



---

UNIVERSIDAD  
**CATÓLICA**  
B O L I V I A N A

---

Mecatronica

Jose Jesus Cabrera Pantoja

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X** -TEMPLATE FOR STUDENT PROJECTS

Perfil de Tesis/Proyecto de Grado/Trabajo Dirigido  
presentado a la Carrera de Ingeniería Mecatrónica para  
obtener su habilitación a Taller de Grado II.

Tutor: Erik Osvaldo Pozo

Santa Cruz - Bolivia

7, 2021

**Jose Jesus Cabrera Pantoja**

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X -TEMPLATE FOR STUDENT PROJECTS**

El presente Perfil de Tesis de Grado/Proyecto de Grado/Trabajo Dirigido fue sometido a análisis y defendido ante el tribunal compuesto por:

---

Job Angel Ledezma Perez, Dr. Ing.

**DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA MECATRONICA**

---

Erik Osvaldo Pozo

**TUTOR**

---

Francisco

**RELATOR**

---

Boris B

**INVITADO**

Santa Cruz de la Sierra, 18 de 7 del 2021

## **AGRADECIMIENTO**

Ingresar en este sector los agradecimientos a los colaboradores en la ejecución del Trabajo

## RESUMEN

bla bla bla bla

## ABSTRACT

Bla bla

## ÍNDICE DE FIGURAS

3.1. Cute puppy . . . . .	16
3.2. Multiple imagenes . . . . .	17

## ÍNDICE DE TABLAS

3.1. Características de desempeño SJA01 con diferentes gobernadores. . . . .	17
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS**

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

ASME - The American Society of Mechanical Engineers



## ÍNDICE DE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
<b>1. Marco referencial</b>	<b>9</b>
1.1. Introducción . . . . .	9
1.2. Planteamiento del Problema . . . . .	10
1.2.1. Definición del Problema . . . . .	10
1.3. Objetivos . . . . .	10
1.3.1. Objetivo general . . . . .	10
<b>2. Marco teórico</b>	<b>12</b>
2.1. Estado del Arte . . . . .	12
2.1.1. Consideraciones adicionales . . . . .	13
<b>3. Marco practico</b>	<b>14</b>
3.1. Esquema General del Proyecto . . . . .	14
3.2. Etapa 1 . . . . .	15
3.2.1. Requerimientos . . . . .	15
3.2.2. Cálculos y Dimensionamiento . . . . .	15
3.2.3. Desarrollo . . . . .	15
<b>Bibliografia</b>	<b>18</b>
<b>A. Cualquier Cosa</b>	<b>19</b>
<b>B. Imagenes</b>	<b>20</b>



# CAPÍTULO 1

## MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Introducción

Esta sección presenta aquellos antecedentes, tanto teóricos como prácticos, que permiten identificar la importancia de su trabajo. La introducción es desarrollada inicialmente durante la presentación de perfil de proyecto, sin embargo, se ve complementada al finalizar el trabajo; cuando se tiene claro el aporte del mismo. Ciertamente, una vez terminado su trabajo, puede incluir en la introducción una breve reseña de los resultados alcanzados u obtenidos; véase la lista de ejemplos.

La extensión de la introducción no debe sobrepasar las dos páginas y se recomienda un mínimo de una página. Es usual que el contenido emplee muchas referencias, en especial para citar rápidamente anteriores soluciones o las fuentes que dan validez al escenario en el que se encuentra el problema. Siempre debe tomarse en cuenta que el lector espera que la introducción sea atractiva, concisa y no redundante.

Si bien la introducción puede señalar puntos problematizadores, estos no deben ser desarrollados ampliamente; los puntos problematizadores se desarrollan en pleno durante el planteamiento del problema. Una forma de reconocer que los puntos problematizadores se tratan muy profundamente durante la introducción es por la extensión: si la introducción es muy extensa y existe sólo un tópico, es decir, es repetitiva, probablemente la sección se está confundiendo con el planteamiento del problema.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Consiste del preámbulo a la definición del problema y puede ser entendido como la descripción del escenario en el cual se encuentra el nodo o punto problematizador, i.e. donde se encuentra la necesidad o dificultad que se desea abordar. En ese sentido, en este punto se proporcionan todos aquellos datos que permiten luego converger a la definición del problema. Dado que se entiende los problemas no son únicos y han sido abordados por distintas personas con diferentes perspectivas, el planteamiento del problema incluye una reseña de los problemas de anteriores soluciones; reiterando, el énfasis se aboca a los problemas. La introducción, por otra parte, pudo ya haber incluido la mención de dichas soluciones previas, pero esto no significa que el texto de esa sección sea la misma de esta. En efecto, el planteamiento del problema se enfoca en las dificultades, necesidades o puntos problematizadores, y la introducción se orienta hacia la presentación del tema.

### ***1.2.1 Definición del Problema***

Este punto comprende un párrafo que permite la lectura del problema puntual y concreto. Dicho párrafo debe ser el punto final del planteamiento y al mismo tiempo el punto que permite la identificación de requerimientos y objetivos de diseño.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Es entendido como la premisa general que el estudiante realizará para resolver el problema. El objetivo sólo puede ser formulado iniciando con un verbo en infinitivo.

Se entiende que a través del objetivo se contribuye a solucionar el problema, por lo que, existe una conexión inherente y profunda entre ambos. Por otro lado, este objetivo tiene una relación directa con el título siendo que el título sintetiza el trabajo en una denominación.

Estructuralmente, el objetivo general inicia con un objetivo en infinitivo, a lo cual le sigue un objeto de estudio y finaliza con la mención del objeto de atención del proyecto.

Asumiendo el sistema que será propuesto posee distintas funcionalidades, cada objetivo específico o varios de ellos pueden ser formulados para describir el cómo se llegará

a desarrollar cada una de ellas. En ese sentido, es usual encontrar que exista secuencialidad entre los objetivos.

- Punto 1
- Punto 2
- Punto 3



## CAPÍTULO 2

# MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del Arte

De manera sencilla, el estado del arte puede ser entendido como el conjunto más reciente, o actual, de conocimientos y procedimientos referidos a un tema en específico. Desde otra perspectiva, uno puede indicar que se trata de aquella tecnología de punta que caracteriza al tópico. En ambos casos, la definición acierta en indicar su naturaleza moderna y de innegable trascendencia; el estado del arte marca una tendencia de desarrollo en las comunidades de investigación.

Un ejemplo, cuando el tópico específico es la “clasificación automática de objetos por medio de computador”, el estado del arte evidente es conformado por los métodos basados en redes neuronales profundas y convolucionales. La razón es clara, estos procedimientos permiten alcanzar los mayores índices de clasificación automática de imágenes. Considerando que cada trabajo de grado aborda una temática, es posible determinar que existe un conjunto de conocimientos y procedimientos caracterizados por ser los más actuales, es decir, existe un estado del arte para cada trabajo de grado. En ese sentido, esta sección tiene el propósito de presentar aquellas soluciones previas más recientes que forman parte del estado del arte propio del trabajo.

La revisión de soluciones previas se distingue por ser un proceso imprescindible dentro la investigación y el diseño ingenieril. Esto se debe a que permite al diseñador, y en este caso estudiante, situarse dentro un espacio de diseño coherente, moderno y significativo. Por tanto, una revisión adecuada debe contemplar múltiples soluciones previas

de calidad.

### ***2.1.1 Consideraciones adicionales***

La cantidad de enfoques es variable, pero al menos son necesarios dos. En ese sentido, se espera que la sección sea desarrollada en al menos dos subsecciones. Por otro lado, con relación a la cantidad de referencias requeridas para considerar que la revisión fue exhaustiva, ésta es de al menos treinta. Esta cantidad corresponde tanto a la perspectiva académica como a la del mercado, siendo al menos diez la cantidad de trabajos académicos.

Claro está, aunque no está demás indicar, que los documentos a referenciar deben ser de alta calidad; i.e. haber sido publicados en sitios cuya política de revisión sea la de pares. Asimismo, los productos del mercado citados deben ser estimados como aquellos que caracterizan la industria o la oferta de máquinas; de distintos proveedores.

Finalmente, antes de pasar a los enfoques, es posible incluir texto de introducción al estado del arte. Esto supone un párrafo que explica la forma en la cual se desarrollará el estado del arte.



## CAPÍTULO 3

# MARCO PRACTICO

### 3.1 Esquema General del Proyecto

Una de las maneras más sencillas de expresar información es la gráfica. Esta sección contiene un elemento gráfico conocido como “esquema general del proyecto”, que permite observar la “arquitectura” o la forma en la cual la solución se estructura funcionalmente. Considerando que un sistema es compuesto por distintos elementos, los cuales interactúan entre sí para un fin, el esquema general tiene el propósito de presentar las relaciones entre dichos elementos.

El diagrama debe presentar los elementos del sistema como bloques. Los nombres de los elementos se incluyen dentro el bloque y se prioriza la presentación estética puesto que es imperante reconocer cada bloque por el nombre. Por otro lado, la relación entre bloques debe indicar el flujo de información, unidireccional o bidireccional, mediante el sentido de flechas incluidas en la línea de conexión. Es posible adicionar información sobre el tipo de conexión agregando algún texto sobre dicha línea.

El diagrama debe ser elaborado mediante algún programa que permita la creación de imágenes de alta calidad, e.g. Inkscape, GIMP, Adobe Illustrator o similares. [Lynch, 2005] En caso de LaTeX se recomienda el formato EPS, en cambio, para Microsoft Word es altamente sugerible emplear EMF. Si no fuera posible desarrollar tal, es necesario utilizar imágenes vectorizadas, cuya resolución sea de 300 dpi (dots per inch); se recomienda el formato PNG.

El esquema general debe ser elaborado considerando como objetivo la legibilidad

y comprensión. Por tanto, el nivel de abstracción de los elementos listados en el diagrama debe ser el mismo. Cabe recalcar, sin embargo, que la prioridad radica en la funcionalidad, más no en cada componente físico del sistema; esto significa que se deben tomar en cuenta las tareas que los componentes cumplen y no a los componentes per sé.

Los componentes dentro el diagrama hacen referencia a ciertas etapas, e.g. en el caso de un sistema de visión artificial, una de las etapas será adquisición de imágenes. Estas etapas son descritas en subsecciones listadas después del esquema general. [Bratková, 2008]

## **3.2 Etapa 1**

Se asume que el sistema a ser propuesto es conformado por múltiples subsistemas, los cuales se ven reflejados de manera intrínseca en las etapas. Estos subsistemas tienen como objetivo abordar una parte del problema o coadyuvar a otros subsistemas a hacerlo. En el ejemplo de visión artificial, la adquisición por sí misma no puede ser definida como subproblema, no obstante, coadyuva a otras etapas o subsistemas a abordar los subproblemas. [Borgman, 2003]

Una etapa posee ciertos pasos y lineamientos que la caracterizan y delimitan el cómo debe ser realizado el diseño del subsistema respectivo. Los pasos, que corresponden a dos perspectivas: la industrial y la académica, son en general aquellos procedimientos efectuados para llegar a diseñar el subsistema. Los lineamientos se refieren a los requerimientos que definen los aspectos que deben ser tomados en cuenta al momento de desarrollar la solución. Lo anteriormente dicho refleja una verdad innegable, el marco práctico responde de forma directa al problema planteado en el marco referencial. [Greenberg, 1998]

### **3.2.1 *Requerimientos***

### **3.2.2 *Cálculos y Dimensionamiento***

### **3.2.3 *Desarrollo***

En contraparte, esta sección es adecuada para estudiantes cuyo énfasis sea el académico. Similar a lo que es requerido en “Cálculos y Dimensionamiento”, el subtítulo contiene los pasos para diseñar el subsistema especificado en el título. La única diferencia es clara, los requerimientos serán distintos para cada perspectiva; distintos en enfoque.





**Figura 3.1.** Cute puppy  
**Fuente:** Incluir fuente bibliográfica.

Las ecuaciones por desarrollar deben ser centradas.

$$F = ma \tag{3.1}$$

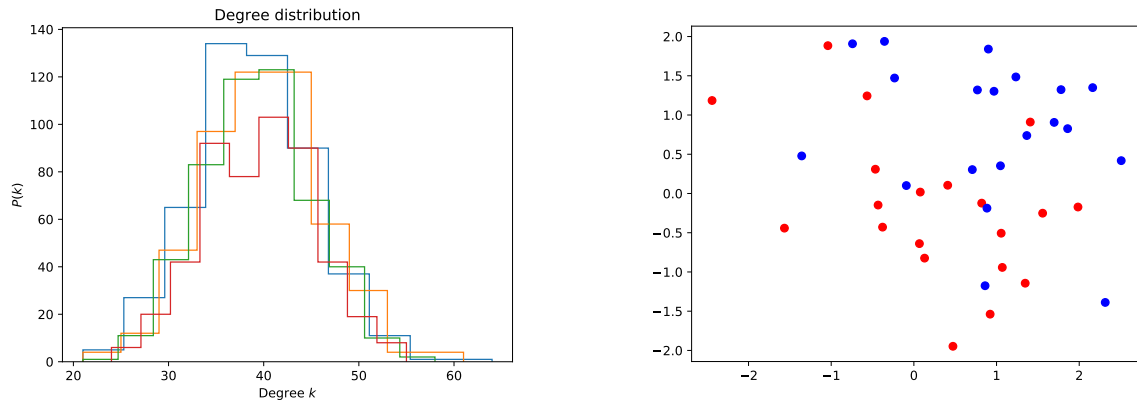
Las ecuaciones deben incluir el número de capítulo correspondiente y continuar la numeración en caso de no haber sido enunciadas previamente. Por ejemplo, si se enuncia una nueva ecuación ésta será insertada de la siguiente forma:

$$x_1 = x_2 + x_3 \tag{3.2}$$

on ecuaciones que ya fueron enunciadas, es posible citarlas en texto: la Ecuación (3.2) es utilizada para calcular la cantidad combinada de dos elementos.

Las figuras deben tener la forma presentada por la Figura 3.1. En esta muestra un índice que permite la numeración de las figuras, la descripción de la figura que no excede de quince palabras; la extensión puede ser mayor si existen subfiguras. En casos específicos, cuando la imagen no es producida por el autor, se referencia la fuente. Si la figura fue elaborada por el autor se deberá incluir la frase “Elaboración propia”. Nótese que el tamaño de fuente es de 10 puntos.

Las figuras deben tener la forma presentada por la Figura 3.1. En esta muestra un índice que permite la numeración de las figuras, la descripción de la figura que no excede de quince palabras; la extensión puede ser mayor si existen subfiguras. En casos específicos, cuando la imagen no es producida por el autor, se referencia la fuente. Si la figura fue elaborada por el autor se deberá incluir la frase “Elaboración propia”. Nótese que el tamaño de fuente es de 10 puntos.



**Figura 3.2.** Multiple imagenes  
**Fuente:** Incluir fuente bibliográfica.

Las tablas deben disponer de líneas horizontales que delimitan el inicio, la cabecera y el final de la tabla, tal como se observa en el ejemplo de la Tabla 2.1. Cada línea horizontal tiene 1 punto de espesor. La cabecera de la tabla deberá estar en negrita y el espaciado entre líneas de la tabla deberá ser sencillo, a diferencia del espaciado en el texto normal del cuerpo de la tesis/proyecto de grado que es de 1,5 líneas. Ni la cabecera, ni el cuerpo de la tabla deberán poseer sombreado alguno.

**Tabla 3.1.** Características de desempeño SJA01 con diferentes gobernadores.

	<b>Tiempo de Establecimiento</b>	<b>Sobre oscilación</b>
PID-LQR	17.5 [s]	15 %
PID Kundur	87.7 [s]	49.08 %
Mecánico-Hidráulico	122,4 [s]	11.1 %

**Fuente:** Adaptado de Viscarra (2019)

# BIBLIOGRAFÍA

- BORGMAN, Christine L., 2003. *From Gutenberg to the Global Information Infrastructure: Access to Information in the Networked World*. Cambridge (Mass.): The MIT Press. ISBN 0-262-52345-0.
- BRATKOVÁ, Eva (sest.), 2008. *Metody citování literatury a strukturování bibliografických záznamů podle mezinárodních norem ISO 690 a ISO 690-2: metodický materiál pro autory vysokoškolských kvalifikačních prací* [online]. Verze 2.0, aktualiz. a rozšíř. Praha: Odborná komise pro otázky elektronického zpřístupňování vysokoškolských kvalifikačních prací, Asociace knihoven vysokých škol ČR [visitado 2011-02-02]. Disponible desde: <http://www.evskp.cz/SD/4c.pdf>.
- GREENBERG, Douglas, 1998. Camel Drivers and Gatecrashers: Quality Control in the Digital Research Library. En: HAWKINS, Brian L.; BATTIN, Patricia (eds.). *The Mirage of Continuity: Reconfiguring Academic Information Resources for the 21st Century*. Washington (D.C.): Council on Library and Information Resources; Association of American Universities, págs. 105–116. ISBN 1-887334-59-9.
- LYNCH, Clifford, 2005. Where Do We Go From Here? The Next Decade for Digital Libraries. *D-Lib Magazine* [online]. Vol. 11, no. 7/8 [visitado 2005-08-15]. ISSN 1082-9873. Disponible desde DOI: 10.1045/july2005-lynch.



APÉNDICE A

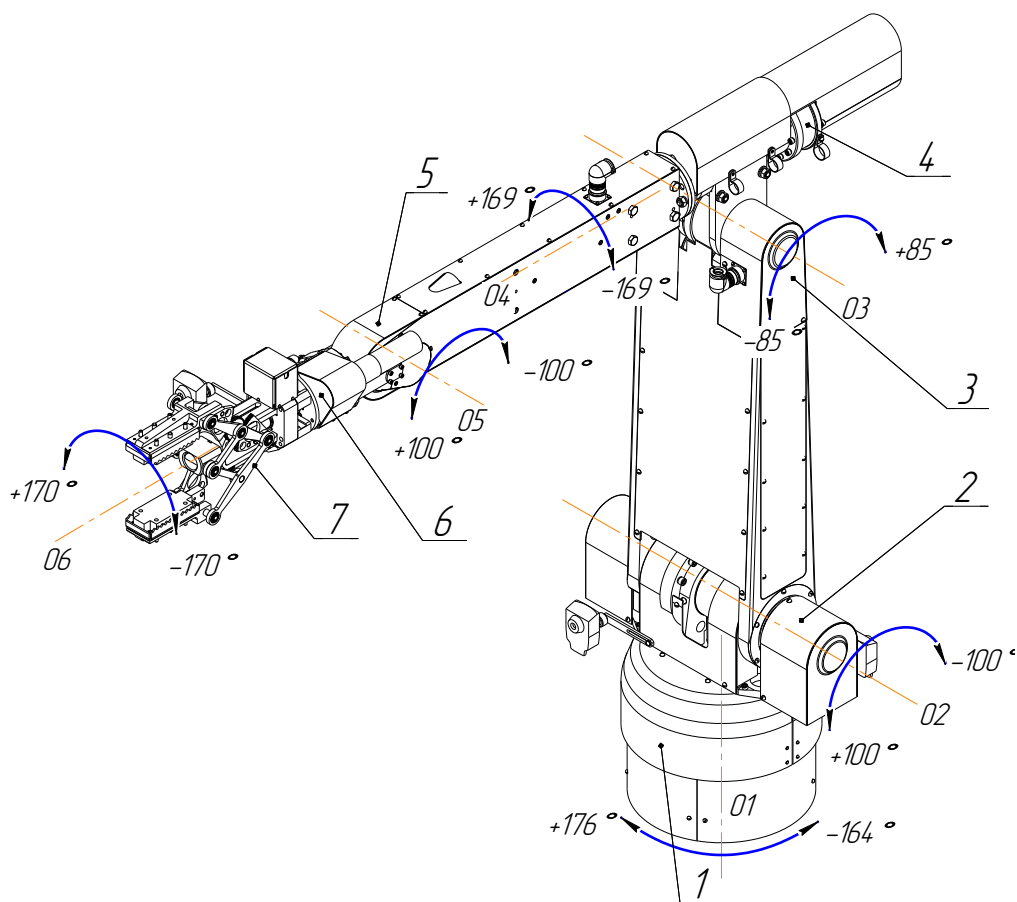
CUALQUIER COSA

Bla bla ...



## APÉNDICE B

### IMAGENES



### ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ МАНИПУЛЯТОР С ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ СТЕПЕНЯМИ ПОДВИЖНОСТИ

1 – модуль опорно-поворотный; 2- модуль качания I; 3-модуль качания II; 4 –  
модуль вращения руки; 5- модуль качания схвата; 6- модуль вращения схвата;  
7- схват