



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Vigilada Mineducación Res. 12220 de 2016

300IGE003 - Robótica

Introducción

Simón Plata

Etiqueta, modales y reglas generales

En orden de importancia:

- No haga trampa
- No distraiga o moleste a sus compañeros en clase
- No hable con el vecino, los susurros o cuchicheos incomodan; si necesita preguntar o decir algo, hágalo para toda la clase
- Ponga sus dispositivos en silencio
- Sea puntual
- No se retire de clase sin pedir permiso o avisar previamente
- Utilice sus dispositivos (teléfono, laptop, tablet, etc.) para actividades de la clase únicamente



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY](#)

Recomendaciones

- Demuestre respeto por sus compañeros, por el profesor, por la clase y por usted mismo
- Si se siente ofendido por algo, dígalo inmediatamente
- Puede trabajar o estudiar en grupo, pero asegúrese de aprender y hacer su propio trabajo
- Si no entiende pregunte, saque el mayor provecho posible de la inversión que hacen sus padres, usted o el que sea que pague por su matrícula
- Intente participar en clase tanto como pueda
- Duerma bien y descanse adecuadamente antes de entrar a clase, el sueño y el cansancio afectan negativamente el aprendizaje
- Trate de no dormir en clase y si lo hace sea discreto, evite roncar; tome café o té antes de entrar (solo si acostumbra)
- Tenga en cuenta que su actitud en clase puede tener algún efecto en sus calificaciones, sobre todo si rompe las reglas o tiene malos modales
- Disfruten, diviértanse, aprendan

Icebreakers

- Toma de asistencia y presentación ante el grupo: Nombre (cómo le gusta que lo llamen), carrera, semestre, de donde es, ...
- ¿Qué experiencias y conocimientos previos tiene en robótica?
- ¿Cual es su motivación? ¿Por qué está aquí?
- ¿Cuáles son sus expectativas sobre este curso?



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC-ND](#)

Syllabus

Descripción de la asignatura

Este curso proporciona una descripción general de los tipos de robots, sus aplicaciones y sus partes.

Los temas incluyen las herramientas matemáticas y computacionales para describir, modelar, y simular un robot y su comportamiento cinemático. Además de nociones básicas de control de movimiento y planeación de trayectorias.

También se describen los actuadores y sensores que típicamente se aplican en la construcción de robots

Por medio de proyectos y actividades de laboratorio, se ofrecen experiencias con robots reales, servo-accionamientos y sistemas de control.

Los estudiantes diseñarán y fabricarán sistemas robóticos básicos en un proyecto final.

Syllabus

Objetivos del curso

El objetivo general del curso es comprender los conceptos fundamentales involucrados en el diseño, modelado y control de robots.

Los objetivos específicos de la asignatura son:

- Adquirir conocimientos generales sobre robótica, sus fundamentos teóricos, las herramientas y tecnologías disponibles
- Modelar sistemas robóticos mediante herramientas matemáticas y computacionales
- Programar y controlar robots industriales y móviles
- Diseñar sistemas robóticos básicos a partir del análisis de requerimientos mediante herramientas de modelado y simulación
- Establecer fundamentos que permitan continuar profundizando el conocimiento de la robótica y sus aplicaciones

Prerrequisitos

- Álgebra lineal y operaciones de matrices
- Fundamentos de cinemática clásica y sistemas de coordenadas
- Programación en C/C++ y Python
- Diseño de circuitos digitales y analógicos
- Nociones básicas de sistemas mecánicos (Engranajes, reducciones, palancas, articulaciones, etc.)
- Control de motores y actuadores
- Sistemas micro-controlados y embebidos
- Lectura y escucha en inglés

Contenido

1. Introducción y conceptos generales
2. Configuración y modelado del robot
3. Cinemática del robot
4. Control cinemático
5. Actuadores y sensores
6. Robots en la industria, justificación social y económica

Estrategias pedagógicas

- Clases magistrales
- Talleres de ejercicios prácticos
- Prácticas de laboratorio
- Proyecto final

Evaluación

• Primer parcial	25%
• Segundo Parcial	25%
• Proyecto Final	25%
• Prácticas de Laboratorio	25%

Bibliografía

- Craig, J. J. (2014). Introduction to robotics: mechanics and control. Pearson Education. <https://www-ebooks7-24-com.bdbib.javerianacali.edu.co/?il=5245>
- Fundamentos de Robótica, Barrientos A., 2da Edición, 2007, McGraw-Hill
- Kumar Saha, Subir. Introducción a La Robótica. 1a. ed.--. México D.F.: Mc Graw Hill, 2010.
- Robótica Computacional, Jaramillo-Botero A., Acosta J., Colorado J. Pontificia Universidad Javeriana. (En revisión editorial)

Información de contacto

simon.plata@javerianacali.edu.co

Laboratorio de fenómica

Instituto de ciencias ómicas iÓmicas





Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Vigilada Mineducación Res. 12220 de 2016

Introducción a la Robótica

Simón Plata

¿Qué es la robótica?

La robótica es la rama de la ingeniería que se ocupa del diseño, construcción, operación, estructura, manufactura y aplicación de los robots.^{1,2}

La robótica combina diversas disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física.³ Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables, la animatrónica y las máquinas de estados.⁴

El término robot se popularizó con el éxito de la obra R.U.R. (Robots Universales Rossum), escrita por Karel Čapek en 1920. En la traducción al inglés de dicha obra la palabra checa robota, que significa trabajador forzado, fue traducida al inglés como robot.⁵

Robótica (2023) *Wikipedia*. Wikimedia Foundation. Available at: <https://es.wikipedia.org/wiki/Robótica> (Accessed: January 22, 2023).

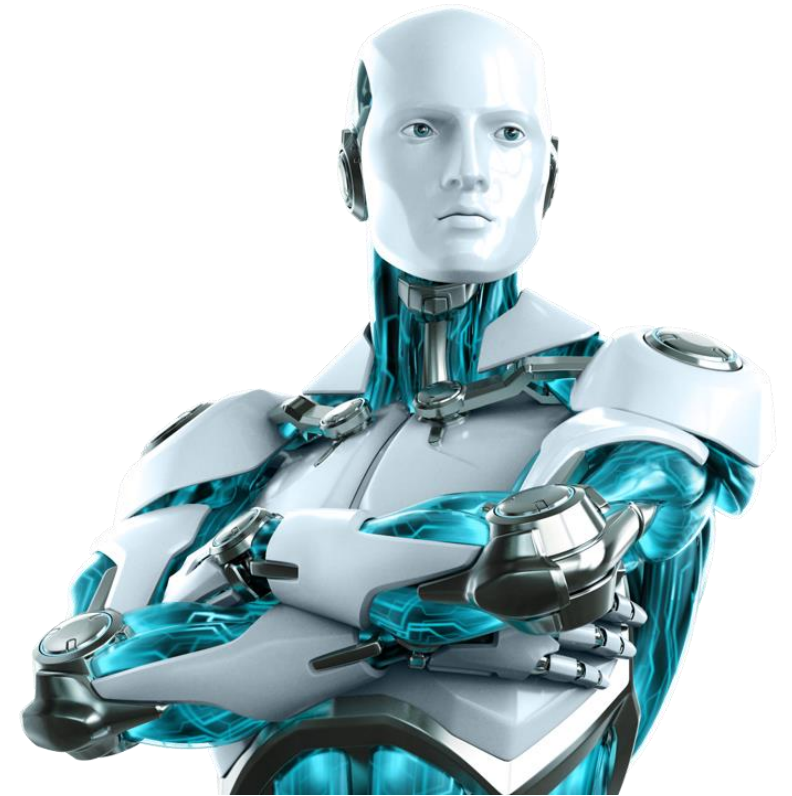
¿Qué es un robot?

robot

Del ingl. robot, y este del checo robot, de robota 'trabajo, prestación personal'.

1. m. Máquina o ingenio electrónico programable que es capaz de manipular objetos y realizar diversas operaciones.
2. m. robot que imita la figura y los movimientos de un ser animado.
3. m. Persona que actúa de manera mecánica o sin emociones.
4. m. Inform. Programa que explora automáticamente la red para encontrar información.

Asale, R.- and Rae (no date) *Robot: Diccionario de la Lengua Española, "Diccionario de la lengua española" - Edición del Tricentenario*. Available at: <https://dle.rae.es/robot> (Accessed: January 22, 2023).

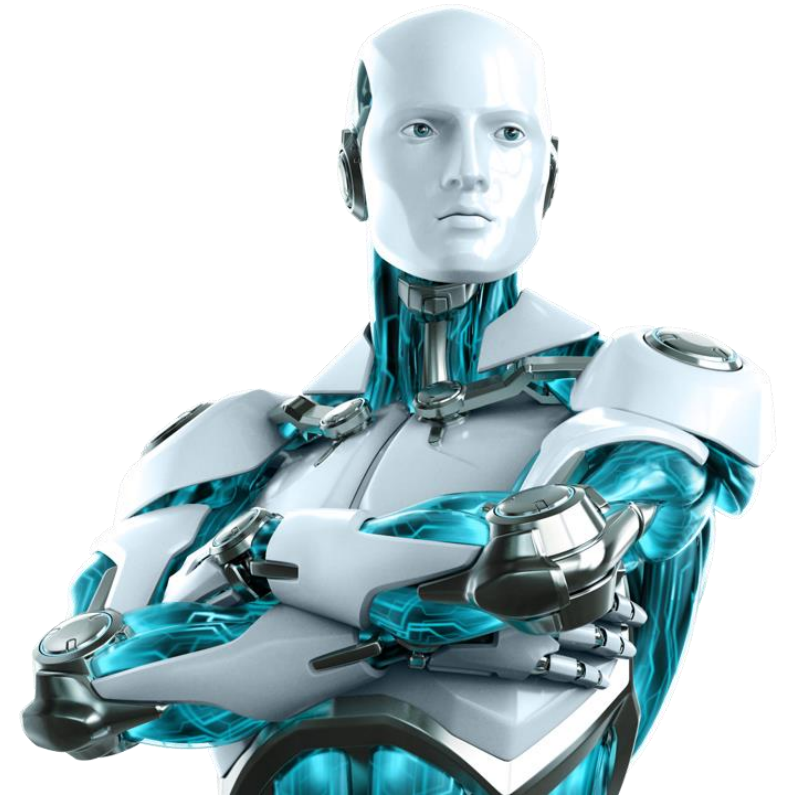


[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)

¿Qué es un robot?

“I can't define a robot, but I know one
when I see one”

-Joseph Engelberger, a pioneer in industrial robotics.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)

Tipos de robots

Manipuladores



Humanoides



Móviles



Híbridos



Robots Manipuladores - Definición

Según la RIA (Robotic Industries Association), un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

ISO define al robot industrial como:

Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

A. Barrientos, "1.3.1. Definición de robot industrial," in *Fundamentos de Robótica*, Aravaca, Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2017, pp. 9–10.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)



Robots Móviles - Definición

Un robot móvil, es una maquina capaz de moverse libremente y que se adapta a los cambios del entorno.

Generalmente hace uso de sensores y algoritmos de inteligencia artificial para tomar decisiones y definir autónomamente la trayectoria de navegación, evitando obstáculos y haciendo correcciones en tiempo real.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-SA-NC](#)

Robots Móviles - Tipos

- AGVs (Automatic Guided Vehicles)
- UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) o Drones
- AUVs (Autonomous Underwater Vehicles)
- AMRs (Autonomous Mobile Robots)

Robots Móviles - AGVs - Definición

Vehículos de guiado automático (AGV)

Un AGV es un robot móvil que puede desplazarse por su entorno con ayuda de pistas, guías o por recorridos predefinidos y a menudo requieren de la supervisión de un operario. Normalmente, se utilizan para entregar materiales y mover mercancías en entornos controlados, como almacenes o plantas de producción.



Tipos de robots y aplicaciones industriales de la tecnología robótica...
Available at: <https://www.intel.es/content/www/es/es/robotics/types-and-applications.html> (Accessed: January 22, 2023).



Robots Móviles - AGVs - Navegación

Métodos de guiado

- Cable inductivo
- Cinta óptica o magnética
- Marcadores magnéticos
- Triangulación laser
- Guía por visión artificial
- GPS o LPS
- Odometría (Dead reckoning)



Robots Móviles - AMRs - Definición

Un robot móvil autónomo es un tipo de robot que puede comprender y navegar su entorno de forma independiente. Los AMR se diferencian de sus predecesores, los vehículos guiados autónomos (AGV), que dependen de vías o caminos predefinidos y, a menudo, requieren la supervisión de un operario.

Los AMR utilizan un sofisticado conjunto de sensores, inteligencia artificial, aprendizaje automático e informática para planificar rutas e interpretar y navegar su entorno, sin cables eléctricos. Como los AMR están equipados con cámaras y sensores, si encuentran un obstáculo inesperado mientras navegan su entorno, como una caja caída o una multitud, emplearán técnicas de navegación como la prevención de colisiones para ralentizar, detener o replantear su ruta al rededor del objeto y continuar su tarea.



[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY](#)

Autonomous Mobile Robot (AMR) overview: Types and use cases (no date) Intel. Intel Corporation. Available at: <https://www.intel.com/content/www/us/en/robotics/autonomous-mobile-robots/overview.html> (Accessed: January 22, 2023).

Robots Móviles - AMRs - Locomoción

Formas de locomoción más comunes:

- Ruedas
- Orugas
- Patas
- Arrastrarse





Robots Móviles - Drones - Definición

Según Feron y Johnson, un robot aéreo es un sistema capaz de volar y navegar sin necesidad de intervención humana y que además puede desempeñar tareas específicas.



Feron, E., Johnson, E.N. (2008). Aerial Robotics. In: Siciliano, B., Khatib, O. (eds) Springer Handbook of Robotics. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30301-5_45



Robots Humanoides - Definición

Los **Robots Humanoides** son aquellos que se diseñan específicamente para imitar la apariencia o funcionamiento de los seres humanos.

Estos robots poseen en su mayoría elementos antropomórficos, como dos brazos, dos piernas e incluso un rostro de apariencia humana realista hecha a base de piel sintética de silicona.

Algunos de estos robots poseen sintetizadores de voz para recrear interacción social.

Los más especializados, poseen diferentes elementos de inteligencia y visión artificial para simular acciones como expresiones faciales o imitación de movimientos.



Marketing (2021) ¿Qué es un robot humanoide? Significado y 3 ejemplos actuales, EDS Robotics. Available at: <https://www.edsrobotics.com/blog/robots-humanoides/> (Accessed: January 23, 2023).

This Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC](#)



Aperitivos – Para la próxima clase

- Lecturas
- Vídeos
- Actividades
- Noticias, Actualidad
- Anécdotas, Notas cortas

Temas:

* Robots Manipuladores -
Morfología



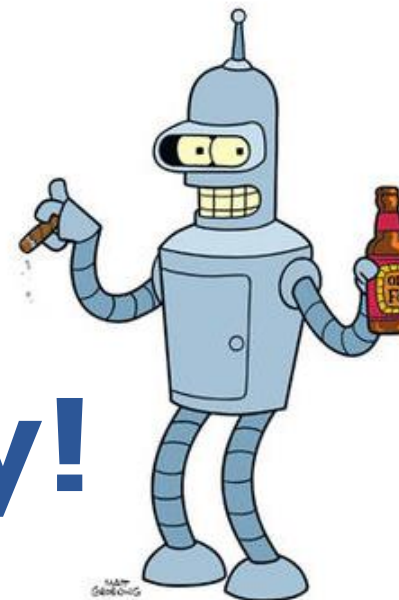
[This Photo](#) by Unknown Author is licensed under [CC BY-NC-ND](#)



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Vigilada Mineducación Res. 12220 de 2016

¡Eso es todo por hoy!



[This Photo](#) by Unknown Author is
licensed under [CC BY-SA](#)



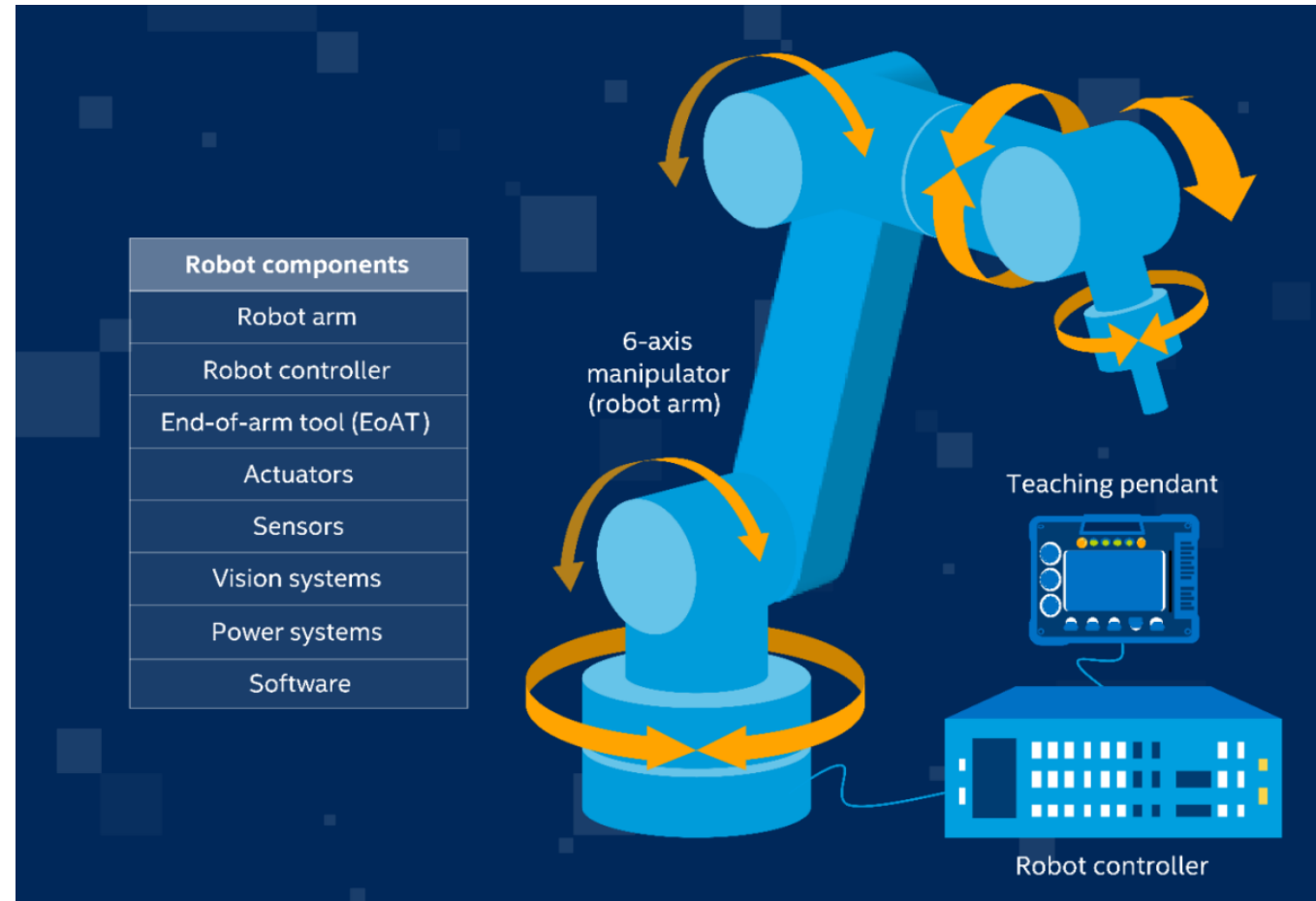
Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Vigilada Mineducación Res. 12220 de 2016

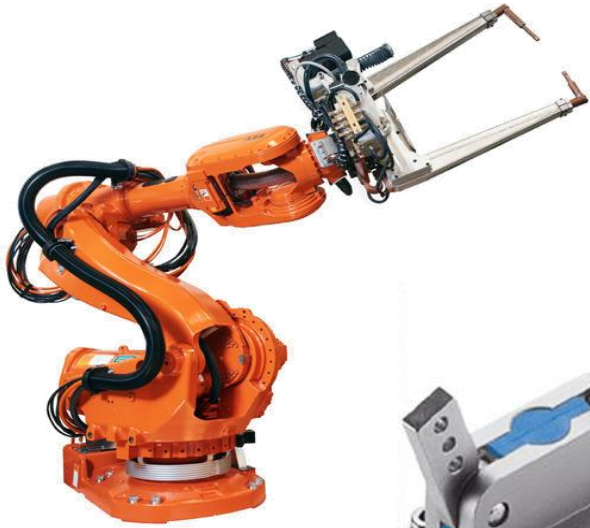
Fundamentos de Robots Manipuladores

Simón Plata

Componentes de un robot manipulador industrial



Efectores finales



Pinzas neumáticas de 2 y 3 dedos (Festo)

Fundamentos de robótica
McGrawHill

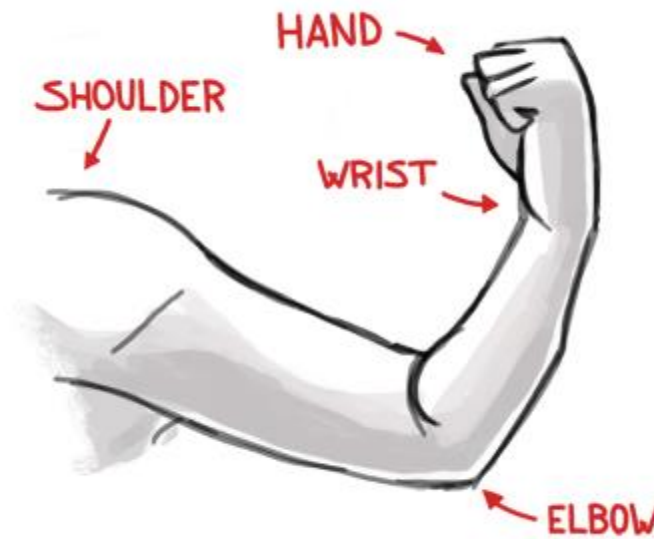
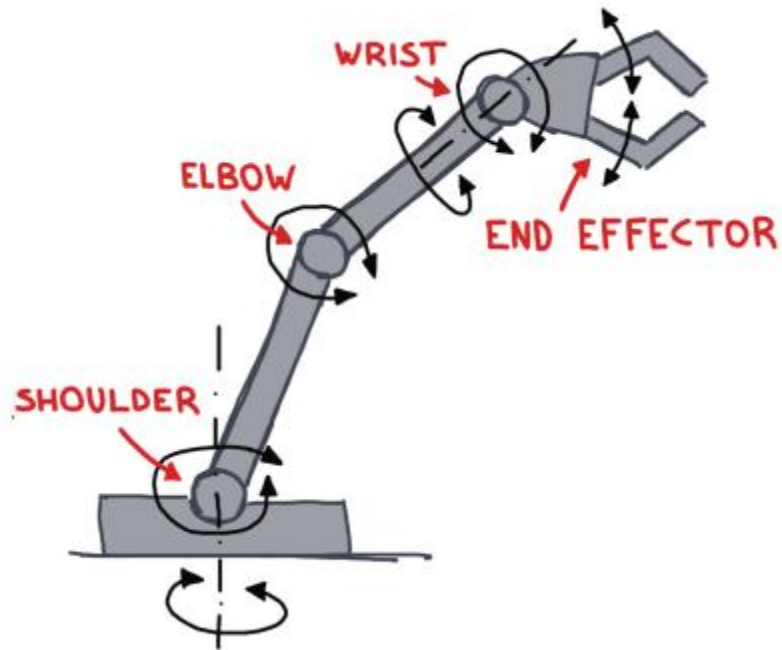


Ventosa de vacío (Festo)

Fundamentos de Robótica
McGrawHill

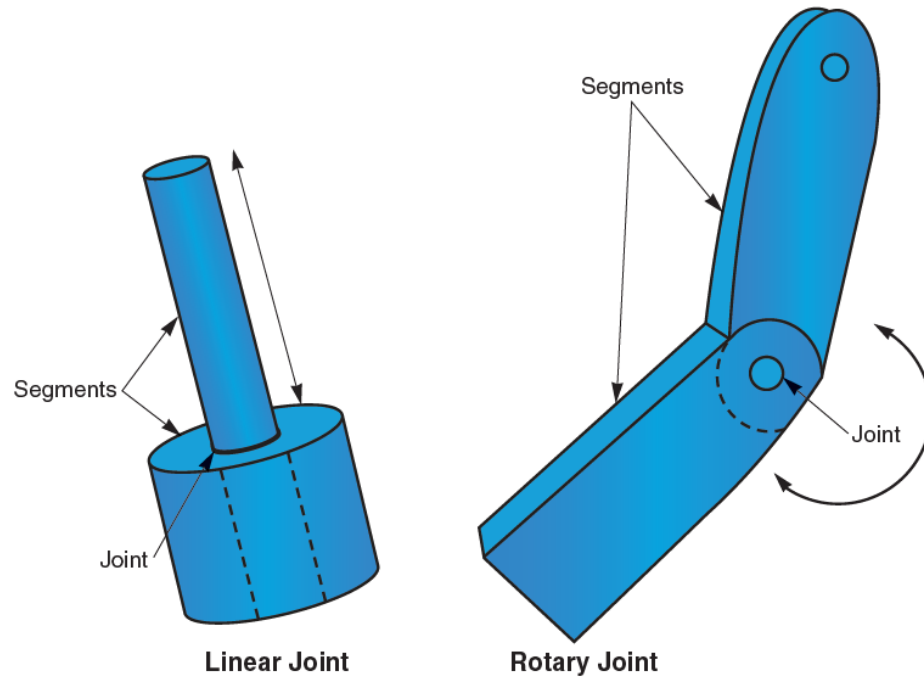


Configuración antropomórfica

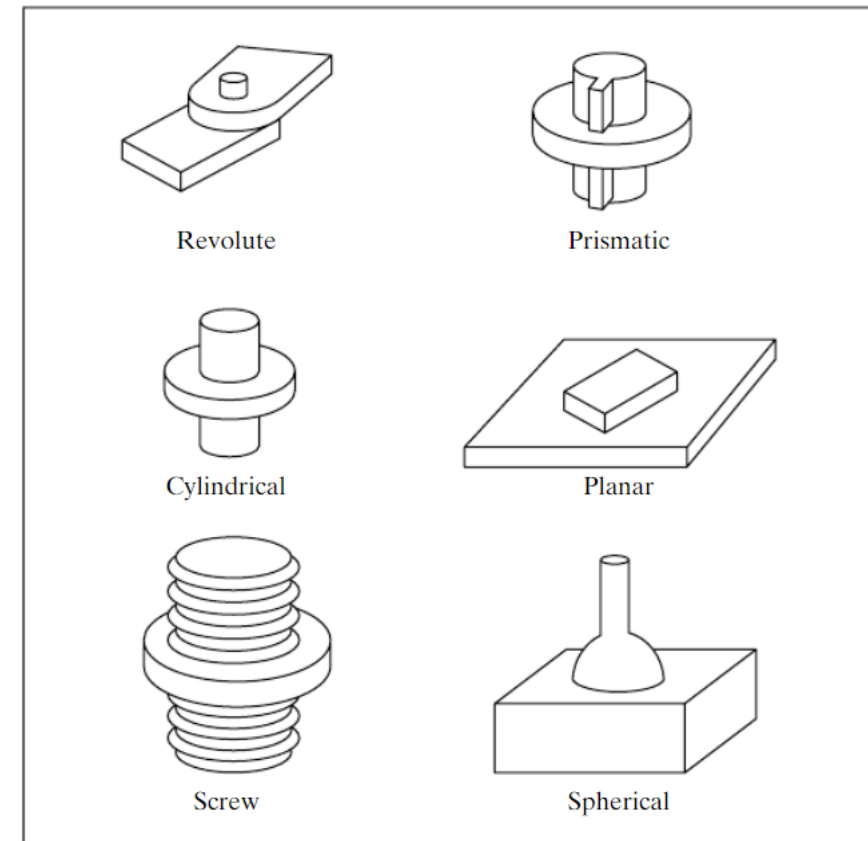


<https://community.robotshop.com/tutorials/show/basics-how-do-i-choose-a-robot-arm>

Segmentos/Eslabones (Links) y Articulaciones (Joints)



Ross, L.T., Fardo, S.W. and Walach, M.F. (2023) *Industrial Robotics Fundamentals: Theory and Applications*. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc.



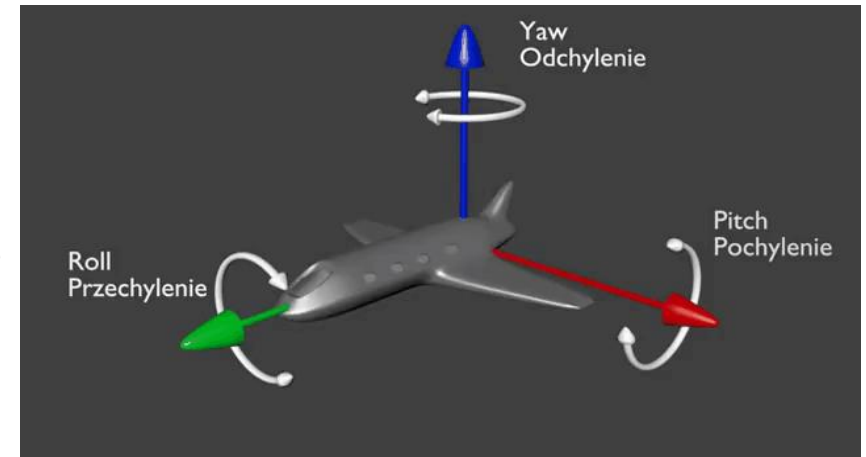
Craig, J. J. (2014). *Introduction to robotics: mechanics and control*. Pearson Education.

Grados de libertad

En la física, los grados de libertad (DoF) de un sistema mecánico son el menor número de parámetros independientes, que definen su configuración o posición. Este concepto es importante en la ingeniería mecánica, estructural, aeroespacial y robótica, entre otros campos.

Un cuerpo rígido en un espacio tridimensional, tiene como máximo seis grados de libertad (6 DoF); que corresponden a tres traslaciones y tres rotaciones (3T3R). Específicamente, el cuerpo es libre de moverse hacia adelante/atrás, arriba/abajo e izquierda/derecha; es decir, trasladarse en tres ejes perpendiculares. También puede rotar sobre esos mismos tres ejes, haciendo movimientos de cabeceo, alabeo y guiñada.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Degrees_of_freedom_\(mechanics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Degrees_of_freedom_(mechanics))



<https://www.liftndrift.com/six-degrees-of-freedom-in-paper-airplanes-science-behind-paper-airplanes/>

Sistema Holonómico

Cuando la integral de la trayectoria depende únicamente del estado inicial y final de un sistema, se dice entonces que es un sistema integrable o holonómico. Por el contrario cuando la integral de la trayectoria depende de los valores intermedios se dice entonces que es un sistema no integrable o no-holonómico. El término fue introducido por [Heinrich Hertz](#) en 1894.

Se puede considerar un plotter XY como un ejemplo de un sistema holonómico, ya que el estado de los componentes mecánicos estarán en una única configuración para cada posición dada del lápiz del plotter. Si el lápiz se mueve entre la posición $(0,0)$ y $(3,3)$, los engranajes del mecanismo estarán en la misma posición final, sin importar la trayectoria seguida.

En cambio si sustituimos el plotter XY por un plotter tipo "tortuga", el proceso de mover el lápiz desde la posición $(0,0)$ hasta la posición $(3,3)$, puede resultar en que los engranajes del mecanismo del robot terminen en posiciones diferentes, dependiendo de la trayectoria tomada. Por lo tanto es un ejemplo de un sistema no-holonómico.



Movilidad del robot y grados de libertad

El número de grados de libertad (DoF) de un mecanismo correspondientes a los permitidos por sus articulaciones se llaman **grados de movilidad o grados de libertad de movimiento**, y corresponden al número de parámetros que definen la posición o configuración de todo el sistema.

Los grados de libertad controlables, por el contrario son los parámetros o articulaciones que pueden ser directa e independientemente controladas para llevar el sistema a una posición o configuración en particular.

<https://www.cs.cmu.edu/~rapidproto/mechanisms/chpt4.html>

Holonomico, No-Holonomico y Redundante

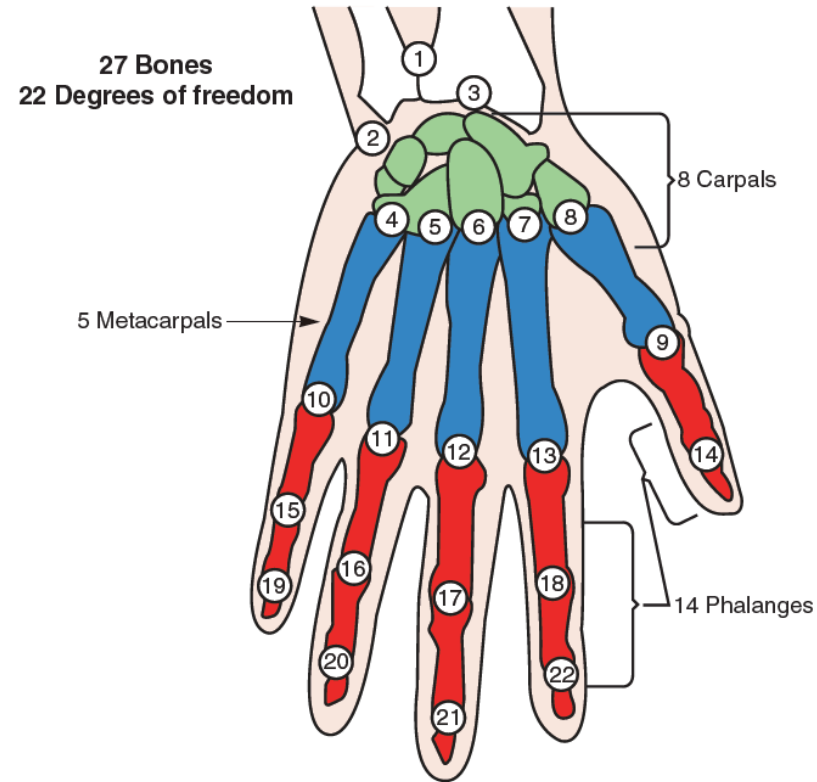
Un sistema con menos **grados de libertad controlables** que el total de **grados de libertad de movimiento**, se conoce como **no-holonómico**.

Un sistema con igual número de grados de libertad controlables y de movimiento es **holonómico**.

Mientras que un sistema con más grados de libertad controlables que el total de grados de libertad de movimiento se dice que es **redundante**.

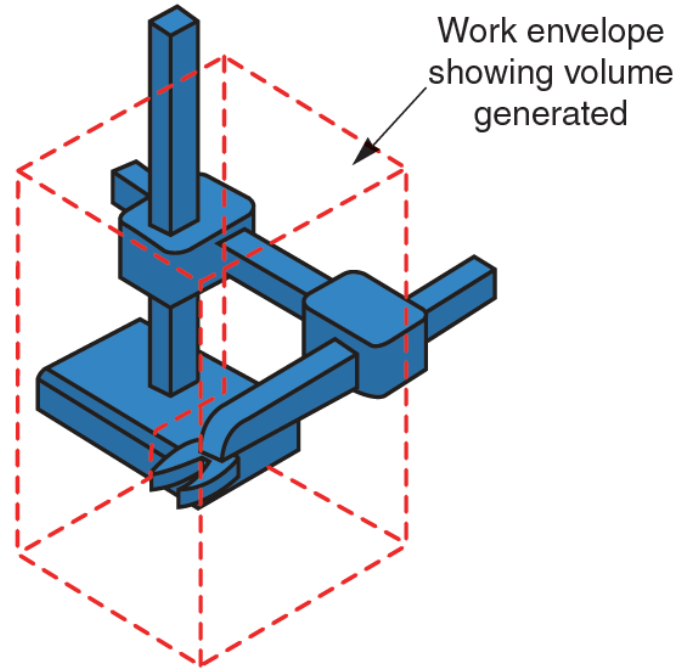
[https://en.wikipedia.org/wiki/Degrees_of_freedom_\(mechanics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Degrees_of_freedom_(mechanics))

Grados de libertad

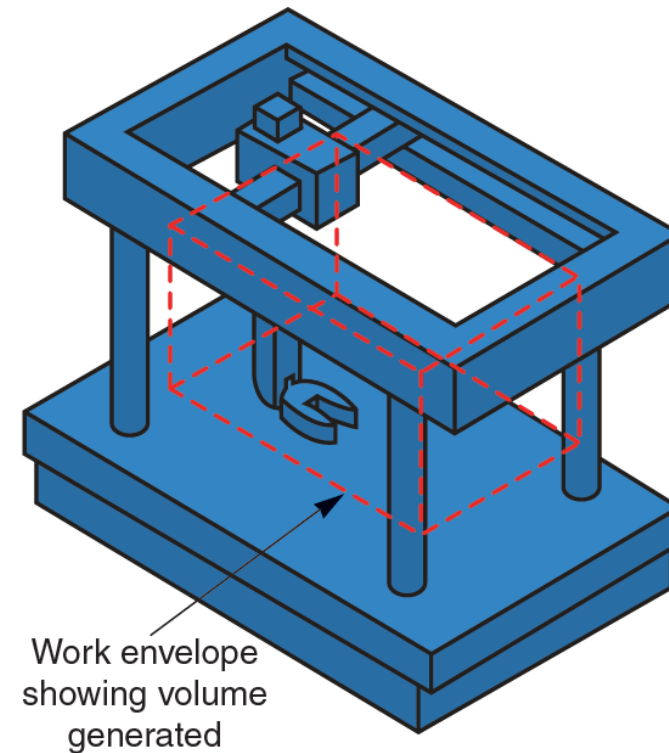


Configuración cartesiana

Standard Configuration

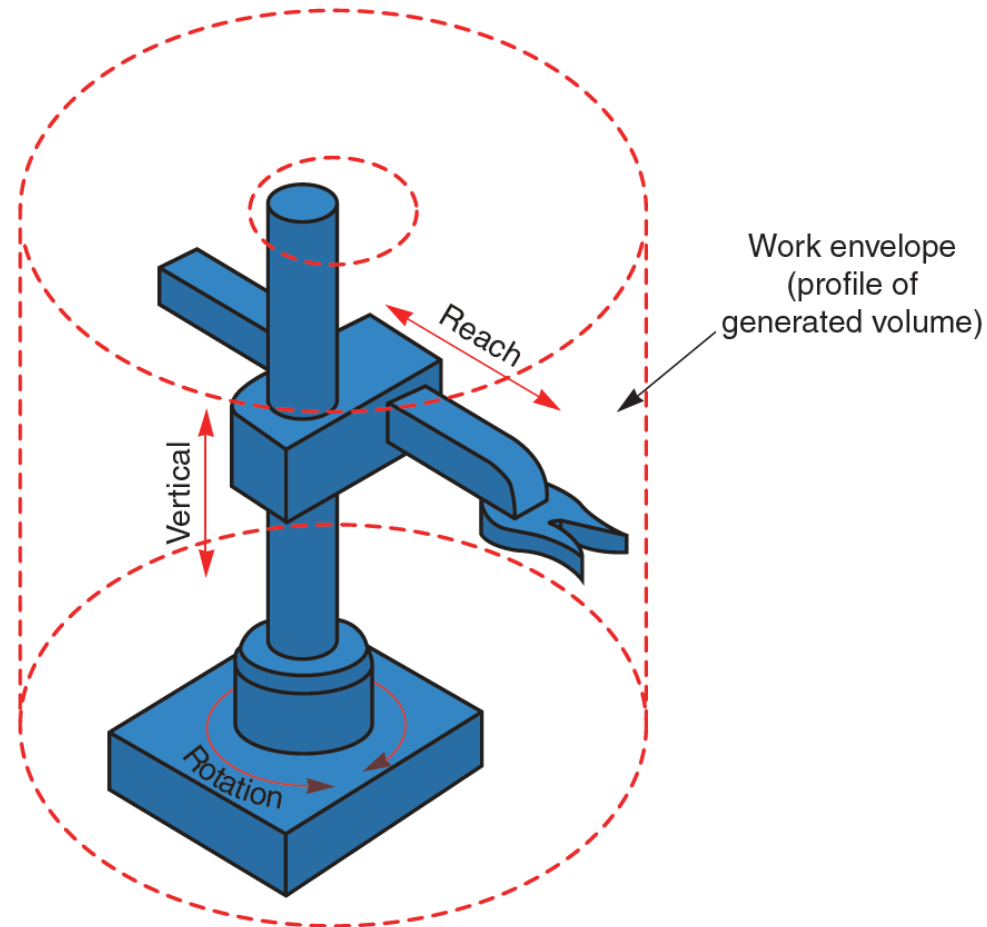


Gantry Configuration



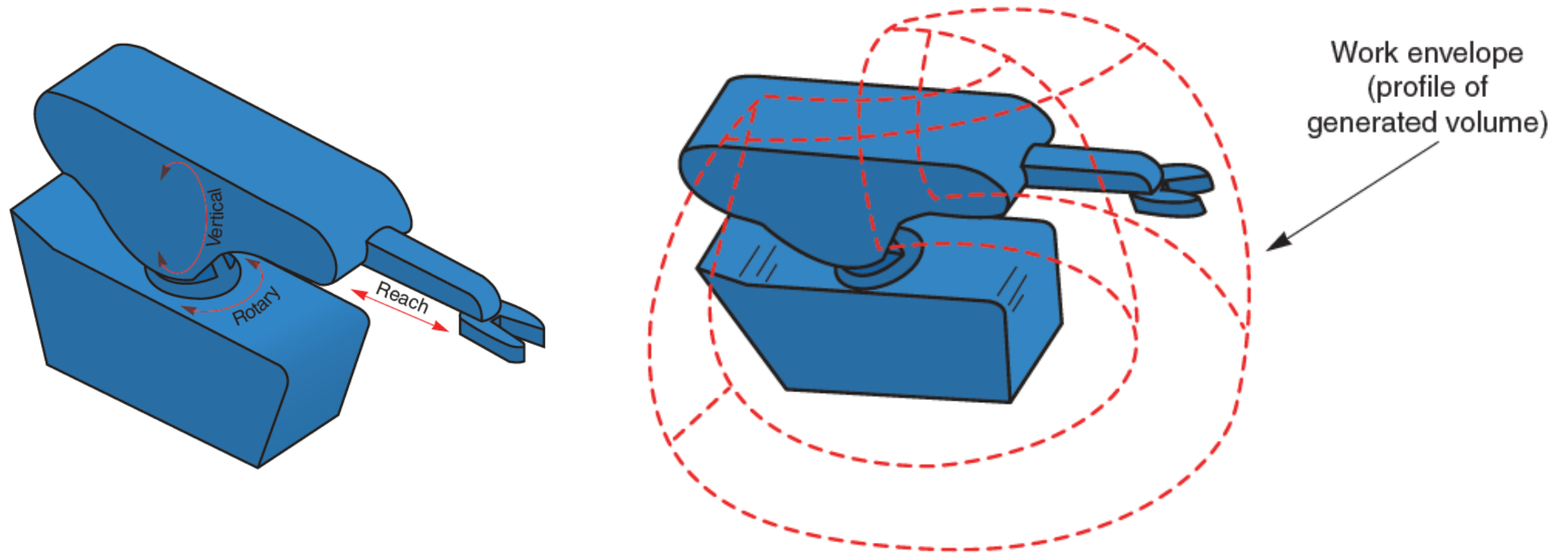
Ross, L.T., Fardo, S.W. and Walach, M.F. (2023) *Industrial Robotics Fundamentals: Theory and Applications*. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc.

Configuración cilíndrica



Ross, L.T., Fardo, S.W. and Walach, M.F. (2023) *Industrial Robotics Fundamentals: Theory and Applications*. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc.

Configuración esférica



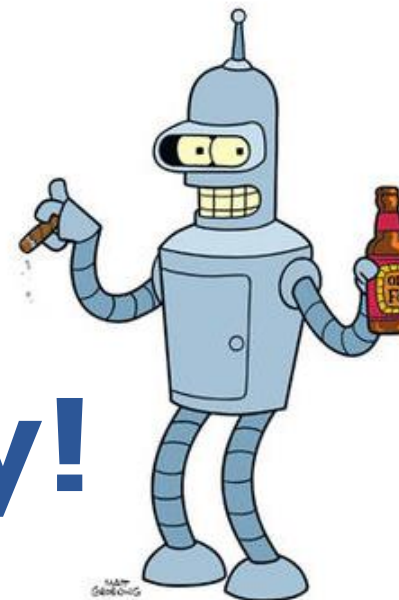
Ross, L.T., Fardo, S.W. and Walach, M.F. (2023) *Industrial Robotics Fundamentals: Theory and Applications*. Tinley Park, IL: The Goodheart-Willcox Company, Inc.



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

Vigilada Mineducación Res. 12220 de 2016

¡Eso es todo por hoy!



[This Photo](#) by Unknown Author is
licensed under [CC BY-SA](#)