

## TP N°2. TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS

### OBJETIVOS

- Desarrollar el cálculo y diseño básico de transmisiones y reducciones en los sistemas articulados de aplicación en robótica.
- Obtener los parámetros de un sistema de Transmisión.

### DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

#### TEMA 1. CARACTERIZACION DE UN SISTEMA DE TRANSMISION (puntos A, B y C)

Considerar una Transmisión que forma la base (primera articulación) de un robot de “n” grados de libertad, se caracteriza por transmitir el movimiento y torque producido en el actuador.

El movimiento se compone de varias etapas y transformaciones sucesivas.

La transmisión está compuesta de etapas accionadas por un actuador eléctrico de 24 Vdc.

Nota: Ver figura al final-Anexo I.

El trabajo a determinar es:

**A- Tema. Caracterizar los parámetros de la transmisión identificando cada etapa.**

Tipo de Transmisión, cantidad de etapas y características. Parámetros: Potencia, Torque y Velocidad. En base a mediciones geométricas y dinámicas, presente los resultados obtenidos.

**Canon** CANON FINETECH NISCA INC.

Series	Model No.	Characteristic	Dimension		Voltage [V]	at Maximum Efficiency				
			Φ [mm]	L [mm]		Torque [mN · m]	Speed [rpm]	Current [A]	Output [W]	Efficiency [%]
NA4056	NA4056A		40	56	24	25.56	3506	0.648	9.38	60.3
	NA4056B				24	29.02	4352	0.866	13.22	63.6
	NA4056V				24	28.79	4655	0.922	14.03	63.4
	NA4056D				24	29.93	4776	0.968	14.97	64.4
	NA4056U				24	29.25	5624	1.124	17.23	63.9
	NA4056M				24	31.76	6481	1.362	21.56	65.9

Fuente. Datos del Actuador (según el Fabricante)

A1-Resultados del ensayo (trabajar en base a las Experiencias 1 y 2 del Anexo I)

Tabla 1. Transmisión (ver Anexo I)

Etapas	Descripción	Reducción	Potencia	Torque	Velocidad

A2-Descripción Complementaria (detalles)

Describir cada etapa. Elementos y dimensiones geométricas.

**TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS**

---

**B- Tema. Determinar parámetros dinámicos de la transmisión cuando está conectada a las otras articulaciones del robot de “n” grados de libertad.**

**B1-** Conectar la Base de la Transmisión a un Brazo de Robot (1er. Articulación) y verificar los Resultados obtenidos (Experiencia 3. Anexo I).

**B2-** Analizar que sucede con los parámetros de potencia, torque y velocidad cuando el sistema está en funcionamiento (en régimen) y en estado estacionario (fijo). Describa el resultado. Utilizar Anexo I, Experiencia3 comparada con los resultados de la tabla 1 del punto A1.

**Nota.** Se considera que los datos de la Experiencia 3 se producen al mover la Art.1 frente a las Experiencias 1 y 2 que se mueven sin el brazo de robot (Art. 1)

-----  
**C. Tema. Caracterizar parámetros de transmisión en cada etapa y la dinámica cuando se conecta a una articulación (primera articulación de un brazo de robot).**

C1- En base a la información de los ítems A y B, analice la estructura que se muestra en las figuras del Anexo II. Estas imágenes corresponden a una actualización y modificación del mecanismo del brazo de robot. Corresponde a la versión 2022.

Obtenga la caracterización de la transmisión y efectos dinámicos en esta nueva versión 2022

**Nota.** Algunos aspectos de la dinámica se complementarán en los próximos trabajos prácticos.

-----  
**TEMA 2: SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO. TRANSMISIONES**

**Ejercicios Obligatorios**

**Ejercicio 1º.** Determina cuál será la máxima velocidad (rpm) con que puede girar el piñón de una transmisión mediante ruedas de fricción interiores ( $r = 5\text{cm}$ ), si la potencia a transmitir es de 0,2 CV, la fuerza axial realizada es de 25 kg y el coeficiente de rozamiento  $m = 0,35$ .

(Solución:

**Ejercicio 2º.** El piñón de un par de ruedas de fricción interiores tiene un diámetro de 50mm y arrastra a una rueda cuyo diámetro es de 500 mm. Si dicho piñón gira a 1.400 rpm, calcula: a.) la relación de transmisión; b.) el número de rpm con que girará la rueda conducida; c.) la distancia entre sus ejes. (Solución:

**Ejercicio 3º.** Sabiendo que un engranaje es de módulo 3 y tiene 30 dientes, determina: a.) paso; b.) diámetro interior; c.) diámetro exterior. (Solución:

**Ejercicio 4º.** Suponiendo que una rueda de 60 dientes engrane con un piñón de  $Z_p = 40$  dientes que gira a  $n = 1.500$  rpm, determina: a) número de revoluciones con que girará la rueda;

(Solución:

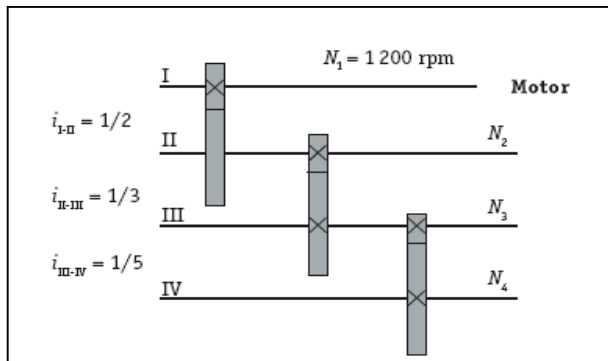
-----  
**TEMA 3: REDUCTORES.**

**Ejercicios Obligatorios**

**Ejercicio 5º.** Una caja de velocidades dispone de cuatro árboles de transmisión y tres pares de engranajes fijos. Las relaciones de transmisión entre los tres ejes son  $i_{I-II} = 1/2$ ;  $i_{II-III} = 1/3$ ;  $i_{III-IV} = 1/5$ . Calcular el número de revoluciones con que gira el árbol IV, si  $N_1 = 1.200\text{rpm}$ .

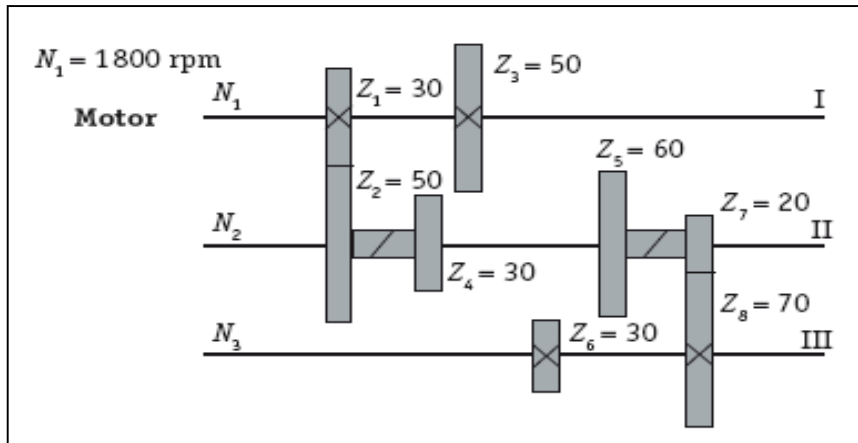
(Solución:

TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS



**Ejercicio 6º.** La caja de velocidades dispone de tres árboles de transmisión y cuatro pares de engranajes donde 2 pueden modificar su posición. El número de dientes se muestra en la figura. La velocidad del eje I es de 1800 rpm. Calcular las diferentes velocidades finales que puede tomar el eje III según se combinen los pares de engranajes.

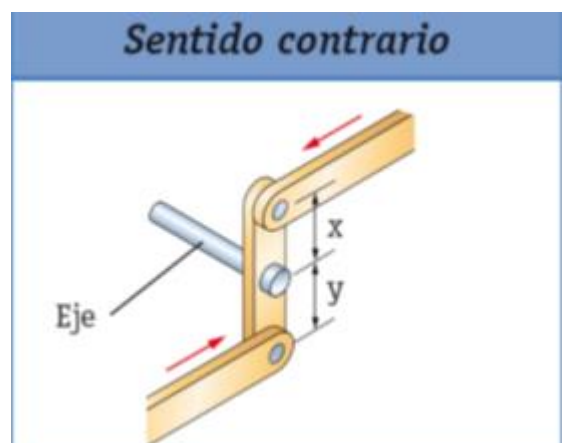
(Solución:



**Ejercicio 7º.** Sobre una articulación de sentido contrario (ver figura) se ejerce una fuerza de 20 N. Si la distancia de la fuerza al centro de giro (x) es igual a 5 cm y la distancia y = 3 cm.

Calcular la fuerza ejercida sobre la otra articulación.

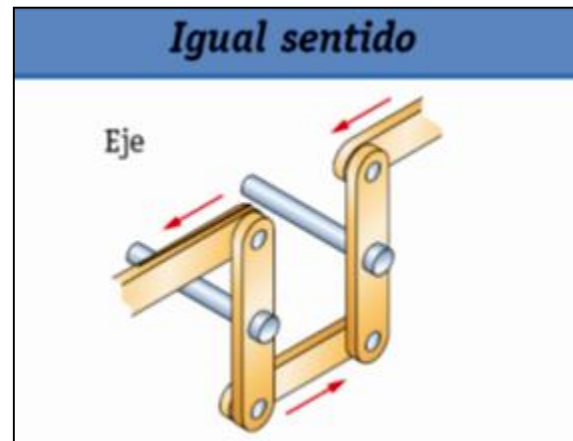
(Solución:



TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS

**Ejercicio 8°** °. Suponiendo que ahora se disponga de una articulación que permita transmitir el movimiento en el mismo sentido y que se ejerza la misma fuerza en uno de sus extremos, determinar la fuerza transmitida si las dos piezas que giran sobre el eje tienen las medias que se indicaban en el ejercicio anterior.

(Solución:



TEMA 4: RENDIMIENTOS. MOMENTO. FUERZA. VELOCIDAD

Ejercicios Obligatorios

**Ejercicio 9°** °. Se dispone de un reductor de velocidad con dos engranajes de dientes rectos. Sabiendo que  $Z_1 = 30$  y  $Z_2 = 60$  y que el árbol I gira a  $N_1 = 800$  rpm, determina la potencia que llegará al árbol II si el motor tiene una potencia de 0,5 CV. Datos: módulo  $m = 2$ ; diámetro de los árboles = 20 mm; coeficiente de rozamiento  $m = 0,3$ . Se desprecia el peso de árboles y engranajes.

Solución:

**Ejercicio 10°**. Calcula el par transmitido a las ruedas de un vehículo, cuando giran a 800 y 2.000 rpm, si la potencia del motor es de 70 CV y no hay pérdidas de potencia.

(Solución:

**Ejercicio 11°**. Determina la fuerza necesaria que habría que realizar sobre la periferia de un engranaje (en sentido contrario al giro) para detenerlo, si está conectado a un motor que gira a 800 rpm y tiene una potencia de 30 W. El número de dientes es  $Z = 40$  y  $m = 2$ .

(Solución:

**Ejercicio 12°**. Se dispone de dos ruedas cilíndricas exteriores. Sobre la rueda conductora se aplica un par de 50 N·m. Sabiendo que su radio es de 25 mm y que está en contacto con otra de radio 30 mm, determina la fuerza que debe aplicarse sobre la periferia de la rueda conducida para poder frenarla. (Solución:

Ejercicios Opcionales.

(No es obligatorio presentarlos resueltos. No se corrigen)

**13°**. (Opcional) Para el accionamiento de una máquina se han dispuesto dos ruedas de fricción exteriores cuyos ejes se encuentran separados 600mm. Sabiendo que la relación de transmisión es de  $i = \frac{1}{2}$  y que es accionado directamente por un motor que gira a 1.200 rpm, calcula: a.) el diámetro de las dos ruedas; b.) el número de rpm con que girará la rueda conducida.

(Solución:

**TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS**

---

**14º.** (Opcional) Calcula la relación de transmisión de un par de engranajes en el que el piñón tiene 50 dientes y la rueda tiene 30. Explicar por qué el eje conducido gira más deprisa o despacio que el eje conductor. (Solución:

**15º.** (Opcional) Un piñón, cuyo módulo es de 2 mm y su diámetro primitivo es de 90 mm, engrana con una rueda de 60 dientes. Calcula: a) número de dientes del piñón; b) diámetro primitivo de la rueda; c) velocidad de la rueda si el piñón gira a 1.000 rpm.

(Solución:

**16º.** Determinar las diferentes velocidades (rpm) que pueden obtener en el último árbol o eje de una caja de velocidades que posee dos árboles. En el árbol número I se ubican los engranajes  $Z_1 = 40$  y  $Z_2 = 80$  y el eje conductor con velocidad de 800 rpm. En el árbol número II hay un par de engranajes con los siguientes dientes:  $Z_2 = 100$  y  $Z_4 = 60$  dientes. Esquematice la caja de velocidad (gráfico a escala) y calcule las posibles velocidades en el eje conducido II.

(Solución:

**17º.** Un actuador eléctrico transmite potencia (torque y velocidad) a un sistema de Transmisión que a la salida, mueve una rueda a 180RPM. Datos. Potencia Actuador: 80 CV, velocidad de giro en el eje actuador: 2200 RPM, rendimiento del actuador: 75%.

Determinar: a) El Par disponible, b) La Potencia en la rueda, c) El par disponible en la rueda.

**18º.** Determinar la fuerza que aparece en el perímetro de la rueda conectada a la salida de un sistema de Transmisión. Datos: Potencia 20CV, velocidad de giro 6200RPM. Diámetro de la rueda 15cm. El Par motriz en la rueda es 100Nm.

**FORMATO DE PRESENTACION (como referencia)**

El informe debe ser elaborado según el formato

Hoja A4 margen sup 2 cm, margen izq 2,4 cm, margen inf 2 cm, margen derecho 2 cm

Formato: Títulos Letra Arial 12

Contenido Letra Arial 11 Interlineado sencillo

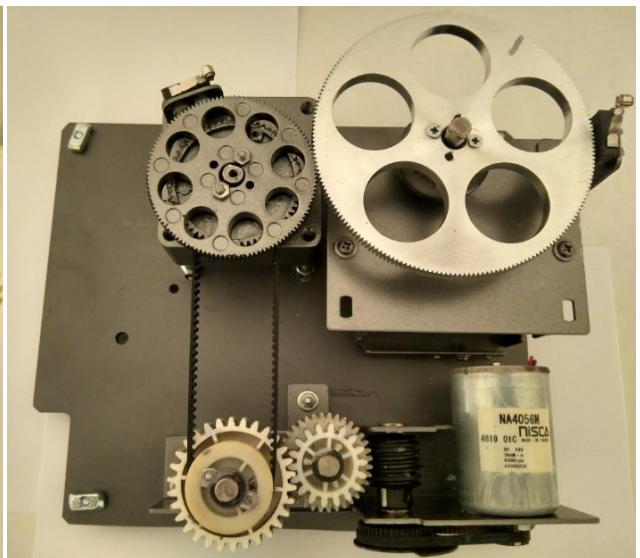
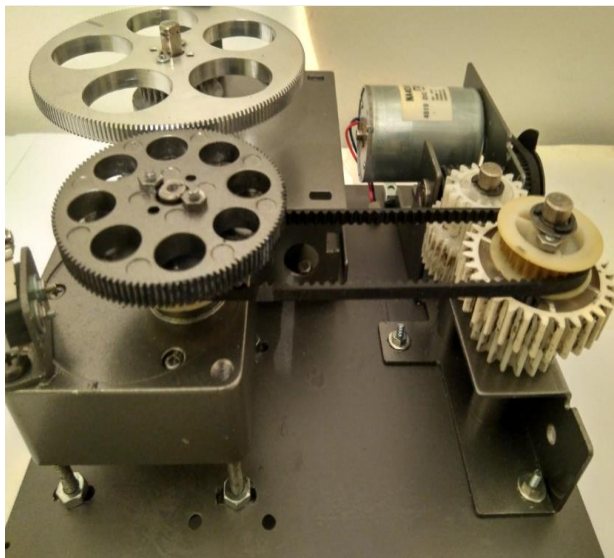
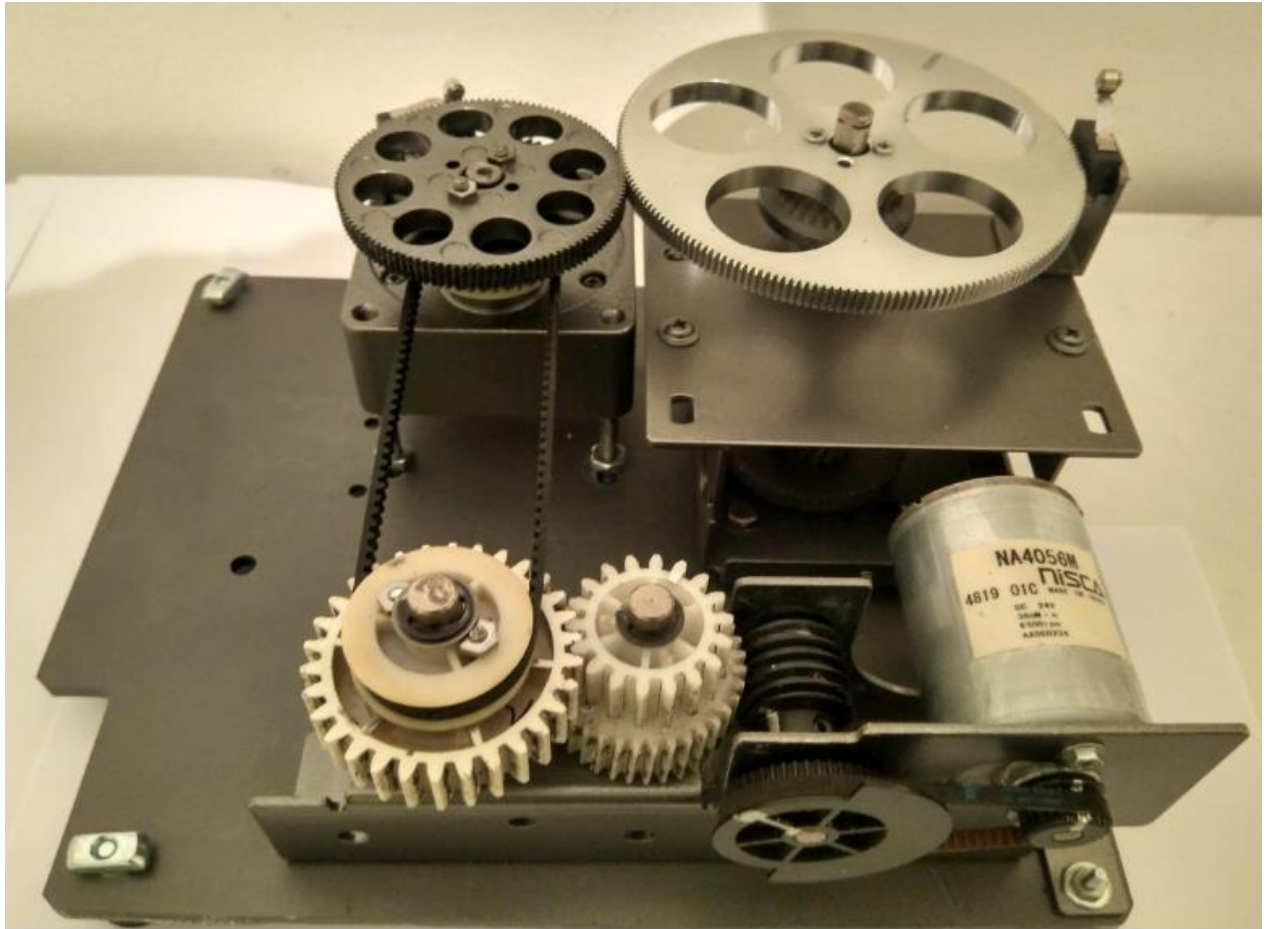
Imágenes: formato .jpg. (Tamaño máximo 12 x 12 cm)

Tablas: centrada letra interior Arial 10

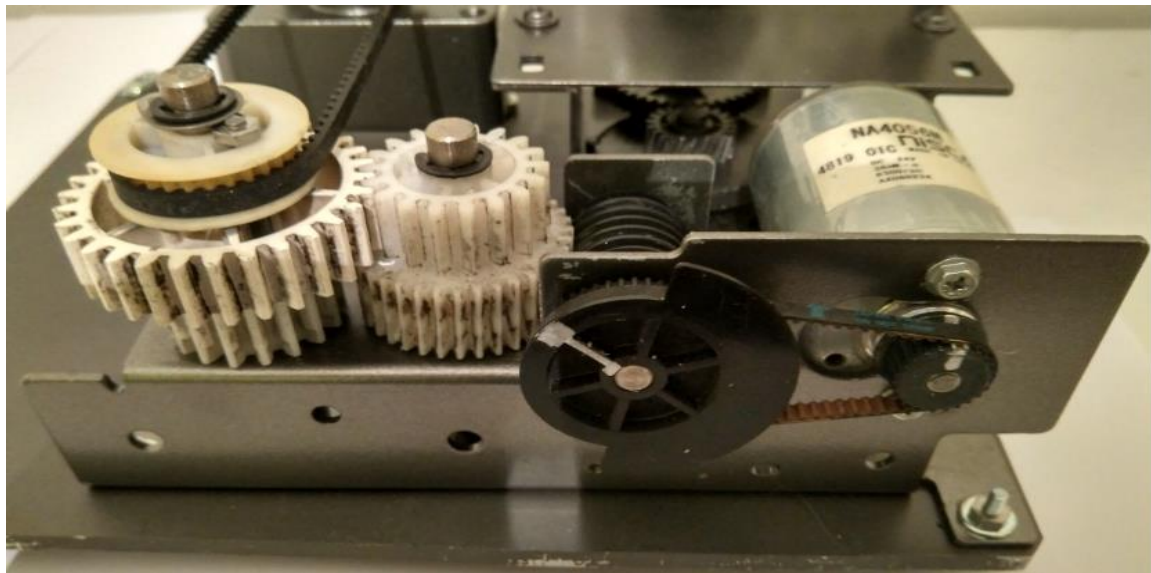
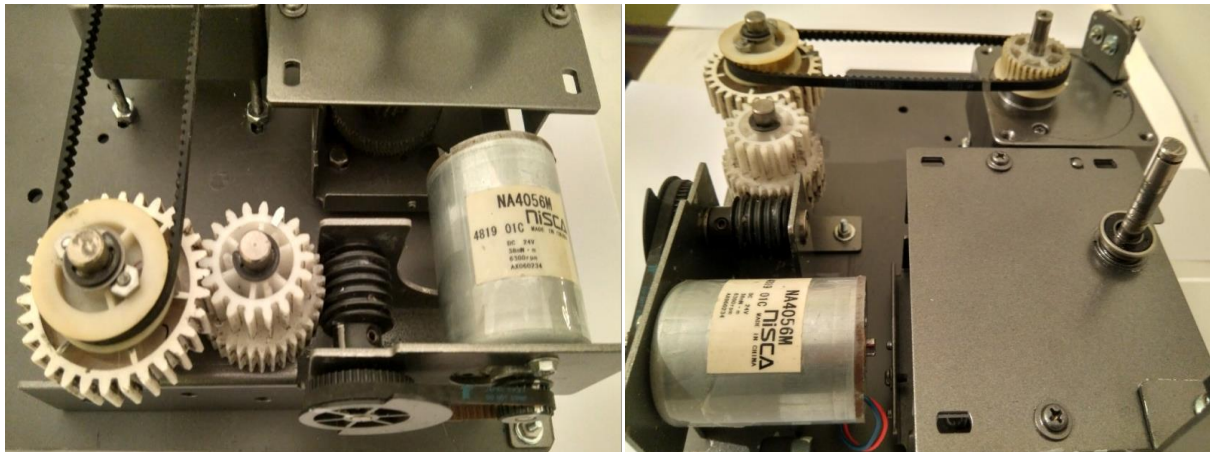
TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS

---

**ANEXO I. Sistema de Transmisión (punto 1)**



TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS



**TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS**

**ANEXO I**

Se muestran 3 experiencias experimentales obtenidas en prácticas de cursos anteriores

• **EXPERIENCIA 1. MEDICIONES DE LABORATORIO.**

Tensión medida = 11.8 V

Corriente medida = 0.65 A

Potencia = 11.8 \* 0.65 = 7.67 Watts

**Tabla 1. Transmisión**

Etapa	Descripción	Reducción	Potencia	Torque	Velocidad
1	Transmisión con correas dentadas	1500/2800 = 0.5357	7,67 W	T1=0.026 Nm T2=0.048	De 2800 a 1500 rpm
2	Reducción sinfín con engranaje	40/1500 = 0.026	7,67 W	T3=1.83 Nm	De 1500 a 40 rpm
3	Reducción con engranajes	23,7/40 = 0.5925	7,67 W	T4=3.09 Nm	De 40 rpm a 23,7 rpm
4	Reducción con engranajes	14/24 = 0.583	7,67 W	T5=5.23 Nm	De 24 rpm a 14 rpm

• **EXPERIENCIA 2. MEDICIONES DE LABORATORIO.**

**Tabla 2. Transmisión**

Etapa	Descripción	Reducción	Potencia	Torque	velocidad
1	Transmisión por correa dentada (del motor a engranaje 2)	i = 0.51	P= I*V= 7.068 W	T1=P/n1= 21.4 mNm T2=P/n2=42,21 mNm	n1=3160 rpm n2=1600 rpm
2	Tornillo sin fin + engranaje	i= 0,016	Potencia cte. (sin considerar perdidas)	T2=P/n2=42,21 mNm T3=P/n5= 2701.1 mNm	n2=1600 rpm n5= 25 rpm
3	Correa dentada	I= 1	Potencia cte.	T3=P/n5= 2701.1 mNm	N5= 25 rpm N7=25 rpm
4	engranaje	I=0.8	Potencia cte.	T3=P/n7= 2701.1 mNm T4=P/n8= 3376.4 mNm	N7= 25 rpm N8= 20rpm

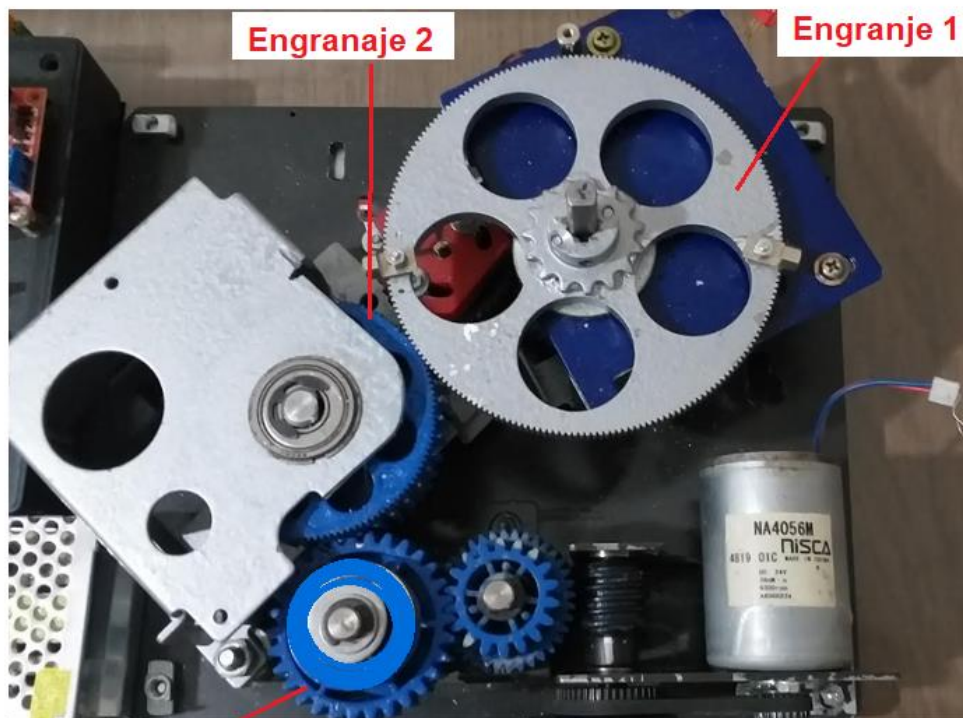
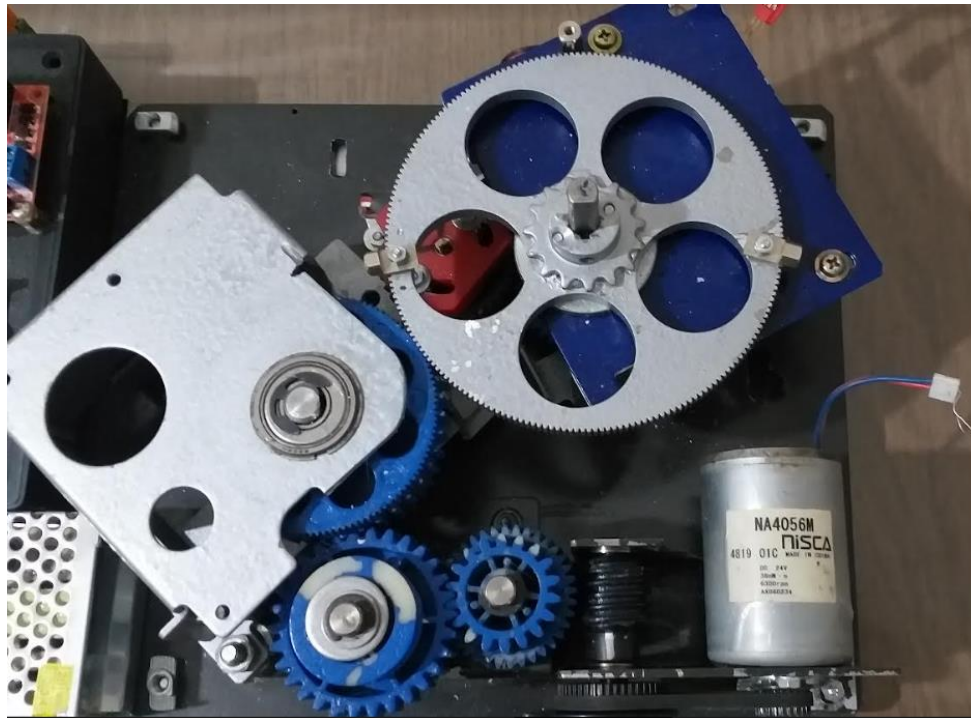
• **EXPERIENCIA 3. MEDICIONES DE LABORATORIO (transmisión + brazo). Art 1.**

tapa	Descripción	Reducción	Potencia	Torque	velocidad
1	Transmisión por correa dentada (del motor a engranaje 2)	i =n2/n1= 0.497	P= I*V= 7.84 W	T1=P/n1= 0.024 Nm T2=P/n2=0.0486 Nm	n1=3100 rpm n2=1540 rpm
2	Tornillo sin fin + engranaje	i=n5/n2= 0.015	Potencia cte. (sin considerar perdidas)	T2=P/n2=0.0486 Nm T3=P/n5= 3.25Nm	n2=1540 rpm n5= 23 rpm
3	Correa dentada	I= 1	Potencia cte.	T3=P/n5= 3.25N.m	N5= 23 rpm N7=23 rpm
4	engranaje	I=n8/n7=0.826	Potencia cte.	T3=P/n7= 3.25 Nm T4=P/n8= 3.94 Nm	N7= 23 rpm N8= 19 rpm



TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS

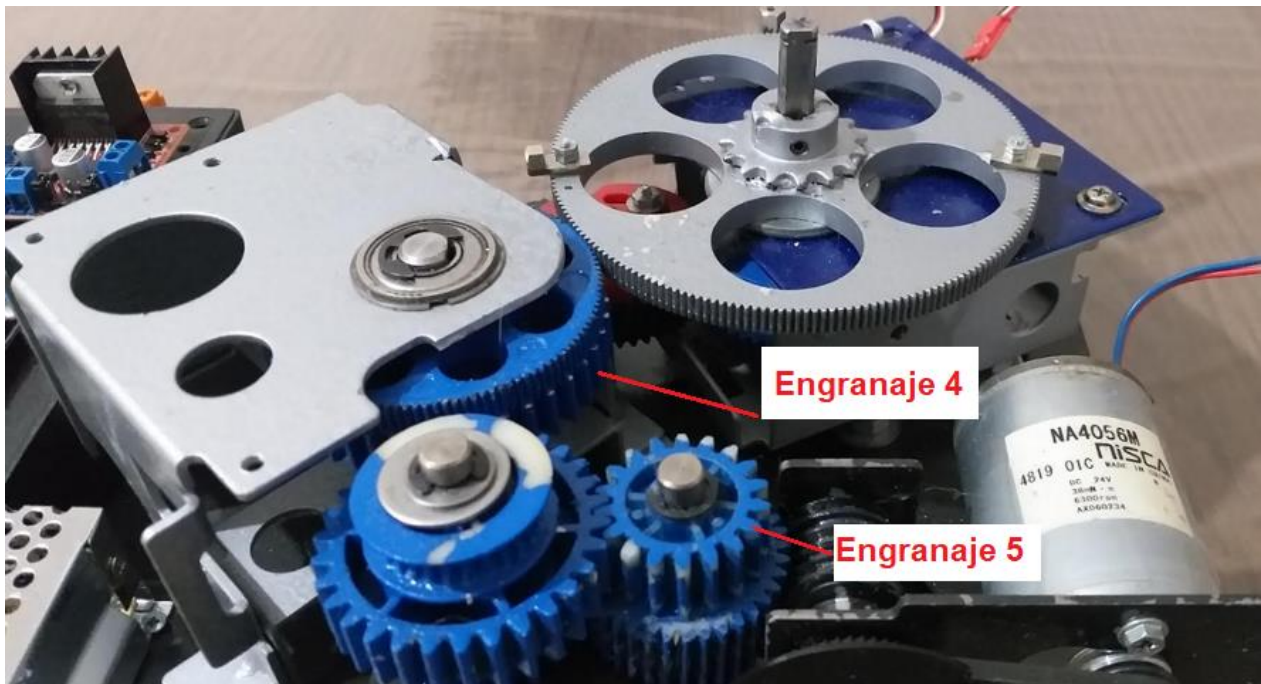
**ANEXO II**  
Versión nueva del sistema de transmisión. (versión 2022)



**Engranaje 3** 2da. etapa reducción **Engranaje 2** 1ra. etapa reducción

Fuente propia. Imágenes del Sistema de Transmisión (imágenes con derecho de autor)

TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS



Datos sobre las etapas de Transmisión.

Engranaje 1. Diámetro ext=108.42 mm. Num dientes,  $Z_1=202$

Engranaje 2. Diámetro ext= 64.23 mm. Num dientes,  $Z_2=120$

Engranaje 3. Diámetro ext= 48.00 mm. Num dientes,  $Z_3=30$

Engranaje 4. Diámetro ext= 65.50 mm. Num dientes,  $Z_4=42$

Engranaje 5. Diámetro ext= 29.50 mm. Num dientes,  $Z_5=18$

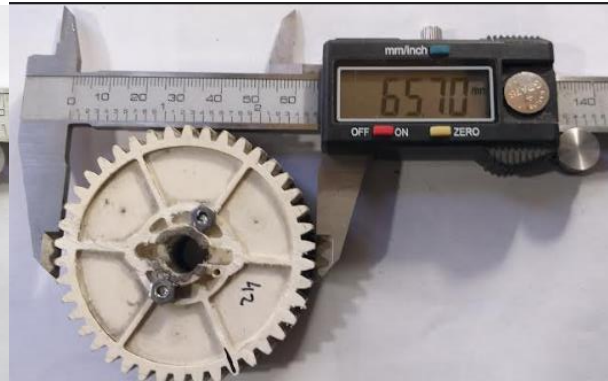


Fuente Propia. Engranaje 1. Diámetro ext= 108.42 mm. Num dientes,  $Z_1=202$

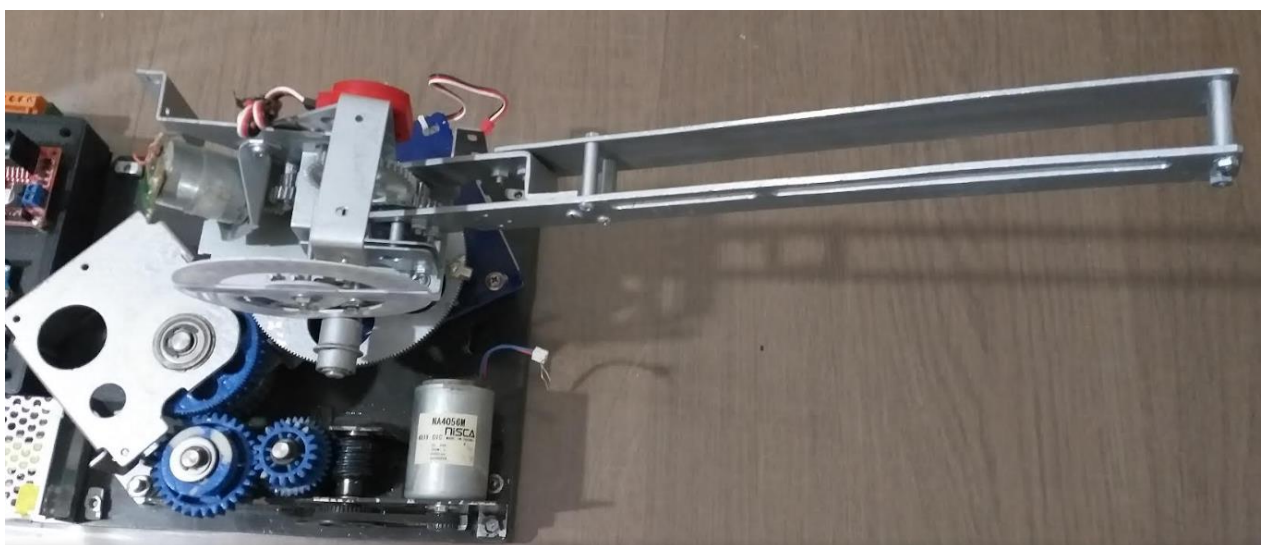
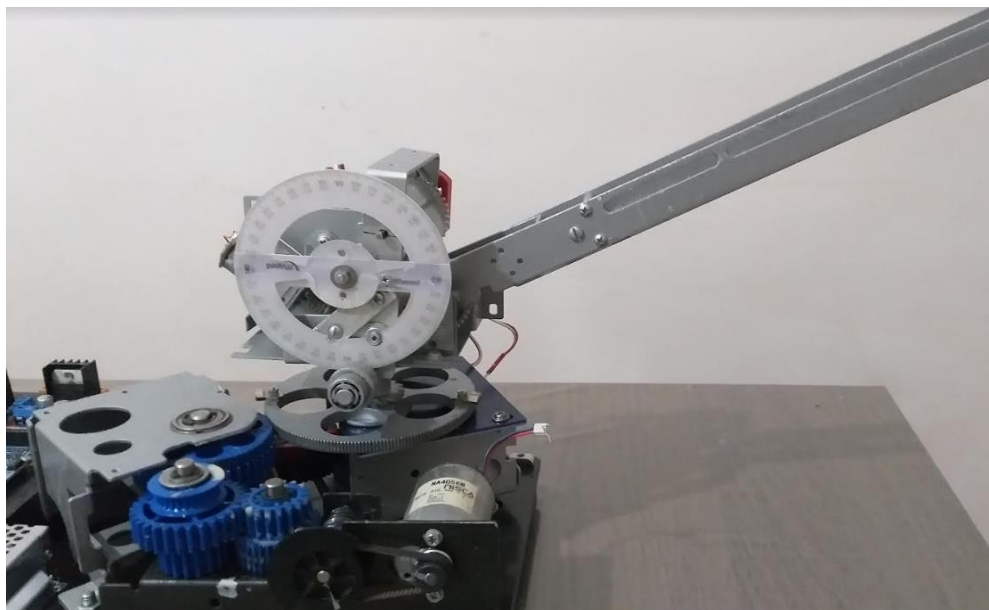
TRABAJO PRÁCTICO N°2: TRANSMISION Y REDUCCION. ACCIONAMIENTOS



Engranaje 2.  
Diámetros ext= 64.23 mm. Z2= 120



Engranaje 3.  
Diámetros ext= 65.70 mm. Z3= 42



Fuente propia. Imágenes del Sistema de Transmisión y Brazo de Robot. 1er. Articulación.