-SCM-503:

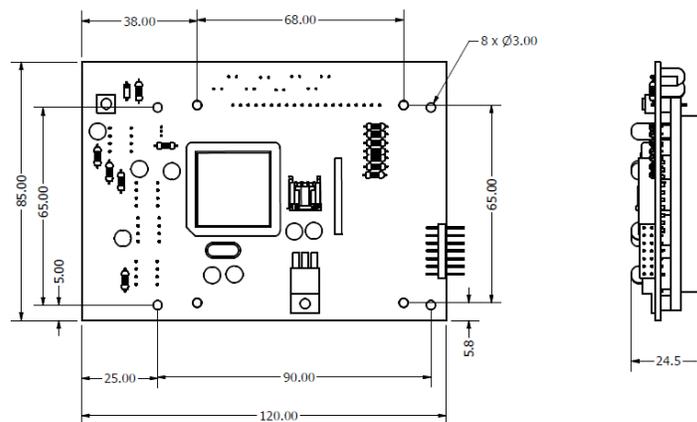


Figura 87. Dimensiones de la PCB

El teclado fue fabricado de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Carátula:

- policarbonato hp92s de 7 mil.
- 5 tintas; negro, negro translucido, blanco, Blanco translucido y verde.
- Adhesivo 3m467.

Circuito:

- Poliéster de 5 mil.
- Espaciador de 21 mil.
- 7 LED ámbar.
- Refuerzo atrás de conector de 7 mil.
- Película protectora en lengüeta.
- Tintas: plata conductiva, grafito
- Adhesivo 3m467.



Figura 88. Teclado del volante listo para instalar

En la figura se muestra su realización.

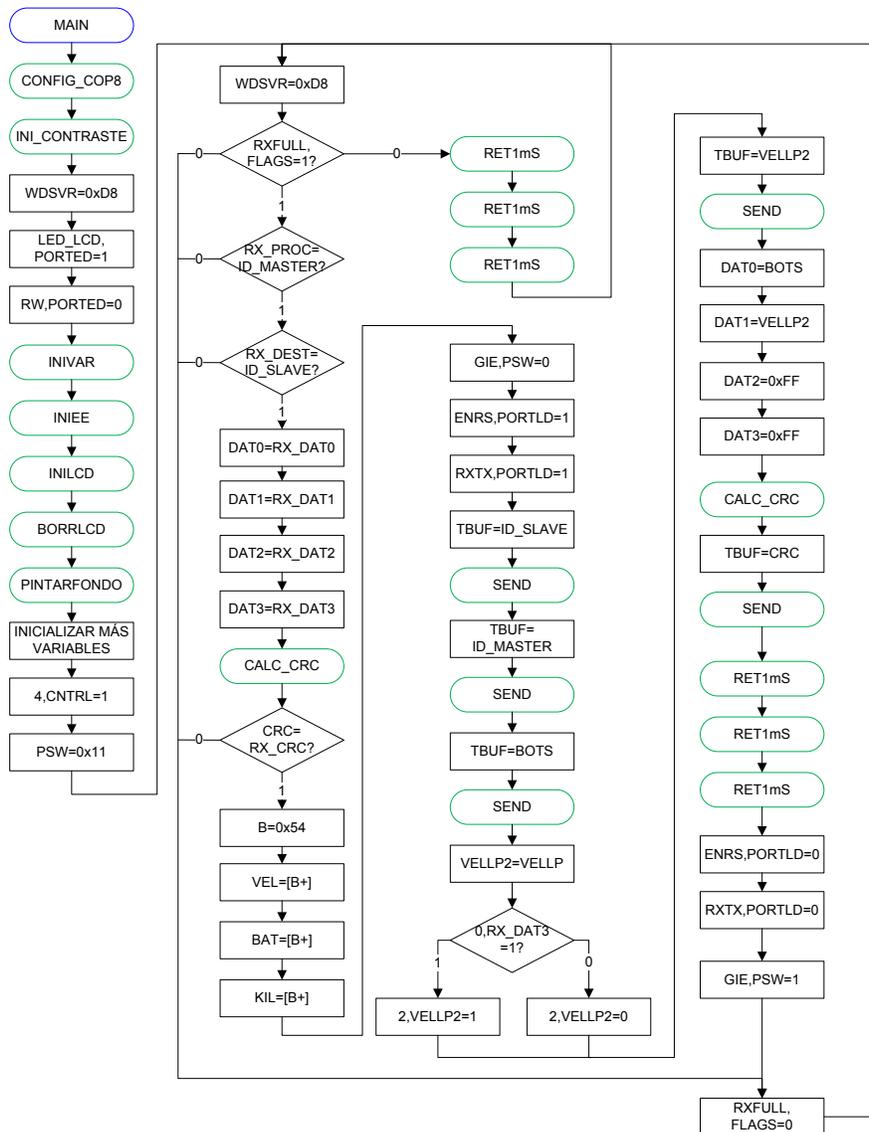
En la siguiente figura se muestra todo el sistema funcionando.



Figura 89. Prototipo final funcional del volante

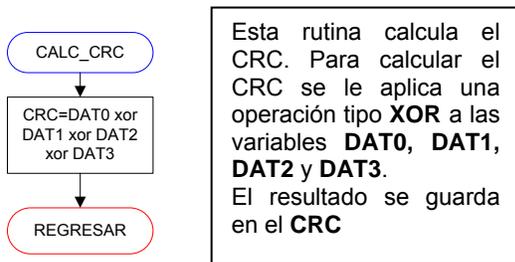
7. b Apéndice B.

Rutina principal del programa

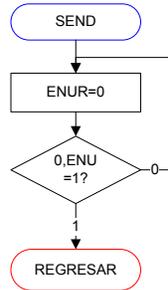


- La primera tarea es configurar el COP8, inicializar los periféricos externos y las variables, después se reinicia el **Watchdog**.
- Debido a que los datos se reciben usando interrupciones, el primer "IF" decide si todos los datos recibidos (**RXFULL**) han llegado, en caso de que no, se espera hasta que así sea. Esta bandera se prende dentro de una interrupción.
- Cuando todos los datos han llegado (por parte del procesador central), se procede a validarlos, con el **ID_MASTER**, **ID_SLAVE** y el **CRC**. Si no son validos, se abandona la rutina y no se envía la información de regreso al procesador central.
- Si los datos son validos, se guardan las respectivas variables para **VEL**, **BAT**, **KILL**.
- Una vez hecho eso, se procede a enviar información (al procesador central), debido a que este procedimiento no se realiza con interrupciones se apagan todas las interrupciones con **GIE**, **PSW** (la única interrupción que podría ocurrir es un desbordamiento del **TIMER1**, como dicha interrupción no es crítica puede esperar; la interrupción por **RS232** no puede ocurrir porque solo ocurriría cuando el procesador central envía información, y en este momento está esperando información).
- Se habilita el envío de información (**ENRS**, **RXTX**).
- Se envían (**SEND**) los datos (**ID_SLAVE**, **ID_MASTER**, **BOTS**, **VELLP2** y **CRC**), y finalmente se deshabilita el envío de información (para habilitar la recepción de información, **ENRS**, **RXTX**) y se habilitan de nuevo las interrupciones (**GIE**, **PSW**) para reiniciar todo el proceso nuevamente

Rutina para calcular CRC

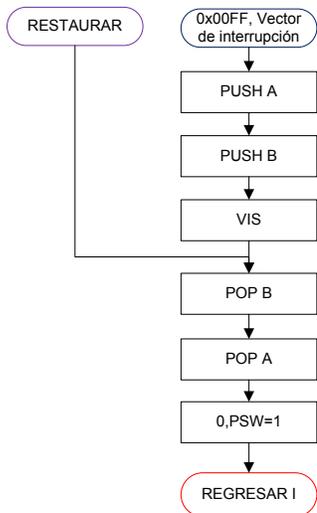


Rutina para enviar datos vía RS232

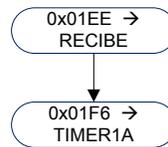


Esta rutina envía datos vía **RS232**. Para entrar a esta rutina se tuvo que haber cargado antes en el registro **TBUF** algún valor. Se borran las banderas de error, **ENUR**. Cuando el bit **0, ENU** sea 1, la transmisión habrá terminado, dicho bit se hace 0 cuando se carga un nuevo valor en **TBUF**.

Rutina programada en el vector de interrupción



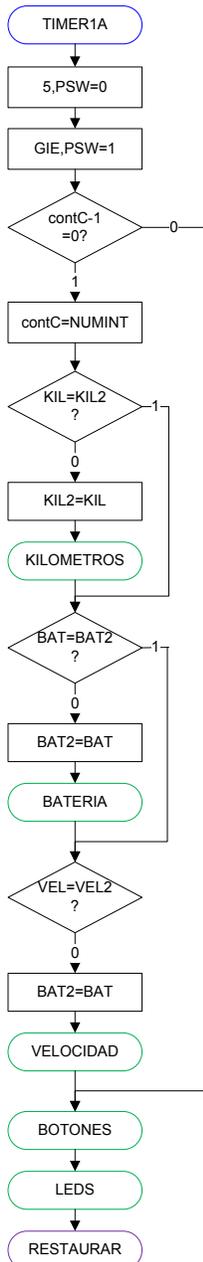
Vectores de las subrutinas de interrupción



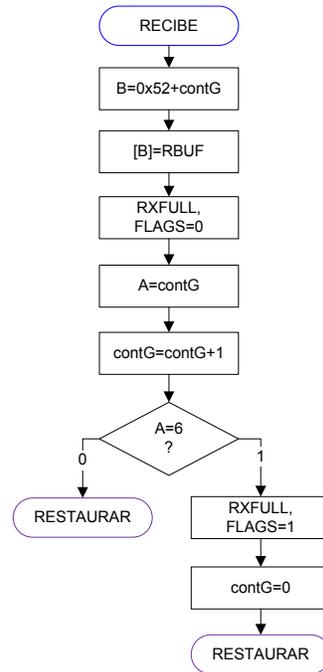
- El código de la subrutina de interrupción **RECIBE** está ubicado en la dirección **0x01EE**.
- El código de la subrutina de interrupción **TIMER1A** está ubicado en la dirección **0x01F6**.

- Solo se puede acceder a esta rutina a través de una interrupción.
- Las interrupciones esperadas son debido a un desbordamiento del **TIMER1** o recibir un dato por **RS232**.
- La rutina se ubica en **0x00FF** de la memoria FLASH del programa.
- Entrando a la rutina se guardan los valores de **A** y **B**.
- **VIS** redirecciona el contador del programa automáticamente a la dirección donde se ubica la subrutina de la interrupción generada.
- Cada subrutina de interrupción regresa a través de la etiqueta **RESTAURAR**.
- Finalmente se restauran los valores de **A** y **B** y se restablecen las interrupciones (**0, PSW**).

Rutina de interrupción por desbordamiento en TIMER1



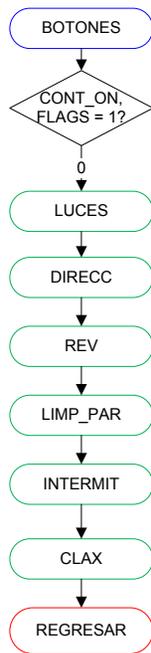
Rutina de interrupción por recepción en RS232



- Esta interrupción se genera cuando a través de **RS232** se ha recibido algún dato.
- El dato recibido (**RBUF**) se guarda en la dirección de memoria **0x52+contG**.
- La dirección de memoria donde empiezan las variables que guardan los datos recibidos es **0x52**; inicialmente **contG=0**.
- Al leer **RBUF** la bandera de interrupción se hace 0 automáticamente
- Se incrementa **contG**, para que el siguiente dato se guarde en la siguiente dirección de memoria (e.g. **0x53**).
- Cuando **contG=6** (se han recibido los 7 datos esperados) se procede a prender la bandera **RXFULL** (ver rutina **MAIN**), además se reinicia **contG**.
- Si **contG** aun no es igual a 6, simplemente abandonamos la interrupción.

- Esta interrupción se genera cuando se desborda el **TIMER1**, después del auto load A y el auto load B.
- La bandera de interrupción del **TIMER1** se apaga (**5, PSW**).
- se enciende la bandera de interrupción global (**GIE, PSW**), debido a que la interrupción por **RS232** puede ocurrir en cualquier momento y tiene más prioridad que el **TIMER1**.
- Para ejecutar el código de la interrupción se requieren generar 20 (**NUMINT**) interrupciones (esto para refrescar la pantalla cada segundo).
- Cuando **contC=0**, se reinicia **contC=20** y además es momento de actualizar la información en la pantalla (velocidad, batería y kilómetros).
- Cada dato actualiza (e.g. **VEL**) se compara con el anterior (e.g. **VEL2**), en caso de que sean iguales, no hay nada que actualizar, en caso de ser diferentes se actualizan con una subrutina (e.g. **VELOCIDAD**).
- Finalmente, se lee el teclado (**BOTONES**) y se actualizan los LED (**LEDS**), estas 2 subrutinas se realizan en cada interrupción, es decir no hay que esperar 20 interrupciones.

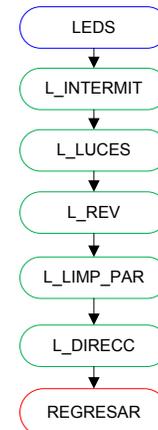
Rutina para checar los botones del teclado



Esta rutina actualiza el estado de los botones del teclado.

- Inicialmente se pregunta si el sistema se encuentra en modo contraste
- De ser así, ignoramos lo que suceda con los demás botones y saltamos a la rutina **CONTRASTE**.
- De otro modo, revisamos todos los botones.

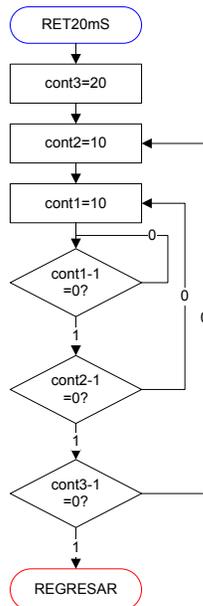
Rutina para actualizar los LED del teclado



Esta rutina actualiza los LED del teclado.

- Siempre que se ejecuta esta rutina se actualizan los LED del teclado en el orden mostrado

Rutina principal de retardos

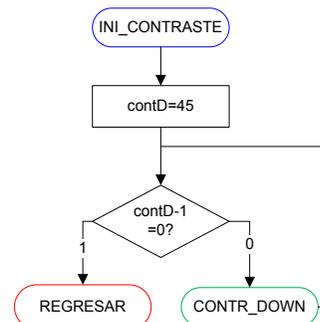


Esta rutina genera un retardo.

Utilizando conteos descendientes se genera el retardo, de acuerdo al valor de **cont3**, **cont2**, **cont1** y a la cantidad de dichos contadores se pueden generar retardos de diferentes magnitudes.

En el programa también se utilizan retardos de 1 [ms] y .5 [ms].

Rutina para inicializar

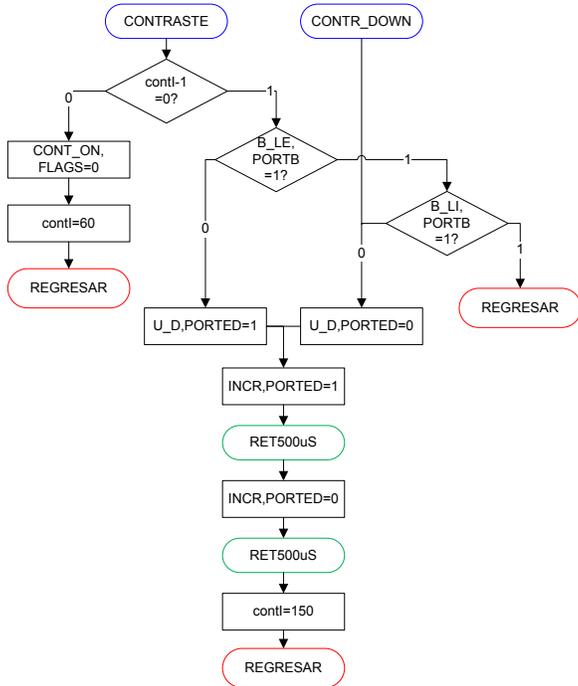


Esta rutina establece el valor inicial del contraste en el LCD.

Debido a que el potenciómetro usado no tiene memoria (tampoco la LCD) para guardar el último contraste, se tiene que tener un contraste inicial.

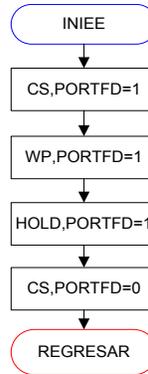
La LCD inicia siempre con un contraste muy alto, por lo que al inicializarlo se reduce (**CONTR_DOWN**) con el contador **contD**.

Rutina para modificar contraste



- Esta rutina tiene dos entradas, **CONTRASTE** y **CONTR_DOWN**, ya que existen dos formas de acceder a esta rutina (inicialización y con botones).
- A través de los botones (**B_LE**: aumentar y **B_LI**: reducir) se modifica el contraste.
- Para aumentarlo (**U_D = 0**) o reducirlo (**U_D = 1**) se genera un pulso a través de **INCR**.
- El primer "IF" reduce a **contl**, cuando este llega a 0, se abandona la rutina, y se le asigna el valor de 60 a **contl**, además se apaga la bandera de contraste (**CONT_ON**).
- El contador **contl** se reinicia a 150 con cada modificación de contraste.
- NOTA: hay que esperar 5 segundos (**contl = 150**) sin presionar ningún botón para salir del modo contraste y presionar 2 segundos (**contl = 60**) el botón **B_LE** para entrar al modo contraste (ver rutina **LUCES**).

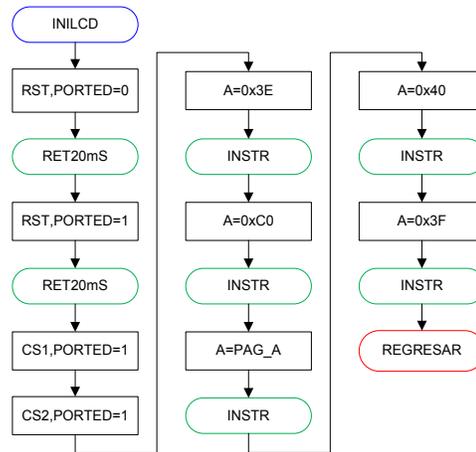
Rutina para inicializar EEPROM



Esta rutina inicializa la EEPROM:

- Se deshabilita el chip de la EEPROM (**CS**).
- Se habilitan las funciones de la EEPROM (**WP**).
- se activa la comunicación (**HOLD**).
- Se habilita el chip de la EEPROM (**CS**).

Rutina para inicializar LCD



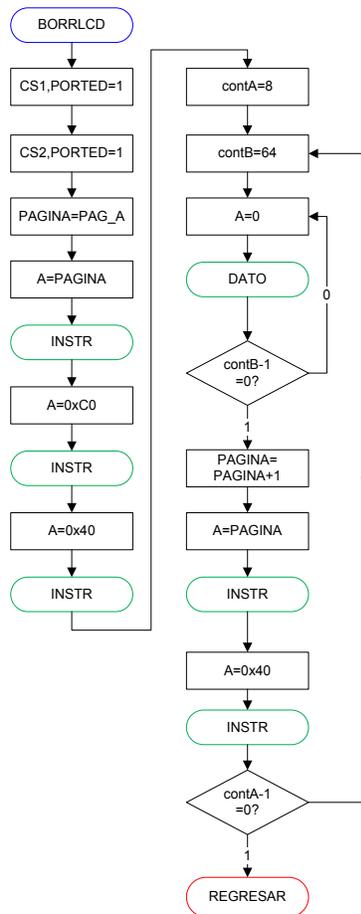
Esta rutina inicializa el LCD.

Se manda un pulso de reset (**RTS**), se habilitan las dos secciones (**CS1**, **CS2**).

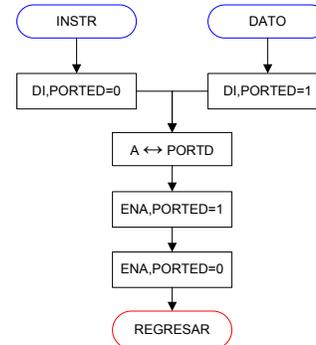
Se envían las instrucciones:

- **0x3E**: se apaga el display.
- **0xC0**: inicio de despliegue será columna 0.
- **0xB9**: la página de inicio es la parte superior de la LCD.
- **0x40**: la columna de inicio es la parte izquierda de la LCD.
- **0x3F**: se enciende el display.

Rutina para borrar LCD



Rutina para enviar a la LCD una instrucción o un dato



Esta rutina envía un comando o un dato a la LCD.

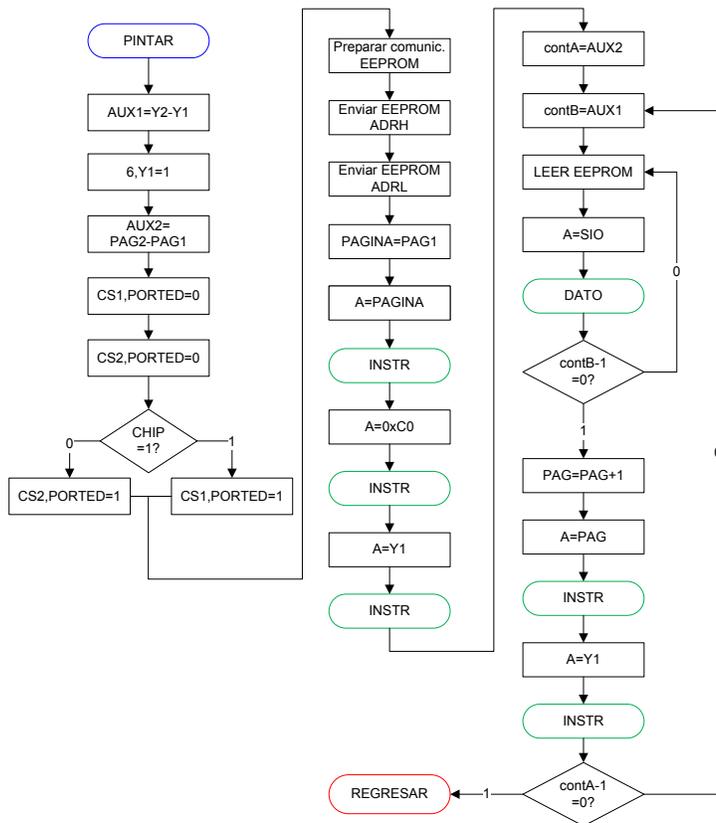
- Se puede acceder a esta rutina ya sea a través de **INSTR** o **DATO**, la única diferencia entre ambas es **DI**, dicho bit indica a la LCD si lo que se recibirá es un dato o un comando.
- El dato/comando deseado a enviar debe estar precargado en **A**, para enviarlo por el puerto D.
- Para finalizar el proceso se genera un pulso de muy corta duración en el bit **ENA**.

Esta rutina borra la información de la LCD.

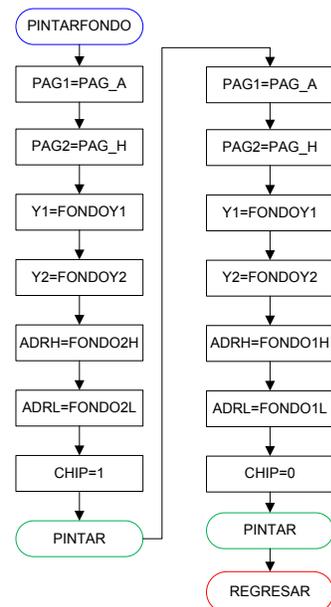
- Se borran las 2 secciones (**CS1 = 1**, **CS2 = 1**) simultáneamente.
- Se inicia en la 1ra página (**PAG_A**) y en la 1ra columna (**0xC0**, **0x40**).
- Con un contador de páginas (**contA**) y de columnas (**contB**), se enviara **0x00** (0: pixel apagado, 1: pixel encendido) a través de toda la pantalla.
- Cuando se termine con la primera pagina, hay que incrementarla y enviarla, y volver a escoger la primera columna.

NOTA: las columnas incrementan automáticamente internamente en la LCD pero las columnas no.

Rutina para dibujar información en la LCD



Rutina para dibujar el fondo en la LCD



Esta rutina dibuja el fondo de la LCD. Se cargan los parámetros necesarios para pintar el fondo, primero del lado izquierdo (**CHIP=1**), después del lado derecho (**CHIP=0**).

Esta rutina se usa para dibujar "algo" en la LCD, la cual requiere ciertos parámetros para funcionar:

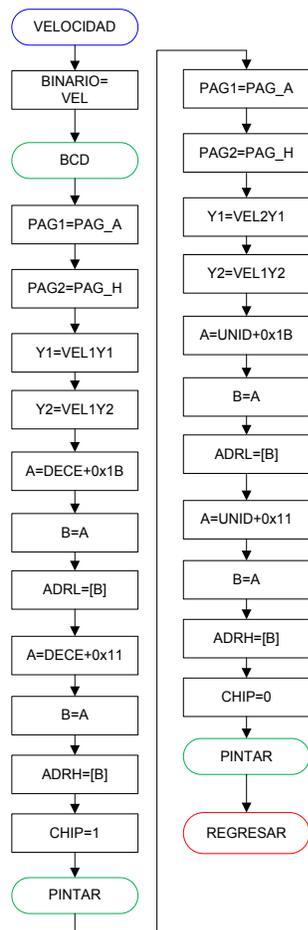
- **PAG1**: Pagina donde inicia el dibujo.
- **PAG2**: Pagina donde termina el dibujo.
- **Y1**: Columna donde inicia el dibujo.
- **Y2**: Columna donde termina el dibujo.
- **ADRH**: Dirección de memoria alta (EEPROM) donde esta guardara la información a dibujar.
- **ADRL**: Dirección de memoria baja (EEPROM) donde esta guardara la información a dibujar.
- **CHIP**: Sección de la pantalla que se dibujara (1: izquierda, 0: derecha).

El algoritmo funciona así:

- se calcula cuantas columnas y paginas ocupara el dibujo (**AUX1**, **AUX2**), además el bit **6**, **Y1=1** (así lo requiere la LCD).
- Se escoge con el primer "IF" cual sección se pintara (**CS1**, **CS2**).
- Se prepara la comunicación con la EEPROM (pulso y envío de instrucción).
- Se envía la **ADRH** y **ADRL** a la EEPROM.
- Se envía a la LCD la página de inicio (**PAGINA**), la columna de inicio (**Y1**) y el lugar de inicio (**0xc0**).
- Se asignan a los contadores (**contA**, **contB**), las variables auxiliares (**AUX1**, **AUX2**).
- Se inicia la lectura de la EEPROM, y el resultado de la lectura (**SIO**) se envía la LCD hasta que **contB** (las columnas) se haya terminado; internamente la EEPROM incrementa la dirección de memoria con cada lectura; internamente la LCD incrementa con cada escritura las columnas (las paginas no).
- Una vez escritas todas las columnas de la respectiva pagina (**PAGINA**), se incrementa la (**PAGINA**) y se envía a la LCD; también se envía la columna de inicio (**Y1**). Esto es debido a que se ha terminado una página y se desea continuar con la siguiente.
- Se repite el proceso hasta que se terminen todas las páginas.

NOTA: los procesos de la EEPROM se pueden visualizar en el código del programa, no son complejos pero ocupan mucho espacio, es por ello que no se detallaran en el diagrama de flujo.

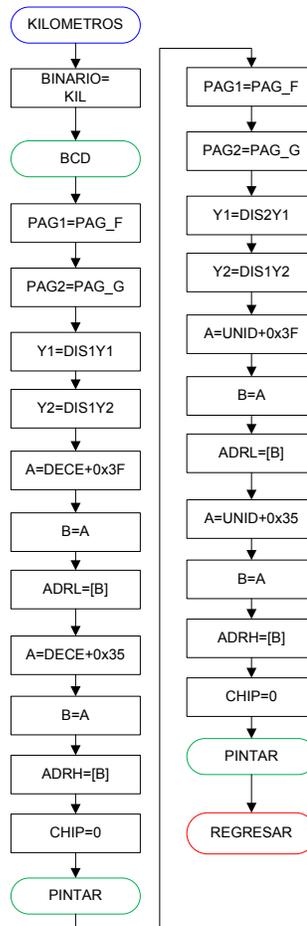
Rutina para mostrar la velocidad en la LCD



Esta rutina dibuja los números de la velocidad en el LCD.

- Se cargara el valor de **VEL** en **BINARIO**, se realiza la conversión a **BCD**.
- Se cargaran los parámetros de **PAG1**, **PAG2**, **Y1**, **Y2**.
- Usando el resultado de las decenas (**DECE**) se cargan las respectivas direcciones de memoria **ADRL** y **ADRH**.
- La ubicación de las direcciones de memoria para los números de la velocidad empiezan en **0x1B** y **0x11** respectivamente, el valor deseado está desfasado por X unidades (e.g. **0x1B**: dirección de memoria baja para 0, **0x01F**: dirección de memoria baja para 5), ver tabla de variables.
- Se carga **CHIP=1**.
- Se pinta lo deseado (**PINTAR**).
- se repite el proceso pero ahora con las unidades (**UNID**) y **CHIP=0**.

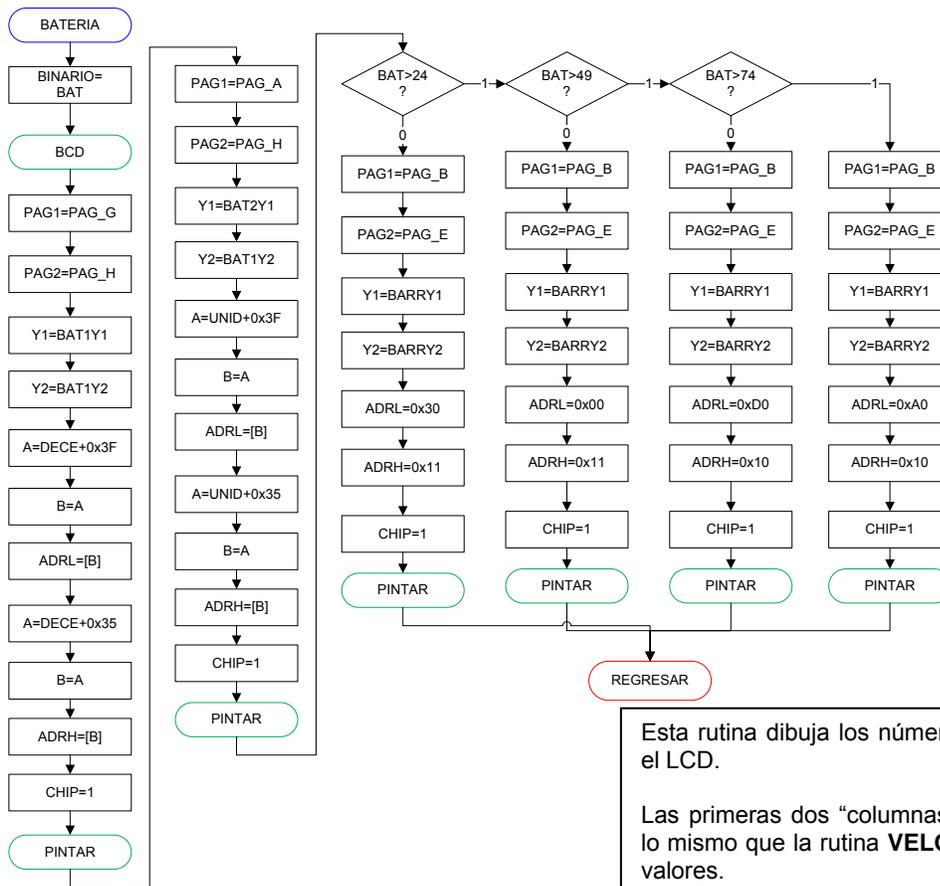
Rutina para mostrar los kilómetros en la LCD



Esta rutina dibuja los números de los kilómetros en la LCD.

Se realiza lo mismo que en la rutina **VELOCIDAD**, pero con diferentes valores.

Rutina para mostrar la velocidad y barras de batería en la LCD



Esta rutina dibuja los números y las barras de la batería en el LCD.

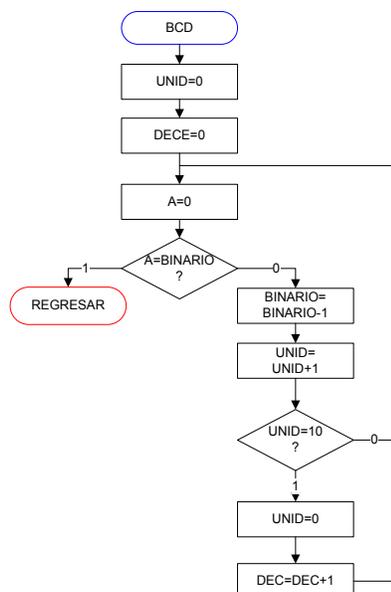
Las primeras dos "columnas" del diagrama de flujo realizan lo mismo que la rutina **VELOCIDAD**, pero usando diferentes valores.

Las siguientes cuatro "columnas", dibujan las barras.

Los "IF" deciden cuantas barras se dibujaran, se dibujan 1, 2, 3, o 4 barras respectivamente.

Para dibujar las barras, se cargan los parámetros indicados y se llama a la rutina **PINTAR**.

Rutina para hacer la conversión a BCD



Esta rutina convierte un número binario a un formato BCD (solo decenas y unidades).

- El número deseado a convertir debe estar precargado en **BINARIO**.
- Se inicializan **UNID=0** y **DECE=0**.

El proceso es:

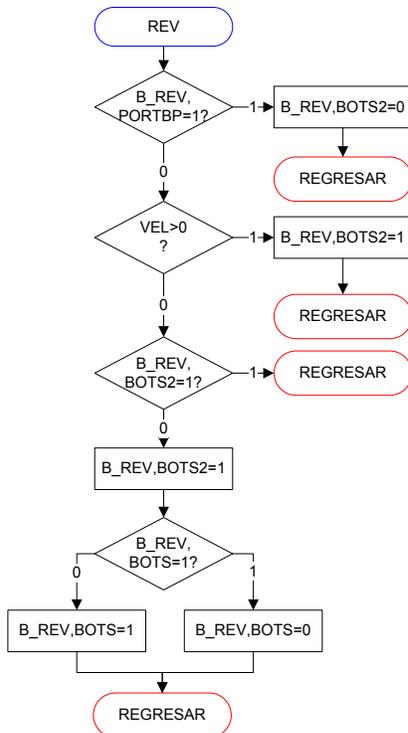
- Reducir en una unidad a **BINARIO** y aumentar una unidad a **UNID**.
- Cuando **UNID=10**, se aumentan las decenas (**DECE**) en uno y se resetean las unidades, **UNID=0**.
- Se checa si **BINARIO=0**.
- El proceso se detiene cuando **BINARIO=0**.

NOTA. Para los botones, se tienen tres variables importantes:

- **PORTBP**
 - 1: boton suelto
 - 0: boton presionado
- **BOTS** Registro que se envía al procesador central
 - 1: funcion del botón activada
 - 0: funcion del botón desactivada
- **BOTS2** Guarda el estado inmediato anterior del botón
 - 1: botón presionado
 - 0: botón suelto

La mayoría de los botones (excepto CLAXON) son tipo TOGGLE de efecto inmediato, es decir, sus funciones se van alternando cada vez que se presionan y su función se activa inmediatamente después de ser presionados (NO se espera hasta que se suelte).

Rutina para leer el botón de la reversa

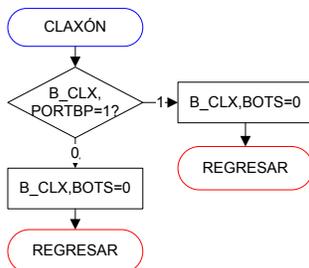


Esta rutina actualiza el estado del botón de la reversa.

El botón funciona solo si la velocidad es 0.

- Se pregunta si el botón está presionado, de no ser así, el bit en **BOTS=0** y se sale de la rutina.
- Si el botón está presionado se pregunta si **VEL>0**, de no ser así el bit en **BOTS2=1** y se sale de la rutina.
- Si la velocidad es cero, se pregunta si el botón ESTABA presionado, de ser así, salimos del programa (es decir el botón se presiono pero aun no se suelta).
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS2=1** y se pregunta si la función del botón (**BOTS**) está actualmente activada.
- Si esta actividad, se desactiva; si esta desactivada, se activa.

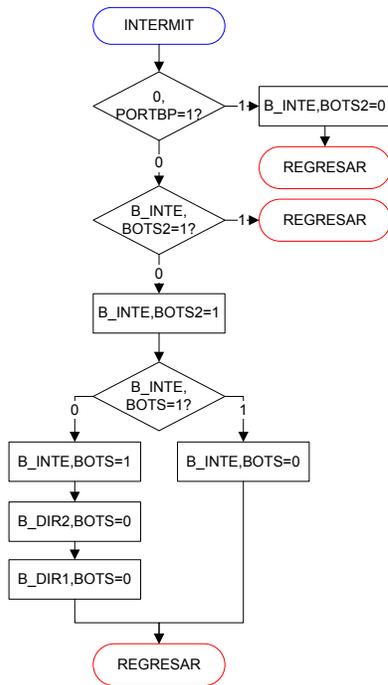
Rutina para leer el botón de claxon



Esta rutina actualiza el estado del botón de claxon.

- Si el botón **B_CLX** está presionado, el respectivo bit en **BOTS** se activa, de no ser así se desactiva.
- Este botón no usa ningún bit de **BOTS** porque solo funciona mientras este presionado, no es TOGGLE.

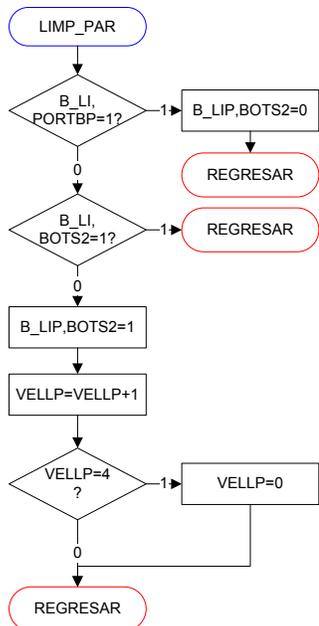
Rutina para leer el botón de las intermitentes



Esta rutina actualiza el estado del botón de las intermitentes. El botón anula las funciones de las direccionales.

- Se pregunta si el botón está presionado, de no ser así, el bit en **BOTS2=0** y se sale de la rutina.
- Si el botón está presionado, se pregunta si el botón ESTABA presionado, de ser así, salimos del programa (es decir el botón se presiono pero aun no se suelta).
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS2=1** y se pregunta si la función del botón (**BOTS**) está actualmente activada.
- Si esta actividad, se desactiva; si esta desactivada, se activa y se desactivan las funciones de las direccionales.

Rutina para leer el botón de los limpiaparabrisas

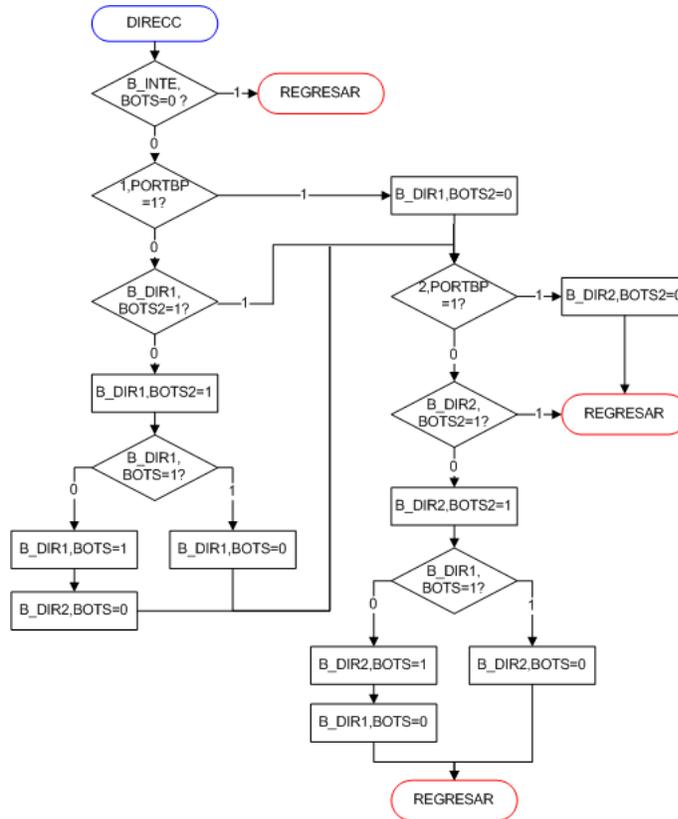


Esta rutina actualiza el estado del botón del limpiaparabrisas (LP).

El botón cambia la velocidad del LP (4 velocidades: 0, 1, 2, 3).

- Se pregunta si el botón está presionado, de no ser así, el bit en **BOTS2=0** y se sale de la rutina.
- Si el botón está presionado, se pregunta si el botón ESTABA presionado, de ser así, salimos del programa (es decir el botón se presiono pero aun no se suelta).
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS2=1** y se aumenta la velocidad del LP **VELLP**, cuando la velocidad es 3, se resetea a 0.
- Este botón no tiene bit en **BOTS** porque tiene 4 funciones (4 velocidades) por eso tiene un registro propio (**VELLP**).

Rutina para leer el botón de las direccionales

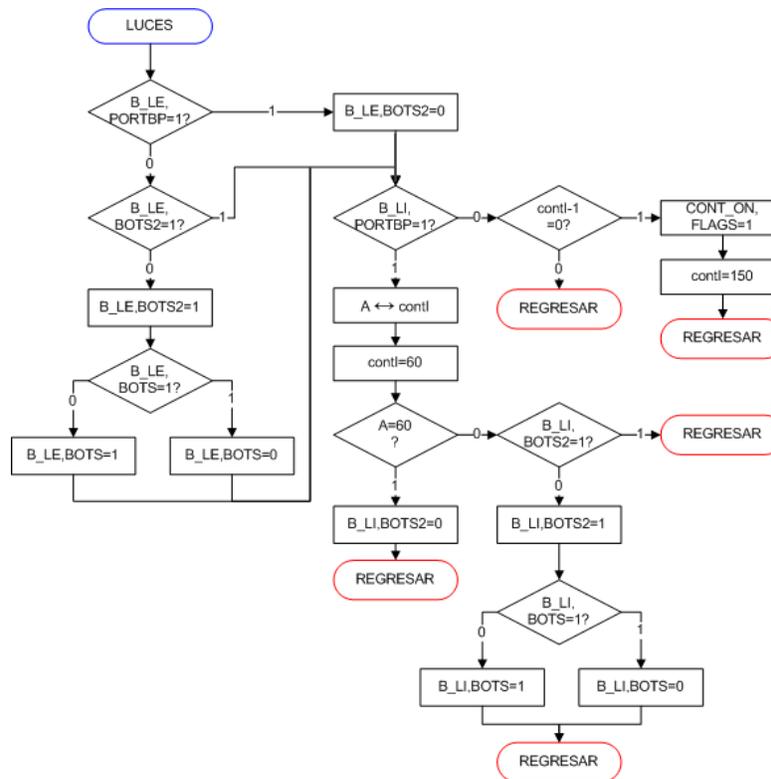


Esta rutina actualiza el estado del botón de las 2 direccionales.
Esta rutina solo funciona si las intermitentes no están operando.

El algoritmo para **DIR1** (lado izquierdo del diagrama de flujo) es el mismo que para **DIR2** (lado derecho), por eso solo se explicara para **DIR1**.

- Se pregunta si la función de las intermitentes (**BOTS**) esta activada, de ser así salimos del programa, de otro modo continuamos con normalidad.
- Se pregunta si el botón de **DIR1** está presionado, de no ser así, el bit en **BOTS2=0** y se pregunta por el botón de **DIR2**.
- Si el botón de **DIR1** está presionado, se pregunta si el botón ESTABA presionado, de ser así, se pregunta por el botón de **DIR2** (es decir el botón se presiono pero aun no se suelta).
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS2=1** y se pregunta si la función del botón (**BOTS**) está actualmente activa.
- Si esta activada, se desactiva; si estaba desactivada, se activa y se desactiva la función de **DIR2**.

Rutina para leer los botones de las luces



Esta rutina actualiza el estado del botón de las luces exteriores (LE) e interiores (LI). Esta rutina además activa el modo contraste con LI.

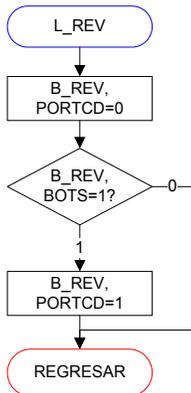
Lado izquierdo del diagrama de flujo (LE).

- Se pregunta si el botón de **LE** está presionado, de no ser así, el bit en **BOTS2=0** y se pregunta por el botón de **LI**.
- Si el botón de **LE** está presionado, se pregunta si el botón ESTABA presionado, de ser así, se pregunta por el botón de **LI** (es decir el botón se presiono pero aun no se suelta).
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS2=1** y se pregunta si la función del botón (**BOTS**) está activa.
- Si esta activada, se desactiva; si esta desactivada, se activa.

Lado derecho del diagrama de flujo (LI y modo contraste).

- Se pregunta si el botón **LI** está presionado, de ser así **contl** decrece, si **contl** llega a 0 (dejar por 2 segundos el botón presionado), se activa el modo contraste (**CONT_ON**) y se asigna **contl=150** (5 segundos para desactivar, ver rutina **CONTRASTE**).
- Si **contl** no llego a 0, salimos de la rutina.
- Si el botón no está presionado, hacemos **A=contl** y **contl=60** y preguntamos si **A=60**, de ser así, significa que el botón no había sido presionado (**contl** nunca cambio), y **BOTS2=0**.
- Si **A<60**, significa que el botón había sido presionado, se pregunta si el botón ESTABA presionado (mas) anteriormente, de ser así, salimos
- Si el botón no estaba presionado, el bit en **BOTS=1** y se pregunta si la función del botón (**BOTS**) está actualmente activa.
- Si esta activada, se desactiva; su estaba desactivada, se activa.

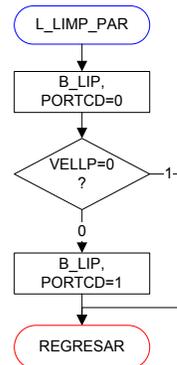
Rutina para actualizar LED de reversa



Esta rutina actualiza el LED de la reversa.

- Se apaga el LED de la reversa.
- Se pregunta si la función del botón de la reversa esta activada, de ser así se prende el LED.
- De no ser así, salimos del programa (el led se mantiene apagado).

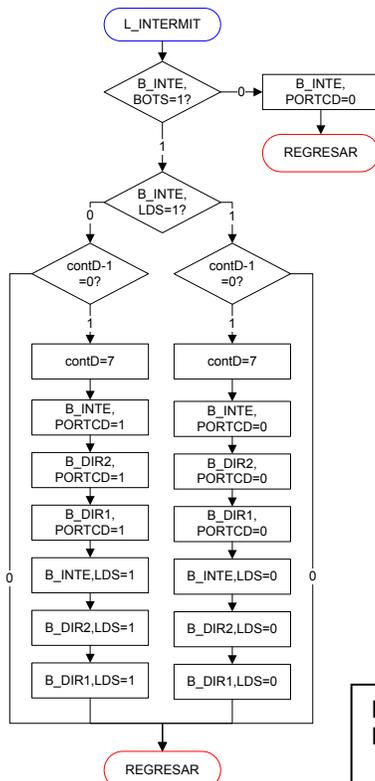
Rutina para actualizar LED de limpiaparabrisas



Esta rutina actualiza el LED del limpiaparabrisas (LP).

- Se apaga el LED del LP.
- Se pregunta si la velocidad del LP es 0, de ser así salimos del programa.
- De no ser así, prendemos el LED y salimos del programa.

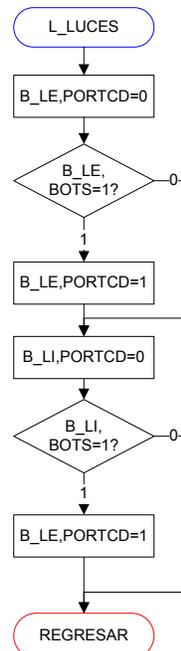
Rutina para actualizar LED de intermitentes



Esta rutina actualiza los LED de las intermitentes. Estos LED parpadean con una frecuencia de 2 [Hz] (**contD**).

- Se pregunta si la función del botón de intermitentes esta activa, de no ser así se apaga el LED y salimos de la rutina.
- En caso de estar activa preguntamos por el estado actual del "LED" (**LDS**).
- Ya sea este prendido o apagado, generamos una cuenta con **contD**, el cual cuando sea 0 apagará los LED o los prendera (según sea el caso **PORTCD**), además se actualiza el estado de los LED (**LDS**).

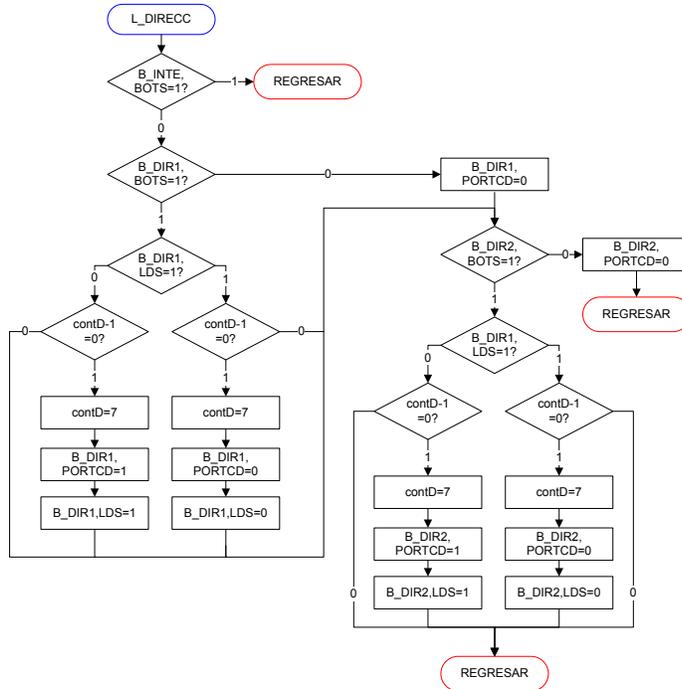
Rutina para actualizar LED de las luces



Esta rutina actualiza el LED del las luces (**LE** y **LI**).

- Se apaga el LED de la **LE**.
- Se pregunta si la función del botón de la **LE** esta activa, de ser así se prende el LED.
- De no ser así, el LED se mantiene apagado.
- Se apaga el LED de la **LI**.
- Se pregunta si la función del botón de la **LI** esta activa, de ser así se prende el LED.
- De no ser así, el LED se mantiene apagado.

Rutina para actualizar LED de direccionales



Esta rutina actualiza los LED de las direccionales.

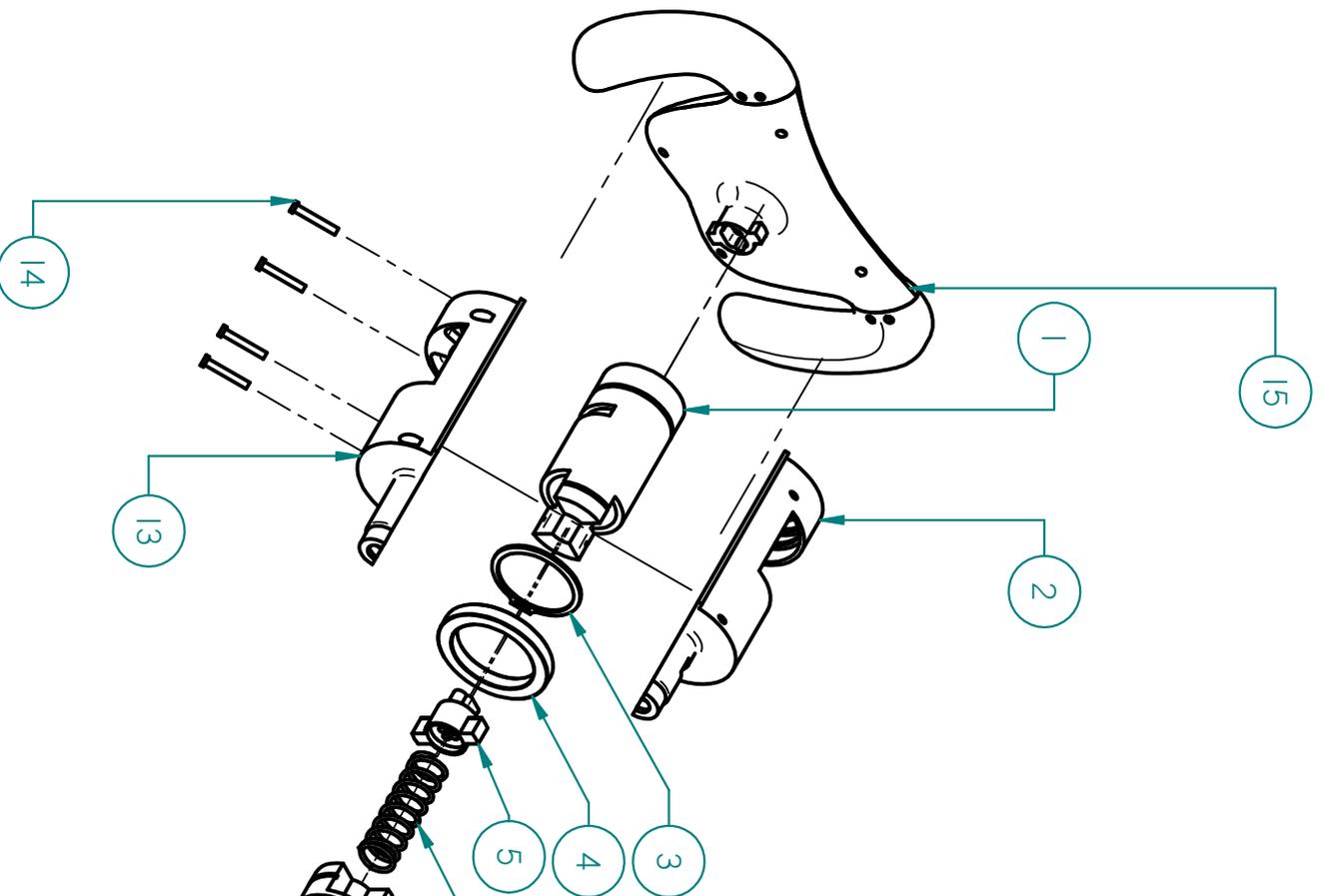
Estos LED parpadean, con una frecuencia de 2[Hz] (**contD**).

El parpadeo de **DIR1** (lado izquierdo del diagrama) es igual que al de **DIR2** (lado derecho), por lo que sólo se explicará el primero.

- Se pregunta si la función del botón de intermitentes está activa, de ser salimos de la rutina.
- En caso de no estar activa preguntamos si la función del botón de **DIR1** está activa, de no ser preguntamos por la función de **DIR2**.
- En caso de estar activa la función de **DIR1** preguntamos por el estado del LED de **DIR1 (LDS)**.
- Ya sea este prendido o apagado, generamos una cuenta con **contD**, el cual cuando sea 0 apagará el LED o lo prenderá (según sea el caso **PORTCD**), además se actualiza el estado de los LED (**LDS**).

7. c Apéndice C.

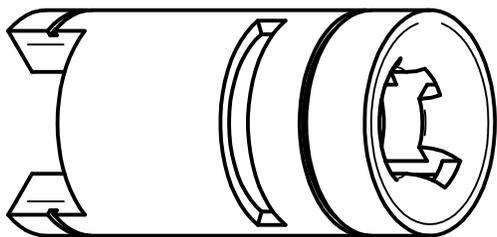
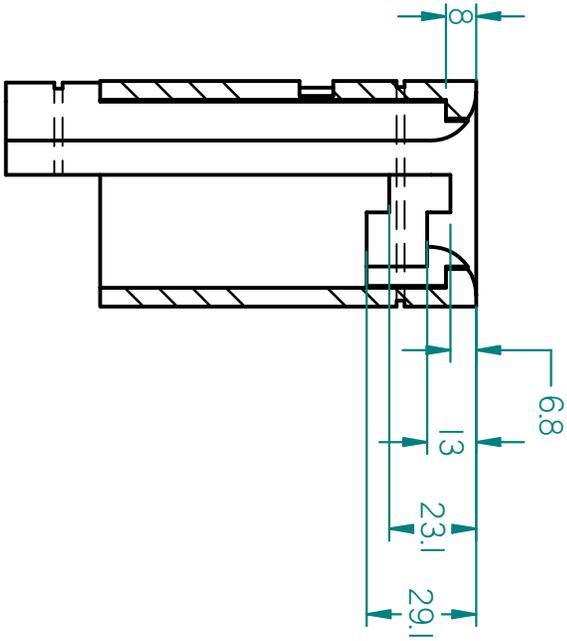
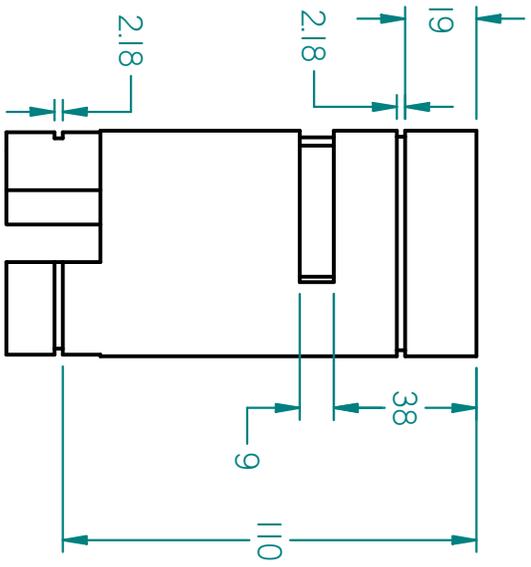
15	VOLANTE	VET-SLM-500	ABS	1
14	PLAS 1 1/4"	No.8 NS.128052180	ASTM B-633	4
13	CARCASA B	VET-SSV-508	ABS	1
12	TOPE RESORTE	VET-SSV-507	ALUMINIO	1
11	POTENCIOMETRO	VISHAY SPECTROL - 357-0-0-1P22-202 - POT	VARIOS	1
10	BUJE EJE CONTINUACION	VET-SSV-506	NAILAMID	1
9	RESORTE RETORNO	VET-SSV-505	ALAMBRE DE PLANO	1
8	TRUARC	ANSI 11-100-0160	COBRE-BERILIO	1
7	EJE CONTINUACION	VET-SSV-504	ABS	1
6	RESORTE SUJECION	NS-365	ALAMBRE DE PLANO	1
5	CONECTOR ELECTRICO	VET-SSV-400	ABS	1
4	BUJE EJE RETORNO	VET-SSV-503	NAILAMID	2
3	TRUARC	ANSI 11-100-0600	COBRE-BERILIO	2
2	CARCASA A	VET-SSV-502	ABS	1
1	EJE RETORNO	VET-SSV-501	ABS	1
No.	TITULO.	REFERENCIA No. DE PLANO	MATERIAL.	CANT.



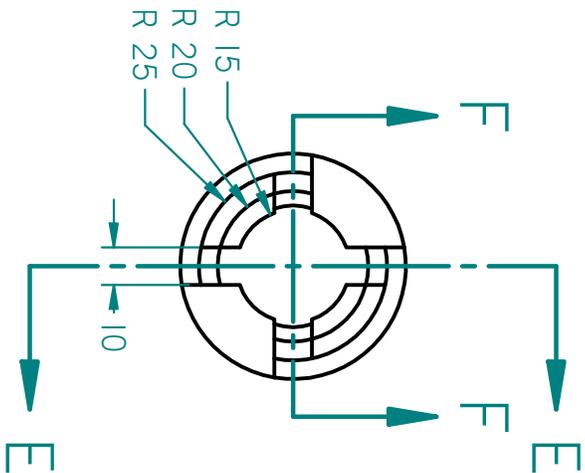
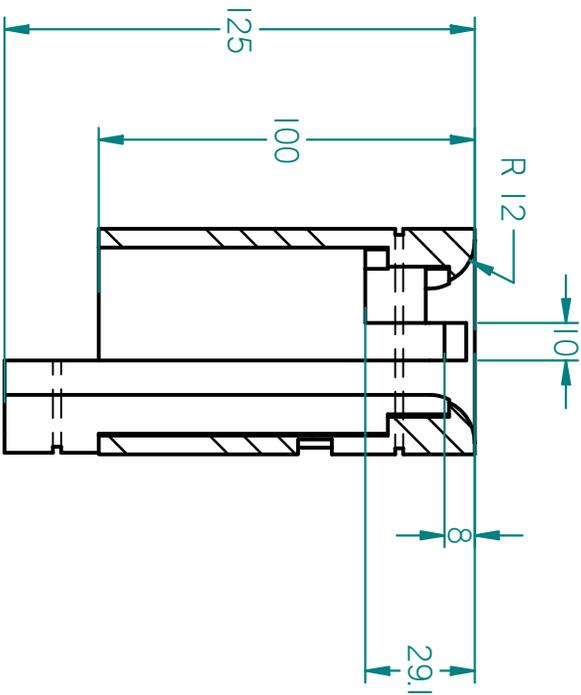
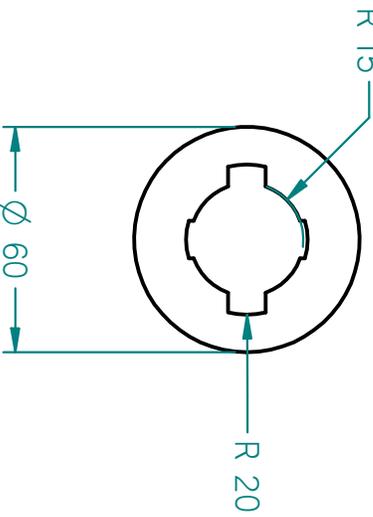
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:5
TITULO: ENSAMBLE DEL SISTEMA DE SOCKET DE VOLANTE SSV		Fecha: 07/08/2010	Acot: mm
ANSI A		Dibujó: DMH	Cantidad: 1
		Revisó: SCC	Materia: VARIOS
		Aprobó: HMA	
		Dib. No.: VET-SSV-500	



SECCIÓN E-E

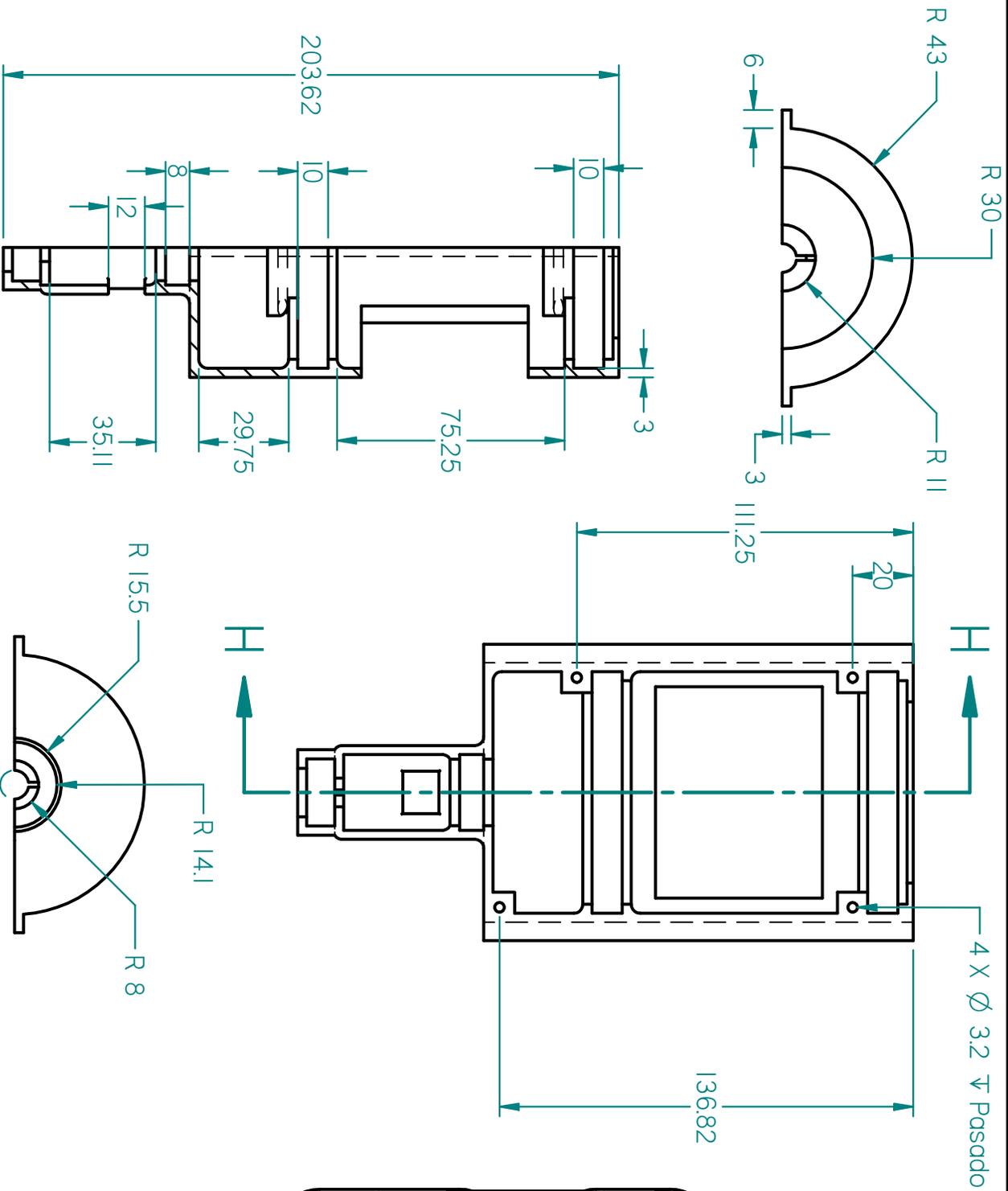


SECCIÓN F-F

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

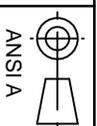


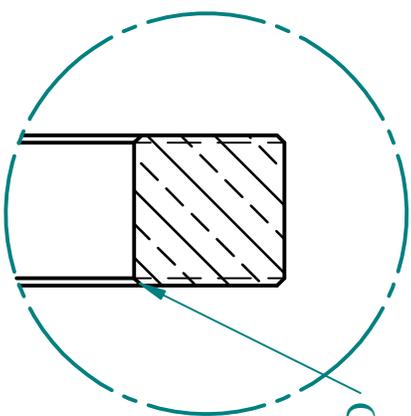
Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A		Escala: 1:2	
TÍTULO:		Fecha: 07/08/2010		Acot: mm	
EJE RETORNO		Dibujó: DMH		Cantidad: 1	
ANSI A		Revisó: SCC		Material: ABS	
		Aprobó: HMA			
		Dib. No.: VET-SSV-501			



SECCIÓN H-H

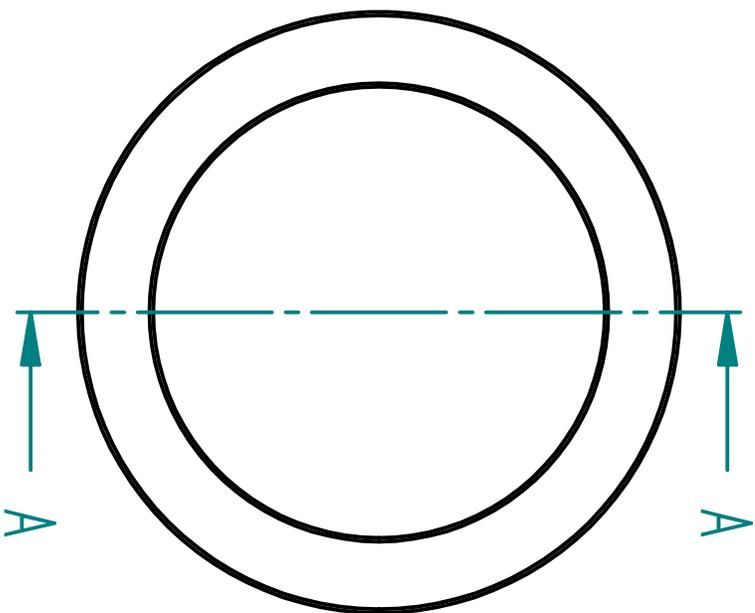
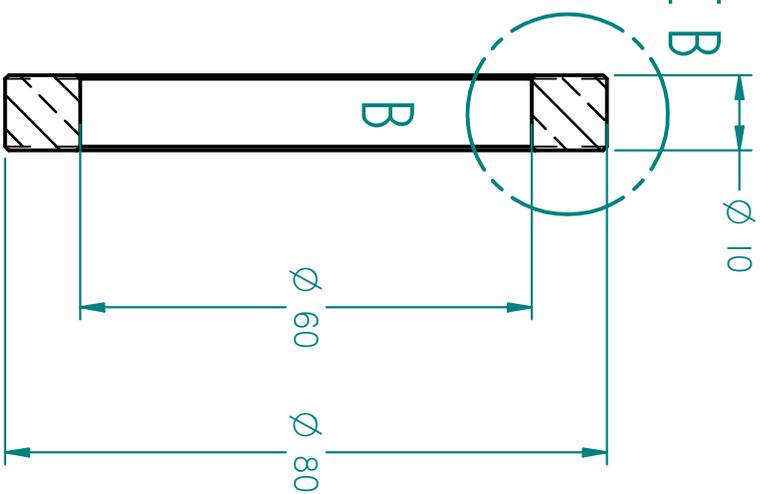
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

		Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica	
TÍTULO: CARCASA A		Rev: A Escala: 1:2 Fecha: 07/08/2010 Acot: mm	
		Dibujó: DMH Cantidad: 1 Revisó: SCC Material: ABS Aprobó: HMA	
Dib. No.: VET-SSV-502			

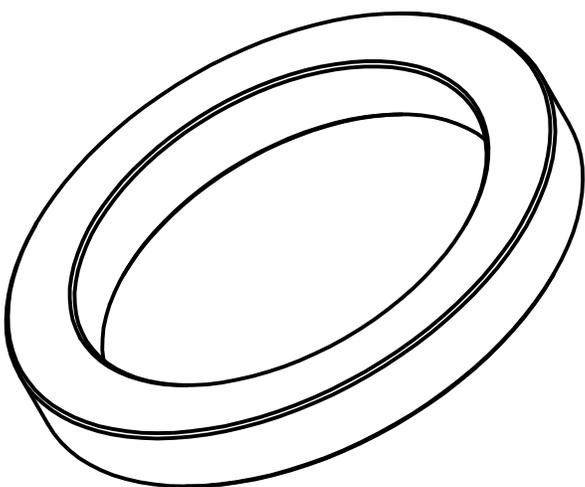


Chañanes 0.5 a 45°

DETALLE B

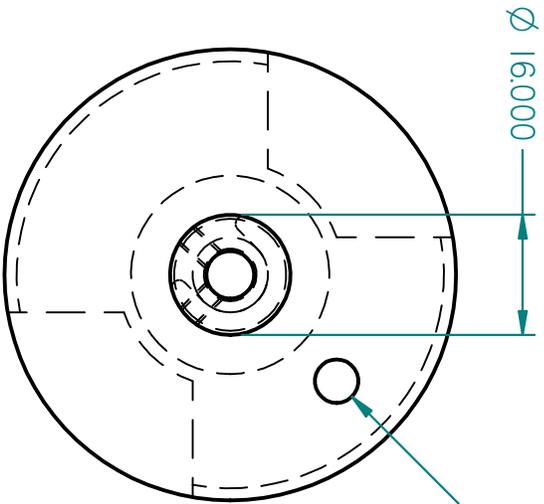
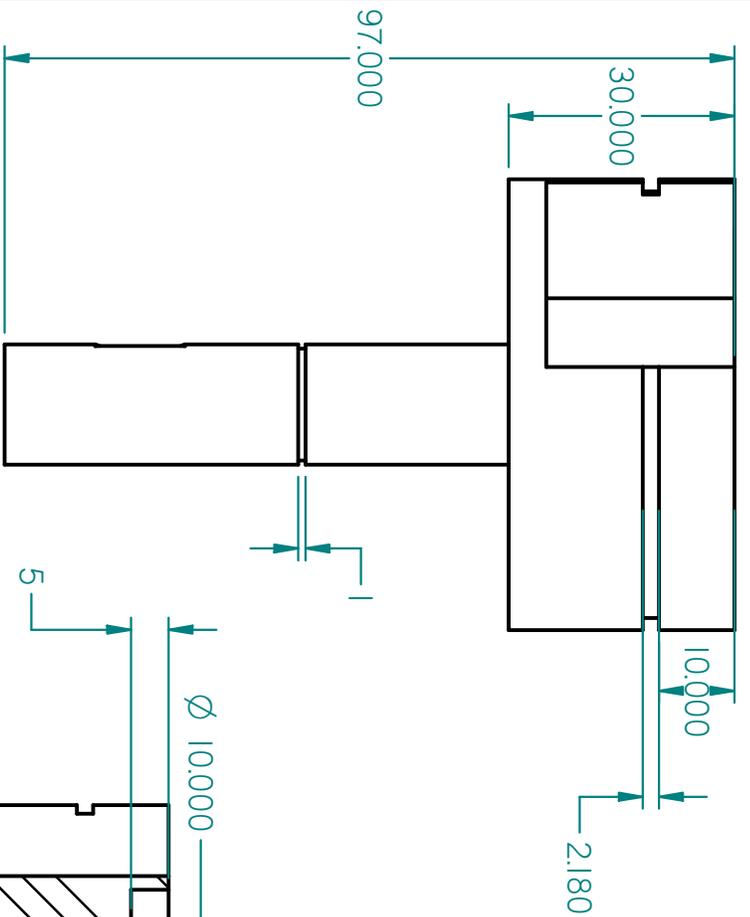


SECCIÓN A-A

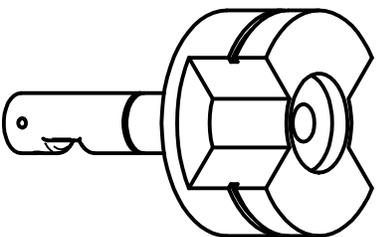
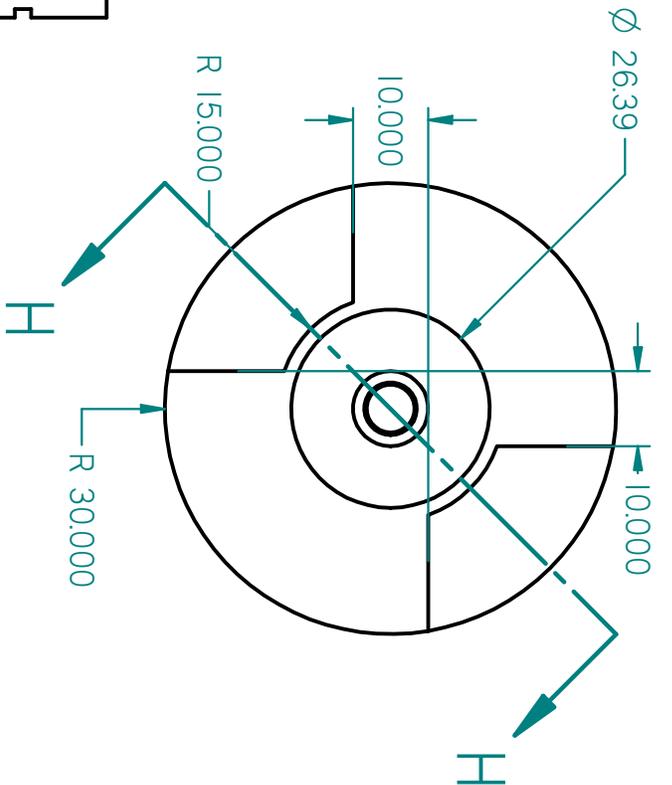
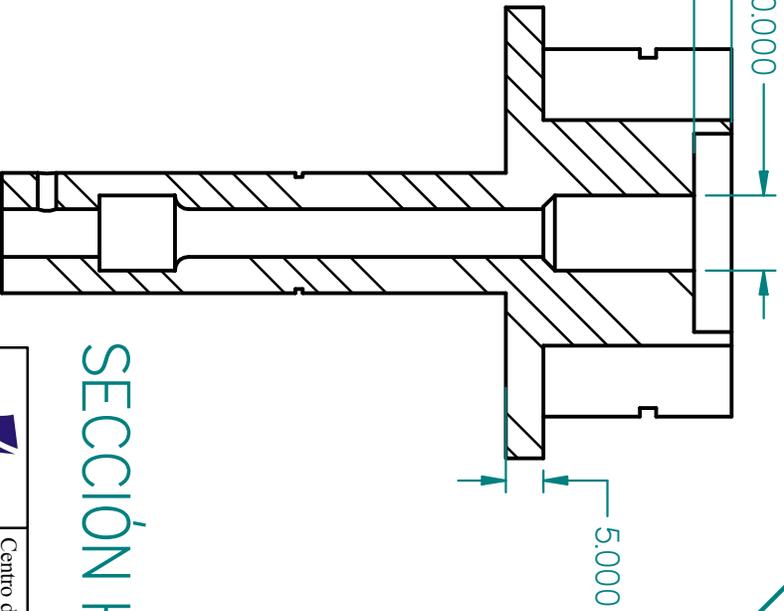


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:1
	TÍTULO: BUJE EJE RETORNO		Fecha: 07/08/2010	Acot: mm
	Dibujó: DMH	Cantidad: 2	Revisó: SCC	Material:
	Aprobó: HMA	NAILAMID		
	Dib. No.: VET-SSV-5			

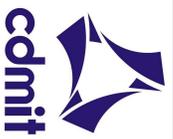


$\varnothing 6.350$

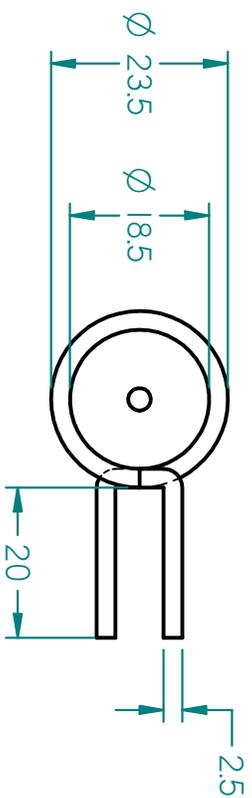


SECCIÓN H-H 1:2

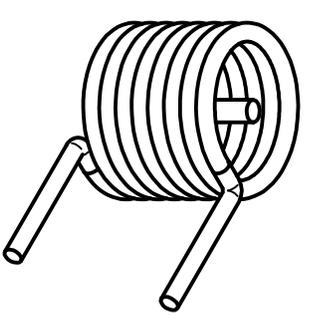
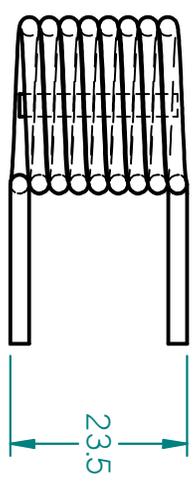
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:1
TÍTULO:	EJE CONTINUACION	Fecha: 07/08/2010	Acot: mm
ANSI A		Dibujó: DMH	Cantidad: 1
		Revisó: SCC	Material: ABS
		Aprobó: HMA	
		Dib. No.: VET-SSV-504	



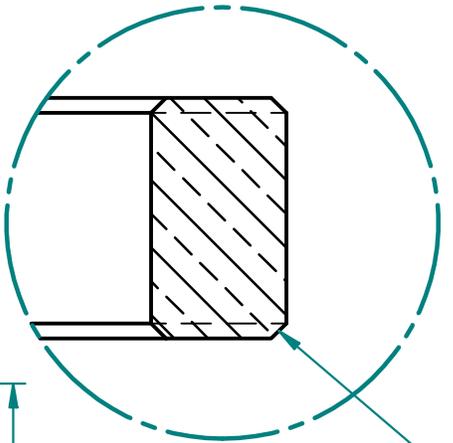
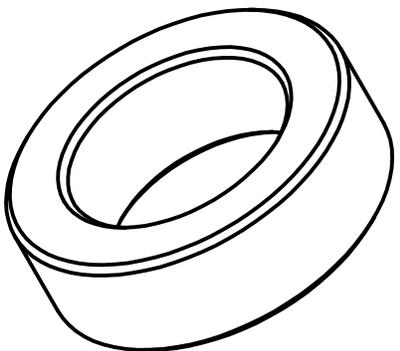
Diámetro del alambre
 $d=2.5$ mm
 Diámetro interior del resorte
 $D=18.5$ mm
 Diámetro exterior del resorte
 $Do=23.5$ mm
 Numero de espiras
 $N=8$
 Longitud de los extremos
 $Le=20$ mm



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

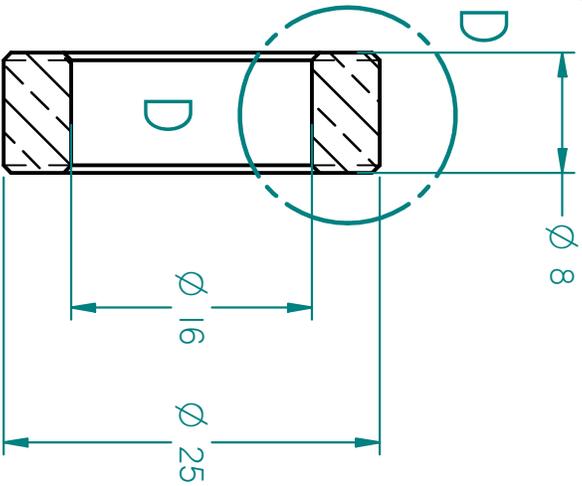


Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:1
TITULO: RESORTE RETORNO		Fecha: 07/08/2010	Acot: mm
	ANSI A	Dibujó: DMH	Cantidad:
		Revisó: SCC	Material:
		Aprobó: HMA	ALAMBRE FRANCO 1.25
		Dib. No.: VET-SSV-505	

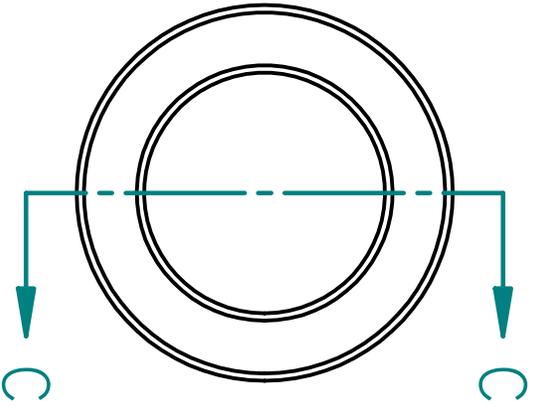


Chamflanes 0.5 a 45°

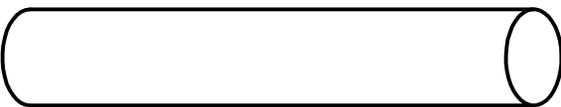
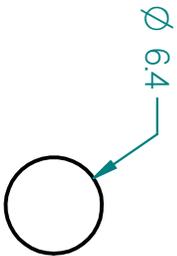
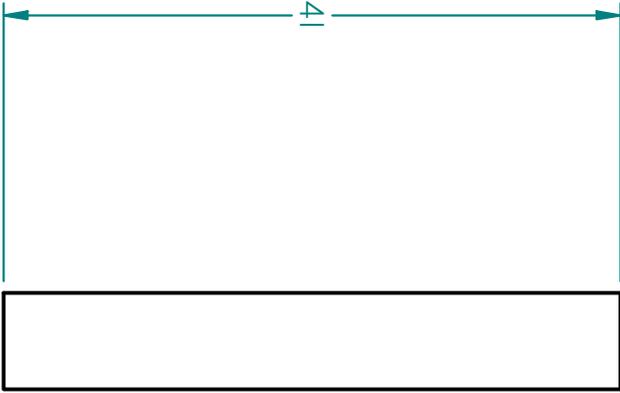
DETALLE D



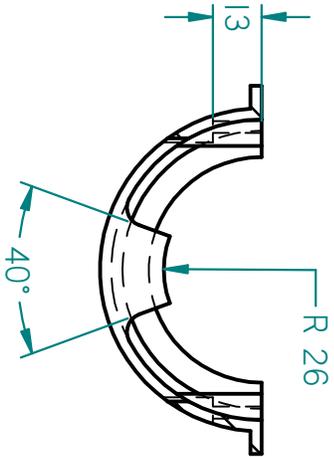
SECCIÓN C-C



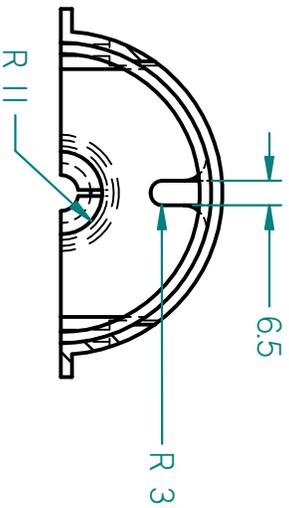
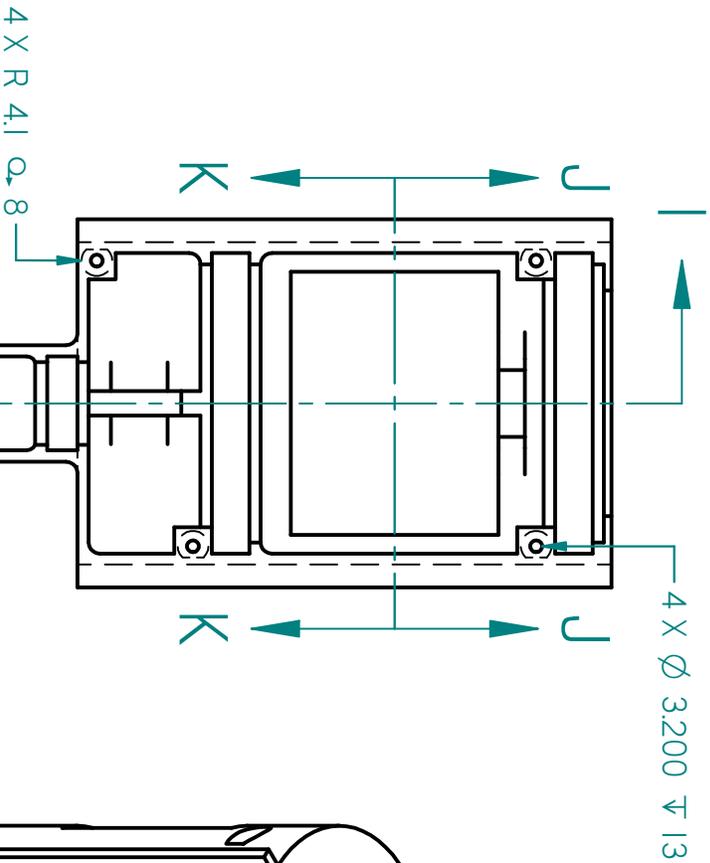
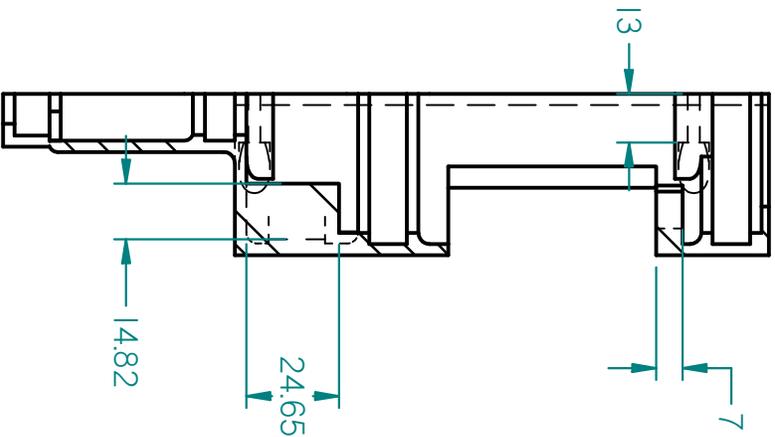
	Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 2:1
	TÍTULO: BUJE EJE CONTINUACION		Fecha: 07/08/2010	Acot: mm
		Dibujó: DMH	Cantidad: 1	
		Revisó: SCC	Material:	
		Aprobó: HMA	NAILAMID	
	Dib. No.: VET-SSV-506			



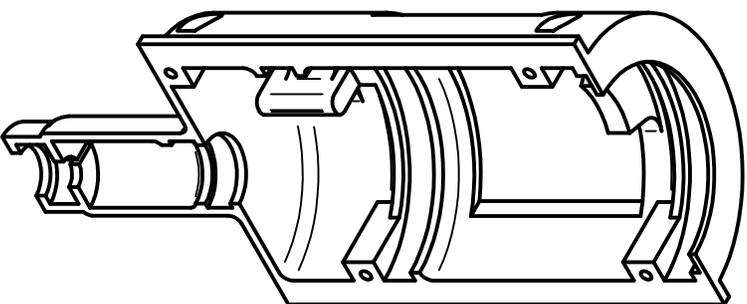
		
Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		
TÍTULO: TOPE RESORTE	ANSI A	
Rev: A	Fecha: 07/08/2010	Escala: 2:1
Dibujó: DMH	Revisó: SCC	Acot: mm
Aprobó: HMA	Material: ALUMINIO	Cantidad: 1
Dib. No.: VET-SSV-507		



SECCIÓN J-J

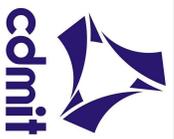


SECCIÓN K-K



Las vistas superior e inferior son iguales a las de VET-SSV-501

SECCIÓN I-I
SOLIDEDGE ACADEMIC COPY



Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica

TÍTULO:

CARCASA B



ANSI A

Rev: A

Escala: 1:2

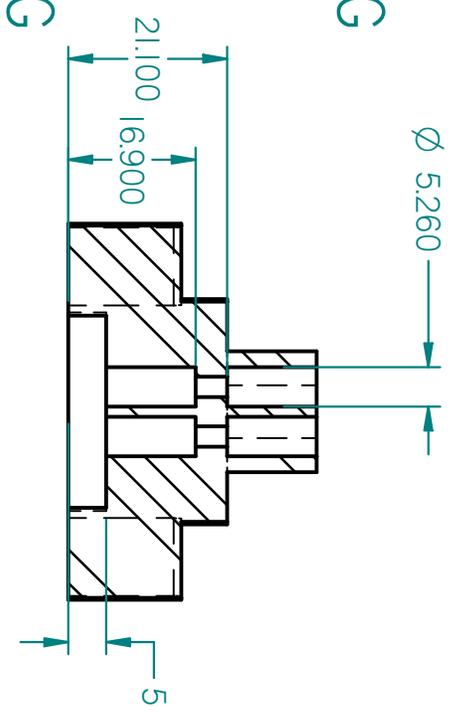
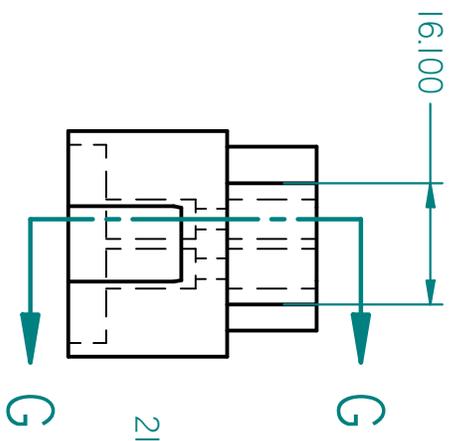
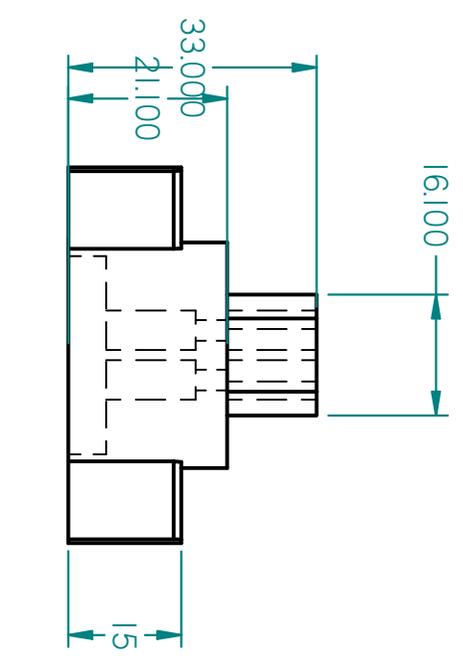
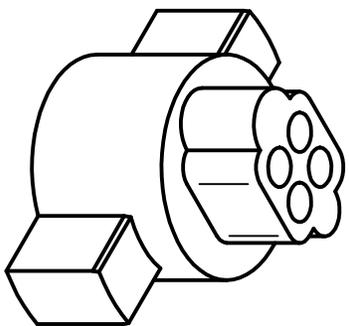
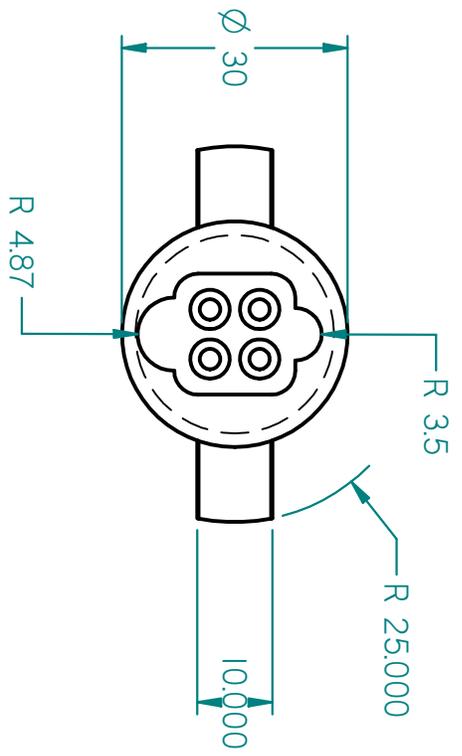
Fecha: 07/08/2010 Acot: mm

Dibujó: DMH Cantidad: 1

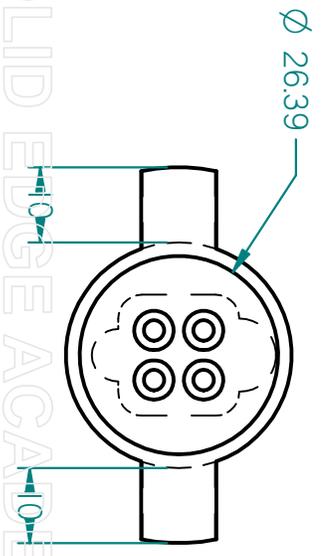
Revisó: SCC Material: ABS

Aprobó: HMA

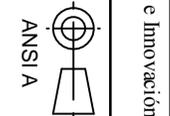
Dib. No.: VET-SSV-508

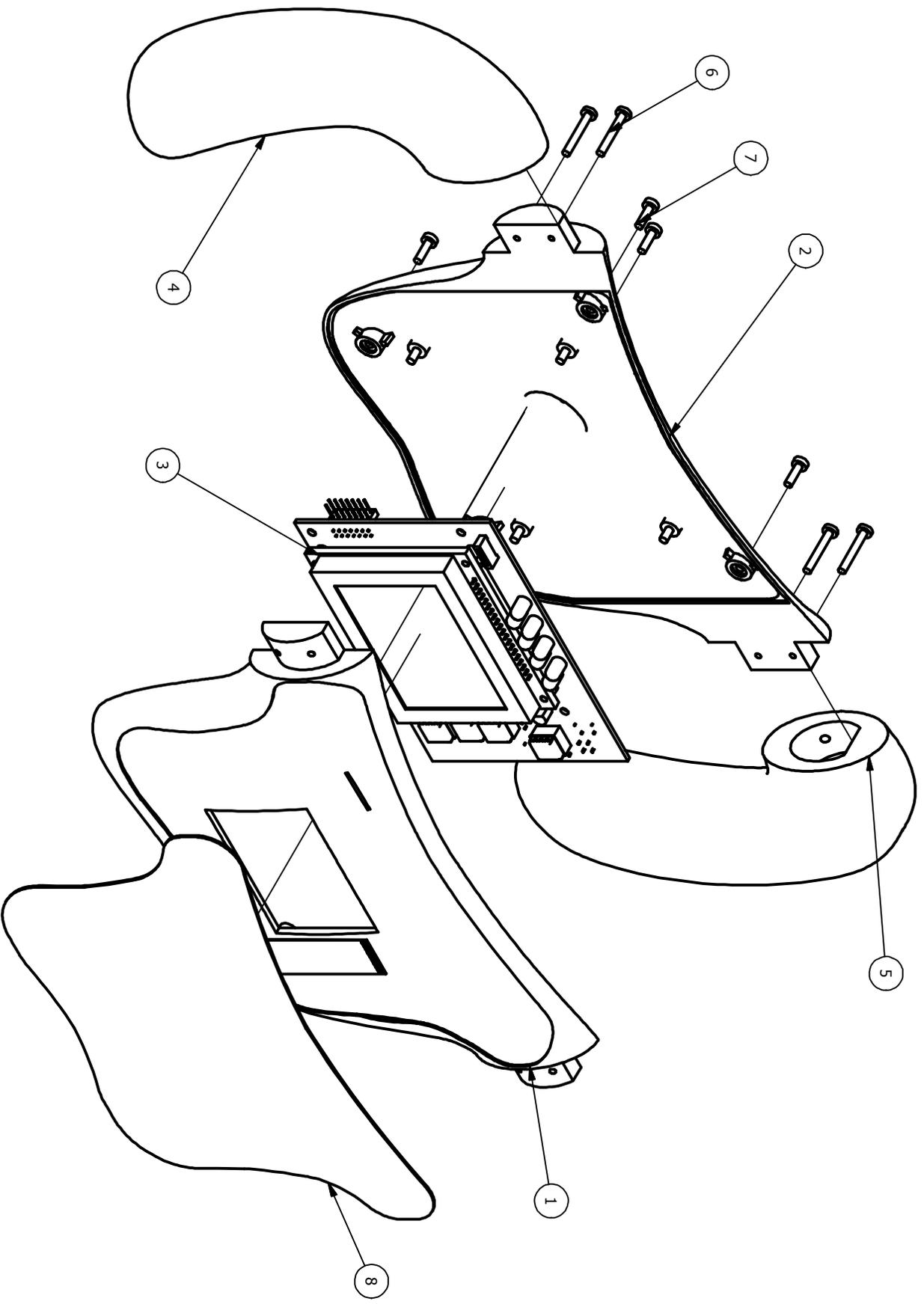


SECTION G-G



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:1
	TÍTULO: CONECTOR ELÉCTRICO HEMBRA		Fecha: 07/08/2010	Aco: mm
			Dibujó: DMH	Cantidad: 1
			Revisó: SCC	Material: ABS
			Aprobó: HMA	ABS
			Dib. No.: VET-SSV-400	



No.	Título	No. Plano	Material	Cant.
1	Tapa superior	VET-SCM-501	ABS	1
2	Tapa inferior	VET-SCM-502	ABS	1
3	Tarjeta SCM	VET-SCM-503	Varios	1
4	Agarradera izquierda	VET-SCM-504	ABS	1
5	Agarradera derecha	VET-SCM-505	ABS	1
6	Teclado	VET-SCM-506	Varios	1
7	Plata 1	No.4 3/4"	Acero	4
8	Plata 2	No.4 3/8"	Acero	4



Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica

TÍTULO:
Ensamble volante

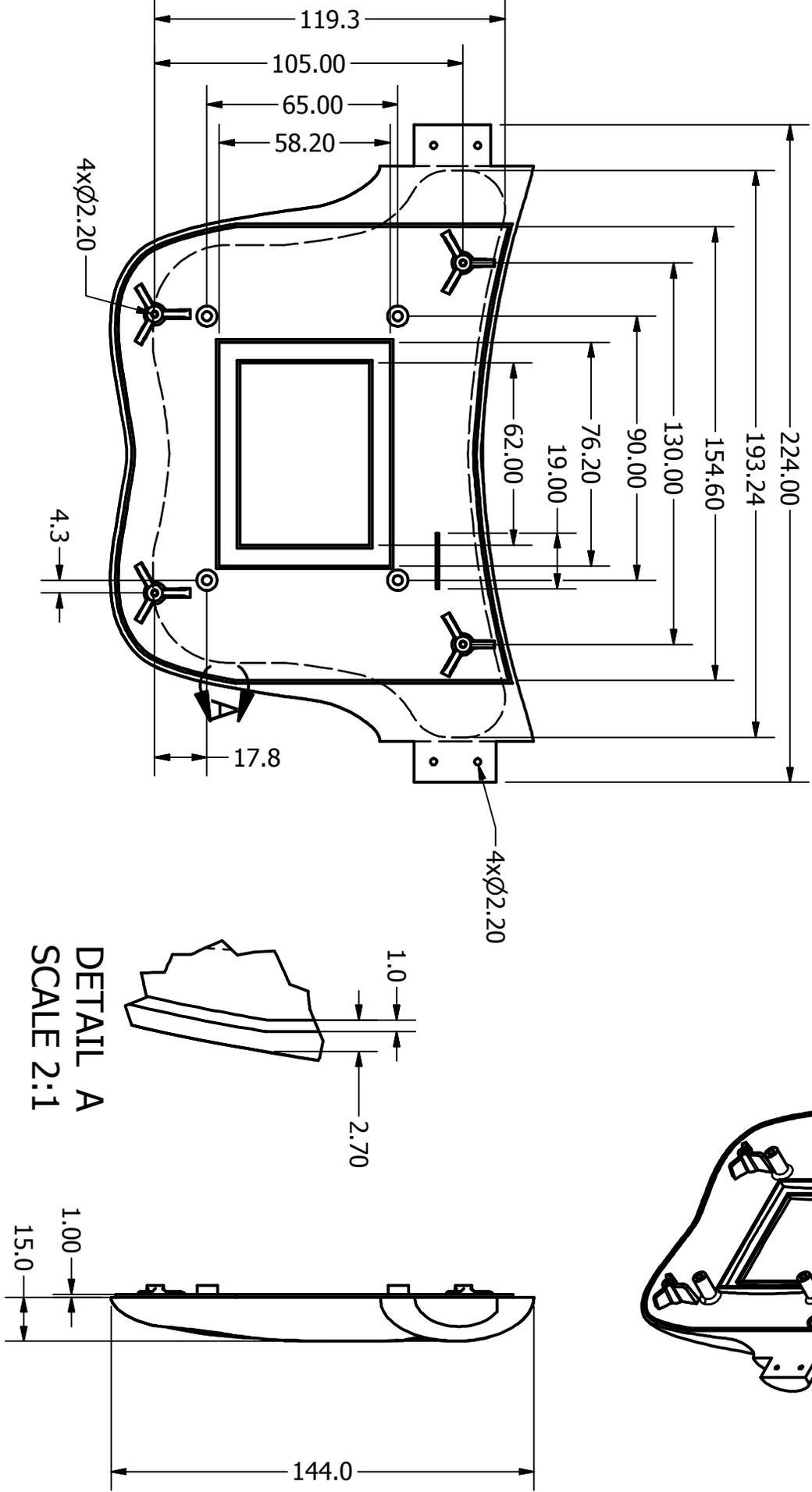


ANSI A

Rev:	A	Escala:	1:2
Fecha:	08/06/2010	Acot:	mm
Dibujó:	AMG	Cantidad:	1
Revisó:	SCC	Material:	Varios
Aprobó:	HMA		
Dib. No.:	VET-SCM-500		

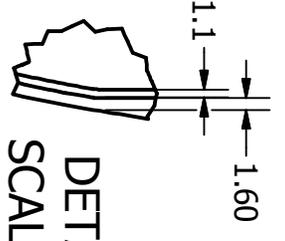
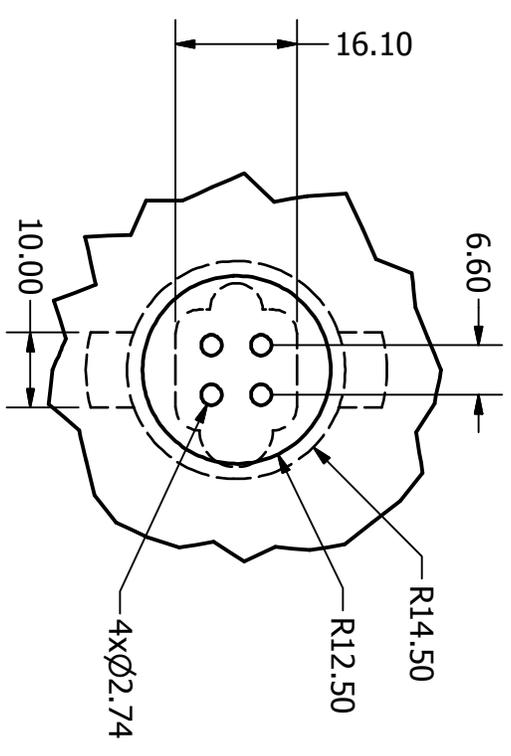
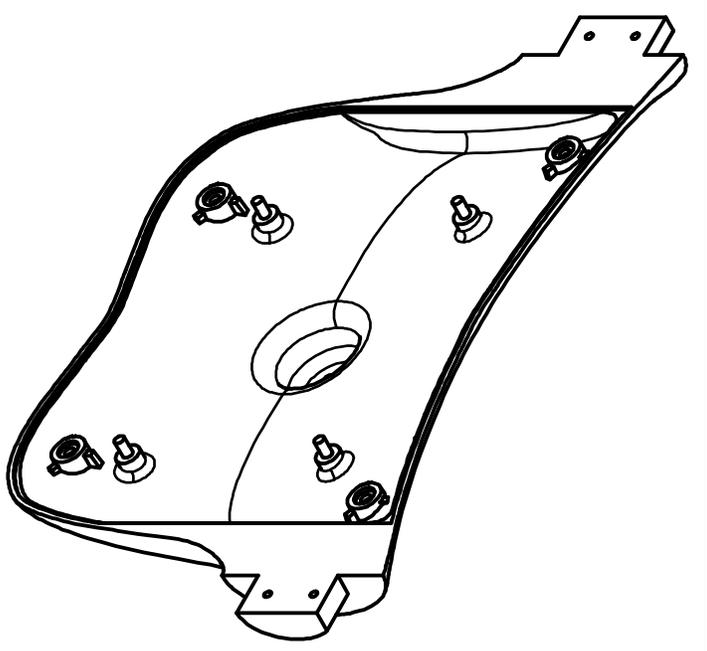
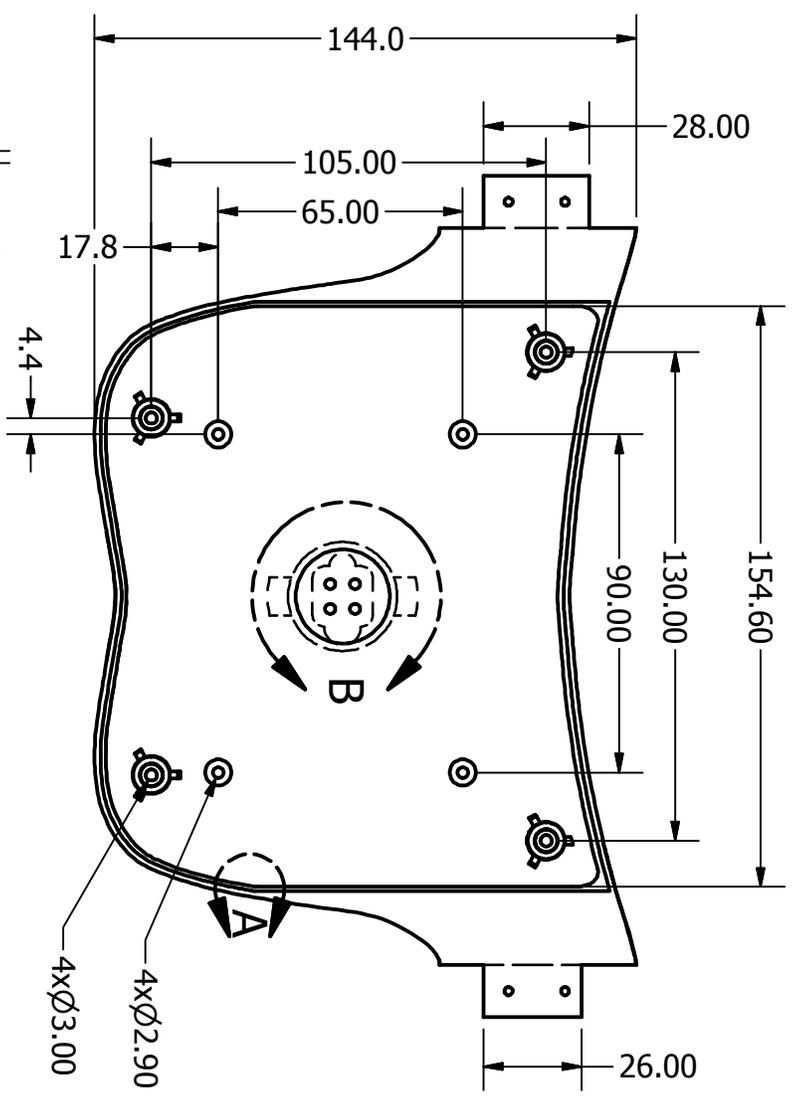
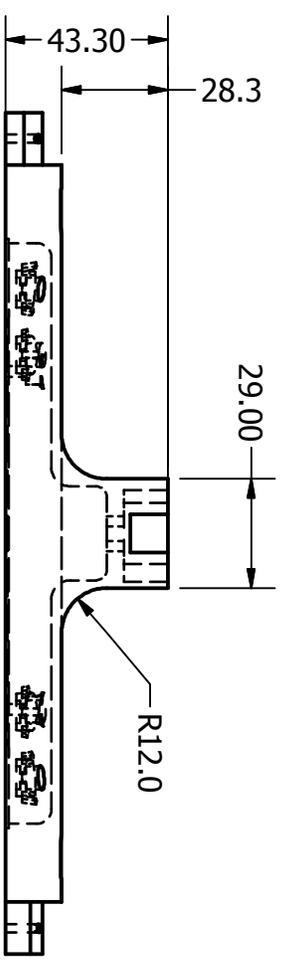
NOTA:

- Archivo CAD de referencia: VET-SCM-501.ipt



DETAIL A
SCALE 2:1

		Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica	
		TÍTULO: Tapa superior	ANSI A
Rev: A	Escala: 1:2	Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
Dibujó: AMG	Cantidad: 1	Revisó: SCC	Material: ABS
Aprobó: HMA		Dib. No.: VET-SCM-501	



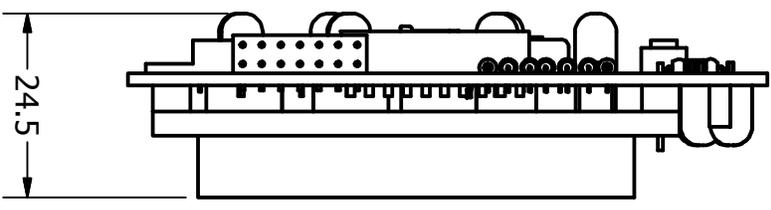
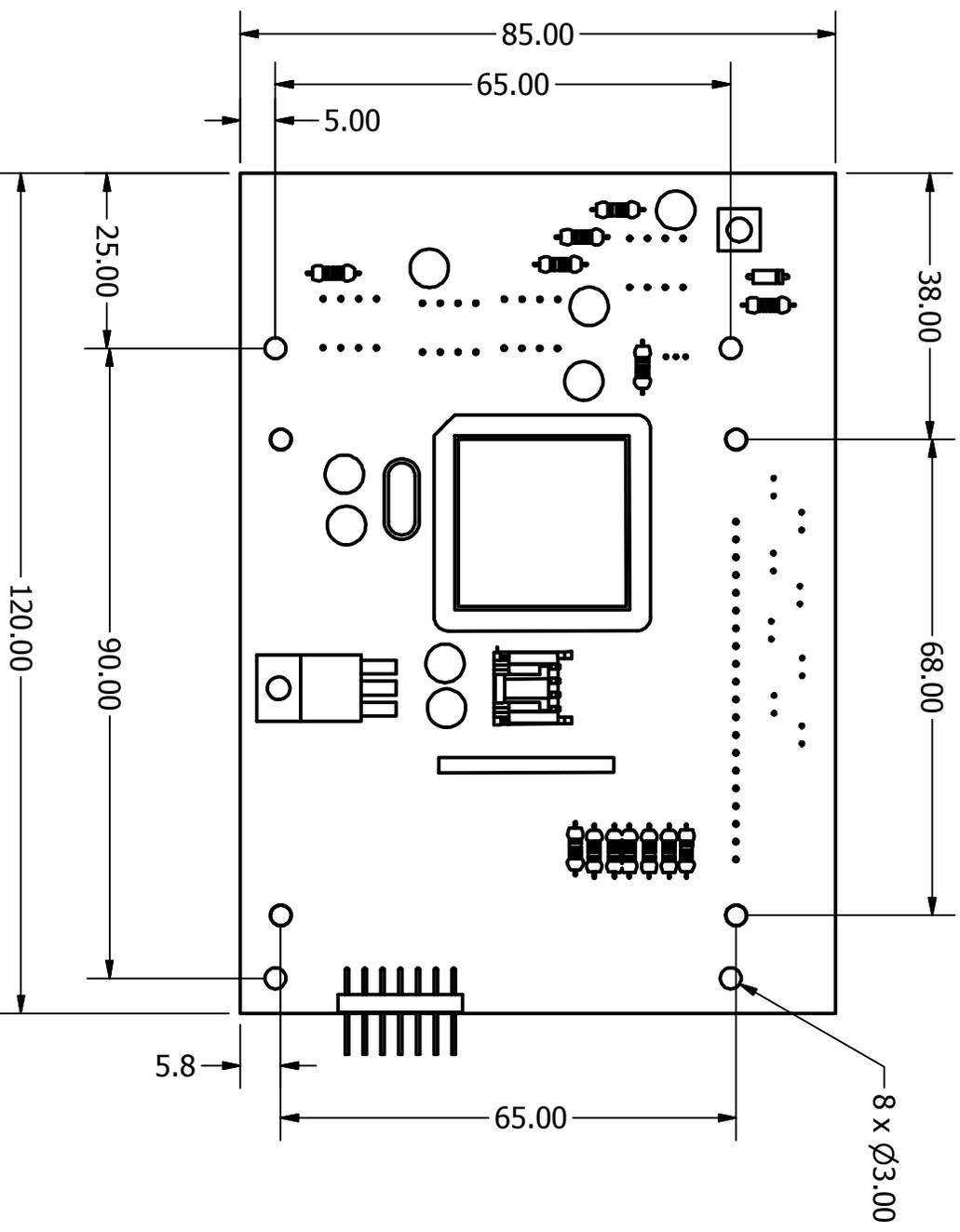
DETAIL A
SCALE 1 : 1

DETAIL B
SCALE 1 : 1

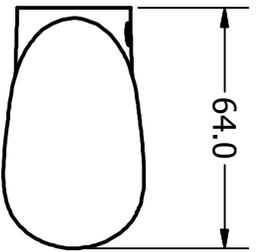
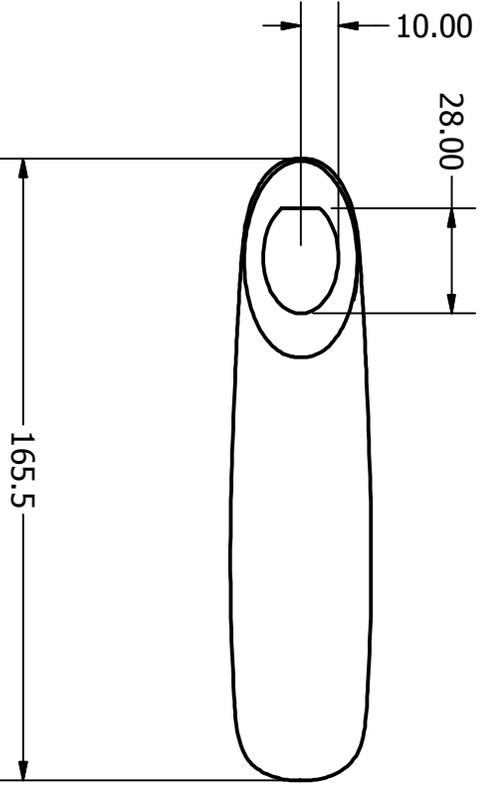
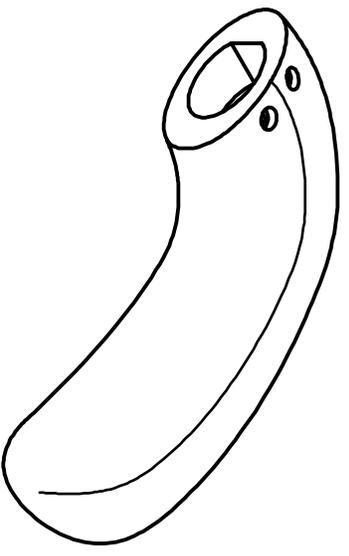
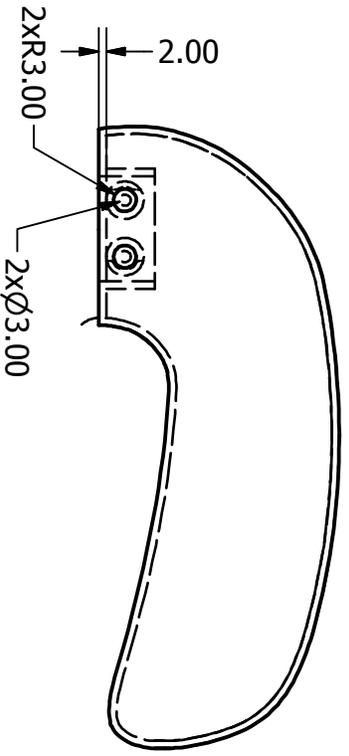
NOTA:

- Archivo CAD de referencia: VET-SCM-502.ipj

		Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica	
		TÍTULO: Tapa inferior	ANSI A
Rev:	A	Fecha:	08/06/2010
Dibujó:	AMG	Revisó:	SCC
Aprobó:	HMA	Dib. No.:	VET-SCM-502
Escala: 1:2		Acot: mm	
Cantidad: 1		Material: ABS	



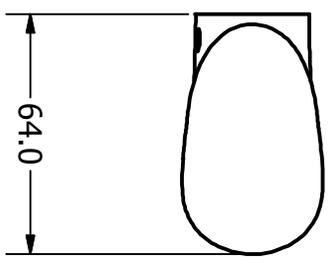
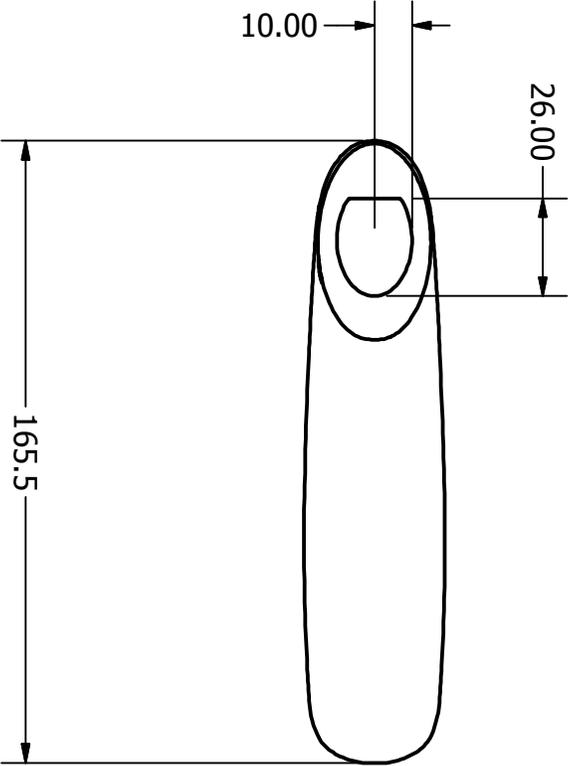
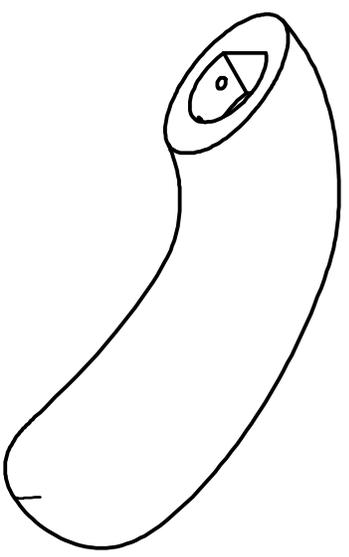
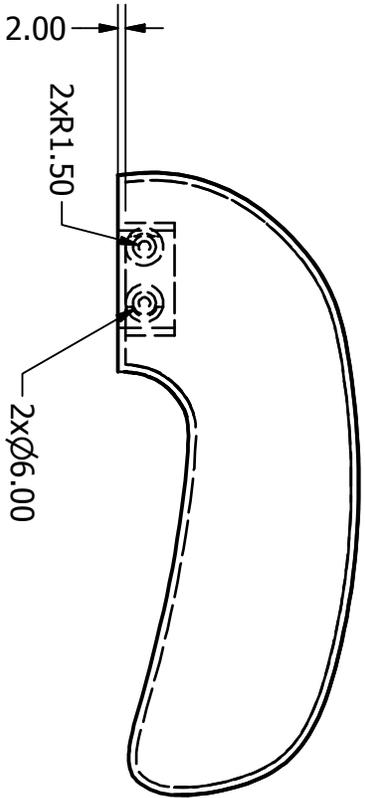
	Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica		Rev: A	Escala: 1:1
	TÍTULO: Tarjeta SCM		Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
 ANSI A			Dibujó: AMG	Cantidad: 1
			Revisó: SCC	Material: Varios
			Aprobó: HMA	
			Dib. No.: VET-SCM-503	



NOTA:

- Archivo CAD de referencia: VET-SCM-504.ipt

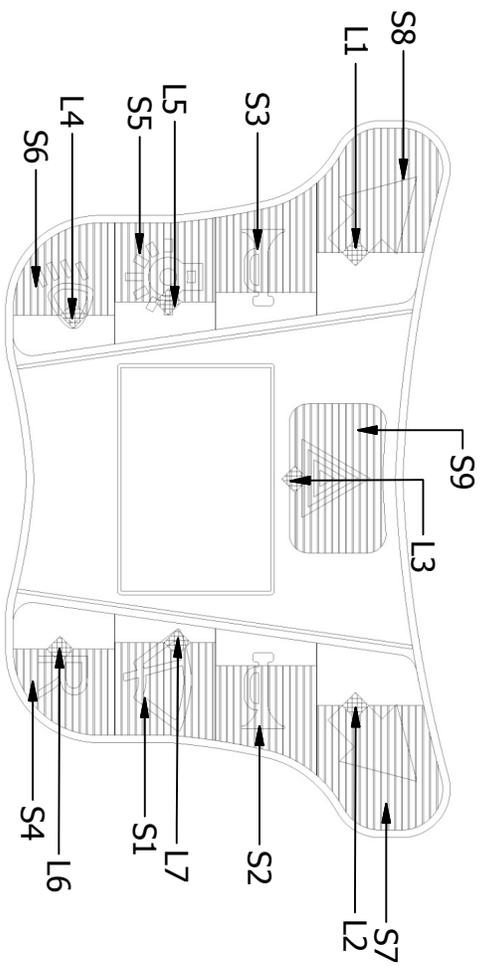
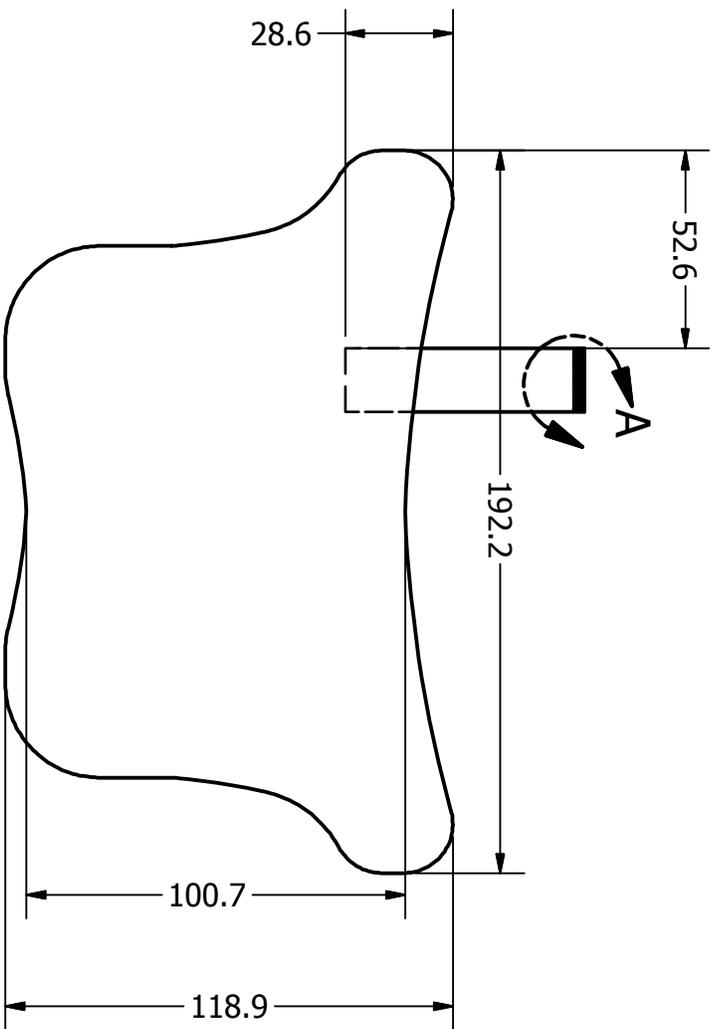
		Centro de Diseño Mecánico e Innovación		Rev: A	Escala: 1:2
		Tecnológica		Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
TÍTULO:		 ANSI A	Dibujó: AMG	Cantidad: 1	Material: ABS
Agarradera izquierda			Revisó: SCC	Aprobó: HMA	
		Dib. No.: VET-SCM-504			



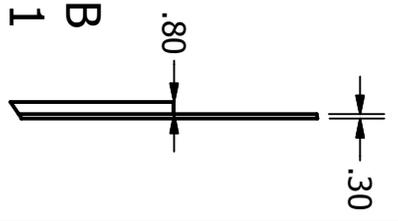
NOTA:

- Archivo CAD de referencia: VET-SCM-505.ipt

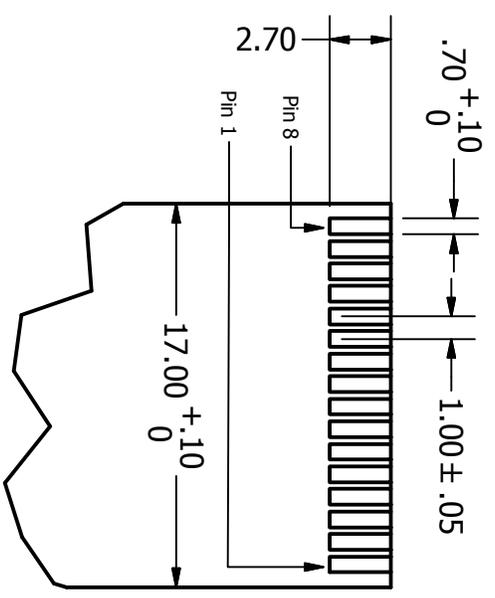
		Centro de Diseño Mecánico e Innovación		Rev: A	Escala: 1:2
		Tecnológica		Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
TÍTULO:		 ANSI A	Dibujó: AMG		Cantidad:
Agarradera derecha			Revisó: SCC		Material:
			Aprobó: HMA		ABS
		Dib. No.: VET-SCM-505			



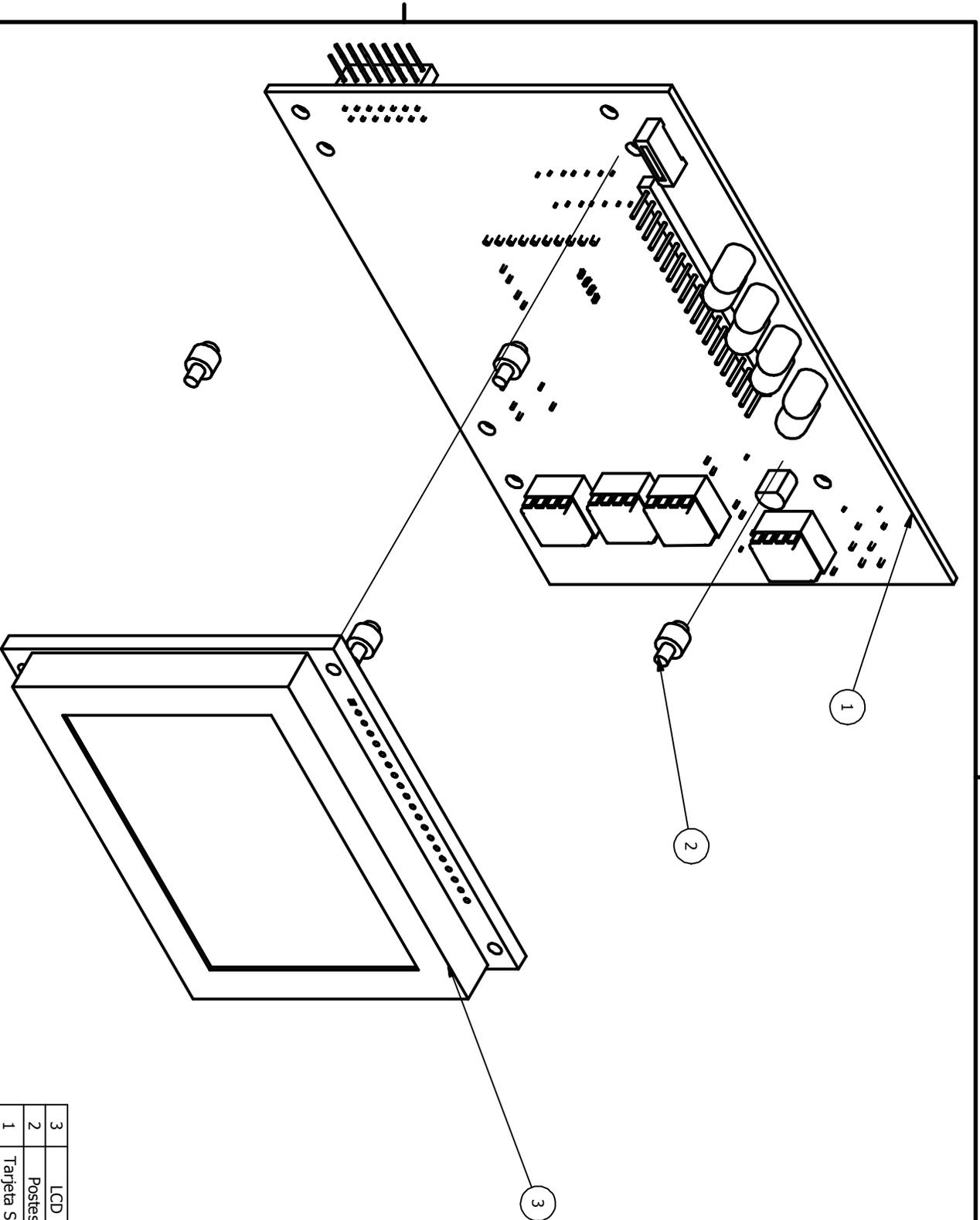
DETAIL B
SCALE 2:1



DETAIL A
SCALE 3:1



		Centro de Diseño Mecánico e Innovación		Rev: A	Escala: 1:2
		Tecnológica		Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
TÍTULO:		ANSI A		Dibujó: AMG	Cantidad: 1
Teclado				Revisó: SCC	Material: ABS
				Aprobó: HMA	
				Dib. No.: VET-SCM-506	



3	LCD	JHD-63512864E	Varios	1
2	Postes	VET-SCM-511	ABS	4
1	Tarjeta SCM	VET-SCM-503	Varios	1
No.	Título	No. Plano	Mat.	Cant.

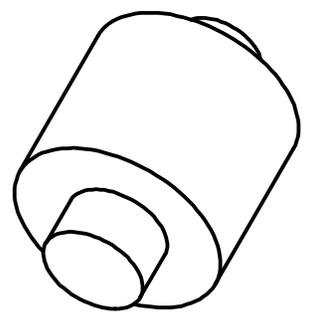
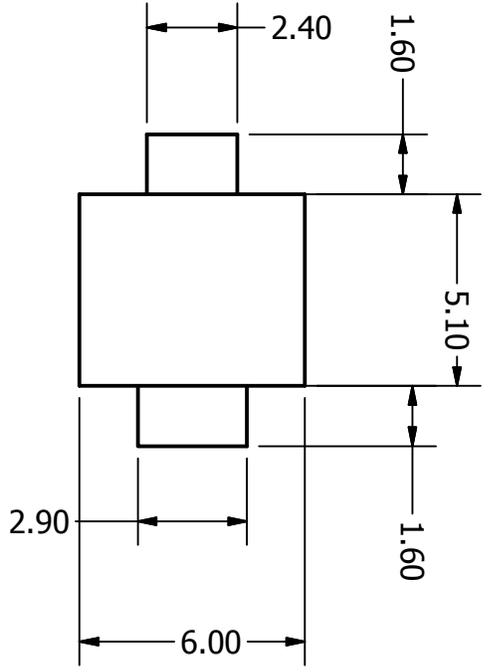
Centro de Diseño Mecánico e Innovación
Tecnológica

TÍTULO:
Ensamble Tarjeta
SCM



Rev:	A	Escala:	1:1
Fecha:	08/06/2010	Acot:	mm
Dibujó:	AMG	Cantidad:	1
Revisó:	SCC	Material:	Varios
Aprobó:	HMA		
Dib. No.:	VET-SCM-510		





		Centro de Diseño Mecánico e Innovación		
		Tecnológica		
TÍTULO:		 ANSI A	Rev: A	Escala: 5:1
Postes			Fecha: 08/06/2010	Acot: mm
		Dibujó: AMG	Cantidad: 4	
		Revisó: SCC	Material: ABS	
		Aprobó: HMA		
		Dib. No.: VET-SCM-511		

7. d Apéndice D

;PROGRAMA PRINCIPAL

```
main:  jsr    CONFIG_COP8

        jsr    INI_CONTRASTE

        ld    WDSVR,#0D8

        sbit  LED_LCD,PORTED      ;BACKLIGHT LCD ON

        rbit  RW,PORTED          ;ESCRIBIR SIEMPRE EN EL DISPLAY

        ld    contG,#0            ;CERO DATOS RECIBIDOS

        jsr  inivar                ;INICIALIZACION DE VARIABLES
        jsr  iniee                 ;INICIALIZACION EEPROM
        jsr  inilcd                ;INICIALIZACION DISPLAY
        jsr  borrlcd               ;BORRADO DEL DISPLAY
        jsr  pintarfondo           ;DIBUJAR FONDO EN EL DISPLAY

        ld    VEL,#0              ;VELOCIDAD = 0
        ld    KIL,#0              ;VELOCIDAD = 0
        ld    BAT,#0              ;VELOCIDAD = 0
        ld    VEL2,#1             ;VELOCIDAD ANTERIOR = 0
        ld    KIL2,#1            ;VELOCIDAD ANTERIOR = 0
        ld    BAT2,#1            ;VELOCIDAD ANTERIOR = 0
        ld    BOTS,#0            ;ESTADO INICIAL = 0
        ld    BOTS2,#0           ;ESTADO ANTERIOR = 0
        ld    LDS,#0             ;LEDS APAGADOS
        ld    VELLP,#000         ;VELOCIDAD INICIAL LP = 0

        ld    contD,#7           ;CONTADOR DIR1 = 7
        ;ld    contE,#7          ;CONTADOR DIR2 = 7
        ;ld    contF,#7          ;CONTADOR INT      = 7
        ld    contI,#60          ;CONTADOR CONTRASTE =30
        ld    FLAGS,#0

        sbit  4,CNTRL            ;TMR1 EMPIEZA A CONTAR
        ld    contC,#NUMINT      ;CONTAR 30 INTERRUPCIONES
        ;INTERR TMR1 CADA 32.7 MS
        ld    PSW,#011          ;GIE ON,TMR1 INTERRUPT ON

inf:    ld    WDSVR,#0D8
        ifbit RXFULL,FLAGS
        jmp  inf0
        jsr  ret1ms
```

```

        jsr    ret1ms
        jsr    ret1ms
        jmp    inf

inf0:   ifeq  RX_PROC,#ID_MASTER
        jmp    inf1
        jmp    inf9
inf1:   ifeq  RX_DEST,#ID_SLAVE
        jmp    inf2
        jmp    inf9
inf2:   ld    A,RX_DAT0
        x    A,DAT0
        ld    A,RX_DAT1
        x    A,DAT1
        ld    A,RX_DAT2
        x    A,DAT2
        ld    A,RX_DAT3
        x    A,DAT3
        jsr    CALC_CRC
        ld    A,CRC
        ifeq  A,RX_CRC
        jmp    inf3
        jmp    inf9
inf3:   ld    B,#054
        ld    A,[B+]
        x    A,VEL
        ld    A,[B+]
        x    A,BAT
        ld    A,[B+]
        x    A,KIL

        ;--
        rbit  GIE,PSW
        sbit  ENRS,PORTLD ;INICIALMENTE RECIBIMOS INFORMACION
        sbit  RXTX,PORTLD

        ld    TBUF,#ID_SLAVE
        jsr    send
        ld    TBUF,#ID_MASTER
        jsr    send
        ld    A,BOTS
        x    A,TBUF
        jsr    send
        ld    A,VELLP
        x    A,VELLP2
        ifbit 0,RX_DAT3
        jmp    inf4
        rbit  2,VELLP2

```

```

                jmp    inf5
inf4:  sbit 2,VELLP2
inf5:  ld    A,VELLP2
        x    A,TBUF
        jsr  send
        ld  A,BOTS
        x  A,DAT0
        ld  A,VELLP2
        x  A,DAT1
        ld  DAT2,#0FF
        ld  DAT3,#0FF
        jsr  CALC_CRC
        ld  A,CRC
        x  A,TBUF
        jsr  send

        jsr  ret1ms
        jsr  ret1ms
        jsr  ret1ms

        rbit  ENRS,PORTLD ;INICIALMENTE RECIBIMOS INFORMACION
        rbit  RXTX,PORTLD

        sbit  GIE,PSW

inf9:  rbit  RXFULL,FLAGS
        jmp  inf

```

7. e Apéndice E



INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL
Dirección Divisinal de Patentes

Solicitud de Patente
 Solicitud de Registro de Modelo de Utilidad

Solicitud de Registro de Diseño Industrial, especifique cuál:
 Modelo Industrial Dibujo Industrial

Uso exclusivo Delegaciones y Subdelegaciones de la Secretaría de Economía y Oficinas Regionales del IMPI.

Sello

Folio de entrada

Fecha y hora de recepción

Solicitud Expediente: MX/a/2011/008333
Fecha: 5/AGO/2011 Hora: 16:42
Folio: MX/E/2011/054381 714442



Antes de llenar la forma lea las consideraciones generales al reverso

I DATOS DEL (DE LOS) SOLICITANTE(S)

El solicitante es el inventor El solicitante es el causahabiente

1) Nombre (s): ALEJANDRO MENDOZA RAMIREZ

2) Nacionalidad (es): MEXICANA

3) Domicilio; calle, número, colonia y código postal: PIZAGUA 1208 BIS, COL. SAN PEDRO ZACATENCO, 07360

Población, Estado y País: MÉXICO, D.F.

4) Teléfono (clave): 5) Fax (clave):

II DATOS DEL (DE LOS) INVENTOR(ES)

6) Nombre (s): DAVID MOEDANO HERNANDEZ, SERAFIN CASTAÑEDA CEDEÑO

7) Nacionalidad (es): MEXICANA

8) Domicilio; calle, número, colonia y código postal: AFRICA No. 19, COL. CONCEPCION COYOACAN, C.P. 04020, MEXICO, D.F.; AUER 12, DEPTO. 23, COL. HEROE DE NACUZARI, C.P. 07780, MEXICO, D.F. RESPECTIVAMENTE

Población, Estado y País: MÉXICO

9) Teléfono (clave): 10) Fax (clave):

III DATOS DEL (DE LOS) APODERADO(S)

11) Nombre (s): FERNANDO BECERRIL ORTA, ENRIQUE CAAMAÑO COCA, ROSA ELENA NURIA BECERRIL CORTES, JUAN CARLOS AMARO ALVARADO, HECTOR ELIAS CHAGOYA CORTES, ANA PATRICIA LOPEZ MARTINEZ, JOSE ANTONIO ROMERO MIRANDA, HERIBERTO RAUL LOPEZ PADILLA, FERNANDO ROSALES VAZQUEZ Y RAUL DOMINGUEZ HERNANDEZ. 12) R G P:

13) Domicilio; calle, número, colonia y código postal: THIERS 251 PISO 10, COLONIA ANZURES, DELEGACION MIGUEL HIDALGO, C.P. 11590

Población, Estado y País: MÉXICO, D.F. 14) Teléfono (clave): 52638730 15) Fax (clave): 52638731

16) Personas Autorizadas para oír y recibir notificaciones: VER HOJA ANEXA

17) Denominación o Título de la Invención:
"DISPOSITIVO CONECTOR PARA VOLANTES REMOVIBLES EMPLEADOS EN VEHICULOS CON DIRECCION ELECTRICA "

18) Fecha de divulgación previa: Día Mes Año

19) Clasificación Internacional uso exclusivo del IMPI

20) Divisinal de la solicitud: Número Figura jurídica

21) Fecha de presentación: Día Mes Año

22) Prioridad Reclamada: País Fecha de presentación (Día Mes Año) No. de serie

Lista de verificación (uso interno)

No. Hojas	No. Hojas	VER HOJA ANEXA
<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	Documento de cesión de derechos
<input checked="" type="checkbox"/> 27		Constancia de depósito de material biológico
<input checked="" type="checkbox"/> 4		Documento (s) comprobatorio(s) de divulgación previa
<input checked="" type="checkbox"/> 1		Documento (s) de prioridad
<input checked="" type="checkbox"/> 1		Traducción
	36	TOTAL DE HOJAS

Observaciones:
1 Declaración de Pequeña Entidad
1 Sustitución Parcial de Poder

Bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos asentados en esta solicitud son ciertos.

José Antonio Romero Miranda México, D.F. a 5 de Agosto de 2011
Nombre y firma del solicitante o su apoderado Lugar y fecha

8. Referencias

8.1 Bibliografía

- G. Pahl; W. Beitz; J. Feldhusen; K.H Grote; 2007. *Engineering Design. A Systematic Approach*; Third Edition, Springer 2007. s.l., 617 p.
- Clifford Thomas Morgan. 1963. *Human engineering guide to equipment design*; McGraw-Hill, New York, 560 p.
- Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr. John T. DeWolf. 2004. *Mecánica de Materiales*; Tercera edición, McGraw-Hill, Mexico D.F., 790 p.
- Robert L. Norton. 1999. *Diseño de Máquinas*; E.U.A., Prentice Hall. 1080 p.

8.1 Sitios Visitados en Internet (URL)

- N. F. O. Evbuomwan, S. Sivaloganathan, A. Jebb. 1996. *A survey of design philosophies, models, methods and systems*. Journal of Engineering Manufacture, Vol. 210: (Pp. 301-320)
- Mort Schultz. 1985. *Revista Mecánica Popular*. Mexico. Volumen 38 - Agosto de 1985 - Número 8
(<http://www.mimecanicapopular.com/verautos.php?n=123>)
- Dani Meganeboy. 2011. *Aficionados a la Mecánica; Sistema de Dirección*. (<http://www.aficionadosalamecanica.com/direccion.htm>)
- Dani Meganeboy. 2011. *Aficionados a la Mecánica; Dirección asistida*. (<http://www.aficionadosalamecanica.com/direccion-asistida-hidra.htm>)
- Diego Aquino. *Drive by Wire*.
(<http://www.cesvi.com.ar/revistas/r66/drive.pdf>)
- Quick Release Steering Hubs.
(<http://www.bakerprecision.com/strghub.htm>)
- Cutting Tools. (<http://www.cutools.com/>)
- Sparco Motor Sports Inc.
(http://www.sparcousa.com/pswheel_accessories.asp?id=404)

- **MTMotorsport. Quick Release Steering Boss.**
(http://www.mtmotorsport.co.uk/shop/index.html?target=p_41.html&lang=en-gb)
- **Quick Release Steering Wheel Adapters.**
(<http://www.upgrademotoring.com/qwikrelease.htm>)
- **Snap Off for Road Cars.** (<http://www.snap-off.com/>)
- **Elise parts.** (<http://www.eliseparts.com/>)
- **Lecarra. Steering wheels.** (<http://www.lecarra.com/domestic-hubs.shtml>)
- **MOMO Steering Wheels & Hub Kits.**
(<http://ltbautosports.com/steeringwheel.html>)
- **Acoples rápidos.**
(<http://www.manguerasretroindustriales.com/home.htm>)