

Universidad Católica Santiago de Guayaquil

TESIS:

Lego Mindstorms NXT
"La Robótica"

Integrantes del Grupo:

Cadena Robins L.
Gómez Cotto J.

Ciclo: IV

INDICE

| | |
|--|------------------|
| Visión..... | Pag.1 |
| Misión..... | Pag.2 |
| Lego Mindstorms NXT..... | Pag.3 |
| Hardware..... | Pag.4 |
| Software..... | Pag.5 |
| Modelo Robot Mindstorms NXT..... | Pag.6-9 |
| Características del Robot Mindstorms NXT..... | Pag.10-14 |
| Bloqueo NXT, Firmware..... | Pag.15 |
| Motores del Robots Mindstorms NXT..... | Pag.16 |
| Piezas Especiales del Robots Mindstorms NXT..... | Pag.17-18 |
| Metodología de desarrollo del Mindstorms NXT..... | Pag.19 |
| Lenguajes de Programación Alternativos NXT..... | Pag.20 |
| Problemas de Adaptación del Mindstorms NXT..... | Pag.21 |
| Sensores del Mindstorms NXT..... | Pag.22-23 |
| Historia de la Robótica..... | Pag.24-27 |
| Presupuesto..... | Pag.28 |
| Conclusión..... | Pag.29 |
| Bibliografía..... | Pag.30 |

VISIÓN

Una de las áreas en auge en la tecnología es la robótica, en cuanto a concepción, diseño, desarrollo y fabricación involucra diversas especialidades de la ingeniería como: electrónica, mecánica, informática, física, diseño industrial, etc.; razón por la que muchas instituciones educativas escolares buscan implementar laboratorios de ciencia y tecnología en kits, módulos y de esta forma innovar y brindar una educación tecnológica acorde con los retos que la revolución científico y tecnológica actual exige.

MISIÓN

Nuestra misión en NXT, es una labor integral que involucra la investigación y desarrollo de propuestas para un modelo de educación tecnológica acorde a los retos que exige el nuevo milenio, a través de kits y módulos; así mismo, el diseño, desarrollo y dictado de talleres de robótica a jóvenes de un nivel de educación superior y talleres de capacitación tecnológica a profesores de nivel superior.

LEGO Mindstorms NXT

Publicado el 20-01-2010 a las 11:00 por ZeroZen



El Mindstorms NXT de Lego incluye tres motores servo, sensor de sonido, sensor de luz, sensor de tacto, se comunica vía Bluetooth, tiene puerto USB, pantalla de 100×64 pixeles y parlante de 8 khz entre otros. El cerebro del juguete es un procesador ARM7 de 32 bit, al cual le puedes dar ordenes desde tu PC o Mac.

Jugando con LEGO MindStorms: NXT



Primeros pasos con el robot Lego Mindstorms NXT. Información útil en la red sobre programación, comunicación, hardware, etc.

HARDWARE

Las especificaciones del dispositivo son:

- Micro principal: ARM7 de 32 bits (a 48 MHz), que cuenta con 256 KiB de Flash y 64 KiB de RAM (ya sé que parece poco, pero es suficiente para muchas cosas)
- Micro de sensores: AVR de 8 bits (a 8 MHz), con 4 KiB de Flash y 512 bytes de RAM
- Bluetooth (SPP, Serial Port Profile, class II Device, 10 metros)
- USB 2.0 (12 Mib/s)
- 7 conectores (RJ-12 con el tope a la derecha, de 6 hilos) para sensores, motores, etc.
- Display LCD, con pad de 4 botones
- Speaker interno
- Alimentación: 6 pilas AA



- Además, internamente tenemos un conector JTAG conectado directamente al micro ARM y otro para el AVR.
- Tiene un micro principal, encargado de ejecutar el software que quieras (de fábrica cuenta con un firmware de LEGO) y del bluetooth, y uno secundario encargado de los sensores y los motores.
- Una posible pega: las baterías, que lleva 6 pilas. La autonomía depende del uso que le demos, pero si no tiras mucho de los motores, no es del todo mala. Resolverlo es fácil: usar pilas recargables o alimentarlo directamente desde una fuente externa (con un par de pinzas de cocodrilo bastaría).

SOFTWARE

El software que te proporciona LEGO es para Windows. Este software sirve para programar el NXT, actualizar el firmware, controlarlo por medio de bluetooth, etc.

En principio es muy sencillo de usar, sobre todo teniendo presente la audiencia a la que va destinado. El lenguaje usado es conocido como NXT-G, un lenguaje de programación gráfico muy sencillo. Pero, evidentemente, no vamos a mancillar nuestro precioso disco duro instalando un windows (¿verdad?), así que podemos buscar soluciones alternativas. En este caso, yo me voy a centrar en GNU/Linux.



Buscando en la página de Mindstorms, no se vé por ningún lado que haya una versión compatible de su software, pero sí se puede ver algo bastante interesante: ¡el sistema operativo que lleva el chisme tiene una licencia “Open Source”! Bien, es un buen indicativo. Además, Lego proporciona herramientas para desarrollar: SDK (Software Development Kit), HDK (Hardware D. K.) y BDK (Bluetooth D. K.). Todo se puede descargar desde NXTreme.

En nuestro caso, lo primero que hicimos fue echar un vistazo al código fuente del firmware. En el EULA se nos explica que usaron el IAR Embedded Workbench que, en teoría, se adapta al ANSI C/C++. Si navegas un poco por las fuentes, descubrirás que el firmware es una implementación de una máquina virtual. Luego todo software que queramos correr sobre el NXT debe estar compilado para el bytecode que interpretará esa máquina virtual, en vez de ser código nativo para el ARM. Eso si no queremos hacer cambios sustanciales en el firmware (es decir, cambiarlo y poner otro, de lo que ya hablaremos).

También tenemos el BDK, Bluetooth Development Kit, que nos explica la interfaz entre el ARM y el core bluetooth. También los comandos que podemos enviar por bluetooth al NXT para controlarlo remotamente. Esto incluye el tratamiento de ficheros, upload, download, etc. Además, la capa de control de estos servicios está por debajo de la de bluetooth, lo que permite que los utilicemos tanto desde el bluetooth como desde el puerto USB.

Bien, hasta ahora tenemos suficiente información como para saber cualquier detalle de todo el juguetito. Además tenemos detalles de programación, etc. Podemos modificar el sistema operativo o incluso crear uno nuevo. De hecho, ya lo han hecho, pero de eso hablaremos más tarde. Ahora, lo siguiente que puede interesarnos es comunicarnos con el chisme desde nuestro equipo.

ROBOT NXT 2.0



Después de muchos meses de expectación, llega el nuevo Robot de Lego Mindstorms NXT 2.0.

El surtido de piezas del nuevo Mindstorms NXT 2.0 ha cambiado en muchos aspectos desde la última versión 1.0, más piezas, nuevos sensores, y todo ello para desarrollar 16 desafíos para los nuevos 4 modelos de robots que puedes construir fácilmente con las instrucciones que vienen junto con el nuevo software de programación.

Una gran variedad de elementos LEGO TECHNIC® se combina con los sensores ultrasónico, de **color** y presión en la próxima generación de robots intuitivos. Gracias a la Guía rápida incluida, el software de fácil manejo, y las instrucciones de montaje paso-a-paso, tanto los principiantes como los expertos disfrutarán al crear humanoides, vehículos y robots que obedecen nuestras órdenes!



El nuevo sensor de **color** no incluido en la versión anterior de LEGO Mindstorms NXT ha sido mejorado y puede detectar diferentes colores reales. Los Robots pueden "sentir" con sus dos sensores de presión, mientras que a través de los "ojos" ultrasónicos son capaces de medir distancias y movimiento.

Se trata de un robot de lego Mindstorms, concretamente el set nuevo NXT que nunca me gustó, salvo por los motores servo inteligentes y los conectores de cable j45, porque se alejaba del sistema RCX antiguo.

No quería enrollarme demasiado pero he entrado un poco en la historia de la robótica de Lego, para resaltar la evolución de este vídeo respecto a muchos otros de robots de Lego que también resuelven Rubik's:



1. **Cybermaster (2000): el primer cacharro computerizado de Lego**, el cual tuve la suerte de poseer y aún lo conservo. Fue pionero por ser el primer "brick" con microprocesador, el primero en necesitar y conectarse a un PC y el primer gadget inalámbrico de Lego (por radio con antenas duales). Permitía controlar dos motores fijos incrustados en el chasis más uno normal extra y aparte le añadieron tres sensores de tacto (pulsadores). Destacaría la sensibilidad y precisión del producto, todos los de Lego.



2. **Mindstorms 1.0, 1.5 y 2.0:** la revolución más importante de Lego de toda su historia EMHO. Renovaron el *brick* microprocesador en una única pieza más pequeña y más versátil llamada **RCX**. Esta permitía el libre uso de tres motores al no estar encerrados en la pieza, hasta tres sensores. A parte del sensor de tacto añadieron uno de temperatura, otro de luz y uno de movimiento. Además esta pieza era capaz de comunicarse con otros RCX lo que multiplica sus posibilidades. La tecnología de transmisión pasó a ser por infrarrojos (IR). Desarrollaron tres versiones de este producto con fuertes cambios de software pero apenas de hardware. El éxito definitivo fue que la comunidad de desarrolladores se volcó con este extraordinario producto creando interfaces y lenguajes de programación más potentes.



3. **Mindstorms NXT (2006):** la última versión, totalmente renovada. El *brick* procesador se llama NXT y es al menos 10 veces más potente que el antiguo RCX, además la tecnología de transmisión utilizada es *bluetooth*. Otra potentísima característica es que los motores tienen servos integrados por lo que conocen su posición y su movimiento. Esta característica es un salto evolutivo importantísimo.

Pues bien, el sistema del vídeo es el NXT #3. Las dos poderosas razones para resaltarlo son su simplicidad (pocas piezas, 3 motores, pocos engranajes) y la velocidad (apenas 1 minuto).

Sobreentendiendo que han introducido la configuración inicial del cubo y después el robot ejecutó su resolución. Es realmente rápido, una joya sorprendentemente sencilla.

Viene con un nuevo software con muchas características nuevas:

Sound Editor

Es una nueva aplicación que permite personalizar tu robot mediante ficheros de sonido. También puedes grabarlos en el PC con un micrófono (No incluido en la caja) y cargarlos en el NXT, para que el robot suene como una persona.

Picture Editor

Permite crear o importar imágenes, para pasarlas al NXT para que las muestre en el display.

Remote Control

¿Quieres controlar el robot sin tener que programar? Con Remote Control, podremos manejar todas las funcionalidades del Robot. Crea un modelo, y ya tienes el control sobre él.

Pack and Go

Con el nuevo software Pack and Go, puedes compartir tus programas con tus amigos, incluyendo todas las imágenes y sonidos necesarios. (Requiere que los otros usuarios también tengan el NXT 2.0).

Bluetooth Contact Block

Ahora tu robot se puede conectar y desconectar hasta con 3 robots, de esa forma pueden interactuar, y realizar máquinas u operaciones más complejas.

El software de programación está disponible tanto para PC como para Macintosh, y con el soporte Bluetooth, puedes incluso controlar al robot desde tu teléfono móvil!

LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 incluye:

- ✚ Ladrillo Inteligente NXT con un microprocesador de 32-bit.
- ✚ Lo mas inovador del nuevo software es que tiene editor de sonido, este graba cualquier tipo de sonido y despues se programa para que el Ladrillo NXT pueda decir el sonido anteriormente grabado.
- ✚ Con el editor de imagen se puede subir una imagen para que el Ladrillo NXT lo represente en su pantalla.
- ✚ Aplicacion del control remoto: Usando la conección por medio de Bluetooth se puede tener mando directo sobre el robot desde la computadora
- ✚ 3 Servo motores Interactivos que incorporan sensores de rotación to para ajustar la velocidad y disponer de un control más preciso.
- ✚ Nuevo sensor visual ultrasónico capaz de responder al movimiento.
- ✚ Sensor de presión mejorado: reacciona a la presión y también al ser liberado.
- ✚ Nuevo sensor de luz y **color** mejorado capaz de diferenciar diferentes colores reales. Se puede utilizar en modo de sensor de color, usando el software estándar, puede detectar seis colores: negro, blanco, rojo, verde, azul y amarillo. Se puede usar en modo de lámpara: es posible controlar los LED's del sensor como verde, rojo y amarillo.
- ✚ 612 elementos LEGO TECHNIC especialmente seleccionados.
- ✚ Pantalla matricial.
- ✚ Altavoz piezoeléctrico.
- ✚ Soporte USB 2.0 y Bluetooth.
- ✚ Nuevo entorno de programación NXT-G 2.0 **en inglés**, intuitivo y basado en iconos.
- ✚ Detallado manual de instrucciones en inglés.
- ✚ Requiere 6 pilas 1,5 V AA (no incluidas) (El pack educativo viene con batería recargable y cargador)

Las instrucciones del Mindstorms NXT son simples, ilustradas, y dan al nuevo usuario una completa introducción al sistema. La guía rápida promete la construcción del primer robot en solo 30 minutos, y una introducción a su programación. Empieza con una simple rutina de diagnóstico que enseña como probar la función de todos los sensores, y entonces procede con dibujos paso a paso para construir el primer robot básico.

La programación es la gran atracción del sistema. Tiene una interficie *drag-and-drop* usando objetos preprogramados que seleccionas de una paleta y los conectas con otros objetos. Cada objeto es configurable. Por ejemplo, el objeto Sonido viene con una subventana que permite seleccionarentre un tono y una lista de ficheros de sonido, ajustar el volumen, la duración, etc. Programar un robot NXT es como construir un modelo real de Lego. Lego y otras compañías incluso ofrecen un software de desarrollo avanzado para profundizar en su programación.

Los 4 nuevos modelos han sido pensados para un montaje más sencillo, desde el modelo ShooterBot que se pueden montar y programar en 30 minutos, hasta el Humanoide, de más complejidad, pero que aún sigue siendo fácil de montar:

ShooterBot



- Un vehículo motorizado para mantener vigilada tu habitación, cualquier intruso recibirá un disparo de "bienvenida".

Robogator



- Un robot animal, capaz de actuar y moverse como un cocodrilo. Protegerá su área y saltará para morder a cualquiera que se acerque.

Colour Sorter



- Un robot capaz de ordenar objetos según su color. Y puedes modificarlo, convertirlo en una catapulta para que dispare los objetos de color donde tú quieras.

- **Alpha Rex**
El robot humanoide, fácil de montar y con múltiples funcionalidades. Anda, gira, baila, habla, puede ver y sortear los obstáculos, puede reconocer y distinguir el color de los objetos.



Bloque NXT



Firmware

El firmware del Lego Mindstorms consta de las instrucciones básicas que posee el bloque para hacer las distintas tareas que se le pueden programar en el bloque RCX. El firmware viene en el CD-ROM que se adjunta en el empaque original y debe ser cargado todas las veces que el robot se inicialice o se cambien las baterías y la memoria se borra.

Si no se carga el firmware, el robot queda en modo de arranque, lo cual hace que se pueda jugar con un programa que viene en forma nativa dentro del robot. Para cargar el firmware debe ejecutarse el programa adjunto y luego esperar cerca de 3 minutos para que se cargue completamente el firmware básico.

Torre de comunicación

Torre USB

La torre USB fue incluida en las versiones de Lego Mindstorms que poseían el RCX 2.0, la cual se conecta al puerto USB del computador. A diferencia de la torre serial, la torre USB posee alimentación desde el computador, por lo cual no requiere de baterías para su funcionamiento. La distancia máxima a toda la potencia es de 30 cm en condiciones de luminosidad normal.

El software de control no se incluye dentro del paquete de Lego Mindstorms, pero se puede configurar en el Panel de Control de Windows 98 para realizar las pruebas de alcance y ajustar la potencia.

Motores

| Motor | Velocidad normal (RPM) | <u>Torque</u> (kg/cm) | Velocidad estándar (RPM) |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Estándar | 3240 | 1,760 | 40 |
| 9 voltios | 370 | 3.840 | 15 |
| Micro | 36 | 0,128 | 36 |
| <i>Tabla correspondiente a las mediciones para los distintos motores desmontables de Lego Robotics¹⁹</i> | | | |

Los motores de la serie Lego Robotics han sido de tres tipos, los cuales son independientes al bloque, lo que entrega movilidad al sistema dinámico según las necesidades de construcción.

En la tabla de medición, el motor estándar es más veloz que el de 9 vols, pero este último posee más fuerza para mover el robot, ya que pueden levantar cerca de 240 piezas de 8x8, pero es más lento y a la vez más preciso. El motor Micro es sólo para funciones menores debido a su escaso torque y la mínima velocidad de rotación.

Los motores desmontables son alimentados mediante cables que poseen conductores eléctricos que transmiten la energía a los inductores. Como son motores paso a paso, el sentido de conexión no entrega la misma dirección de movimiento.

Los motores integrados al bloque sin menos versátiles, pero no dependen de conexiones externas, lo cual visualmente ayuda al robot en su presentación.

El modelo NXT usa servo motores, los cuales permiten la detección de giros de la rueda, indicando los giros completos o medios giros, que es controlado por el software.²⁰

Piezas especiales



Piezas especiales de fijación, rotación y móvil

El Lego Mindstorms, a diferencia de algunas de los juegos que vende Lego, trae algunas piezas extras que permiten entregar flexibilidad y movimiento al robot que se este construyendo.

Para clasificar las piezas, se sugiere una clasificación entre las piezas móviles, flexibles y de fijación, las cuales son las que incluye el Lego Mindstorms para desarrollar cualquier robot en especial.

Piezas móviles

Las piezas móviles que dispone Lego Mindstorms se centran principalmente en la rotación de bloque, para lograr que las ruedas se muevan en un movimiento circular con respecto al bloque completo. Estas piezas móviles se pueden clasificar en dos:

1. *Pieza de rotación*, permite rotar un bloque de Lego con respecto a otro, siendo hueco en el centro del mismo, y con la patas de conexión; lo cual permite añadir más piezas en la parte superior del bloque de rotación. Este bloque se usa fundamentalmente en los robots de movimiento o donde se realiza un cinta de transporte de materiales, y se conecta a uno de los motores para que provea el giro del bloque
2. *Pieza de giro*, a diferencia de la pieza de rotación, la pieza de giro permite girar un bloque en el espacio, permitiendo una simulación de ojos de un robot. Esta pieza no posee una utilidad real, pero sirve de adorno para el robot.

Piezas flexibles

Las piezas flexibles permiten recrear una articulación de un sistema articulado, donde se requiere que el robot deba realizar un movimiento no rígido en forma específica, como el brazo robot o el brazo clasificador de piezas. Las piezas flexibles por lo general son tubos de plástico capaces de conectarse con dos bloques que no se encuentren separados a una distancia mayor de 4 cm

Piezas de fijación

Las piezas de fijación, son aquellas que sirven para fijar los ejes de rotación producidos por las piezas de rotación, lo cual implica que son usadas en el centro de las ruedas que posee el Lego. Por lo general, son tubos de 0.5 mm de diámetro el cual se puede poner en la punta de una barra que actúa como eje central de la rueda, fijando que la misma no se salga durante la ejecución de un programa.

Ruedas



Ruedas del Lego Mindstorms

Uno de los principales componentes de Lego Mindstorms, y que le da mayor dinamismo a la construcción de robots son las ruedas, ya que permiten que el bloque lógico pueda moverse en un espacio real e interactúe con el medio que lo rodea.

Existen distintas versiones de ruedas, que vienen desde las llantas más anchas, que permiten mayor estabilidad y velocidad; hasta las ruedas más pequeñas que permiten el movimiento del robot en zonas más pequeñas. Se incluye además una cinta que simula el efecto de oruga que poseen los tanques, para que el usuario pueda crear tanques, o una cinta transportadora de objetos.

Una de las connotaciones más destacadas para los fanáticos de la robótica son las mediciones físicas de cada tipo de rueda, donde algunos sitios webs han realizado las pruebas²¹ para distintas superficies, incluyendo en caso de mayor peso, velocidad o cantidad de ruedas.

Metodología de desarrollo

Construcción

La construcción del robot se basa en la unión de bloques de plástico, característicos de Lego, junto con piezas plegables y algunas piezas que permiten la rotación de ruedas o piezas. El modelo se debe centrar en el bloque programable, ya que este bloque provee la energía necesaria para el movimiento del robot creado. Además, se pueden fijar los sensores que se adjuntan en el kit, para que sean útiles en el desarrollo del robot.

Una de las principales estrategias de construcción se basa en determinar el tipo de robot y si el software proporcionado sirve para construir el robot. Una vez determinado esto, se puede comenzar a construir siempre en bloques de función, como por ejemplo, ensamblar las ruedas a un eje o los sensores en las bases que puedan ser útiles. Tras esto, comienza la fase de unión entorno al bloque, que es fase más crítica, debido a que el sensor infrarrojo, en el bloque RCX, no debe ser tapado para que se pueda cargar el software. Una vez ensamblado el robot, se procede al envío del programa y ejecución de las sentencias programadas, y a continuación se procede similar a la programación de un software, a probar y corregir fallos.

Los fallos más comunes en la construcción se debe a la falta de movilidad de las piezas o que los sensores no detectan los valores correctos o simplemente no se mueve. Las estrategias de solución son variadas, pero a la larga, sugieren seguir el camino del rehacer el proceso de pensar y armar y luego ejecutar, es por esto último, que Lego es un juego de robótica que desarrolla la lógica.

Programación

La programación del Lego Mindstorms se realiza mediante el software que se adjunta en el empaque original, el cual trae el firmware del robot y un programa que emula un árbol de decisiones, para los cuales, el usuario debe programar las acciones a seguir por el robot. El software se encuentra dividido por cada tipo de robot que se puede construir, y que viene recomendado en el empaque.

Una de las principales características de este software de programación, es su entorno visual, el cual emula la construcción por bloques, dando la posibilidad a cualquier usuario aprendiz acostumbrarse rápidamente a la programación de bloque.

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.

Lenguajes alternativos de programación

El bloque del Lego Mindstorms como un producto de hardware y software integrado, puede ser programado con varias interfaces, pero todos logrando el mismo fin. Esto se puede realizar mediante la torre de comunicación y utilizando las herramientas correctas para poder acceder al firmware básico de Lego.

Algunas personas han podido ingresar por medio de interfaces rudimentarias a obtener el código básico de la memoria ROM que posee el Lego y así poder tener acceso a programación mediante assembler para poder controlar por ellos mismos el bloque.

Algunos de frameworks más conocidos con el BrickOS, LejOS y Not Quite C.

BrickOS (o LegOS)²²

BrickOS es una librería de instrucciones y programas que permiten al programador ingresar de forma directa a la BIOS del bloque y allí instalar un micro sistema operativo con su respectivo núcleo operativo y librerías necesarias para enlazar todos los recursos que dispone el bloque. Para ser instalado debe sobrecribir el área donde se encuentra el framework original, pero con este cambio, el bloque puede ser programado en C, C++ y assembler.

BrickOS está soportado en la mayoría de las distribuciones de Linux y en Windows (por CYGWIN), usando el compilador que trae integrado linux (gcc o gcc++), generando el mapa de bytecodes para controlar las acciones del bloque.

En un inicio, este conjunto de programas se llamaba **LegOS**, pero la empresa Lego solicitó un cambio de nombre debido a la semejanza que existía entre ambos nombres.

Problemas de la adaptación

Un problema generado por el cambio del framework a otro lenguaje es el retardo que pueda existir entre las instrucciones, debido a la emulación de las instrucciones que el conjunto de programas le entrega al bloque. Este retardo fue registrado por Dick Swan y tras algunas pruebas de rendimiento y emulación en software permitió descubrir que el retardo medio para la ejecución de cualquier instrucción, con o sin motor encendido es de 1,75 mseg.²⁵

La prueba que realizó fue realizar muchas tareas en la misma cantidad de tiempo, notando la relación lineal de las instrucciones ejecutadas, por lo cual, a mayor cantidad de instrucciones, mayor el tiempo de espera para ejecutar la instrucción.

Sensores

| Voltaje | Raw | Sensor (Ohm) | Luz (lux) | Temp (°C) | Toque |
|---|------|--------------|-----------|-----------|-------|
| 0.0 | 0 | 0 | - | - | 1 |
| 1.1 | 225 | 2816 | - | 70.0 | 1 |
| 1.6 | 322 | 4587 | 100 | 57.9 | 1 |
| 2.2 | 450 | 7840 | 82 | 41.9 | 1 |
| 2.8 | 565 | 12309 | 65 | 27.5 | 0 |
| 3.8 | 785 | 32845 | 34 | 0.0 | 0 |
| 4.6 | 945 | 119620 | 11 | -20.0 | 0 |
| 5.0 | 1023 | Inf | 0 | - | 0 |
| <i>Tabla para las correspondientes constantes, la cual sirve para analizar los valores captados por los sensores²⁶</i> | | | | | |

Sensor de luz

El sensor de luz permite tomar una muestra de luz mediante un bloque modificado que un extremo trae un conductor eléctrico y por el otro una cámara oscura que capta las luces. Esta cámara es capaz de captar luces entre los rangos de 0,6 a 760 lux. Este valor lo considera como un porcentaje, el cual es procesado por el bloque lógico, obteniendo un porcentaje aproximado de luminosidad.

El bloque RCX calcula con la fórmula $Luz = 146 - RAW / 7$ para determinar el porcentaje obtenido por la lectura de la luz, tomando una muestra cada 2,9 ms, siendo leído en 100 us. el valor que se lee a partir del sensor.²⁷

Debido a que este sensor capta grados de luminosidad, no es capaz de distinguir colores, sólo captando la existencia del blanco (claridad), negro (oscuridad) y los tonos de grises que corresponden a los distintos porcentajes de luz existentes en el medio.

Sensor de temperatura

El sensor de temperatura permite leer el valor aproximado de la temperatura, mediante la interacción de un termistor en uno de los extremos, generando un campo magnético que permite la detección aproximada de la temperatura del bloque que lo contiene. El bloque original de Lego posee un termistor de 12.2 kohms a 25 °C con un coeficiente de corrección aproximado de un -3,7%/°C.²⁸

La fórmula $Temp = (785 - RAW) / 8$ puede determinar la temperatura detectada por el sensor.

Sensor de contacto

El sensor de contacto permite detectar si el bloque que lo posee ha colisionado o no con algún objeto que se encuentre en su trayectoria inmediata. Al tocar una superficie, una pequeña cabeza externa se contrae, permitiendo que una pieza dentro del bloque cierre un circuito eléctrico comience a circular energía, provocando una variación de energía de 0 a 5 V.

En este caso, si la presión supera una medida estándar de 450, mostrado en la pantalla de LCD, se considera que el sensor está presionado, de otro modo, se considera que está sin presión.

Sensor de giro

El sensor de giro permite conocer la posición del robot en cualquier instante. Para conocer la posición del robot, el sensor produce una variación de energía entre cuatro estados, los cuales son detectados cada 2,9 ms. y procesados por el bloque RCX durante 100 us, en los cuales pasa entre cuatro estados de energía:

2,0 volts → 4,5 volts → 1,3 volts → 3,3 volts (en sentido horario)
3,3 volts → 1,3 volts → 4,5 volts → 2,0 volts (en sentido anti horario)

Con estos estados se permite verificar cuantas variaciones de energía han sucedido desde la lectura. Cada voltaje representa un giro aproximado de 22,6° del sensor, por lo tanto existiendo cerca de 16 ciclos de voltaje para detectar un giro completo.²⁹ El problema de esta lectura es a bajas velocidades, debido a que genera unas minúsculas variaciones de energía, debido a que los valores intermedios no son considerados como movimiento válido.

Sensor ultrasónico

El sensor Ultrasónico sólo se incluye en el empaque de Lego Mindstorms NXT, y su principal función detectar las distancias y el movimiento de un objeto que se interponga en el camino del robot, mediante el principio de la detección ultrasónica. Este sensor es capaz de detectar objetos que se encuentren desde 0 a 255 cm, con una precisión relativa de +/- 3 cm

Mediante el principio del eco, el sensor es capaz de recibir la información de los distintos objetos que se encuentren en el campo de detección. El sensor funciona mejor cuando las señales ultrasónicas que recibe, provienen de objetos que sean grandes, planos o de superficies duras. Los objetos pequeños, curvos o suaves, como pelotas, pueden ser muy difíciles de detectar. Si en el cuarto se encuentra más de un sensor ultrasónico, los dispositivos pueden interferir entre ellos, resultando en detecciones pobres.

Robótica

La **robótica** es la ciencia y la tecnología de los robots. Se ocupa del diseño, manufactura y aplicaciones de los robots. La robótica combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control. Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables y las máquinas de estados.

El término robot se popularizó con el éxito de la obra RUR (Robots Universales Rossum), escrita por Karel Capek en 1920. En la traducción al inglés de dicha obra, la palabra checa *robota*, que significa *trabajos forzados*, fue traducida al inglés como *robot*.

Historia de la robótica

La historia de la robótica ha estado unida a la construcción de "artefactos", que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza y que lo descargasen del trabajo. El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo (GAP) (que construyó el primer mando a distancia para su automóvil mediante telegrafía sin hilo, el ajedrecista automático, el primer transbordador aéreo y otros muchos ingenios) acuñó el término "**automática**" en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas a los humanos.

Karel Čapek, un escritor checo, acuñó en 1921 el término "Robot" en su obra dramática "Rossum's Universal Robots / R.U.R.", a partir de la palabra checa *robota*, que significa servidumbre o trabajo forzado. El término robótica es acuñado por Isaac Asimov, definiendo a la ciencia que estudia a los robots. Asimov creó también las Tres Leyes de la Robótica. En la ciencia ficción el hombre ha imaginado a los robots visitando nuevos mundos, haciéndose con el poder, o simplemente aliviando de las labores caseras.

Clasificación de los robots

La más común es la que a continuación se presenta:

1ª Generación. Manipuladores. Son sistemas mecánicos multifuncionales con un sencillo sistema de control, bien manual, de secuencia fija o de secuencia variable.

2ª Generación. Robots de aprendizaje. Repiten una secuencia de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano. El modo de hacerlo es a través de un dispositivo mecánico. El operador realiza los movimientos requeridos mientras el robot le sigue y los memoriza.

3ª Generación. Robots con control sensorizado. El controlador es una computadora que ejecuta las órdenes de un programa y las envía al manipulador para que realice los movimientos necesarios.

4ª Generación. Robots inteligentes. Son similares a los anteriores, pero además poseen sensores que envían información a la computadora de control sobre el estado del proceso. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real.

Clasificación de los robots según su arquitectura

La arquitectura, es definida por el tipo de configuración general del Robot, puede ser metamórfica. El concepto de metamorfismo, de reciente aparición, se ha introducido para incrementar la flexibilidad funcional de un Robot a través del cambio de su configuración por el propio Robot. El metamorfismo admite diversos niveles, desde los más elementales (cambio de herramienta o de efecto terminal), hasta los más complejos como el cambio o alteración de algunos de sus elementos o subsistemas estructurales. Los dispositivos y mecanismos que pueden agruparse bajo la denominación genérica del Robot, tal como se ha indicado, son muy diversos y es por tanto difícil establecer una clasificación coherente de los mismos que resista un análisis crítico y riguroso. La subdivisión de los Robots, con base en su arquitectura, se hace en los siguientes grupos: Poliarticulados, Móviles, Androides, Zoomórficos e Híbridos.

1. **Poliarticulados** En este grupo están los Robots de muy diversa forma y configuración cuya característica común es la de ser básicamente sedentarios (aunque excepcionalmente pueden ser guiados para efectuar desplazamientos limitados) y estar estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo según uno o más sistemas de coordenadas y con un número limitado de grados de libertad". En este grupo se encuentran los manipuladores, los Robots industriales, los Robots cartesianos y se emplean cuando es preciso abarcar una zona de trabajo relativamente amplia o alargada, actuar sobre objetos con un plano de simetría vertical o reducir el espacio ocupado en el suelo.

2. **Móviles** Son Robots con grandes capacidad de desplazamiento, basados en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante. Siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida de su entorno a través de sus sensores. Estos Robots aseguran el transporte de piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación. Guiados mediante pistas materializadas a través de la radiación electromagnética de circuitos empotrados en el suelo, o a través de bandas detectadas fotoeléctricamente, pueden incluso llegar a sortear obstáculos y están dotados de un nivel relativamente elevado de inteligencia.

3. **Androides** Son Robots que intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemática del ser humano. Actualmente los androides son todavía

dispositivos muy poco evolucionados y sin utilidad práctica, y destinados, fundamentalmente, al estudio y experimentación. Uno de los aspectos más complejos de estos Robots, y sobre el que se centra la mayoría de los trabajos, es el de la locomoción bípeda. En este caso, el principal problema es controlar dinámicamente y coordinadamente en el tiempo real el proceso y mantener simultáneamente el equilibrio del Robot.

4. **Zoomórficos** Los Robots zoomórficos, que considerados en sentido no restrictivo podrían incluir también a los androides, constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres vivos. A pesar de la disparidad morfológica de sus posibles sistemas de locomoción es conveniente agrupar a los Robots zoomórficos en dos categorías principales: caminadores y no caminadores. El grupo de los Robots zoomórficos no caminadores está muy poco evolucionado. Los experimentados efectuados en Japón basados en segmentos cilíndricos biselados acoplados axialmente entre sí y dotados de un movimiento relativo de rotación. Los Robots zoomórficos caminadores múltipedos son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas al desarrollo posterior de verdaderos vehículos terrenos, piloteando o autónomos, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas. Las aplicaciones de estos Robots serán interesantes en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes.

5. **Híbridos** Estos Robots corresponden a aquellos de difícil clasificación cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las anteriores ya expuestas, bien sea por conjunción o por yuxtaposición. Por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, es al mismo tiempo uno de los atributos de los Robots móviles y de los Robots zoomórficos. De igual forma pueden considerarse híbridos algunos Robots formados por la yuxtaposición de un cuerpo formado por un carro móvil y de un brazo semejante al de los Robots industriales. En parecida situación se encuentran algunos Robots antropomorfos y que no pueden clasificarse ni como móviles ni como androides, tal es el caso de los Robots personales.

Por Lenguaje de Programación

- ❖ Sistemas guiados
- ❖ Sistemas de programación de nivel-robot
- ❖ Sistemas de programación de nivel-tarea

PRESUPUESTO

Ahora ha sido expuesto a tres acercamientos diferentes para principiantes: LEGO, kits de proyecto y kits programables. A menudo un problema es el precio: los kits de robótica no son lo más barato que puedas encontrar. El kit de LEGO Mindstorms cuesta cerca de 200\$ y el kit de expansión Vision Command añade 80\$. Los kits de proyecto pueden estar entre 10\$ y 100\$ dependiendo del tipo de robot que quieras comprar. Los kits Parallax están ambos en el rango de los 200\$, pero los kits programables pueden llegar al rango de las cuatro figuras.

Una vez solucionado el asunto de las finanzas, la robótica es un campo excelente para jugar ya que produce resultados inmediatos y visuales. ¡Disfrútalo!

CONCLUSION

El kit de LEGO Mindstorms es una forma increíble de empezar con la robótica: te permite experimentar con los aspectos de la mecánica y la programación de robots. Lo mejor de Mindstorms es que LEGO da mucho juego al poner a disposición de los programadores un SDK con cada lanzamiento. Esto significa que los programadores de Windows tienen un control ActiveX (o interface COM con v2.0) que puede ser usada para controlar a tus robots tal y como quieras. Otros desarrolladores han creado otros lenguajes como el NQC (Not-Quite-C) que te permiten programar los robots en C. De hecho hay compiladores Mindstorm para Java, Forth, C y ensamblador.

Una vez que te has hecho con un kit de Mindstorms, puedes empezar inmediatamente a construir algunos robots ingeniosos. Dando por hecho que muchos de los robots que inicialmente construyas serán muy mecánicos, pero podrás expandirlos fácilmente pensando un poco. Otra forma de crear algunos robots interesantes es comprando la ampliación Vision Command que añade una cámara USB y 140 piezas a tu colección. Vision Command viene con varias habilidades de reconocimiento como detección de color y movimiento y la habilidad de dividir la imagen en varias regiones.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ www.mindstorms.lego.com
- ❖ www.nxtprograms.com
- ❖ www.lego.com
- ❖ www.pnxt.blogspot.com

COPLA
ORIGINAL
DEL MANUAL
DEL ROBOTS
LEGO NXT



Congreso Internacional de Tecnologías
de Información y Robótica

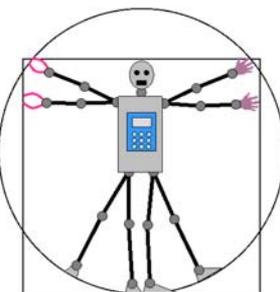
ACM Mexico Chapter
Evento organizado y
avalado por la Asociación
for Computing
Machinery



Congreso Internacional de Tecnologías de Información y Robótica (CITIR'09)
12 al 14 de Noviembre de 2009 – Boca del Río, Ver. México
ACM Mexico Chapter

Taller:

Programación de Robots Lego NXT con Java



RobotSA

M.I.A. Julio César Sandria Reynoso
Julio.Sandria@RobotSA.com



MINDSTORMS



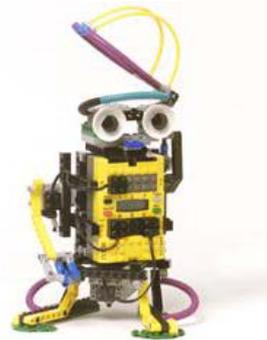
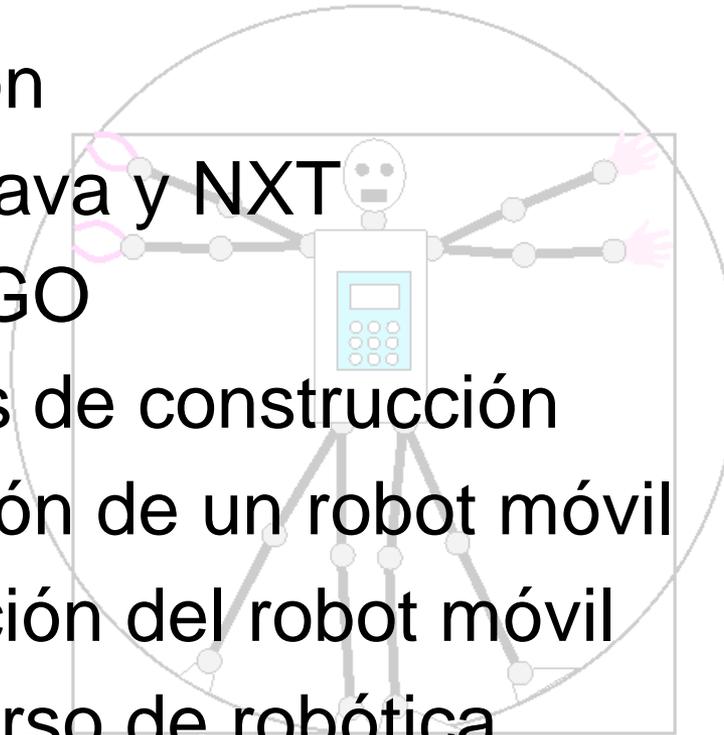
Objetivo

- Proporcionar al participante los conocimientos básicos para programar robots Lego Mindstorms NXT usando el lenguaje de programación Java.
- Se construirá un robot móvil con los motores y sensores del paquete NXT y se usarán algunos métodos básicos Java para el NXT.



Agenda

1. Introducción
2. Software Java y NXT
3. Piezas LEGO
4. Estrategias de construcción
5. Construcción de un robot móvil
6. Programación del robot móvil
7. Mini-concurso de robótica
8. Otros cursos y talleres



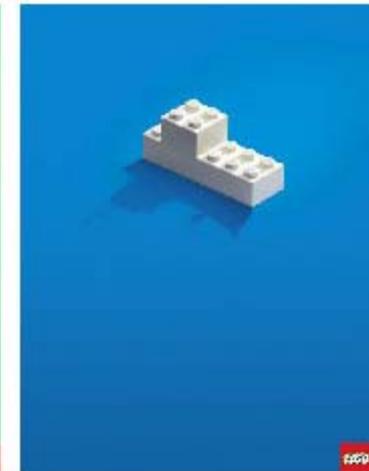
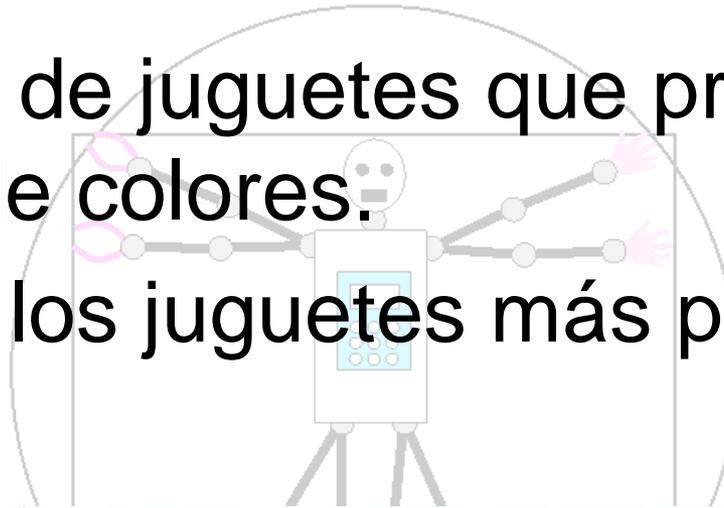
1. Introducción

- Lego
- Lego Mindstorms
- El NXT
- Sensor de contacto
- Sensor de sonido
- Sensor de luz
- Sensor ultrasónico
- Servo motores
- Software Mindstorms |

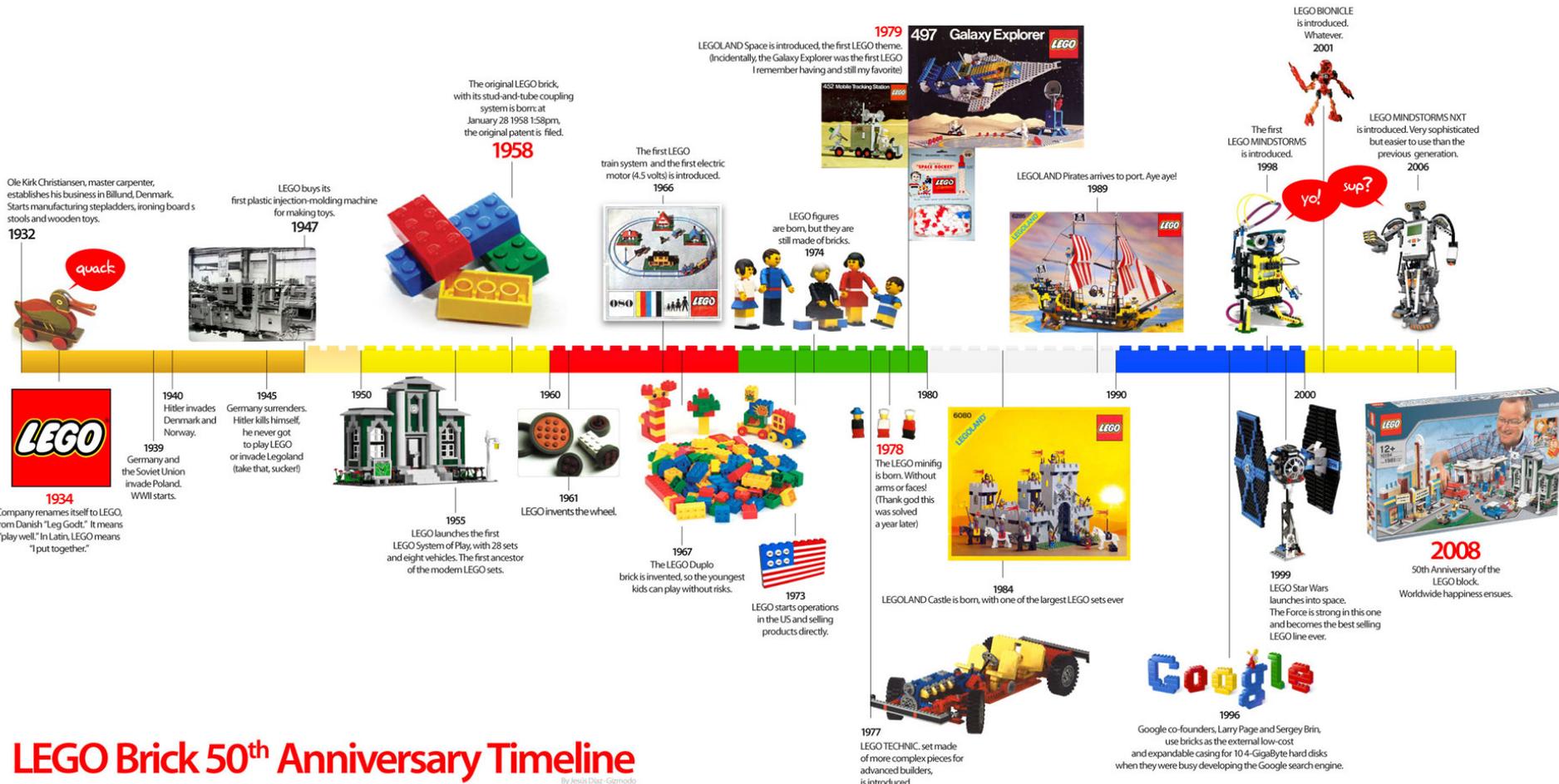


Lego

- Compañía de juguetes que produce ladrillitos de colores.
- Es uno de los juguetes más populares del planeta.



Lego línea de tiempo

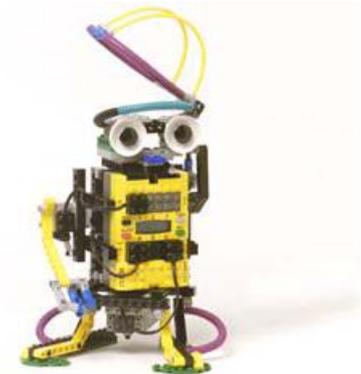


LEGO Brick 50th Anniversary Timeline

By Jesus Diaz - Gimocks

Lego Mindstorms

- RIS 1.0 (1998), 1.5 (1999), 2.0 (2001)
- **NXT (2006)**



EI NXT

- El NXT es el cerebro de los robots MINDSTORMS. Es un bloque LEGO que contiene una computadora-controlador que permite a los robots MINDSTORMS tener vida y realizar diferentes tareas.
- Puertos para motores: A, B y C.
- Puertos para sensores: 1, 2, 3 y 4.
- Puerto USB.
- Conexión inalámbrica Bluetooth.
- Bocina
- Botones
- Pantalla



El NXT: Características técnicas

- Microcontrolador 32-bit ARM7
- 256 Kbytes FLASH, 64 Kbytes RAM
- Microcontrolador 8-bit AVR
- 4 Kbytes FLASH, 512 Bytes RAM
- Comunicación inalámbrica Bluetooth (Bluetooth Clase II V2.0)
- 4 puertos de entrada, cable de 6 hilos
- 3 puertos de salida, cable de 6 hilos
- Pantalla gráfica LCD de 100 x 64 pixeles
- Bocina - 8 kHz calidad de sonido
- Fuente de poder: 6 baterías AA



Sensor de contacto

- El Sensor de Contacto le da al robot el sentido del tacto. Detecta cuando está siendo presionado por algo y cuando es liberado.
- Se puede usar el sensor de contacto para hacer que el robot sujete cosas: un brazo robótico equipado con un Sensor de Contacto permite al robot saber si tiene o no algo en su brazo para sujetar.



Sensor de sonido

- El Sensor de Sonido puede detectar decibeles (dB) y decibeles ajustados (dBA). Un decibel es una medida de presión del sonido.
- **dBA:** en la detección de decibeles ajustados, la sensibilidad del sensor es adaptada a la sensibilidad del oído humano.
- **dB:** en la detección de decibeles estándar (sin ajustar), todos los sonidos son medidos con igual sensibilidad.



Sensor de luz

- El Sensor de Luz es uno de los dos sensores que le dan visión al robot. El Sensor de Luz permite al robot distinguir entre luz y oscuridad. Puede leer la intensidad de luz en una habitación y medir la intensidad de luz de superficies coloreadas.



Lo que ven nuestros ojos



Lo que ve el sensor de luz

Sensor ultrasónico



- El Sensor Ultrasónico es uno de los dos sensores que le dan visión al robot. El Sensor Ultrasónico permite al robot “ver” y detectar objetos. También se puede usar para hacer que el robot evada obstáculos, sense y mida distancia y detecte movimiento.
- El Sensor Ultrasónico mide distancia en centímetros y en pulgadas. Es capaz de medir distancias de 0 a 255 cm con una precisión de +/- 3 cm.



Sensor ultrasónico

- El Sensor Ultrasónico usa el mismo principio que los murciélagos: mide distancia mediante el cálculo del tiempo que le toma a una onda de sonido golpear un objeto y regresar (así como el eco).
- Los objetos grandes con superficie dura regresan las mejores lecturas. Los objetos hechos de material suave o que son curvos (como una pelota) o son muy delgados o pequeños pueden ser difíciles de detectar por el sensor.



Servo motores

- Los tres Servo Motores le dan al robot la capacidad de moverse.
- Si se usa el bloque Move del software LEGO MINDSTORMS NXT para programar los motores, los dos motores se sincronizarán automáticamente, de modo que el robot se moverá en línea recta.



Servo motor: sensor de rotación

- Cada servo motor tiene incorporado un Sensor de Rotación. Esto permite controlar los movimientos del robot con mucha precisión. El Sensor de Rotación mide rotaciones del motor en grados o rotaciones completas (con exactitud de $\pm 1^\circ$).

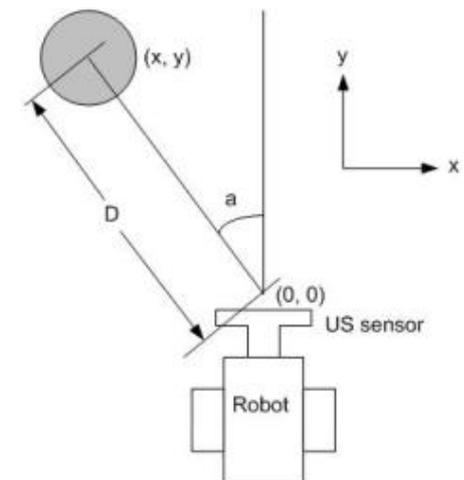
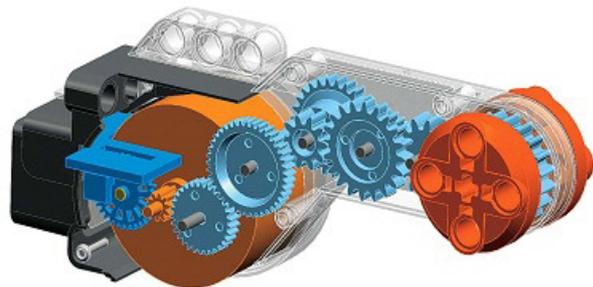


Illustration of the motor's inner workings

Servo motor: sensor de rotación

- Una rotación es igual a 360° , de modo que si se indica a un motor girar 180° , su salida producirá medio giro.
- El Sensor de Rotación incorporado en cada motor también permite establecer diferentes velocidades para los motores (estableciendo diferentes parámetros de poder en el software).



Software Mindstorms NXT

- El software LEGO® MINDSTORMS® NXT permite programar el NXT desde una computadora y cargarle programas via USB o Bluetooth. El software intuitivo de arrastrar y soltar para Mac y PC, co-desarrollado por National Instruments LabVIEW, viene con instrucciones de armado y guías de programación para empezar fácilmente a construir y programar robots con el MINDSTORMS NXT.



Software Mindstorms NXT

- Es fácil empezar a armar y programar robots con el LEGO MINDSTORMS NXT ya que el Software viene con instrucciones para armar y programar 4 interesantes modelos que se pueden armar y programar para que hagan lo uno desea.



Software Mindstorms NXT

- Se empieza seleccionando un modelo de robot para armar y programar. LEGO recomienda empezar con el TriBot ya que es una continuación del modelo incluido en la guía de inicio rápido (Quick Start) incluida en la caja del LEGO MINDSTORMS NXT.



Software Mindstorms NXT

Requerimientos para Windows:

- Procesador Intel® Pentium® o compatible, mínimo a 800 MHz
- Windows XP Professional o Home Edition con Service Pack 2
- 256MB de RAM mínimo
- Hasta 300MB de espacio disponible en disco duro
- Pantalla XGA (1024x768)
- 1 puerto USB disponible
- Lector CD-ROM
- Adaptador Bluetooth compatible (opcional)



Software Mindstorms NXT

Requerimientos para Macintosh:

- Procesador PowerPC® G3, G4, G5, mínimo a 600 MHz
- Apple MacOS X v. 10.3.9 ó 10.4
- 256MB de RAM mínimo
- Hasta 300MB de espacio disponible en disco duro
- Pantalla XGA (1024x768)
- 1 puerto USB disponible
- Lector CD-ROM
- Adaptador Bluetooth compatible (opcional)*



Software Mindstorms NXT

- El Software LEGO MINDSTORMS NXT es desarrollado por NI LabVIEW, un software de programación gráfica intuitivo usado por científicos e ingenieros de todo el mundo para diseñar, controlar y probar productos de consumo y sistemas tales como reproductores MP3 y DVD, teléfonos celulares y sistemas de seguridad de bolsas de aire en vehículos.
 - Pathfinder de la NASA en Marte.
 - Xbox de Microsoft.



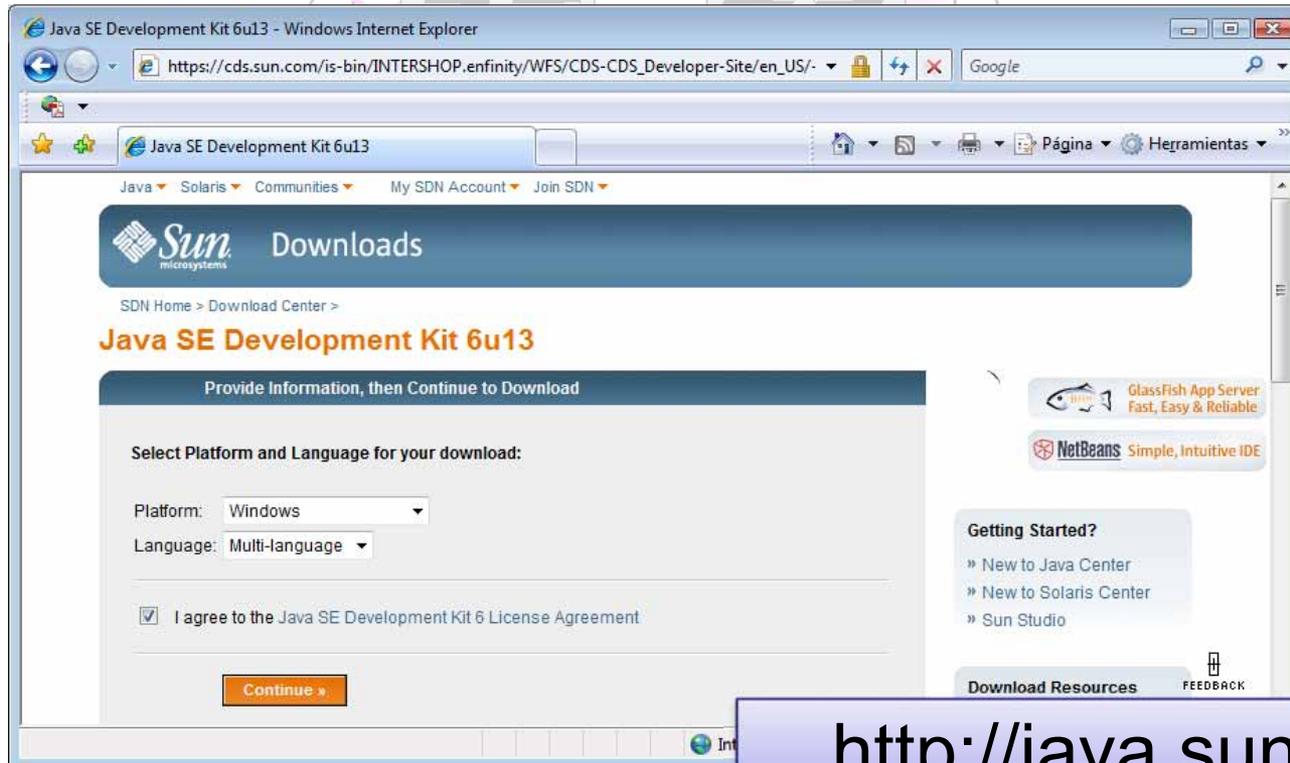
2. Software Java y NXT

- Java Development Kit
- Driver del NXT
- Driver USB
- leJOS NXJ
- La Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) leJOS NXJ



Java Development Kit

- Obtener e instalar Java Development Kit 6 Update 16 o superior (java.sun.com)



<http://java.sun.com>

Ejecutar Javac y Java

- Asegurarse de poder ejecutar **javac.exe** y **java.exe** desde la línea de comandos.
- Para compilar un programa:

```
C:\Java>javac programa.java
```
- Para ejecutar un programa

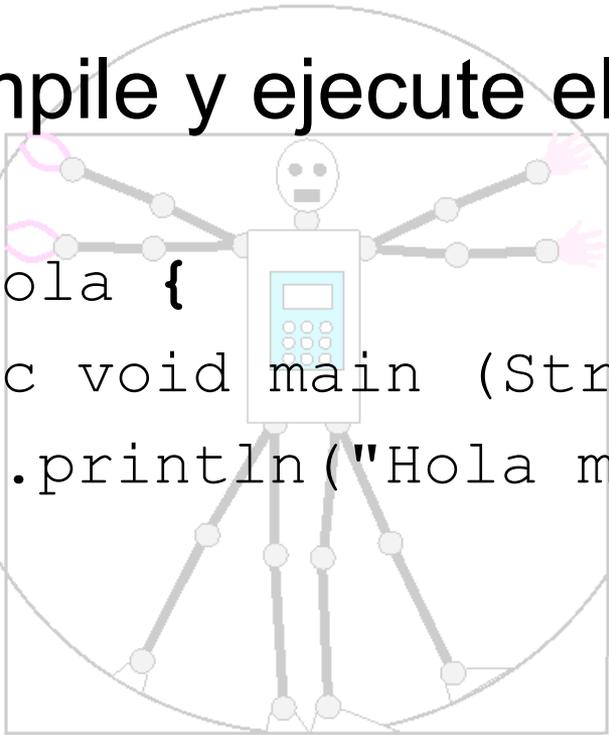
```
C:\Java>java programa
```
- Ejemplo:

```
Hola.java
```

Ejemplo Hola.java

- Escriba, compile y ejecute el programa:

```
public class Hola {  
    public static void main (String[] args) {  
        System.out.println("Hola mundo");  
    }  
}
```



Ejercicio:

1. Copiar programa en bloc de notas
2. Guardarlo con nombre **Hola.java**
3. Compilarlo
4. Ejecutarlo

¿No se ejecuta javac.exe?

- Agregar el trayecto donde se encuentra **javac.exe** a la variable de ambiente **PATH**. Para compilar Hola.java:

```
C:\Java>javac Hola.java
```

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Julio>cd \Java
C:\Java>notepad Hola.java
C:\Java>javac Hola.java
"javac" no se reconoce como un comando interno o externo,
programa o archivo por lotes ejecutable.
C:\Java>set path=C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_16\bin;%path%
C:\Java>javac Hola.java
C:\Java>java Hola
Hola mundo
C:\Java>
```

- Windows NO encuentra javac.exe
- Agregamos carpeta de **binarios** a la variable **PATH**
- Windows SI encuentra javac.exe y lo ejecuta, compilando así el programa Hola.java
- Ejecutamos Hola.class

Driver del NXT

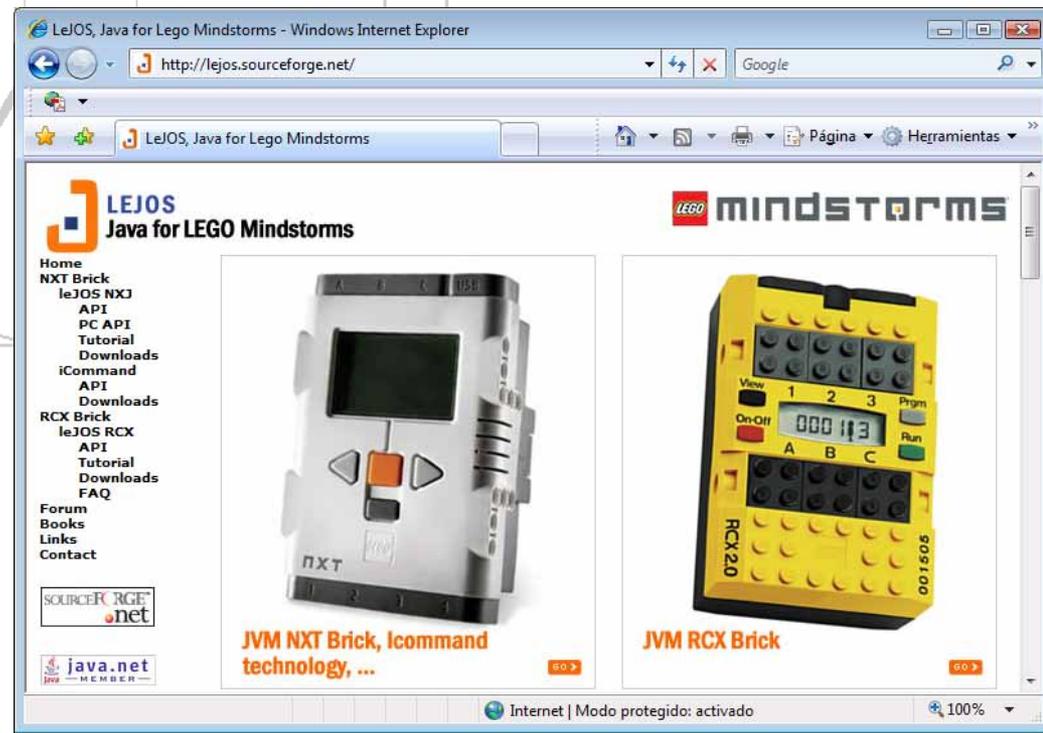
- Obtener e instalar el MINDSTORMS NXT Driver v1.02 o superior.



leJOS NXJ

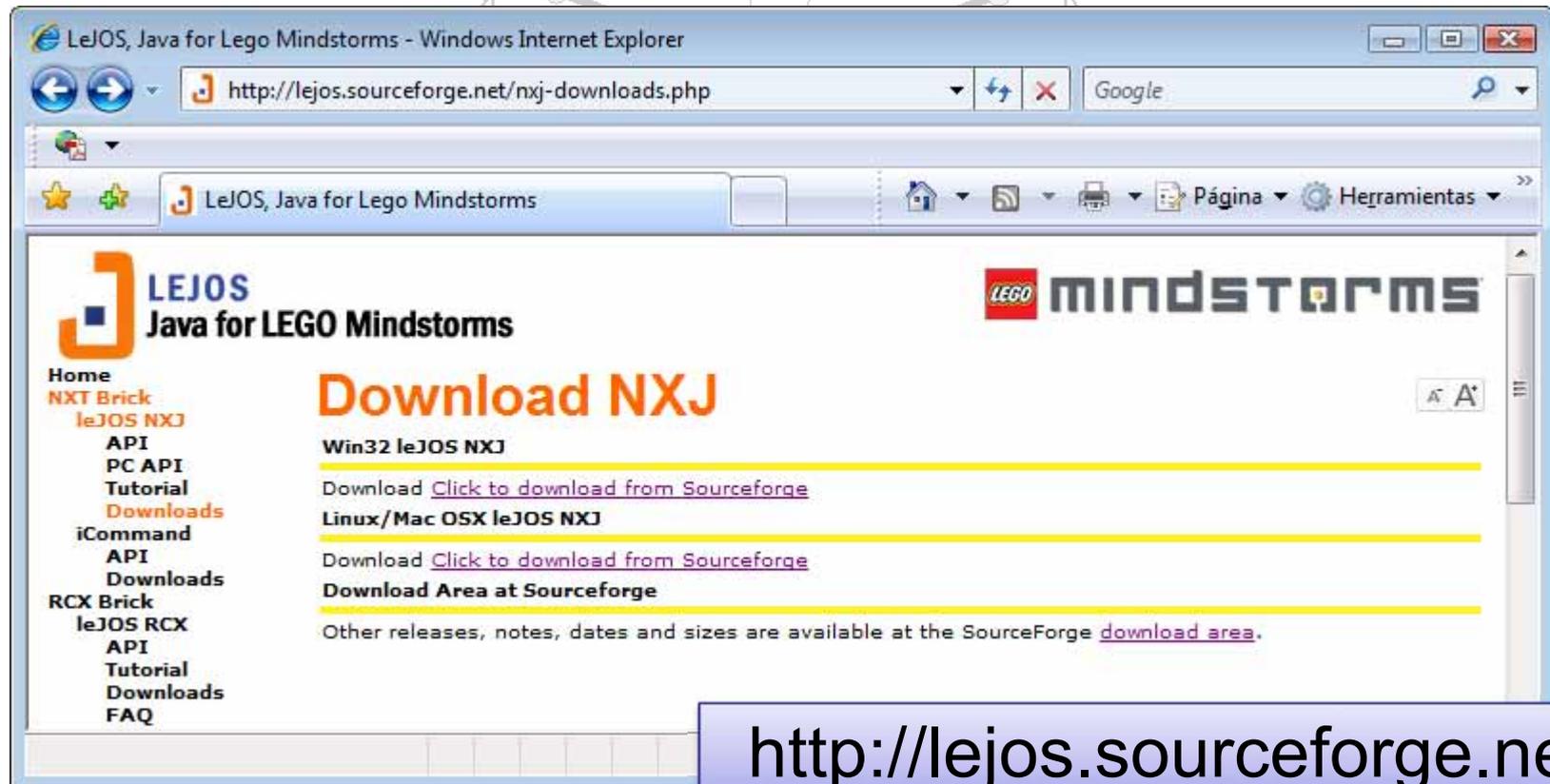
- leJOS NXJ es un ambiente de programación Java para el Lego Mindstorms NXT.

leJOS NXJ
Permite programar robots Lego NXT con Java



Instalación de leJOS NXJ

- Obtener e instalar leJOS NXJ



LeJOS, Java for Lego Mindstorms - Windows Internet Explorer

http://lejos.sourceforge.net/nxj-downloads.php

LeJOS, Java for Lego Mindstorms

LEJOS
Java for LEGO Mindstorms

LEGO MINDSTORMS

Home
NXT Brick
leJOS NXJ
API
PC API
Tutorial
Downloads
iCommand
API
Downloads
RCX Brick
leJOS RCX
API
Tutorial
Downloads
FAQ

Download NXJ

Win32 leJOS NXJ
Download [Click to download from Sourceforge](#)

Linux/Mac OSX leJOS NXJ
Download [Click to download from Sourceforge](#)
Download Area at Sourceforge

Other releases, notes, dates and sizes are available at the SourceForge [download area](#).

<http://lejos.sourceforge.net>

Cargar firmware al NXT

- leJOS NXJ requiere reemplazar el firmware del NXT
- El firmware se puede instalar con:
 - El programa `nxjflash` en la línea de comandos, o
 - El programa gráfico `nxjflashg`

NOTA: Es necesario instalar el firmware leJOS NXJ en el NXT para correr programas Java

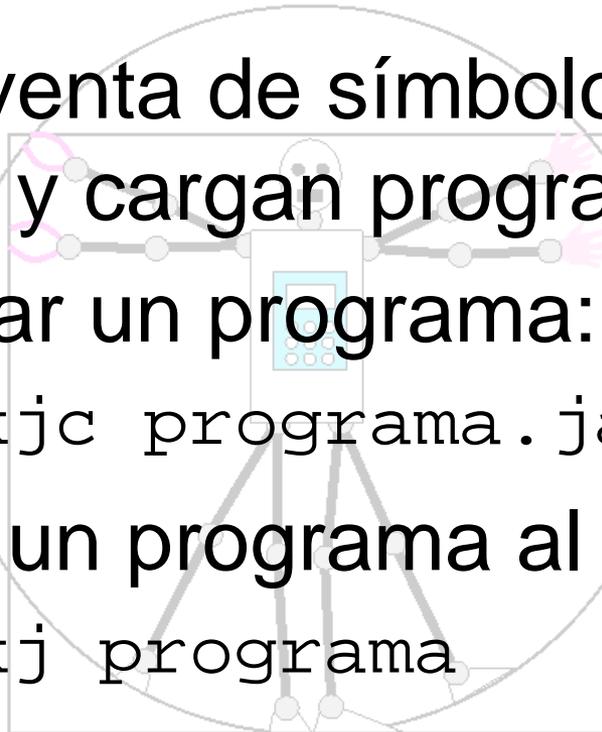
Compilar y cargar programas

- Desde una ventana de símbolo de sistema se compilan y cargan programas al NXT
- Para compilar un programa:

```
C:\Java>nxjcc programa.java
```
- Para cargar un programa al NXT

```
C:\Java>nxj programa
```
- Ejemplos:

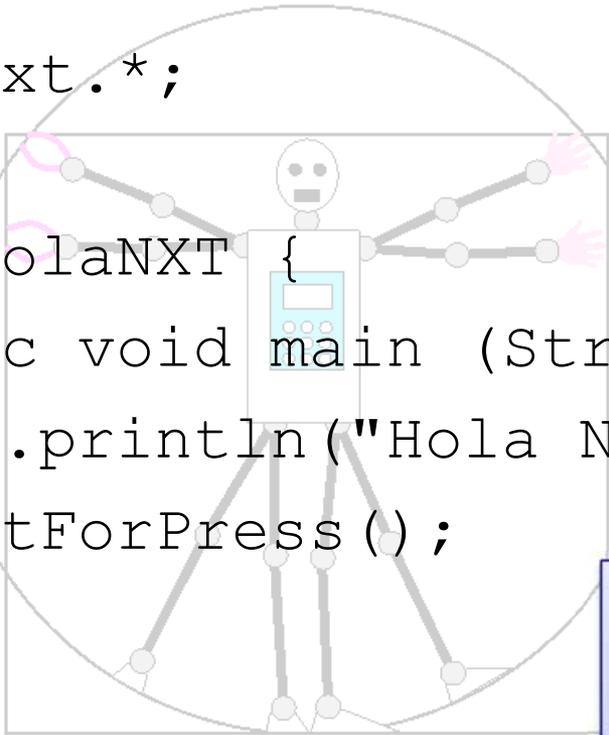
```
HolaNXT.java y PruebaMotor.java
```



Ejemplo: HolaNXT.java

```
import lejos.nxt.*;

public class HolaNXT {
    public static void main (String[] args) {
        System.out.println("Hola NXT");
        Button.waitForPress();
    }
}
```



```
MS-DOS Prompt
C:\JAVA>nxj HolaNXT
leJOS NXJ> Linking...
leJOS NXJ> Uploading...
Found NXT: NXT 00165307FB10
leJOS NXJ> Connected to NXT
leJOS NXJ> Upload successful in 674 milliseconds
C:\JAVA>
```

Ejercicio:

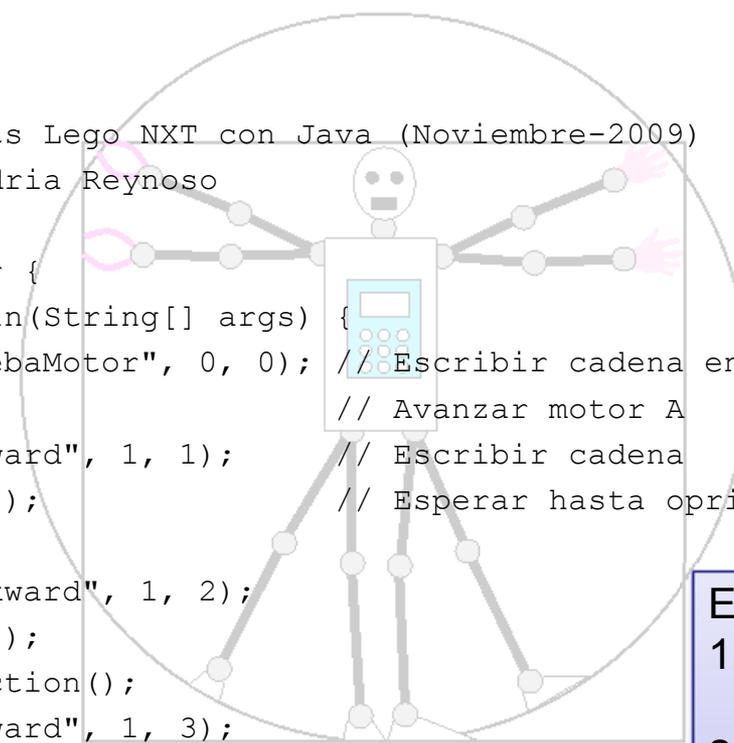
1. Copiar programa en bloc de notas
2. Guardarlo con nombre HolaNXT.java
3. Compilarlo (nxjc)
4. Cargarlo al NXT (nxj)
5. Ejecutarlo en el NXT

Prueba usando nxj -r HolaNXT

Ejemplo: PruebaMotor.java

```
import lejos.nxt.*;

/**
 * Programación de Robots Lego NXT con Java (Noviembre-2009)
 * @author Julio C. Sandria Reynoso
 */
public class PruebaMotor {
    public static void main(String[] args) {
        LCD.drawString("PruebaMotor", 0, 0); // Escribir cadena en posición x, y
        Motor.A.forward(); // Avanzar motor A
        LCD.drawString("Forward", 1, 1); // Escribir cadena
        Button.waitForPress(); // Esperar hasta oprimir un botón
        Motor.A.backward();
        LCD.drawString("Backward", 1, 2);
        Button.waitForPress();
        Motor.A.reverseDirection();
        LCD.drawString("Forward", 1, 3);
        Button.waitForPress();
        Motor.A.stop();
        LCD.drawString("Stop", 1, 4);
        Button.waitForPress();
    }
}
```



Ejercicio:

1. Conectar un motor al puerto A del NXT
2. Copiar programa en bloc de notas
3. Guardarlo con nombre PruebaMotor.java
4. Compilarlo (nxjc)
5. Cargarlo al NXT (nxj)
6. Ejecutarlo en el NXT

La API leJOS NXJ

- Un robot se mueve dentro de una casa evitando objetos con el sensor de distancia. Si el sensor no detecta un objeto, el robot puede aún detectar si las ruedas están atoradas monitoreando un decremento en la velocidad de rotación. Si el robot se voltea puede usar un sensor de inclinación para identificar el problema. Puede usar su bocina para emitir voces que digan “me caí”. Puede tratar de levantarse él mismo. Tal robot puede estar solo durante horas, y cuando uno regresa podría aún estar explorando la casa.
- Esto es posible con leJOS NXJ. Solo necesitamos saber dónde encontrar los métodos en la API.

La API leJOS NXJ

Overview (leJOS NXJ API documentation) - Windows Internet Explorer

http://lejos.sourceforge.net/nxt/nxj/api/index.html

Overview (leJOS NXJ API documentation)

Overview Package Class **Tree** Deprecated Index Help

PREV NEXT FRAMES NO FRAMES

Packages

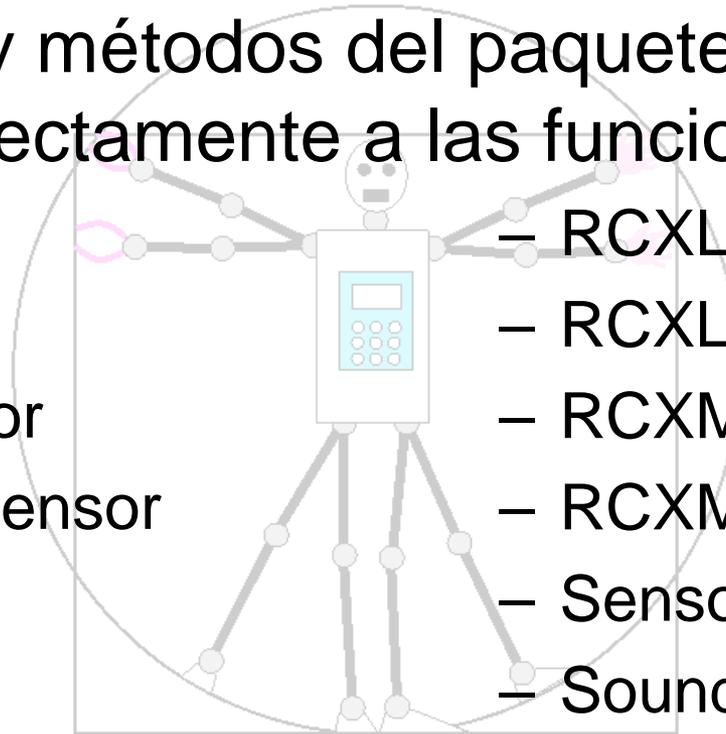
| | |
|---|---|
| java.awt | Minimal AWT package for Rectangle class |
| java.io | Input/Output support |
| java.lang | Core Java classes |
| java.util | Utilities |
| javax.bluetooth | Standard Bluetooth classes |
| javax.microedition.io | J2ME I/O. |
| javax.microedition.lcdui | J2ME LCD User Interface classes. |
| javax.microedition.location | Location API |
| lejos.gps | GPS Parsing |
| lejos.keyboard | Support for SPP keyboards |
| lejos.localization | Localization support |
| lejos.math | Extra Math classes for leJOS |
| lejos.navigation | Navigation classes. |
| lejos.nxt | Access to NXT sensors, motors, etc. |

lejos.nxt

Internet | Modo protegido: activado

Paquete lejos.nxt

- Las clases y métodos del paquete lejos.nxt acceden directamente a las funciones del NXT
 - Battery
 - Button
 - ColorSensor
 - CompassSensor
 - I2CSensor
 - LCD
 - LightSensor
 - Motor
 - MotorPort
 - RCXLightSensor
 - RCXLink
 - RCXMotor
 - RCXMotorMultiplexer
 - SensorPort
 - Sound
 - SoundSensor
 - TiltSensor
 - TouchSensor
 - UltrasonicSensor



3. Piezas LEGO

- La mayor parte de las piezas del paquete Lego Mindstorms NXT son partes Lego Technic.
- La línea de productos Lego Technic está en el mercado desde 1977.
- Estas piezas difieren de las piezas estándar Lego en que se pueden usar para complejas máquinas con movimiento.



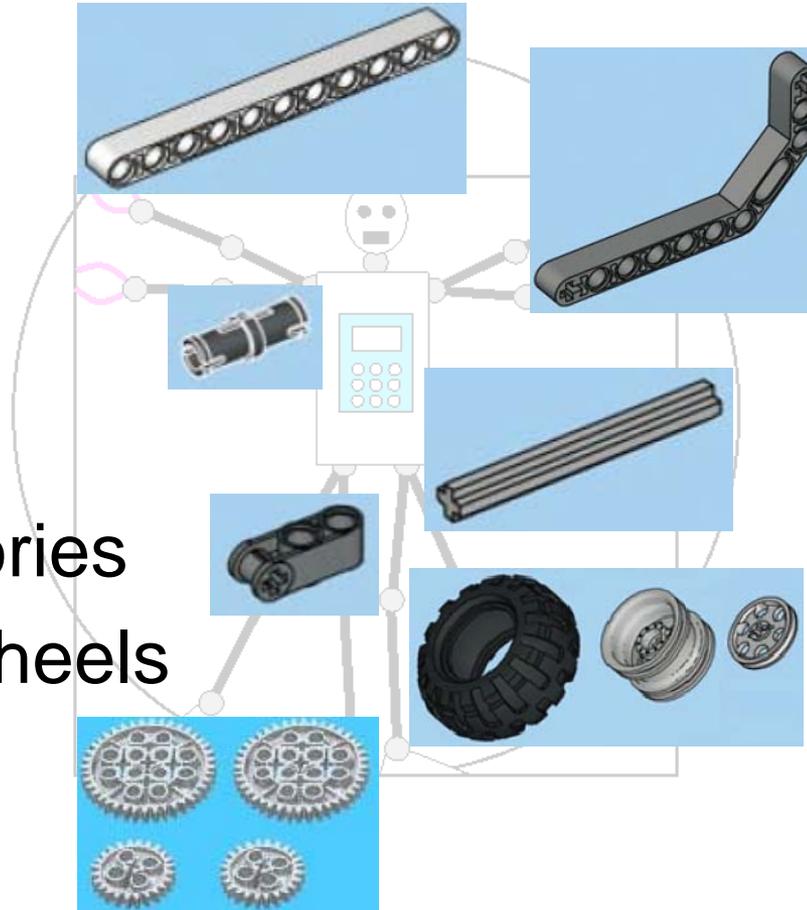
Piezas del NXT

- Todas las piezas del paquete NXT son de alta calidad. El proceso de moldeo no deja defectos y vestigios de plástico.
- El paquete NXT contiene 577 piezas, de las cuales 81 son únicas, mientras que el RIS, traía 141 partes únicas.



Piezas del NXT

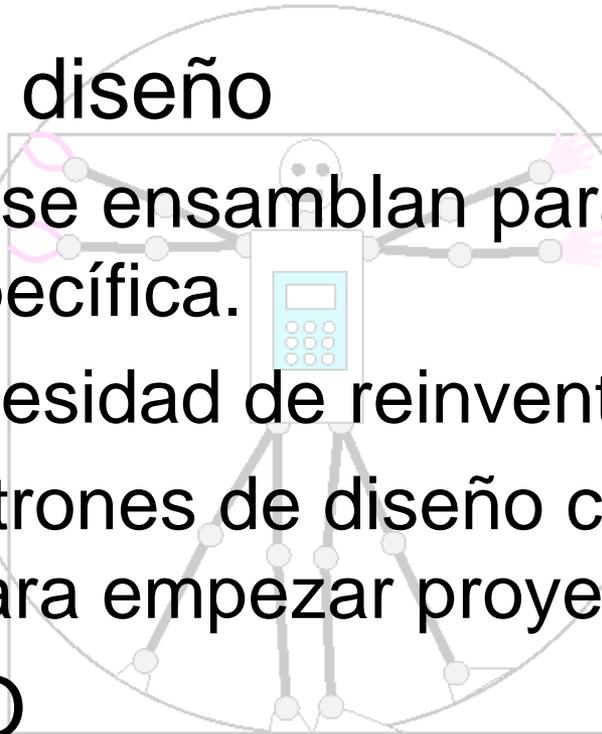
- Beams
- Liftarms
- Pins
- Axles
- Axle accessories
- Tires and wheels
- Gears
- Cables
- otras partes



4. Estrategias de construcción

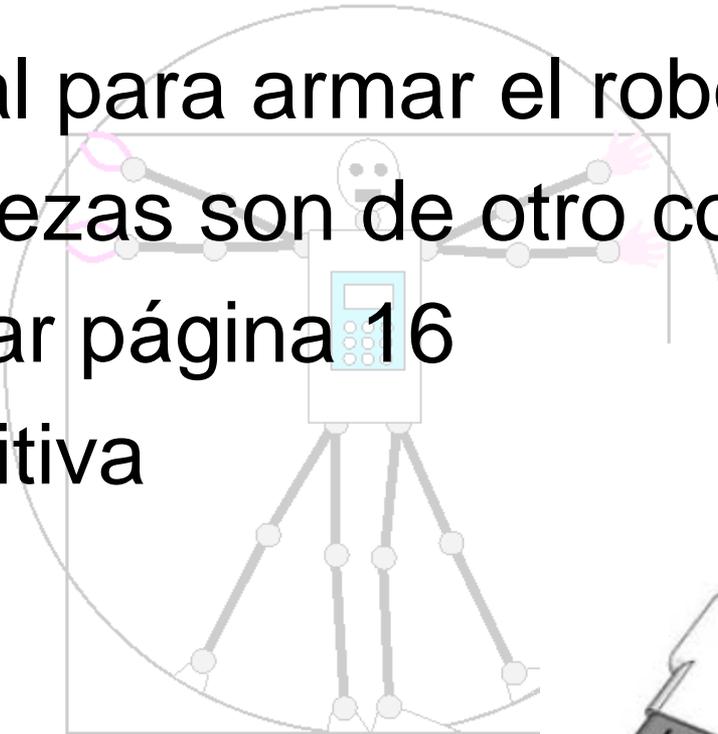
(En curso extendido)

- Patrones de diseño
 - Las piezas se ensamblan para producir una función específica.
 - No hay necesidad de reinventar la rueda.
 - Muchos patrones de diseño comunes dan una idea para empezar proyectos propios.
- Leyes LEGO
- Metas ingenieriles
- Metas de diseño comunes

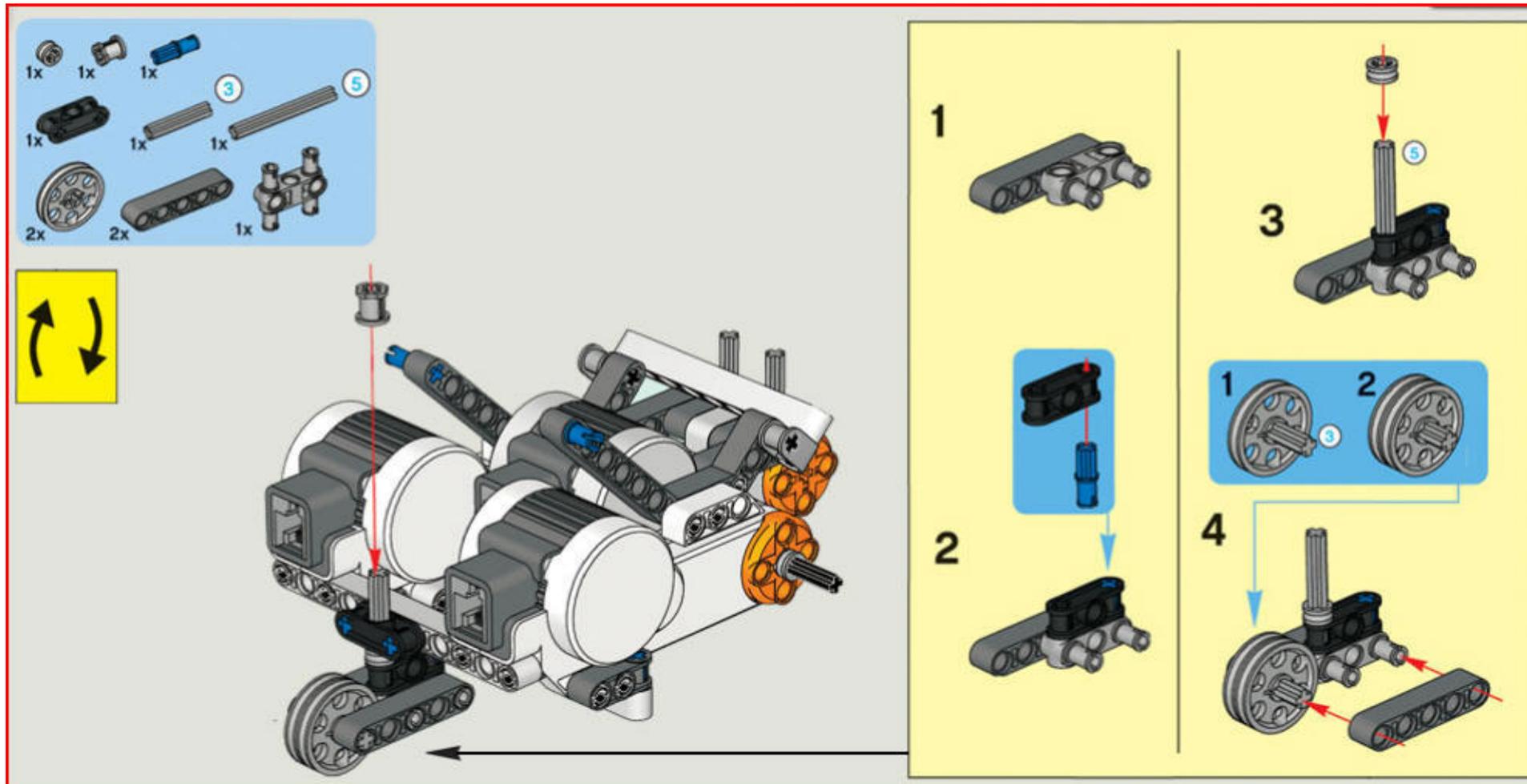


5. Construcción de un robot móvil

- Ver manual para armar el robot TaskBot
- Algunas piezas son de otro color
- Reemplazar página 16 por diapositiva siguiente



Rueda loca



TaskBot con sensor de luz



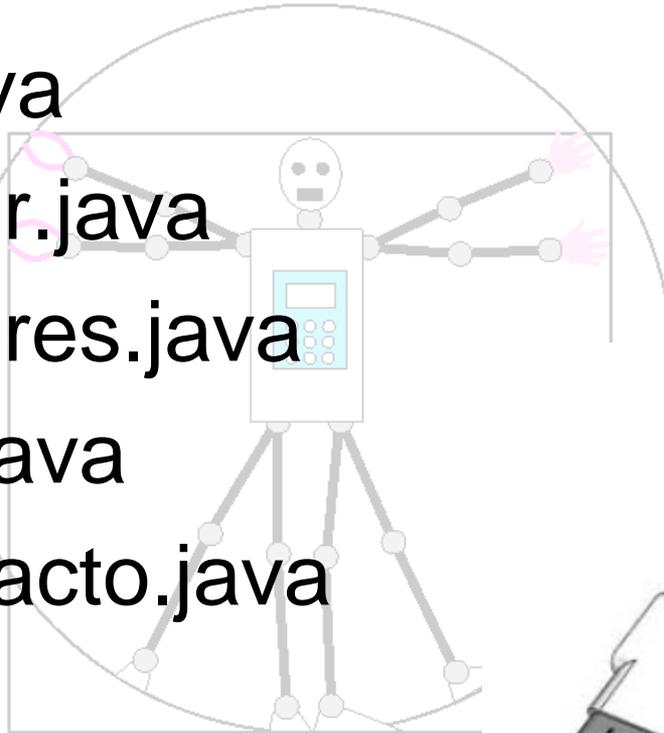
6. Programación del robot móvil

- Programas en el NXT
 - Robot seguidor de línea
 - Robot peleador de sumo
- Programas en la PC (usando Bluetooth en curso extendido)
 - Robot peleador de sumo a control remoto
 - Robot futbolista a control remoto



Programas en el NXT

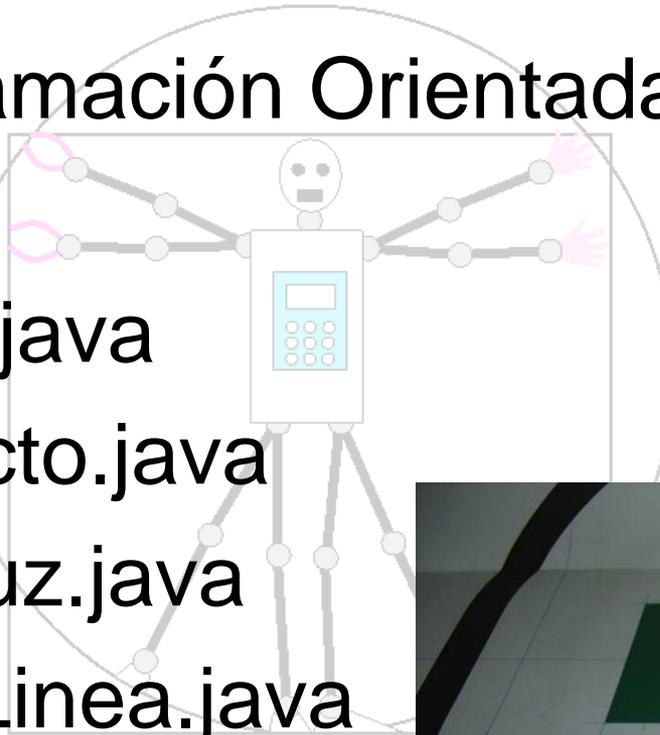
- HolaNXT.java
- PruebaMotor.java
- PruebaMotores.java
- SensorLuz.java
- SensorContacto.java



POO en el NXT

POO = Programación Orientada a Objetos

- `nxbot.java`
- `nxbotDemo.java`
- `nxbotContacto.java`
- `nxbotContLuz.java`
- `nxbotSigueLinea.java`



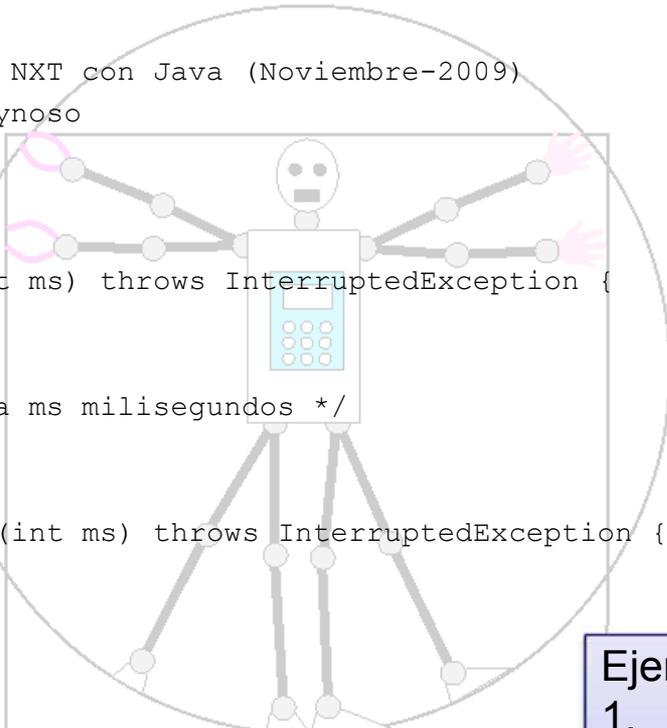
Clase nxbot

```
import lejos.nxt.*;
/**
 * Programación de Robots Lego NXT con Java (Noviembre-2009)
 * @author Julio C. Sandria Reynoso
 */
public class nxbot {

    public static void avanza(int ms) throws InterruptedException {
        Motor.A.forward();
        Motor.C.forward();
        Thread.sleep(ms); /* espera ms milisegundos */
    }

    public static void retrocede(int ms) throws InterruptedException {
        Motor.A.backward();
        Motor.C.backward();
        Thread.sleep(ms);
    }

    public static void alto() {
        Motor.A.stop();
        Motor.C.stop();
    }
}
```



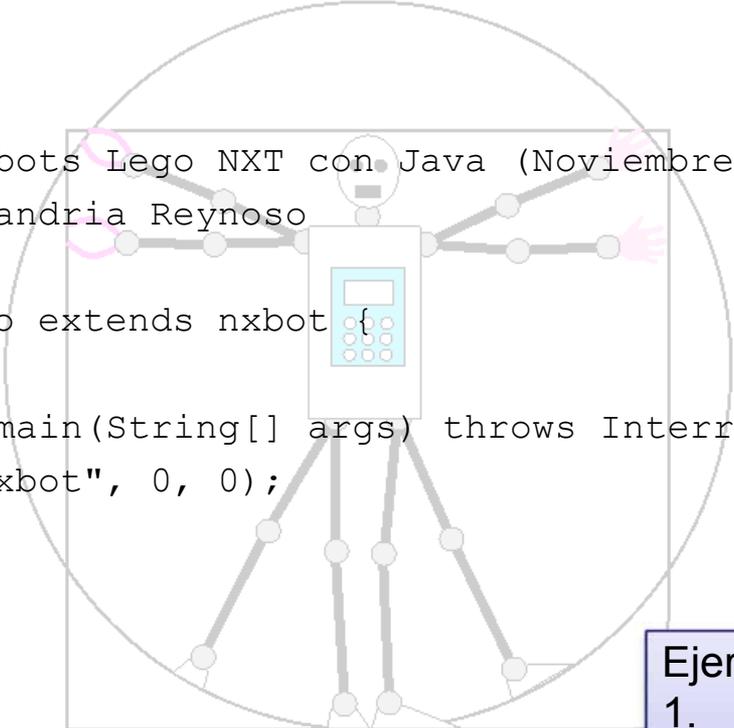
Ejercicio:

1. Compilar esta clase.
NOTA: no tiene método main(...)
2. Agregar métodos **izquierda** y **derecha**
3. Compilar al terminar de agregar ambos métodos

Clase nxbotDemo

```
import lejos.nxt.*;
/**
 * Programación de Robots Lego NXT con Java (Noviembre-2009)
 * @author Julio C. Sandria Reynoso
 */
public class nxbotDemo extends nxbot {

    public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
        LCD.drawString("nxbot", 0, 0);
        avanza(1000);
        retrocede(1000);
        izquierda(1000);
        avanza(1000);
        derecha(1000);
        avanza(1000);
        alto();
    }
}
```



Ejercicio:

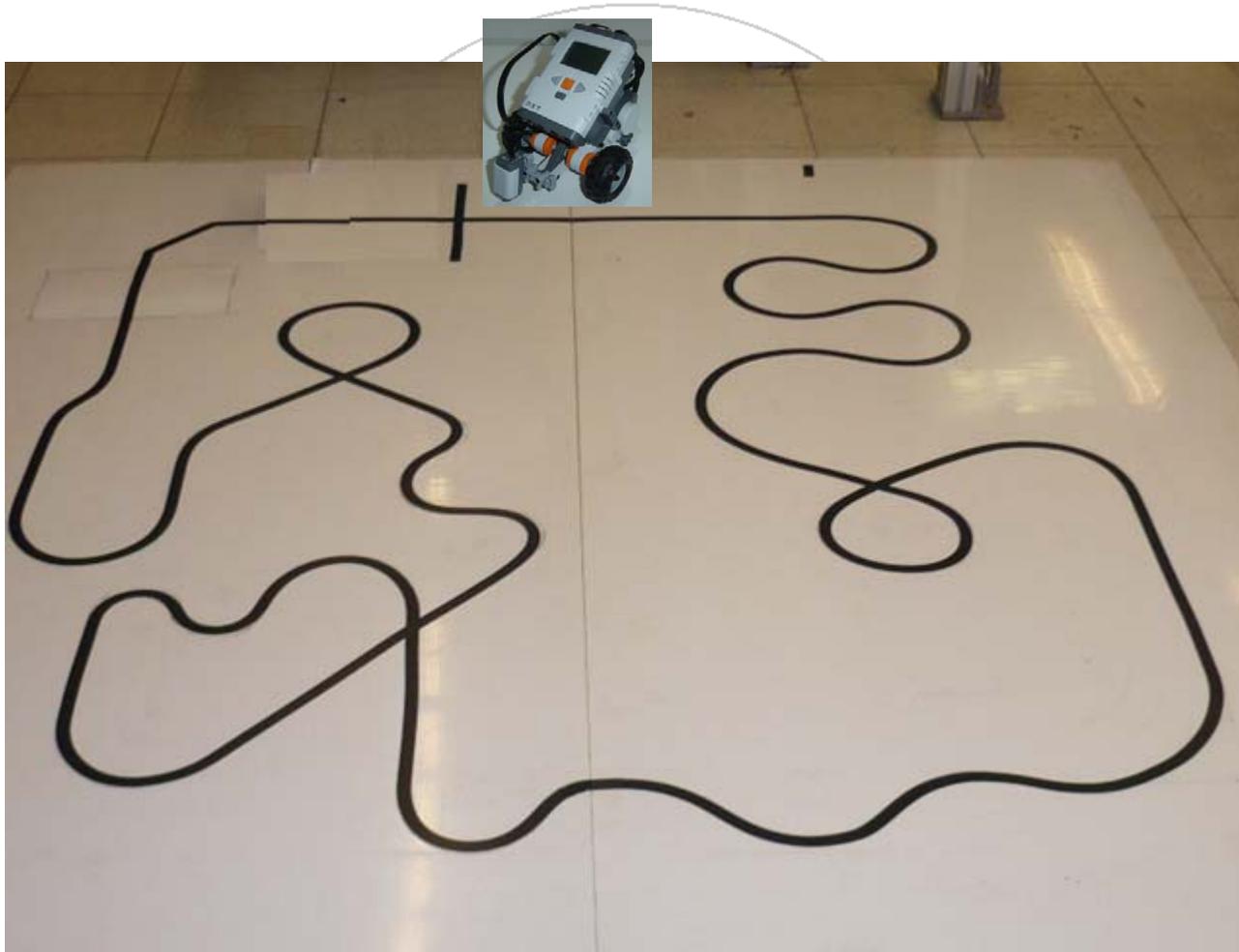
1. Compilar esta clase.
2. Transferir al NXT y ejecutar.
3. Modificar el programa para que el NXT trace un 8 (ocho) en el suelo.

7. Miniconcursos de robótica

- Robot seguidor de línea
- Robot peleador de sumo (**En curso extendido**)
- Robot futbolista (**En curso extendido**)

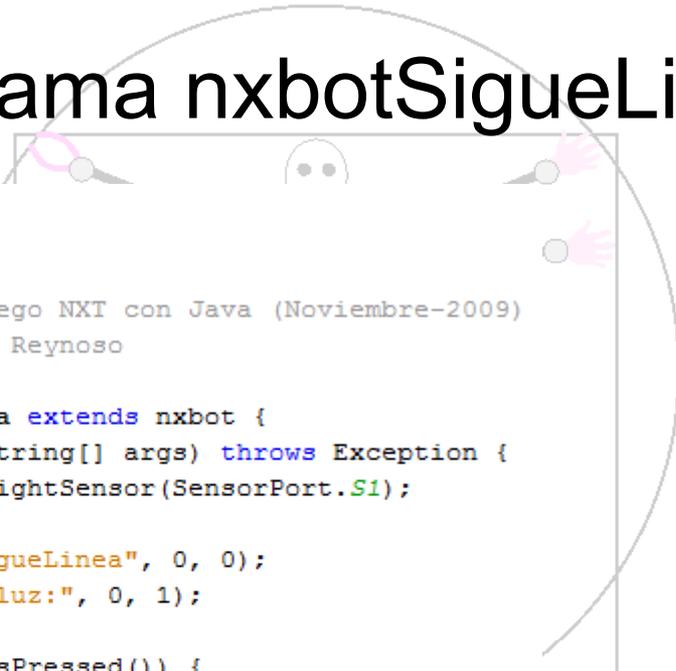


Robot seguidor de línea



Robot seguidor de línea

- Hacer programa `nxbotSigueLinea`



```
import lejos.nxt.*;

/**
 * Programación de Robots Lego NXT con Java (Noviembre-2009)
 * @author Julio C. Sandria Reynoso
 */
public class nxbotSigueLinea extends nxbot {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        LightSensor luz = new LightSensor(SensorPort.S1);

        LCD.drawString("nxbotSigueLinea", 0, 0);
        LCD.drawString(" valor luz:", 0, 1);

        while (!Button.ESCAPE.isPressed()) {
            LCD.drawInt(luz.readValue(), 4, 12, 1);
            // negro = 33
            // blanco = 52
        }
    }
}
```

Ejercicio:

1. Hacer el programa para que el robot siga una línea negra.
2. Comparar con otros equipos y mejorar su velocidad.

Seguidor de línea básico

```

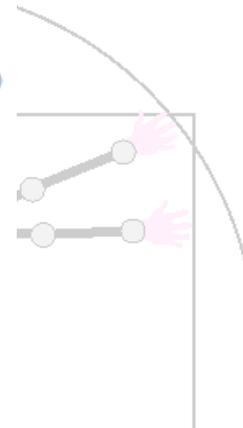
import lejos.nxt.*;

/**
 * Programación de Robots Lego NXT con Java (Noviembre-2009)
 * @author Julio C. Sandria Reynoso
 */
public class nxbotSigueLinea extends nxbot {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        LightSensor luz = new LightSensor(SensorPort.S1);

        LCD.drawString("nxbotSigueLinea", 0, 0);
        LCD.drawString(" valor luz:", 0, 1);

        while (!Button.ESCAPE.isPressed()) {
            LCD.drawInt(luz.readValue(), 4, 12, 1);
            // negro = 33
            // blanco = 52
            if(luz.readValue() > 41) {
                // Está en blanco
                avanza(20);
                izquierda(20);
            } else {
                // Está en negro
                avanza(20);
                derecha(20);
            }
        }
    }
}

```



8. Otros cursos y talleres

- Cursos y talleres de 3, 10, 20 ó más horas
- Introducción al Lego Mindstorms NXT
- Programación de Lego Mindstorms NXT con Java
- Programación avanzada de Lego Mindstorms NXT con Java
- Diseño y construcción de robots usando microcontroladores PIC de Microchip
- Programación de PICs con PICBasic, Ensamblador o Niple



¡Gracias por su atención!

M.I.A. Julio César Sandria Reynoso

Julio.Sandria@RobotSA.com

Ing. Mauricio Vargas Dórame

RobotSA – Robótica, Sistemas y Automatización

<http://www.RobotSA.com>

