

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Programa de Edificación y Vivienda

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

**1J Programa de desarrollo de sistemas integrales de infraestructura
y movilidad colectiva
Nuevas formas de movilidad para la vida**

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En Ingeniería Mecánica. Álvaro Torres Rodríguez.

Lic. En Ingeniería Mecánica. David Eduardo Gutiérrez Guerra.

Lic. En Ingeniería Mecánica. Gabriel Ruiz Téllez

Lic. En Ingeniería Civil. Jorge Andrés Ramos Guerrero.

Lic. En Ingeniería Civil. Antonio Orozco Varela

Lic. En Ingeniería Civil. Manuel Calzada Castro

Lic. En Arquitectura. José Benjamín Pérez Orlanzini

Lic. En Arquitectura. Salvador Adrián Romero Cruz

Lic. En Ingeniería Electrónica Mario Alberto Moreno Contreras

Lic. En Ingeniería Electrónica. Carlos Alberto Cortés Ruiz.

Lic. En Ingeniería Electrónica. Carlos Alberto Wong Núñez

Profesor PAP: David Vargas del Río

Tlaquepaque, Jalisco, 3 de diciembre de 2018

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	4
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	4
Resumen	4
1. Introducción.....	4
1.1 Antecedentes.....	5
2. Desarrollo	6
2.1. Sustento teórico y metodológico	6
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto	9
3. Resultados del trabajo profesional.....	10
¿Cuál es la mejor opción para acelerar el vehículo en escala real?	10
¿Cuál es la mejor manera de cambiar de vía en escala real?	15
¿Cuál es la mejor estrategia para diseñar estaciones eficientes?	18
¿Cómo es la arquitectura y diseño de los PRT?	23
¿Cómo se puede realizar una estructura de soporte ligera, con baja deformación y barata?.....	26
¿Es posible hacer vehículos sin carcasa? ¿La pista debe ir cubierta?	29
¿Cuál es la mejor configuración de perforaciones y ranuras para tener mínima fricción?	31
¿Cómo debería ser la arquitectura del sistema del PRT?	39
¿Qué inclinación máxima pueden tener en las vías?	42
¿Qué velocidad es la más indicada?	44
¿Cómo llevar a cabo el control del prototipo en la tarjeta de implementación?	47
¿Cómo recargar los vehículos?.....	52
Fuente de energía del carro eléctrico.....	53
Pregunta 18: Materiales de la cubierta protectora	57
¿Cuáles son las aceleraciones de avance y frenado máximas?.....	61
¿Es posible fabricar un motor lineal?	64
¿Cuáles son las principales características de las ciudades inteligentes?	69

¿Cómo es la arquitectura y diseño de los PRT?	70
¿Qué tipo de sensores son necesarios para el funcionamiento?	76
Pruebas del acelerómetro de la IMU en tres ejes y un eje.....	80
¿Cuál es el mejor esquema de actuadores para el manejo e implementación del motor?	80
¿Cuál es la estrategia más eficiente para subir a las estaciones?	87
¿Es posible fabricar nuestras propias baterías?	92
¿Cómo debe ser el sistema de ventilación del vehículo?.....	93
Revisión conceptual del sistema de movilidad.....	95
Validación del control automático del Hardware In the Loop (HIL).....	98
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	104
Aprendizajes profesionales.....	104
Aprendizajes sociales	109
Aprendizajes éticos.....	114
Aprendizajes en lo personal.....	118

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Las poblaciones urbanas padecen diversos problemas ambientales, de salud, segregación y pérdida de espacios públicos, derroche energético, ruido, así como altas inversiones de tiempo y dinero. Estas situaciones poseen un denominador común: una tecnología inadecuada llamada automóvil unipersonal. Buscamos intervenir tecnológicamente el contexto de las ciudades mediante un sistema de movilidad pública, eficiente, no invasivo, silencioso, de bajo costo, saludable y ecológico. En este trabajo presentamos diferentes soluciones, con la intención de ir llevando esta tecnología hacia su transferencia tecnológica.

1. Introducción

Una movilidad ligera, inteligente, silenciosa, saludable y sustentable, representa una necesidad importante para los habitantes urbanos, quienes sufren día a día las consecuencias de un sistema de movilidad inadecuado: daños a la salud, contaminación ambiental, derroche energético, costos económicos, pérdida de tiempo, alienación del espacio, entre otros. Este sistema de movilidad inadecuado se caracteriza por el uso masivo de automóviles individuales que deben cargar, cada uno: un sistema de rodamiento, un motor de combustión interna, un sistema de suspensión, un sistema hidráulico, carrocería y un sistema de enfriamiento. Además de una serie de dispositivos que su conjunto suponen entre 70,000 y 90,000 partes. Ciertamente, los vehículos son sumamente pesados y grandes, llegan a pesar entre 1.5 y 2 toneladas, y ocupan un espacio de entre 6 y 10 metros cuadrados para mover a una persona que pesa entre 60 y 90 kilos y podría viajar en menos de 1 metro cuadrado. Si se añade a esta situación a las pérdidas energéticas propias de los motores y partes, puede entenderse la baja eficiencia del automóvil, que ronda en el 6%. Esta situación abre un nicho de oportunidad que la industria automotriz está abordando mediante automóviles impulsados con electricidad, que pueden aumentar la eficiencia hasta el 35%, y el manejo automatizado de los mismos que permitiría optimizar el espacio necesario para su tránsito, que en las ciudades ronda entre el 30 y 35%. Sin

embargo, la ineficiencia y la alienación del espacio por el uso del automóvil no es el mayor problema si se considera que el sistema de movilidad que desarrollaron la mayoría de las ciudades está basado en esta tecnología y representa la primera causa de muerte, genera altos costos económicos a los gobiernos en provisión de infraestructura y salubridad, contamina el aire con gases tóxicos y el subsuelo con hidrocarburos, e implica una gran cantidad de tiempo social para mantenerla en funcionamiento.

El concepto de movilidad que se está desarrollando en el ITESO significa un aumento considerable de la eficiencia, al no necesitar cargar las 70,000 o 90,000 partes asociadas al vehículo convencional. Significa también una eficiente movilización de personas, pues los vehículos podrían ocupar un espacio 10 veces menor y transitar de forma automatizada y en un flujo continuo, a diferencia de otros sistemas de movilidad como el metro o el tren ligero o el BRT, que implican un flujo por bloques. Además, plantea la posibilidad de tener un sistema de movilidad silencioso, no contaminante y por lo tanto sustentable. Sin embargo, el momento de maduración en el que se encuentra el proyecto significa muchas cuestiones que aún no están resueltas. En este Proyecto de Aplicación Profesional resolveremos estas cuestiones, con el objetivo de que el proyecto pueda madurar y avanzar hacia su transferencia.

1.1 Antecedentes

El 30 de marzo de 2016 se inscribió en el IMPI una solicitud de patente denominada “Sistema tribológico para el tránsito de vehículos” (MX/E/2016/021480). Tal invención reivindica una pista que reduce la fricción mientras impulsa vehículos que transitan sobre ella, permitiendo su movilización con alta eficiencia energética y a un bajo costo. Se compone de un sendero llano sobre el cual transitan vehículos en confrontación facial. Este sendero contiene una pluralidad de perforaciones que permiten que un sistema hidráulico automatizado inyecte agua a presión en la interfase del vehículo y el sendero, eliminando la fricción. También contiene elementos rodantes para impulsar los vehículos en una dirección. Con esto se genera un efecto lubricante similar al efecto Maglev a un costo considerablemente menor y se posibilita el tránsito de vehículos ligeros. Aplicado a la movilidad, permitiría generar sistemas de transporte automatizado que serían capaces de movilizar gran número de personas, con alta eficiencia energética, y de forma no contaminante y silenciosa. Sin embargo, al tratarse de una invención que sale de una universidad, donde es fácil perder la novedad debido a las dinámicas diarias de la vida académica, se decidió hacer el registro sin tener aún consolidada la tecnología necesaria para realizar la transferencia. Una vez realizado el registro se inscribió el proyecto 5206-2016 en la convocatoria PRODEPRO 2016. El proyecto denominado “Prototipo de Movilidad Tribológica”, un prototipo en fase de exploración, representó la primera fase formal para generar la tecnología necesaria para realizar la transferencia. Gracias a este prototipo se comprobó la viabilidad técnica de la invención y se generaron los insumos necesarios para llevar la invención a un nivel técnico más avanzado. Los resultados de esta primera fase se presentaron a COECYTJAL el 1 de septiembre de 2017. La elaboración del prototipo se abordó desde proyectos con estudiantes, y de manera paralela se realizaron videos de la experiencia del usuario, render explicativos de las adaptaciones que podrían hacerse en la infraestructura existente para llevarse a la práctica, y acompañados de cálculos

estructurales y estimaciones de costos, buscando consolidar la tecnología y acercarla a una propuesta de valor concreta. En vista de que los resultados técnicos y las posibilidades avanzaban de manera alentadora, la invención se inscribió para el proyecto de emprendimiento “Nodo binacional de innovación del bajío” (Nobi bajío). Este último es un proyecto impulsado por CONACYT para fomentar la transferencia tecnológica de las invenciones de las universidades y centros de investigación, mediante la aplicación de la metodología “Customer Discovery”. Se realizaron 100 entrevistas a clientes potenciales. A partir de ellas se determinó el nivel de madurez tecnológica y las necesidades para transferir la propuesta. Los resultados mostraron que es altamente necesario caracterizar el potencial de movilización del sistema, para que la universidad pudiera ofrecer datos concretos que se conviertan en base para los análisis costo-beneficio de los posibles compradores. Además, consolidar la automatización y control del flujo vehicular del sistema de movilidad propuesto. Tener videos y prototipos ilustrativos, y una cartera de socios y contratistas.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

Transporte Rápido Personal

Una propuesta para sustituir parcialmente tecnología del automóvil en las ciudades podemos encontrarla bajo el concepto de sistema de Transporte Rápido Personal, (Personal Rapid Transit en inglés, PRT), también conocido como Sistema automatizado de transporte, o Podcar. Es una tendencia importante a nivel mundial que consiste en formas de transporte público en la que vehículos automáticos de pequeñas dimensiones funcionan dentro de una red de carriles-guía. Los vehículos PRT están dimensionados para viajes individuales o en pequeños grupos, por lo general llevan de 3 a 6 pasajeros por vehículo (McDonald, 2012). Algunos sistemas existentes o en construcción pueden encontrarse en Londres, Inglaterra; en Morgantown, Estados Unidos; en Mazdar, Emiratos Árabes Unidos; Suncheon, Corea del Sur; o Amritsar, India. Estos sistemas han demostrado que pueden ser rápidos, incluyentes, movilizar cantidades importantes de personas, disminuir la contaminación, reducir la cantidad de espacio, fáciles de implementar, más seguros, servir como conectores con otros sistemas públicos de transporte, y reducir la presión del tráfico y la cantidad de energía (Anderson, 2000). Este tipo de iniciativas suelen desarrollarse de forma independiente en centros de investigación, normalmente en coordinación con actores de gobierno o empresas, pero en su etapa de maduración su implementación requiere liderazgo a nivel municipal o con actores privados (Anderson, 2000). La propuesta tecnológica que se desarrollará en esta investigación representa una innovación dentro de este concepto.

Movilidad basada en la tribología

La tribología —la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento— confronta los sistemas mecánicos tradicionales al demostrar que aproximadamente 60 % de la energía se pierde

en fenómenos de fricción (Fuller, 1956). Los sistemas de movilidad convencionales, incluidos los sistemas PRT, suelen basarse en el uso de ruedas y quedan sujetos a este fenómeno. Una excepción importante son sistemas que no utilizan ruedas y utilizan aire o electromagnetismo para eliminar la fricción. Los vehículos que utilizan aire como material de lubricación se basan en un principio similar al de las mesas de hockey; el aire como material de lubricación los vuelve más eficientes y rápidos (e.g. Blum y Blum, 1996, Crowley, 1963, Hall, 1967). De manera similar, los vehículos que eliminan la fricción mediante electromagnetismo presentan buenos resultados en cuanto a eficiencia energética y rapidez (e.g. Guangda, 2003, Qu Qiulin, 2015). Sin embargo, frecuentemente los vehículos se conciben como independientes, operados por un usuario individual, y siempre utilizan principios demasiado sofisticados que dan lugar a vehículos costosos y grandes. La patente que el ITESO solicitó en abril de 2016 plantea la reducción de la fricción mediante el uso de agua dentro de la pista lisa sobre la cual transitan vehículos automatizados (Vargas-del-Río, 2016). Ello posibilita una movilidad colectiva de vehículos ligeros, de dimensiones reducidas y con menor sofisticación y costo. Su tamaño reducido y ligereza representa una importante ventaja respecto a otras tecnologías de movilidad urbana, al poder integrarse a la red de movilidad urbana actual como un segundo piso en los carriles centrales, con puentes peatonales convertidos en estaciones. Al ser ligero y de dimensiones reducidas, su construcción puede realizarse de forma rápida y sin necesidad de sacrificar carriles existentes. Más aún, con importantes ventajas respecto a otros tipos de sistemas de movilidad pública convencional, como se deduce de una estimación inicial de costos basada en los estudios de Díaz (2010) presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Comparativo de la propuesta respecto a otros sistemas de transporte basada en Díaz (2010).

Sistema de movilidad	Costo por kilómetro	Capacidad relativa (personas por hora)	Observaciones
BRT	0.5 – 5.3 millones USD/ Km	4,000 – 45,000	Alienación de carriles existentes
Tranvía	14 – 32 millones USD/ Km	4,000 – 20,000	Alienación de carriles existentes
Tren ligero	20.5 – 36.6 millones USD/ Km	12,000 – 50,000	Construcción complicada
Metro	40.0 – 58.5 millones USD/ Km	12,000 – 80,000	Construcción complicada
Sistemas PRT	5 - 10 millones USD/ Km	24,000 – 32,000	Eficiencia energética y no contaminante

Automatización y simulación en movilidad

El problema de diseñar un vehículo autónomo para mejorar la movilidad de una ciudad ha sido muy estudiado en las últimas dos décadas. El enfoque usual consiste en utilizar los vehículos automotores convencionales y diseñar una estrategia de control de los mismos

basados en información de sensores o por medio de una base de datos, que permita mejorar el flujo vehicular en la ciudad y reducir así el nivel de contaminación y consumo de combustible. Un antecedente importante de este enfoque lo representa el proyecto ITSUMO (Intelligent Transportations for Urban MObility). Tal enfoque está orientado a resolver problemas de movilidad urbana y van desde el control de las luces de los semáforos, coordinación de vehículos y modelado de tráfico en tiempo real. Algunos de los aportes del proyecto pueden ser observados en la figura 1. Sus publicaciones principales conciernen a la planeación de trayectorias, manejo y evasión de colisiones, control de semáforos y aplicación de sistemas multiagentes para modelado de tráfico.



Figura 1. Aplicaciones de ITSUMO

Otro proyecto relacionado lo representa MATSim, el cual es una plataforma de simulación desarrollada en Java enfocada a simular la interacción entre vehículos en una ciudad, basados en sistemas multiagentes. El proyecto está soportado por la Universidad Técnica de Berlín y el Institute for Transport Planning and Systems (IVT) de la Swiss Federal Institute of Technology (ETHZ) en Zurich.

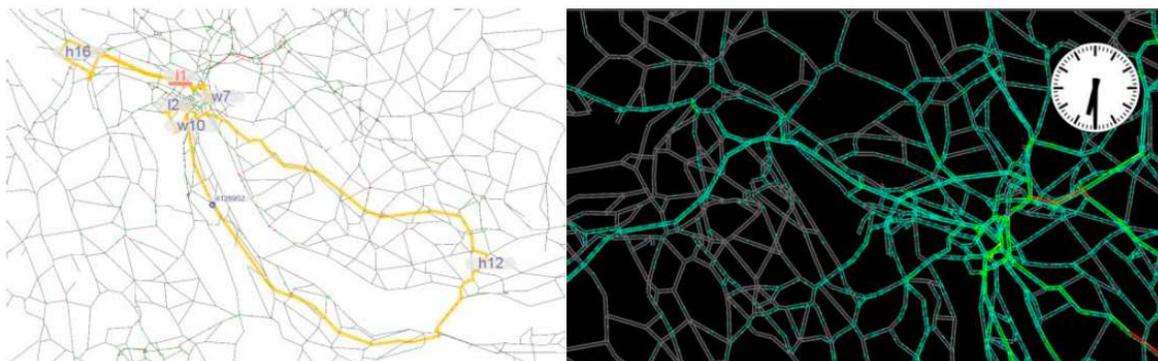


Figura 2. MATSim aplicación para la estimación de tráfico en una ciudad.

Su principal interés de investigación es la de modelar el tráfico de grandes ciudades para poder tomar decisiones inteligentes en cada vehículo. Esto aplicado al servicio de

transporte público en la ciudad, habilitación de señalizaciones y control de las luces de semáforos en la misma. Actualmente, es el grupo más grande a nivel mundial dedicado a este tema usando sistemas multiagentes.

Otro antecedente, es el consorcio europeo denominado CAR2CAR (<https://www.car-2-car.org/index.php?id=5>) cuyos objetivos son el desarrollar un estándar para la comunicación inteligente entre vehículos para abordar la problemática del tráfico, evasión de accidentes vehiculares y disminución de contaminantes vehiculares. La base de investigación es motivada y financiada por las grandes empresas automotrices europeas y asiáticas, y abarca todo lo relacionado con la comunicación vehículo a vehículo como: protocolos de comunicación, sistemas operativos embebidos, controladores de tarjetas electrónicas, modelado dinámico del vehículo y la interacción entre los mismos.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

La forma de trabajar el reto de avanzar en la transferencia implicó definir preguntas y retos de trabajo. Estas cuestiones fundamentales fueron resueltas a partir de equipos de trabajo y después fueron discutidas de forma interdisciplinaria. La forma de trabajar fue la siguiente:

- 1) Elegir una pregunta dentro de un listado
- 2) Entender la pregunta
- 3) Realizar un estado del arte breve para saber cómo han respondido otros a esta pregunta
- 4) Hacer una lluvia de soluciones a nuestra pregunta
- 5) Proponer una solución, definir alcances, acordar tiempos y productos
- 6) Hacer cálculos estructurales (en ciertos casos), algoritmos, sistema de control (diagrama de flujo) (en ciertos casos), programación (en ciertos casos), diseño de un esquemático eléctrico (en ciertos casos), diseño arquitectónico (en ciertos casos), informe escrito (en ciertos casos)
- 7) Representar gráficamente la solución
- 8) Presentar la solución al equipo que conforma el PAP y discutirla
- 9) Hacer informe breve que incluya problemas, retos ingenieriles y políticos o administrativos, posibles necesidades de mantenimiento, posibles proveedores, posibilidad de genera una tecnología propia, posibilidad de fabricar en serie o con impresoras 3d, posibilidades de negocio. Como las soluciones dependen del contexto en que se aplique, propongan la mejor para tres diferentes escenarios: a) un prototipo a escala, b) un caso en una ciudad inteligente donde hay poca gente, mucho dinero y más lujo y exigencias, c) un contexto urbano.

3. Resultados del trabajo profesional

¿Cuál es la mejor opción para acelerar el vehículo en escala real?

Desarrollado por: Álvaro Torres Rodríguez y Alberto Moreno

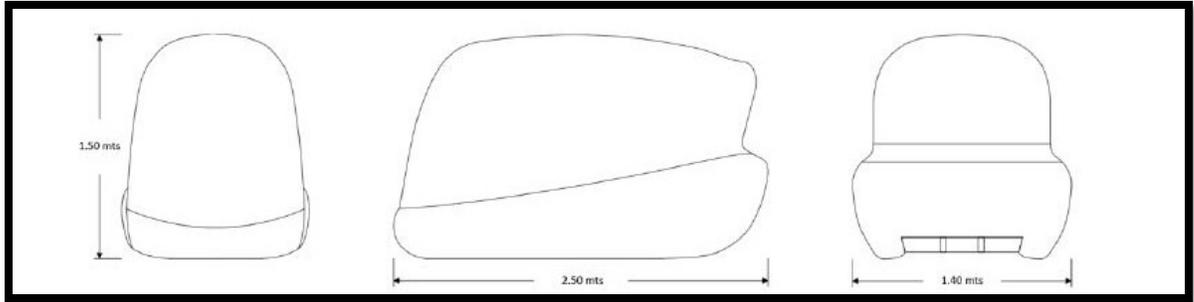
A continuación, se presenta información sobre los cálculos, elección, ensamble y aplicación de motores lineales en el PRT.

Para la instalación del motor lineal en el PRT, se tenían tres opciones. La primera era por la parte de abajo del vagón, lateralmente o en el techo. La primera resulta muy complicada por el funcionamiento tribológico y el sistema hidráulico que requiere la pista. Lateralmente poco fue una opción viable por la disminución de la eficiencia en las curvas, ya que existirá una variación importante en la distancia ideal entre los motores y las placas de metal. Además, es posible que se tenga un desbalance en el centro de gravedad que afecte su estabilidad.



Imágenes 1.1 y 1.2 Diseños de Rack funcionales para motor lineal.

El ensamble del motor lineal al vagón puede solucionarse con una instalación de un rack por la parte externa del techo, como los utilizados en algunas camionetas. De esta manera, se puede distribuir el peso, mantener el centro de gravedad alineado y reducir los esfuerzos de manera eficiente.



(H2W technologies , 2018)

Imagen 1.3 Dimensiones y geometría de vagón PRT

En la imagen se muestra las dimensiones pensadas para el diseño a escala real del vagón, que nos servirán para la elección del motor lineal y las posibilidades de ensamble del mismo.

Newton's Second law:

$$F = m \times a$$

Force = Mass x Acceleration

(H2W technologies , 2018)

Imagen 1.4 Segunda ley de Newton.

Sabemos que, al despreciar la fricción del sistema, la fuerza que provocará que el vagón se acelere será igual a la masa del sistema movable (vagón + tripulantes + motor lineal) por la aceleración previamente establecida en la pregunta 21.

Variable	Description	Units	Calculation
m	Moving mass	(kg)	1000
a	Acceleration	(g's)	2
F	Force	(N)	1961.33

*accelerations up to 10 g's are possible under closed loop control
 *accelerations up to 20 g's are possible under open loop control

(H2W technologies , 2018)

Imagen 1.5 Cálculo de fuerza requerida por el motor lineal.

Con una masa aproximada de 1000 kg y una aceleración de .2g, tenemos como resultado que nuestro motor lineal debe ser capaz de ejercer al menos 1961.33 Newton de fuerza.

AC Linear Induction Motor - LMG-06-650-SSE

Home > Linear Motors > Linear Induction Motors > LMG-06-650-SSE



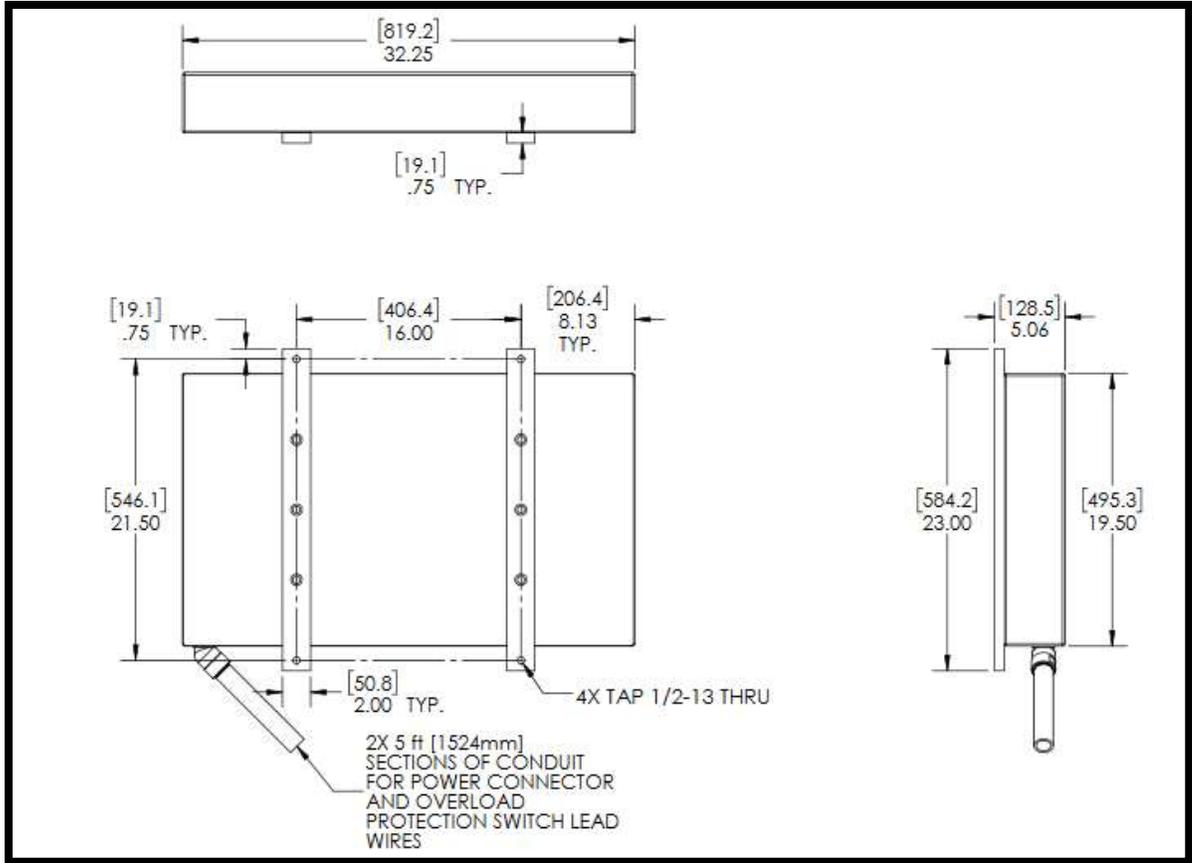
Product Drawing		
Configuration	Single Sided	
Air Gap	* in	* mm
Duty Cycle	3 %	
Force @ Duty Cycle	650 lbs	2891 N
Power @ Duty Cycle	72 kW	
Current @ Duty Cycle	370 amps	
Phase Resistance @ 20C	0.15 ohms	
Input Voltage	400 VAC, 3 Ø	
Frequency	75 Hz	
Length	31.9 in	809 mm
Width	19.5 in	495 mm
Height	in	
Weight	420 lbs	190 kg

(H2W technologies , 2018)

Imagen 1.6 Propuesta de motor lineal comercial.

La imagen muestra el motor lineal de corriente alterna elegido. Es fabricado por la compañía H2W Tech. Tiene configuración de un solo lado y es capaz de ejercer 2891N, por lo que tenemos alrededor de un tercio de factor de protección. Es importante indicar que el motor tiene una masa de 190 kg.

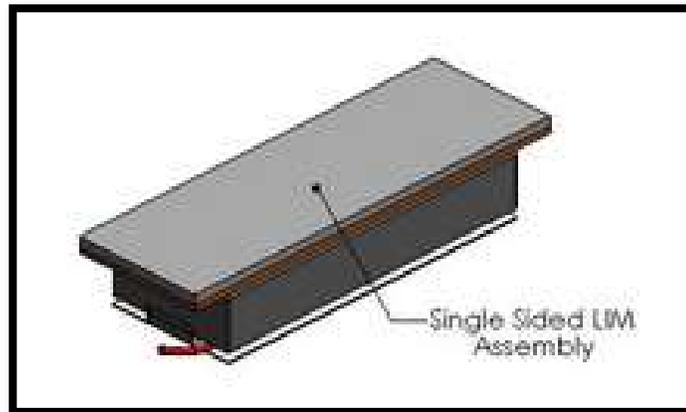
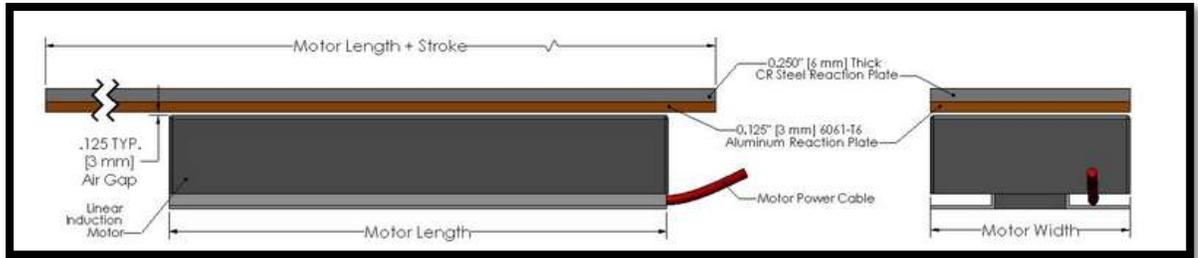
En la imagen se habla de un ciclo de trabajo de 3%. Esto revela la proporción de tiempo que el motor no está realizando trabajo, representado en porcentaje. Por lo que, mientras el motor esté recibiendo energía, 97% del tiempo va a realizar trabajo. Se diseña de esa manera para evitar sobrecalentamiento.



(H2W technologies , 2018)

Imagen 1.7 Planos, dimensiones y especificaciones del motor lineal.

Se presenta el plano del motor lineal con sus dimensiones: la localización de los barrenos para su ensamble, la entrada de energía.



(H2W technologies , 2018)

Imágenes 1.8 y 1.9 Especificaciones de motor lineal y láminas de metal.

Se muestra el ensamble del motor con las placas de aluminio y acero. Se especifica una distancia ideal entre los dos componentes de tres milímetros.

Las placas metálicas serán instaladas a lo largo de toda la pista, a una altura constante de tal manera que se mantenga la distancia ideal entre el motor lineal y ellas.

Es importante mencionar que la distancia mínima entre los tramos de placas debe ser no mayor a tres milímetros, ya que se podría perder eficiencia.

Además, se recomienda utilizar barreras o carriles para evitar que el vagón se desvíe y se mantenga en la dirección deseada.

El siguiente paso sería evaluar otras configuraciones de esta aplicación, como utilizar motores lineales más potentes instalados en la pista, y tener las láminas de metal instaladas en cada vagón. Es necesario determinar un aproximado de cantidad de vagones que tendrá el sistema para determinar la opción más viable. A la vez, es recomendable explorar otras alternativas para impulsar el vagón a escala real., como utilizar motores eléctricos con jaula de ardilla y ruedas laterales.

BIBLIOGRAFÍA

H2W technologies . (2018). H2W technologies . Obtenido de <https://www.h2wtech.com/product/linear-induction/LMG-06-650-SSE>

¿Cuál es la mejor manera de cambiar de vía en escala real?

Desarrollado por: Antonio Varela, Gabriel Ruiz, David Gutiérrez.

Durante la etapa de investigación nos encontramos con el reto de la falta de sistemas similares, no existen sistemas que realicen desplazamientos como el que se está desarrollando por lo que fue necesario extender el área de búsqueda. Se investigó sobre sistemas que funcionaran de manera similar pero que no necesariamente fueran iguales, o sin que se tratara de un sistema de *rapid transit*. Encontramos diversa información de cambio de vía en *rapid transit*, montañas rusas y hasta líneas de producción, pero todos se basaban en el principio de la rueda y los diferenciales.

Al no encontrar información se recurrió a preguntar al profesor, con quien se llevó una lluvia de ideas y se terminó concluyendo que se tenía que desarrollar el mecanismo en lugar de implementar uno ya existente. Durante una sesión de trabajo se propusieron varios modelos y se discutieron sus ventajas y retos, y finalmente se concluyó que se iba a recurrir al profesor para dar luz verde a una o varias de las opciones. Debidamente, en una de las sesiones de presentación surgió el tema de cambio de vía y los compañeros junto con el profesor expresaron cuál de los sistemas propuestos consideraba el más apropiado y a partir de ello se decidió trabajar en el diseño de uno solo.

El sistema elegido fue el de levantar paredes laterales que también fueran retractiles para guiar el vehículo, se estableció que el sistema debía ser barato y simple sin comprometer eficiencia por lo que se desarrolló un sistema de control neumático por medio de válvulas y pistones. El proceso siguiente fue establecer cómo utilizar ese trabajo realizado por los pistones para levantar las paredes, de modo que se diseñaron 3 mecanismos que representan los 3 principios que consideramos más eficaces para realizar el trabajo con los retos existentes.

El sistema se basa en el hecho de que se va a tener un suministro de presión constante y una corriente eléctrica continua, de modo que por medio de conexiones y accionadores mecánicos y eléctricos se puede controlar la manera en la que los pistones van a ser accionados. Cada pistón cuenta con un selector que indica si el pistón está o no accionado, por medio de esos selectores se desarrolló un sistema simple que permite controlar los pistones para que solo sean activados unos cuando los otros están en su posición de

descanso. Los pistones son activados y desactivados con el uso de válvulas 5/2 (cinco entradas y salidas y dos posiciones), que son activados por solenoides y cuentan con retorno por resorte. Se espera que por medio de un *swich* se cambie la dirección de la corriente para así activar y desactivar los solenoides. Se espera que el *swich* sea controlado por medio de un sistema que se sale de alcance de esta pregunta, pero en conversaciones de menciona que sería por medio de un control de colores y un sensor que le indique al *swich* qué color es para a su vez cambiar de posición o regresar a posición. El modelo realizado en software se muestra a continuación.

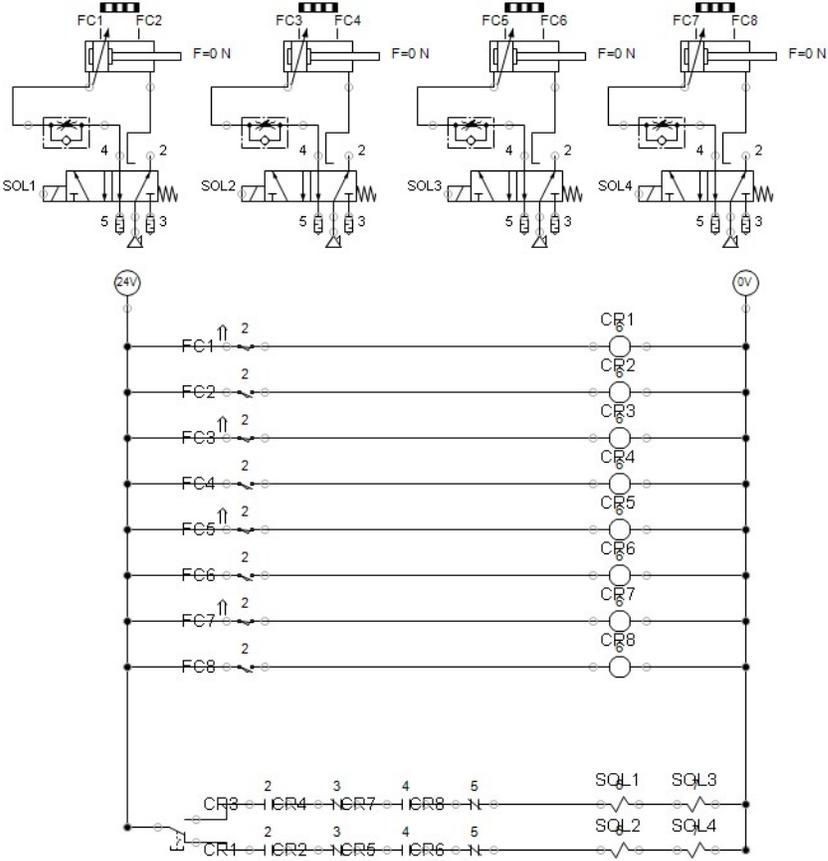


Imagen 3.1 Ejemplo de programación escalera para control de sistema de acción.

Con el mecanismo de acción desarrollado y probado con el software, propusimos una estructura la cual serviría para mantener al vehículo durante la vía en el cambio de carril. Dicha estructura es similar al canal "C" que cuenta actualmente la vía en donde se apoyan las ruedas, solo que este va oculto en la superficie de baja fricción y sale de la pista al ser

accionado por el mecanismo. De tal manera que al salir el canal, con una figura en curva, esta soporta la inercia del vehículo y redirecciona para que tome otro carril.

La problemática fue idear un sistema tal que pudiera implementarse bajo la pista de baja fricción y que no influyera gravemente en la capacidad estructural de la vía. Por lo que se propusieron tres modelos diferentes de mecanismo para elevar los canales, ver la tabla siguiente. Los sistemas presentados son conceptuales para representar el principio de elevación. Cabe resaltar que se necesita llegar a más detalle tanto en el sistema constructivo de la vía como en el detalle del mecanismo para abarcar las posibles problemáticas al implementarlo en un futuro.

Propuestas de mecanismos para cambio de vía					
Concepto	Representación conceptual		Ventajas	Desventajas	Uso potencial
Bielta corredera			<ul style="list-style-type: none"> - Permite elevar las vías de carril con un mecanismo horizontal - Requiere menos espacio 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita más distancia en el tubo corredizo, ya que la misma distancia que se necesita elevar, es la que se necesita horizontalmente de carrera 	Cambio de vías o desviaciones
Bielta corredera invertida			<ul style="list-style-type: none"> - Necesita menor distancia en la carrera del tubo para elevar el mecanismo debido a que el cambio de altura depende del ángulo y no necesariamente de la carrera 	<ul style="list-style-type: none"> - Se compone de más elementos y podría requerir más mantenimiento 	Cambio de vías o desviaciones
Pistón hidráulico			<ul style="list-style-type: none"> - Permite elevar las paletas de cambio de vía de forma directa - No necesita espacio horizontal, por lo cual es más compacto - Menor mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Podría no caber dentro del cajón de instalaciones de la estructura de manera vertical - Propenso a acumulación de esfuerzos en el pistón (el pistón soporta las cargas) 	Cambio de vías o desviaciones

Imagen 3.2 comparativa de propuestas

El principio fundamental de este sistema es la capacidad de poder retraer las paredes de manera que no afecten la tribología de la pista, es por eso que se coloca como reto de diseño formal de este sistema el poder hacer que la parte superior de la pared descansa al mismo nivel que la pista cuando no es activada. Las siguientes imágenes explican el principio. (vista lateral de la pista).



Imagen 3.3 Principio del sistema propuesto.

Después de evaluar las tres propuestas, la mejor opción por la simplicidad es la del pistón hidráulico, considerando que el espacio en el cajón de instalaciones es el adecuado para lograr la altura necesaria. De tal modo que el mantenimiento del sistema sería prácticamente nulo. No existe problema en cuanto a la implementación de este sistema a pendientes siempre y cuando se tome en consideración el peralte necesario y diseño de la curva, es una propuesta bastante adaptable.

¿Cuál es la mejor estrategia para diseñar estaciones eficientes?

Desarrollado por: Antonio Varela, Andres Ramos, Jose Benjamín Perez Orlanzzini y Manuel Calzada.

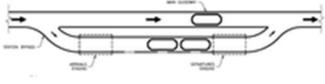
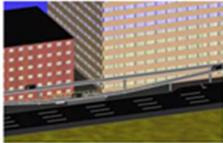
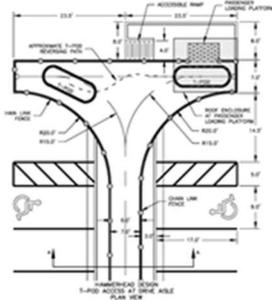
Para abordar el tema, primero tomamos el tren eléctrico como referencia ya que cuenta con muchas ventajas respecto a otros sistemas, tales como el automóvil o el autobús. Comenzamos investigando los diferentes tipos de estación de trenes que existen actualmente en las ciudades más importantes del mundo, por ejemplo, la estación de “LIEGE-GUILLEMINS” en Bélgica o la “SOUTHERN CROSS STATION” en Australia. Analizamos su arquitectura, distribución a lo largo de la estación, los andenes, los detalles como abordaje y tránsito del usuario en la misma, entre otros. Nos dimos cuenta de que el concepto de estación como tal se repite en cada caso y encontramos detalles básicos como la utilización de escales para acceder al tren o la forma de esperar los vagones.

Después, nos empapamos de información sobre el sistema PRT (*Personal rapid transit* o sistema personal de transporte) buscando información de primera mano, Un ejemplo de esto fue un video sobre un sistema de PRT que se utiliza en un Masdar City que es una ciudad de cero-carbón construida cerca de Abu Dhabi. El sistema es empleado para la movilidad dentro del conjunto y como un medio para transportar cargamento. Después filtramos la información hasta encontrar textos que mencionan la cuestión de eficiencia y además generamos ideas creativas para la solución.

Para contextualizar el tema en la ciudad, tuvimos que dimensionar el problema de movilidad y la demanda que ésta requiere, ésto influye mucho en la forma de pensar y diseñar las estaciones. Consultamos páginas del gobierno del tren urbano para ver el flujo de personas cada día.

Durante las sesiones de clase, el diálogo entre los integrantes del equipo fue muy importante ya que nos abría el panorama para tomar en cuenta más circunstancias que se estaban pasando por alto, como la accesibilidad de una estación elevada o en calle, o la forma en la que las personas abordan el vehículo.

Comparativa entre propuestas a desarrollar:

Propuestas de Concepto	Representación conceptual	Ventajas	Desventajas	Uso potencial
Andenes múltiples		<ul style="list-style-type: none"> Más espacio para andenes en la longitud de la estación con posibilidad de estacionar hasta dos vehículos Ahorró en infraestructura porque todo queda sobre la misma losa Possibilidad de esperar a los pasajeros para abordar el vehículo Cargar el coche mientras espera el usuario 	<ul style="list-style-type: none"> Demora para retomar el curso de la vía Possible saturación de vehículos en la estación 	Urbano/Ciudades inteligentes
Carga continua		<ul style="list-style-type: none"> Carga y descarga sobre un mismo andén Continuidad en el curso de los vehículos Arquitectura simple Reducción de espacio porque el vehículo se mantiene sobre la vía secundaria 	<ul style="list-style-type: none"> Se tiene que esperar a los vehículos de adelante para retomar el curso Limita el abordaje para que sea continuo Se debe tener la estación a nivel de curso (5 metros arriba) 	Ciudades inteligentes
Estación elevada		<ul style="list-style-type: none"> Possibilidad de mantener la infraestructura vehicular que se encuentra debajo Mantiene los vehículos sobre la vía a un mismo nivel 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor gasto en infraestructura Menor accesibilidad para las personas Necesidad de elevar a las personas al nivel 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación en calle		<ul style="list-style-type: none"> Acceso universal Inclusivo Disminuye el costo de construcción y de operación Más área para andenes 	<ul style="list-style-type: none"> Desperdicio de área bajo la pendiente de la vía tanto para bajar a nivel de calle como volver a nivel de curso (suponiendo el nivel de curso a 5 metros) Imposibilidad de cruzar la vía a nivel de calle con un vehículo diferente (otra infraestructura para hacerlo) 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación con estacionamiento		<ul style="list-style-type: none"> Implementación en plazas comerciales, estacionamientos públicos o lugares de confluencia Accesibilidad para discapacitados Flujo continuo con doble vía 	<ul style="list-style-type: none"> Motiva el uso del automóvil 	Urbano/Ciudades inteligentes

Con los conceptos ilustrados, hicimos un listado de las diferentes alternativas de estación. En seguida, definimos las opciones más viables (abarcando los aspectos de distribución, abordaje, forma de llegar al lugar, arquitectura y tiempos muertos de espera) y generamos una tabla comparativa para seleccionar un tipo de estación final. Cabe resaltar que las propuestas mostradas pueden ir unas con otras o aplicarlas para diferentes contextos o situaciones específicas, por lo que seleccionar una es para un ámbito general, por ejemplo, en la zona metropolitana y con esto partir a las situaciones más específicas conforme el proyecto avanza en su creación.

Propuestas de				
Concepto	Representación conceptual	Ventajas	Desventajas	Uso potencial
Andenes múltiples		<ul style="list-style-type: none"> - Más espacio para andenes en la longitud de la estación con posibilidad de estacionar hasta dos vehículos - Ahorro en infraestructura porque todo queda sobre la misma losa - Posibilidad de esperar a los pasajeros para abordar el vehículo - Cargar el coche mientras espera al usuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Demora para retomar el curso de la vía - Posible saturación de vehículos en la estación 	Urbano/Ciudades inteligentes
Carga continua		<ul style="list-style-type: none"> - Carga y descarga sobre un mismo andén - Continuidad en el curso de los vehículos - Arquitectura simple - Reducción de espacio porque el vehículo se mantiene sobre la vía secundaria 	<ul style="list-style-type: none"> - Se tiene que esperar a los vehículos de adelante para retomar el curso. - Limita el abordaje para que sea continuo - Se debe tener la estación a nivel de curso (5 metros arriba) 	Ciudades inteligentes
Estación elevada		<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de mantener la infraestructura vehicular que se encuentra debajo - Mantiene los vehículos sobre la vía a un mismo nivel 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor gasto en infraestructura - Menor accesibilidad para las personas - Necesidad de elevar a las personas al nivel 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación en calle		<ul style="list-style-type: none"> - Acceso universal - Inclusivo - Disminuye el costo de construcción y de operación - Más área para andenes 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdicio de área bajo la pendiente de la vía tanto para bajar a nivel de calle como volver a nivel de curso (suponiendo el nivel de curso a 5 metros) - Imposibilidad de cruzar la vía a nivel de calle con un vehículo diferente (otra infraestructura para hacerlo) 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación con estacionamiento		<ul style="list-style-type: none"> - Implementación en plazas comerciales, estacionamientos públicos o lugares de concurrencia - Accesibilidad para discapacitados - Flujo continuo con doble vía 	<ul style="list-style-type: none"> - Motiva el uso del automóvil 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación sin fin		<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de mantener en circulación los vehículos cuando no hay oportunidad de llegar al andén - Retorno para cambio de ruta (regresar a una estación anterior) - Desvío de coches vacíos a otras estaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Si se emplea para circular los coches por imposibilidad de llegar al andén, sería contrario a los principios de un PRT - Mayor inversión en infraestructura - Tiempo mayor de recorrido al ser simplemente de un solo sentido. 	Urbano/Ciudades inteligentes
Estación con desviación		<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de sentidos en intersecciones - Posibilidad de conectar andenes en cruces de vías 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de velocidad de curso por las intersecciones - Posible saturación en andenes - Dificultad para regresar los vehículos a la vía 	Ciudades inteligentes

Propuesta más viable:

Después de mucho dialogar internamente en el equipo y con el profesor, así como recabando información relacionada como la publicación de Peter J. Muller (ver título en las referencias), acordamos que lo mejor serían estaciones elevadas y con andenes múltiples. Aunque ambas posibilidades tienen ventajas, las de los andenes múltiples nos pareció más importante y con más ventajas por aspectos como la eficiencia al abordar, controlar los tiempos de espera o la cantidad de andenes que se necesitan para la demanda.

Respecto a la ubicación de las estaciones, aquí tuvieron más peso las desventajas. Lo que nos hizo rechazar la estación de calle fue que las pérdidas de espacio bajo las vías que tienen que llegar del nivel elevado al de calle es demasiado, esto con base a cálculos de una pendiente máxima y la distancia necesaria para llegar al nivel de calle. La otra razón fue que si se encuentran sobre la calle, la infraestructura actual se vería afectada y podría causar aún más caos vial. Además, elevando las estaciones no se presentan bajadas o subidas, lo que beneficia aún más a la eficiencia del prototipo.

Para finalizar, las demás opciones que presentamos no se descartan del todo ya que en ciertas situaciones se podrían considerar viables, pero surgirán una vez que se tenga el proyecto ya establecido y definido

MANEJO DE VEHÍCULOS VACÍOS.

El manejo de vehículos vacíos dentro de una red de transporte personal tiene 4 tipos diferentes de actividades referidas como llamado, expulsado, balanceado y retirado.

El llamado de un vehículo se utiliza cuando no existe un vehículo disponible para algún usuario.

Expulsado se refiere a aquellas situaciones en donde un vehículo se acerca a su destino y no existe espacio suficiente para estacionarlo. El algoritmo determina qué vehículo vacío necesita ser expulsado y a qué estación debe irse.

Balanceado se refiere cuando un vehículo vacío tiene que dejar la estación en la que se encuentra y moverse a otra porque puede que se necesite posteriormente, incluso si no es oficialmente llamado por un usuario.

Un vehículo es retirado si permanece en la estación por un tiempo mayor al determinado.

La idea general del algoritmo consiste en lo siguiente:

- Identificar un conjunto de estaciones en las cuales el balanceo será posible y beneficiario. La decisión está basada en datos actuales como el número de personas en la fila, el número

de espacios para almacenamiento de vehículos disponibles, las distancia entre las estaciones, entre otros.

- Identificar la mejor opción de estación para realizar el balanceo y llevar acabo un viaje vacío hacia la mejor estación. De lo anterior se propone la siguiente ecuación.

$$B_i = BF_Q * (Q_i - L_i - Z_i) + BF_{EB} * (H_i - K_i + Q_i - Z_i) + BF_{ND} * ND_{xj}$$

B_i = Función balanceadora en la estación estudiada.

FQ = Factor de la fila de pasajeros.

FEB = cajones disponibles.

FND = factor de distancia normalizada

Q_i = Número actual de pasajeros en fila

L_i = Número actual de vehículos vacíos en la estación estudiada

Z_i = Número de vehículos en un viaje a la estación estudiada.

H_i = Número de cajones en la estación estudiada

K_i = Número actual de vehículos en la estación estudiada.

ND_{xj} = Distancia normalizada entre la estación estudiad y la estación j .

La estación con el valor mayor de B_i es la seleccionada para realizar el balanceo efectivo.

MODELOS Y REDES DEL PERSONAL RAPID TRANSPORT (PRT)

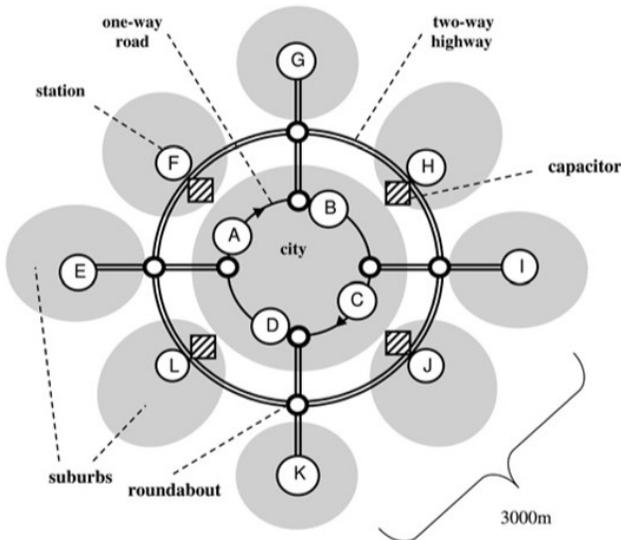


Fig. 1 'City' model

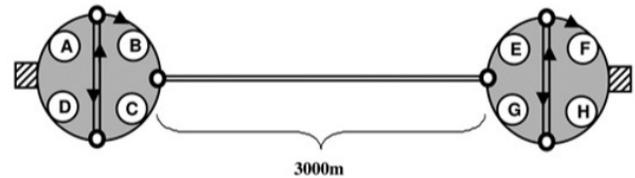


Fig. 3 'TwinCity' model

En ambas figuras, las líneas dobles son vías de dos sentidos, mientras que las líneas sencillas son simplemente vías de un sentido. Los círculos representan estaciones y los rectángulos achurados representan capacitores (potenciales sitios para cargar el vehículo y almacenarlos). Los círculos

pequeños con letras circunscritas son glorietas.

El siguiente paso sería establecer primero un contexto fijo para poder así proponer un tipo de estación, así como el funcionamiento, planeación e interacción del sistema con el usuario. Mientras no se tenga un contexto establecido, todas las opciones parecerán viables y será muy difícil escoger cual es la mejor y descartar a las otras. Una vez que se tenga este contexto fijo, vendría entonces la etapa de implementación de estas opciones al proyecto real, así como la planeación completa de la estación.

Referencias:

Daszczuk, W. B. (2013). Empty vehicles management as a method for reducing passenger waiting time in Personal Rapid Transit networks. doi:10.1049/iet-its.2013.0084

SITEUR - <http://www.siteur.gob.mx/>

Open-Guideway Personal Rapid Transit Station Options

Peter J. Muller, P.E.*

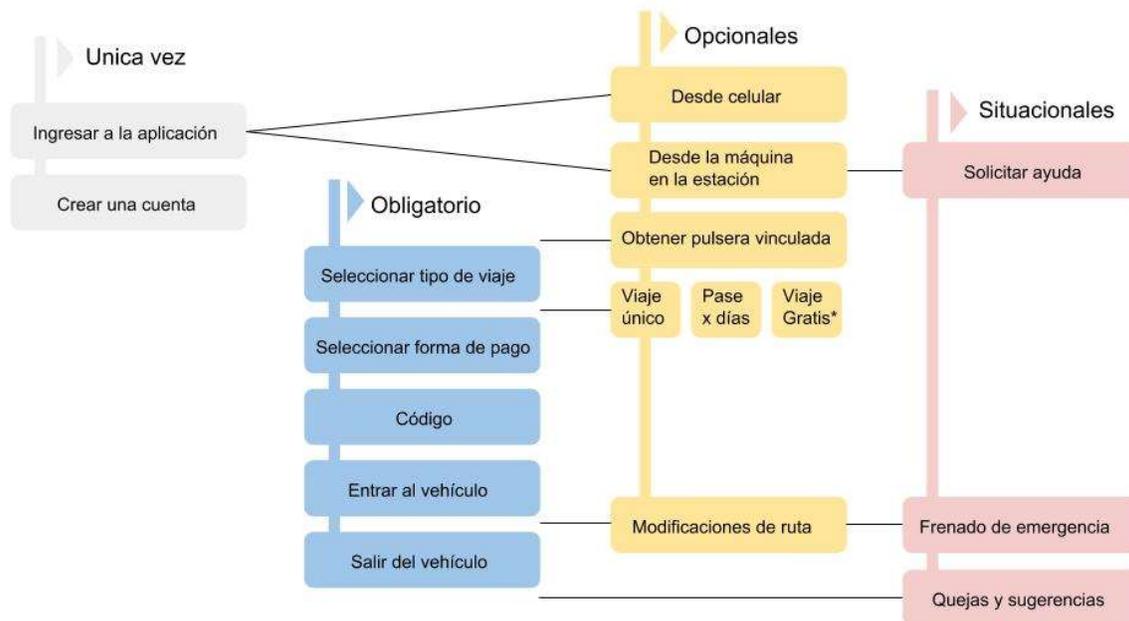
¿Cómo es la arquitectura y diseño de los PRT?

Adrián Romero

Relación del usuario con el sistema

- I. **Primer acercamiento:** Descargar la aplicación en tu teléfono celular u ordenador. Dado que una de las características principales de las ciudades inteligentes es el uso de la tecnología para el desarrollo de las actividades diarias y de las actividades sociales en el contexto, asumimos que es bastante factible que la gran mayoría si no la totalidad de los usuarios cuenten con un teléfono celular. y con esta condición, el uso de una aplicación en el mismo como herramienta de interacción con el sistema del PRT nos parece la opción más práctica y oportuna en este caso particular.
- II. **Intercambio de información:** Crear una cuenta. En este paso el usuario proporciona sus datos personales necesarios para el sistema, nombre, edad, etc... y puede consultar los avisos de privacidad, normas, manual del usuario y cualquier otro tipo de información que requiera para hacer uso adecuado del sistema.
- III. **Solicitar ayuda.** El usuario podrá solicitar la ayuda de los técnicos en cualquier momento si tienen complicaciones con la interfaz.
- IV. **Adquirir pulsera PRT.** (opcional) Quisimos implementar esta función donde cada usuario puede adquirir una pulsera vinculada a su cuenta, con un chip para hacer uso del sistema de manera rápida y eficiente, sin necesidad de sacar el celular para ingresar ningún tipo de código, un simple movimiento de muñeca sobre un sensor sería suficiente para obtener toda la información necesaria del usuario y de sus viajes.

- V. **Solicitar viaje.** Desde la aplicación móvil o desde las máquinas ubicadas en las estaciones el usuario podrá solicitar un viaje, indicando de qué a qué estación quiere viajar, para cuantas personas, incluso si quiere viajar únicamente con mujeres o con hombres, para proveer máxima comodidad al momento de realizar su viaje. La aplicación también informará al usuario el tiempo estimado de espera para que llegue un vehículo apto para sus necesidades, y el precio.
- VI. **Tipos de viaje.** Propusimos tres tipos de viaje. *Único*, que sería pagar por un solo viaje, de una determinada estación a otra. Por *días*, en el cual se podría seleccionar la opción de 1, 7 o 30 días, para realizar todos los viajes que sean requeridos en ese periodo de tiempo y el viaje *gratuito**, el cual estaría disponible una sola vez por cuenta para emergencias en caso de que el usuario haya perdido su celular o su billetera.
- VII. **Seleccionar forma de pago.** Una vez seleccionado el tipo de viaje procedería a ingresar el método de pago. En caso de contar con un pase por días solo habría que confirmar.
- VIII. **Código.** Al finalizar la operación se le proporcionará un código ligado a su cuenta, el cual puede ingresar en las máquinas que le permitirán la entrada a su vehículo, si cuenta con tarjeta o pulsera vinculada sólo tendría que pasarla por los sensores que detectarán el código vinculado en su cuenta.
- IX. **Ingresar al vehículo.** ya que los viajes serán personalizados, será necesario que el usuario ingrese al sistema el tipo de viaje que va a requerir, de una manera rápida, como un código QR con el que se obtendrá la información que habrá previamente ingresado en la aplicación y automáticamente el sistema buscará el vehículo más apto para sus necesidades, de tal manera que al ingresar este código, sabremos qué tipo de viaje hará, en qué estación subió, en cuál se supone que bajará y con qué personas viajará, además será su pase de acceso. La pulsera sería la forma alternativa de ingresar el código.
- X. **Hacer modificaciones de ruta.** El usuario podría cambiar de parecer en cualquier momento, para facilitar su cambio de ruta sin necesidad de bajar, volver a pedir un viaje y volver a subir a otro vehículo, se le permite permanecer en su vehículo y hacer una modificación a su ruta a través de la aplicación, aunque el vehículo tenga que parar en la estación final original en algunos casos, debido a que los otros pasajeros no modificaron su ruta, el usuario podrá permanecer en el vehículo en lo que ingresan los nuevos pasajeros y continuar su camino sin necesidad de hacer ningún gran movimiento físicamente. De esta forma el mayor inconveniente al modificar la ruta sería tener que esperar un poco en una estación.
- XI. **Frenado de emergencia.** Esta característica estaría ubicada dentro del vehículo y sería manual, para que el usuario pueda utilizarlo si lo considera necesario, supone un sistema técnicamente simple de utilizar.
- XII. **Quejas y sugerencias.** En la aplicación habrá una sección de quejas y sugerencias para quien quiera dar su opinión acerca del sistema y su servicio.



Diseños

de

mockups

por:

Created using XXX from <http://zippypixels.com/>>ZippyPixels.com

https://www.freepik.com/free-psd/closeup-of-a-businessman-with-smartphone_2736884.htm>Designed by Rawpixel.com

https://www.freepik.com/free-psd/laptop-and-mobile-mock-up-design_1053178.htm>Designed by Aleksandr_samochnyi

¿Cómo se puede realizar una estructura de soporte ligera, con baja deformación y barata?

Desarrollado por: Jorge Andrés Ramos Guerrero, Antonio Orozco Varela y Manuel Calzada

Dentro de los sistemas constructivos actuales encontramos diferentes soluciones que se utilizan tanto obras privadas como de urbanización. Dichos sistemas generalmente se basan en dos tipos de materiales: acero y concreto.

Para comenzar a desarrollar el tema, comenzamos investigando sistemas estructurales actuales construidos en vías de trenes tanto en la ciudad, como en el país y en el mundo, con esto logramos encontrar generalidades en las soluciones, como los claros a cubrir, las dimensiones de la estructura, la solución a las instalaciones, entre otras cosas.

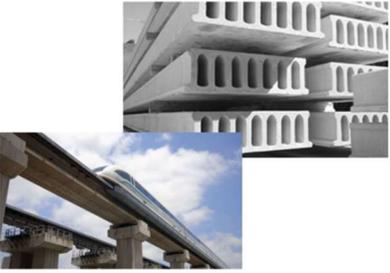
Dentro de los sistemas encontrados de concreto se consideraron las losas alveolares, las cuales por su sistema de pre-tensado se convierte en una losa delgada capaz de soportar grandes cargas, cubrir claros más grandes que otros sistemas y tienen poca deformación. Al ser sistemas prefabricados se buscaron concreteras que elaboran las losas y se encontraron las especificaciones técnicas del sistema.

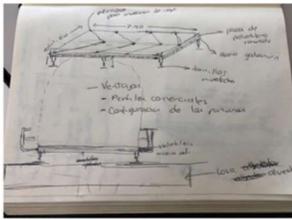
Al ver los sistemas estructurales del tren de Chicago en acero, se analizaron los sistemas empleados y propusimos ventajas y desventajas llevando la solución a nuestro entorno futuro que sería Distrito La Perla.

Comparativa entre las propuestas a desarrollar:

Con los conceptos ilustrados a continuación, hicimos un listado de las diferentes ventajas y desventajas de cada estación. Después definimos las opciones más viables (abarcando los aspectos de distribución, abordaje, forma de llegar al lugar, arquitectura y tiempos muertos de espera) y generar una tabla comparativa para seleccionar un tipo de estación final. Cabe resaltar que las propuestas mostradas pueden ir unas con otras o aplicarlas para diferentes contextos o situaciones específicas, por lo que seleccionar una es para un ámbito general, por ejemplo, en la zona metropolitana y con esto partir a las situaciones más específicas conforme el proyecto avanza en su creación.

Propuestas de sistemas constructivos para la vía

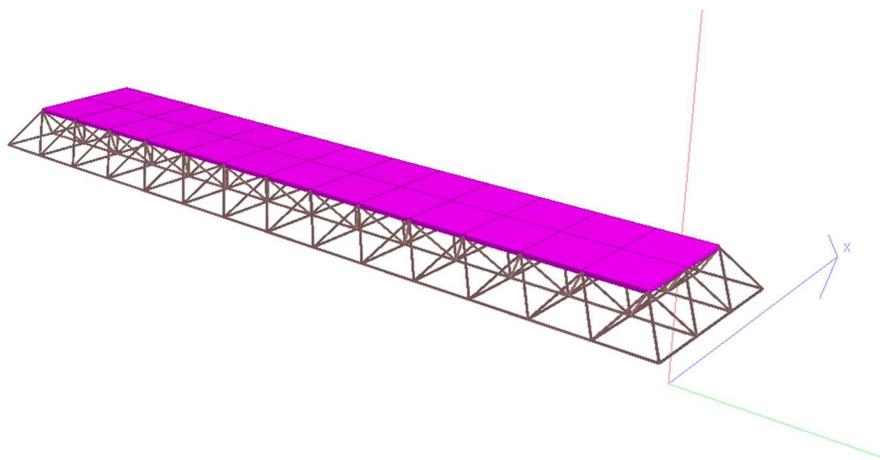
Concepto	Representación conceptual	Ventajas	Desventajas	Uso potencial
Pretensados	<p>La losa alveolar es un elemento superficial plano de hormigón pretensado, con canto constante y aligerado mediante alveolos longitudinales que, en la ejecución de la estructura, ofrece la máxima economía de materiales, mano de obra y tiempo, lo que se traduce en una importante reducción de costes en esta fase.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca deformación - Cubre claros de hasta 14 metros - Soporta cargas de hasta 380 kg/cm² - Secciones esbeltas - Posibilidad de anchos ajustables a proyecto al fabricar - Limpieza al momento de construir la obra - Rapidez en tiempos de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> - Aunque el vehículo es muy ligero, posiblemente se tengan que considerar más cargas respecto a reglamento sobre la losa lo que podría reducir largos y soporte de cargas máximo del sistema - Posiblemente los largos de losa no sean capaces de cubrir cruces de avenidas, y agregar una columna intermedia podría no ser opción - Sistema estructural no empleado para uso final como vía de transporte 	Ciudades inteligentes
Armaduras	 <p>El acero es un material común en la construcción que tiene propiedades elásticas y dúctiles al interactuar con cargas. Generalmente las edificaciones en acero resultan más esbeltas y da una mejor apariencia arquitectónica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de cubrir claros mayores que las alveolares, con su respectivo en las dimensiones de los elementos - Sistema probado en vías del tren al rededor del mundo - Estructura capaz de cubrir el ancho de la calle con columnas esbeltas al momento de ir sobre estas - Capacidad de manejar instalaciones en la parte inferior de la losa 	<ul style="list-style-type: none"> - Arquitectura más robusta - Costo más alto del proyecto - Sistema más dúctil por lo tanto más deformable 	Urbano/Ciudades inteligentes

Tridilosa	<p>Sistema tridimensional de estructuras mixtas de acero y concreto que se componen de elementos tubulares soldados o atornillados a placas de conexión. Su objetivo es utilizar la menor cantidad de material posible para la construcción de losas. El concreto no es necesario en la zona de tensión de las losas, obteniendo así la misma resistencia pero más barata y ligera.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Cubre grandes claros. - Menos cantidad de concreto y menos peso propio. - Buen aislante térmico y acústico. - Rápido de construir. - Excelente comportamiento ante un sismo. - Estructura liviana que incluso puede flotar, permitiendo que se construyera sobre suelos fangosos sin pilotes o columnas subterráneas. - Ahorra 66% de concreto y hasta un 40% de acero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Su uso no es muy común, lo cual requiere de especialistas y técnicos calificados. - Con el tiempo, presenta leves deformaciones que generan empozamientos del agua de lluvias (sobre todo en grandes claros). - El contacto de elementos oxidantes como el agua y aire, harán que las estructuras de acero tengan un tratamiento el cual 	Urbano/Ciudades inteligentes
Plataforma	<p>Sistema con cajón de acero galvanizado para las diferentes instalaciones que necesita la pista tribológica, de tal manera que pueda ir perforada y sea nivelable por medio de pernos en los soportes unidos a la losa estructural. El cajón también cuenta con bandas laterales que dan guía a las ruedas.</p> 			Urbano/Ciudades inteligentes

Propuesta más viable:

Después de presentar las opciones en clase y dialogar tanto con compañeros como el profesor, decidimos que la opción de usar tridilosa como sistema constructivo se apega más al proyecto. La propuesta de ingeniería mexicana encaja con la necesidad de talento y una ingeniería local. Los espacios entre los triángulos permitirían llevar algún tipo de

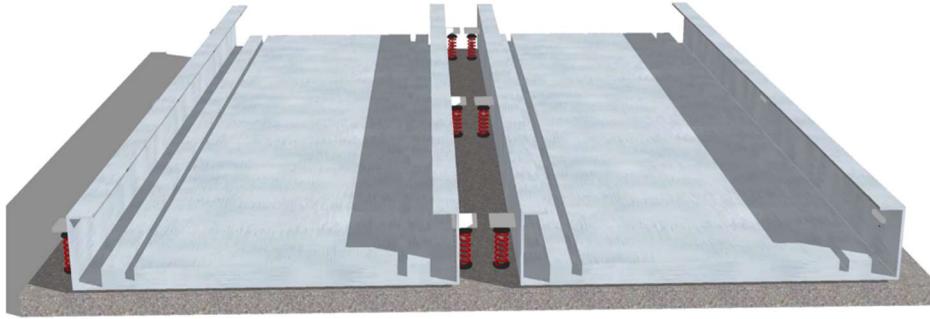
instalaciones necesarias para la pista tribológica. Además, se pueden lograr secciones compactas similares a las logradas por sistemas pretensados lo cual permitiría un mayor aprovechamiento del espacio. La capacidad de lograr claros grandes también fue factor importante para seleccionarla, ya tenemos varios ejemplos en la ciudad de como se ha logrado. Un aspecto a tomar en cuenta es el posible mantenimiento de la estructura, lo cual es muy importante para mantener la capacidad lo mejor posible.



Finalmente, se realizó un modelo en Staad Pro de un tramo de tridilosa, como se puede observar en la imagen anterior. Aunque bien fue un modelo preliminar y muy simple, se obtuvieron resultados importantes que indican que este sistema podría ser el indicado para el proyecto.

El siguiente paso sería llevar el proyecto urbano a un despacho de calculistas ya sea especializados en tridilosas o no y conocer su punto de vista, esto para ver la viabilidad técnica o posibles conflictos que pudieran afectar la pista tribológica que pasaría sobre la estructura. También nos podrían dar aspectos de normativa para la construcción de la pista, cargas a utilizar, aspectos sísmicos o condiciones constructivas que dependieran tanto de reglamentos locales como federales.

Otro aspecto importante para darle una solución completa al diseño estructural, sería resolver el sistema constructivo, pero considerando el gran contenido de instalaciones que naturalmente necesita la tecnología de la tribología. Tendríamos que manejar sistemas de tuberías de llenado para la pista y drenaje para la recirculación del agua, además la electricidad en ella y los sistemas para cambiar de vías. Por lo tanto, se propone un modelo constructivo como se muestra a continuación.



Este sistema de placas en secuencia va colocado sobre los soportes en rojo que se ven en la imagen, estos pueden ser tornillos o resorte, dejando un espacio entre la capa estructural de la vía y el vehículo, permitiendo albergar todas las instalaciones necesarias en la vía. Dichas láminas se manejarían en módulos y podría ajustarse la altura por medio de los tornillos para garantizar una perfecta nivelación de la pista, evitando posibles encharcamientos y falla en la tribología.

REFERENCIAS

<http://www.premex.com.mx/placa-alveolar.html>

¿Es posible hacer vehículos sin carcasa? ¿La pista debe ir cubierta?

Desarrollada por: Gabriel Ruiz, David Eduardo Gutiérrez.

La razón por la cual este documento incluye dos preguntas es debido a que independientemente de cual se decida resolver, ambas están fuertemente relacionadas y rigen la solución de la otra dependiendo de donde se decide partir.

Durante la etapa de investigación se hizo claro que para la gran mayoría de los sistemas de *Rapid Transport* las pistas carecen una cubierta protectora, pero de igual manera es observable que en todos los sistemas que carecen una cubierta se utiliza el principio de la rueda para facilitar el traslado, y al comparar la diferencia básica con el sistema que se está desarrollando, es aquí donde surge la razón principal por la cual la implementación de una cubierta protectora es imperativa. El sistema en desarrollo se basa en el principio tribológico de reducción de fricción por medio de una delgada película de agua, por principios de la tribología esta resulta ser extremadamente delicada y cualquier perturbación externa al sistema podría afectar el principio de reducción de fricción. Es al percatarnos de esto que es obvio como se vería afectado el sistema al momento en el que

caigan objetos externos a la pista, al igual que al momento de llover la película protectora no será óptima y el sistema no funcionara de acuerdo con su diseño. De igual manera los objetos pequeños podrían entrar en los desagües creando tapones y de igual manera haciendo que el sistema no trabaje conforme su diseño.

En tribología cualquier partícula de mayor tamaño que h_0 (espesor de película) afecta la interacción entre las superficies de contacto, y considerando que en este sistema h_0 tiende a acercarse a 0 es imperativo crear un sistema aislado al medio ambiente impredecible.

Es aquí donde surge la siguiente pregunta relacionada a los vehículos ¿es posible hacer vehículos sin carcasa? la respuesta más inmediata sería que idealmente es posible, pero de igual manera que la pista no opera en condiciones ideales sin su cubierta protectora el vehículo necesita tener una especie de barrera para el usuario. La principal preocupación es la seguridad del usuario, y es esta la razón principal por la cual se considera que el vehículo debe de ir cubierto, sin embargo ya se estableció que la velocidad en la que se espera que opere el sistema no es realmente mortal, existen montañas rusas y vehículos 4x4 que con la implementación de buenos cinturones de seguridad no es necesario llevar cubierta "protectora", cabe mencionar que las montañas rusas y vehículos todo terreno operan en ambientes de considerable mayor riesgo y simplemente resuelven estas problemáticas con cinturones de seguridad que restringen el movimiento del usuario. Es por esto por lo que la cuestión de seguridad no debe ser vista como la única razón para implementar una carcasa, ya que existen otras formas más eficientes para lograr una seguridad óptima y si en seguridad se refiere entonces al analizar sistemas incluso más peligrosos, se puede argumentar que no es necesario implementar una carcasa, más bien es necesario restringir al usuario.

Los argumentos principales para la implementación de una cubierta protectora serían la experiencia del usuario y la protección de la pista. En cuanto a la experiencia del usuario se refiere este texto simplemente establece que es necesario preguntarse qué tan "cómodo" se quiere traer al usuario, que tanto se está dispuesto a invertir en que el usuario se sienta en una bicicleta o en un vehículo de clase presidencial.

En cuanto a la protección de la pista se refiere, no es debatible, ya se estableció que el principio de interacción entre superficies es algo que debe de protegerse, y es ahí donde surge la pregunta ¿es posible que el usuario tire basura o se le caigan objetos a la pista? Es aquí donde en si la solución a esta pregunta más bien surge de la consideración de que tanto se va a restringir al usuario y que tanto se va a esperar que tenga una experiencia cómoda.

Cabe mencionar que la protección del mundo exterior sería por parte de la cubierta que cubre la pista, cualquier variable que pueda ocurrir tendría su origen (idealmente) dentro de sistema.

Consideramos que la solución más óptima sería una implementación así mismo como un compromiso de ambas partes. No se puede considerar que los usuarios simplemente son carga para los vehículos, pero tampoco se puede esperar que la experiencia de traslado sea de nivel presidencial. Se pueden hacer carcazas protectoras ligeras que no estén completamente cubiertas, puede ser que solo cubran las partes primordiales y además que los cinturones de seguridad no permitan que el usuario se desplace dentro del vehículo.

¿Cuál es la mejor configuración de perforaciones y ranuras para tener mínima fricción?

Desarrollado por: Álvaro Torres Rodríguez

Resumen:

Nuestro proyecto se basa en la tribología. El agua se puede introducir de diferentes formas en la pista para generar una película lubricada entre el vehículo y la pista, pero ¿Cuál es la configuración más eficiente?

Nuestro objetivo es encontrar un diseño de pista que logre la menor pérdida de energía para nuestro nuevo sistema de transporte.

Introducción:

Es importante entender previamente la teoría tribológica y mecánica que se intenta emplear en el proyecto, ya que entran en juego fenómenos que no son triviales pero que, si se aplican correctamente, puede representar un gran avance en reducción de fricción.

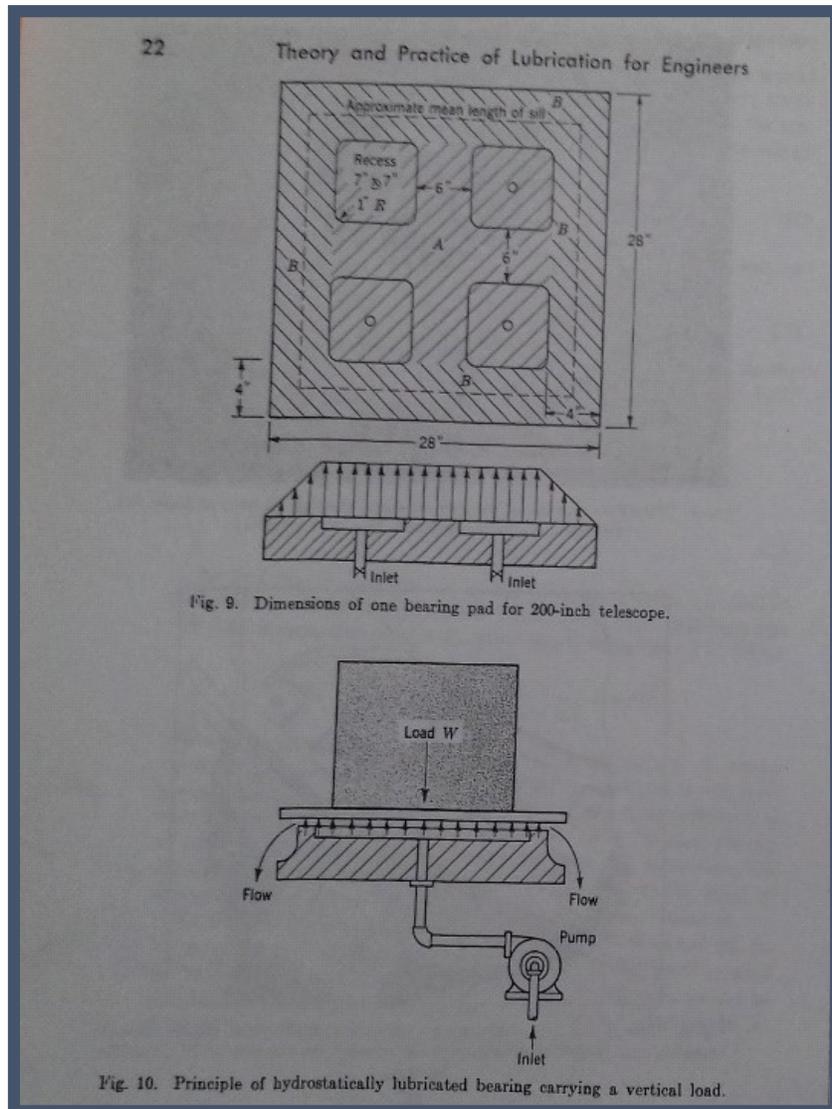
Según Granizo, académico y autor de la obra, La Tribología y sus aplicaciones en la industria, define a la tribología de la siguiente manera: La tribología es la ciencia y tecnología de la interacción entre superficies en movimiento relativo e incluye el estudio de la fricción, el desgaste y lubricación.

La tribología se centra en el estudio de tres fenómenos:

- La fricción entre dos cuerpos en movimiento.
- El desgaste o daño de la superficie por remoción de material.
- La lubricación como un medio para reducir el desgaste, que consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre las superficies en movimiento.

Las ventajas económicas que se obtienen de una correcta aplicación de la tribología en la industria actual se aprecian de forma evidente en dos áreas:

- Ahorro de energía por disminución de fricción en las máquinas. Alrededor del 30% de la energía generada en el mundo se gasta en vencer la fricción en los sistemas mecanizados, cuya solución se puede lograr por medio de la tribología.
- Ahorro de materiales y materias primas. ayuda a resolver problemas en maquinaria, equipos y procesos industriales. (Granizo, 2010)

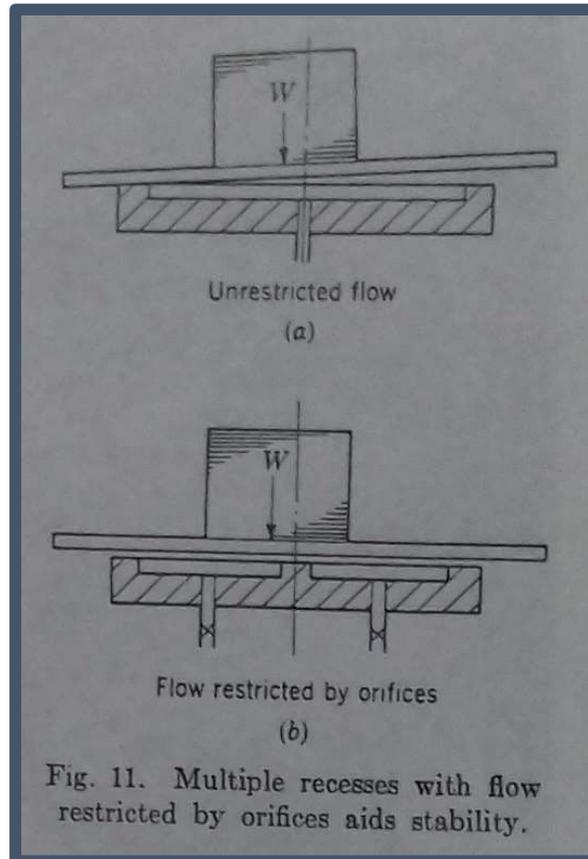


(Fuller, 1956)

Figura 9. Diseño de del sistema de lubricación hidrostática utilizado comúnmente en la industria y su distribución de presión.

Figura 10. Principio de lubricación hidrostática para una carga simple.

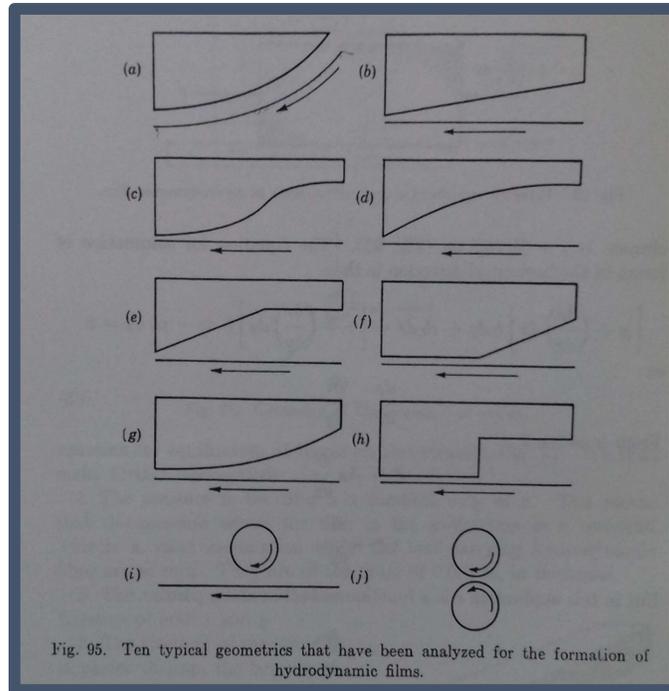
En las Figuras 9 y 10 se explica el diseño simple de entrada y distribución del lubricante a la superficie de baja fricción, que en nuestro caso es sería la pista.



(Fuller, 1956)

Figura 11. Entrada múltiple de flujo a superficie.

El uso de múltiples entradas restringidas por orificios simétricos a lo largo de la superficie le brinda estabilidad al modelo.



(Fuller, 1956)

Figura 95. Distintos perfiles y geometrías analizadas en la formación de películas hidrodinámicas.

Desarrollo:

Como se ha explicado anteriormente, se pretende crear una capa de agua lo suficientemente delgada para evitar la menor fricción entre la pista y el vehículo de transporte, y que éste se pueda deslizar por la pista.



Imagen 1. Sistema de pruebas de pista utilizado en el proyecto que incluye la configuración de la tubería a presión constante.



Imagen 2. Prototipo A de pista, con ranuras horizontales y configuración de las entradas del fluido utilizado para las primeras pruebas.

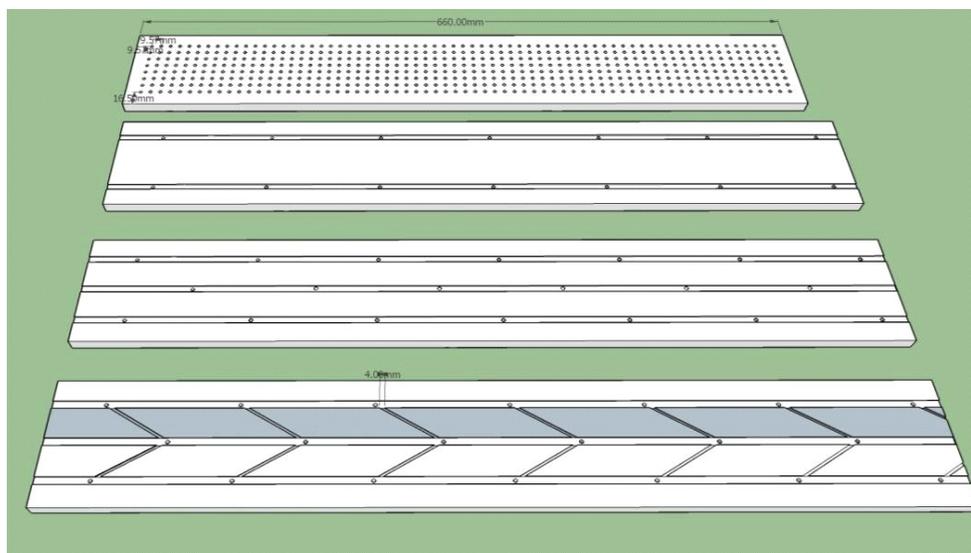


Imagen 3. Distintos diseños de pista con distintas configuraciones: Las utilizadas en las pruebas fueron el Tramo 1(Tipo air hockey) y Tramo 4(canales diagonales.)

Realizar experimentos con los nuevos diseños de tramos de pista con distintas configuraciones: Tramo 1(Tipo air hockey) y Tramo 4(canales diagonales).

Diseño/configuración	Observaciones
Prototipo A Ranuras horizontales con orificios simétricos	Buen deslizamiento
	Poca turbulencia
	Ranuras a mayor distancia que largo de carrito produce freno
Tramo 1 Tipo air Hockey	Problemas de presión
	Más compleja
	Más cara
Tramo 4 Canales diagonales	Buen deslizamiento
	Buena relación perforaciones por área

Al platicar con el Dr. Alfredo Cueva, nos aclaró que el diseño de pista no influye en el fenómeno de la tribología. Lo que importa es que exista la película uniforme a lo largo de toda la pista. Lo que vale la pena enfocarse es en el número de entradas de agua por área de pista, que nuestra instalación sea lo más eficiente posible y no tener pérdidas de energía.

Se propone aplicar el diseño de la Figura 9 a la nuestra pista a escala real, ya que distribuye la película de agua uniformemente y le brinda estabilidad al carrito.

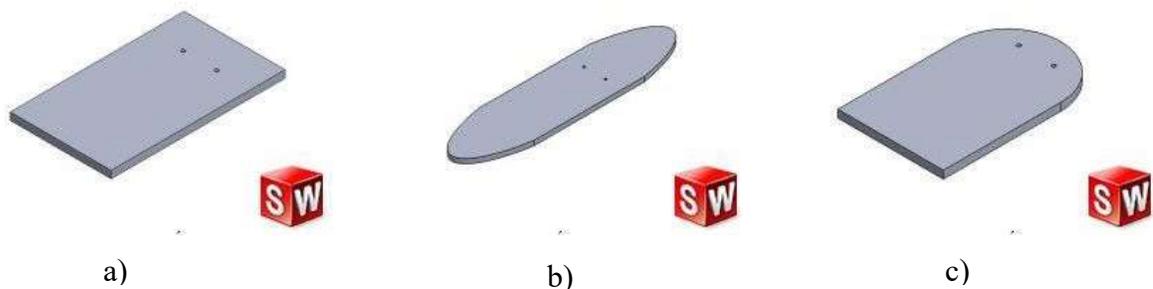


Imagen 4. Diseños de carritos a escala para las pruebas utilizados a lo largo del semestre.

En las pruebas de los distintos carritos, nos dimos cuenta de que la geometría poco influye en el fenómeno tribológico, sin embargo, el diseño de la imagen 4(a) tenía un biselado en la parte delantera y funcionaba mejor, como el perfil de la Figura 95(g).



(Tech Insider, 2018)

Imagen 5. Perfil hidrodinámico del Airfish 8.

El perfil hidrodinámico del avión Airfish 8, descrito en la Figura 95(g) le permite generar sustentación al aprovechar la película de aire creada al viajar a baja altura y bajas velocidades. Este perfil, achatado en el centro y con los bordes levantados (tipo esquí), representa la solución que estamos buscando para aplicar al vagón de pasajeros.

Conclusiones útiles para el futuro diseño del sistema PRT:

- Se debe mantener limpia la pista.
- La localización del centro de masa del carro es importante en relación con las entradas de flujo de agua, para evitar desequilibrio.
- El nivel de película de agua tiene que ser preciso y uniforme para generar un beneficio. La capacidad de reducir la fricción aumenta conforme la película de lubricante es menor. Lo ideal es .001 de milímetro de grosor.
- Se puede diseñar un freno basado en aumentar la película de agua de manera considerable.
- Algunos solutos pueden ayudar a reducir la tensión superficial del agua, lo cual es beneficioso.
- La presión en el sistema debe ser constante.
- Perfil tipo esquí para nuestro vagón de pasajeros.
- Se propone aplicar el diseño de la Figura 9 a la nuestra pista a escala real, ya que distribuye la película de agua uniformemente y le brinda estabilidad al carrito.

Bibliografía:

Fuller, D. (1956). Theory and Practice of Lubrication for Engineers. Wiley.

Tech Insider. (2018, March 9). This Sea-Craft Looks Like A Plane, Has A Car's Engine, And Docks Like A Boat. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=C-sWokqiVHw>

Granizo, J. (2010). La Tribología y sus aplicaciones en la industria. Ciencia UNEMI , Vol 3, Iss 4, Pp 64-71 (2010), (4), 64

Cueva, A. (25 de 09 de 2018). Tribología. (A. Torres, Entrevistador)

¿Cómo debería ser la arquitectura del sistema del PRT?

Adrián Romero

Observación: Los estudios de mercado señalan que la posibilidad más viable para sacar esta tecnología en primera instancia son las ciudades inteligentes. ¿Qué estilo arquitectónico conviene darle al proyecto?

Problemática

América Latina es la región más urbanizada del mundo, donde el 80% de la población habita en ciudades, de las que provienen más de dos tercios de las riquezas de la región, pero a pesar de que se ha desacelerado el crecimiento urbano, se ha logrado reducir la proporción de personas viviendo en situación de pobreza y mejorar las condiciones de vida para la mayoría de sus habitantes, los modelos de crecimiento urbano promovidos hasta ahora son altamente insostenibles y las ciudades de la región siguen siendo las más inequitativas del planeta, duales, divididas y segregadas, tanto social como espacialmente. El número de vehículos individuales se ha más que duplicado en un período de diez años, de manera que muchas ciudades sufren de altos niveles de congestión. Además, las ciudades de la región son consideradas como las más peligrosas del planeta, por lo que la violencia constituye la principal preocupación de los ciudadanos, y es la población de menores ingresos la que más sufre las consecuencias. Así mismo, los fenómenos naturales y el cambio climático afectan más a los pobres, que son los que menos han contribuido a estos fenómenos.

Tendencias de la arquitectura

El sistema de estaciones y oficinas del Metro desarrollado en Caracas a inicios del período estudiado (1989), con la estructura con pórticos del Parque Vargas de Carlos Gómez de Llanera (Frente a Las Torres del Parque Central) y las esculturas de Víctor Varela, constituye un antecedente importante de los planes encaminados a reestructurar la movilidad urbana en las dos últimas décadas. El proyecto refleja la conciencia sobre la necesidad de recuperar el espacio público para el peatón, mediante el cierre del paso de vehículos por el centro tradicional, la peatonalización del eje comercial de Sabana Grande desde el Centro Simón Bolívar hasta el Parque del Este, y de la Avenida Bolívar.

El sistema de transporte rápido de superficie experimentado en Curitiba, se aplicó con el inicio del siglo en el Transmilenio de Bogotá y luego se extendió a varias ciudades

colombianas. En otras como Santiago de Chile que cuentan con un sistema de metro, el impacto no ha resultado tan favorable. Este sistema de transporte promueve además un proceso de regeneración del espacio público.

La reestructuración de la movilidad urbana demanda el desarrollo de infraestructuras, que incluyen edificios para nuevas terminales como la de Guayaquil (2007) y otras intermodales. A ese sistema intermodal comienzan a incorporarse los ciclos en la modalidad europea, que ya se aprecian en algunas ciudades como Buenos Aires.

Definición SIT. Una de las respuestas más eficientes al problema de la congestión radica en el uso intensivo de sistemas informáticos y de las telecomunicaciones aplicadas a la gestión del tráfico. En efecto, los denominados sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) están siendo un eficiente apoyo para el ciudadano y para las instituciones públicas en el intento de paliar los problemas de congestión de los transportes urbanos e interurbanos, no solamente ayudando a mejorar su movilidad sino haciéndola más sostenible.

Una arquitectura ITS para México deberá definir los elementos y su interrelación para asegurar que los sistemas, equipos y servicios relacionados con ITS que se desarrollen en México sean compatibles, y que puedan utilizarse en sus distintas regiones. La arquitectura deberá buscar coordinar las acciones de los sectores público y privado para la adecuada implantación de las tecnologías ITS en México. Sin embargo, deberá buscarse que la arquitectura ITS sea lo suficientemente flexible para lograr que no limite las opciones para los oferentes de servicios a los usuarios. Una arquitectura nacional de ITS no tendrá que ser el diseño de un sistema. Su papel será definir el marco en el cual se puedan desarrollar diferentes diseños de sistemas que busquen satisfacer las necesidades particulares, presentes y futuras de los usuarios, pero sin dejar de lado los conceptos de compatibilidad e interoperabilidad.

El desarrollo de una propuesta de arquitectura ITS para un país o una región requiere el manejo de mucha información que incluye la definición de los servicios al usuario, identificación de los actores involucrados, sus interrelaciones, los flujos de información entre ellos, etc. Integrar toda esta información en forma ordenada, clara y sistemática para poderla actualizar de forma sencilla e iniciar el “proceso” de desarrollo de una Arquitectura ITS, se convierte en una tarea compleja si se quisiera realizar manualmente.

La arquitectura lógica representa una visión funcional de los servicios ITS al usuario. Define las especificaciones de funciones o procesos requeridos para llevar a cabo los servicios ITS al usuario, y la información o flujo de datos que requieren intercambiarse entre estas funciones. El proceso de descomposición funcional inicia con la definición de aquellos

elementos que se encuentran dentro de la arquitectura y los que no. Por ejemplo, los viajeros son externos a la arquitectura, pero el equipo que utilizan para obtener o aportar información está adentro.

Conclusiones

La arquitectura es tan compleja como su contexto. Cada proyecto es único, por el simple hecho de que no puede haber dos proyectos en un mismo lugar, la arquitectura se va formando con los elementos que toma de su alrededor, en todos los sentidos, tanto físico como conceptual, social y económico, con las características necesarias para responder a las necesidades de los usuarios, de tal manera que no es resultado de una adaptación, si no que nace tal cual, del contexto.

Yo, por lo tanto digo que, *El contexto es la madre de la arquitectura.*

En este caso, nos enfrentamos a la problemática de intentar definir una arquitectura sin un contexto, lo que representa un reto no solo teóricamente imposible desde este punto de vista, sino que también completamente innecesario e inútil. Definir qué “estilo” arquitectónico deberíamos utilizar no va a resolver ninguna problemática ni será de ayuda al momento de estar real y prácticamente haciendo un proyecto arquitectónico. Por esta razón, hemos decidido, (ya que sí contamos con un “escenario” hipotético, que son las ciudades inteligentes) formular una serie de características que deberían ser consideradas para hacer un proyecto arquitectónico de un PRT en una ciudad inteligente.

- XIII. El primer punto a considerar sería el enfoque de movilidad que tendrá el PRT en la ciudad, si será el medio de transporte principal, secundario o incluso terciario, ya que de esto dependerá su relación tanto con los otros sistemas de transporte (en caso de que existan) como con la ciudad misma y el usuario. Este es el punto más importante ya que de esto depende prácticamente todo el proyecto, las estaciones, su conectividad, vinculaciones, rutas, etc.
- XIV. Será importante también, analizar la relación de la infraestructura del PRT con los espacios públicos. Los “huecos arquitectónicos” como yo los llamo, o espacios muertos, donde se hace uso prácticamente nulo del espacio, se pueden presentar con mucha facilidad en este tipo de proyectos y hay que buscar evitarlos en medida de lo posible, de manera que se genere un mismo y eficiente lenguaje arquitectónico para desarrollar estos espacios donde estas dos arquitecturas (el PRT y el espacio público como parques, vialidades, etc) estarán en constante interacción entre ellas y con los usuarios, y que se sientan integrados y parte de una misma arquitectura, de esta forma la experiencia será mucho más rica, en lugar de que la infraestructura se sienta como un estorbo o limitante tanto físico como visual para la ciudad.

- XV.** Una vez teniendo los aspectos más técnicos funcionando, tendremos que resolver la estética de la arquitectura, que, en el caso de las ciudades inteligentes, es factible el buscar formas minimalistas, colores monocromáticos o neutros, mucha iluminación artificial por las noches y un uso eficiente de la iluminación natural en el día, serán una de las muchas claves para que el proyecto sea aceptado por el público. Desde luego se recomienda utilizar técnicas de diseño como el uso de la sección/proporción áurea para hacer lo más agradable posible visualmente los elementos al público general, ya que la sección áurea es uno de los elementos a los que se recurre mucho al momento de diseñar estas ciudades inteligentes, por lo que ayudará a que el proyecto se integre.
- XVI.** La materialidad es de los aspectos más importantes, pero lo menciono como último elemento a tomar en cuenta por el simple hecho de que los materiales deben de ser por lo general los más eficientes para el proyecto que estemos desarrollando, los que cuenten con las características que respondan de mejor manera a lo que físicamente estamos buscando, y aunque también es muy importante considerar los materiales que hay en la zona, para este tipo de proyectos no debería de ser ninguna limitante la escasez de materiales en los alrededores, ya que vale la pena la inversión en importar materiales si aportan beneficios considerables para el funcionamiento del proyecto. Por lo que en esta situación específicamente, la elección de materiales se trata de un análisis principalmente físico, aunque claro, si la física lo permite sería factible buscar materiales que vayan acorde a la arquitectura de la ciudad.

En Base a todo lo antes mencionado, podemos presentar un concepto para el proyecto del PRT en el distrito *La Perla*, con un contexto que aunque no está completamente materializado, ya existe.

Enlaces relevantes

<https://www.nctr.usf.edu/wp-content/uploads/2011/12/Chapman.pdf>

Fuentes

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000200009

<https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt251.pdf>

<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-60.htm>

¿Qué inclinación máxima pueden tener en las vías?

Desarrollado por: Jorge Andrés Ramos Guerrero.

Según la secretaría de comunicaciones y de transporte, la pendiente máxima que se puede tener en una vía de transporte con automóvil depende de la velocidad de diseño y del tipo de terreno, como se muestra en la siguiente tabla.

TIPO DE TERRENO	PORCIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA PARA DIVERSAS VELOCIDADES DE PROYECTO, EN KM/H.						
	50	60	70	80	90	100	110
Plano.....	6	5	4	4	3	3	3
Lomerío.....	7	6	5	5	4	4	4
Montañoso.....	9	8	7	7	6	5	5

TABLA 8-A. RELACION ENTRE PENDIENTE MÁXIMA Y VELOCIDAD DE PROYECTO (CAMINOS PRINCIPALES)

En la tabla 8-A. no se muestra la pendiente máxima para una velocidad de diseño de 40km/h pero se podría obtener como pendiente máxima un 6 por ciento.

Sin embargo, utilizando puramente la física se puede obtener una pendiente diferente al tener un modelo de plano inclinado sin fricción. Se establecieron dos aceleraciones permisibles y se calculó la pendiente, como se muestra a continuación.

$$F = ma$$



$$mg \sin\theta = ma$$

$$g \sin\theta = a$$

Tomando en cuenta una aceleración suave en un automóvil:

$$g \sin\theta = 0.1 g$$

$$\theta = \text{Arcsin}(0.1)$$

$$\theta = 5.7398^\circ$$

Para una aceleración fuerte en un automóvil:

$$g \sin\theta = 0.5 g$$

$$\theta = 30^\circ$$

Aunque queda claro que la mejor opción definitivamente es evitar tener diferencias de nivel en la pista, en caso de que en algún momento se necesite, el rango de pendientes recomendables es hasta 5.73 grados para una aceleración suave o hasta 30 grados para una aceleración fuerte, pero no debe exceder de 30 grados.

Es importante mencionar que estas pendientes son calculas desde el punto de vista del usuario y de su comodidad. Probablemente las pendientes se vean restringidas por otros factores como la tribología o la capacidad del motor. El siguiente paso sería tomar en cuenta los factores de la tribología y la capacidad del motor para corregir y probablemente reducir este rango de pendientes permisibles en la pista.

¿Qué velocidad es la más indicada?

Desarrollado por: Álvaro Torres Rodríguez, David Gutiérrez Guerra, Gabriel Ruiz Tellez

A continuación, se muestra una tabla con velocidades de distintas referencias, las cuales tomamos en cuenta para responder a la pregunta.

Velocidades	km/hr
Usain bolt	44
Persona promedio	32
PRT referencia	32
Guadalajara promedio	22
Urbano	40
Distrito la perla	30

Pasos:

1. Lo primero que hicimos fue investigar en artículos de revistas electrónicas con el objetivo de encontrar posibles datos que justificaran la velocidad utilizada en medios de transporte existentes. Esto nos ayudó a darnos una idea de la información que contábamos en internet. Visitamos páginas como Euromonitor, Doaj y ResearchGate sin mucho éxito.
2. Buscamos en diferentes fuentes bibliográficas datos relacionados con la velocidad de los PRT existentes. Encontramos datos que coinciden alrededor de 32km/h. Nos sirvió mucho el diseño del inventor Elbert Morgan.
3. También investigamos si existía algún tipo de justificación o normativa sobre la velocidad de crucero de varios tipos de trenes y transportes subterráneos. Sin embargo, esta información no estaba a la mano fácilmente.

4. Nos dimos a la tarea de investigar la capacidad del ser humano para correr. Primero pensamos en el récord mundial, donde se alcanzó una velocidad de 44 km/hr, también sirvió como referencia conocer que una persona normal puede alcanzar una velocidad de 32 km/hr. Estos datos nos dan información sobre las velocidades a las cuales el ser humano está acostumbrado a moverse, acelerar, desacelerar, y que, en caso de emergencia o accidente, los resultados difícilmente serían mortales.

5. El último paso fue estudiar el contexto de las dos locaciones en las que planeamos el proyecto. La ciudad de Guadalajara tiene alrededor de 5 millones de habitantes y 803 km². A causa del tráfico, la velocidad promedio de transporte es de 22km/h, por lo que proponemos una velocidad de 40km/h que permitiría viajar de un lado de la ciudad al otro media hora aproximadamente. Para el caso de Distrito la perla que está planeada para incluir personas mayores de edad, se propone una velocidad de 30km/h, la cual se asemeja a la velocidad de una persona promedio corriendo.

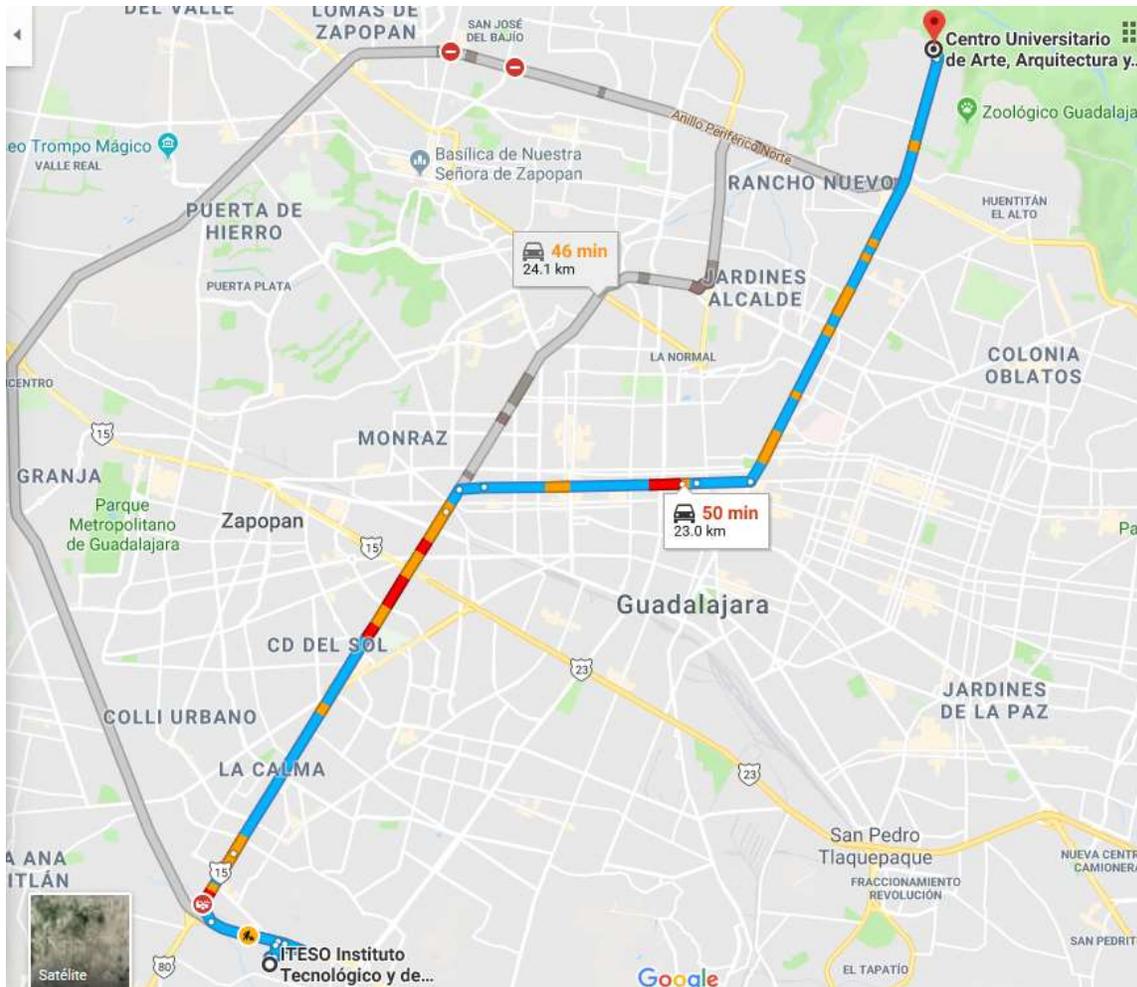


Imagen 1. Tiempos de traslado Guadalajara.

En la Imagen 1 se muestra el tiempo promedio necesario de transporte para cruzar la ciudad del ITESO al CUAAD en automóvil. El trayecto toma alrededor de 50 minutos para una distancia de 23 km. Con ayuda de google Maps, se estima que este mismo trayecto se realiza en 75 minutos en bicicleta. A la vez, con la aplicación Moovit, calculamos que este trayecto se realiza 80 minutos utilizando el transporte público, caminando y el Macrobus. Si se realizara caminando se tardaría 4 horas y 15 minutos.

	Velocidad promedio (km/h)	Tiempo de recorrido (min)
Automóvil	22	63
Camión, Macrobus y a pie	17.3	80
Bicicleta	16.2	85
A pie	5.4	257
PRT propuesto, caminar	40	40

Tabla 1 Tiempos de traslado Guadalajara.

Calculos de tiempos y distancias					
Contexto vel.					
		Urbano	40km/h	Dis. la perla	30km/h
	Valores de aceleracion m/s ²	Tiempo de arranque o frenado (seg)	Distancia de arranque o frando (m)	Tiempo de arranque o frenado (seg)	Distancia de arranque o frando (m)
SUAVE	0.981	11.33	62.92	8.49	35.39
	-0.981	11.33	62.92	8.49	35.39
COMÚN	1.962	5.66	31.46	4.25	17.70
	-1.962	5.66	31.46	4.25	17.70
Emergencia	-6.867	1.62	8.99	1.21	5.06

Tabla 2. Velocidades y Aceleraciones correspondientes para la aplicación urbana y Distrito la perla.

Después de definir la velocidad ideal de nuestro medio de transporte, el siguiente paso para continuar con los avances será determinar qué motor o sistema es capaz de mover los vagones a esa velocidad y que se pueda adaptar a nuestro proyecto. Algunas propuestas son motores lineales y motores eléctricos.

Fuentes:

Jacek Oskarbski, Krystian Birr, Michal Miszewski, Karol Zarski. (3-5 June 2015). Estimating the Average Speed of Public Transport Vehicles Based on Traffic Control System Data . Models and Technologies for Intelligent Transportation System, 1, pp.287-293.

Daryl Farahi. (2017). What is the average running speed of a human?. 04/09/2018, de Quora Sitio web: <https://www.quora.com/What-is-the-average-running-speed-of-a-human>

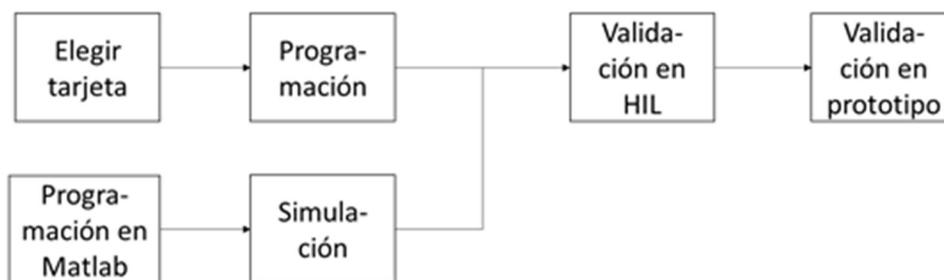
Morgan Sawyer, E. (1975). Personal Rapid Transit System. US05609787.

¿Cómo llevar a cabo el control del prototipo en la tarjeta de implementación?
Desarrollado por Ing. Carlos Alberto Cortés Ruíz e Ing. Mario Alberto Moreno

Esta pregunta es importante resaltar que en el sistema final lo más probable es que sean mínimo dos controles: control humano-máquina y control de lazo cerrado (o ley de control automático). El control humano-máquina consiste en control que alguien puede tener del sistema, para eso se necesita un intérprete o algo que sirva de interfaz para el encargado del vehículo sobre el manejo y monitoreo del medio de transporte como puede ser abrir puertas, manipulación de sensores menos importantes, monitoreo del estado de la batería, envío de información importante para un usuario normal, estadísticas, etc. Todo dependerá que funcionalidades quieran agregar al sistema, nosotros proponemos que ambos controles sean independientes puesto que el computo que exige leyes de control puede ser muy pesado para un micro, el agregar más funcionalidades puede hacer más lento el procesamiento de datos eso no es recomendable en un sistema de tiempo real. Se dice que mínimo dos porque los autos hoy en día no poseen un micro maestro que controle micros esclavos, sino que es una red de varios micros especializados en una sola cosa como sería un micro para luces, otro para comunicar vía internet, etc.

El micro de control de lazo cerrado es preferible que sea el más caro ya que necesita ser una especializada en sistemas de tiempo real, en cambio, el control humano-máquina se prioriza tener las entradas y salidas suficientes para los aparatos con los que quieran comunicarse o que se pueda agregar aditamento electrónico para cumplir este requisito, en este micro no es necesario una respuesta tan inmediata, por lo que no serían tan caro, pero se deberá tener en cuenta que es aparte del costo de la electrónica que se deban agregar en caso que el micro sea necesario.

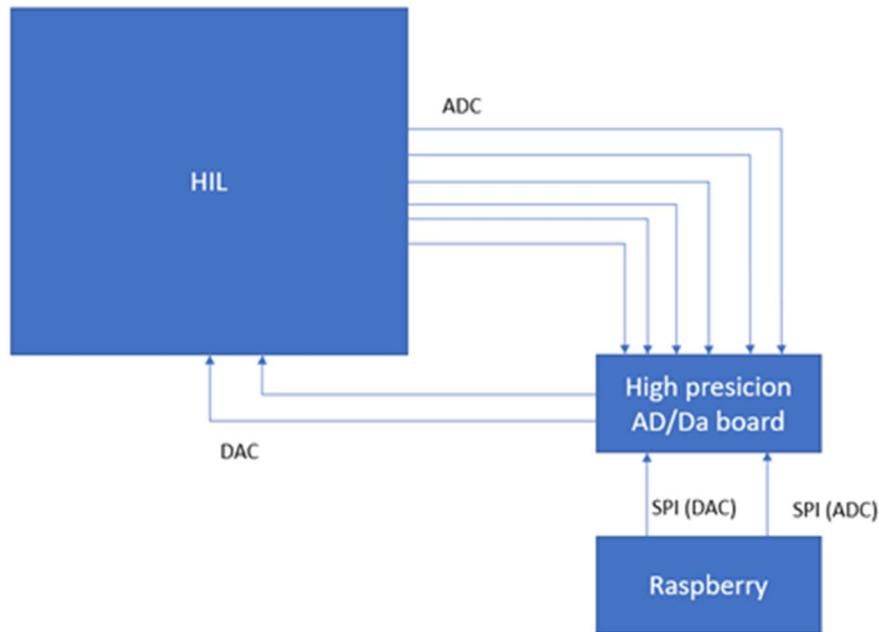
Respecto a nuestra investigación y trabajo, nosotros nos enfocamos en la ley de control del sistema, para poder responder esta pregunta se nos hizo bien planear una serie de pasos a seguir para llegar a implementar la ley de control final en el prototipo, este procedimiento es el siguiente:



Como se mencionó antes son pasos a seguir para probar la ley de control final, debido a los tiempos cortos que se tienen, se presentara primero el control PID debido a que no se necesitar hacer muchos cálculos matemáticos antes de programar, pero la estructura presentada en la imagen anterior nos servirá para estar cambiando y probando la ley más avanzadas que se desee implementar, ya que no será el control que se presente en el producto final. Estos pasos se trabajarán en paralelo para optimizar tiempo.

Respecto a elegir tarjeta, esta parte es difícil, porque hablamos de que un automóvil tiene un sistema de tiempo real (hard real-time), ¿Qué significa? Que este sistema tiene una ventana de tiempo muy pequeña para realizar la tarea que tiene que hacer, si no lo cumple

puede ser peligroso, puede haber pérdidas humanas es por eso que llegan a ser necesario tarjetas especializadas, robustas y rápidas, por ello también más complejas de usar. Gracias a que tenemos distintas etapas de pruebas antes de presentarlo en el producto final no es necesario hacer el control con una tarjeta especializada desde un principio, por lo que se optó por tarjeta un poco menos rápida pero capaz del cómputo para una ley de control y fácil de aprender a usar. Ya que se tiene dos tareas trabajando en paralelo respecto al control, de lado de la HIL se trabaja con la Raspberry Pi 2b la cual se tiene corriendo el puerto de SPI a 976,000 Hz, el diagrama de esta parte es el siguiente:



Cabe recordar que en el HIL se corre un modelado del sistema del auto hecho en Simulink, es decir, que esté está simulando que es nuestro automóvil por lo que mandara señales físicas al micro, las señales de los sensores, En la tarea del lado de HIL se tiene los siguientes requerimientos para la tarjeta:

- 6 entradas, que se puede traducir a 6 ADC para convertir la señal analógica a digital donde con esta pueda trabajar la tarjeta.
- 2 salidas, estos serían DAC que son lo contrario al ADC, aquí se manda una señal a la que ya se aplicó la ley de control.
- Frecuencia de muestreo alta.
- PWM.
- Tarjeta robusta.

Se ha tenido en mente 3 tarjetas:

- Raspberry Pi, esta no tiene las entradas y salidas que necesitamos que, pero si tiene complementos que le ayuda a cumplir este requisito.

- K64f, esta tarjeta es la que más conocimiento y experiencia tenemos, pero no cumple con las salidas y entradas que necesitamos.
- SAM v71, este es una tarjeta especializada en el mundo automotriz, por lo tanto, es compleja su uso, cumple con los requerimientos mostrados anteriormente, pero es difícil de utilizar aún.

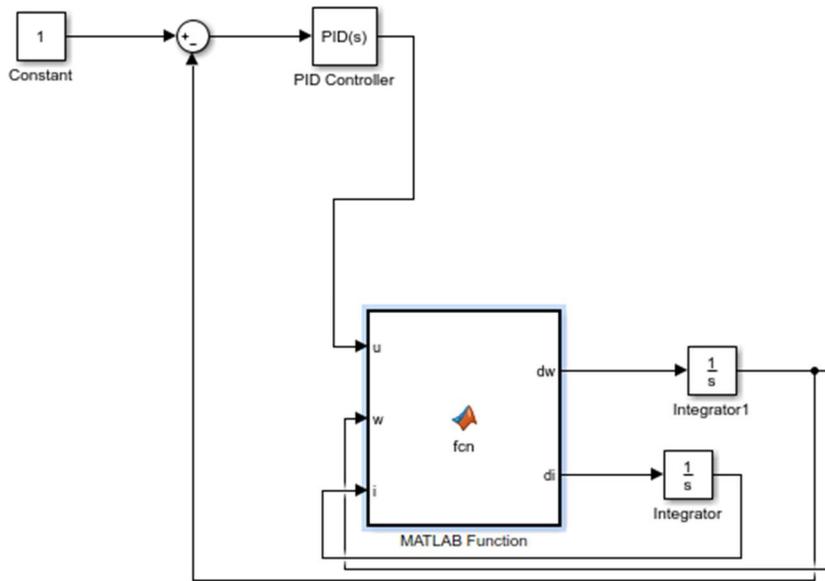
Se escogió la Raspberry Pi 2b porque dentro de las tarjetas populares en el mercado, es de la más capaces y tiene muchos aditamentos como es una tarjeta con DAC y ADC los necesario para nosotros, además es fácil su uso, en esta parte deseamos nomas probar el control es idóneo para nosotros. Se anexa un reporte técnico sobre esta labor de la validación en modo HIL, la siguiente parte consiste en la tarea del control PID.

Experimentación con el prototipo

Para poder realizar nuestra experimentación con el prototipo, necesitamos primero elegir los motores con los que se van a trabajar. El motor con el que se va a trabajar en esta etapa es el Pololu 3214. Con un par de fuerza 44 oz*in, un voltaje de 12 V de alimentación directa y un encoder para medir su velocidad angular.

La tarjeta elegida para controlar este motorcito y simular un sistema Hard-Real Time es la k64F de NXP. Su principal ventaja es su velocidad de procesamiento es de 21 MHz por lo que podemos tomar muestras de una señal externa cada 49 nanosegundos. Además, sus registros nos permiten tener una resolución de 32 bits es decir que cualquier cambio en la señal de control es de $1/4294967295$. También otra ventaja de la tarjeta es su capacidad de poder controlar dos motores al mismo tiempo.

Para poder realizar el control, necesitamos conocer las variables internas del motor como lo es su resistencia e inductancia para poder controlar su velocidad a partir de la dinámica de estas. Lamentablemente, el proveedor no proporciona tal información, por lo que la estrategia de control a seguir se llama PID



Este tipo de control, debe su nombre a que se compone básicamente de 3 componentes constantes: Proporcional, Integral y Derivativo aplicada a una señal de error, basada en una velocidad de referencia con la velocidad real del motor.

$$\text{Error} = w_{\text{ref}} - w_{\text{real}}$$

De esta manera, la función de transferencia de un controlador de este tipo de control, donde la salida es el voltaje a aplicar al motor es:

$$U(s) = P * e(s) + I/s * e(s) + D * (N/(1+(N/s))) * e(s)$$

Por otra parte, la función de cada una de las constantes es la siguiente: P nos ayuda a que el sistema alcance la velocidad deseada en el motor, I nos permite que la velocidad se mantenga una vez alcanzada la velocidad deseada y la constante D nos facilita llegar rápidamente a la referencia, sin embargo, agrega perturbaciones al sistema y su valor es muy pequeño.

Finalmente, el control se aplicó de la siguiente manera: La K64 recibe los pulsos del encoder los cuales va contando por un período de 6 ms, después de ese período calcula la velocidad angular en radianes/segundo al dividir los pulsos registrados entre el período de muestreo y los multiplica por 464 debido a que la fabricante especifica que cada 464 pulsos el motor completa una revolución. Posteriormente, se calcula el error de esta velocidad con la velocidad deseada y ejecuta el control. Finalmente convierte ese valor a un PWM equivalente a la velocidad del motor, ya que la tarjeta no tiene la capacidad de suministrar la corriente que necesita el motor y requiere de un circuito de este tipo para realizarlo.

Bibliografía

Página oficial de NXP K64

Ogata,K(2010) Ingeniería de Control Moderna. Pearson Education. México
Página oficial del motor Pololu 3214
Página oficial del PWM

¿Cómo recargar los vehículos?

Desarrollado por Ing. Mario Alberto Moreno, Ing. Carlos Cortés Ruíz e Ing. Carlos Wong.

El objetivo de este PAP, es generar un vehículo que sea eficiente, ecológico y accesible para la sociedad. Ante este reto necesitamos definir qué tipo de automóvil desarrollaremos: combustión, eléctrico o híbrido.

Eficiencia

Automóvil Híbrido

Estos carros usan dos motores: eléctrico y de combustión. El automóvil va alternando entre los dos motores para acelerar y desacelerar el vehículo. Por lo general, para grandes velocidades se utiliza el motor de combustión interna y el motor eléctrico para bajas velocidades. Además, son pocos los modelos que cuentan con su propio centro de carga y su motor eléctrico obtienen su energía a partir de la que se genera en el motor de combustión. Debido al uso de sus dos motores, su eficiencia es mayor que el motor de combustión

Automóvil de Combustión

Mundialmente conocidos, se basa en el motor de combustión interna de cuatro tiempos

Automóvil Eléctrico

Usa una batería de litio-ion cuya energía se pasa por un inversor y alimenta al motor. Como toda batería se descarga y necesita cargarse. Actualmente, esta tecnología permite una autonomía de 320 km/hr (suficiente para ir a León), antes de necesitar cargarse.

También produce su energía, a través de generadores eléctrico de gas. Sin embargo, tiene 60% de eficiencia, ya que gasta 40% en la generación de energía; no obstante, la eficiencia de la recuperación del gas es de 97%

Automóvil de Hidrógeno

Apenas conocido, actualmente Alemania desarrolló un tren de alta velocidad basado en hidrógeno, obtenido de la refinación del gas natural. Esta refinación se obtiene de una celda de combustible PEM (Membrana de intercambio de protones). La energía que proporciona la celda después de la refinación es eléctrica y es proporcionada al motor. Sin embargo, su eficiencia es del 50%.

Comparación

Finalmente, la comparación en eficiencia de este tipo de tecnología se muestra en la siguiente tabla, donde claramente se aprecia la ventaja considerable de un vehículo eléctrico

Technology	Example Car	Source Fuel	Well-to-Station Efficiency	Vehicle Mileage	Vehicle Efficiency	Well-to-Wheel Efficiency
Natural Gas Engine	Honda CNG	Natural Gas	86.0%	35 mpg	0.37 km/MJ	0.318 km/MJ
Hydrogen Fuel Cell	Honda FCX	Natural Gas	61.0%	64 m/kg	0.57 km/MJ	0.348 km/MJ
Diesel Engine	VW Jetta Diesel	Crude Oil	90.1%	50 mpg	0.53 km/MJ	0.478 km/MJ
Gasoline Engine	Honda Civic VX	Crude Oil	81.7%	51 mpg	0.63 km/MJ	0.515 km/MJ
Hybrid (Gas/Electric)	Toyota Prius	Crude Oil	81.7%	55 mpg	0.68 km/MJ	0.556 km/MJ
Electric	Tesla Roadster	Natural Gas	52.5%	110 Wh/km	2.18 km/MJ	1.145 km/MJ

Tabla de eficiencia por tecnología de vehículos (Tesla)

Emisiones ecológicas

Por otra parte, también se encontró una tabla comparativa de las emisiones producidas por las diversas tecnologías de automóvil, siendo mucho más ecológica, el coche eléctrico.

Technology	Example Car	Source Fuel	Well-to-Wheel		
			CO ₂ Content	Efficiency	CO ₂ Emissions
Natural Gas Engine	Honda CNG	Natural Gas	52.8 g/MJ	0.32 km/MJ	166.0 g/km
Hydrogen Fuel Cell	Honda FCX	Natural Gas	52.8 g/MJ	0.35 km/MJ	151.7 g/km
Diesel Engine	VW Jetta Diesel	Crude Oil	73.0 g/MJ	0.48 km/MJ	152.7 g/km
Gasoline Engine	Honda Civic VX	Crude Oil	73.0 g/MJ	0.52 km/MJ	141.7 g/km
Hybrid (Gas/Electric)	Toyota Prius	Crude Oil	73.0 g/MJ	0.56 km/MJ	130.4 g/km
Electric	Tesla Roadster	Natural Gas	52.8 g/MJ	1.15 km/MJ	46.1 g/km

Tabla de emisiones de CO₂ por tecnología de vehículos (Tesla)

Conclusión

Ante la evidencia encontrada, el equipo de ingeniería electrónica determina que la energía del PRT a construir será eléctrica debido a su eficiencia mayor e impacto ecológico menor.

El objetivo será construir un carro eléctrico

Fuente de energía del carro eléctrico

Actualmente, la principal fuente de energía de los coches eléctricos es la batería de Litio-ion. Sin embargo, se han buscado otras tecnologías: plomo-ácido, níquel-hidruro y Zebra. La principal debilidad de una batería de plomo-ácido es su sensibilidad a la temperatura. A bajas temperaturas el líquido electrolítico compuesto por agua y ácido sulfúrico tiende a congelarse e inflarse y a altas temperaturas evaporarse reduciendo el tiempo de vida de la batería. Por lo general el fabricante considera la temperatura de funcionamiento ideal a 25°C

TEMPERATURA DEL ELECTROL.	REDUCCION DE LA VIDA UTIL
°C	%
25	0
30	30
35	50
40	65
45	77
50	87
55	95

Tiempo de vida de una batería plomo-acido (Padrón, s.f.)

Por otra parte, las desventajas de la batería de Níquel-Hidruro son su alto efecto de memoria, descargándose sin ser utilizada a una razón de 20% mensual, no soportan fuertes descargas y vida media de aproximadamente 300-500 ciclos.

Finalmente, las baterías Zebra tienen la enorme desventaja de que operan a una temperatura de 200°C a 500°C y emplean el 10% de su capacidad a mantener su temperatura.

La batería litio-ion

Son las mejores, debido a su capacidad de energía; unos 243 Wh por kilo. No presentan, un efecto de memoria considerable (2% mensual), permitiendo 2500 períodos de descarga. Esto supone una vida útil de 10 años, claro está, si se cumple con las especificaciones de cuidado indicadas por el proveedor y el tiempo de uso continuo por parte del usuario. Además, tiene una temperatura de operación de -20°C a 60°C.



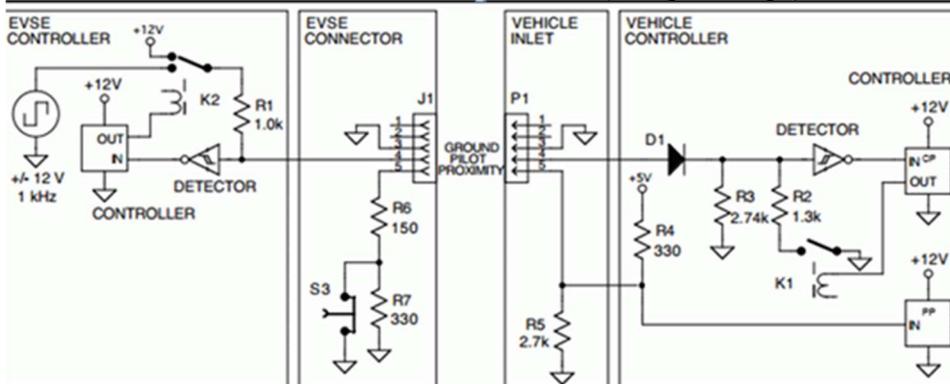
Batería de Litio-ion (Amazon)

Método de recarga del vehículo

Actualmente, el equipo de ingeniería electrónica recomienda diseñar un centro de carga convencional que actualmente se implementan en la ciudad basados en un conector J1772, el cual tiene cinco señales: señal de línea (carga), señal de neutro o tierra, señal de fase y dos señales de control (comunicación y conexión). La señal de comunicación permite saber si la batería está recibiendo energía por parte del cargador y la de conexión habilita la carga a la batería para evitar descargas a seres humanos.



Conector J1772 (Google image)



Circuito de implementación de un conector J1772 (Wikipedia)



Implementación deseada (Google images)

A continuación, presentamos una tabla de especificaciones para la instalación de estas estaciones, implementada especialmente en New Jersey, Estados Unidos

Charging Level	Voltage & Current	Charging Time (Average)*	Equipment
AC Level 1	120 VAC, 16 amps	8-10 hours for a full charge	Standard three-prong household outlet
AC Level 2	208 to 240 VAC, up to 80 amps	2-3 hours for a full charge	Will use only the SAE J1772 specified plug
AC Level 3**	More than 240 VAC, under development	<30 minutes for a full charge	Equipment Needed
DC Fast Charge	Approximately 480 VDC, 100 amps	30 minutes for an 80% charge	Under Development; Proposal to use Japanese CHAdeMO standard

(redline-electric)

Sin embargo, existe otro tipo de recarga: generar tu propia energía. En este caso necesitaremos un motor de combustión, que recargue la batería y al mismo tiempo ayude al motor eléctrico a impulsar el coche, por lo que sería híbrido y su eficiencia disminuye.

Otro tipo de recarga es la inalámbrica. Bajo el principio de transferencia de energía inductiva, donde tu generas tu cargador alimentando una bobina que inducirá corriente a otra bobina ubicada en el automóvil, que será rectificadora y aplicada a la batería del auto. El equipo de ingeniería electrónica no recomienda su implementación ya que necesitas una bobina de inductancia considerable, para recargar en el menor tiempo posible al automóvil.

Bibliografía

- Martínez, J. (2017). Métodos de estimación del estado de carga de baterías electroquímicas. Barcelona.
- Padrón, F. (s.f.). MANUAL DE BATERÍAS Y ACUMULADORES. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Gasquet, H. (2004). Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica. Cuernavaca: Solartronic.

Vida Sostenible(2011) El coche eléctrico. La guía FVS. Madrid, España
Eberhard, M. & Tarpenning, M.(2006) The 21st Century Electric Car. Tesla Motor
https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J1772
Panasonic (s.f) NCR18650B. Lithium ion battery. Hoja de especificaciones
Link de red-station <http://www.redline-electric.com/chargingstations.html>

Pregunta 18: Materiales de la cubierta protectora

Materiales

Propiedades de los materiales de construcción

Adrián Romero

- **Materiales pétreos:** Los más comunes son calizas, mármol, granito, pizarra y áridos. Es cierto que las propiedades de los materiales de construcción pétreos pueden variar, sin embargo comparten algunas comunes como la impermeabilidad en la mayoría de los casos, coloraciones variadas y una gran dureza. En el caso de los áridos sus características les hacen especiales para sustentar la construcción.
- **Cerámicas y vidrios:** Baldosas, azulejos, ladrillos, loza o tejas son las principales cerámicas que se utilizan en construcción. Es cierto que los precios de los materiales de construcción de este tipo puede ser determinante, sin embargo también tenemos que atender a características como dureza, resistencia a la corrosión, transparencia, compresión y flexión, todas ellas especialmente presentes en cerámicas y vidrios, lo que les convierte en materiales propicios para exterior.
- **Materiales metálicos:** Aluminios, aceros y hierros. Estos materiales no solo se utilizan como auxiliares durante la construcción, como en el caso de los andamios, muchas partes de la construcción quedan instaladas con hierros como el forjado que sirve como base. Su dureza y resistencia general permite que los metálicos se utilicen como parte de la estructura.
- **Materiales compuestos:** Morteros, hormigones, alquitranes y áridos son los principales componentes del grupo de compuestos. La capacidad de fragua hace que funcionen como aglutinantes, y que puedan utilizarse para la fabricación de vigas, pilares o recubrimientos. Estos materiales son resistentes al fuego, impermeables en la mayoría de los casos y elásticos, lo cual no solo aporta dureza sino también resistencia a diferentes agentes que suelen resultar nocivos para otros materiales.
- **Materiales aglutinantes:** Se trata de yesos y cementos en general, materiales utilizados para construcciones en todo el mundo ya que son capaces de unir y fijar otros materiales. Fragan muy rápido y se endurecen al mezclarse con el agua, además su acabado es perfecto para cualquier tipo de construcción.

Estas son las principales propiedades de los materiales de construcción más usados, la razón por la que se utilizan tanto en interior como en exterior a lo largo de todo el mundo.

Dado que una elección acertada garantiza un mejor resultado arquitectónico, existen algunas propiedades esenciales de los materiales de construcción a los que se presta atención:

- **Densidad.** Relación entre la masa y el volumen, es decir, cantidad de materia contenida por unidad.
- **Higroscopicidad.** Capacidad de la materia para absorber el agua.
- **Coefficiente de dilatación.** Tendencia de la materia de expandir su tamaño en presencia de calor y contraerlo en presencia de frío.
- **Conductividad térmica.** Capacidad de la materia de transmitir el calor.
- **Conductividad eléctrica.** Capacidad de la materia de transmitir la electricidad.
- **Resistencia mecánica.** Cantidad de esfuerzo que la materia es capaz de resistir sin deformarse o romperse.
- **Elasticidad.** Capacidad de los materiales de recuperar su forma original una vez que cese el esfuerzo que los deforma.
- **Plasticidad.** Capacidad de la materia de deformarse y no romperse frente a un esfuerzo sostenido en el tiempo.
- **Rigidez.** Tendencia de la materia a conservar su forma frente a un esfuerzo.
- **Fragilidad.** Incapacidad de la materia para deformarse, prefiriendo romperse en pedazos.
- **Resistencia a la corrosión.** Capacidad de tolerar la corrosión sin quebrarse o desintegrarse.

Fuente: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-materiales-de-construccion/#ixzz5WIVaIDYm>

Materiales más utilizados

- **Granito.** Conocida como “piedra berroqueña”, es una roca ígnea formada esencialmente por cuarzo. Es muy empleada para fabricar adoquines y para confeccionar muros y suelos (en forma de losas), aplacados o encimeras, dada su vistosidad y el acabado de su pulitura. Es una piedra de interiores, dado su potencial decorativo.
- **Mármol.** En forma de losas o baldosas, esta roca metamórfica tan valorada por los escultores de antaño suele asociarse al lujo y a una cierta ostentación, si bien hoy en día se emplea más que nada para pisos, revestimientos o detalles arquitectónicos puntuales. Es muy común en las estructuras patrias o ceremoniales de antaño.
- **Cemento.** Material conglomerante que consiste en una mezcla de caliza y arcilla, calcinadas, molidas y luego mezcladas con yeso, cuya principal propiedad es la de endurecerse al entrar en contacto con el agua. En construcción se lo utiliza como material esencial, en una mezcla con agua, arena y grava, para obtener una sustancia uniforme, maleable y plástica que al secar endurece y se le conoce como hormigón.

- **Ladrillo.** El ladrillo está hecho de una mezcla arcillosa, cocida hasta retirar la humedad y endurecerla hasta que obtiene su característica forma rectangular y su color anaranjado. Duros y frágiles, estos bloques son sumamente utilizados en la construcción, dado su costo económico y su confiabilidad. Del mismo modo se obtienen las tejas, hechas del mismo exacto material pero moldeadas diferente.
- **Vidrio.** Producto de la fusión de carbonato de sodio, arena de sílice y caliza a unos 1500 °C, este material duro, frágil y transparente es largamente empleado por la humanidad en la fabricación de todo tipo de herramientas y láminas, especialmente en el sector construcción, ya que es idóneo para las ventanas: deja pasar la luz, pero no el aire ni el agua.
- **Acero.** El acero es un metal más o menos dúctil y maleable, dotado de gran resistencia mecánica y resistente a la corrosión, que se obtiene a partir de la aleación del hierro con otros metales y no metales tales como el carbono, el zinc, el estaño y algunos otros. Es uno de los principales metales empleados en el sector construcción, ya que se forjan estructuras que luego se rellenan de cemento, conocidas como “hormigón armado”.
- **Zinc.** Este metal, indispensable para la vida orgánica, tiene propiedades que lo han hecho idóneo para la fabricación de múltiples objetos y para cubiertas en el sector construcción. No es nada ferromagnético, es liviano, maleable y económico, aunque tiene otras desventajas como no ser demasiado resistente, conducir muy bien el calor y producir mucho ruido al ser impactado, por ejemplo, por la lluvia.
- **Aluminio.** Este es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, que al igual que el zinc es sumamente ligero, económico y maleable. No tiene demasiada resistencia mecánica, pero aun así es idóneo para aplicaciones, la carpintería y, en aleaciones más resistentes, para materiales de plomería y de cocina.
- **Plomo.** Durante décadas se empleó el plomo como el principal elemento en la fabricación de las piezas de fontanería de los hogares, ya que se trata de un material dúctil, de sorprendente elasticidad molecular y enorme resistencia. Sin embargo, es perjudicial para la salud, y las aguas que corren por tubos de plomo tienden a contaminarse con el paso del tiempo, por lo que ha sido prohibido su uso en muchos países.
- **Cobre.** El cobre es un metal ligero, maleable, dúctil, brillante y un fabuloso conductor de la electricidad. Por eso es el material preferido para las instalaciones eléctricas o electrónicas, aunque también se le usa para fabricar piezas de fontanería. Esto último conforme a estrictos estándares de aleación y calidad, debido a que el óxido de cobre (de color verde) resulta ser tóxico.
- **Madera.** Numerosísimas maderas se emplean en la construcción, tanto en el proceso de ingeniería como en el acabado final. De hecho, en muchos países existe una tradición de construir las casas de madera, aprovechando su relativa economicidad, su nobleza y resistencia, a pesar de ser susceptible a la humedad y a las termitas. Actualmente muchos suelos se fabrican de madera barnizada (parquet), la mayoría absoluta de las puertas y también algunos armarios o muebles de esa naturaleza.
- **Caucho.** Esta resina obtenida del árbol homónimo tropical, también conocida como látex, aporta al hombre numerosos usos, como la fabricación de neumáticos, aislantes e

impermeabilizantes, así como de piezas de acolchado en juntas y resinas protectoras para maderas u otras superficies, en el sector de la construcción.

- **Linóleo.** Obtenido del aceite de lino solidificado, mezclado con harina de madera o polvo de corcho, esta sustancia es empleada en la construcción para fabricar recubrimientos de suelos, usualmente agregándole pigmentos y procurando el espesor adecuado para aprovechar su flexibilidad, resistencia al agua y costo económico.
- **Bambú.** Esta madera de origen oriental, crecen en tallos de color verde que pueden alcanzar los 25 metros de altura y los 30 centímetros de ancho, y que una vez secos y curados cumplen con funciones ornamentales muy frecuentes en la construcción occidental, así como en la hechura de techos, empalizadas o pisos falsos.
- **Corcho.** Lo que comúnmente llamamos corcho no es más que la corteza del árbol del alcornoque, formada por suberina en un tejido poroso, blando, elástico y ligero empleado para carteleras, como material de relleno, como combustible (su poder calórico equivale al del carbón) y, en el sector construcción, como relleno de suelos, cojín entre de paredes y compartimientos de material ligero (*durlock* o *dry wall*) y en aplicaciones decorativas.
- **Poliestireno.** Este polímero obtenido de la polimerización de hidrocarburos aromáticos (estireno), es un material muy liviano, denso e impermeable, que posee una enorme capacidad aislante y, por ende, es empleado como aislante térmico en las edificaciones de los países de invierno intenso.
- **Silicona.** Este polímero de silicio, inodoro e incoloro, es perfectamente usado como sellante e impermeabilizante en las construcciones y la fontanería, pero también como un eventual material aislante en las instalaciones eléctricas. Este tipo de sustancias fue sintetizada por vez primera en 1938 y desde entonces han sido útiles en numerosos ámbitos humanos.
- **Asfalto.** Esta sustancia viscosa, pegajosa y color plomo, también conocida como betún, se utiliza como impermeabilizante en los techos y muros de numerosas construcciones y, mezclado con gravilla o arena, para pavimentar las carreteras. En estos últimos casos hace las veces de material aglomerante y es obtenido del petróleo.
- **Acrílicos.** Su nombre científico es polimetilmetacrilato y es uno de los principales plásticos de la ingeniería. Se impone a otros plásticos por su resistencia, transparencia y resistencia al rayado, por lo que constituye un buen material para sustituir al vidrio o para aplicaciones decorativas.
- **Neopreno.** Este tipo de caucho sintético es empleado como relleno de paneles sándwich y como empaquetadura (junta estanca o junta de estanqueidad) para impedir la fuga de líquidos en la unión de piezas de fontanería, así como material sellante en ventanas y otras aberturas del edificio.

Materiales más recomendados para el PRT

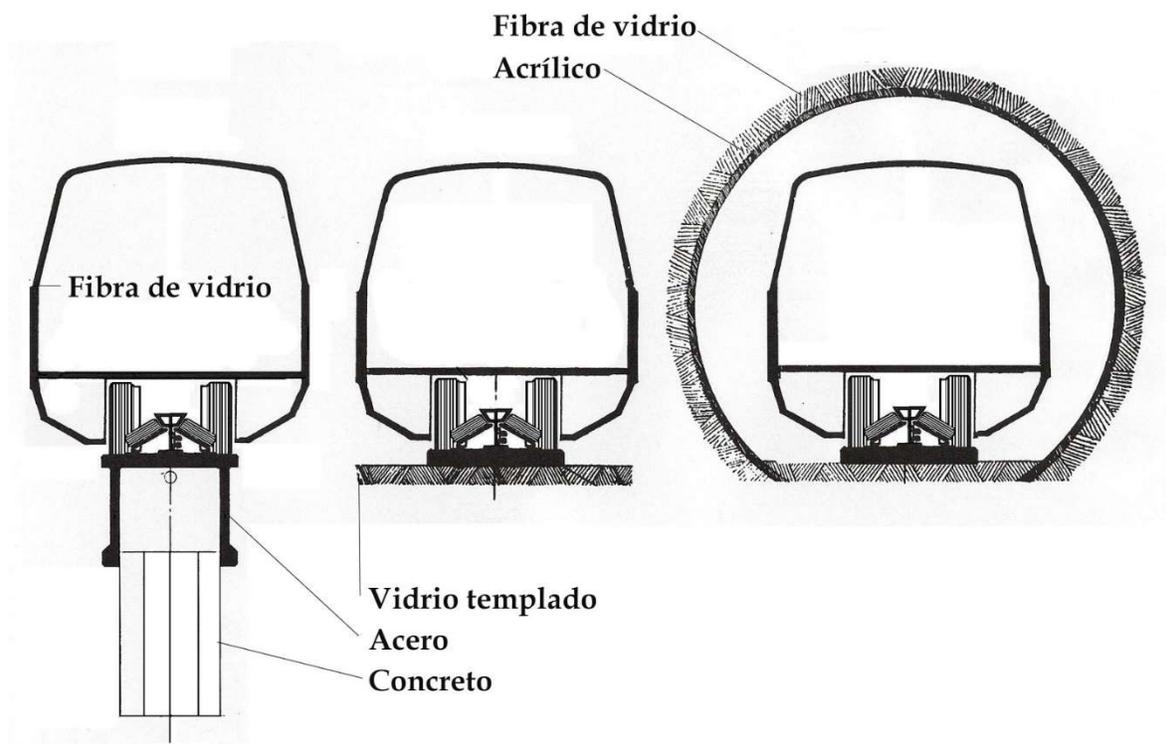
- Acero

- Aluminio
- Vidrio (templado)
- Cemento (concretos)
- Acrílicos
- Neopreno
- Cobre

Adicionales

- PVC y CPVC para el sistema que controle el uso del agua
- Fibra de vidrio para la cubierta protectora

Fuente: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-materiales-de-construccion/#ixzz5WIXN32f1>



¿Cuáles son las aceleraciones de avance y frenado máximas?

Desarrollado por: Álvaro Torres, Gabriel Ruiz, David Gutiérrez.

Para esto nos enfocamos primero en conocer las aceleraciones que un ser humano puede soportar, las cuales dependen de la dirección, duración y posición del cuerpo.

El término g-force es técnicamente incorrecto ya que es una medida de aceleración, no de fuerza, esta representa la sensación del aumento del peso corporal en dirección contraria a la que se acelera. Se basa en la aceleración que produciría la gravedad de la Tierra en un objeto cualquiera.

Una aceleración de 1 g es generalmente considerada como igual a la gravedad estándar, que es de 9,80665 metros por cada segundo al cuadrado (m/s²).

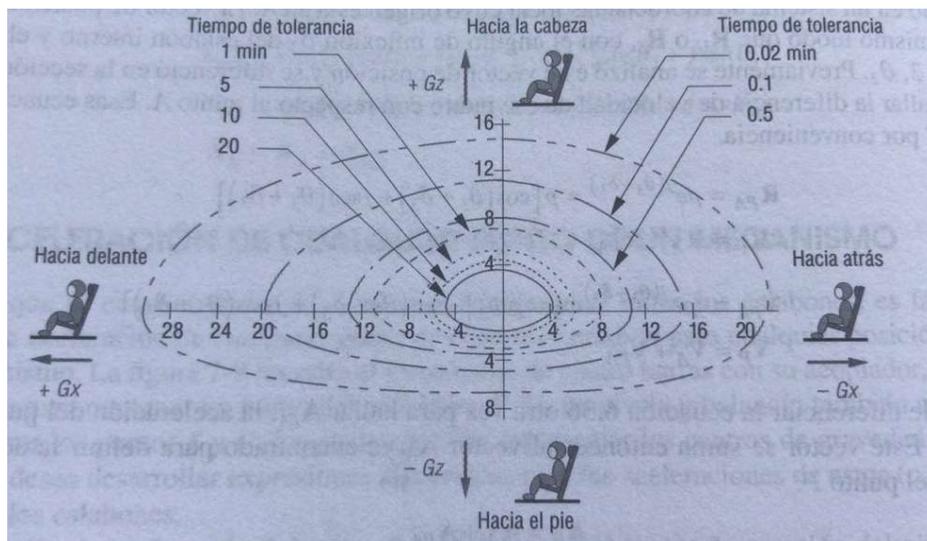


Imagen 21.1 Fuerzas g en diferentes direcciones y el tiempo de tolerancia.

La Imagen 1 explica de manera gráfica los rangos de aceleración que puede soportar una persona promedio en diferentes direcciones dependiendo del tiempo que dura esa aceleración. Para nuestro proyecto, la dirección crítica es en el eje x, teniendo valor positivo cuando el carrito arranca y acelera hasta alcanzar la velocidad máxima y negativo cuando se reduce la velocidad para llegar a la estación o en caso de freno de emergencia.

TABLA 7-1 Valores comunes de aceleración encontrados en actividades humanas

Aceleración suave en un automóvil	+0.1 g
Despegue en un avión de reacción comercial	+0.3 g
Aceleración fuerte en un automóvil	+0.5 g
Parada de pánico en un automóvil	-0.7 g
Curvas a alta velocidad en un carro deportivo (p. ej., BMW, Porsche, Ferrari)	+0.9 g
Auto de carreras fórmula 1	+0.2 g, -4.0 g
Montañas rusas (varias)	±3.5 a ±6.5 g*
Despegue de transbordador espacial de la NASA	+4.0 g
Dragster con paracaídas de frenaje (> 300 mph en 1/4 milla)	±4.5 g
Avión de combate militar (p. ej., F-15, F-16, F-22; nota: el piloto usa un traje G)	±9.0 g

Imagen 21.2 Tabla de aceleraciones en actividades comunes.

Como se puede observar en la tabla 7-1 del libro “Diseño de maquinaria, Norton” los valores de aceleración (en fuerzas g) de algunas actividades ya están establecidos, es por eso que se considera pertinente respetar esos valores ya que no presentaría un cambio a lo que está acostumbrado el usuario, así mismo se sabe que esos valores de aceleración ya pueden ser tolerados.

Con base en lo anterior se considera que los valores óptimos de aceleración son:

Actividad	Valor de aceleración
Aceleración suave	+0.1g
Frenado suave	-0.1g
Aceleración común	+0.2g
Frenado común	-0.2g
Frenado de emergencia	-0.7g

La aceleración con la que trabajaremos influye directamente en la velocidad con la que el vehículo va a operar, considerando los tiempos de acción de aceleración y frenado podremos obtener la velocidad adecuada de este.

Bibliografía:

Gary Louie, Michelle Fung, Jenny Hua & Stephanie Ma. (2005). Acceleration Perturbations of Daily Living. 04/09/2018, de Hypertextbook Sitio web: <https://hypertextbook.com/facts/2005/acceleromet>

Robert L.Norton . (2013). Diseño de Maquinaria. Latinoamerica: McGraw Hill.

Sircar Sabyasachi. (2018). g-force. 04/09/2018, de Wikipedia Sitio web: https://en.wikipedia.org/wiki/G-force#Human_tolerance

¿Es posible fabricar un motor lineal?

Actualmente los motores de inducción lineal son una fuente de locomoción innovadora, desarrollada por muy pocas industrias. En nuestra investigación, encontramos solo un proveedor accesible ubicado en California, H2W Technologies.

Pero el lector deberá preguntarse, ¿qué es un motor de inducción? De acuerdo con H2W Technologies, un motor de este tipo puede ser interpretado como un motor rotatorio que ha sido desenrollado para generar movimiento lineal. El estator y el rotor del motor giratorio corresponden a los lados primario y secundario de este motor lineal.

El lado primario consta de un núcleo magnético con un devanado trifásico; el lado secundario puede constar simplemente de una placa de metal o un devanado trifásico arrollado alrededor de un núcleo magnético.



Motor LMAC3208C23D15 (H2W Technologies)

La diferencia entre un motor rotatorio y de inducción lineal, el motor de inducción es de extremos abiertos debido a las longitudes del primario y secundario, las cuáles son finitas. Si en un motor se maneja el concepto de velocidad angular, para un motor lineal esta velocidad angular se convierte en una velocidad lineal, mientras que el par de fuerza de un motor rotatorio se convierte en empuje en un motor lineal. El objetivo del empuje es que este sea constante a lo largo de una determinada distancia y para lograrlo se busca que un lado, en especial el secundario, sea más largo que el otro (primario). Bajo este principio se basan los sistemas de transporte de alta velocidad, donde el secundario es largo y el primario es corto. Para nuestro automóvil, el primario forma parte del vehículo (motor), mientras la pista constituye el secundario.

Cuando usas un motor lineal de un solo lado utilizándose una placa metálica como devanado secundario, este último se le agrega una capa de material ferromagnético como hierro para garantizar la inducción de corrientes entre el primario y el secundario para generar el empuje.

¿Por qué un motor lineal?

Actualmente, se emplean estos motores para aplicaciones de transportes de alta velocidad como el MAGLEV. Esto se debe a que los motores de inducción lineal ofrecen la propulsión necesaria para alcanzar velocidades alrededor de 230 km/hr, donde se evita el contacto físico que genere pérdidas por fricción, donde el motor de inducción lineal además genere

una fuerza normal que permita levitar al vehículo. También se usan sobre vehículos dirigidos o montados sobre un riel. Ahora a partir en adelante la pregunta a resolver es, ¿qué condiciones de velocidad son necesarios para aprovechar de manera eficiente las características del motor de inducción lineal? ¿Una velocidad de 30 km/hr es correcta?

Cotización del motor

Antes de proponer la necesidad de construir un motor de inducción lineal, primero se investigó el precio de adquisición de uno de ellos. Se buscó un motor de la fuerza necesaria para el prototipo y se concluyó que un motor de 8 N, sería necesario para mover un prototipo de 1kg de masa y de aceleración 0.5m/s^2 . El modelo de este motor es LM2-002-008-SP, fabricado por H2W. Además, se cotizó un motor de 800N pensado para el producto final. En la siguiente tabla, se encuentran las características y el precio de ambos motores.

Modelo	LM2-002-008-SP	LMAC3208C23D15
Empresa	H2W	H2W
Configuración	Single-Sided	Single-Sided
Fuerza pico	8.0 N (Ciclo de trabajo del 100%)	800N (Ciclo de trabajo de 15%)
Fuerza cont.	No especificada	No especificada
Fuerza de paro	No especificada	No especificada
Fuerza cte.	No especificada	No especificada
FEM de reversa cte	No especificada	No especificada
Constante del motor	No especificada	No especificada
Frecuencia	50 Hz	60 Hz
Resistencia Elec.(20°C)	3.8 Ω	0.85 Ω
Inductance	No especificada	No especificada
Corriente pico	2 A	27 A
Corriente continúa	No especificada	No especificada
Corriente de paro	No especificada	No especificada
Máxima disipación continua	100 W	7.8 kW
Voltaje de entrada nominal	70 VAC con 3 fases	480 VAC con 3 fases
Constante de tiempo térmico	No especificado	No especificado
Resistencia térmica	No especificado	No especificado
Período magnético	No especificado	No especificado
Masa del riel magnético	No especificado	No especificado
Masa del motor	7.7 kg	48.5 kg
Velocidad momento estático (parado)	No especificado	No especificado
Longitud	17.1 cm	81.3 cm
Ancho	14 cm	20.3 cm
Altura	7.6 cm	2 mm
Precio (mxn)	36400	103800

Ventajas y desventajas de los motores de inducción lineal

Ventajas

1. Se puede regular su movimiento
2. Alta desaceleración y aceleración

3. Vida útil prolongada, depende de la configuración de uso y tiempo de uso
4. Menor fricción
5. Limitados por el ancho de banda de los sensores y tarjeta de control
6. Mayor relación fuerza/peso

Desventajas

1. Costosos (La cotización es la mejor evidencia de esto)
2. Pesados, (una cuarta parte del peso del automóvil).
3. Su eficiencia disminuye al aumentar su fuerza
4. El control del motor es complejo

Conclusión

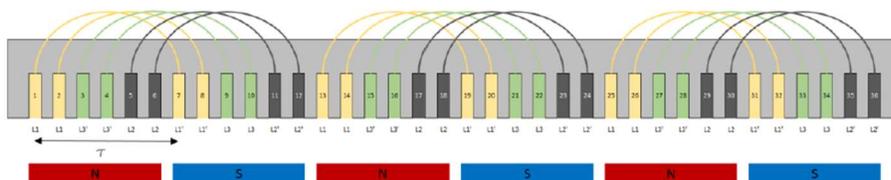
El precio de los motores de inducción lineal en el mercado, son costosos (\$103,800), en especial para un proyecto de investigación en etapa inicial, por lo que será necesario la construcción de un motor de inducción propio, el cual de acuerdo a la bibliografía es posible.

De acuerdo con Ulhaq (2017), existen diversos parámetros que deben ser considerados para la fabricación de un motor de inducción y la bibliografía donde se encuentran estos parámetros es la siguiente y no se encuentra disponible en ITESO:

I. Boldea, Linear Electric Machines, Drives, and MAGLEVs Handbook, CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2013.

I. Boldea, Electric Machines Steady State, Transients, and Design with MATLAB, CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2010.

Sin, embargo, Ulhaq nos ha legado la forma de realizar el embobinado de un motor de inducción lineal, el cual se muestra a continuación:



Devanado de un LIM (Ulhaq,2017)



Motor construido sin devanar (Ulhaq,2017)

Bibliografía:

Hiziroglou, H. (2003). Motores de Inducción Lineal. En G. Hiziroglou, Máquinas Eléctricas y Transformadores (págs. 678-684). Nueva York: Oxford.

Página oficial de H2W

Ulhaq, A(2017) Small Linear Induction Motor: Design and construction. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Finlandia

¿Cuáles son las principales características de las ciudades inteligentes?

Smart Cities

Aunque no existe una definición consensuada, la teoría de la ciudad inteligente se refiere a aquella que utiliza los avances tecnológicos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

“EL propósito final de una Smart City es alcanzar una gestión eficiente en todas las áreas de la ciudad como el urbanismo, infraestructuras, transporte, servicios, educación, sanidad, seguridad pública, energía, satisfaciendo a las necesidades de la urbe de sus ciudadanos” - Según el *libro blanco Smart Cities*, uno de los principales libros de referencia.

Principales características:

- Gestión racional del espacio urbano y recursos naturales.
- Empleo de fuentes alternativas de energía y reducción de emisiones de CO2.
- Uso de redes de comunicación, sensores y sistemas inteligentes.
- Manejo de grandes bases de datos para prever o mitigar problemas.
- Aprovechamiento de herramientas digitales y plataformas interactivas.
- Conexión del gobierno y los ciudadanos y realización de trámites por internet.
- Generación de nuevos servicios y empresas de base tecnológica.

Ciudad inteligente

<http://ecoemas.com/ciudad-inteligente-masdar-city/>

Ciudades inteligentes que fracasaron y sus razones

<https://www.xataka.com/energia/estas-ciudades-se-habian-disenado-para-ser-las-mejores-pero-han-fracasado>

Fuentes:

<https://www.xataka.com/energia/estas-ciudades-se-habian-disenado-para-ser-las-mejores-pero-han-fracasado>

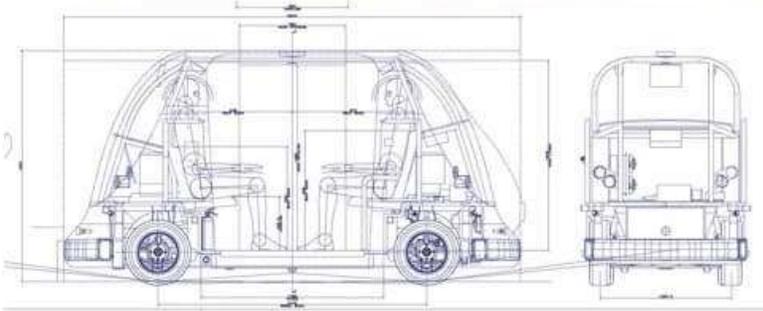
¿Cómo es la arquitectura y diseño de los PRT?

Observación: Al igual que las ciudades inteligentes, los PRT están sujetos a tendencias. No siempre están en ciudades inteligentes, pero poseen características comunes ¿Cuáles son?

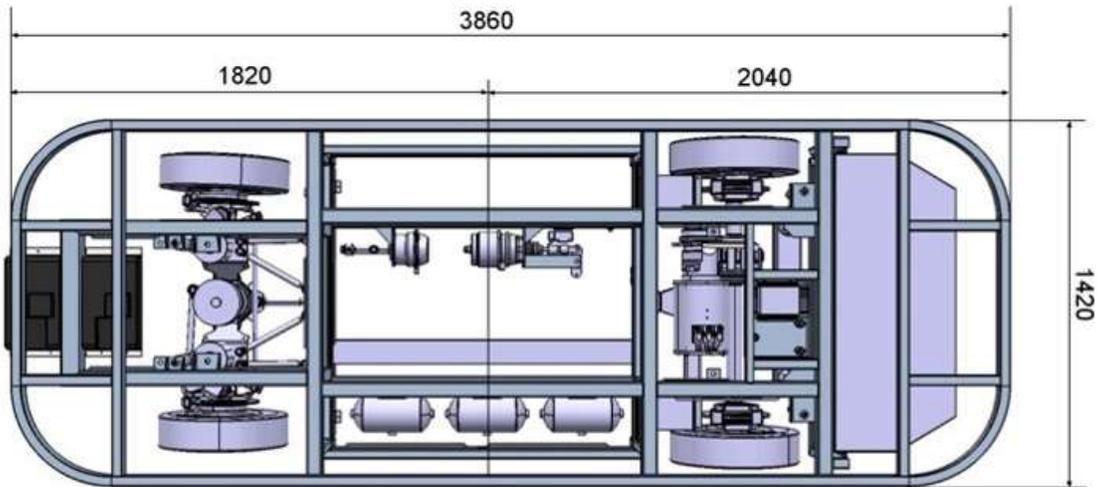
Los PRT son vehículos eléctricos, con batería propia, que circulan sin conductor por unas vías especiales -generalmente elevadas-, con capacidad para 4-6 personas y que pueden funcionar con recorridos de punto a punto, sin escalas. Utilizar un PODCar es como ir en un taxi sin conductor, que circula a unos 40km/h, no contamina y es muchísimo más seguro. Están dirigidos desde un centro de control informatizado, y cada PRT lleva su propio sistema de seguridad y guía.

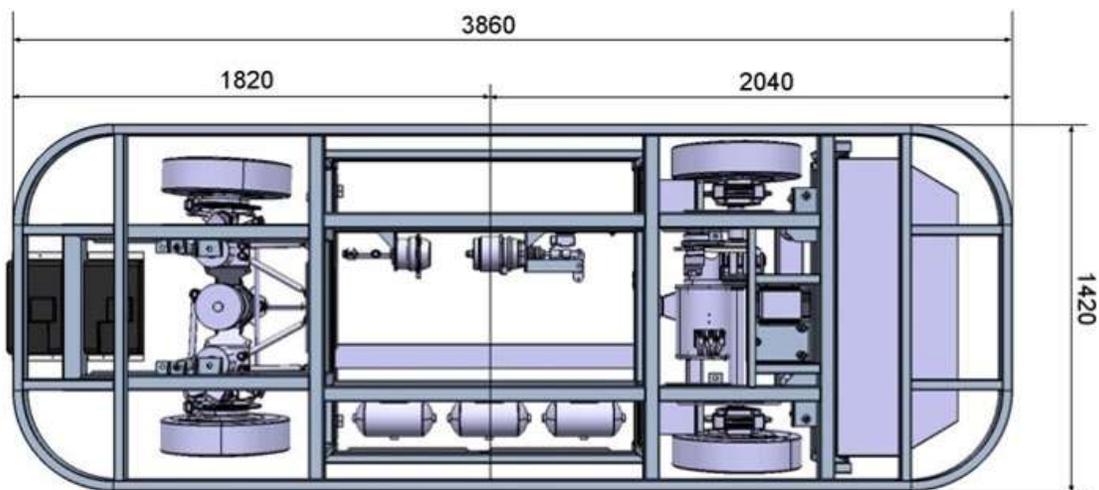


Se podría decir también que el sistema de transporte PRT aporta todas las comodidades del vehículo privado al sistema de transporte público tradicional, ya que no hay que hacer colas o esperar a que llegue el próximo vehículo (es casi inmediato), ni seguir unos horarios, ni hacer una ruta larga para llegar a nuestro destino... Utilizar un PRT es no tener que esperar, te lleva directamente al destino elegido por la ruta más corta, funciona la 24 horas del día, es un 50% más eficiente energéticamente que los autobuses o los trenes, y un 70% más que los coches privados.



composición fotos. Blog-IS-ARQuitectura.es





Ejemplos de PRT existentes

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/02/20/personal-rapid-transit-el-transporte-publico-que-se-hace-realidad-en-abu-dhabi/>

A pesar de que los sistemas PRT varían, el diseño básico posee una red de estaciones conectadas por un riel que atraviesa todas las estaciones en un sistema de circuito de enlace (loop). Redes grandes pueden incluir muchos de estos circuitos interconectados. Cuando un vehículo deja una estación, viaja a lo largo de una rampa de entrada hasta que se une al circuito principal. Cuando llega a la estación destino, sale del circuito por medio de otra rampa de salida. Esta rampa permite a los pods individuales pararse en una estación mientras otros pods continúan viajando a velocidad máxima sobre el riel principal. Como resultado, puede resultar más rápido que los ómnibus, que tienen que parar frecuentemente. Las simulaciones sugieren que los sistemas podrían funcionar con tan poco como medio segundo entre cada vehículo, sin embargo, los sistemas iniciales, tales como los que se encuentran en Masdar City, mantendrán a los vehículos de tres a cuatro segundos de distancia – lo suficiente como para frenar el pod si él de adelante abruptamente deja de funcionar. Una computadora central controla el tráfico.

Tanto en Heathrow como en Masdar City, los vehículos estarán alimentados por batería y no tendrán conductor. El sistema en Heathrow – construido por Advanced Transport Systems, con base en Bristol, en el Reino Unido – utiliza automóviles alimentados por

medio de baterías de ácido de plomo a lo largo de un riel de concreto y guiado por buscadores de rango láser, dice Steve Raney, un consultor de la empresa. Para Masdar City, una empresa holandesa llamada 2getthere ha desarrollado automóviles alimentados de baterías más avanzadas hechas de fosfato de hierro litio. Los pods viajan sobre el pavimento equipado con imanes empotrados cada cinco metros, que el vehículo utiliza, conjuntamente a la información acerca de los ángulos de las ruedas y la velocidad, para determinar su ubicación, dice Robert Lohmann, el gerente de marketing de 2getthere. Cuando una persona selecciona un destino, una computadora central designa un camino para el vehículo, y una computadora a bordo se asegura de que el automóvil se mantenga sobre el camino. (El sistema está actualmente siendo utilizado para controlar vehículos que transportan mercadería a los depósitos.)

Lo más cercano a un sistema PRT en el mundo real y a gran escala es el proyecto en Morgantown, WV. Sin embargo, los vehículos son más grandes que aquellos utilizados en un sistema PRT: cada uno puede llevar alrededor de 20 personas. Durante las horas pico funcionan de acuerdo a un horario, como un sistema de transporte convencional. Ese sistema, que fue oneroso y sufrió muchos problemas – especialmente al principio -, puede haber contribuido a que los sistemas PRT tengan una mala reputación, dice Jerry Schneider, profesor emérito de planificación e ingeniería civil de la Universidad de Washington en Seattle y a favor de los PRT hace muchos años. “La gente se subía a los vehículos y estos no paraban. Fue ridicularizado por la prensa. A tal punto que en un momento hablaron de dinamitarlo, dejarlo a ras de tierra.”

Después de los problemas iniciales, sin embargo, afirma que el sistema funcionó bien – todavía transporta a estudiantes a la Universidad de West Virginia. Lo que es más, dice que la tecnología ha progresado mucho desde entonces – por ejemplo, pequeñas computadoras son ahora más potentes que las estructuras grandes utilizadas para controlar el sistema de Morgantown. Varios vehículos PRT nuevos han sido desarrollados y testeados sobre rieles pequeñas. Pero no ha habido demostraciones adecuadas para convencer a las autoridades locales de aprobar los nuevos diseños y convencer a los inversores de enfrentar el riesgo. “Las simulaciones tienen buenos resultados,” dice

Schneider, “pero hasta que se ponga gente en los automóviles y se los hace funcionar al aire libre, no se sabe con veracidad lo que va a suceder.”

Mientras que Heathrow y Masdar podrían proveer las demostraciones necesarias para convencer a las otras ciudades de adoptar las PRT, ellas son casos especiales con ambientes controlados, dice Luca Guala, un planificador de transporte en Systemática, una empresa que está planificando el diseño del sistema PRT de Masdar. En ambos casos los automóviles están prohibidos, así que no hay competencia. Lo que, es más, en Masdar, la organización de edificios dentro de la ciudad ha sido modificada para acomodar el sistema. De hecho, la ciudad será construida para que el nivel principal esté varios metros por encima del suelo, principalmente para acomodar los sistemas de las PRT dentro de las ciudades existentes. Sin embargo, él afirma que los proyectos en Heathrow y Masdar ayudarían a bajar los costes, y eso podría hacer el proyecto más factible en otra parte.

Fuentes:

<http://blog.is-arquitectura.es/2010/09/23/prt-como-sistema-de-transporte-ecologico-y-seguro/>

<https://www.technologyreview.es/s/227/transporte-personal-rapido>

Conclusiones

Nuestras investigaciones apuntan a que, en el contexto de una ciudad inteligente, un diseño contemporáneo, minimalista, sería lo más adecuado y aceptado por los ciudadanos; de apariencia monocromática, ecléctico y con un aire de innovación.



exterior

inviting · architectural · structural · minimal



interior

functional · durable · economical · open



Diseños por Zack Stephanchick

¿Qué tipo de sensores son necesarios para el funcionamiento?

Propuesta del Ing. Carlos Wong

Sensor de proximidad:

Es importante, para evitar accidentes de choque entre vehículos o con algún obstáculo dentro de la pista, contar con un sistema de detección de objetos a una distancia

considerable al frente del vehículo por lo que se propone integrar un sensor de proximidad para que este los detecte.

El sensor propuesto para este sistema anticolidión es el DS500-P611 ya que tiene un alcance de hasta 70 m, mismos que permitirían al control realizar un frenado de emergencia en caso de haber algún obstáculo en la pista y con esto evitar un accidente.



Sensor de proximidad DS500-P611

Especificaciones:

- Margen de medida
- 0,2 m ... 70 m, 90% de reflectancia
- 0,2 m ... 30 m, 6% de reflectancia
- Exactitud ± 3 mm
- Alimentación C.c. 10 V ... 30 V, Protección contra polarización inversa
- Ondulación 5 vss
- Consumo de energía Typ. 22 W

Sensor de peso:

Para el funcionamiento del vehículo y las aplicaciones deseadas del sistema, es necesario conocer el peso que habrá dentro del mismo ya que tenemos limitación en cuanto al número de ocupantes y se desea obtener el menor coeficiente de fricción posible entre el vehículo y la pista.

La propuesta de solución a esta problemática es utilizar una celda de carga tipo S con capacidad de medición de hasta 500 kg, un rango suficiente para medir el peso de un máximo de 4 personas, incluso con peso adicional de accesorios que lleven con ellos.



Celda de carga tipo S 500 kg

Especificaciones:

- Tipo de sensor: celda de carga de compresión / tensión
- Capacidad de peso máxima: 500 kg
- Sobrecarga máxima: 750 kg
- Voltaje de alimentación: 5 - 12 V DC
- Temperatura de funcionamiento: -20 ° - 55 ° C
- Material: acero de aleación

Velocidad:

El modo de medición de velocidad convencional para automóviles o servicios de transporte no es aplicable para nuestro modelo de transporte ya que este consiste en sensar las revoluciones de las ruedas durante su movimiento. Debido a que el vehículo de este sistema no cuenta con ruedas que estén todo el tiempo girando y en contacto con la pista no sería posible emplear este método de medición.

Lo que se propone para la solución de esta problemática es utilizar una unidad de medición inercial (IMU) que cuenta con un acelerómetro en tres ejes, mismo que nos serviría para obtener la velocidad a la que se está desplazando el vehículo.

Las señales de los 3 ejes obtenidas por la IMU pueden ser aprovechadas también para reconocer riesgos de volcaduras, ya que si el eje perpendicular a la pista comienza a elevarse puede significar que el vehículo de está inclinando mucho.

La IMU nos provee la aceleración del vehículo en tiempo real, y, con esto, obtenemos la velocidad a partir de la integración matemática del valor de la aceleración.

Todos los resultados obtenidos por la IMU son enviadas como señales de medición al sistema del control del vehículo para ser procesadas y determinar si hay un funcionamiento correcto y poder llevar un registro de lo que sucede con cada vehículo.



Unidad de medición inercial (IMU) y su montaje sobre la tarjeta de desarrollo K64F

Especificaciones:

- Acelerometro (FXOS8700CQ)
- Giroscopio (FXAS21002C)
- 3 ejes
- Protocolos de comunicación i2c y SPI





Pruebas del acelerómetro de la IMU en tres ejes y un eje

Posición:

Otra ventaja que nos ofrece la IMU es que en base a la aceleración también podemos conocer la posición del vehículo.

La obtención de la posición consiste en la integración de la velocidad del vehículo, mismo que significa una doble integración del valor de la aceleración. A continuación, hay una tabla que sirve para ilustrar un poco mejor esto

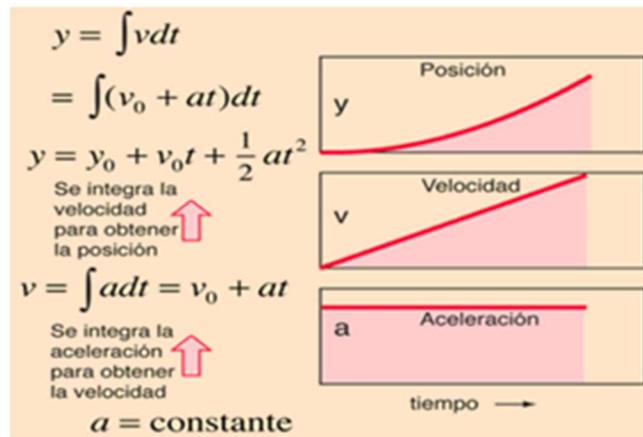


Tabla ilustrativa para obtener la posición

Referencias:

https://cdn.sick.com/media/pdf/2/52/152/dataSheet_DS500-P611_1040480_es.pdf

Página oficial de NXP K64

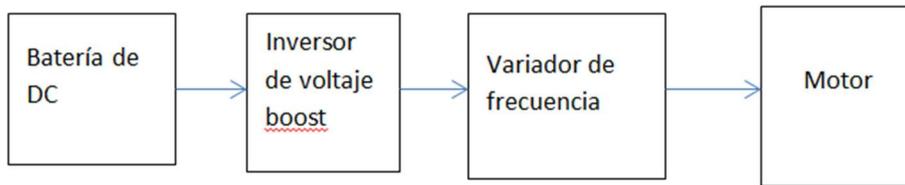
<https://www.nxp.com/support/developer-resources/software-development-tools>

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/acons.html>

¿Cuál es el mejor esquema de actuadores para el manejo e implementación del motor?

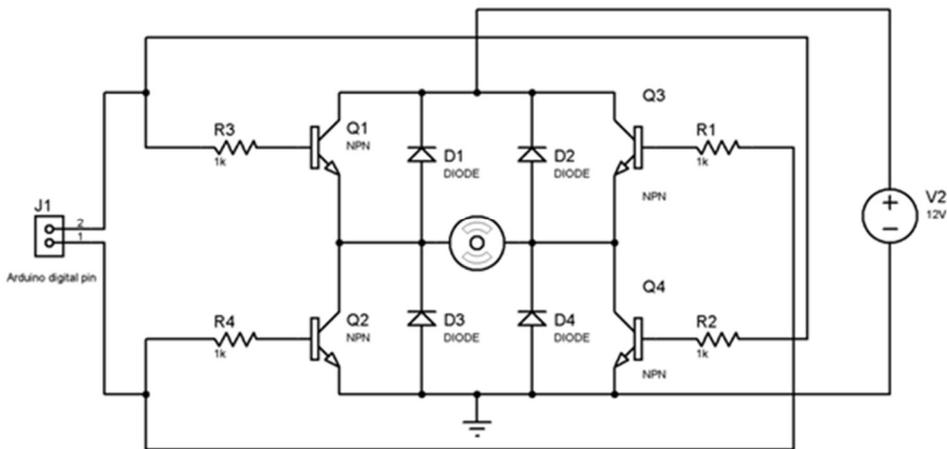
Por Ing. Mario Alberto Moreno

Se desarrolló un esquema de actuación del manejo e implementación del motor. Para llevarlo a cabo se necesitan drivers de potencia conocidos como PWM e inversor de voltaje.



PWM

Significa Pulse Width Modulation en inglés, industrialmente conocidos como puentes H. Su función principal es controlar la velocidad de un motor tipo DC y por ende su consumo de corriente, mediante ancho de pulsos. Generalmente se encuentra construido por una configuración de transistores y su frecuencia máxima de operación varía del slew rate de los transistores que lo componen.



Circuito PWM con implementación de motor DC

Inversor de Voltaje trifásico

Los convertidores de DC a AC son conocidos como inversores. La función de estos sistemas es cambiar un voltaje de entrada DC en un voltaje simétrico de salida AC, con una magnitud y frecuencia establecida. El voltaje de salida puede ser fijo o variable; la frecuencia de la señal de salida también puede ser fija o variable. El voltaje de salida variable se puede obtener variando la magnitud del voltaje de entrada DC y manteniendo constante la ganancia del inversor. Si el voltaje de entrada es fijo podemos variar la magnitud del voltaje de salida haciendo variar la ganancia del inversor. Esto se consigue implementando un control de modulación de ancho de pulso. La ganancia del inversor se define como la relación entre el voltaje de salida AC y el voltaje de entrada DC.

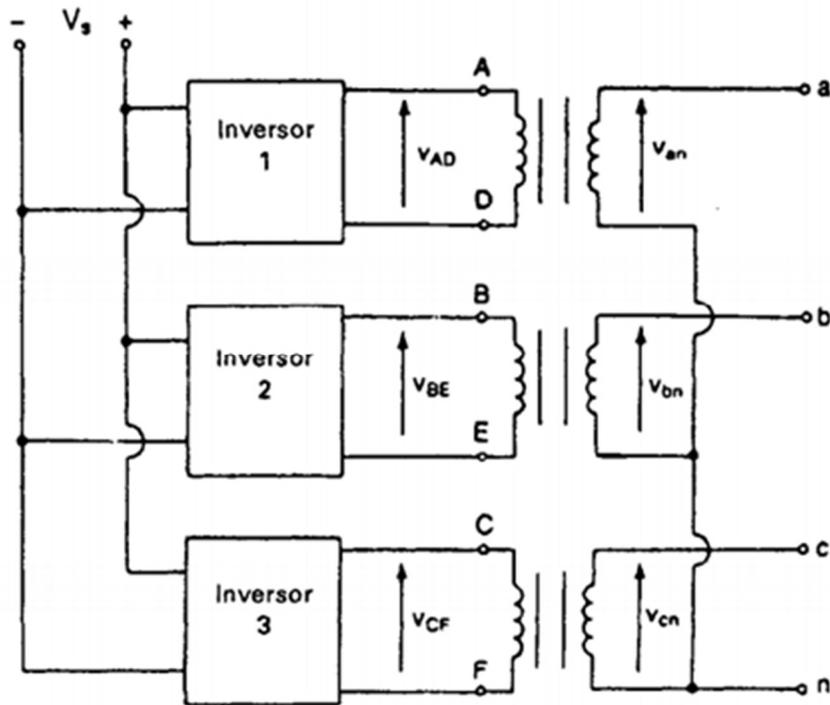
Las formas de onda del voltaje de salida del inversor ideal se suponen y asume que es una sinusoidal. Sin embargo, en los inversores de baja potencia e intermedia se pueden aceptar voltajes de onda cuadrada o casi cuadrada y para el manejo de alta potencia se requieren ondas de poca distorsión.

Para salidas trifásicas de potencia las salidas normales son a) de 220V a 380V, 50 Hz, b) 120 V a 208V, 60 Hz, c) 115 V a 200V a 400 Hz.

Finalmente, un inversor se llama inversor alimentado por voltaje si el voltaje de entrada permanece constante; inversor alimentado por corriente si la corriente de entrada se mantiene constante y convertidor enlazado con cd variable si el voltaje de entrada es controlable.

Un inversor trifásico se puede constituir conectando tres puentes inversores monofásicos medios o completos en paralelo, para formar una configuración de un inversor trifásico. Las señales de control los inversores monofásicos se deben adelantar o atrasar 120° entre sí, para obtener voltajes trifásicos balanceados. Los devanados primarios de transformador se deben aislar entre sí, mientras que los secundarios se pueden conectar en estrella o delta. El secundario del transformador se suele conectar en estrella, para eliminar componentes armónicas múltiplos de tres que aparecen en los voltajes de salida. En este arreglo se requieren tres transformadores monofásicos, 12 transistores y 12 diodos.

Existen dos clases de señales de control a los transistores: conducción a 180° o conducción a 120° .

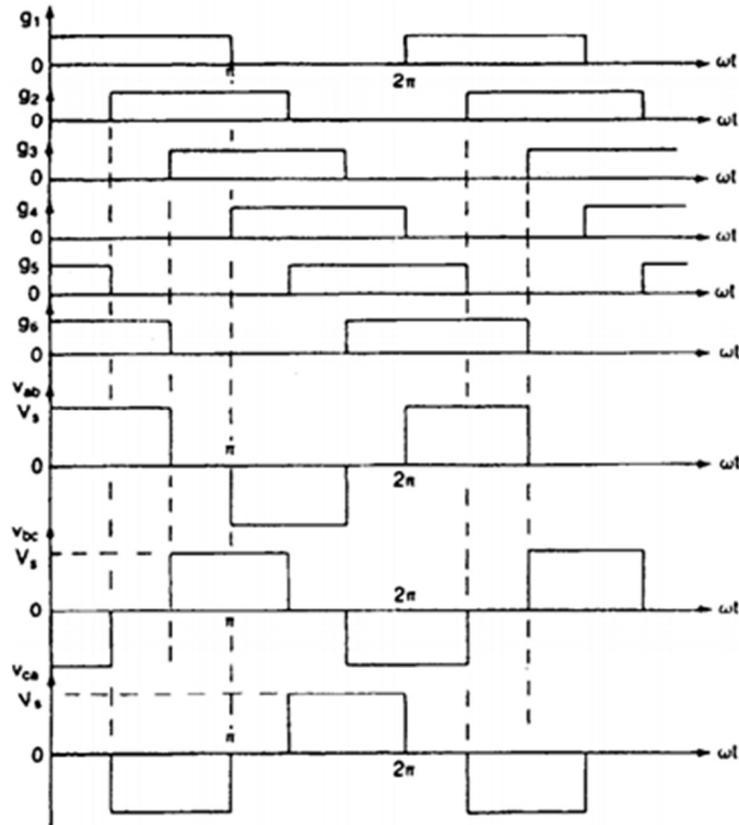


Circuito inversor de voltaje

Construcción de inversor trifásico

El Ing. Mario Alberto Moreno diseñó un prototipo de inversor trifásico, implementando las señales de control en un Arduino. El diseño analógico se construyó a base de transistores TIP31C. El objetivo de este circuito es convertir la señal de voltaje de corriente directa, proporcionada por la batería en una señal de tres fases; tipo de señal requerida para que el motor de inducción lineal pueda operar y trasladar al prototipo

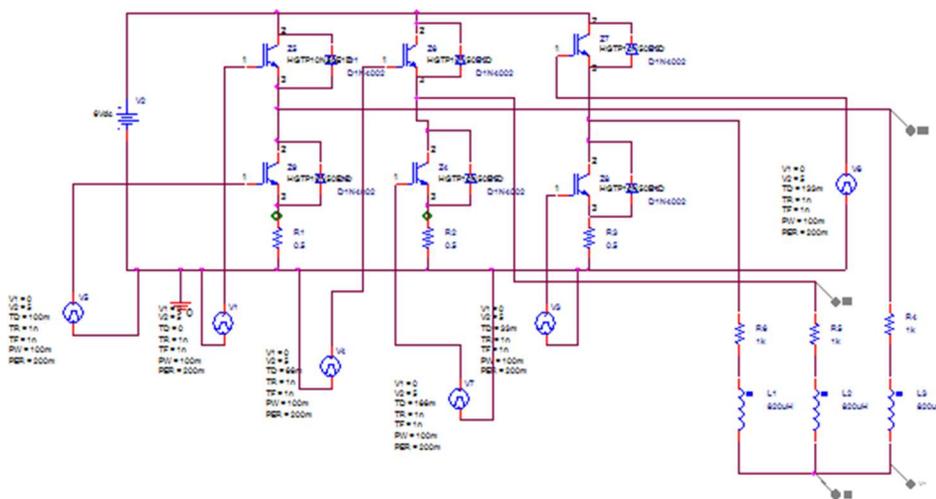
En este modo de conducción cada transistor conduce un período equivalente a 180° . En cualquier momento hay tres transistores encendidos. Hay seis modos de operación en un ciclo, y la duración de cada modo es 60° .



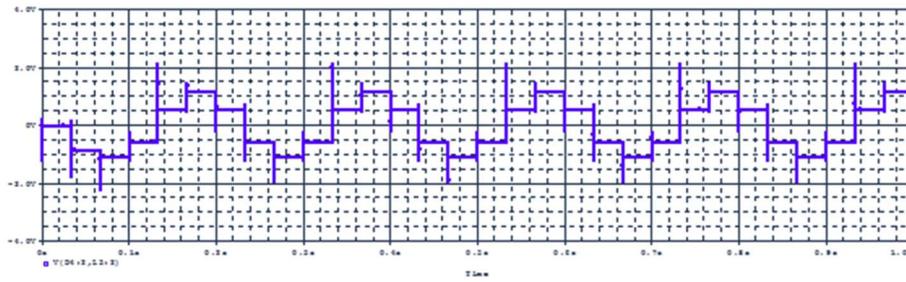
Formas de onda para conducción a 180°.

Simulación y resultados teóricos

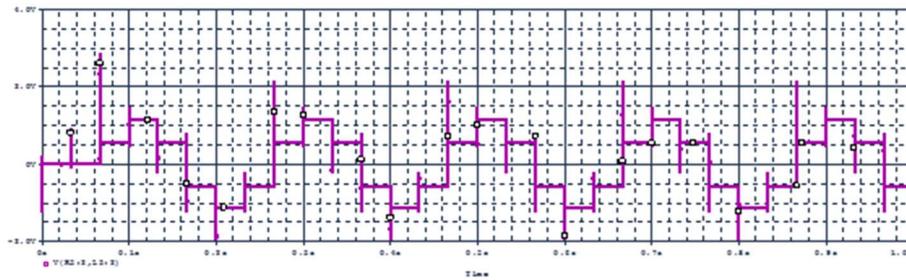
La simulación del circuito se muestra a continuación donde se muestran cada una de las fases:



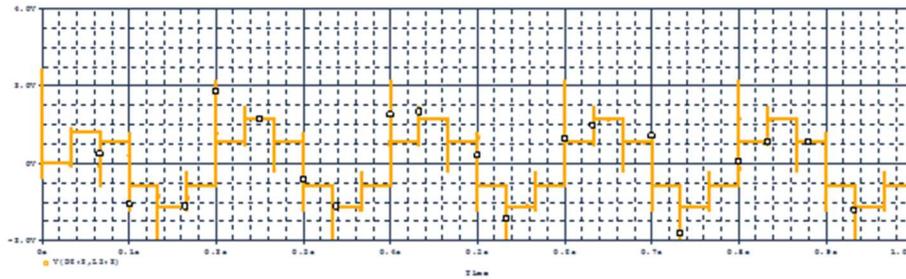
Diseño del circuito



Fase 1



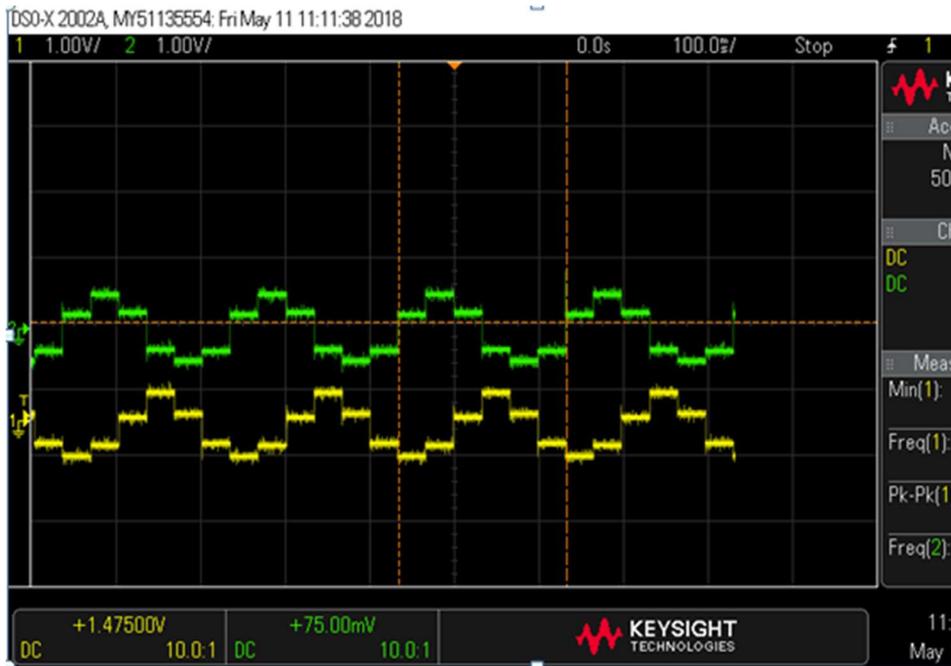
Fase 2



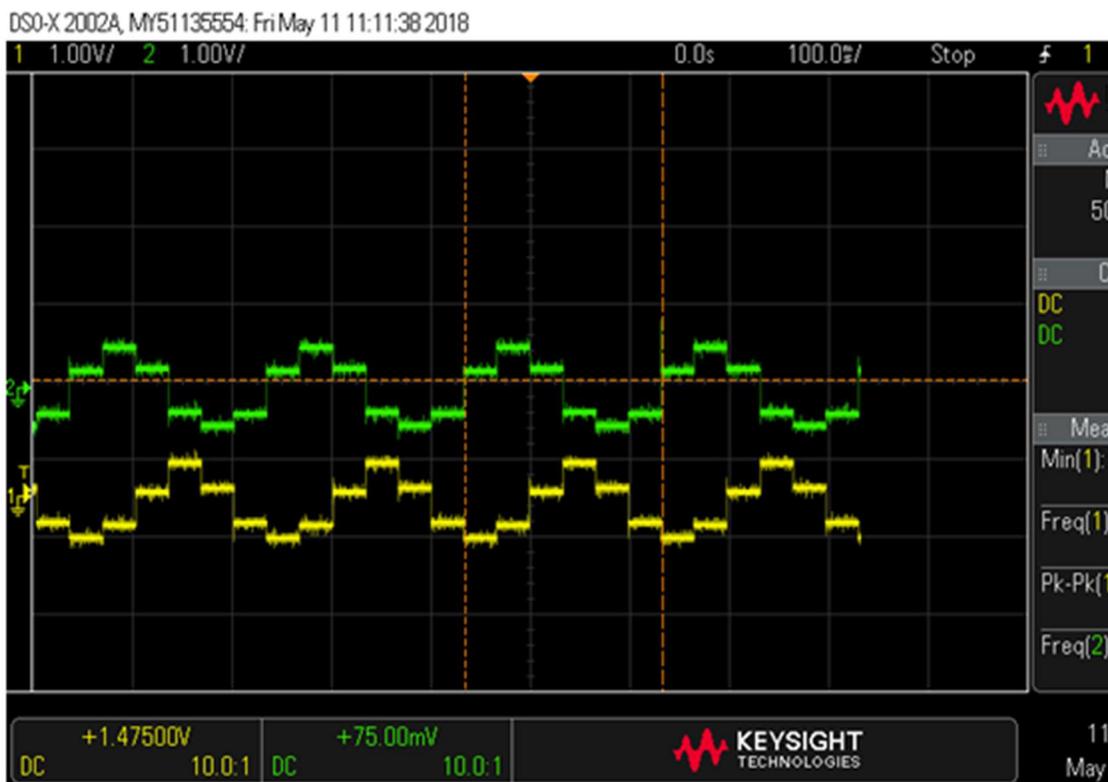
Fase 3

Construcción

Finalmente se construye el circuito donde se aprecian cada una de las fases y su correspondencia a las fases simuladas.



Fase 1 y Fase 3



Fase 1 y Fase 2

Conclusión

El diseño de este circuito, es necesario para el futuro del proyecto, sobre todo en la configuración y acoplamiento del motor lineal a la batería. Además, necesitamos adquirir

un variador de frecuencia que no solo genera las señales trifásicas sino modifica su frecuencia para obtener diferentes velocidades en el motor de inducción. Empresas como ABB se especializan en el diseño y venta de estos instrumentos de manera completa y mucho más profesional.

Bibliografía

Muhammad H. Rashid (2004) Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones. México. Tercera edición. Prentice Hall

Hart, D. (2001) Electrónica de potencia. Madrid. Prentice Hall

Página de ABB <https://new.abb.com/power-converters-inverters>

¿Cuál es la estrategia más eficiente para subir a las estaciones?

Desarrollado por: Jose Benjamin Perez Orlanzini

PROPUESTAS

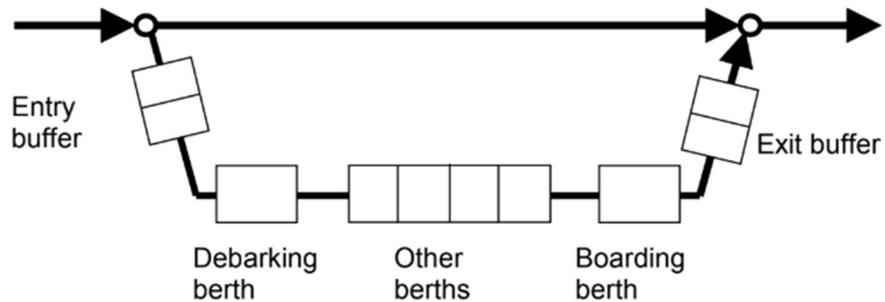
Estación elevada

posibilidad de mantener la infraestructura vehicular existente que se encuentre debajo mantener los vehículos sobre la vía a un mismo nivel. Su uso puede ser para nivel urbano y en menor medida para ciudades inteligentes, tienen un mayor gasto en infraestructura, una accesibilidad menor para las personas y por lo tanto se deben elevar las personas al nivel de la vía

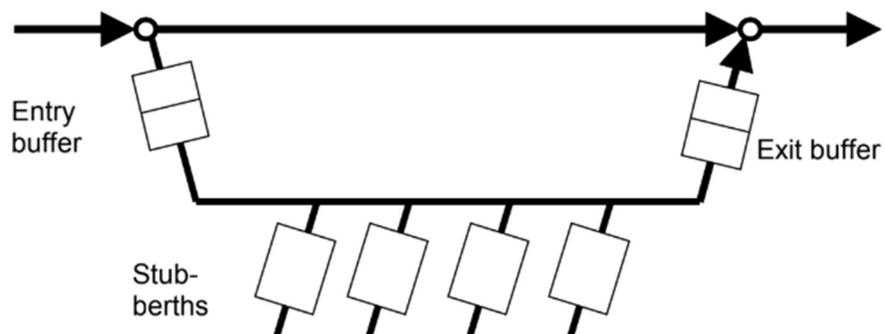
estación a nivel de calle

Totalmente inclusivo, universal, mayor facilidad de andenes, disminución de construcción y mantenimiento de operación, aunque a costo de perder el espacio terrestre donde ira la vía del vehículo, además que se deberá posteriormente desde la estación llevar el carro al nivel estándar de vía (5 metros aproximadamente), lo más importante es la imposibilidad de cruzar sobre la vía a nivel de calle por parte de otros vehiculos fuera del PRT o incluso peatones. Este sistema puede ser utilizado en ciudades inteligentes y en menor medida a nivel urbano

Los diseños de PTR se utilizan típicamente para no más de 3 a 4 pasajeros por vehículo, por lo tanto, su máxima efectividad sería comparable con la de un taxi punto a punto, con estaciones colocadas a los lados para converger y diverger en diferentes partes del recorrido, de tal manera que se puedan esquivar las estaciones (paradas) no deseadas.



a) in-line



b) stub-berths

Las tres partes fundamentales de un sistema PRT son:

- Estaciones
- “Capacitors”
- Intersecciones

En las estaciones se compra y se aborda el vehículo, se esperan los vehículos en caso no haya disponibles

“Capacitors” Vehículos y áreas de servicios

Intersecciones, zonas de división de vías a diferentes destinos

Los vehículos deben de ser totalmente autónomos vía radiofrecuencia o similar infraestructura con control sobre los nodos e intersecciones, de modo que la infraestructura necesaria se minimiza al no estar cableada.

“La importancia de la red de infraestructura”

Demasiada distancia requiere comunicaciones más potentes y avanzadas que si se utilizaran comunicaciones cortas con tecnología inferior

Conclusión

Si consideramos que la pista estará elevada, los usuarios tendrán que subir hasta ella de alguna forma. Sin embargo, las opciones pueden ser muy variadas y ello determinaría la forma de las estaciones. Pueden ser elevadores, escaleras, vehículos que se abordan abajo y se elevan con el usuario, vehículos que suben y se conectan con puentes peatonales, etc.

Comentarios personales

Lo más importante de esta entrega es que necesitamos conocer antes el contexto y otras necesidades del proyecto, para responder esta pregunta (y algunas otras). Es cierto que por ahora dada sus limitantes podemos decir con seguridad que esto es lo que se puede resolver en este nivel.

Propongo a su vez un infográfico de fácil entendimiento para la metodología aplicable a la jerarquía de diseño del PRT

Referencias

Daszczuk, W. B. (2013). Empty vehicles management as a method for reducing passenger waiting time in Personal Rapid Transit networks. doi:10.1049/iet-its.2013.0084

10

METODOLOGIA APLICABLE A LA JERARQUIA DE DISEÑO PRT

- 1 TOPOGRAFIA Y ESTRUCTURA**
¿DONDE SE APLICA EL PROYECTO?
- 2 TIPOS DE ESTACIONES**
ELEVADA, SUBTERRÁNEA, PARCIALMENTE ELEVADA Y DEMÁS
- 3 VELOCIDADES MÁXIMAS**
ACELERACIÓN, DESACELERACIÓN
- 4 VEHÍCULOS LLENOS, VEHÍCULOS VACÍOS**
PRIORIDADES DE RUTAS EN RUTAS DINÁMICAS
- 5 NÚMERO DE VEHÍCULOS**
EN TORNO AL TIEMPO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE
- 6 DEL PASAJERO AL VEHÍCULO**
DISTRIBUCIÓN DE DATOS DE MANERA RÁPIDA Y EFICAZ
- 7 REGLAS DE TRÁNSITO**
¿EXISTEN REGULACIONES SOBRE ESTE SISTEMA DE TRANSPORTE EN LA LOCALIDAD?
- 8 ARREGLO CON VECINOS DE LA ZONA**
¿LOS VECINOS VERÁN BENEFICIO O DESAPROBACIÓN?
- 9 NUEVAS FRONTERAS EN LA CIUDAD**
¿HACIA DONDE CRECEMOS COMO CIUDAD?
- 10 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO**
¿CUANTOS AÑOS PERMANECERÁ OPERANDO?

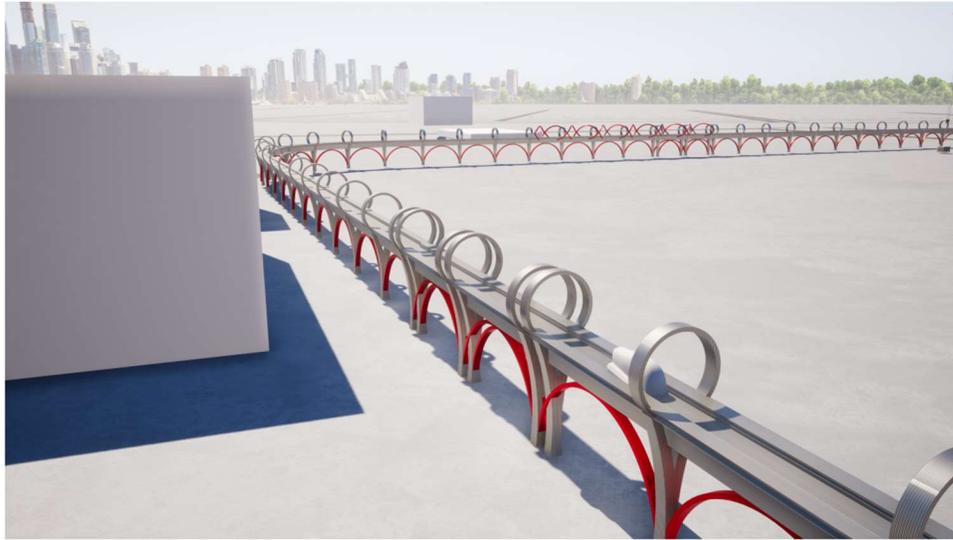
J. BENJAMIN PEREZ O.
ESTRATEGIA, PLANIFICACION Y TECNICA

Metodología aplicable a la jerarquía de diseño

Anexo Propuesta de Estaciones (memoria visual)







¿Es posible fabricar nuestras propias baterías?

Desarrollado por el Ing. Mario Alberto Moreno Contreras

Si es posible fabricar nuestras propia baterías litio-ion. Cada celda de litio-ion proporciona 3.7 Vdc, por lo que aplicamos los fundamentos de adición de fuentes de voltaje y una configuración en serie-paralelo para incrementar el voltaje deseado de la batería.

La celda de litio-ion propuesta es el modelo ncr18650b de Panasonic. El siguiente paso es unir las celdas con soportes de baterías 3P. Una vez colocadas las baterías, las soldamos creando una configuración serie. Repetimos el mismo procedimiento agregando en paralelo la cantidad de la configuración serie deseadas.

El siguiente paso, consiste en conectar un circuito de protección que garantiza el nivel de voltaje esperado.

Se añade un conector tipo *plug* a las terminales de la batería y listo.

Añadimos a esta respuesta, los videos de fabricación de estas baterías

<https://www.youtube.com/watch?v=TY7FwffZ5vc>

<https://www.youtube.com/watch?v=1NG6L41yQkk>

<https://www.youtube.com/watch?v=JQa5gn-7D74>

<https://www.youtube.com/watch?v=BJ2mff3jZU>

¿Cómo debe ser el sistema de ventilación del vehículo?

Desarrollado por: David Gutiérrez.

Se investigaron diferentes sistemas y tecnologías que pueden servir para enfriar elementos electrónicos, en el caso que sea necesario, es decir que aún no se sabe si llegaran a temperaturas en las que es necesario regular la temperatura para protegerlos. Son cuatro los enfoques de la investigación, enfriamiento por métodos ya conocidos como el uso de sistemas aislados, sistemas de enfriamiento Novec, enfriamiento por aire, y disipadores de calor.

Métodos ya desarrollados: Se encontró información que para el enfriamiento de vehículos tesla (vehículos eléctricos) se sigue implementando el sistema de enfriamiento de los automóviles comunes. Este sistema se adapta a las necesidades de cada batería y vehículo, pero sigue siendo por medio del uso de sistemas aislados con el uso de compresores radiadores y tuberías que corren por las celdas. A continuación, se muestra una imagen de su implementación en un tesla.

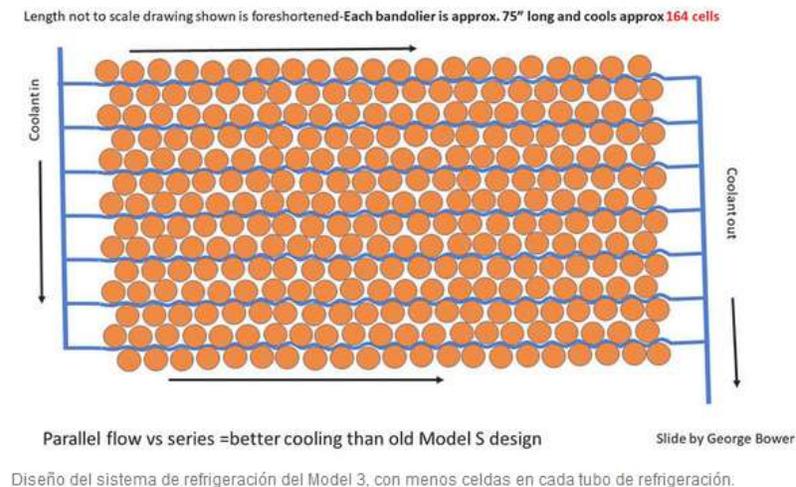


Imagen 36.1 Ejemplo de sistema de enfriamiento en coches tesla.

No se pudo encontrar información específica de que sistema utilizan los vehículos de la formula E, sin embargo, se llegó a la conclusión de que implementan el mismo sistema que los tesla y automóviles comunes.

Líquidos para enfriamiento Novec: 3M desarrollo unos líquidos que pueden ser utilizados para enfriar los electrónicos. Esto funciona por inmersión de electrónica de potencia, lo que significa que los elementos electrónicos de cualquier sistema pueden ser sumergidos en estos líquidos. El sistema puede tener una o dos etapas de disipación de calor, es decir que puede ser utilizado como un disipador de calor o que no fluye o uno en el que pasa por una etapa de recolección de calor y de expulsión de calor. Los líquidos tienen una amplia gama de operación (pueden operar en temperaturas muy altas y bajas), tienen amplia compatibilidad con materiales sin reaccionar a ellos o dañarlos de alguna manera, son fáciles de mantener, tienen un amplio margen de seguridad del trabajador, no inflamables, y no generan gases de invernadero además de tener menor impacto ambiental que los fluidos de refrigeración comunes.

Enfriamiento por aire: este es el más sencillo de los sistemas, aprovecha el viento generado por los vehículos al avanzar para enfriar sus elementos electrónicos, sin embargo, el reto que propone es que al tratarse de una pista con alta capacidad de humedad en el aire podría acumular humedad en los electrónicos y generar un corto circuito. Para evitar esa problemática se podría implementar un filtro deshidratador de aire. Se propone que para un sistema de enfriamiento con aire se haga un sistema de toma de aire en la parte superior del vehículo debido a que será la parte con menor humedad, seguido de un filtro deshidratador antes de llegar a los elementos electrónicos. También se podría implementar un sistema de reciclamiento de aire una vez que ya fue deshidratado, para terminar con la expulsión del aire caliente.

Disipador de calor: esta es la más sencilla de las propuestas, simplemente sería adaptar el diseño de un disipador a el arreglo de los elementos, además de aislar y sellar los

elementos en un contenedor disipador. Sería necesario implementar una película que separe el contenedor para no transmitir el calor a partes del vehículo o que no deben de calentarse.

La unidad de medida es $J/sm^{\circ}C$ (julios/segundos**masa**temperatura)

- Los mejores materiales para el disipador y su coeficiente de disipación de calor, se eliminaron materiales por su costo ejemplo el Oro: coef. = 318.
 - Plata: coef. = 429
 - Cobre: coef. = 401
 - Aluminio: coef. = 237
- Los mejores materiales para la película protectora.
 - Espuma de poliuretano

Se considera que la propuesta más viable debe de ir en función a la cantidad de calor que genere el sistema. No se puede puntualizar en la solución hasta que se sepa con que rango de temperaturas se trabaja debido a que la implementación de un sistema muy complejo para temperaturas que no generen riesgo en la operación sería muy costo. Si se implementa un sistema poco eficaz para altas temperaturas podría haber daño.

Es necesario saber el rango de temperaturas antes de puntualizar.

Revisión conceptual del sistema de movilidad

Desarrollado por: Gabriel Ruiz, David Eduardo Gutiérrez

El sistema propuesto como una alternativa a los motores lineales consiste en implementar una rueda en la parte inferior del vehículo para que esta sea la que realice el impulso. La rueda no tendría contacto constante con la pista, para evitar que esto afecte agregando fricción, la rueda baja y entra en contacto con la pista para generar impulso y una vez que alcanza la velocidad deseada esta se retrae a su posición de reposo.

Para poder hacer un sistema así, sería necesario el diseño de una transmisión que permita pasar el movimiento de un motor a la rueda mientras esta cambia de posición. También se necesitaría seleccionar un motor lo suficientemente potente, para respetar los valores de

aceleración propuestos. Sería necesario tomar en consideración el coeficiente de fricción de la rueda y la superficie rugosa de contacto ya que esto es lo que permitirá acelerar y desacelerar el vehículo al mismo tiempo que agrega algo de fricción al sistema.

Hablando del control se recomendaría utilizar un controlador de tipo PID (Proporcional Integral Derivativo) debido a que se refiere a un sistema de respuesta rápida y del tipo mecánico. Se opta por este debido a que se quiere mantener una velocidad setpoint estable y sin muchas variaciones, al ser controladores son muy completos estos se anticipan a las posibles perturbaciones que pudieran afectar a la velocidad por lo que los usuarios del PRT sentirían una velocidad casi constante.

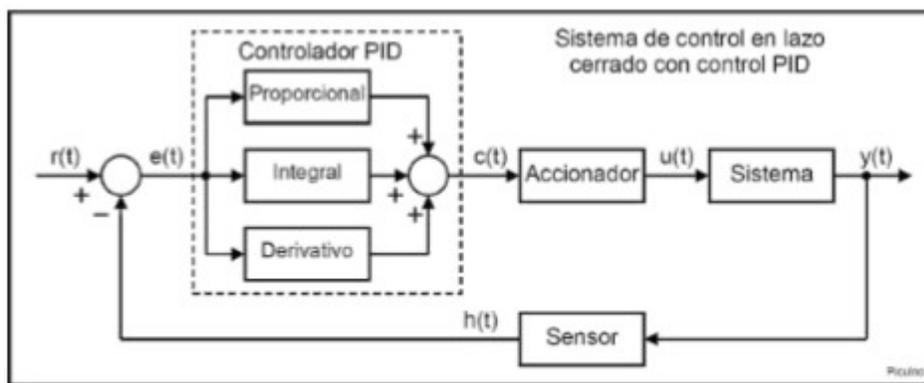


Imagen 37.1: Forma en que trabaja un controlador PID

En cuanto a la vía sería necesario reinventar el patrón en el que corre para desplazar el agua, debido a que ahora tendría un espacio hundido en el medio con superficie rugosa para que tuviera contacto con la rueda. En cuanto al cambio de vía también sería necesario tomar en consideración el espacio hundido ya que esto podría causar que el sistema de cambio de vía ya diseñado no funcione óptimamente sin adaptarlo.

En relación a los frenos simplemente podría implementarse un sistema de balatas o frenos de cangrejo (encontrados normalmente en bicicletas) a la rueda para frenar el vehículo.

Listado de pros y contras:

Pros	Contras
Menor número de motores.	Peso agregado por el uso de transmisión.
Facilita la implementación de frenos ya existentes.	Disminución de eficiencia en transmisión de motor a rueda.
Simplifica el sistema a una sola rueda.	Impacto en la tribología al reducir la superficie de desplazamiento de agua.
Ya no sería necesario desarrollar el motor lineal.	Aumento de fricción por la rueda.
Menor número de electrónicos al implementar elementos mecánicos (transmisión) lo que permite enfriamiento por agua	Necesidad de diseño de una transmisión y rueda retráctiles.
Implementación de sistemas ya probados en vehículos ya existentes.	Desgaste de la rueda y costos de repuesto.
Control de velocidad relativamente sencillo.	Se asemejaría a un carro, cosa que es de lo que se quiere alejar.
Posiblemente economía más rentable en la primera inversión.	Necesidad de considerar esta nueva propuesta en sistemas ya diseñados como lo es el cambio de vía.
Posibilidad de implementación de un direccional a la rueda lo que facilita los cambios de vía y curvas.	Posible incomodidad para el usuario.
Facilita el centrado de los vehículos en la pista.	En el caso de no implementar direccional, necesidad de diseño de peralte en las curvas.

Bibliografía:

Herrera, A. (2016). Resumen 16, Sistema a lazo cerrado con controladores proporcional, integral y derivativo. Guadalajara, Jalisco.

Validación del control automático del Hardware In the Loop (HIL)

Objetivo

Se desea implementar módulos de control automático en un sistema embebido en un dispositivo llamado Scalexio, con el fin de aproximarnos a su interacción en un ambiente más realista

Introducción

Se tiene como proyecto un transporte por lo cual se desea meter un Sistema de asistencia para la dirección de dicho vehículo, se planea utilizar dos módulos de control automático para que sea más eficiente la asistencia, para esto se utilizara un Sistema embebido con la capacidad de procesar los cálculos. Para dicho proyecto se tiene algunas etapas antes de ser probado en el producto final, en esta parte se probará en una maquina llamado Scalexio que tiene muchas funciones muy útiles para el mundo automotriz, en nuestro caso, nos sirve el modo *hardware in the loop* que es lo más cercano que tendremos para validar nuestro sistema antes de pasar a probar en el prototipo.

Marco teórico

Scalexio. Sistema embebido fabricado por dSPACE. Este es un dispositivo especializado para HIL simulation. Posee 5 interfaces que conecta a un ECU independiente por cada una, estos tienen distintos pines configurables y existe También otra interfaz para una unidad de carga que sirve para simular señales externas que pueden modificar el desempeño del Sistema.

Hardware In the Loop (HIL). Es un esquema de simulación donde interactúan señales analógicas (mundo real) y digitales (sistemas embebidos). Tiene como fin validar sistemas digitales en un medio que se aproximen al mundo real, donde se encuentre con falso contacto, perdidas de información, tiempo de muestreo insuficiente, problemas para condicionales señales, etc.

Retroalimentación de estados lineales. A partir de la información del mismo Sistema (medición física de las variables del Sistema) se genera una ley de control que modificara el comportamiento dinámico del Sistema.

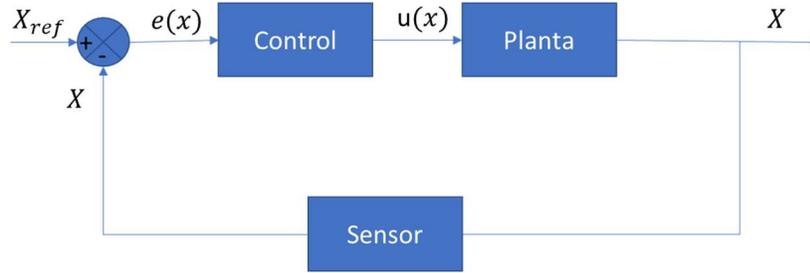


Imagen 1. Diagrama de bloques de retroalimentación de estados lineales.

Simulink. Entorno de programación que se basa en la conexión de bloques las cuales contiene código en Matlab, este es muy útil porque existe bloques con funciones ya predefinidas o si se desea se puede personalizar con código propio de Matlab.

Protocolo Serial Peripheral Interface (SPI). Protocolo de comunicación que es síncrono, eso es que se sincroniza a través de una frecuencia de una señal de reloj (línea CLK); es full duplex, lo que significa que puede recibir y enviar información al mismo tiempo (líneas MISO y MOSI). En este estándar hay un dispositivo al que llamamos maestro el cual puede conectar o desconectar otros dispositivos llamados esclavos a través de la línea “chip select o slave select” (SS o CS).

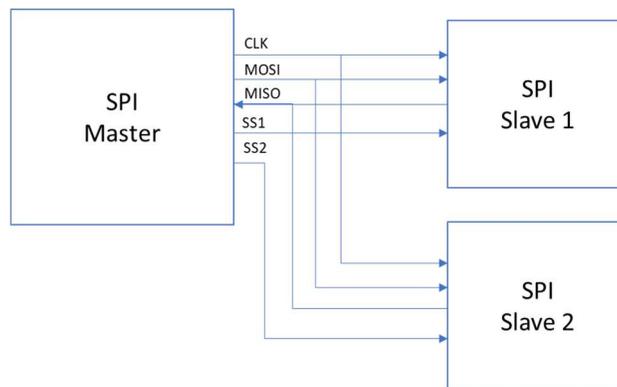
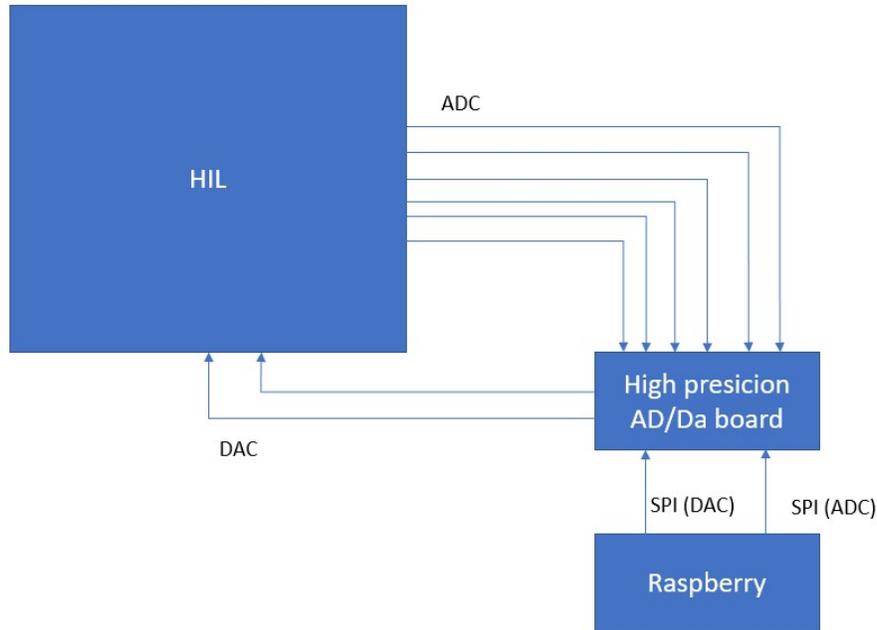


Imagen 2. Diagrama de bloques de una conexión de protocolo SPI.

Digital to Analog Converter (DAC). Convertidor de digital a analógico.

Analog to Digital Converter (ADC). Convertidor de analógico a digital.

Diagrama de bloques



Desarrollo

Se tiene en planes un Sistema de asistencia para un automóvil eso conlleva llevar a cabo una ley de control y probarla en el producto final. Si se codifica un problema, se arma la electrónica como se haya diseñado en la estructura del vehículo, se corre el programa y se alimenta a la electrónica sin antes haber corrido pruebas lo más probable es que falle, que genere falsos, que se pierda recursos, etc. Por lo que se decide realizar una planeación estructurada sobre las etapas que debe tener el proyecto para encontrar lo mas pronto posible los errores o bugs que el sistema pueda presentar, ya que, entre más pronto se encuentren menos costo provocara al proyecto. Por eso que se sugirió lo siguiente:

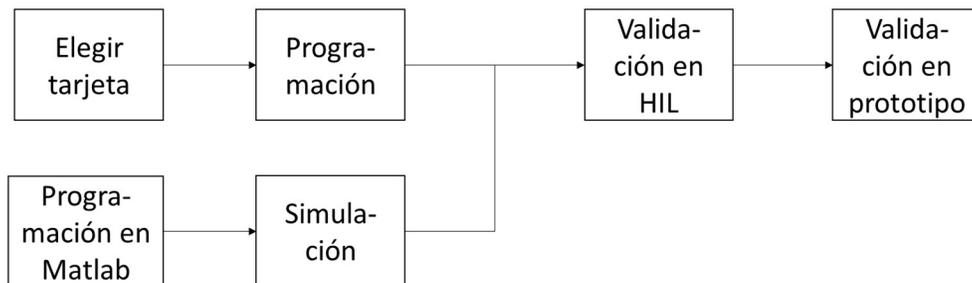


Imagen 3. Planeación a la validación en prototipo.

La etapa que se reporta en este documento es validación en modo HIL, este es donde se une e interactúan la programación de la ley de control junto con el modelado del sistema programado en Matlab, es importante aclarar que hasta ahora se ha probado 6 entradas siendo las 3 variables de estado, 2 señales de referencias y el Angulo del usuario pero después de probar eso se reducirá a la 3 variables de estado, por lo que se reporta ahora es validación de la ley de control digital interactuando con hardware, pero incluso la ley de control podrá ser modificado si se evalúa que sea conveniente.

Antes de pasar a la interacción del hardware con lo digital se necesita una base, algo en que fundamentar que el control funcionara en un prototipo o algo más grande, eso es la programación y validación del sistema completo de forma digital, para eso se tiene en cuenta si programación en Matlab simplificado y simulado en Simulink, siendo escogido este lenguaje el predilecto en modo HIL, eso puede ser por su poder de computo con operaciones matemáticas y por su fácil manejo con diagramas de bloques. La segunda cosa en tomar en cuenta para llegar a esta parte es la tarjeta, si se piensa en el producto final se desearía una tarjeta especializada en el mundo automotriz como son los sistemas en tiempo real que tienen como cualidades con tiempos de respuesta cortos, protocolos ventajosos para una red de sensores como CAN, con módulos de punto flotantes fiables, robustas, etc. Para eso también se necesitaría capacitarse en ese tarjeta lo que lleva tiempo, en este punto en el que solo deseamos que solo tenga contacto el hardware con lo digital se ha tomado una tarjeta que nos provee los suficientes ADC y DAC, y que no sea tan difícil de aprender su funcionamiento por lo que se optó por la Raspberry pi, que aunque no posee lo que las entradas y salidas que mencionamos anteriormente si tiene gracias a su popularidad aditamentos que hacen que cumpla los requisitos presentados, junto con que se puede programar en Python da una gran ventaja sobre otras tarjetas populares que no tiene el procedimiento que necesitamos como sería un Arduino UNO.

Ya tomando en cuenta esto se pasa a la validación en modo HIL, cabe destacar que dSPACE proporciona un programa llamado *configuration desk*, a través de bloques en Simulink se puede graficar datos del mismo programa que está corriendo en el Scalexio. Primero se conectará las señales del Scalexio a la tarjeta, se verificará que las señales que se mandan

del Scalexio a la tarjeta sean los correctos y viceversa de la tarjeta al Scalexio, verificar que no afecte el poder de computo de Matlab a Python, acoplar a valores que no quemem la tarjeta, después correr el código con la ley de control, por último, *debugear*.

Análisis y Resultados

Como se mencionó anteriormente se probó que las señales que mandaba el Scalexio a la tarjeta fueran las correctas para esto se utilizó el modo debug de este último que, aunque este modo es significativamente más lento que el modo normal para esta prueba no se necesita velocidad si no probar que los numero coinciden con los que se envían, para esto la tarjeta reacciono de forma correcta.

En control es bien sabido sobre las fórmulas tan complejas que salen de ahí, agregando que en la programación la falta de un carácter puede provocar que algo no funcione, estos juntos nos hace ser más cuidadosos por lo que se dio un tiempo para verificar que letra, numero u operador sean los correctos a lo ya calculado.

Para probar que la transición de Matlab a Python sea correcta debido a su diferencia en cómputo matemático se consideró primero probar si las operaciones complicadas por separado dan el resultado correcto, como es arco tangente y multiplicaciones de decimales, eso último es de cuidado porque es un cálculo complicado para cualquier micro por el sistema binario en el que se maneja, es ahí donde se llega perder precisión. Después de esto se corrió el código uniendo cada parte, se llegó a valores no deseados por lo que se pasó a *debugear* el código, por desgracia el modo *debug* es muy lento por lo que se tendrá que usar *print* para checar los valores que deseamos analizar.

Es importante prestar atención si se está utilizando Python 2.7 o 3.7, aunque puede ser insignificante se debe tener en cuenta que el primero se sigue usando debido a que ya no se actualiza por lo que no hay problemas de compatibilidad, en cambio, el 3.7 sigue recibiendo mejoras. Una de sus diferencias que nos afecta es que el 2.7 al dividir números enteros el resultado te da otro entero cortando la decimal, para esto se debe poner un punto a la derecha convirtiéndolo en flotante. Después de implementar esto se mejoró la salida, pero sin ser las deseadas.

Otro problema que suele pasar en estos tipos de sistema es que el computo sea demasiado lento y que se pierdan muestras en el proceso, es decir, entra el dato 1 cuando se procesa y se saca por el DAC, vuelve a leer y mete el dato 1000. También podría ser que el lenguaje de programación que se usaba era lento, el cual Python este al ser un lenguaje interpretado no llega a ser tan rápido como ejecutable hecho por un lenguaje compilado, eso debido a que Python corre línea por línea y el otro crea un archivo que es fácil para una computadora correrlo. Entonces primero se propuso checar por separado los tiempos de entrada y salida de los ADC y DAC respectivamente, así como la velocidad del SPI, y el tiempo que tarda en procesar el módulo de control, esto nos dio tiempos muy similares por lo que descartamos la velocidad de respuesta del sistema.

En este punto ya casi no teníamos opciones, lo que se proponía era: probar el sistema de forma discreta en la tarjeta o cambiar de Python a C. Antes de programar en la tarjeta se checo primero que las salidas del Scalexio se conectaran a través de cables a sí misma y leyera la información, ya que solo se había probado digitalmente, esto fallo, por lo que dedujimos que había falsos en los cables, se compró y soldó conectores especiales para la HIL.

Anexo

Código en la Raspberry Pi 2b.



HIL control.py



HIL control.txt

Conclusiones

Antes de este proyecto no veía importante dedicar tiempo a la planificación de pruebas que se tiene que hacer antes de lanzar un proyecto, esto es importante que, aunque llega a ser enfadoso es primordial para encontrar errores lo más pronto posible ya que entre más se tarde peor será descifrar que cosa diste por hecho y ahora te afecta para mal de tu sistema. También me da entender que se debe tener un conocimiento amplio de las herramientas que usas para que tu sistema funcione de forma correcta. Cuando se esté interactuando con hardware es recomendable comprobar que tu sistema es determinístico

e invariante en el tiempo, es por eso hacer varias pruebas puesto que se puede encontrar falsos o tener mal funcionamiento después de varios usos. En general es un proyecto que me da entender que se debe estar organizado o es preferible seguir una serie de pasos para desplegar un proyecto.

Referencias

[1] L.W.Couch II, Sistemas de comunicación digitales y analógicos. Prentice-Hall, México, 1998. Dewey:621, 382 COU.

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

Aprendizajes profesionales

Reflexión Álvaro Torres:

Uno de los aprendizajes profesionales que quiero mencionar fue el trabajar con un grupo multidisciplinario. Normalmente como estudiantes estamos acostumbrados a trabajar en proyectos con gente de tu misma rama de estudio y creo que esta experiencia permite desarrollar diferentes competencias en cada uno de los integrantes.

La comunicación fue otra habilidad desarrollada y se pudo observar que es vital para sacar adelante el proyecto. Aunque existan muchos medios actualmente de comunicación, pocas veces se lleva de forma efectiva. Saber escuchar los diferentes puntos de vista de los integrantes del equipo, así como saber expresar tus ideas de manera clara es muy importante.

La organización fue de gran utilidad para tener un desglose de actividades según los productos entregables y lograr terminarlos en tiempo y forma. El poder analizar las diferentes opciones que se tenían, sirvió para aprender la importancia de este paso al momento de tomar decisiones, siempre tiene que verse más allá como los impactos

económicos, sociales y ambientales que puede tener nuestra decisión y no nada más quedarse como una decisión simple.

Reflexión David Eduardo Gutiérrez Guerra:

Durante la etapa de desarrollo de soluciones fue necesario el trabajo con diferentes disciplinas para desarrollar soluciones más completas y que consideraran más de un solo punto de vista, esto me llevo a tomar en cuenta nuevos aspectos sobre cómo abordar a soluciones en ingeniería, percatándome que una solución está incompleta si no se considera un contexto más amplio que el que se puede abarcar desde la visión que uno tiene. De igual manera fue necesario desarrollar soluciones que no existían o han sido necesarias implementar en sistemas ya probados, fue ahí cuando me percate de la profundidad que puede llevar el atender al desarrollo de algo innovador, siempre surgen retos que uno no considera en primera instancia.

Reflexión Gabriel Ruiz Téllez:

Durante el proyecto tuve la oportunidad de desarrollar varias de mis habilidades adquiridas a lo largo de la carrera de una forma innovadora en conjunto de un equipo multidisciplinario, lo cual, me trajo un aprendizaje muy grande de como en el mundo profesional se trabaja y como se enriquece uno de conocimientos diferentes y sobre todo desde un punto de vista distinto.

Se me puso a prueba constantemente y me percate de todos los factores que se deben considerar al llevar un proyecto a la vida real y la complejidad del trabajo que hay de trasfondo en este.

Sin duda alguna el aprendizaje más significativo con el que me quedo es el trabajo en equipo y como trabajar con un equipo multidisciplinario y el enriquecimiento que este trae consigo.

Jorge Andrés Ramos Guerrero:

Durante el curso se lograron resolver muchas preguntas e inquietudes que teníamos como grupo. El trabajar con un grupo multidisciplinario me permitió expandir mis conocimientos de otras carreras de ingeniería y arquitectura. Aunque bien, no logré comprender exactamente todo, siento que aprendí diferentes temas de mecánica como la tribología, así como un poco del proceso lógico y de programación que siguen los ingenieros electrónicos para la optimización y sistematización de algún proceso. También logré reforzar aspectos de mi profesión como llegar a una solución estructuralmente viable para la construcción de la pista y sus estaciones.

El principal aprendizaje que me llevo para mi vida profesional es todo lo relativo con cómo funciona un sistema de transporte sustentable y los verdaderos retos que se tienen cuando se quiere innovar y presentar una idea, que resolvería un problema muy grande en nuestro país como es el de la movilidad, y que no todas las personas están de acuerdo o piensan que el proyecto tiene la capacidad de funcionar correctamente. Dentro del programa de la carrera, no se lleva ninguna materia de transporte o de sustentabilidad. El haber podido combinar ambas en este PAP me sirvió mucho, puesto que creé una lógica de pensamiento basada en ideas nuevas y fundamentadas, lo que me permitirá ser un ingeniero más completo en el futuro.

José Benjamín Pérez Orlanzzini:

Aprendí a integrarme a un equipo interdisciplinario en donde cada integrante aporta algo diferente al aplicar los conocimientos y técnicas propias de sus respectivas carreras y/o habilidades profesionales.

Las competencias desarrolladas en el PAP fueron entre otras la elaboración de un proyecto desde cero, la implementación del desarrollo a lo largo del PAP, la gestión del proyecto. En este caso, la gestión del proyecto requería multi disciplinas y una serie de herramientas específicas debido al alto desarrollo tecnológico del proyecto.

Este proyecto nos acerca a la realidad laboral en la que podemos desempeñarnos al egresar de la carrera y considero esto es más relevante que el solo hecho de una Tesis

donde difícilmente se aplicaría a mundo real debido al poco balance entre la teoría y la práctica.

La relación entre profesionistas especialmente entre diferentes ámbitos nos fortalece como personas y no da una ventana a la vida después de la universidad.

Carlos Alberto Cortés Ruiz:

En este proyecto retome varias cosas que había cursado en la carrera las cuales fue el debugear, leyes de control y microprocesadores, todos estos conocimientos estuvieron a prueba, el hecho de trabajar con persona de control fue muy útil para mi puesto que es bien sabido que las matemáticas si no repasan se te olvida. Estas de las cosas que más me gusta de la carrera el verlo en un PAP fue importante para mí.

El hecho de estar en un proyecto que tenga diferentes carreras me hacen ver lo complejo que puede ser un proyecto, que cada área es importante puesto se debe de tomar en cuenta mucho el dinero con el que se cuenta, saber ahorrar lo que se va a gastar, basarnos en nuestro diseño el no modificar lo ya construido, tener en cuenta los vecinos, tener en cuenta que una propuesta puede afectar el diseño de otra disciplina, esa interacción con otras carreras y repaso de carrera es con lo que me quedo profesionalmente.

Por último, aprendí en el PAP que debe ser organizado a la hora de trabajar, que es bueno tener un plan de lo que se va hacer, es bueno tener bitácora de lo que he hecho, y cuando hay un problema no dar nada como hecho ya que hay puede estar el error.

Carlos Alberto Wong Núñez:

Durante el desarrollo de este proyecto, realicé distintas actividades como aportación que me permitieron desarrollar habilidades y emplear los aprendizajes que he estado adquiriendo durante la carrera, como el análisis y aplicaciones de los sensores en el contexto de este proyecto, y llevarlas ahora a un nivel un poco más profesional y disciplinario. En cuanto a las competencias de diferentes disciplinas, a pesar de estar enfocado principalmente en mi área, me fue muy útil el conocer más el punto de vista de

otras carreras, tales como ingeniería mecánica, civil y arquitectura, los problemas a los que se enfrentan y darme cuenta de cómo se relaciona todo lo que hacemos para sacar adelante el proyecto y me sirvió mucho para aprender a como relacionarme de una manera más profesional con compañeros de estas otras áreas y estilos de trabajo diferentes.

Algo que noté es que en cuanto a la sociedad, este proyecto es una gran aportación para la solución a un enorme problema que vivimos en la actualidad, el cual es el aumento de tráfico día a día y lo complicado que se ha vuelto trasladarse en la ciudad, este proyecto sin duda tiene un enorme potencial y sinceramente espero que se pueda seguir desarrollando y llegar a una ideal conclusión.

Aprendizajes profesionales de Mario Alberto Moreno

En este proyecto, aprendí a desarrollar la competencia y habilidad de conseguir y mantener contacto con proveedores, obtener el material necesario para construir el prototipo, cuidando de las finanzas con las que el proyecto cuenta.

Otro aprendizaje, es el desarrollo de sistemas de control y diseño de hardware a partir de las necesidades del cliente y estudiar en la literatura las capacidades de los sistemas electrónicos y dar una solución al cliente o solicitar una nueva propuesta si el deseo del cliente no puede satisfacerse.

En el contexto sociopolítico, aprendí que toda innovación tecnológica debe estar destinada para el desarrollo y bienestar de la sociedad, creando un mundo mejor y sustentable. En el caso de nuestro PAP, es el resolver el problema de la movilidad de Guadalajara que cada día se vuelve más complicado.

En este PAP, también se pusieron a prueba, mis habilidades de control, que ya no recordaba cómo implementar y la instrumentación de circuitos para poder implementarlos correctamente en una tarjeta de implementación.

Afirmo que este PAP me enseñó a desempeñar labores administrativas y de contacto con el cliente para satisfacer sus necesidades y que muchas ocasiones tu cliente puede ser otra división de trabajo de tu empresa.

Adrián Romero

Al estar en un ambiente de trabajo donde la colaboración es crucial para el óptimo desempeño de todas sus partes, estábamos prácticamente obligados a trabajar en equipo con todos los compañeros de todas las carreras, pero lejos de ser un inconveniente para mí fue uno de los más grandes aciertos. Aunque en ocasiones era complicado colaborar con los ingenieros eléctricos y mecánicos, las bases de sus aportes siempre eran importantes y tenían repercusión en las decisiones que tomaba como arquitecto. Una de las áreas que más desarrollé fue la funcional, este enfoque que a veces se tiene en un segundo plano al estar estudiando arquitectura fue lo que me abrió las puertas a una perspectiva que me ayudo bastante a mejorar y a desarrollar nuevas habilidades para la arquitectura, al estar trabajando con conceptos completamente nuevos para mí, siento que mis conocimientos crecieron y se fortalecieron de una manera magnífica. La comunicación con los ingenieros civiles fue muy natural y fluida, trabajamos muy bien como si fuéramos de la misma carrera, esto fue lo que fortaleció mucho los conocimientos que fuimos trabajando toda la carrera, pero fue la relación con los mecánicos y los eléctricos lo que realmente aportó un nuevo enfoque a mi carrera.

Aprendizajes sociales

Reflexión Álvaro Torres:

Estoy seguro de que los medios de transporte colectivos tienen un gran impacto en la inclusión de las clases sociales en la sociedad, ya que este tipo de transporte no te brinda un estatus social, es barato y eficiente. Además, abre las puertas para retomar espacios públicos que actualmente se utilizan para movilizar automóviles y adaptarlos a zonas que sirvan para integrar a la sociedad.

La adopción del sistema PRT en grandes ciudades, como lo es Guadalajara, mejoraría la calidad de vida de las personas al reducir el tiempo que pasan atorados en el tráfico. Se tendría un sistema automatizado en el que el usuario tenga el control sobre el momento en

el que quiera tomar el transporte sin estar esperando debajo de una parada por largo tiempo y donde la seguridad del usuario sea prioridad.

En adición a esto, la eficiencia energética con la cual fue diseñado servirá para cuidar los recursos naturales, además de evitar emisiones de contaminantes a la atmósfera. Con esto la salud de la población mejoraría considerablemente.

Reflexión David Eduardo Gutiérrez Guerra:

Resulta interesante el impacto que puede tener un proyecto en una sociedad y viceversa, usualmente los desarrolladores ven a los usuarios como datos duros sin considerar que la relación del usuario con el proyecto es lo que lo mantiene y le da propósito. No es posible obtener soluciones adecuadas a todos si uno no se percató que la relación usuario sistema es incluso más importante que el funcionamiento de este, si un sistema funciona a la perfección, pero nadie puede utilizarlo o se desajusta al usuario este simplemente no funciona, por mejor que este desarrollado. En este proyecto se consideró como primera instancia a las personas y el cómo crear una solución que le permite a la gente ajustarse a los demás sin necesidad de impactarlos de manera negativa. La solución que propone es la de reducir el impacto de nuestra actividad de transporte y obtener una solución comunitaria que se ajuste a todos y no viceversa como ha sido el automóvil, donde ahora somos nosotros los que debemos ajustarnos a los vehículos.

Reflexión Gabriel Ruiz Téllez:

La movilidad en la ciudad es sin duda un problema social grave que tenemos hoy en día, la importancia del proyecto en esta área es tal que yo lo considero como el motor principal de este. La cantidad de contaminación y daño al medio ambiente es preocupante, es por eso que considero que el impacto en este como a la calidad de vida de la sociedad sería sumamente significativo.

Me deja como aprendizaje las formas en las que yo, como ingeniero mecánico, puedo aportar a la sociedad para hacerla cada vez mejor y de siempre tenerla en cuenta a lo largo de mi vida profesional.

Jorge Andrés Ramos Guerrero:

El proyecto realizado puede llegar a tener un tremendo impacto en el aspecto social de una comunidad. Actualmente vivimos en una sociedad que ha decidido (o se ha visto obligada) a moverse en automóvil, lo cual tiene muchas repercusiones negativas al ambiente, a la dinámica de vida e incluso a la salud de las personas. Al proponer un nuevo sistema de transporte sustentable, estamos intentando cambiar la manera en que la sociedad vive y se comunica, lo cual traería beneficios impresionantes a la dinámica social.

Mi visión del mundo ha cambiado enormemente en el transcurso de un año. Al combinar este curso con otra materia que llevé hace un año, me doy cuenta del problema en el que estamos metidos como sociedad en relación a la contaminación ambiental. Gracias a este curso pude identificar varias acciones que realizaba en el día a día y que me ha llevado a reflexionarlas y tratar de cambiarlas poco a poco hasta llegar finalmente a evitarlas por completo. Acciones como no aprovechar el transporte público ya sea camión o tren ligero, usar bicicleta o incluso caminar tiene un impacto importante en el ambiente. Es por eso que se quiere proponer un nuevo sistema de transporte que resuelva estos problemas y que le presente a la sociedad una nueva alternativa, bien hecha y fundamentada que les permita realizar sus actividades cotidianas y que disminuya el impacto ambiental al mismo tiempo.

José Benjamín Pérez Orlanzini:

Con estas nuevas tecnologías se manifiesta cuan sustentable es este proyecto, en este trabajo se realizó una investigación sobre un tema por demás difícil, es decir complejo y con relativamente poca documentación. Se procuro realizar una enfoco en las tecnologías

obtenibles de manera nacional para el nuevo sistema de transporte sustentable urbano basado en la eficiencia.

Se está reinventando la rueda en cuestión del transporte público y como proyecto de vida personal es factible obtener un empleo en una tecnología emergente, aunque algo difícil debido a las limitadas fuentes de empleo sin embargo el proyecto me ayudo a mejorar mi relación en equipo con personas de diferentes áreas

Carlos Alberto Cortés Ruiz

Pude aportar ideas sobre problemáticas que se dieron a lo largo del curso, intentado fuera lo más eficiente posible, considero importante este proyecto ambicioso y muy factible a ayudar el medio ambiente, el ser un ejemplo a otras personas que el hombre no está peleado con la naturaleza. Gracias a esta experiencia puedo afirmar que son importante la planeación, seguir procesos es una ayuda para ir por un paso sin errores, con esto me doy cuenta que se necesita diferentes puntos de vista que pueden dar diferentes carreras, que cuando se descarte una propuesta debe estar bien fundamentada la razón, y que el principio de un proyecto es difícil, pero con trabajo duro puede salir adelante. Ahorita al no ser lanzado en físico no me animo a decir que ha beneficiado a un grupo social, pero si aseguro que pude aportar un grano de arena a lo que puede ser el inicio de transportes ecológicos, baratos e innovadores.

Carlos Alberto Wong Núñez

Contribuir en este proyecto me ha servido para abrir mi mente a muchas posibilidades para la solución de los problemas establecidos, David nos ayudó mucho a ampliar nuestro panorama y considerar distintas alternativas, aunque no sean las más convencionales. Otro aspecto en el que considero este proyecto me ayudo a mejorar es al manejo de los tiempos para trabajar y tener una buena relación de apoyo con mis compañeros de trabajo.

Considero que este proyecto es una parte de la solución a uno de los problemas más grandes que hemos estado viviendo como sociedad en los últimos años, que es al aumento de tráfico y tiempo que toma transportarse dentro de la ciudad además de ser una propuesta bastante innovadora que rompe con los esquemas tradicionales de transporte, sin duda una idea con mucho futuro e infinitas posibilidades.

Aprendizajes de Mario Alberto Moreno

En este PAP, pude desplegar mi iniciativa para diseñar sistemas electrónicos que ayudarán a la construcción de medio transporte que ayude a la movilidad de las ciudades.

Desafortunadamente, no pudimos apreciar el impacto social ya que estamos en la fase de iniciación y apenas estamos armando el prototipo, el cual estoy diseñando su configuración eléctrica funcional para que el prototipo funcione.

En un futuro, espero continuar de manera voluntaria en el proyecto para un día poder ver el PRT funcionando y que miles de personas se movilen de forma eficiente y rápida a través de la ciudad y por qué no, comunicar ciudades.

Espero que la mentalidad jesuita impere siempre en el proyecto y que siempre se busque accesible para la mayoría de la población, pero todo tiene un costo. Mi recomendación profesional es que se masifique para que el costo por usuario sea menor.

Adrián Romero

Para mí fue una excelente práctica profesional, la relación con mis compañeros de otras carreras tanto ingenieros eléctricos como mecánicos y civiles fue para mí una experiencia enriquecedora, donde aprendí cómo se trabaja en un entorno profesional interdisciplinario donde hay distintas perspectivas y opiniones que tienes que tomar en cuenta para desarrollar un proyecto que exige la colaboración de todos los integrantes de un equipo, con diferentes conocimientos y capacidades. Para lograr el cometido de llevar a cabo proyectos tan ambiciosos como es el caso del que trabajamos este semestre se necesita mucho tiempo, trabajo y esfuerzo, pero sobre todo se necesita saber aplicar de forma correcta los aportes de cada integrante en un desarrollo en conjunto. El trabajo de mis

compañeros hizo más fructífero el mío y viceversa, es importante saber aprovechar los conocimientos de las personas que trabajan contigo y de esta forma fortalecer debilidades generales y mejorar aún más las fortalezas.

Aprendizajes éticos

Reflexión Álvaro Torres:

La sustentabilidad del proyecto fue uno de los principios básicos que hemos querido establecer como prioridad. Se busca desarrollar un medio de transporte cuya huella de carbono sea lo más baja posible, que los materiales utilizados tengan una duración prolongada, sea barato y que reduzca al mínimo el riesgo de accidentes.

Me gustó mucho esta experiencia porque entendí lo que conlleva realizar una investigación e impulsar una iniciativa. Me siento motivado por laborar en alguna institución gubernamental o privada que involucre la investigación o adecuación de tecnologías para eficientizar procesos y reducir su impacto ambiental.

Siendo parte de este proyecto me doy cuenta de la trascendencia que pueden tener mis decisiones y mi manera de pensar, ya que se puede tener un impacto que mejore la calidad de vida de una población.

Reflexión David Eduardo Gutiérrez Guerra:

El aspecto principal de este proyecto es generar un sistema sustentable que no impacte de manera negativa al ambiente, visto desde un punto de vista ético resulta ser la clase de proyectos que deberían de ser impulsados por todos. Algo que es ético es algo que busca una vida vivible, desde mi punto de vista este proyecto resulta ético ya que no solo reduce el impacto de la actividad de transporte, sino que da oportunidad a más gente de transportarse de mejor manera. Es imperativo tomar en cuenta las necesidades y

problemáticas de los demás y buscar solucionarlas en comunidad incluso si esto no nos beneficia directamente, sin embargo, creo que como ingenieros solemos fallar en ese aspecto por cuestiones de tener una forma de pensar muy cartesiana, pero es proyectos como este los que nos llevan a cuestionar la moral y buscar soluciones éticas que se ajusten a todos y nos ajusten a los demás.

Reflexión Gabriel Ruiz Tellez:

La importancia ética del proyecto transmitida por mi profesor y por su propia naturaleza, me dio la oportunidad de ver como en mi carrera yo también puedo aportar a estas áreas y la importancia de siempre tenerlas en cuenta a lo largo de la vida profesional.

Me deja como aprendizaje la forma en la que siempre debo laborar en el mundo, poniendo en primer lugar la ética profesional y siempre teniendo en cuenta si lo que hago es bueno para la sociedad.

Jorge Andrés Ramos Guerrero:

Como cualquier proceso social e innovador la ética forma gran parte de las tomas de decisiones. Como ingenieros debemos tomar siempre las mejores decisiones para resolver los problemas pero sin dejar la ética atrás. Todas las decisiones que tomé a lo largo del curso afectan directamente a la seguridad de las personas, una mala decisión en la estructura de la pista, de las estaciones o en el cálculo de las pendientes, velocidades y aceleraciones de diseño, puede llevar a un accidente terrible e incluso a la muerte de los usuarios. Es por eso que la ética juega un factor importante en la toma de decisiones cuando se trata de un proyecto cuyos beneficios o desventajas afectan directamente a la población. Pienso ejercer mi profesión de igual manera que en este curso, es decir, siempre pensando en nuevas ideas que resuelvan las problemáticas más importantes de la sociedad y tomando en cuenta todos los posibles impactos que éstas tengan sobre la comunidad afectada.

José Benjamín Pérez Orlanzini:

Siendo parte de este proyecto me doy cuenta del impacto del proyecto urbano en la vida de sus usuarios y la responsabilidad específicamente de los arquitectos y urbanistas como principales actores, usuarios y culpables del estado actual.

Del proyecto se puede extrapolar su deber ético y lo que conlleva la investigación de un método revolucionario de transporte sin importar la escala ni intención de su uso.

La trascendencia de las acciones de un reporte, repercuten en un probable futuro al ejercer mi profesión. Ser parte de un trabajo en equipo me convierte en mejor actor para un proyecto debido a la preparación aplicada durante el desarrollo de este, para esto hay que llevar a cabo la investigación y decisiones sabiendo que esta debe de ser siempre en pro de la humanidad

Carlos Alberto Cortés Ruiz:

Cuando empecé la tarea que se me pidió, los involucrados estaban en la parte final que son pruebas para validar que funciona el control, lo que aporte fue formas que utilizo para encontrar donde está un error, conocimiento del lenguaje ya que en Python existe dos versiones utilizadas el 2.7 y el 3.7, el primera a pesar de ser más viejo se sigue usando porque ya está fijo su funcionalidad es decir no recibirá actualización por que funcionara en cualquier maquina con ese lenguaje instalado. También aporte conocimiento sobre procesamiento de señal, etc. Esta experiencia me ayudara hacer más organizado puesto que el error que se encontró se pudo haber evitado si hubiéramos sido cuidadosos desde un principio el probar las cosas que conectábamos. A mí me gusto el proyecto porque me hace ver que es muy interesante el área de innovación por lo que tratare de seguir en esta área, pero sin dejar afuera el trabajo de industria, porque ambos sé que me ayudara a mejorar profesionalmente.

Carlos Alberto Wong Núñez

Durante la realización de este proyecto tuve que llevar a cabo varias decisiones acerca de cómo resolver ciertas problemáticas que se me encargaron y para poder tomar la mejor decisión siempre analizaba las posibilidades, me informaba acerca de cada una y consultaba las opiniones de mis compañeros de trabajo más relacionados a mis deberes.

Después de la experiencia de formar parte de este proyecto me queda el deseo de seguir formando parte de ideas que sirvan para solucionar problemas cotidianos en nuestra sociedad y así contribuir a mejorar el estilo de vida de las personas que formamos parte de ella.

Aprendizajes éticos de Mario Alberto Moreno

Bueno, en primer lugar aprendí a pensar en decisiones globales para el proyecto. Tenía que comprar el material necesario y lo hice. Me vi tentado a pedir más instrumentos de diseño, sin embargo, a falta de carrocería de prototipo me vi en la necesidad de frenar el ímpetu. Tomé la decisión de tener el prototipo para terminar de explotar mis habilidades de diseñador y terminar de armar el circuito, proponiendo PCB y elaboración de esquemáticos para que las generaciones de electrónicos que continúen este noble proyecto, tengan material y punto de partida para seguir innovando.

Después de este PAP, me gustaría seguir apoyando al PAP y claro está, también trabajar en la industria con un enfoque diferente: el enfoque de mejorar la sociedad y no como un mercenario que lo hace por dinero.

Adrián Romero. Reflexión ética y personal.

Algo que me motivó mucho a lo largo de todo el desarrollo del proyecto fue el darme cuenta lo sumamente necesario que es un sistema así en nuestra ciudad, ver cómo la calidad de vida de todas las personas y especialmente las de personas de más bajos recursos, se ve afectada de una forma tan negativa, fue lo que encendió en mí esas ganas

de ver este proyecto materializado, porque sé cuánto podría ayudar, sé cuánto necesitamos acabar con este caos de movilidad en nuestra ciudad, sé cuánto tiempo, dinero, esfuerzo y trabajo es desperdiciado día a día solo para movernos una distancia relativamente pequeña en lo que se ha convertido en una de las maneras menos eficientes posibles de transportarnos. Y claro, quienes cuentan con la solvencia económica suficiente pueden de alguna forma “solucionar” sus problemas con dinero, pero, los que no tienen acceso a un vehículo privado personal, son los que realmente sufren la realidad de lo complicado que es tener que moverse de un lado a otro de la ciudad diariamente. La satisfacción que me ha dado el trabajar en este proyecto y pensar que quizás algún día pueda mejorar la calidad de vida de miles de personas, es algo que no quiero perder nunca, este proyecto me ha ayudado a definir qué es lo que voy a buscar siempre al estar trabajando de manera profesional, el bienestar social.

Siento que estoy logrando desarrollar lo que me va a definir como arquitecto, pero también como persona. Definitivamente me llevo mucho más de este PAP que los aprendizajes académicos, me llevo también una experiencia que me forma como ser humano.

Aprendizajes en lo personal

Reflexión Álvaro Torres:

Me fue de gran utilidad conocer desde la generación del proceso creativo de un proyecto, la lluvia de ideas, los prototipos, el proceso de a prueba y error entre otras cosas creo que me han dado muchas herramientas para el futuro. Esto es muy valioso porque me sirve no solo en un proyecto en específico, si no en cualquier otro proyecto que me proponga en mi vida profesional o personal.

En este proyecto he mejorado mis estrategias para investigar internet, libros y revistas científicas. El curso que recibimos en la biblioteca me ayudó para descubrir qué cosas ya se

han hecho e investigado y podrían ser una referencia en nuestro desarrollo y diseño del prototipo.

Yo conocía la teoría de la tribología y las fórmulas que describían sus principales fenómenos, sin embargo, siempre había trabajado en condiciones controladas e ideales. Me fue de gran ayuda investigar más a fondo sobre el tema porque pude entender mejor sus aplicaciones en sistemas más complejos. Me ayudo a reforzar mis conocimientos previos y obtuve muchos nuevos.

En general pude entender los pasos para empezar un proyecto desde cero y apoyarme de maestros y compañeros. Es imposible ser experto en todos los temas, pero no te debe impedir intentar aplicar proyectos que abarquen otras disciplinas, existen cursos, libros y personas a tu alrededor que te pueden complementar, así que no hay que tener miedo en apostar por un proyecto que vale la pena.

Reflexión David Eduardo Gutiérrez Guerra:

Como ya he mencionado en las reflexiones anteriores este proyecto me lleva a tomar una visión más ética en cuanto a las actividades que uno desarrolla como ingeniero, también me reta a cuestionar los métodos que he aprendido como los correctos y buscar nuevas soluciones, así mismo, cuestionar esas soluciones y aterrizarlas lo más posible para que susciten las problemáticas que esas conllevan.

Resulta muy interesante el proceso de desarrollo de un proyecto y el cómo diferentes visiones chocan para bloquearse o complementarse en cualquier etapa. Considerar diferentes formas de pensar puede resultar difícil, pero es necesario aceptar que a cualquier tema existe una infinidad de maneras de como atacar, es la percatarse y aceptar eso ultimo lo que nos pone en camino de la aceptación de lo diferente y da hincapié a la capacidad de como ajustarse. Un ingeniero que no se ajusta a las necesidades de los otros, en cualquier instancia de desarrollo así se a su compañero de trabajo, líderes de proyecto o aquellos que le darán uso a lo que propone, no realza la actividad que debería y mucho menos de manera ética. Siempre es importante entrar en discernimiento y encontrar la manera de ajustarse y con otros a los otros.

Reflexión final – Manuel Calzada

La movilidad en las grandes urbes de nuestro país se encuentra en crisis, el concepto del automóvil y lo que en nuestra sociedad representa ha rebasado por mucho la capacidad de las ciudades como del concepto mismo. En México, el automóvil no es solamente una forma de transportarse, es “la forma de transportarse” representa libertad e independencia y muy poca gente se da cuenta de lo innecesario e ilógico que puede llegar a ser este sistema, en algunos casos. El impacto ambiental, el extendido uso de espacio para vialidades y estacionamientos, así como el derroche de gobiernos que han moldeado un modelo de ciudad donde el peatón y el ciclista son unos extraños, ajenos a la dinámica vial que luchan contra un entorno inseguro, y que decir del modelo de transporte público.

En un proyecto como en el que nos ha tocado participar se han tratado de abordar cada una de las problemáticas del concepto actual de transporte. Siempre supuse que para un proyecto de este tipo se requiere la cooperación de muchísimas disciplinas, pero no fue hasta mi participación en este PAP que tuve una sensibilización más cercana del tipo de cooperación que se requiere, de cómo las variables en cuestión afectan y modifican los alcances de las otras disciplinas, fue un proceso casi orgánico.

Al ser parte de un bloque de disciplinas en busca de un fin común, logramos un buen ejercicio de las habilidades de cooperación y sociales, así como de habilidades personales de investigación y desarrollo de ideas. Espero que los avances logrados sirvan como una base sólida para las generaciones que continuarán el desarrollo del proyecto y que, en un futuro no muy lejano, podamos ser testigos de una revolución en el transporte urbano, una revolución que está pendiente desde hace ya bastante tiempo.

Jorge Andrés Ramos Guerrero:

El PAP logró que me diera cuenta lo tanto que disfruto el tema de movilidad. Antes de este PAP simplemente tenía interés por el tema pero ahora me doy cuenta que es algo que realmente disfruto hacer, los retos y los problemas que se presentan en un proyecto de

movilidad son demasiados y al tener que trabajar con personas de otra profesiones, hacen que tu crecimiento y desarrollo como profesionista sea más completo.

El PAP me presentó con nuevas ideas y con la realidad que existe en nuestro país lo cual me llevó a desarrollarme como una persona más incluyente. Al momento de pensar en las soluciones siempre se trató de llegar a una solución que le sirva a absolutamente todas las personas, lo cual ocasionó una reflexión previa y que me preguntara primero cuáles eran las dificultades y los retos de cada persona para lograr entenderlas y poder así presentar una solución, en donde se hayan estudiados todas las posibilidades, incluyente y sobre todo, funcional.

José Benjamín Pérez Orlanzzini:

En general pude entender la teoría básica de la movilidad urbana ya que este proyecto requirió apoyarme de compañeros y maestros para la correcta búsqueda de la información del tema de interés. Disfrute mucho el trabajar en algo de varias disciplinas por la necesidad de los retos pues nadie es experto en todos los temas.

El PAP como proceso de recopilación, interpretación y creación de información es todo un proceso sistémico creativo que a base de distintas herramientas, pruebas y errores se lleva a la exploración y comprobación de hipótesis reales

Este proyecto mejoro mis habilidades sociales, técnicas y habilidades para lo laboral en general, algunas habilidades utilizadas fueron las que ya conocía por la facultad de arquitectura y algunas otras de mi trabajo, pero otras las aprendí directamente para el PAP, como la búsqueda eficiente en un curso tomado por la biblioteca del ITESO.

Lo más importante al tener poca información y ampliar el criterio de búsqueda es saber discernir el cuándo parar de obtener información.

Carlos Alberto Cortés Ruiz:

Este proyecto fue muy interesante porque vez diferentes ramas de mi carrera como es control, programación en micros y planeación de pruebas. También trabajar con personas

con doctorado me da un panorama de como son los posgrados y las ventajas que se tiene, siendo la principal el conocimiento amplio en un tema. Este PAP me agrado mucho porque pude conocer como es un proyecto desde un principio, cuando personas de diferentes carreras unen su trabajo y debaten que es lo que mejor funcionaria, el ver diferentes puntos de vista es una experiencia muy grata. Hasta ahorita no se dé un PAP que involucre tantas carreras, por lo que les deseo éxito.

Siento que me ayuda mucho esta experiencia porque me da entender que si es necesario llevar un proceso, que cuando hay un problema se tiene que analizar todo desde el principio, cosas que dabas por hecho tiene que volver a cuestionarlas.

Cuando supe de este proyecto pensé que ya estaba avanzado, por lo que iba a trabajar en algo en específico, al entrar me di cuenta lo enriquecedor que sería estar todavía en los cimientos ya que me doy cuenta como se inicia un proyecto, saber que es cierto que se empieza sufriendo, pero con trabajo duro se puede lograr algo innovador que ayude a muchas personas y en este caso el ambiente. Considero que es algo ambicioso pero factible su uso en la vida cotidiana. Me hizo ver que me gusta el área de la innovación y emprendimiento y espero hacer proyectos propios en un futuro.

Carlos Alberto Wong Núñez

Este PAP me ayudo a darme cuenta de qué manera me desempeño mejor, a intentar diferentes métodos de trabajo y tomar el camino más adecuado para mí, a conocer un poco más el punto de vista de otras áreas diferentes a la mía, a conocer los estilos en que se labora en estas y a tomar lo mejor de cada una, me di cuenta de lo mucho que podríamos aportar a nuestra sociedad con un proyecto como este y que hay muchísimas otras maneras en las que se podrían solucionar los problemas cotidianos a los que nos enfrentamos y mejorar el estilo de vida.

Personalmente me quedo con una grata experiencia de lo vivido a lo largo del desarrollo de este PAP porque siento que me ayudo a formarme más profesionalmente y todo esto me servirá mucho para el futuro.

Mario Alberto Moreno

Aprendí, esa es la única palabra conocida. Aprendí de errores, de recordar aprendizajes y a desempeñar habilidades de poder interpretar las necesidades de las personas y de mis compañeros de otras áreas para que mi trabajo sea de ayuda para ellos.

Aprendí a administrar recursos económicos

Aprendí a debatir con otros ingenieros mis ideas y con doctores de mucha experiencia para convencer de ideas nuevas y aprender de su sabiduría.

Aprendí el desarrollo de proyectos desde un inicio, su comienzo y trabajar para que el proyecto crezca y cumpla sus objetivos a corto plazo y a partir de estos objetivos generar nuevos y alcanzar el producto final.

Aprendí que los tiempos del proyecto son importantísimos; nos retrasamos 2 meses en la construcción de la carrocería y eso afectó al equipo de electrónica que vio estancados sus procesos a la espera de este producto pudiendo desperdiciar sus recursos no sólo financieros sino también la capacidad de sus ingenieros próximos a egresar; compañeros que conozco y que son competentes y muy profesionales

Antonio Orozco Varela:

Por mi parte, lo más importante del proyecto fue hacer un cambio en nuestra forma de ver las cosas y animarnos a investigar maneras diferentes de resolver los mismos problemas. Me pasó mucho durante el curso que ahora los problemas que se tienen a diario en la ciudad, los detectaba constantemente y no me había dado cuenta de lo grandes que eran. Esto me llevo a reflexionar en la importancia de mi carrera para decidir de qué forma me gustaría impactar en la sociedad y que uso le doy a los conocimientos que durante cuatro años fui acumulando.

Me pareció que durante el semestre logramos hacer un muy buen trabajo resolviendo puntos importantes para llegar a un mejor resultado con esta tecnología innovadora y que nos muestra que todos merecemos una calidad de vida, que en parte tratamos de solucionar en este PAP ya que, de ser realizable, cambiaría muchísimo la situación del día a día a una gran cantidad de personas.

Por la forma de colaborar con personas de otras carreras dejando a plena libertad la resolución de las preguntas, te da oportunidad de conocer tus intereses y que áreas te llaman más la atención, ya que las preguntas propuestas por el profesor abarcaron muchos temas y complejidades variables. Y proponerte a colaborar con personas de otras carreras te abre un campo de visión mucho mayor.