



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Desarrollo de mecanismos  
educacionales basados en  
microprocesadores**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Eléctrico Electrónico**

**P R E S E N T A**

Eduardo Gabriel Zamora López

**ASESOR(A) DE INFORME**

Dr. José Ismael Martínez López



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

## **Índice**

1. Título o nombre del proyecto.....	1
2. Introducción.....	1
3. Objetivo .....	1
4. Descripción de la empresa o medio en que labora.....	1
5. Antecedentes del proyecto, tema o problemática .....	2
6. Definición del problema o contexto de la participación profesional .....	6
7. Metodología utilizada .....	8
8. Participación profesional .....	11
9. Resultados y aportaciones .....	18
10. Conclusiones .....	19
11. Bibliografía .....	19
12. ANEXO A .....	20
13. ANEXO B.....	21
14. ANEXO C.....	22
15. ANEXO D.....	23

### **Título o nombre del proyecto**

Desarrollo de mecanismos educativos basados en microprocesadores.

### **Introducción**

A continuación se describe el proyecto que realicé, para ayudar a la comunidad escolar por medio de esta herramienta, ya que se necesitan más herramientas escolares que faciliten la incorporación de ciencia y tecnología en las escuelas.

Se describe el medio en el que laboré durante un año y ocho meses, el contexto de los kits educativos, la metodología utilizada, la participación profesional, resultados, aportaciones profesionales y conclusiones. Consta de diversas imágenes y anexos, que ayudan al lector en el proceso de descripción.

### **Objetivo**

Creación de un kit educativo, utilizando la plataforma ARDUINO® para enseñar acerca de mecanismos en escuelas de nivel secundaria y preparatoria.

### **Descripción de la empresa o medio en que labora**

La empresa en la que laboré; comenzaron a impartir cursos de robótica utilizando materiales de marcas reconocidas a nivel mundial.

Cuenta con la certificación, obtenida desde Dinamarca. Esta certificación acredita a la empresa para trabajar con una marca reconocida a nivel mundial.

Han participado en torneos internacionales llamados WRO y son la única institución de México que al participar ha ganado treinta y seis trofeos regionales incluidos a nivel nacional. Ganando en distintas categorías a nivel nacional, representando a México en Malasia 2012, Indonesia 2013, Rusia 2014, Qatar 2015, India 2016 y Costa Rica 2017 a nivel internacional.

Con la participación en el Internacional en Qatar obtuvo el tercer lugar a nivel mundial en la categoría secundaria.

Algunos de sus servicios son:

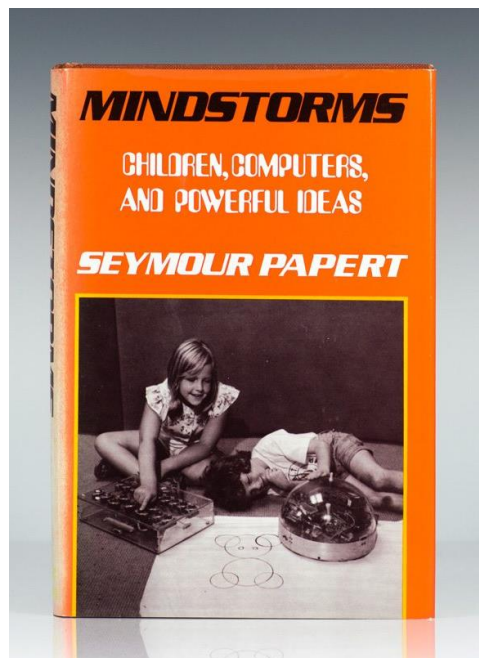
- Talleres de extracurriculares de robótica en tu escuela
- Cursos de Verano y de Pascua
- Curso de robótica en su Centro Educativo
- Laboratorio Curricular de robótica en tu escuela

Trabajé en el área de creación, diseñando guías de ensamble para modelos los cuales se utilizan en la impartición de clases, además comencé a laborar en el kit educativo, en este proyectó me encargué de:

- Participar en la idea de concepto
- Búsqueda de proveedores de manufactura y proveedores de componentes electrónicos
- Cotizaciones
- Diseño
- Coordinación de empaquetado y entrega del producto a colegios

### **Antecedentes del proyecto, tema o problemática**

Seymour Papert nacido en Sudáfrica en 1928 destacado científico computacional en 1963 se une al MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets) para fundar el Instituto de Inteligencia Artificial, interesado en la educación, cognición, pupilo de Jean Piaget, escribe en 1980 el libro “Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas”, imagen 1



*Imagen 1: Libro escrito en 1980 por Seymour Papert [0]*

Con la llegada de la robótica a un nivel internacional y uso industrial en aumento; se presenta la necesidad de enseñar robótica en los colegios a todo nivel educativo, aprender robótica permite abarcar varias áreas de aprendizaje en una sola clase, además de llevar el contenido aprendido en las clases teóricas a proyectos aplicados, se busca que el estudiante aplique lo visto en clases teóricas y se aprendan y/o refuercen temas de matemáticas, física, mecánica aplicada, software y electrónica.

El principal problema radica en la poca oferta de materiales educativos para la impartición de clases de robótica, varias empresas se han puesto manos a la obra en este tema, Seymour Papert que laboraba en el MIT junto con marcas reconocidas, han desarrollado materiales educativos orientados a la robótica, desde el año de 1996 hasta el 2018. Imagen 2.



*Imagen 2: Bloques programables [1]*

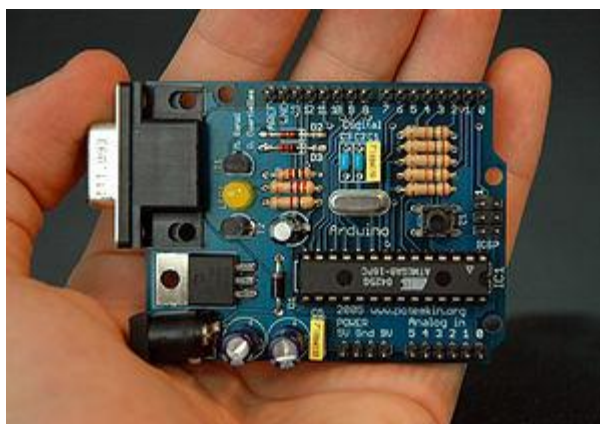
Con la toma de decisiones comerciales, la cooperación entre ambas partes se vio comprometida y dando por terminada la colaboración, esto debido principalmente a la filosofía educativa de cada grupo.

Con la experiencia adquirida en el grupo del MIT, algunas personas comenzaron a desarrollar sus propios materiales educativos, como es el caso del material educativo “Handy Cricket”, que se muestra en la imagen 3, Cricket es una “computadora pequeña [2], el cual permite controlar motores, leds, recibir información de sensores, comunicación por luz infra roja, la gente puede usar esta plataforma para construir pequeños robots, cajas de regalo automáticas y juguetes personalizados”, la comunicación con la computadora se realiza por medio de una conexión serial, para la programación se utiliza un lenguaje de programación llamado “Cricket Logo” el cual es una versión simplificada del lenguaje Logo” [3].



*Imagen 3: Handy Cricket*

Con la llegada del 2005, se vuelven necesarias herramientas educativas simples y de bajo costo, para la creación de proyectos, con esto en mente se crea en Italia, la plataforma electrónica “open-source” Arduino®, se muestra en la imagen 4, la plataforma está orientada a personas con perfiles que carecen de conocimientos técnicos, ingenieriles, sin experiencia en electrónica y/o programación; al principio constaba de un microcontrolador ATmega168, comunicación RS232 y un ambiente de desarrollo integrado (IDE) basado en el lenguaje de programación “Processing”.



*Imagen 4: Placa Arduino® [4].*

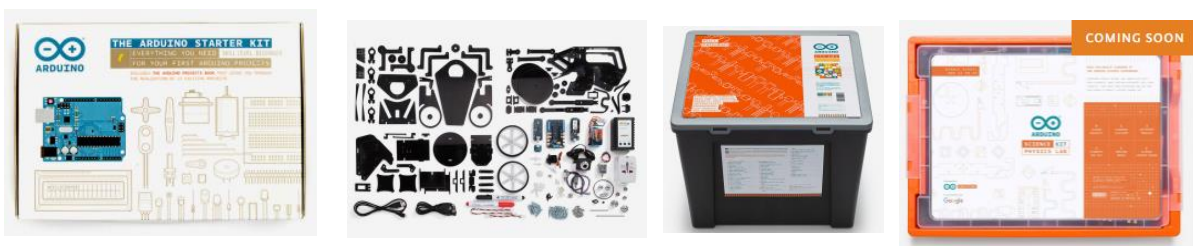
“Actualmente se utiliza esta plataforma para construir instrumentos científicos de bajo costo, para probar principios de física y química, para iniciar a personas en la programación y la robótica.” [5]. La plataforma Arduino®, tiene diversas ventajas: es barato a diferencia de otras plataformas, es multiplataforma es decir puede ejecutarse en diferentes sistemas operativos, entorno de programación simple y claro, software y hardware “open-source” y expandibles. Actualmente se ha extendido el uso de esta plataforma a tal grado que actualmente existen PLC que la utilizan, como es el caso de M-DUINO de la empresa Industrial Shields [6], se muestra en la imagen 5.



*Imagen 5: PLC basado en la plataforma Arduino.*

Desde el nivel primaria hasta posgrado, se imparten clases de robótica, estas se han vuelto muy accesibles para niños pequeños, como se ha mencionado, estas clases permiten reforzar ciertos temas y motivar a los alumnos. Estas clases se han vuelto muy populares a todos niveles educativos, en diversas universidades se incluyen materias donde se tiene que programar un robot.

Tal es el auge de estas clases que diversos materiales han surgido para apoyar a los docentes y escuelas en estas áreas, tal es así que actualmente hay más de veintisiete materiales educativos reconocidos a nivel mundial, con precios que van desde los setenta y cinco dólares hasta mil novecientos dólares. Un claro ejemplo de este auge es el interés de la empresa Arduino® a tal grado de desarrollar sus propios materiales educativos, orientados a las áreas de ingeniería y ciencias. Como son el Arduino® Starter Kit, Engineering Kit, CTC 101 y el próximo lanzamiento de Arduino® Science Kit Physics Lab, se muestran en la imagen 6 en respectivo orden.



*Imagen 6: Kits educativos desarrollados por la empresa Arduino® [7].*

Los kits oscilan con precios desde ochenta y ocho dólares hasta dos mil doscientos dólares, el kit Arduino® Science Kit Physic Lab, aun no sale a la venta y este ha sido desarrollado en conjunto con la empresa Google®.

## **Definición del problema o contexto de la participación profesional**

Con la información anteriormente descrita, realicé un análisis del mercado, principalmente enfocándome a la creación de un kit educativo para las escuelas públicas del país, para esto realicé diferentes comparaciones entre los principales kits educativos del mercado nacional.

Encontré diferentes problemas como son:

- Mercado al que va dirigido
- Filosofía pedagógica del kit (instructivismo o construccionismo)
- El docente se tiene que enfrentar a las planeaciones de las clases
- Capacitación del personal docente
- Progresividad en cada práctica o proyecto
- El alumno busca resultados inmediatos
- Padres de familia prefieren observar una progresividad de este tipo de clases en sus hogares
- Precio del kit
- Material a emplear (cartón, MDF, polímeros y/o madera)
- Manufactura (impresión 3D, corte láser o CNC semi industrial)
- Material electrónico, unidad de control
- Software, lenguaje y paradigma de programación
- Software de diseño CAD a emplear
- Software de diseño electrónico
- Metodología de las clases

Con las problemáticas antes descritas, tomé en consideración las inquietudes del personal docente y alumnos. Arduino®, es una plataforma popular además de ser muy solicitada entre profesores y alumnos, con esto en mente el mercado al que está orientado es secundaria y preparatoria.

Con respecto a la filosofía pedagógica, ya que el alumno busca obtener resultados lo antes posible tomé la decisión de dirigir el proyecto a la filosofía instructivista, es decir dar al alumno una serie de pasos para obtener un resultado final sin perder de vista los conocimientos que se van adquiriendo, se toma esta decisión para continuar con la filosofía de la empresa y permitir un desarrollo más rápido del proyecto, esto gracias a la experiencia obtenida con el material que la empresa manejaba. Una filosofía instructivista además permite ayudar al docente en su planeación de cada clase, para estas clases se utilizó la plataforma en línea que la empresa desarrolló.

Si bien el alumno busca resultados inmediatos y para esto marcas reconocidas cumplen esa función, con piezas hechas mediante el proceso de inyección de plástico, el hacer un material educativo utilizando este proceso de manufactura elevaría de manera considerable el costo, por ejemplo el molde utilizado para un “case” de protección de celulares tiene un costo alrededor de cincuenta mil pesos mexicanos, además del precio hay que considerar el tiempo de diseño y de manufactura. La impresión 3D quedó descartada debido al tiempo de impresión que se requiere para las piezas, por

ejemplo en caso de que se llegasen a requerir una cantidad considerable de kits para algún colegio, el tiempo de entrega sería muy largo, resultando en pérdida de ventas.

Debido a que se busca que el kit sea lo más económico posible, accesible a las personas (padres de familia principalmente), además de un material que los alumnos puedan ensamblar de manera fácil y rápida, un kit educativo simple y económico permitiría al alumno llevar la práctica armada a casa y mostrarla a padres de familia, esto permite que los padres de familia observen la progresividad en la clase e inclusive que el material se utilice posteriormente en ferias escolares o concursos.

Dando por descartadas manufacturas industrializadas o semi industriales, el proyecto se concentró en dar soluciones por medio de manufacturas tipo corte con CNC o corte láser, con materiales económicos, es por eso que se pensó en utilizar MDF o cartón, el problema de utilizar cartón radica en que es muy fácil que se dañe, entonces se procedió a utilizar aglomerado de fibras de madera es decir MDF, para la manufactura de este material se tienen a disposición los procesos de manufactura por corte CNC y corte láser, al realizar pruebas el corte CNC deja un acabado poco atractivo a la vista y económicamente inviable, con estas observaciones se tomó la decisión de emplear corte por láser, el corte por láser permite desarrollar los prototipos de manera más rápida ya que no hay que considerar el diámetro del herramental (la fresa o broca que desbasta el material), el diámetro del herramental deja unas curvaturas en las sección de uniones que complican el diseño y el ensamble de las piezas. Desafortunadamente el corte láser no permite cortar plásticos como PVC, ya que durante el proceso de manufactura se libera gas cloro el cual es altamente tóxico, por otro lado permite la manufactura con otros materiales como telas o “fomi” que podrían utilizarse en proyectos por ejemplo de estilo “wearables” y así permitir cierta flexibilidad.

En la toma de decisión del software de diseño CAD, se llegaron a considerar varias opciones como Tinkercad®, Sketchup®, AUTOCAD®, SolidWorks® y Autodesk Inventor®, resultando este último como la mejor opción para diseñar las piezas a ensamblar del kit, la decisión que tomé se realizó con base a el “renderizado” que se puede obtener con los “software” y la licencia libre que este último “software” ofrece. Además en caso de que se requieran exportar los archivos y utilizar en posteriores ocasiones u otros “softwares”, se podría realizar utilizando el formato “.iges”, este formato de compatibilidad permite el uso de los diseños en los “software” SolidWorks® y Autodesk Inventor®, además la compañía Autodesk® se ha vuelto toda una plataforma en el ámbito de diseño, por ejemplo podemos mencionar que Inventor es un “software” CAD que provee una licencia estudiantil totalmente gratuita, un blog de ideas y colaboradores llamada Instructables, EAGLE para el diseño de circuitos electrónicos y Tinkercad que combina diseño CAD para impresión 3D, además de circuitos electrónicos para educación básica.

En su momento consideré la posibilidad de utilizar Tinkercad como el “software” que permitiría desarrollar los circuitos electrónicos que acompañarían a cada modelo, sin embargo hasta ese momento carecía de la limitante de no poder crear nuestros propios componentes electrónicos, por ejemplo la batería, la cual es un elemento importante, porque muchas veces los alumnos observan la imagen y asocian directamente con el mundo real, si la batería no aparece en la plataforma digital, complica el desempeño de las clases. Es por esto que se utilizó el software “Fritzing” donde diseñé componentes como la batería, moto reductores y servo motores.



## Metodología utilizada

Hice uso de la metodología de “Design thinking”, esta ayuda a desarrollar propuestas de nuevos productos de manera rápida, además se puede utilizar en otras áreas como arquitectura, diseño industrial; esta metodología consta de cinco fases:

- Empatía
- Definir
- Generación de ideas
- Prototipo
- Evaluación

Si bien esta metodología es seriamente cuestionada o criticada debido a la simplicidad, autores como Plattner, Meinel y Leifer, consideran que se necesita un alto grado de experiencia, habilidades y conocimientos intelectuales, para cada etapa y la forma en que estas etapas se relacionan. En la imagen 7, se muestra un dispositivo de cirugía nasal el cual se desarrolló utilizando la metodología “design thinking”.



*Imagen 7: Dispositivo desarrollado por la empresa IDEO [8]*

**Empatía:** en esta etapa, lo principal es la observación, la investigación de los materiales en el mercado internacional y nacional, además de observar los materiales que se están utilizando por los colegios, escuchar a directivos, docentes, padres de familia y sobre todo a los alumnos. Se pretende comprender los deseos y necesidades, incluyendo las necesidades psicológicas y emocionales de las personas, la forma en que hacen las cosas.

**Definir:** se utilizan las observaciones de la etapa anterior, encontrar oportunidades, realizar un campo semántico con los patrones observados, poniendo especial atención en los comentarios y reacciones de los alumnos. Cuestionándonos ¿qué es diferente?

Idear posibles soluciones: se generan ideas, se suele comenzar con una lluvia de ideas y para esto es indispensable que se integren al equipo personas con diferentes enfoques y preparación, después de la lluvia de ideas el equipo realiza un proceso de síntesis de patrones.

Prototipos: Al haber realizado un proceso de síntesis y patrones, se convierten en cosas o acciones concretas, creación de prototipos, servicios; estos se prueban, evalúan, iteran y refinan. Permiten identificar de manera rápida las fortalezas y áreas de oportunidad de las soluciones antes propuestas y generar nuevas ideas.

Probar y evaluar: al tener el prototipo en físico, se da al usuario final para que interactúe con el y así pueda retroalimentarnos, además de realizarle preguntas, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar? ¿Qué le costó trabajo? ¿Qué no le costó trabajo?

Considerando las etapas antes descritas, la principal observación es referente al precio (tanto de directivos, como de padres de familia), varios colegios han optado por utilizar plataformas altamente comerciales, muchos alumnos al interactuar por primera vez con un material educativo le gustaría llevárselo a casa, se pudo observar la reacción de frustración por parte de los alumnos al saber que el material no se lo podrían llevar a casa, a muchos alumnos les resulta un problema ensamblar o desensamblar algunas de las piezas, en lo personal el paradigma de programación gráfica genera ciertos problemas en el área educativa, tanto para profesores como para los alumnos, la plataforma Arduino® es un material muy demandado por los colegios tanto privados como públicos, la principal característica que tiene Arduino® es la carencia de elementos mecánicos prediseñados que faciliten la impartición de clases.

Con las observaciones, el principal objetivo es la disminución de costos en cada etapa, diseño, construcción, materiales, manufactura y material pedagógico. También la consideración de un material que pueda llevarse el alumno a casa, con la flexibilidad de reutilizar el material en otros proyectos futuros, con la implementación del nuevo modelo educativo de la secretaría de educación pública (SEP), se buscaba llegar a las escuelas públicas por medio de un precio accesible, también piezas y materiales fáciles de ensamblar con los materiales y técnicas a los que están acostumbrados, por esto se toma la decisión de utilizar un material que pueda ser ensamblado con pegamentos líquidos o adhesivo en barra (frío o caliente), con la popularidad de la plataforma Arduino® el uso de esta se volvió un requisito prácticamente desde el principio y por último la posibilidad de utilizar el material realizado en ferias escolares y concursos.

La idea de generar las clases con material reciclado se consideró como una opción, por otro lado esto llevaría a un cambio pedagógico, por lo cual me concentré en realizar un kit con materiales prediseñados, para esto se consideraron materiales, el cartón quedó descartado debido a su fragilidad, el PVC espumado en forma de lámina, el problema que representa este material es la necesidad de pegamentos más caros para realizar los ensambles y durante su manufactura emanan vapores de cloro, el MDF permite ensamblarse con pegamentos líquidos baratos, lo único que cambiaría sería el proceso de manufactura, ya sea por CNC haciendo uso de una fresa como herramienta o corte láser. En esta etapa se realizó un listado de los posibles modelos que podrían ir dentro del kit, para esto se tuvo la participación de personas con experiencia en el área psicológica, pedagógica e ingenieril, resultando en una lista de sesenta y siete proyectos diferentes que se ocuparían en cinco kits educativos. La lista completa se muestra a continuación:

1. Seguidor de línea carro
2. Monumentos CDMX LED
3. Casa inteligente
4. Carrusel/Sillas voladoras
5. Rueda de la fortuna
6. Avión
7. Ataúd
8. Robot laberinto
9. Cara (animatronic)
10. Bípedo
11. Cuadrúpedo
12. Hexápodo/Octópodo
13. Máquina expendedora
14. Marble (canica, levas)
15. Circuito de rieles
16. Saltador
17. Lanzador (pistolas, ligas)
18. Catapulta
19. Pin Ball
20. Gorila tamborilero
21. Pateador
22. Kayak
23. Banda transportadora
24. Carro (simple motorizado)
25. Carro (simple con dirección)
26. Pluma (autos) y caja pago
27. Sopla burbujas
28. Pantalla de luz (lámpara con figuras)
29. Lanza aviones
30. Elevador (personas/autos)
31. Invernadero
32. Proyecto Braille (bastón ciegos, wearable)
33. Lámpara japonesa
34. Puerta automática
35. Bicho (eje, motor gira)
36. Odómetro
37. Encoder (proyecto concepto)
38. Bailarines
39. Robot sumo carro
40. Balanza
41. Aspiradora inteligente CARRO
42. Mesa de Hockey, futbolito
43. Foto multas, disparador de carros (ultrasónico)
44. Lentes para fiesta
45. Semáforo y puente levadizo
46. Ventilador
47. Aerogenerador
48. Luces carro fantástico
49. Brazo robótico (2 grados de libertad)
50. Pump it
51. Máquina de huevos
52. Flor con ledes
53. Máquina coloca dominó carro
54. Dispensador de dulces tipo "PEZ"
55. Termómetro
56. Avioncito que gira se mueve aletea, gira
57. Abejita, se apaga la luz y se mueve, enciende
58. Ruleta con ledes
59. Juego pastelazo
60. Arena de pelea
61. Juego de pistolas con push
62. X-wing
63. Quadcopter
64. Juego espacial "transbordador espacial"
65. Sistema planetario
66. Garra suelta pelota
67. Portero manivela

El primer prototipo que desarrollé se muestra en la imagen 8, es una "casa inteligente", la cual hace uso de tres ledes, un foto resistor, resistores, cables jumper y un Arduino® UNO para realizar diferentes actividades, como son encender led a led, rutinas de ledes y el foto resistor para cambiar la intensidad de los ledes. El prototipo lo digitalicé con el software Inventor de la compañía Autodesk®, se diseñaron cada una de las piezas por separado y un archivo para pre-visualizar el terminado, a continuación se pidió a una compañía que realizara el proceso de manufactura por medio de corte láser.



*Imagen 8: Se muestra el primer diseño de prototipo, manufacturado en MDF de 3 mm, con corte láser (der.)*

Con este primer prototipo, realicé una evaluación del volumen del proyecto, el área del material, costos de materiales, tiempos de entrega, diseño, ensamblado, sujeción de componentes electrónicos, programación de la plataforma Arduino®, tiempo de armado, logrando así una primera retro alimentación empresarial.

### **Participación profesional**

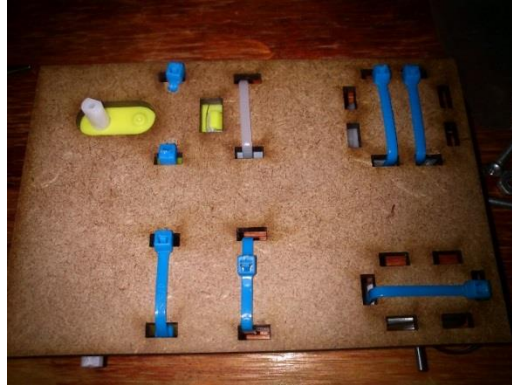
Con el primer prototipo presentado y una minuciosa evaluación, participé en la selección de los treinta proyectos totales que se dividen en cinco proyectos para cada uno de los seis kit educativos. De los primeros cinco proyectos definí el concepto, materiales electrónicos y ayudé en la conceptualización pedagógica de las clases. Los proyectos que componen el primer kit educativo, se enlistan a continuación:

1. Filux
2. Sillas voladoras
3. Golfito
4. Ataud
5. Carro motorizado

Con los proyectos seleccionados, participé en la selección completa de los materiales electrónicos, cables jumpers, motores, llantas, ledes y el uso de una batería recargable, además de sugerir la utilización de un cable usb-caiman para poder dar energía a la plataforma Arduino® por medio de la batería recargable, un punto cable fue la selección del transistor.

Para la selección del transistor medí la corriente que consumen los motores en paro total, resultando que a 5 [V] (este es el voltaje de la batería), los motores consumen una corriente de 400 [mA], la medí con un multímetro marca VICHY modelo VC99. Para lo cual consideré hacer uso de transistores de uso común como son los modelos BC547 y el 2222A, como podemos observar en el ANEXO A, el transistor BC547 tiene un parámetro en corriente de colector de 100 [mA] y el transistor 2222A en el ANEXO B, tiene como parámetro en corriente de colector de 600 [mA].

Uno de los principales problemas a los que me enfrenté en este proyecto fue el de la sujeción de los motores. Ensamblar o conectar elementos a cada uno de los diseños, es un problema muy particular, los elementos que resultan más complicados de sujetar a los modelos son los elementos mecánicos como los motores, con esto en mente se desarrollaron ciertas maneras posibles de sujeción por medio de otros elementos, como adhesivos líquidos, cinturones de plástico “cinchos” imágenes 9 y 10, y tornillos con tuerca.



*Imágenes 9 y 10: Se muestran diferentes formas de sujeción por medio de “cinchos”*

Los adhesivos líquidos quedaron descartados desde el principio debido a que se necesitan de precio más elevados para fijar los motores, además impide la reutilización de los motores en otros proyectos, usar tornillería eleva el costo y el uso de cinturones requiere una fuerza mayor para una buena sujeción en el caso de los motores amarillos (motoreductores), entonces decidí que los motores de corriente directa se sujeten con “cinchos” o la misma estructura de MDF y fijar los motoreductores por medio de tornillos con tuerca, de un octavo de pulgada de grosor.

El siguiente tema en el que trabajé fue en la sujeción de los ejes de motor al material MDF, para lo cual consideré varios diseños, el primero de ellos fue la utilización de tornillería con tuerca, este diseño logra una excelente sujeción para grosores de 6 [mm] sin embargo para grosor de 3 [mm], es ineficiente, además eleva el costo y complica el proceso de ensamblado debido a que se tendrían que unir dos piezas de 3 [mm].

Busqué información, me documenté observando posibles soluciones y me percaté que es un problema aún sin resolver, la mejor solución que propuse es el de realizar una cruz en la sección donde se requiera colocar el motor, como en la imagen 11, esta solución es rápida de manufacturar, sencilla ya que no requiere más elementos mecánicos. Es importante resaltar que esta solución solo es temporal ya que con el paso del tiempo y el giro del eje del motor, se desgasta el material y la transmisión de fuerza se puede llegar a perder. Para esto hoy en día sigo buscando posibles soluciones, como pueden ser elementos manufacturados en impresión 3D que resulten baratos y rápidos de manufacturar.



*Imagen 11: Se muestran diseño del sistema de sujeción  
impreso en 3D, el tubo simula el eje de motor.*

El primer proyecto marca el inicio del kit, en este proyecto se pretende que alumno se vaya familiarizando con el material y la metodología, es por esto que debe ser sencillo y permitir al alumno observar resultados lo antes posible, es por esto que se planteó para solamente utilizar ledes. Este proyecto lo tuve que modificar, como primera iteración de este proyecto, realicé un escenario navideño, como se muestra en la imagen 12, donde se aprecia parte del material a ocupar y su disposición, el problema que surgió con este proyecto es el desfase de temporada y asimilación entre los alumnos es decir, este proyecto se ensambla en los meses de Enero, Agosto o Septiembre, lo cual no tiene mucho sentido por parte de los alumnos.



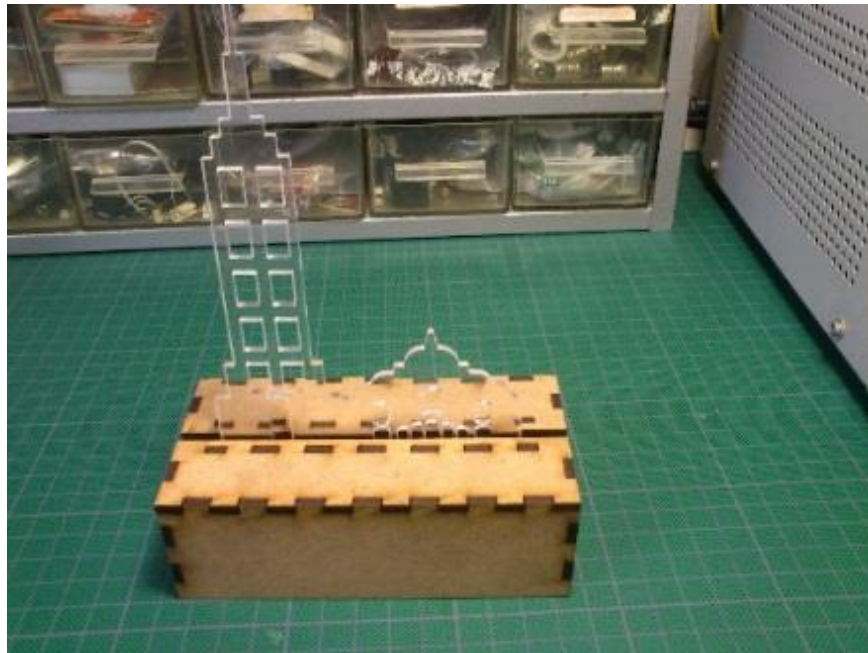
*Imagen 12: Primer proyecto, en su etapa de concepto*

Es por la razón anterior que se replantea el concepto, sin perder de vista el objetivo de esta práctica. Resultando en el diseño mostrado abajo en la imagen 13

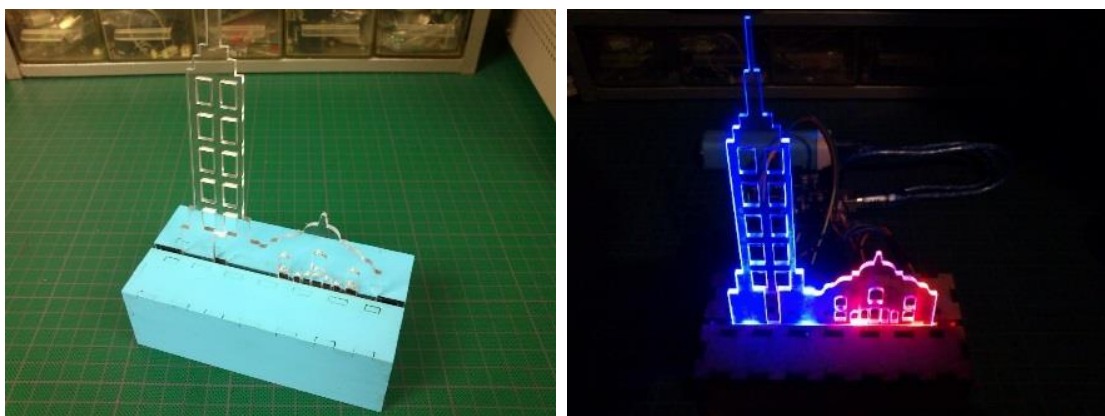


*Imagen 13: Segunda iteración del primer proyecto*

Si bien el diseño mostrado en la imagen 13 soluciona el problema del desfase de temporada, surge el problema de que es excesivamente sencillo de ensamblar y este proyecto sufre una nueva modificación, imágenes 14 a 16, con esta modificación que realicé, se utiliza material “acrílico”, como difusor de la luz que proyectan los ledes, la clase hace alusión al evento llamado “Filux” dando así un contexto a la clase y de esta manera enriquecerla.



*Imagen 14: Se muestra el ensamble total (arriba.)*



*Imágenes 15 y 16: Ensamble con terminado (arriba der.) y proyecto funcionando (arriba izq.)*

Con este proyecto realicé la primera evaluación en costo de un proyecto y el área que debe tener cada diseño para así mantener el precio en los siguientes proyectos. Para cada uno de los diseños CAD, realicé los planos para realizar la manufactura por corte láser, estos planos deben seguir un protocolo dependiendo de la potencia a la que serán cortados y el orden del mismo, para esto los colores que asigné fueron los que la empresa de corte láser nos dio, se muestran en la imagen 17 y así generar los planos de corte láser para cada modelo.

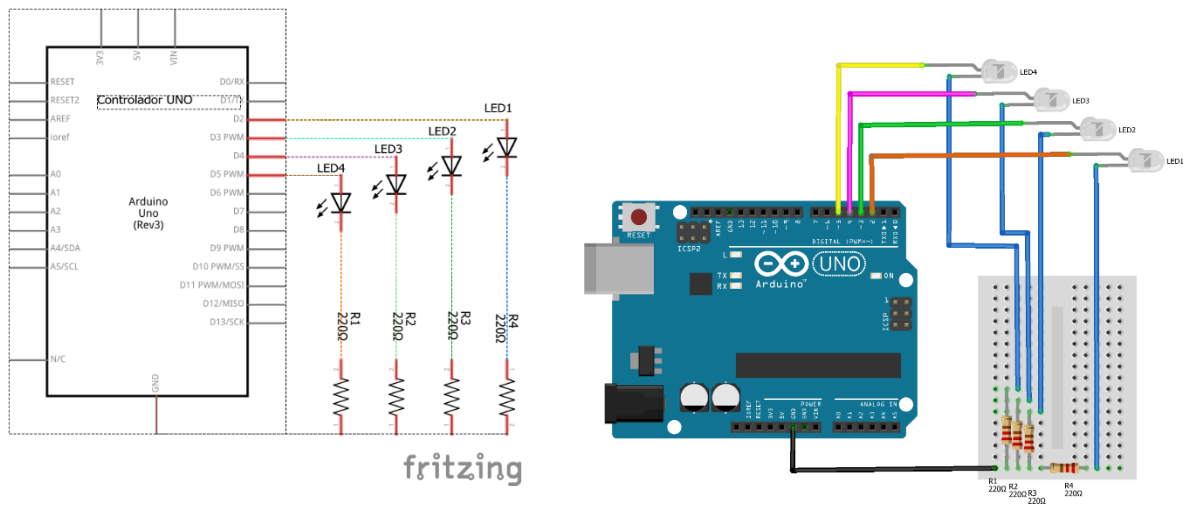


*Imagen 17: Protocolo de indicaciones para corte láser.*

Cada uno de los proyectos del kit consta de diversas prácticas en forma de ejemplos y retos propuestos que ayuda a docentes y alumnos, los ejemplos van acompañados de circuitos y programas, con contenido contextual del proyecto y teoría. En el proyecto número uno, el tema principal es conocer los ledes y realizar ejercicios de programación, para esto sugerí el contexto

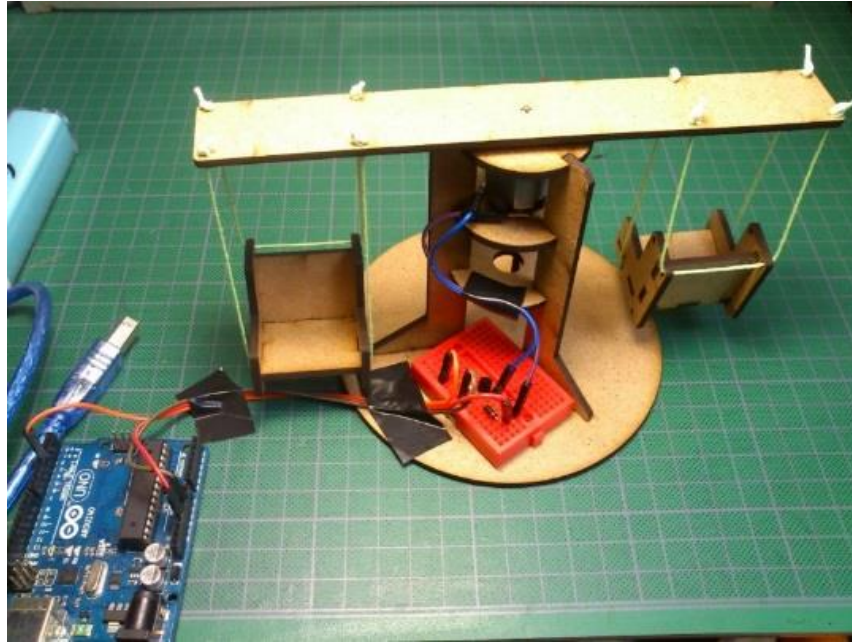


“Filux” el cual consiste en una feria de luces que se ha organizado en la ciudad de México en diversas ocasiones, los ejemplos indican paso a paso el armado desde la conexión de un led hasta cuatro ledes y cada ejemplo a su vez tiene ejemplos de programación, todo esto se realiza antes de armar el proyecto. Uno de los ejemplos de conexión electrónica se observan en la imagen 18, se observa el diagrama esquemático y el diagrama de conexiones. En el ANEXO C, se muestra el ejemplo de programación correspondiente desarrollado en la interfaz de programación de la plataforma ARDUINO®, participé en el diseño de los circuitos electrónicos y supervisé cada uno de los programas que acompañan a los proyectos.



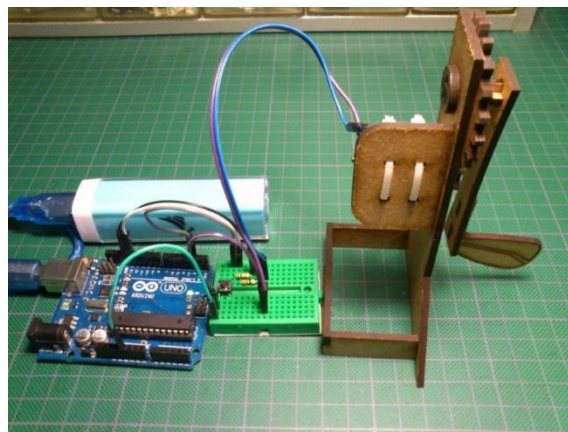
*Imagen 18: Diagrama esquemático (izq.) y diagrama de conexiones (der).*

Diseñé el proyecto de sillas voladoras (imagen 19), en el cual una barra transversal está conectada directamente al motor de corriente directa, aquí el alumno tendrá un primer acercamiento a los conceptos de transistor, motor de corriente directa y el control de velocidad por medio de la instrucción PWM.



*Imagen 19: Proyecto “Sillas voladoras”, ensamblado.*

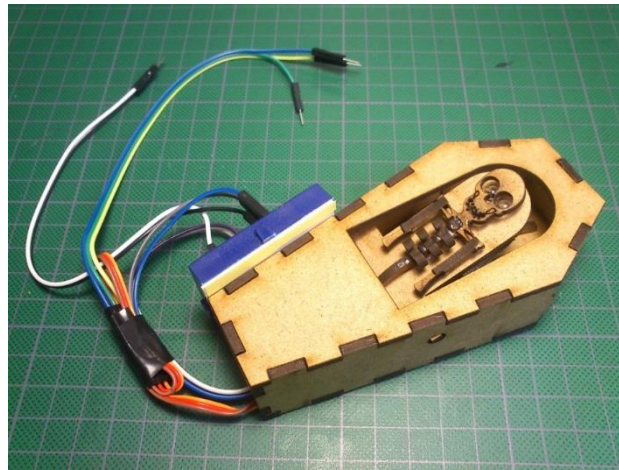
Al proyecto “golfito” (imagen 20), le realicé modificaciones, al principio se le llamó pateador y el motor se conectaba directamente a una “pierna” manufacturada en material MDF, con la modificación el motor de corriente directa está ensamblado a un engrane piñón y mueve un segundo engrane el cual está conectado a un palo de golf. Con este proyecto el alumno reforzará el concepto de transistor, motores de corriente directa y reforzará este concepto por medio de una reducción de velocidad y aumento de fuerza del mecanismo, por medio de engranes.



*Imagen 20: Proyecto “Golfito”, ensamblado.*

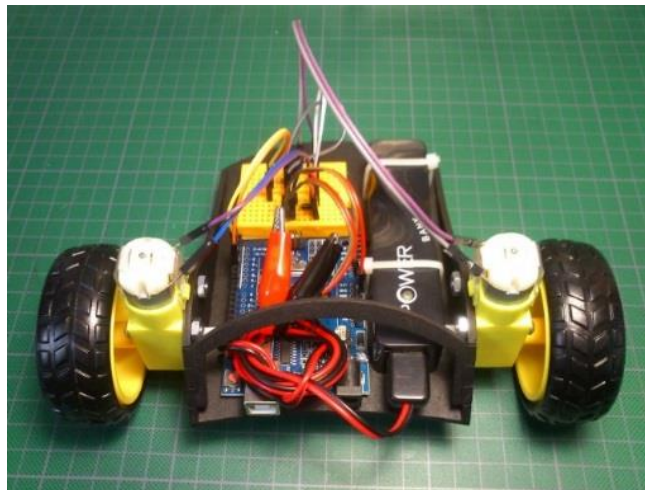
Con el proyecto Ataud (imagen 21), realicé modificaciones en la sujeción del servomotor, el servomotor se utiliza en la parte inferior del sistema óseo, levantando a este y encendiendo los ledes de los ojos. El servomotor presentaba un problema de sujeción, al principio se utilizó el material

MDF para fijarlo, cambiando esto a una sujeción por medio de cinturones de plástico “cinchos”. Con este proyecto el alumno conocerá un servomotor, su funcionamiento y posibles aplicaciones.



*Imagen 21: Proyecto “Ataud”, ensamblado.*

El último proyecto se denomina, carro motorizado, este proyecto lo diseñé primero de otra forma que utilizaba más material, resultaba inestable mecánicamente y de difícil armado. Por estas razones lo rediseñé, imagen 22. Con este proyecto el alumno conectará dos motores con reducción de velocidad (motoreductores) y podrá controlar su avance, paro o velocidad por medio de señales PWM y transistores. Cuando rediseñé este modelo, consideré la posibilidad de que las llantas se manufacturaran en corte láser y usar una liga, esta idea se descartó por la alta complejidad que resulta para las personas colocar la liga y adherirla, las ligas nuevas tienen un aceite para que se mantengan en buen estado, este aceite complica el ensamble de las llantas, así que se colocaron llantas pre fabricadas.



*Imagen 22: Proyecto “Carro motorizado”, ensamblado.*

Al terminar los cinco proyectos, evaluados, con clases desarrolladas, procedí a investigar a los proveedores mayoristas de material electrónico y para manufacturar las piezas en corte láser, para eso realicé y contacté a más de cincuenta proveedores, de ambos ámbitos. Para manufacturar cien kits preparé los archivos para corte láser, el tamaño se definió a partir del tamaño de la maquina cortadora láser de las dos empresas seleccionadas para manufacturar, el tamaño corresponde a 80x60 [cm].

Armé una lista completa del material empleado para cien kits educativos (que se muestra en el ANEXO D), dos empresas fueron las seleccionadas ya que ofrecen los mejores precios debido a que son importadores directos, uno de ellos ubicados en la ciudad de México y el otro en el estado de Puebla.

Para la elección de los proveedores, consideré costos, tiempos de entrega, calidad de manufactura y tiempos de entrega.

### **Resultados y aportaciones**

Logré entregar en tiempo y forma, con el apoyo de un equipo, cien kits, setenta y cinco de estas cajas se entregaron y vendieron a un colegio de la colonia Polanco en la CDMX, el resto de cajas se vendieron exitosamente a diferentes escuelas que imparten clases de robótica.

Contribución:

- Modelé en software CAD tres de los proyectos y rediseñé dos de ellos
- Seleccioné material para manufacturar
- Seleccioné material electrónico
- Conceptualización de las clases (progresividad y contexto)
- Seleccioné software a utilizar
- Capacité al personal que posteriormente se involucró en el proyecto
- Diseñé los circuitos electrónicos de cada proyecto
- Diseñé la sujeción mecánica de motores y ejes de motores de corriente directa
- Investigué a cerca de proveedores de manufactura y negociación con uno de ellos para disminución de costos
- Investigué

### **Conclusiones**

Gracias a este proyecto aprendí mucho acerca del diseño de producto, cumpliendo el objetivo propuesto, ya que con este proyecto la tecnología está llegando a más escuelas, a más alumnos y con la retroalimentación generada se planea que el proyecto pueda evolucionar en un futuro, por ejemplo separar cada uno de los proyectos en kits individuales.

Lo importante es continuar con la disminución de costos en el proceso de manufactura y para esto propuse evitar el uso de intermediarios principalmente en el tema de componentes electrónicos, es decir volvernos importadores directos sobre todo de la batería y la plataforma Arduino®, ya que estos resultan en los más complicados de importar por medio de terceros y los más costoso. También evitar el uso de intermediarios en el proceso de manufactura para ello, comprar la máquina

cortadora láser, esta permitiría prescindir de un tercero que manufacture y así disminuir costos, para esto es sumamente necesario considerar la posibilidad de hacer uso de programas gubernamentales de apoyo a empresas.

Logré diseñar e implementar un sistema que permite sujetar o ensamblar piezas cortadas en láser a ejes de motores, ahí existe una oportunidad grandiosa, la cual sigo probando y mejorando por cuenta propia, ya que si bien funciona también tiene sus limitantes.

El mayor logro de este proyecto fue el de poder vender cien de estos kits, en un tiempo relativamente corto, en menos de un mes ya se habían vendido todos. El director general y un servidor tuvimos una cita con el subdirector tecnológico de secundarias técnicas el licenciado Ricardo de Cristo Núñez Sandoval, el cual al mostrarle el kit educativo, lo recibió de forma grata y exitosa, realmente le gustó.

El proyecto aún continua, replanteando la forma de distribución y de diseños.

### **Bibliografía**

[0] <https://www.raptisrarebooks.com/wp-content/uploads/2016/09/23038-1.jpg>

[1] [https://es.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms](https://es.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms)

[2] <http://handyboard.com/cricket/about/>

[3] <http://handyboard.com/cricket/program/>

[4] <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

[5] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>

[6] <https://www.industrialshields.com/web/image/product.product/3/image>

[7] <https://store.arduino.cc/usa/arduino/education>

[8] [Pinterest.com](https://www.pinterest.com)

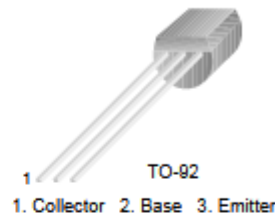
## ANEXO A



### BC546/547/548/549/550

#### Switching and Applications

- High Voltage: BC546,  $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



#### NPN Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage : BC548/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	100	mA
$P_C$	Collector Power Dissipation	500	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ C$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

#### Electrical Characteristics $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
$h_{FE}$	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
$C_{ib}$	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure	: BC546/547/548	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$	2	10	dB
		: BC549/550	$f=1KHz, R_G=2K\Omega$	1.2	4	dB
		: BC549	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$	1.4	4	dB
		: BC550	$R_G=2K\Omega, f=30\sim 15000MHz$	1.4	3	dB

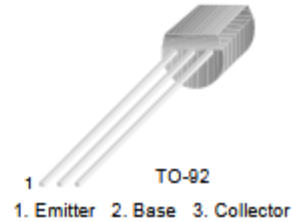
#### $h_{FE}$ Classification

Classification	A	B	C
$h_{FE}$	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

## ANEXO B

# PN2222

## General Purpose Transistor



## NPN Epitaxial Silicon Transistor

### Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CB0}$	Collector-Base Voltage	60	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	30	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	5	V
$I_C$	Collector Current	600	mA
$P_C$	Collector Power Dissipation	625	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

### Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$BV_{CB0}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C=10\mu\text{A}, I_E=0$	60		V
$BV_{CEO}$	Collector Emitter Breakdown Voltage	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	30		V
$BV_{EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E=10\mu\text{A}, I_C=0$	5		V
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=50\text{V}, I_E=0$		0.01	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$		10	nA
$h_{FE}$	DC Current Gain	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=0.1\text{mA}$ $V_{CE}=10\text{V}, *I_C=150\text{mA}$	35 100	300	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		1	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		2	V
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=20\text{V}, I_C=20\text{mA}, f=100\text{MHz}$	300		MHz
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$		8	pF

\* Pulse Test: Pulse Widths $\leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycles $\leq 2\%$





## ANEXO D

IMAGEN	MODELO	DESCRIPCION
	E-AR-1R3ECO	ARDUINO 1 R3 ECONOMICO CHIP CH340G con cable
	CG-POW1	POWER BANK CON CABLE
	CG-POW2	POWER BANK CON CABLE
		CABLE USB
	E-LED-ULTRA	LED ULTRABRILLANTE ROJO
	E-PB-170	PROTOBOARD 170 PUNTOS COLORES-ROJO-AMARILLO-VERDE-BLANCO-NEGRO Y AZUL TIENE QUE SER SURTIDO
	E-PB-B400	PROTOBOARD 400 PUNTOS BLANCO
		RESISTOR 330 OHMS 1/4 WATT
		RESISTOR 10kilo OHMS 1/4 WATT
	E-CB-DUP-H-M10	CABLE DUPONT HEMBRA A MACHO 10CM 40 TIRAS
	E-CB-DUP-M-M10	CABLE DUPONT MACHO A MACHO 10CM 40 TIRAS
	E-CB-DUP-H-M20	CABLE DUPONT HEMBRA A MACHO 20CM 40 TIRAS
	E-CB-DUP-M-M20	CABLE DUPONT MACHO A MACHO 20CM 40 TIRAS
	E-MOT-RED-R	MOTOREDUCTOR RECTO
	E-TRA-MP82222A0	TRANSISTOR MP82222A0
		DIODO RECTIFICADOR
	FO-CI-NYVE	Cincho Plástico 10 X 2mm 100 Piezas Verde
	E-MOT-3	MOTOR 3V
	E-MOT-3-3G80	SERVOMOTOR DE 1KG
	E-LLAN-A	LLANTA DE PLASTICO SOLAMENTE AMARILLA
	E-RUE-LOC	RUEDA LOCA DE METAL DE 16 MM
	E-BOT-MICRO	MICROSWITCH PUSH BUTON 6X8MM BOLSA DE 25 PZ