



TRABAJO PRACTICO N°1

Desarrollo de la Cinemática de un Robot del tipo Polar de 3 GDL.

ALUMNOS:

CANALE, José, #Leg.: 115148.4
LLANOS, Pablo, #Leg.: 115589.1
SANCHEZ, Martín, #Leg.: 112687.8

PROFESOR:

Ing. GIANNETTA, Hernán.

CURSO:

R6055.

GRUPO

RT2 APOLO: CINEMATICA.

FECHA DE ENTREGA:

08.06.2009.

FECHA DE APROBACION:

---,---.2009.

OBSERVACIONES:

ROBÓTICA



Título: Trabajo Practico N°1
Curso: R6055, **Código:** 950482

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

INDICE

Página: 03	Introducción sobre cinemática del robot.
Página: 07	Desarrollo e implementación en Codewarrior (CW) DSP 56800E.
Página: 15	Resultados de la simulación en Matlab.
Página: 20	Conclusiones finales.
Página: 21	Referencias.
Página: 21	Bibliografía.



INTRODUCCION SOBRE CINEMATICA DEL ROBOT

En mecánica el movimiento es un fenómeno físico que se define como todo cambio de posición que experimentan los cuerpos de un sistema, o conjunto, en el espacio con respecto a ellos mismos o con arreglo a otro cuerpo que sirve de referencia. Todo cuerpo en movimiento describe una trayectoria. La parte de la física que se encarga del estudio del movimiento **sin estudiar sus causas es la cinemática**. La parte de la física que se encarga **del estudio de las causas del movimiento es la dinámica**.

Anaximandro pensaba que la naturaleza procedía de la separación, por medio de un eterno movimiento, de los elementos opuestos (por ejemplo, frío-calor), que estaban encerrados en algo llamado materia primordial.

Demócrito decía que la naturaleza esta formada por piezas indivisibles de materia llamadas átomos, y que el movimiento era la principal característica de estos, siendo el movimiento un cambio de lugar en el espacio.

A partir de *Galileo Galilei* los hombres de ciencia comenzaron a encontrar técnicas de análisis que permiten una descripción acertada del problema.

Históricamente el primer ejemplo de ecuación del movimiento que se introdujo en física fue la segunda ley de Newton para sistemas físicos compuestos por partículas materiales puntuales. En estos sistemas el estado físico de un sistema quedaba fijado por la posición y velocidades de todas las partículas en un instante dado. Hacia finales del siglo XVIII se introdujo la mecánica analítica o racional, que era una generalización de las leyes de Newton aplicables a sistemas de referencia inerciales y no inerciales. En concreto se crearon dos enfoques básicamente equivalentes conocidos como **Mecánica Lagrangiana** y **Mecánica Hamiltoniana**, que pueden llegar a un elevado grado de abstracción y formalización.

CINEMÁTICA INVERSA

El objetivo de la cinemática inversa consiste en encontrar la posición que deben adoptar las diferentes articulaciones dado solamente la posición del efector final.

CINEMATICA DIRECTA

El Problema Cinemática Directo:

Se utiliza fundamentalmente el álgebra vectorial y matricial para representar y describir la localización de un objeto en el espacio tridimensional con respecto a un sistema de referencia fijo. Dado que un robot se puede considerar como una cadena cinemática formada por objetos rígidos o eslabones unidos entre sí mediante articulaciones, se puede establecer un sistema de referencia fijo situado en la base del robot y describir la localización de cada uno de los eslabones con respecto a dicho sistema de referencia. De esta forma, *el problema cinemático directo se reduce a encontrar una matriz homogénea de transformación T que relacione la posición y orientación del extremo del robot respecto del sistema de referencia fijo situado en la base del mismo*. Esta matriz T será función de las coordenadas articulares.

DEFINICION DE UN CUERPO RIGIDO

Un cuerpo rígido, es un concepto, que representa cualquier cuerpo que no se deforma y es representado por un conjunto de puntos en el espacio que se mueven de tal manera que no se alteran las distancias entre ellos, sea cual sea la fuerza actuante. Se requiere de 6 coordenadas generalizadas para describir el movimiento de un cuerpo rígido: 3 variables definen la traslación y 3 variables definen la rotación.

ANATOMIA DEL ROBOT

En esta sección se estudiara los componentes básicos que forman a un robot.

Esencialmente se considera que un robot esta formado por enlaces entre sólidos/rígidos conectados entre si por uniones. En el más simple de los casos las uniones están conectadas en serie, para formar un ciclo abierto. Se pueden usar configuraciones de uniones mas complicadas, y el análisis de los manipuladores que contienen ciclos cerrados es mas complejo.

UNIONES

Para nuestro estudio se considera que un enlace es un cuerpo rígido. A primera vista se pudiera decir que hay formas ilimitadas de unir los enlaces y al mismo tiempo permitir un movimiento relativo. En 1870 un ingeniero mecánico Alemán llamado *Franz Reuleaux* simplifico las cosas definiendo *lower pairs* o también llamados *Reuleaux lower pair*, estos pares son superficies idénticas; una solida y la otra hueca. Estas superficies embonan pero pueden moverse relativamente una a la otra mientras permanecen en contacto.

Reuleaux encontró seis de tales pares (Figura N°1) y puede mostrarse que son las únicas posibilidades.

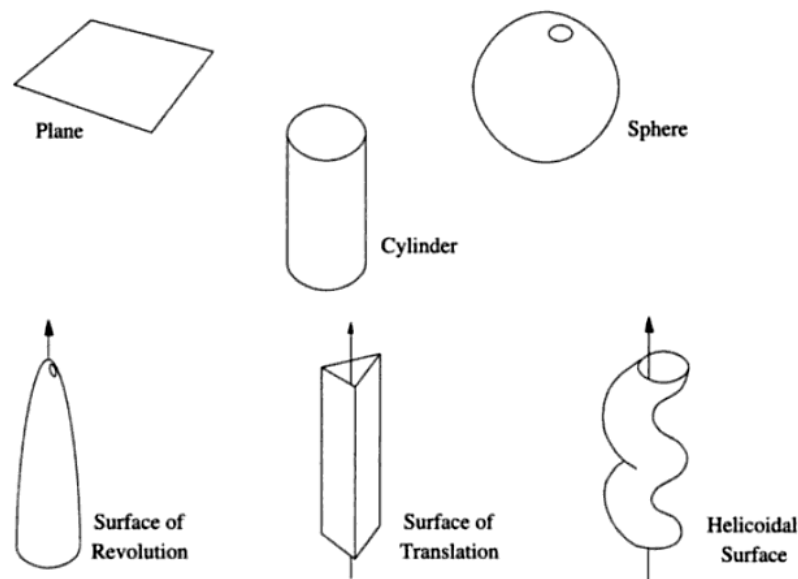


Figura N°1

- 1_ Cualquier superficie de revolución da un **R-pair**,
- 2_ Cualquier superficie de hélice da un **H-pair**,
- 3_ Cualquier superficie de traslación, como un prima resulta en una **P-pair**,
- 4_ La superficie de un cilindro es una superficie de traslación y rotación. Dos cilindros forman un **C-pair**,
- 5_ Una esfera es una superficie de revolución alrededor cualquier diámetro. Da un **S-pair**,
- 6_ Un plano es una superficie de traslación alrededor de una línea en el plano y una superficie de revolución alrededor una línea normal. Dos planos forman un **E-pair**.

Cada uno de estos pares puede considerarse una unión. Por ejemplo un *R-pair* da el movimiento de una bisagra. De echo cualquier articulación entre enlaces puede considerarse como una combinación de estos seis pares.

Una parte importante que estudia la robótica es la localización de objetos en un espacio de tres dimensiones en orden.

Para describir la posición y la orientación de un cuerpo en el espacio se plantea un eje de coordenadas fijo al objeto, después se describe la posición y orientación del objeto respecto a un marco de referencia como representa la figura N°2.

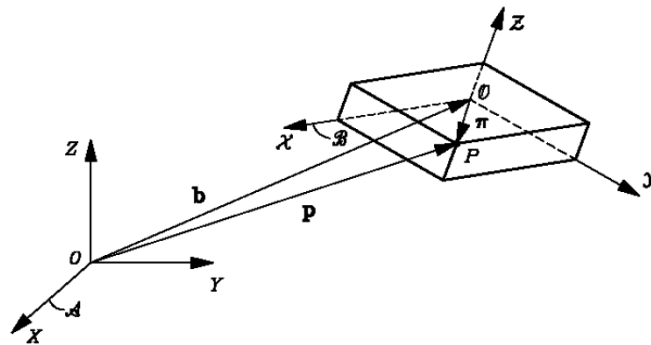


Figura N°2

CINEMATICA DIRECTA DE MANIPULADORES

La cinemática es la ciencia que estudia el movimiento excluyendo las fuerzas que la causaron. Dentro la ciencia de la cinemática se estudia la posición, velocidad, aceleración y todas las derivadas de las variables de posición. Por tanto la cinemática hace referencia a las propiedades geométricas del movimiento. Los Manipuladores están formados por enlaces rígidos que están conectados entre si por uniones que permiten un movimiento relativo que los enlaces vecinos. Estas uniones están por lo general instrumentados por sensores de posición que permiten la medición de la posición de los enlaces vecinos. En el caso de uniones que generan movimiento de traslación y rotación los desplazamientos en general se llaman ángulos de unión.

En el caso de robots industriales los manipuladores forman cadenas abiertas y la posición de cada unión por lo general se define por una sola variable por tanto el numero de uniones es igual al numero de grados de libertad. Al final de la cadena de uniones que forman al manipulador se encuentra el efector final o en ingles end-effector. Dependiendo de la aplicación del robot el efecto final puede ser pinzas, un imán u otro dispositivo. **Por lo general se describe la posición del manipulador relativo al eje de coordenadas de referencia que se encuentra en una base fija del manipulador.**

Un problema básico en el estudio de los manipuladores consiste en encontrar la posición y la orientación del efecto final sobre la base al eje de coordenadas de referencia, dada la posición de las uniones en el espacio. La idea básica para resolver este problema es encontrar las matrices corresponden al movimiento de cada unión y combinar las matrices en el orden correcto.

PARÁMETROS DE DENAVIT-HARTENBERG

Para arreglos de enlaces mas complicados es preferible usar una notación estandarizada para describir la geometría de un manipulador, tal notación fue propuesta en 1955 por Denavit and Harbenterg y actualmente su uso es generalizado.

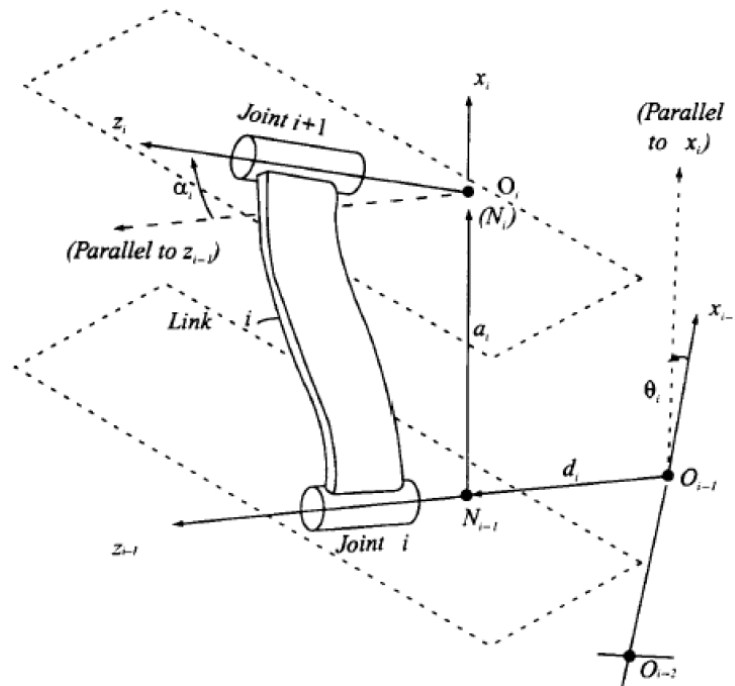


Figura N°3

La figura N°3 muestra un enlace arbitrario con uniones en sus extremos. El eje z es designado como un eje de coordenadas de las uniones permitiendo a las uniones rotar alrededor del eje o deslizarse paralelo al mismo. Para hacer el esquema más general los ejes de las uniones en los extremos se consideran como líneas. Es un echo que un par de líneas se encuentran en un único par de planos paralelos, el entendimiento de esta idea es importante en visualizar la idea del concepto.

El i -esimo enlace se define por tener un enlace $(i - 1)$ en uno de sus extremos y en el otro extremo un enlace i . Otro echo de geometría es que hay una línea única que es la distancia mas corta entre los dos ejes z esta línea va del punto N_{i-1} a O_i y es normal a ambos planos. Si los ejes de las uniones fueran paralelos entonces no hay un par único de planos Según la representación **DH**, escogiendo adecuadamente los sistemas de coordenadas asociados para cada eslabón, será posible pasar de uno al siguiente mediante 4 transformaciones básicas que dependen exclusivamente de las características geométricas del eslabón. Estas transformaciones básicas consisten en una sucesión de rotaciones y traslaciones que permitan relacionar el sistema de referencia del elemento i -esimo con el sistema del elemento $(i - 1)$. Las transformaciones en cuestión son las siguientes:

- 1_Rotación alrededor del eje Z_{i-1} un ángulo θ_i .
- 2_Traslación a lo largo de Z_{i-1} una distancia d_i ; vector d_i $(0, 0, d_i)$.
- 3_Traslación a lo largo de X_i una distancia a_i ; vector a_i $(0, 0, a_i)$.
- 4_Rotación alrededor del eje X_i , un ángulo α_i .



Las relaciones entre eslabones no consecutivos vienen dadas por las matrices **T** que se obtienen como producto de un conjunto de matrices **A**.

$${}^{i-1}[A]_i = [T, z_{i-1}, d_i][T, z_{i-1}, \theta_i][T, x_i, a_i][T, x_i, \alpha_i]$$

De este modo se tiene que:

$${}^{i-1}[A]_i = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C\theta_i & -S\theta_i & 0 & 0 \\ S\theta_i & C\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C\alpha_i & -S\alpha_i & 0 \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Una vez obtenidos los parámetros DH, el cálculo de las relaciones entre los eslabones consecutivos del robot es inmediato, ya que vienen dadas por las matrices **A**, que se calcula según la expresión general:

$${}^{i-1}[A]_i = \begin{pmatrix} C\theta_i & -S\theta_i C\alpha_i & S\theta_i S\alpha_i & a_i C\theta_i \\ S\theta_i & S\theta_i C\alpha_i & -S\theta_i S\alpha_i & a_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN EN CODEWARRIOR (CW) DSP 56800E

Sobre la base del siguiente enunciado: Implemente el código C en CW para el DSP56800E de la cadena cinemática directa de la figura, usando la matriz homogénea, y usando como *setpoint* una trayectoria lineal continua a cada eje. Defina los límites y área de trabajo del manipulador.

Art.	Θ [deg]	d[cm]	a[cm]	α [deg]
1	q_1	$L_1=100$	0	90.00
2	q_2	0	0	90.00
3	0	q_3	0	0.00

Límites: $0 \leq q_1 \leq 2\pi$, $0 \leq q_2 \leq \frac{3}{4}\pi$, $50 \text{ cm} \leq q_3 \leq 100 \text{ cm}$, $L_1=100 \text{ cm}$.

Conformes a las condiciones de **DH**, la matriz **T** para dicha configuración es:

$${}^0A_1 = \begin{pmatrix} C_1 & 0 & S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & -C_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} {}^1A_2 = \begin{pmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & -C_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} {}^2A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$${}^0A_2 = \begin{pmatrix} C_1 C_2 & -S_1 & -C_1 S_2 & 0 \\ S_1 C_2 & C_1 & -C_1 S_2 & 0 \\ S_2 & 0 & C_2 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$T = {}^0A_3 = \begin{pmatrix} C_1 C_2 & -S_1 & -C_1 S_2 & -q_3 C_1 S_2 \\ S_1 C_2 & C_1 & -C_1 S_2 & -q_3 S_1 S_2 \\ S_2 & 0 & C_2 & q_3 C_2 + L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



Con lo que, el vector $\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} = T \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -q_3 C_1 S_2 \\ -q_3 S_1 S_2 \\ q_3 C_2 + L_1 \\ 1 \end{pmatrix}$, y en consecuencia la posición del extremo del robot con respecto a la base del mismo es $\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -q_3 C_1 S_2 \\ -q_3 S_1 S_2 \\ q_3 C_2 + L_1 \end{pmatrix}$.

Implementando dicha matriz de posición, y utilizando el CW a fin de obtener los distintos valores de X, Y, Z conforme a un SP lineal para cada eje, el código fuente y la simulación del mismo se muestran a continuación:

```
/** #####
**      Filename   : TP1.C
**      Project    : TP1
**      Processor   : 56F8367
**      Version     : Driver 01.13
**      Compiler    : Metrowerks DSP C Compiler
**      Date/Time   : 03/06/2009, 01:36 a.m.
**      Abstract    :
**          Main module.
**          This module contains user's application code.
**      Settings    :
**      Contents    :
**          No public methods
**
**      (c) Copyright UNIS, a.s. 1997-2008
**      UNIS, a.s.
**      Jundrovská 33
**      624 00 Brno
**      Czech Republic
**      http       : www.processorexpert.com
**      mail       : info@processorexpert.com
** ##### */
/* MODULE TP1 */

/* Including needed modules to compile this module/procedure */
#include "Cpu.h"
#include "Events.h"
#include "TFR1.h"
#include "MFR1.h"
#include "MEM1.h"
#include "XFR1.h"
#include "AFR1.h"
/* Including shared modules, which are used for whole project */
#include "PE_Types.h"
#include "PE_Error.h"
#include "PE_Const.h"
#include "IO_Map.h"
#include "stdio.h"
#include "math.h"

/* *****
//      DEFINE
// *****

#define MXRAD_Q1      15//°
#define MXRAD_Q2      15//°
#define MXRAD_Q3      60//cm
#define L1            100//cm
#define neg-          1
```




```
//*****  
//      GLOBAL VARIABLE  
//*****  
  
Frac16 i_Q1,i_Q2,i_Q3;  
  
Frac16 sen_Q1[MXRAD_Q1],cos_Q1[MXRAD_Q1];  
Frac16 sen_Q2[MXRAD_Q2],cos_Q2[MXRAD_Q2];  
  
Frac16 M_xyz[2]; //Coordenadas XYZ del extremo del robot respecto de la base del mismo.  
  
//*****  
//      MAIN  
//*****  
void main(void)  
{  
    /* Write your local variable definition here */  
  
    /** Processor Expert internal initialization. DON'T REMOVE THIS CODE!!! */  
    PE_low_level_init();  
    /** End of Processor Expert internal initialization.                */  
  
    /* Write your code here */  
  
    for(;;)  
    {  
        for(i_Q1=0;i_Q1<MXRAD_Q1;i_Q1++)  
        {  
            for(i_Q2=0;i_Q2<MXRAD_Q2;i_Q2++)  
            {  
                for(i_Q3=50;i_Q3<MXRAD_Q3;i_Q3++)  
                {  
                    sen_Q1[i_Q1]=TFR1_tfr16SinPIx(i_Q1);  
                    cos_Q1[i_Q1]=TFR1_tfr16CosPIx(i_Q1);  
  
                    sen_Q2[i_Q2]=TFR1_tfr16SinPIx(i_Q2);  
                    cos_Q2[i_Q2]=TFR1_tfr16CosPIx(i_Q2);  
  
                    M_xyz[0]=(i_Q3*cos_Q1[i_Q1]*sen_Q2[i_Q2])*neg;  
                    M_xyz[1]=(i_Q3*sen_Q1[i_Q1]*sen_Q2[i_Q2])*neg;  
                    M_xyz[2]=(i_Q3*cos_Q2[i_Q2])+L1;  
  
                    printf("Q1[Deg]:%d|Q2[Deg]:%d|Q3[cm]:%d\n",i_Q1,i_Q2,i_Q3);  
                    printf("X:%d\n",M_xyz[0]);  
                    printf("Y:%d\n",M_xyz[1]);  
                    printf("Z:%d\n\n",M_xyz[2]);  
                }  
            }  
        }  
    }  
}  
  
/* END TP1 */  
/*  
** #####  
**  
**      This file was created by UNIS Processor Expert 2.99 [04.17]  
**      for the Freescale 56800 series of microcontrollers.  
**  
** #####  
*/
```



A través de 3 ciclos del tipo *for* a fin de obtener todas las combinaciones posibles de los valores de q_1 , q_2 , q_3 con: $0 \leq q_1 \leq 15^\circ$, $0 \leq q_2 \leq 15^\circ$, $50 \text{ cm} \leq q_3 \leq 60 \text{ cm}$, $L_1=100 \text{ cm}$, y así obtener el recorrido del vector posición del extremo del robot con respecto a la base del mismo, el cálculo de dicho vector se realiza con las siguientes sentencias:

```
M_xyz[0]=(i_Q3*cos_Q1[i_Q1]*sen_Q2[i_Q2])*neg;
M_xyz[1]=(i_Q3*sen_Q1[i_Q1]*sen_Q2[i_Q2])*neg;
M_xyz[2]=(i_Q3*cos_Q2[i_Q2])+L1;
```

Y en consecuencia, las 360 primeras combinaciones posibles de posición son:

Q1:0 Q2:0 Q3:50 X:0 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:1 Q3:52 X:312 Y:0 Z:-108	Q1:0 Q2:2 Q3:54 X:648 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:3 Q3:56 X:1008 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:4 Q3:58 X:1508 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:6 Q3:50 X:1900 Y:0 Z:0
Q1:0 Q2:0 Q3:51 X:0 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:1 Q3:53 X:-32450 Y:0 Z:32656	Q1:0 Q2:2 Q3:55 X:660 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:3 Q3:57 X:-31742 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:4 Q3:59 X:-31234 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:6 Q3:51 X:-30830 Y:0 Z:32766
Q1:0 Q2:0 Q3:52 X:0 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:1 Q3:54 X:324 Y:0 Z:-116	Q1:0 Q2:2 Q3:56 X:672 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:3 Q3:58 X:1044 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:5 Q3:50 X:1600 Y:0 Z:-100	Q1:0 Q2:6 Q3:52 X:1976 Y:0 Z:-4
Q1:0 Q2:0 Q3:53 X:0 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:1 Q3:55 X:-32438 Y:0 Z:32648	Q1:0 Q2:2 Q3:57 X:684 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:3 Q3:59 X:-31706 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:5 Q3:51 X:1632 Y:0 Z:32664	Q1:0 Q2:6 Q3:53 X:-30754 Y:0 Z:32762
Q1:0 Q2:0 Q3:54 X:0 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:1 Q3:56 X:336 Y:0 Z:-124	Q1:0 Q2:2 Q3:58 X:696 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:4 Q3:50 X:1300 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:5 Q3:52 X:1664 Y:0 Z:-108	Q1:0 Q2:6 Q3:54 X:2052 Y:0 Z:-8
Q1:0 Q2:0 Q3:55 X:0 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:1 Q3:57 X:-32426 Y:0 Z:32640	Q1:0 Q2:2 Q3:59 X:708 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:4 Q3:51 X:-31442 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:5 Q3:53 X:1696 Y:0 Z:32656	Q1:0 Q2:6 Q3:55 X:-30678 Y:0 Z:32758
Q1:0 Q2:0 Q3:56 X:0 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:1 Q3:58 X:348 Y:0 Z:-132	Q1:0 Q2:3 Q3:50 X:900 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:4 Q3:52 X:1352 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:5 Q3:54 X:1728 Y:0 Z:-116	Q1:0 Q2:6 Q3:56 X:2128 Y:0 Z:-12
Q1:0 Q2:0 Q3:57 X:0 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:1 Q3:59 X:-32414 Y:0 Z:32632	Q1:0 Q2:3 Q3:51 X:-31850 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:4 Q3:53 X:-31390 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:5 Q3:55 X:1760 Y:0 Z:32648	Q1:0 Q2:6 Q3:57 X:-30602 Y:0 Z:32754
Q1:0 Q2:0 Q3:58 X:0 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:2 Q3:50 X:600 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:3 Q3:52 X:936 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:4 Q3:54 X:1404 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:5 Q3:56 X:1792 Y:0 Z:-124	Q1:0 Q2:6 Q3:58 X:2204 Y:0 Z:-16
Q1:0 Q2:0 Q3:59 X:0 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:2 Q3:51 X:612 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:3 Q3:53 X:-31814 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:4 Q3:55 X:-31338 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:5 Q3:57 X:1824 Y:0 Z:32640	Q1:0 Q2:6 Q3:59 X:-30526 Y:0 Z:32750
Q1:0 Q2:1 Q3:50 X:300 Y:0 Z:-100	Q1:0 Q2:2 Q3:52 X:624 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:3 Q3:54 X:972 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:4 Q3:56 X:1456 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:5 Q3:58 X:1856 Y:0 Z:-132	Q1:0 Q2:7 Q3:50 X:2200 Y:0 Z:100
Q1:0 Q2:1 Q3:51 X:-32462 Y:0 Z:32664	Q1:0 Q2:2 Q3:53 X:636 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:3 Q3:55 X:-31778 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:4 Q3:57 X:-31286 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:5 Q3:59 X:1888 Y:0 Z:32632	Q1:0 Q2:7 Q3:51 X:2244 Y:0 Z:-32668



Título: Trabajo Practico N°1
Curso: R6055, **Código:** 950482

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Q1:0 Q2:7 Q3:52 X:2288 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:8 Q3:57 X:-29918 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:10 Q3:52 X:3224 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:11 Q3:57 X:-28778 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:13 Q3:52 X:4264 Y:0 Z:-108	Q1:0 Q2:14 Q3:57 X:5016 Y:0 Z:32754
Q1:0 Q2:7 Q3:53 X:2332 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:8 Q3:58 X:2900 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:10 Q3:53 X:-29482 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:11 Q3:58 X:4060 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:13 Q3:53 X:-28422 Y:0 Z:32656	Q1:0 Q2:14 Q3:58 X:5104 Y:0 Z:-16
Q1:0 Q2:7 Q3:54 X:2376 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:8 Q3:59 X:-29818 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:10 Q3:54 X:3348 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:11 Q3:59 X:-28638 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:13 Q3:54 X:4428 Y:0 Z:-116	Q1:0 Q2:14 Q3:59 X:5192 Y:0 Z:32750
Q1:0 Q2:7 Q3:55 X:2420 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:9 Q3:50 X:2800 Y:0 Z:-100	Q1:0 Q2:10 Q3:55 X:-29358 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:12 Q3:50 X:3800 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:13 Q3:55 X:-28258 Y:0 Z:32648	Q1:1 Q2:0 Q3:50 X:0 Y:0 Z:0
Q1:0 Q2:7 Q3:56 X:2464 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:9 Q3:51 X:2856 Y:0 Z:32664	Q1:0 Q2:10 Q3:56 X:3472 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:12 Q3:51 X:3876 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:13 Q3:56 X:4592 Y:0 Z:-124	Q1:1 Q2:0 Q3:51 X:0 Y:0 Z:32766
Q1:0 Q2:7 Q3:57 X:2508 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:9 Q3:52 X:2912 Y:0 Z:-108	Q1:0 Q2:10 Q3:57 X:-29234 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:12 Q3:52 X:3952 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:13 Q3:57 X:-28094 Y:0 Z:32640	Q1:1 Q2:0 Q3:52 X:0 Y:0 Z:-4
Q1:0 Q2:7 Q3:58 X:2552 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:9 Q3:53 X:2968 Y:0 Z:32656	Q1:0 Q2:10 Q3:58 X:3596 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:12 Q3:53 X:4028 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:13 Q3:58 X:4756 Y:0 Z:-132	Q1:1 Q2:0 Q3:53 X:0 Y:0 Z:32762
Q1:0 Q2:7 Q3:59 X:2596 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:9 Q3:54 X:3024 Y:0 Z:-116	Q1:0 Q2:10 Q3:59 X:-29110 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:12 Q3:54 X:4104 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:13 Q3:59 X:-27930 Y:0 Z:32632	Q1:1 Q2:0 Q3:54 X:0 Y:0 Z:-8
Q1:0 Q2:8 Q3:50 X:2500 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:9 Q3:55 X:3080 Y:0 Z:32648	Q1:0 Q2:11 Q3:50 X:3500 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:12 Q3:55 X:4180 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:14 Q3:50 X:4400 Y:0 Z:0	Q1:1 Q2:0 Q3:55 X:0 Y:0 Z:32758
Q1:0 Q2:8 Q3:51 X:-30218 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:9 Q3:56 X:3136 Y:0 Z:-124	Q1:0 Q2:11 Q3:51 X:-29198 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:12 Q3:56 X:4256 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:14 Q3:51 X:4488 Y:0 Z:32766	Q1:1 Q2:0 Q3:56 X:0 Y:0 Z:-12
Q1:0 Q2:8 Q3:52 X:2600 Y:0 Z:-4	Q1:0 Q2:9 Q3:57 X:3192 Y:0 Z:32640	Q1:0 Q2:11 Q3:52 X:3640 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:12 Q3:57 X:4332 Y:0 Z:32754	Q1:0 Q2:14 Q3:52 X:4576 Y:0 Z:-4	Q1:1 Q2:0 Q3:57 X:0 Y:0 Z:32754
Q1:0 Q2:8 Q3:53 X:-30118 Y:0 Z:32762	Q1:0 Q2:9 Q3:58 X:3248 Y:0 Z:-132	Q1:0 Q2:11 Q3:53 X:-29058 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:12 Q3:58 X:4408 Y:0 Z:-16	Q1:0 Q2:14 Q3:53 X:4664 Y:0 Z:32762	Q1:1 Q2:0 Q3:58 X:0 Y:0 Z:-16
Q1:0 Q2:8 Q3:54 X:2700 Y:0 Z:-8	Q1:0 Q2:9 Q3:59 X:3304 Y:0 Z:32632	Q1:0 Q2:11 Q3:54 X:3780 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:12 Q3:59 X:4484 Y:0 Z:32750	Q1:0 Q2:14 Q3:54 X:4752 Y:0 Z:-8	Q1:1 Q2:0 Q3:59 X:0 Y:0 Z:32750
Q1:0 Q2:8 Q3:55 X:-30018 Y:0 Z:32758	Q1:0 Q2:10 Q3:50 X:3100 Y:0 Z:0	Q1:0 Q2:11 Q3:55 X:-28918 Y:0 Z:-32668	Q1:0 Q2:13 Q3:50 X:4100 Y:0 Z:-100	Q1:0 Q2:14 Q3:55 X:4840 Y:0 Z:32758	Q1:1 Q2:1 Q3:50 X:600 Y:-450 Z:-100
Q1:0 Q2:8 Q3:56 X:2800 Y:0 Z:-12	Q1:0 Q2:10 Q3:51 X:-29606 Y:0 Z:32766	Q1:0 Q2:11 Q3:56 X:3920 Y:0 Z:100	Q1:0 Q2:13 Q3:51 X:-28586 Y:0 Z:32664	Q1:0 Q2:14 Q3:56 X:4928 Y:0 Z:-12	Q1:1 Q2:1 Q3:51 X:-32156 Y:-459 Z:32664



Título: Trabajo Practico N°1
Curso: R6055, **Código:** 950482

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

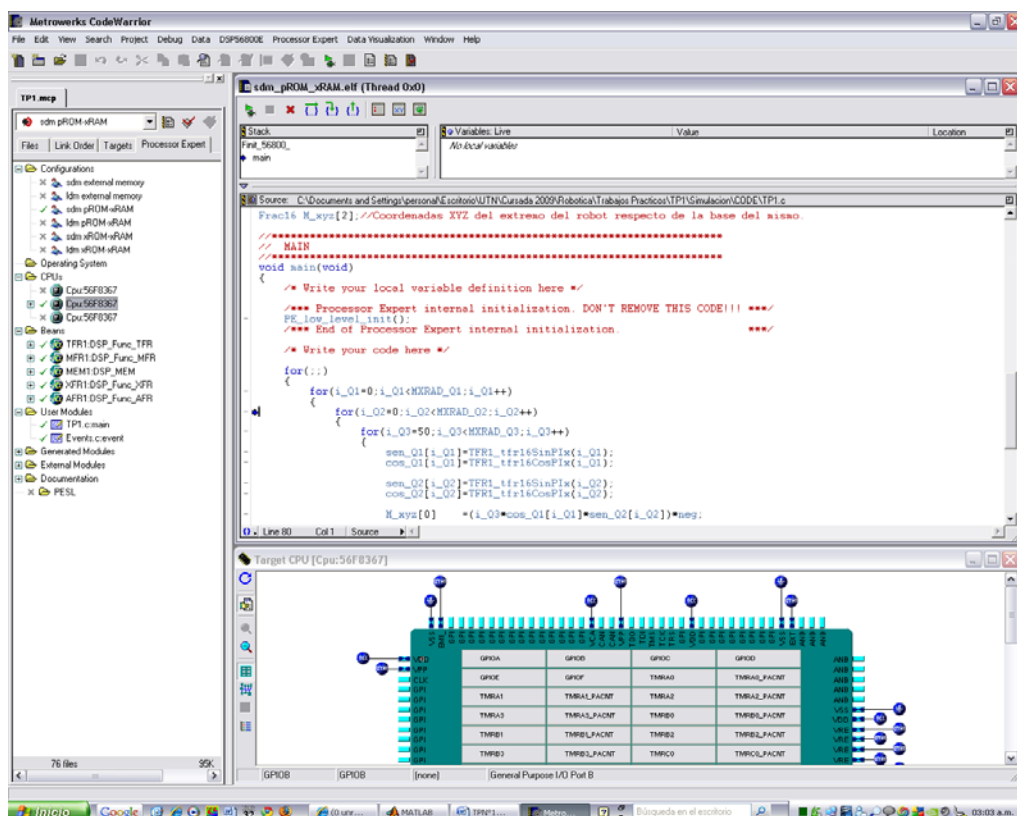
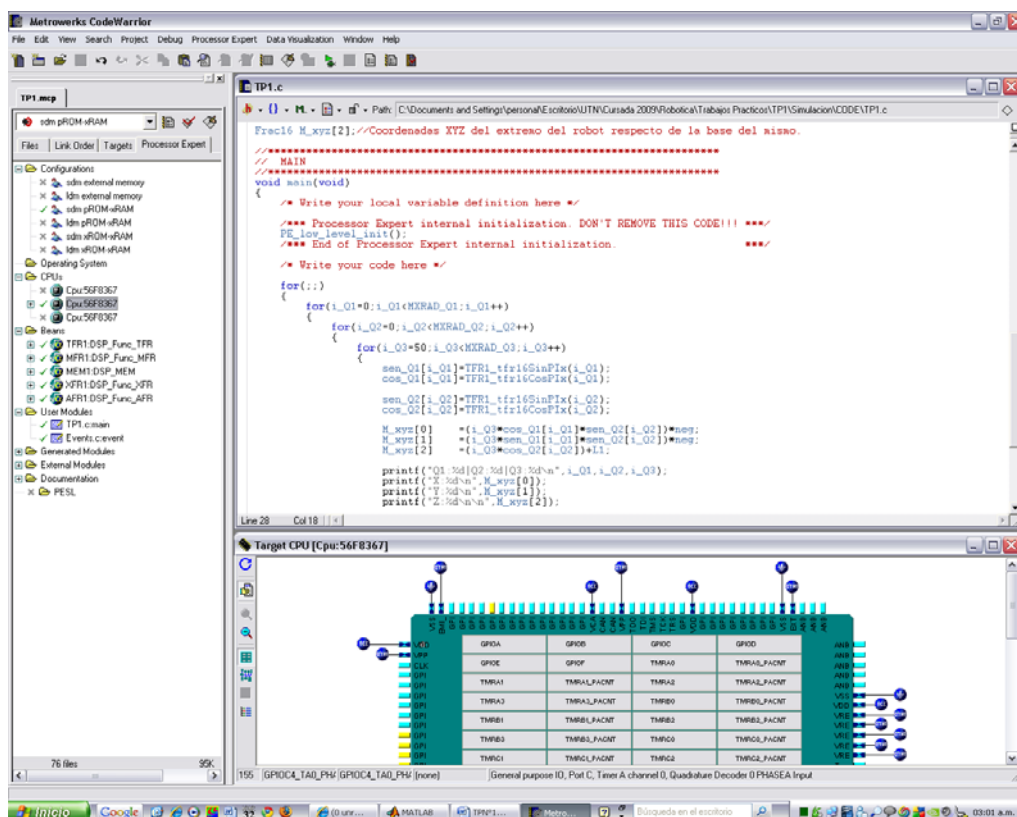
Q1:1 Q2:1 Q3:52 X:624 Y:-468 Z:-108	Q1:1 Q2:2 Q3:57 X:1368 Y:-1026 Z:32754	Q1:1 Q2:4 Q3:52 X:2704 Y:-2028 Z:-4	Q1:1 Q2:5 Q3:57 X:3648 Y:-2736 Z:32640	Q1:1 Q2:7 Q3:52 X:4576 Y:-3432 Z:100	Q1:1 Q2:8 Q3:57 X:-27068 Y:-4275 Z:32754
Q1:1 Q2:1 Q3:53 X:-32132 Y:-477 Z:32656	Q1:1 Q2:2 Q3:58 X:1392 Y:-1044 Z:-16	Q1:1 Q2:4 Q3:53 X:-30012 Y:-2067 Z:32762	Q1:1 Q2:5 Q3:58 X:3712 Y:-2784 Z:-132	Q1:1 Q2:7 Q3:53 X:4664 Y:-3498 Z:-32668	Q1:1 Q2:8 Q3:58 X:5800 Y:-4350 Z:-16
Q1:1 Q2:1 Q3:54 X:648 Y:-486 Z:-116	Q1:1 Q2:2 Q3:59 X:1416 Y:-1062 Z:32750	Q1:1 Q2:4 Q3:54 X:2808 Y:-2106 Z:-8	Q1:1 Q2:5 Q3:59 X:3776 Y:-2832 Z:32632	Q1:1 Q2:7 Q3:54 X:4752 Y:-3564 Z:100	Q1:1 Q2:8 Q3:59 X:-26868 Y:-4425 Z:32750
Q1:1 Q2:1 Q3:55 X:-32108 Y:-495 Z:32648	Q1:1 Q2:3 Q3:50 X:1800 Y:-1350 Z:100	Q1:1 Q2:4 Q3:55 X:-29908 Y:-2145 Z:32758	Q1:1 Q2:6 Q3:50 X:3800 Y:-2850 Z:0	Q1:1 Q2:7 Q3:55 X:4840 Y:-3630 Z:-32668	Q1:1 Q2:9 Q3:50 X:5600 Y:-4200 Z:-100
Q1:1 Q2:1 Q3:56 X:672 Y:-504 Z:-124	Q1:1 Q2:3 Q3:51 X:-30932 Y:-1377 Z:-32668	Q1:1 Q2:4 Q3:56 X:2912 Y:-2184 Z:-12	Q1:1 Q2:6 Q3:51 X:-28892 Y:-2907 Z:32766	Q1:1 Q2:7 Q3:56 X:4928 Y:-3696 Z:100	Q1:1 Q2:9 Q3:51 X:5712 Y:-4284 Z:32664
Q1:1 Q2:1 Q3:57 X:-32084 Y:-513 Z:32640	Q1:1 Q2:3 Q3:52 X:1872 Y:-1404 Z:100	Q1:1 Q2:4 Q3:57 X:-29804 Y:-2223 Z:32754	Q1:1 Q2:6 Q3:52 X:3952 Y:-2964 Z:-4	Q1:1 Q2:7 Q3:57 X:5016 Y:-3762 Z:-32668	Q1:1 Q2:9 Q3:52 X:5824 Y:-4368 Z:-108
Q1:1 Q2:1 Q3:58 X:696 Y:-522 Z:-132	Q1:1 Q2:3 Q3:53 X:-30860 Y:-1431 Z:-32668	Q1:1 Q2:4 Q3:58 X:3016 Y:-2262 Z:-16	Q1:1 Q2:6 Q3:53 X:-28740 Y:-3021 Z:32762	Q1:1 Q2:7 Q3:58 X:5104 Y:-3828 Z:100	Q1:1 Q2:9 Q3:53 X:5936 Y:-4452 Z:32656
Q1:1 Q2:1 Q3:59 X:-32060 Y:-531 Z:32632	Q1:1 Q2:3 Q3:54 X:1944 Y:-1458 Z:100	Q1:1 Q2:4 Q3:59 X:-29700 Y:-2301 Z:32750	Q1:1 Q2:6 Q3:54 X:4104 Y:-3078 Z:-8	Q1:1 Q2:7 Q3:59 X:5192 Y:-3894 Z:-32668	Q1:1 Q2:9 Q3:54 X:6048 Y:-4536 Z:-116
Q1:1 Q2:2 Q3:50 X:1200 Y:-900 Z:0	Q1:1 Q2:3 Q3:55 X:-30788 Y:-1485 Z:-32668	Q1:1 Q2:5 Q3:50 X:3200 Y:-2400 Z:-100	Q1:1 Q2:6 Q3:55 X:-28588 Y:-3135 Z:32758	Q1:1 Q2:8 Q3:50 X:5000 Y:-3750 Z:0	Q1:1 Q2:9 Q3:55 X:6160 Y:-4620 Z:32648
Q1:1 Q2:2 Q3:51 X:1224 Y:-918 Z:32766	Q1:1 Q2:3 Q3:56 X:2016 Y:-1512 Z:100	Q1:1 Q2:5 Q3:51 X:3264 Y:-2448 Z:32664	Q1:1 Q2:6 Q3:56 X:4256 Y:-3192 Z:-12	Q1:1 Q2:8 Q3:51 X:-27668 Y:-3825 Z:32766	Q1:1 Q2:9 Q3:56 X:6272 Y:-4704 Z:-124
Q1:1 Q2:2 Q3:52 X:1248 Y:-936 Z:-4	Q1:1 Q2:3 Q3:57 X:-30716 Y:-1539 Z:-32668	Q1:1 Q2:5 Q3:52 X:3328 Y:-2496 Z:-108	Q1:1 Q2:6 Q3:57 X:-28436 Y:-3249 Z:32754	Q1:1 Q2:8 Q3:52 X:5200 Y:-3900 Z:-4	Q1:1 Q2:9 Q3:57 X:6384 Y:-4788 Z:32640
Q1:1 Q2:2 Q3:53 X:1272 Y:-954 Z:32762	Q1:1 Q2:3 Q3:58 X:2088 Y:-1566 Z:100	Q1:1 Q2:5 Q3:53 X:3392 Y:-2544 Z:32656	Q1:1 Q2:6 Q3:58 X:4408 Y:-3306 Z:-16	Q1:1 Q2:8 Q3:53 X:-27468 Y:-3975 Z:32762	Q1:1 Q2:9 Q3:58 X:6496 Y:-4872 Z:-132
Q1:1 Q2:2 Q3:54 X:1296 Y:-972 Z:-8	Q1:1 Q2:3 Q3:59 X:-30644 Y:-1593 Z:-32668	Q1:1 Q2:5 Q3:54 X:3456 Y:-2592 Z:-116	Q1:1 Q2:6 Q3:59 X:-28284 Y:-3363 Z:32750	Q1:1 Q2:8 Q3:54 X:5400 Y:-4050 Z:-8	Q1:1 Q2:9 Q3:59 X:6608 Y:-4956 Z:32632
Q1:1 Q2:2 Q3:55 X:1320 Y:-990 Z:32758	Q1:1 Q2:4 Q3:50 X:2600 Y:-1950 Z:0	Q1:1 Q2:5 Q3:55 X:3520 Y:-2640 Z:32648	Q1:1 Q2:7 Q3:50 X:4400 Y:-3300 Z:100	Q1:1 Q2:8 Q3:55 X:-27268 Y:-4125 Z:32758	Q1:1 Q2:10 Q3:50 X:6200 Y:-4650 Z:0
Q1:1 Q2:2 Q3:56 X:1344 Y:-1008 Z:-12	Q1:1 Q2:4 Q3:51 X:-30116 Y:-1989 Z:32766	Q1:1 Q2:5 Q3:56 X:3584 Y:-2688 Z:-124	Q1:1 Q2:7 Q3:51 X:4488 Y:-3366 Z:-32668	Q1:1 Q2:8 Q3:56 X:5600 Y:-4200 Z:-12	Q1:1 Q2:10 Q3:51 X:-26444 Y:-4743 Z:32766

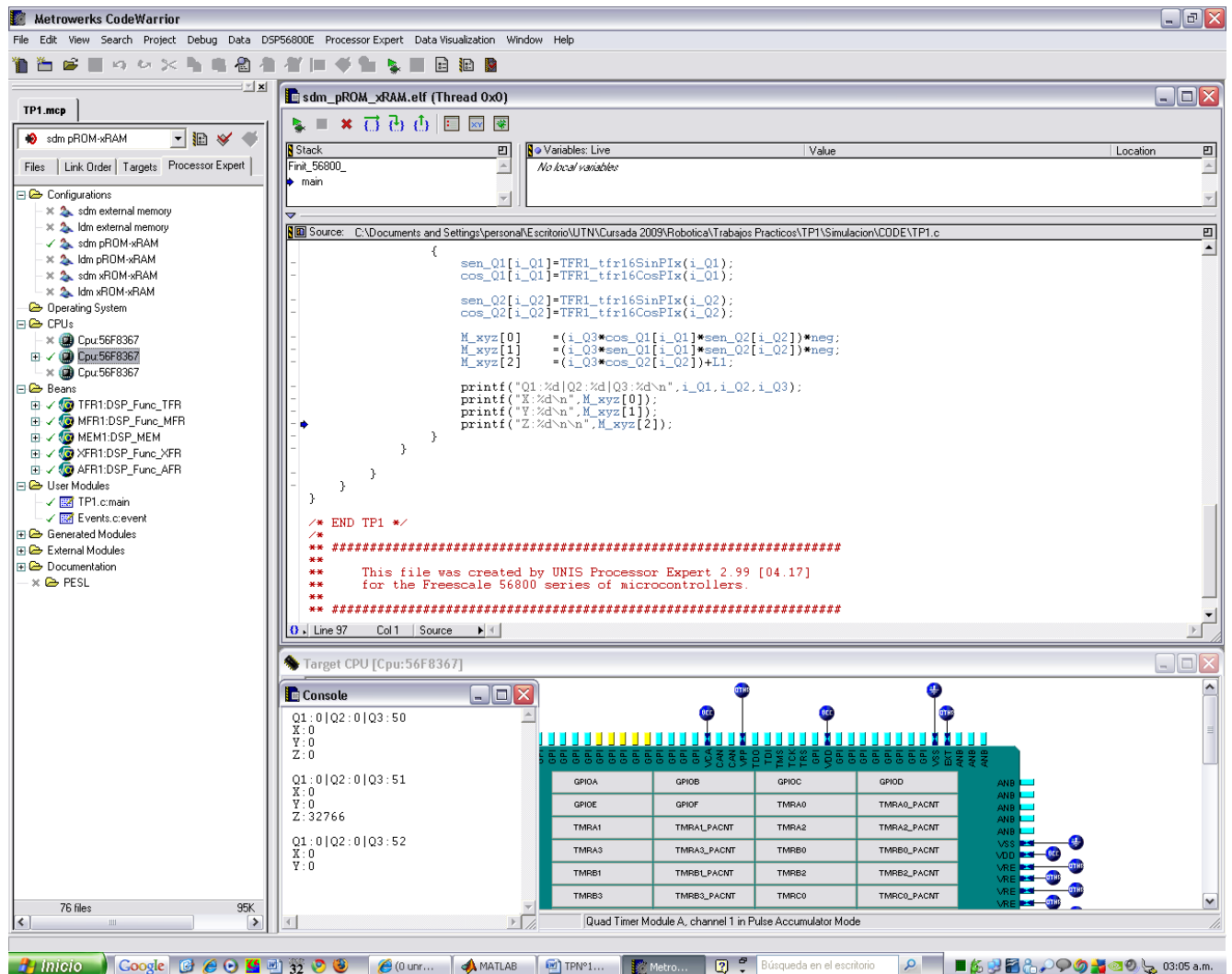


Título: Trabajo Practico N°1
Curso: R6055, **Código:** 950482

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Q1:1 Q2:10 Q3:52 X:6448 Y:-4836 Z:-4	Q1:1 Q2:11 Q3:54 X:7560 Y:-5670 Z:100	Q1:1 Q2:12 Q3:56 X:8512 Y:-6384 Z:-12	Q1:1 Q2:13 Q3:58 X:9512 Y:-7134 Z:-132	Q1:2 Q2:0 Q3:50 X:0 Y:0 Z:0	Q1:2 Q2:1 Q3:52 X:312 Y:-936 Z:-108
Q1:1 Q2:10 Q3:53 X:-26196 Y:-4929 Z:32762	Q1:1 Q2:11 Q3:55 X:-25068 Y:-5775 Z:-32668	Q1:1 Q2:12 Q3:57 X:8664 Y:-6498 Z:32754	Q1:1 Q2:13 Q3:59 X:-23092 Y:-7257 Z:32632	Q1:2 Q2:0 Q3:51 X:0 Y:0 Z:32766	Q1:2 Q2:1 Q3:53 X:-32450 Y:-954 Z:32656
Q1:1 Q2:10 Q3:54 X:6696 Y:-5022 Z:-8	Q1:1 Q2:11 Q3:56 X:7840 Y:-5880 Z:100	Q1:1 Q2:12 Q3:58 X:8816 Y:-6612 Z:-16	Q1:1 Q2:14 Q3:50 X:8800 Y:-6600 Z:0	Q1:2 Q2:0 Q3:52 X:0 Y:0 Z:-4	Q1:2 Q2:1 Q3:54 X:324 Y:-972 Z:-116
Q1:1 Q2:10 Q3:55 X:-25948 Y:-5115 Z:32758	Q1:1 Q2:11 Q3:57 X:-24788 Y:-5985 Z:-32668	Q1:1 Q2:12 Q3:59 X:8968 Y:-6726 Z:32750	Q1:1 Q2:14 Q3:51 X:8976 Y:-6732 Z:32766	Q1:2 Q2:0 Q3:53 X:0 Y:0 Z:32762	Q1:2 Q2:1 Q3:55 X:-32438 Y:-990 Z:32648
Q1:1 Q2:10 Q3:56 X:6944 Y:-5208 Z:-12	Q1:1 Q2:11 Q3:58 X:8120 Y:-6090 Z:100	Q1:1 Q2:13 Q3:50 X:8200 Y:-6150 Z:-100	Q1:1 Q2:14 Q3:52 X:9152 Y:-6864 Z:-4	Q1:2 Q2:0 Q3:54 X:0 Y:0 Z:-8	Q1:2 Q2:1 Q3:56 X:336 Y:-1008 Z:-124
Q1:1 Q2:10 Q3:57 X:-25700 Y:-5301 Z:32754	Q1:1 Q2:11 Q3:59 X:-24508 Y:-6195 Z:-32668	Q1:1 Q2:13 Q3:51 X:-24404 Y:-6273 Z:32664	Q1:1 Q2:14 Q3:53 X:9328 Y:-6996 Z:32762	Q1:2 Q2:0 Q3:55 X:0 Y:0 Z:32758	Q1:2 Q2:1 Q3:57 X:-32426 Y:-1026 Z:32640
Q1:1 Q2:10 Q3:58 X:7192 Y:-5394 Z:-16	Q1:1 Q2:12 Q3:50 X:7600 Y:-5700 Z:0	Q1:1 Q2:13 Q3:52 X:8528 Y:-6396 Z:-108	Q1:1 Q2:14 Q3:54 X:9504 Y:-7128 Z:-8	Q1:2 Q2:0 Q3:56 X:0 Y:0 Z:-12	Q1:2 Q2:1 Q3:58 X:348 Y:-1044 Z:-132
Q1:1 Q2:10 Q3:59 X:-25452 Y:-5487 Z:32750	Q1:1 Q2:12 Q3:51 X:7752 Y:-5814 Z:32766	Q1:1 Q2:13 Q3:53 X:-24076 Y:-6519 Z:32656	Q1:1 Q2:14 Q3:55 X:9680 Y:-7260 Z:32758	Q1:2 Q2:0 Q3:57 X:0 Y:0 Z:32754	Q1:2 Q2:1 Q3:59 X:-32414 Y:-1062 Z:32632
Q1:1 Q2:11 Q3:50 X:7000 Y:-5250 Z:100	Q1:1 Q2:12 Q3:52 X:7904 Y:-5928 Z:-4	Q1:1 Q2:13 Q3:54 X:8856 Y:-6642 Z:-116	Q1:1 Q2:14 Q3:56 X:9856 Y:-7392 Z:-12	Q1:2 Q2:0 Q3:58 X:0 Y:0 Z:-16	Q1:2 Q2:2 Q3:50 X:600 Y:-1800 Z:0
Q1:1 Q2:11 Q3:51 X:-25628 Y:-5355 Z:-32668	Q1:1 Q2:12 Q3:53 X:8056 Y:-6042 Z:32762	Q1:1 Q2:13 Q3:55 X:-23748 Y:-6765 Z:32648	Q1:1 Q2:14 Q3:57 X:10032 Y:-7524 Z:32754	Q1:2 Q2:0 Q3:59 X:0 Y:0 Z:32750	Q1:2 Q2:2 Q3:51 X:612 Y:-1836 Z:32766
Q1:1 Q2:11 Q3:52 X:7280 Y:-5460 Z:100	Q1:1 Q2:12 Q3:54 X:8208 Y:-6156 Z:-8	Q1:1 Q2:13 Q3:56 X:9184 Y:-6888 Z:-124	Q1:1 Q2:14 Q3:58 X:10208 Y:-7656 Z:-16	Q1:2 Q2:1 Q3:50 X:300 Y:-900 Z:-100	Q1:2 Q2:2 Q3:52 X:624 Y:-1872 Z:-4
Q1:1 Q2:11 Q3:53 X:-25348 Y:-5565 Z:-32668	Q1:1 Q2:12 Q3:55 X:8360 Y:-6270 Z:32758	Q1:1 Q2:13 Q3:57 X:-23420 Y:-7011 Z:32640	Q1:1 Q2:14 Q3:59 X:10384 Y:-7788 Z:32750	Q1:2 Q2:1 Q3:51 X:-32462 Y:-918 Z:32664	Q1:2 Q2:2 Q3:53 X:636 Y:-1908 Z:32762





RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN MATLAB

Rango de 100 valores posibles para X,Y,Z:

>> X	Columns 21 through 30	Columns 41 through 50	Columns 61 through 70
Columns 1 through 10			
0 -1.1995 -	-8.1772 -6.8477 -	47.1018 50.2401	62.4800 59.7975
2.4076 -3.6086 -	5.3059 -3.5545 -	53.2479 56.1006	56.7808 53.4430
4.7863 -5.9244 -	1.5981 0.5569	58.7743 61.2456	49.7993 45.8673
7.0064 -8.0160 -	2.9021 5.4273	63.4922 65.4928	41.6667 37.2193
8.9370 -9.7539	8.1205 10.9680	67.2275 68.6778	32.5488 27.6805
Columns 11 through 20	Columns 31 through 40	Columns 51 through 60	Columns 71 through 80
-10.4513 -11.0148 -	13.9544 17.0628	69.8269 70.6596	22.6415 17.4601
11.4307 -11.6863 -	20.2746 23.5702	71.1630 71.3259	12.1657 6.7890
11.7699 -11.6711 -	26.9285 30.3274	71.1393 70.5968	1.3612 -4.0859 -
11.3809 -10.8917 -	33.7439 37.1542	69.6940 68.4291	9.5202 -14.9094 -
10.1973 -9.2934	40.5338 43.8581	66.8026 64.8177	20.2217 -25.4254



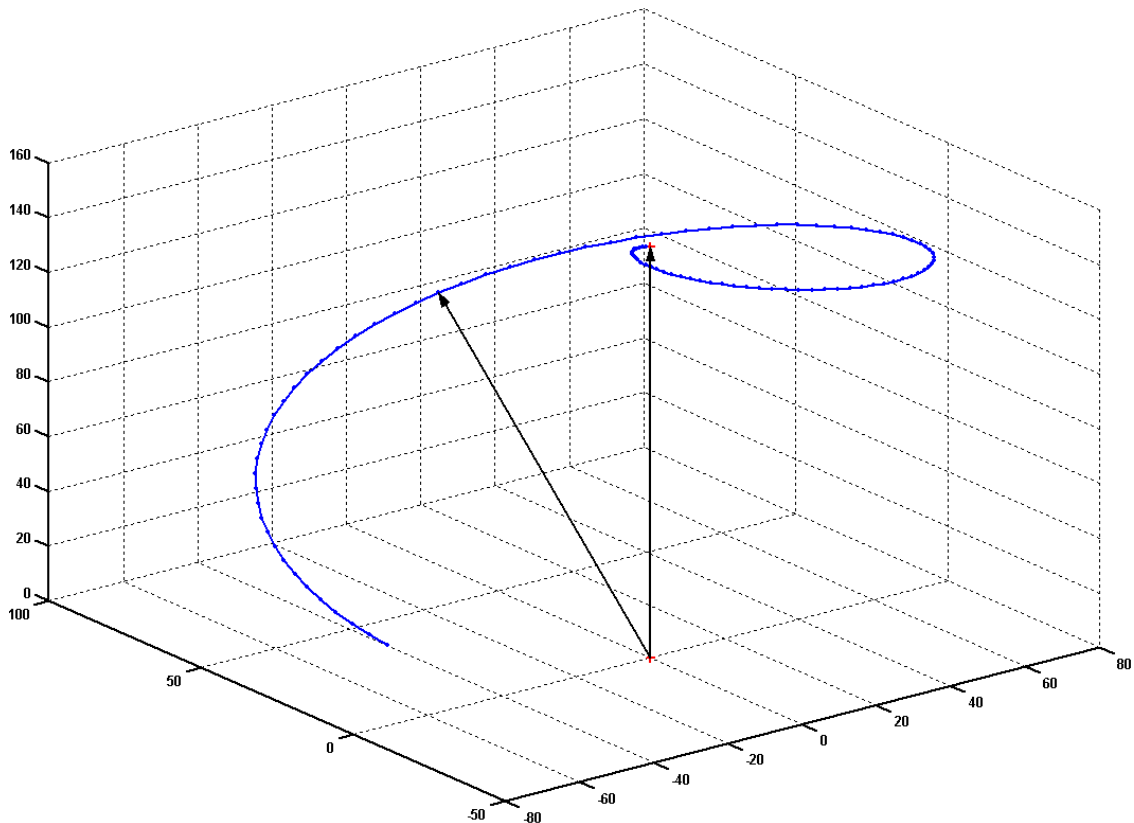
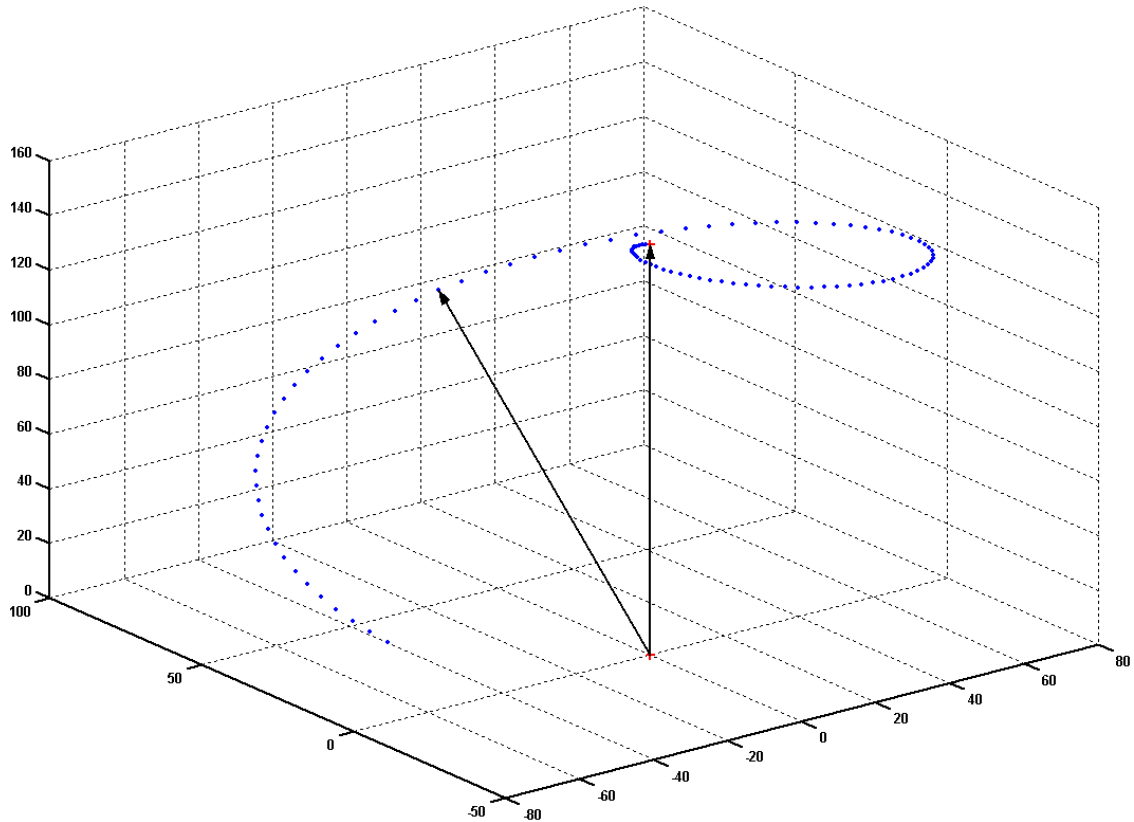
Columns 81 through 90	Columns 31 through 40	Columns 81 through 90	Columns 41 through 50
-30.4895 -35.3839 -	-40.3186 -40.7354 -	79.8060 77.4799	140.7212 139.6319
40.0797 -44.5493 -	40.9082 -40.8248 -	74.8054 71.7998	138.5002 137.3265
48.7666 -52.7072 -	40.4749 -39.8498 -	68.4831 64.8772	136.1111 134.8545
56.3487 -59.6709 -	38.9426 -37.7484 -	61.0062 56.8961	133.5570 132.2191
62.6558 -65.2878	36.2646 -34.4904	52.5744 48.0704	130.8414 129.4244
Columns 91 through 100	Columns 41 through 50	Columns 91 through 100	Columns 51 through 60
-67.5539 -69.4438 -	-32.4272 -30.0789 -	43.4143 38.6375	127.9685 126.4746
70.9500 -72.0676 -	27.4512 -24.5522 -	33.7723 28.8515	124.9431 123.3747
72.7948 -73.1325 -	21.3921 -17.9833 -	23.9081 18.9753	121.7702 120.1304
73.0848 -72.6584 -	14.3403 -10.4796 -	14.0859 9.2726	118.4559 116.7476
71.8629 -70.7107	6.4194 -2.1801	4.5670 0.0000	115.0063 113.2329
>> Y	Columns 51 through 60	>> Z	Columns 61 through 70
Columns 1 through 10	2.2166 6.7472	Columns 1 through 10	111.4283 109.5935
0 -0.0762 -	11.3869 16.1097	150.0000 150.4907	107.7293 105.8368
0.3073 -0.6955 -	20.8884 25.6951	150.9523 151.3839	103.9171 101.9711
1.2419 -1.9458 -	30.5013 35.2776	151.7847 152.1538	100.0000 98.0048
2.8049 -3.8156 -	39.9949 44.6237	152.4905 152.7941	95.9868 93.9470
4.9724 -6.2684		153.0638 153.2989	
Columns 11 through 20	Columns 61 through 70	Columns 11 through 20	Columns 71 through 80
-7.6951 -9.2425 -	49.1348 53.4993	153.4987 153.6625	91.8866 89.8069
10.8992 -12.6522 -	57.6890 61.6765	153.7898 153.8797	87.7092 85.5946
14.4875 -16.3898 -	65.4355 68.9408	153.9319 153.9456	83.4644 81.3200
18.3426 -20.3284 -	72.1688 75.0974	153.9204 153.8557	79.1627 76.9939
22.3290 -24.3253	77.7064 79.9776	153.7510 153.6059	74.8148 72.6270
Columns 21 through 30	Columns 71 through 80	Columns 21 through 30	Columns 81 through 90
-26.2979 -28.2266 -	81.8948 83.4443	153.4199 153.1927	70.4317 68.2305
30.0913 -31.8716 -	84.6145 85.3965	152.9238 152.6129	66.0248 63.8160
33.5472 -35.0981 -	85.7840 85.7732	152.2597 151.8639	61.6056 59.3951
36.5046 -37.7477 -	85.3632 84.5557	151.4252 150.9435	57.1859 54.9796
38.8091 -39.6715	83.3551 81.7686	150.4186 149.8502	52.7778 50.5818
		Columns 31 through 40	Columns 91 through 100
		149.2382 148.5827	48.3934 46.2139
		147.8834 147.1405	44.0450 41.8882
		146.3538 145.5235	39.7451 37.6172
		144.6496 143.7323	35.5061 33.4134
		142.7716 141.7678	31.3406 29.2893

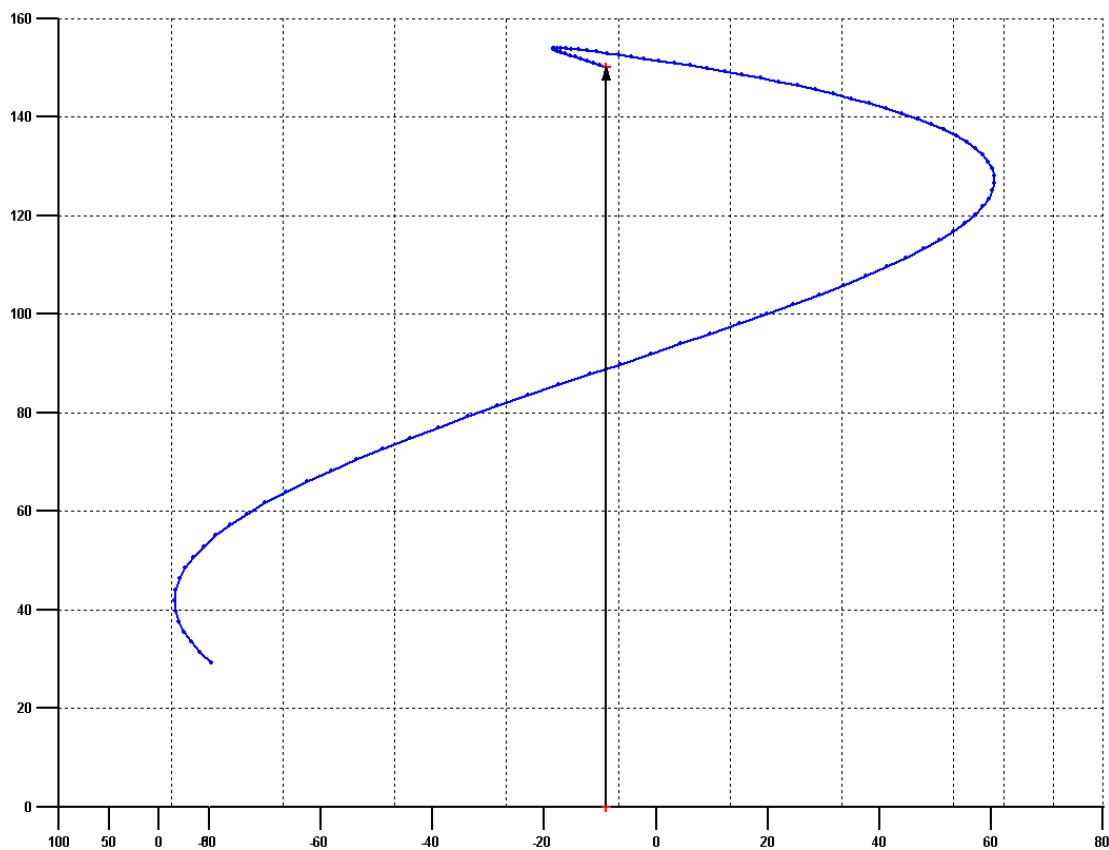
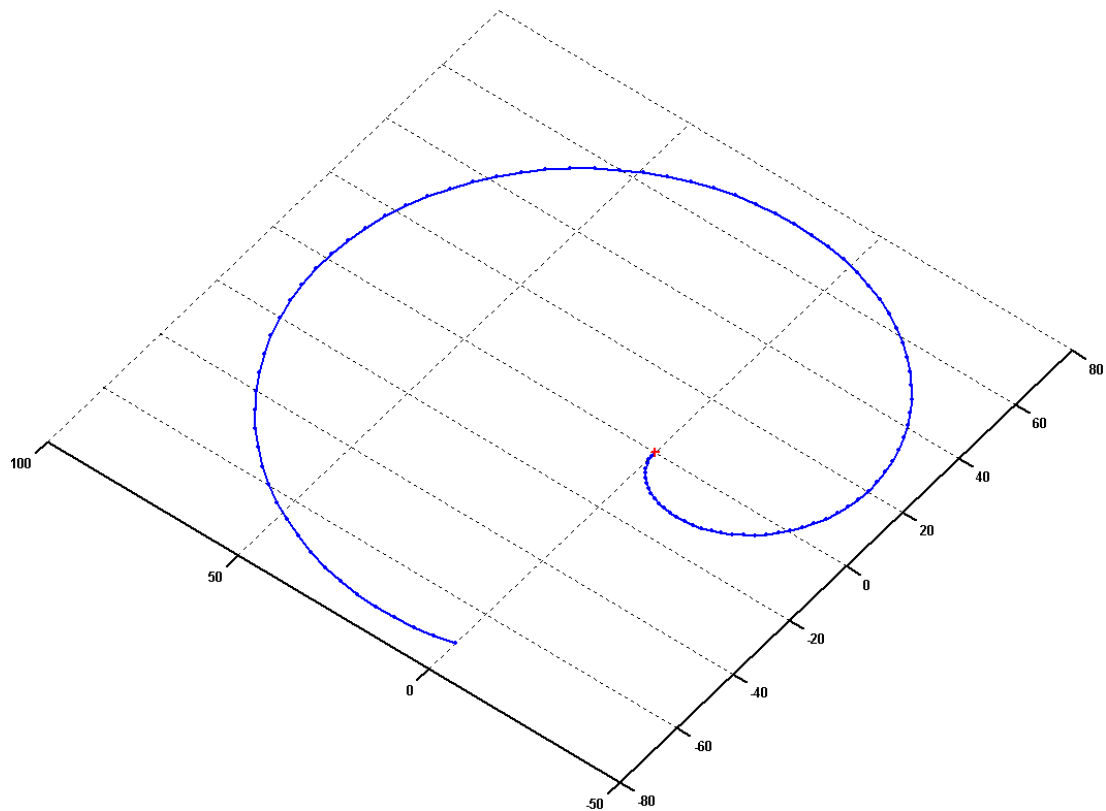
Instrucciones:

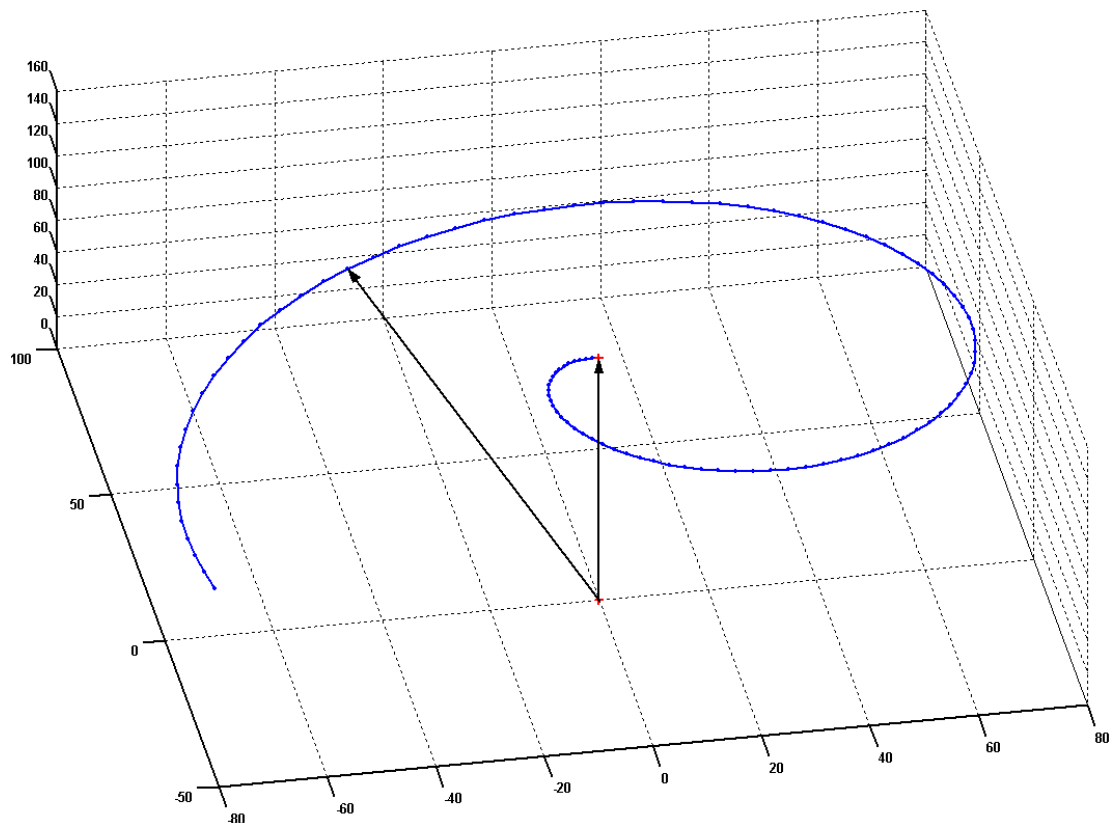
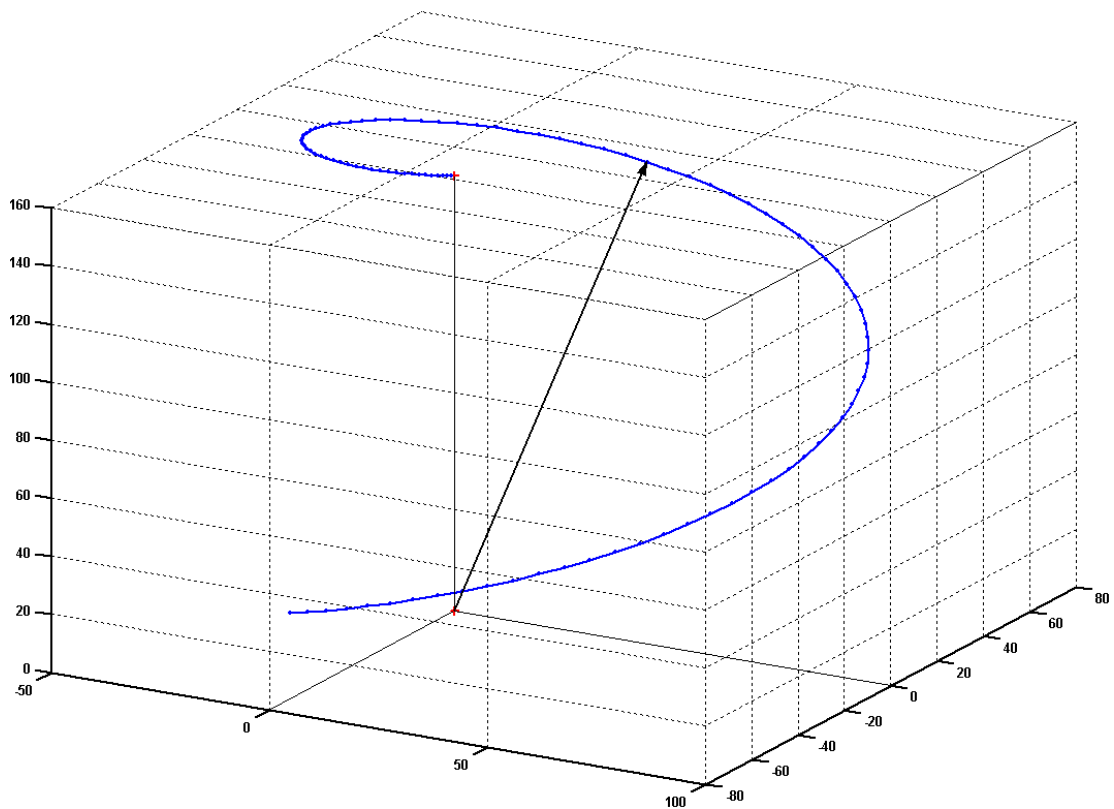
```

Q1=0:(2*pi)/99:2*pi;
Q2=0:(0.75*pi)/99:0.75*pi;
Q3=50:50/99:100;
L1=100;
X=-1.*Q3.*cos(Q1).*sin(Q2);
Y=-1.*Q3.*sin(Q1).*sin(Q2);
Z=(Q3.*cos(Q2))+L1;
plot3(X,Y,Z, '.'), grid;
hold on
plot3(0,0,0,'r+ :');
plot3(0,0,150,'r+ :');

```





CONCLUSIONES

Cuando se ha graficado con el Matlab algunos valores posibles (100) del vector posición del extremo del robot, simplemente se ha obtenido una posible trayectoria (plot3(X,Y,Z)). Al graficar todas las posibles posiciones del extremo del robot, se obtendría el **workspace (WS) o volumen de trabajo** del mismo. Vale decir, que la trayectoria en cuestión es una curva que pertenece al WS, dicho WS se ilustra en la figura N°4, y cuya expresión matemática, suponiendo un radio de giro de 360° con un rango de desplazamiento de L, es: $WS = \left(\frac{2\pi}{3}\right) \pi L^3$.

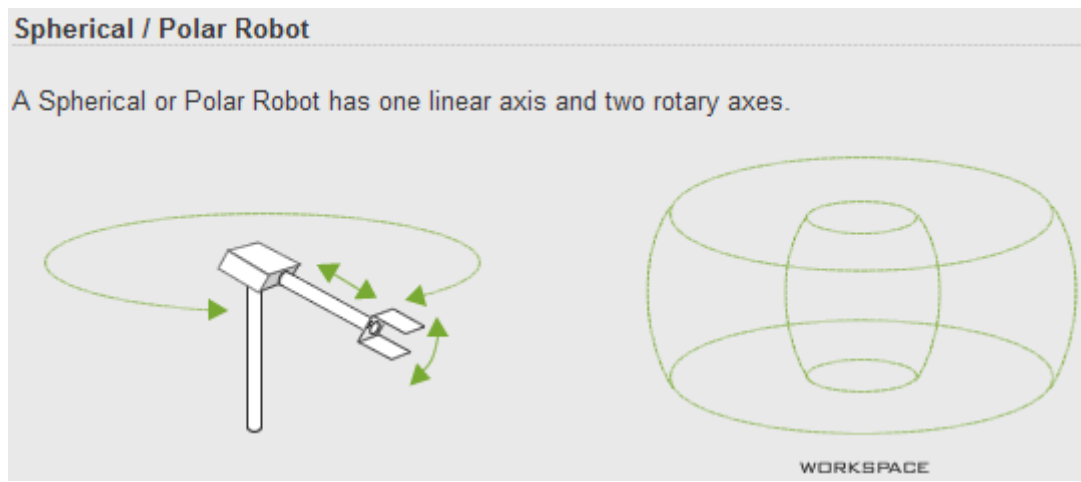


Figura N°4

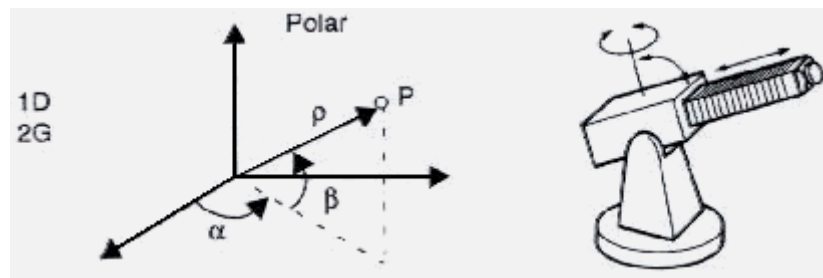


Figura N°5

ROBÓTICA



Título: Trabajo Practico N°1
Curso: R6055, **Código:** 950482

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

REFERENCIAS

http://www.angelfire.com/extreme/greynosom/archivos/Cinematica_Robot.pdf

http://icaro.eii.us.es/descargas/Tema4_parte3.pdf

http://jestru.googlepages.com/Cinematica_del_robot.pdf

http://www.uhu.es/omar_sanchez/

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cinetica-cuerpo-rigido/cinetica-cuerpo-rigido.pdf>

BIBLIOGRAFIA

Barrientos, A.; Peñín, L.; Balaguer, C. & Aracil, R. "Fundamentos de Robótica". 2da Edición. McGraw Hill, 2007.