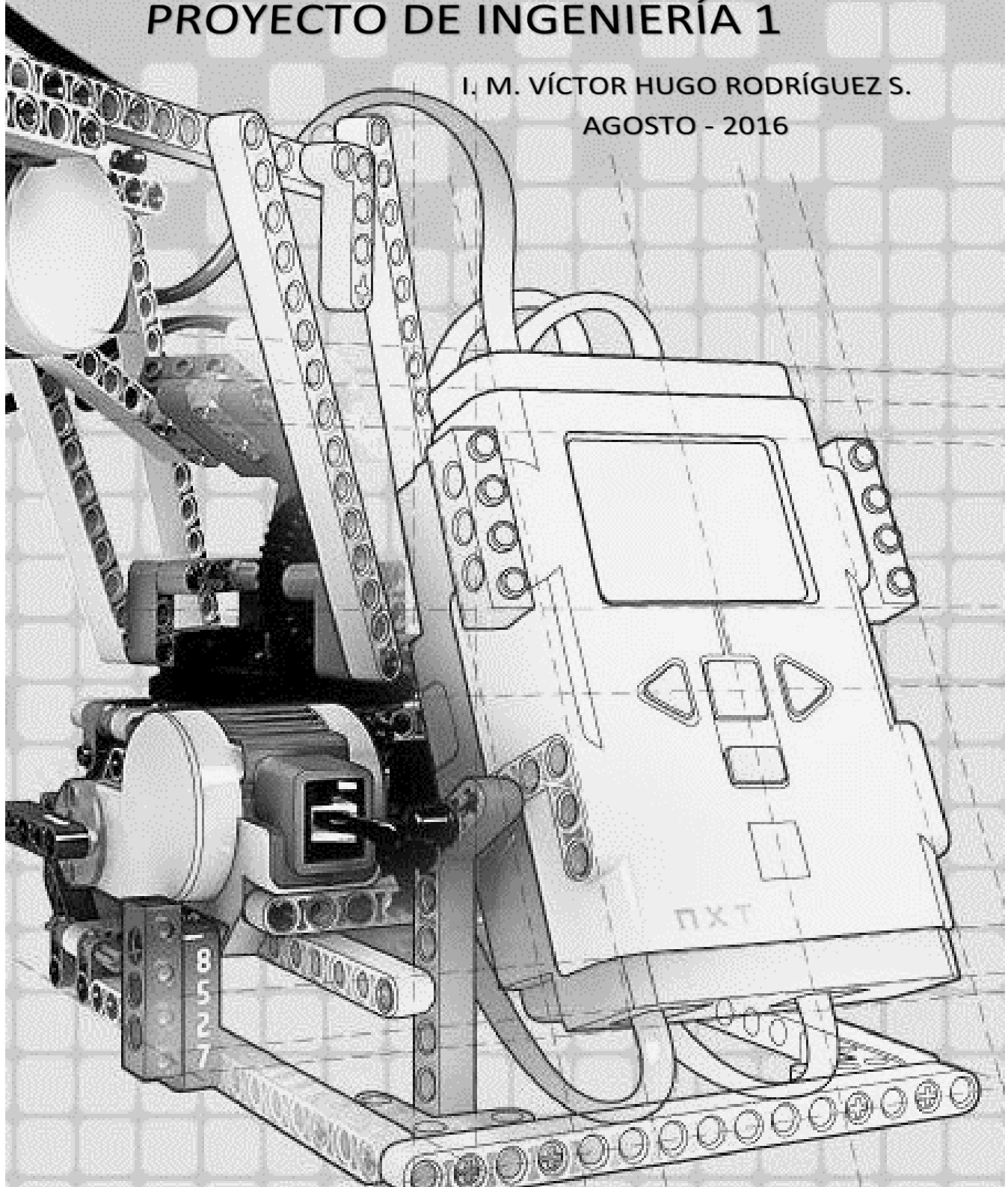


MÓDULO DEL CURSO PROYECTO DE INGENIERÍA 1

I. M. VÍCTOR HUGO RODRÍGUEZ S.
AGOSTO - 2016



UNIDAD 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 QUÉ ES Y CÓMO SE HACE UN PROYECTO

1.1.1 ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

Según el *Project Management Institute - o PMI* - un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible.

En general, un proyecto es un conjunto de acciones:

- No repetitivas,
- Únicas,
- De duración determinada,
- Formalmente organizadas,
- Que utilizan recursos

Y que generan:

- un producto,
- un servicio,
- una mejora, o
- un resultado.

El proyecto de ingeniería

Además de las características descritas, el *proyecto de ingeniería* se entiende también como el documento que contiene el conjunto de escritos, cálculos y dibujos que implica el proceso de resolución técnica del problema: se trata de un documento claro, detallado y conciso, con todas las especificaciones para la realización de la obra (producto, servicio, mejora o resultado), y la organización de medios, personas, materiales y métodos constructivos.



Todo proyecto de ingeniería tiene asignados unos objetivos, unas especificaciones a cumplir, un plazo de realización y un presupuesto a emplear. Estas son las partes fundamentales y que definen el documento definitivo y sirven, en muchos casos de documento contractual.

1.1.2 ¿CÓMO SE HACE UN PROYECTO?

Para realizar un proyecto este suele dividirse en etapas. El conjunto de estas etapas se conoce como *ciclo de vida del proyecto*.

Las etapas, o *ciclo de vida del proyecto*, son:

Inicio → Planificación → Ejecución → Cierre del proyecto

El conjunto de acciones y actividades que se llevan a cabo para alcanzar los resultados de cada etapa se muestran en la figura 1.

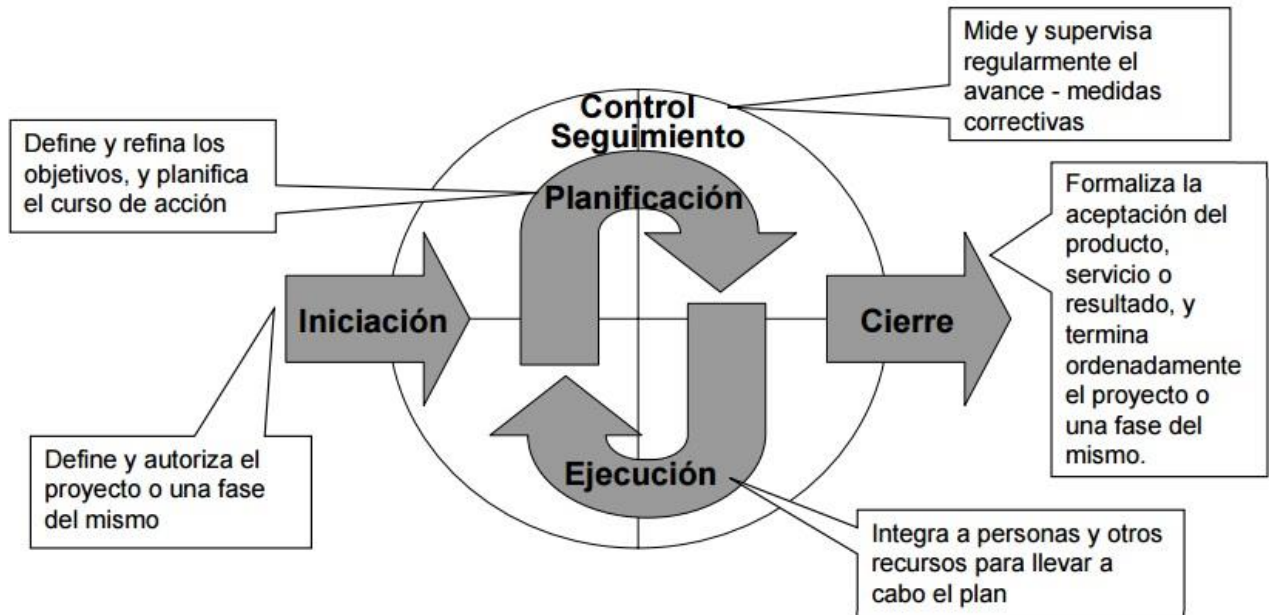


Figura 1 – Acciones y actividades en cada etapa del ciclo del proyecto.

Fuente: <http://materias.fi.uba.ar/7499/apuntes/CicloProy.pdf>

No existe una única manera, que sea la mejor, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto. Algunas organizaciones han establecido políticas que estandarizan todos los proyectos con un ciclo de vida único, mientras que otras permiten al equipo de dirección del proyecto elegir el ciclo de vida más apropiado para el proyecto del equipo. Asimismo, las prácticas comunes de la industria a menudo conducen a usar un ciclo de vida preferido dentro de dicha industria (PMI, 2013).

En el este curso las 4 etapas del proyecto se definen de la siguiente manera:

Etapa 1 - Inicio: Definición del problema y alternativas de solución

En esta etapa se identifica y caracteriza un problema real relacionado con una necesidad de la sociedad; se revisa la literatura existente en busca de información que permita plantear diferentes alternativas de solución (metodologías), las cuales se deben evaluar para optar por una que optimice el resultado esperado.

En resumen, en esta etapa se plantea el problema y se esboza la solución en un proceso que consta de los siguientes pasos:

1. Detección de la necesidad,
2. planteamiento del problema,
3. búsqueda de fuentes de información,
4. generación de soluciones posibles, y
5. selección de la mejor solución.

Etapas 2 - Planificación

En esta etapa se recogen los planteamientos iniciales y se define la metodología de solución adoptada. Se incluyen las descripciones pertinentes, los planos a gran escala y las valoraciones aproximadas. Es el marco del proyecto o *anteproyecto*.

Esta etapa consta de los siguientes pasos:

1. Formulación del problema,
2. formulación de los objetivos del proyecto,
3. elaboración del marco teórico,
4. hacer la propuesta metodológica,
5. determinar los recursos necesarios (presupuesto), y
6. elaboración del cronograma.



Etapas 3 – Ejecución

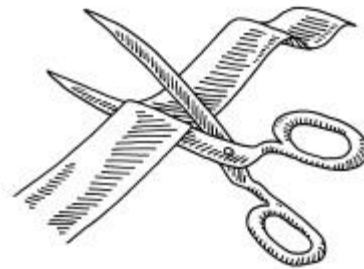
Esta etapa se refiere a la puesta en marcha de las acciones estipuladas o previstas en la metodología para alcanzar el objetivo general del proyecto, una vez garantizada la disponibilidad de los recursos necesarios. Esta etapa también puede ser entendida como de administración del proyecto.

Esta etapa consta de los siguientes pasos:

1. operación (construcción),
2. evaluación y pruebas.

Etapas 4 – Cierre

En esta etapa se formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado y se da por terminado el proyecto.



1.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PROYECTO



La Estructura organizativa del proyecto debe ser la adecuada para el alcance del proyecto, el tamaño del equipo y las condiciones locales donde se desarrolle el proyecto: un proyecto puede involucrar a una única persona o a varias personas, a una única unidad de la organización, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones.

Una organización adecuada del proyecto permite:

- conseguir una asignación clara de tareas, responsabilidades y competencias,
- gestionar la cooperación, la comunicación y la coordinación de todos los participantes en el proyecto, y
- garantizar una rápida adaptación del proyecto a condiciones u objetivos cambiantes.

Hasta ahora, el fijar determinados ámbitos de tareas y responsabilidades y/o roles de proyecto siempre ha dado buenos resultados. La estructura de proyecto más general tiene los siguientes roles:

- El **Ejecutivo**: es la persona o grupo de personas encargado de la financiación del proyecto. El Ejecutivo es por lo tanto quien tiene el mayor poder de decisión y asume la responsabilidad del éxito del proyecto.

- La **Comisión de Proyecto** (a menudo también denominada Junta de Proyecto) representa al Ejecutivo y es el más alto gremio para la gestión estratégica del proyecto. La **Junta de Proyecto** toma las decisiones básicas relativas al objetivo y la amplitud del proyecto.
- El **Director del Proyecto** se encarga de la gestión operativa del proyecto.
- El **Equipo de Proyecto** realiza la labor técnica. El *equipo de trabajo* debe aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.

La organización debe implementarse de acuerdo a las etapas del proyecto, debe estar documentada y formalizada, se deben identificar los roles, la autoridad y la responsabilidad de cada uno de los integrantes del equipo del proyecto; los responsables han de ser identificados y nominados.



Una de las formas más comunes en la definición de una organización, es la de establecer desde el principio una unidad independiente a cargo de la ejecución del proyecto; dentro de esta modalidad se pueden distinguir dos tendencias: por un lado, cuando la organización se orienta hacia el proyecto y por otro lado cuando se encamina hacia la operación (Miranda, s. a.). La característica principal de la primera modalidad (figura 2), es que toda la autoridad es entregada al director del proyecto; en efecto, bajo su responsabilidad se dispone la mayor cantidad de recursos posible; y las unidades de la organización se definen de acuerdo a las tareas por cumplir.



Figura 2 – Diagrama de la Organización orientada al proyecto.

Fuente: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v16n4/aci101007.pdf>

Por otro lado, la organización orientada a la operación (figura 3), agrupa actividades similares con un propósito común de áreas funcionales y se basa desde luego en los principios de especialización y división del trabajo, la amplitud de control, y distingue entre tareas ejecutivas y asesoras.

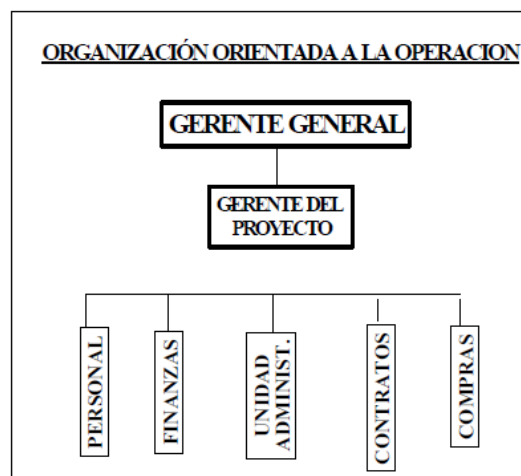


Figura 3 – Diagrama de la Organización orientada a la operación.

Fuente: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v16n4/aci101007.pdf>

Se trata de un modelo de estructura piramidal donde el *director del proyecto* opera con un grupo de personas claves, cada una a cargo de una determinada área funcional (ingeniería, finanzas, recursos humanos, procedimientos administrativos) las que a su vez pueden subdividirse en organizaciones funcionales más especializadas (como ingeniería de hardware e ingeniería de software, p. e.)

Organización operativa para el proyecto de curso



Los integrantes del grupo de trabajo colaborativo conformarán el *equipo de proyecto* (Team Members -TM- en el argot de proyectos) encargados de ejecutar la parte operativa del proyecto. Para el desarrollo del proyecto de curso se sugieren los siguientes roles:

Director del proyecto (DP)

Es el integrante del grupo de trabajo colaborativo responsable de la planificación del proyecto; dirige el proyecto mediante la coordinación de la ejecución de cada una de las tareas del proyecto y realiza el seguimiento del proyecto con el objeto de comparar el progreso del mismo en relación con lo establecido en la programación inicial.

TM responsable del hardware

Es el integrante del grupo de trabajo colaborativo que más debe conocer sobre las componentes del kit LEGO MINDSTORM EV3, especialmente lo que refiere a sensores. Será el responsable del diseño y armado del robot que permita solucionar el problema planteado.

TM responsable del software

Es el integrante del grupo de trabajo colaborativo que más debe conocer sobre la programación del bloque del kit LEGO MINDSTORM EV3. Será el responsable del diseño y desarrollo del programa que permita solucionar el problema planteado.

TM responsable de las comunicaciones

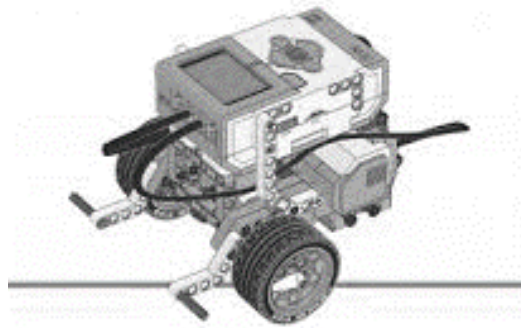
Es el integrante del grupo de trabajo colaborativo responsable de la comunicación entre el tutor y el grupo de trabajo colaborativo; también es responsable de recopilar y sistematizar la información para elaborar los informes y documentar los procesos del proyecto.

TM responsable del control

Es el integrante del grupo de trabajo colaborativo que asiste al Director en sus funciones de supervisión y control; es responsable de alertar al Director de que algún miembro del equipo no esté cumpliendo con sus funciones individuales y/o de grupo y especialmente de que se pueda llegar a incurrir en retrasos en la ejecución de alguna actividad de acuerdo con lo previsto en el cronograma del proyecto.



1.2 QUÉ ES LEGO MINDSTORM?



La plataforma LEGO MINDSTORMS es un juego de robótica desarrollado por la compañía LEGO en colaboración con el MIT (Massachusetts Institute of Technology). El kit básico proporciona los elementos básicos (sensores, servos y partes mecánicas) para construir robots sencillos.

A finales de los años 90, cuando se generalizó el acceso a las computadoras, LEGO sacó al mercado un nuevo producto. Este producto fue el Robotics Invention System (RIS) y se convirtió en la primera versión de la línea de productos LEGO MINDSTORMS. Salió al mercado en 1998, y contaba con un bloque o ladrillo (*brick* en inglés) con un microcontrolador de 8 bits (Hitachi H8/3000) sobre el que se ejecutaban los programas que hacían que el robot interactuase con el entorno. El nombre de este primer bloque fue RCX. El kit RIS estaba compuesto por el bloque RCX, sensores y actuadores así como piezas estándares de LEGO que permitían la creación de un gran número de estructuras. También incluía un software de programación para crear programas de ejecución.

En 2006 salió al mercado el producto LEGO MINDSTORMS NXT en sustitución del kit RIS. Este nuevo producto era totalmente distinto en apariencia y prestaciones. El nuevo bloque se comercializó bajo el nombre de NXT. Las prestaciones que ofrecía eran mayores: USB, Bluetooth, LCD más grande, microcontrolador de 32 bits (con mayor capacidad de cómputo), etc. Además, se incorporaron nuevos sensores más precisos y motores más potentes. Desde 2009, LEGO comercializa una nueva versión, el LEGO MINDSTORMS NXT 2.0. Este modelo ofrece las mismas características que el modelo anterior pero con algunas mejoras en cuanto al software y sensores.

En 2013 comenzó a comercializarse la tercera generación EV3 (evolution 3). La versión normal permite realizar cinco modelos de base. En el sitio web de acompañamiento hay robots adicionales.

1.2.1 EL HARDWARE

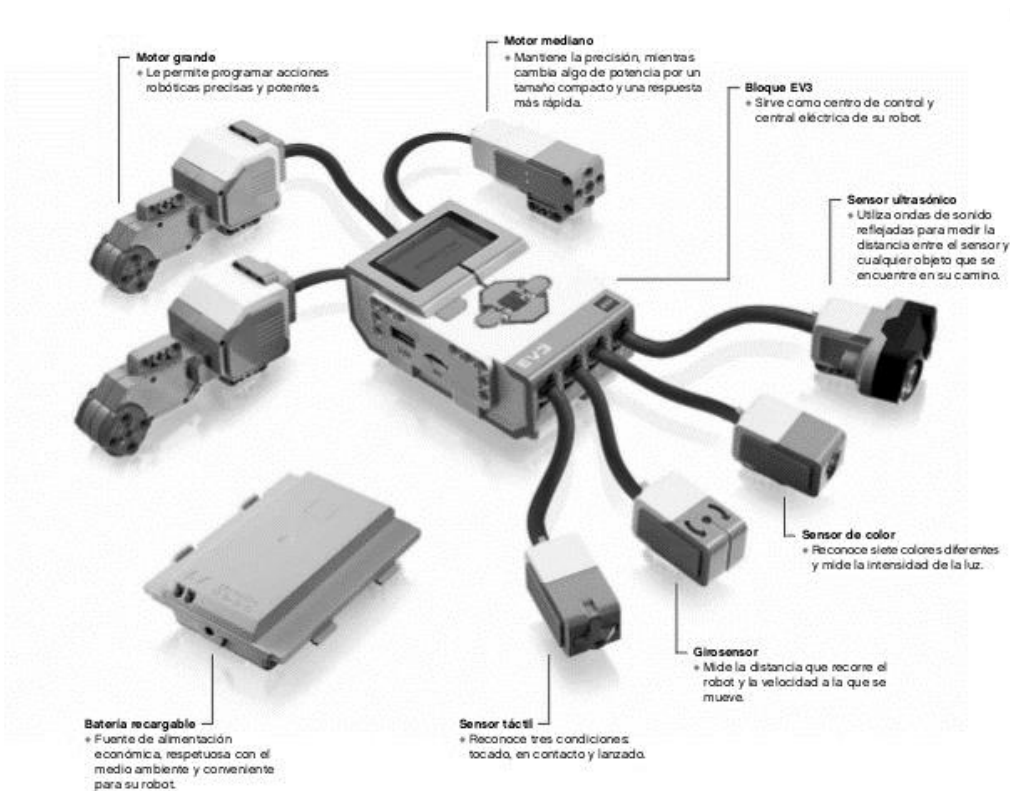


Figura 2. Componentes robóticos del sistema LEGO MINDSTORM EV3

Fuente: <http://es.slideshare.net/maestro21edu/gua-de-uso-lego-mindstorm-ev3-45544>

El bloque EV3 actúa como centro de control y fuente de potencia del robot. Consta de:

- 4 puertos de salida rj12 modificada (para conectar los motores al bloque EV3)
- Un puerto mini USB para PC (para conectar el bloque EV3 a un ordenador)
- Un puerto de host USB (para agregar un conector Wi-Fi y establecer conexiones en cadena)
- Un puerto para tarjetas Micro SD (para ampliar la memoria disponible en el bloque EV3)
- Un altavoz integrado
- Receptor de señales infrarrojas para recibir comandos
- Receptor Bluetooth y wifi.

Las conexiones rj12 modificada son cabezales de rj12 normales a excepción de que la pestaña no la tienen en el centro sino desviada hacia un lateral. Esta modificación está hecha para que los cables no sean compatibles con las entradas de teléfono, que funcionan a voltajes más altos que los de seguridad.

El conjunto se completa con

- 2 servomotores (paso a paso) grandes y un servomotor (paso a paso) pequeño
- Sensores de color, de contacto
- Mando a distancia por señales infrarrojas
- Guía de usuario
- las piezas de fijación, de movimiento y flexibles especiales, las fijas compatibles con Lego Technic.

1.2.2 EL SOFTWARE

La programación del LEGO MINDSTORMS se realiza a través del software que se adjunta en el empaque original, este trae el firmware del robot y un programa que emula un árbol de decisiones, para los cuales, el usuario debe programar las acciones para que ejecute el robot. En el software se encuentran modelos pre-establecidos para cada modelo de robot que puede ser construido y que viene recomendado en el empaque.

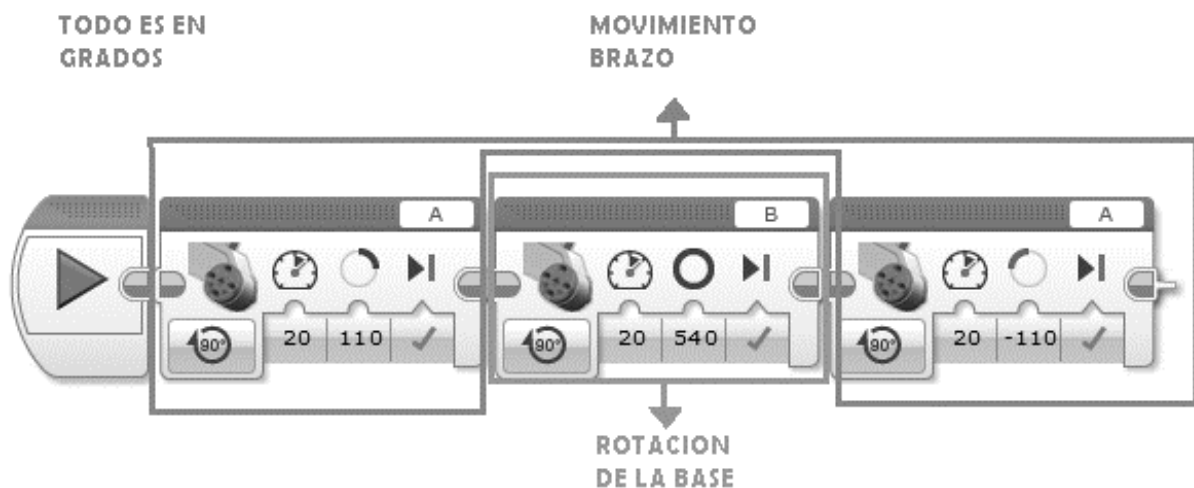


Figura 3. Entorno software EV3

Fuente: cefire.edu.gva.es/mod/resource/view.php?id=95924&redirect=1

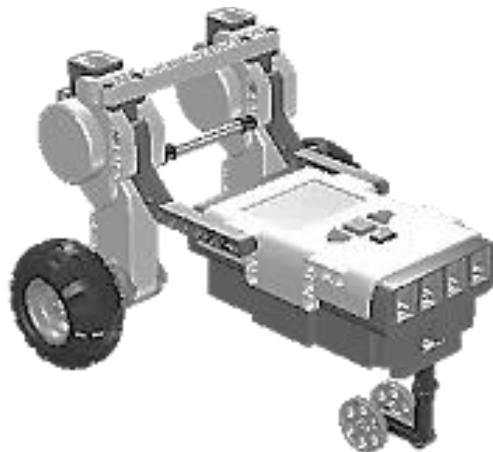
Una de las principales características de este software de programación, es su entorno visual, el cual mediante el posicionamiento y configuración de bloques da la posibilidad a cualquier usuario aprendiz acostumbrarse rápidamente a la programación en el EV3. Este lenguaje permite las instrucciones secuenciales, instrucciones de ciclos e instrucciones de decisiones, éstas últimas, basadas en los datos reportados por los sensores que se puede añadir al robot.

El software Lego EV3 se instala en un ordenador Windows o Mac y se utiliza para escribir programas, enviarlos al robot EV3 y ejecutarlos en él. Es una herramienta que facilita la introducción visual e intuitiva a la programación. Propone un catálogo de bloques que se van situando en una secuencia lineal a la vez que se configuran sus parámetros de comportamiento. Está orientado a la elaboración de proyectos *.EV3 dentro de los cuales es posible organizar distintos programas, incorporar recursos multimedia (imágenes, audios, vídeos, etc) a través del editor de contenidos, añadir comentarios y textos anexos, etc.

Junto con el kit Lego EV3 Education se proporciona la versión del software de programación específico para este pack.

Para Windows es un archivo instalador EXE cuyo nombre es del tipo: LME-EV3-WIN32-ES-01-01-full-setup.exe. Para Mac es un archivo instalador DMG cuyo nombre es similar a: LME-EV3-OSX-ES-01-01-full-setup.dmg.

En la dirección <http://www.lego.com/es-es/mindstorms/downloads/download-software> se puede obtener la versión Home o Retail del programa para Windows o para Mac.



UNIDAD 2. UN CASO PRÁCTICO

2.1 SITUACIÓN PROBLÉMÁTICA

En una planta nuclear se requiere transportar un material altamente radiactivo de una zona aislada a otra. A pesar de que la sustancia está encapsulada existe el riesgo de que en el transporte se libere radiación, de manera que ningún ser humano puede entrar en contacto con ella en la zona de transporte, por lo que en la planta se ha demarcado la trayectoria que debe seguir la capsula con una línea negra sobre un fondo blanco, como se ilustra en la figura 4. La sustancia y su contenedor sólo pesan 60 gramos.

RECURSOS: Kit LEGO MINDSTORM NXT.

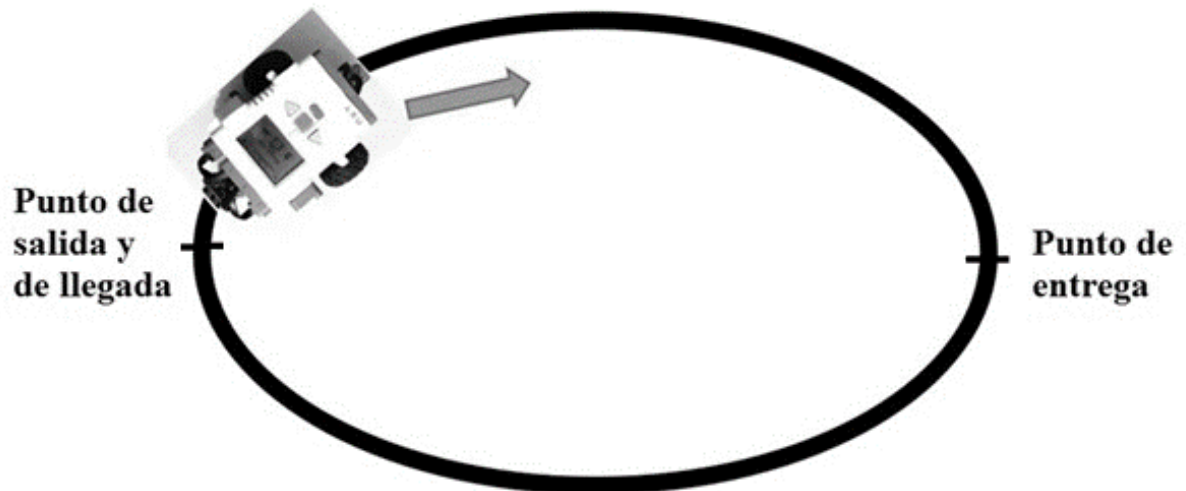


Figura 4. Ilustración del problema a solucionar.

Fuente: <http://www.julio.sandria.org/robotica/lego-mindstorms/49-robot-seguidor-de-linea-con-lego-mindstorms-nxt.html>

2.2 ETAPA 1: INICIO

Descrita la situación problemática, el grupo de trabajo colaborativo debe definir cuál es el problema que se pretende solucionar a través del proyecto. Este paso es de suma importancia, pues el planteamiento del problema debe de hacerse de una manera clara y concisa, incluyendo todos los elementos necesarios para delimitar específicamente cada una de las características del problema. Una vez planteado el problema se revisa la literatura existente en busca de información adicional acerca del recurso con el que cuentan (Kit LEGO MINDSTORM EV3) que les permita proponer diferentes alternativas de solución, las cuales se deben evaluar para optar por una que optimice el resultado esperado.

El grupo debe elaborar un informe que contenga los siguientes puntos:

1. Planteamiento del problema.
2. Resumen de las consultas realizadas citando las fuentes (mínimo 10 fuentes; estas son la base del marco teórico).
3. Posibles soluciones propuestas (mínimo 3).
4. Evaluación y selección de la solución óptima (diseño conceptual del prototipo).

2.2 ETAPA 2. PLANIFICACIÓN

En esta etapa se recogen los planteamientos iniciales y se desarrolla la metodología de solución adoptada. Se incluyen las descripciones pertinentes, los bocetos de los planos del prototipo (hardware) y el diseño conceptual del programa (software) que permiten resolver el problema. Es el marco del proyecto.

En esta fase se elabora un informe llamado **anteproyecto** que consta de los siguientes puntos:

1. Título del proyecto.
2. Introducción: Breve reseña de lo que es el proyecto.
3. Formulación del problema: Es el mismo planteamiento del problema, pero expresado en forma interrogativa (de pregunta).

4. Objetivo general y objetivos específicos: Metas a alcanzar para resolver el problema.
5. Justificación: Razones por las que el problema debe ser resuelto.
6. Marco teórico: Compendio de lo que se debe saber para resolver el problema.
7. Metodología: Técnicas y procedimientos para resolver el problema (diseño básico de los subsistemas del prototipo).
8. Presupuesto: Costo de los recursos (humanos y materiales) que se necesitan para resolver el problema.
9. Cronograma: Se especifican las actividades en función del tiempo de ejecución.
10. Bibliografía: Lista de referencias bibliográficas.
11. Anexos: Elementos adicionales que se han excluido del texto.

2.3 ETAPA 3. EJECUCIÓN

En esta etapa se ejecutan las acciones estipuladas o previstas en la metodología para alcanzar el objetivo general del proyecto, una vez garantizada la disponibilidad de los recursos necesarios.

En esta fase se desarrollan los siguientes puntos:

1. Diseño: Diseño detallado de los subsistemas del prototipo, hardware y software.
2. Construcción: En laboratorio se hace el armado del prototipo e instalación del software,
3. Evaluación y pruebas: En laboratorio se verifica el desempeño de los componentes del hardware y la funcionalidad del software, y se hacen los ajustes que se requieran.
4. Operación: Se pone en funcionamiento el prototipo para verificar que resuelve el problema real y se mide el tiempo de ejecución.
5. Resultados: Se hace el registro (en video) del desempeño del prototipo en la solución del problema (debe quedar en el video el registro del tiempo empleado por el prototipo en recorrer la pista).

2.3 ETAPA 4. CIERRE

En esta fase se da por terminado el proyecto y se concluye con la aceptación o no del prototipo como producto del proyecto, en relación con el cumplimiento o no de los objetivos propuestos; y, a partir de la experiencia de ejecución de este proyecto, se dan las recomendaciones pertinentes para no incurrir en los mismos errores en la ejecución de futuros proyectos similares a este (lecciones aprendidas) y/o para mejorar el desempeño del prototipo.

En esta fase se elabora un informe llamado “informe final” que consta de los siguientes puntos:

1. Título del proyecto.
2. Introducción: Breve reseña de lo que es el proyecto.
3. Formulación del problema: Pregunta que expresa lo que se quiere resolver.
4. Objetivo general y objetivos específicos: Metas a alcanzar para resolver el problema.
5. Justificación: Razones por las que el problema debe ser resuelto.
6. Marco teórico: Compendio de lo que se debe saber para resolver el problema.
7. Metodología: Técnicas y procedimientos para resolver el problema (diseño detallado de los subsistemas del prototipo).
8. Resultados: Se presenta el diseño detallado de los subsistemas del prototipo y el registro en video (link de YouTube) del desempeño del prototipo en la solución del problema en contraste con los objetivos planteados.
9. Conclusiones y recomendaciones: Se indica si se cumplieron o no los objetivos propuestos y se dan recomendaciones para no incurrir en los mismos errores en la ejecución de futuros proyectos similares a este (lecciones aprendidas) y/o mejorar el desempeño del prototipo.
10. Bibliografía: Lista de referencias bibliográficas.
11. Anexos: Elementos adicionales que se han excluido del texto (por ejemplo, planos detallados y programa en EV3).

BIBLIOGRAFÍA

1. PMI, 2013. Guía del PMBOK. 3ª. ed. EUU. Recuperado de <http://www.fnmt.es/documents/10179/119827/Descargar+Documentaci%C3%B3n++Gesti%C3%B3n+de+Proyectos/b34b9d76-9e62-4fcb-adbd-a0e5d675b4b4>
2. Jiménez, J. J. (s. a.) La organización. En Gestión de Proyectos. pp 155-184. Recuperado de http://antioquia.gov.co/banco-proyectos/6_organizacion.pdf
3. Ciclos de Proyectos. Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/7499/apuntes/CicloProy.pdf>
4. Roles en la gestión del proyecto. Recuperado de <http://www.talaia-openppm.com/index.php/producto/concepto-de-uso/roles/?lang=es>
5. La organización funcional. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v16n4/aci101007.pdf>
6. Proyecto de Ingeniería. Recuperado de www.scoutscampeche.galeon.com/Ingenieria/parte_3.doc
7. El Documento de Proyecto de Ingeniería. Recuperado de <http://www.escet.urjc.es/~pad/WEB2005/DOCENCIA/PROYECTOS/curso%202005%202006%20para%20la%20web/3%20el%20proyecto%20de%20ingenieria%20apuntes.pdf>
8. Guía de Usuario Lego Mindstorm EV3. Recuperado de <file:///C:/Users/estudiante/Downloads/User%20Guide%20LEGO%20MINDSTORMS%20EV3%2010%20All%20PT.pdf>