



Institución  
**Universitaria**  
Reacreditada en Alta Calidad

# Optimización Para Ingeniería

Somos Innovación Tecnológica con *Sentido Humano*



Alcaldía de Medellín



# Contenido

1. Que es la optimización y como la usamos?
2. Ejemplos de problemas de optimización – básicos.
3. Clasificación y problemas de la optimización.

# Optimización

Es el proceso de buscar la combinación de parámetros ( $\mathbf{x}$ ) que resultaran en el mejor resultado ( $f(\mathbf{x})$ ) de acuerdo con un criterio (restricciones) dado.

$$\begin{array}{ll}\min f(\mathbf{x}) \\ \text{s.t. } \mathbf{x} \in R^n\end{array}$$

$$\begin{array}{ll}\min f(\mathbf{x}) \\ \text{s.t. } c_i(\mathbf{x}) = 0 \\ c_i(\mathbf{x}) \leq 0 \\ \mathbf{x} \in R^n\end{array}$$

$$\begin{array}{ll}\min f(\mathbf{x}) \\ \text{s.t. } c_i(\mathbf{x}) = 0 \\ c_i(\mathbf{x}) \leq 0 \\ \mathbf{l}_i \leq \mathbf{x} \leq \mathbf{u}_i\end{array}$$

$f(\mathbf{x})$  y  $c_i(\mathbf{x})$  pueden ser lineales, no-lineales. O en algunos casos  $f(\mathbf{x})$  puede ser desconocida. También  $f(\mathbf{x})$ , puede ser un vector.

# Definición: Optimización Numérica

## Optimización (en el día a día):

Mejora de una buena solución por intuición, fuerza bruta o basada en decisiones heurísticas.

## Optimización Numérica (Matemática):

Encontrar la mejor solución posible usando una formulación matemática del problema y un método de solución numérica riguroso/heurístico.

A menudo el término **programación matemática** se emplea como una alternativa a la optimización numérica. Esta expresión data mucho antes que los computadores. El termino *programming* se refería a la solución del planeamiento de problemas (planning problems).

# Formulación de Problema de Optimización

La formulación general de problemas de optimización consiste de:

- Las **variables** (también llamadas variables de decisión, grados de libertad, parámetros, ...)
- Un **modelo matemático** para describir el sistema a ser optimizado.
- **Restricciones adicionales** sobre la solución optima, incluyendo limite de las variables.

La función objetivo puede ser **minimizada** o **maximizada**.

# Formulación de Problema de Optimización

- La función objetivo describe una medición económica (costos de operación, costos de inversión, beneficio, etc.), o tecnológica, o ...
- El modelado matemático de los resultados del sistema en modelos a ser agregados en el problema de optimización como **restricciones de igualdad**.
- Un **modelo matemático** para describir el sistema a ser optimizado.
- Las **restricciones adicionales** (mayoritariamente desigualdades lineales) resultan, por ejemplo de:
  - Limitaciones específicas del equipo o la planta (capacidad, presión, etc.)
  - Limitaciones del material (límite de explosión, punto de ebullición, etc.)
  - Requerimientos del producto (calidad, etc.)
  - Recursos (disponibilidad, calidad, etc.)



# Solución a problemas de Optimización

Que define una solución de un problema de optimización?

- Aquellos valores de las **variables influenciadoras** (variables de decisión o grados de libertad) son buscados, de tal manera que maximicen o minimicen una función objetivo.
- Los valores de los grados de libertad deben **satisfacer** el **modelo matemático** y **todas sus restricciones adicionales** como, por ejemplo, limitaciones en recursos o físicas al valor del óptimo.
- Típicamente la solución es un **compromiso** entre los **efectos opuestos**. En el diseño de procesos, por ejemplo, costos de inversiones pueden ser reducidos mientras se incrementa el costos de operación (y viceversa).

# Aplicaciones de la Optimización

La optimización es usada ampliamente en ciencia e ingeniería, y en particular en procesos y sistemas de energía.

- **Decisiones de negocios** (determinación de un portafolio de productos, selección de la ubicación de sitios de producción, análisis de inversiones competidoras, etc.)
- **Decisiones de diseño: Procesos, planta y equipamiento** (estructura de un proceso o planta de conversión de energía, puntos favorables de operación, selección y dimensiones del equipo principal, modos de operación de un proceso, etc.)
- **Decisiones operacionales** (ajustes del punto de operación ante variaciones de condiciones ambientales, planeamiento de la producción, control para la mitigación de perturbaciones y seguimiento del set-point, etc.)
- **Identificación del modelo** (estimación de parámetros, diseño de experimentos, selección del modelo, etc.)

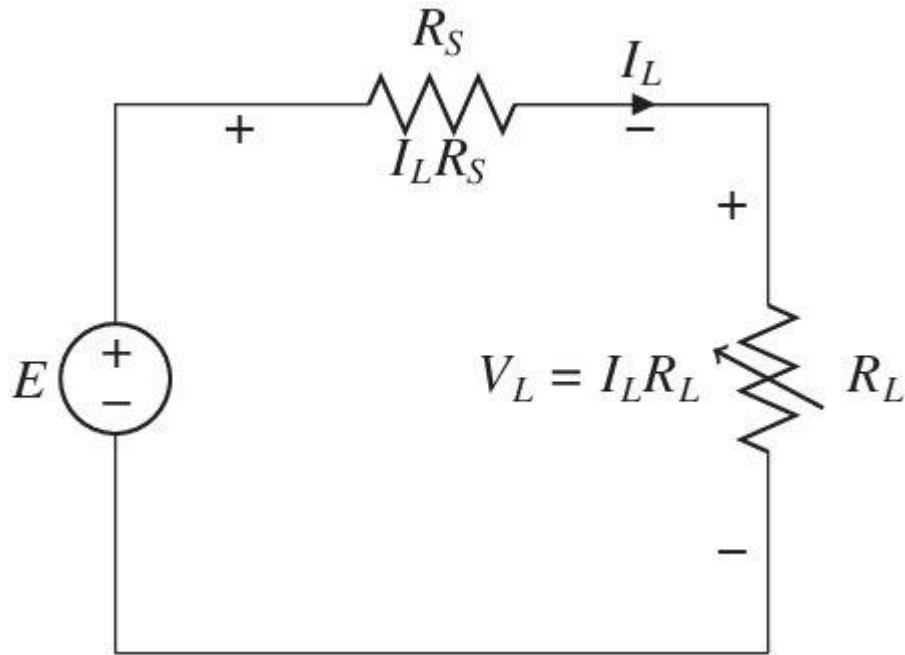




# Contenido

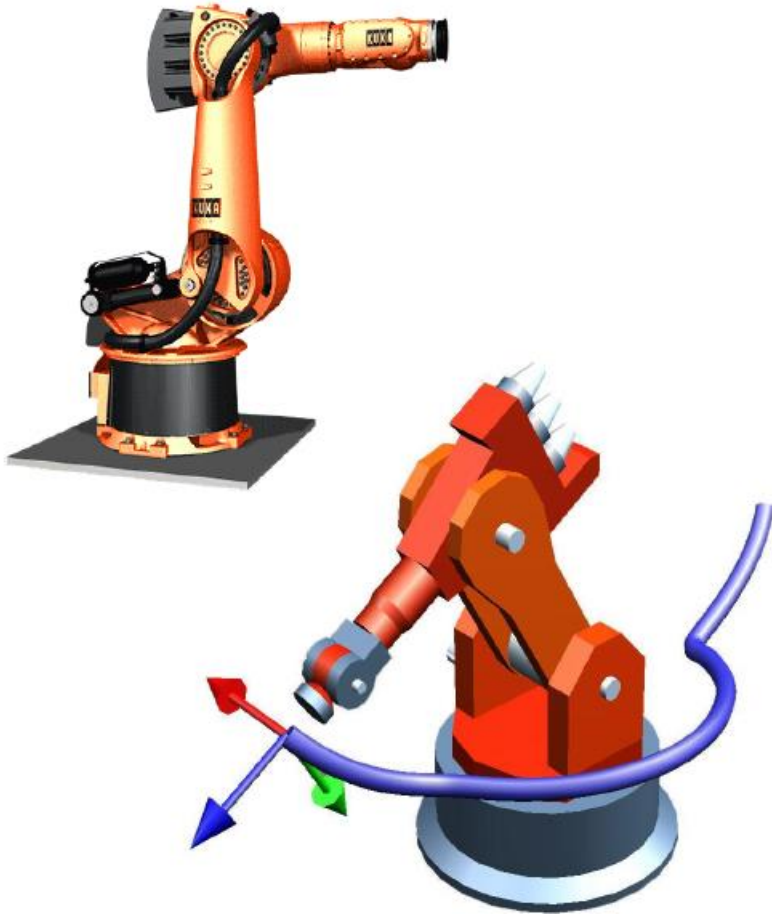
1. Que es la optimización y como la usamos?
2. Ejemplos de problemas de optimización – básicos.
3. Clasificación y problemas de la optimización.

# Ejemplo: Optimización en Circuitos



Determinar cual es el valor de  $R_L$  para que la fuente transmita la mayor potencia.

# Ejemplo: Planeamiento optimo del movimiento de Robots



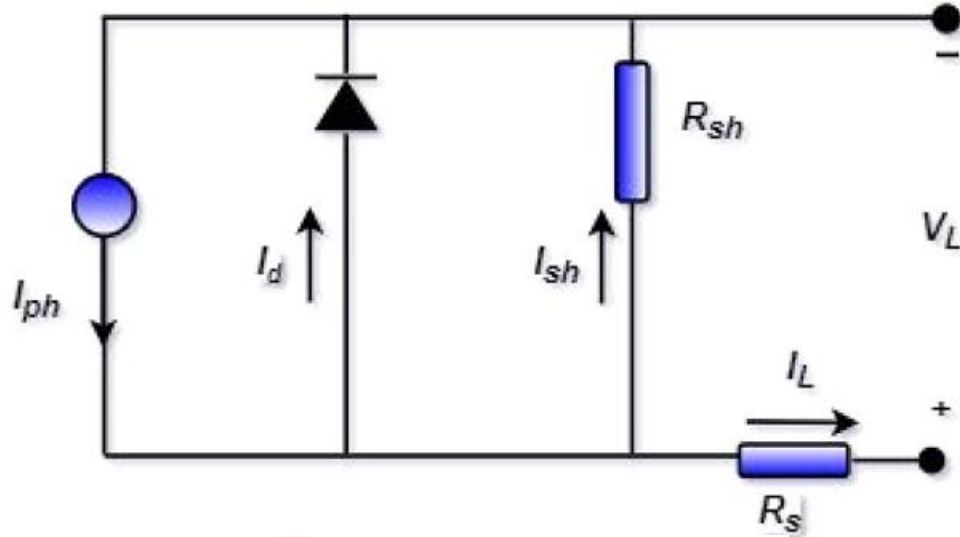
## Tarea:

- Transporte y posicionamiento preciso de una pieza, por ejemplo, durante el ensamblaje.

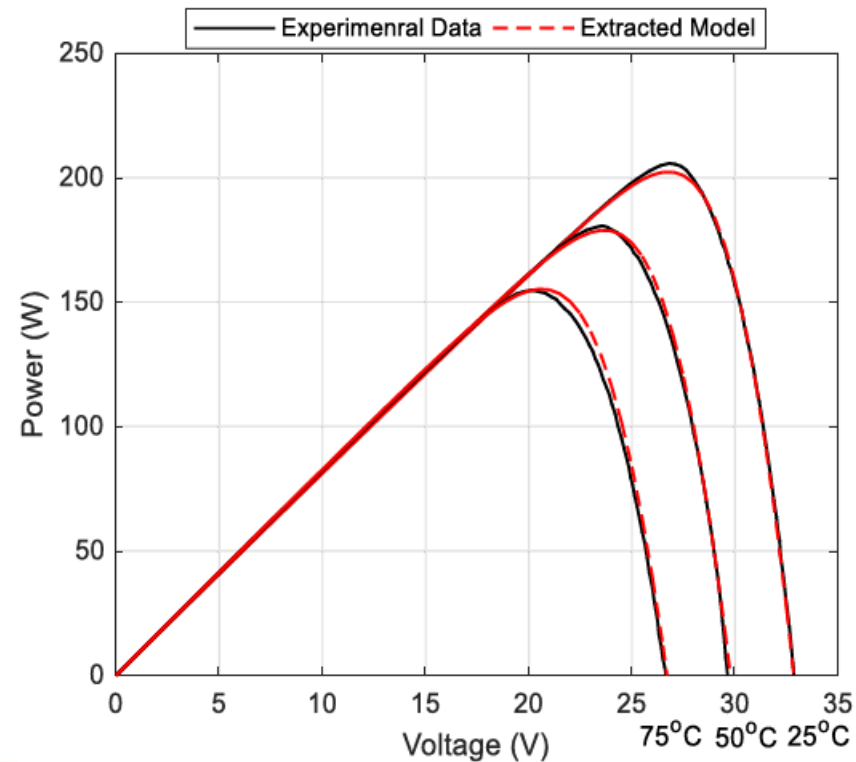
## Objetivos:

- Tiempo de ciclo corto para producción, por ejemplo, minimización del tiempo de transporte a través del planeamiento del movimiento optimo.
- Posicionamiento correcto de una pieza durante ensamblaje.
- Sin coaliciones durante el movimiento.

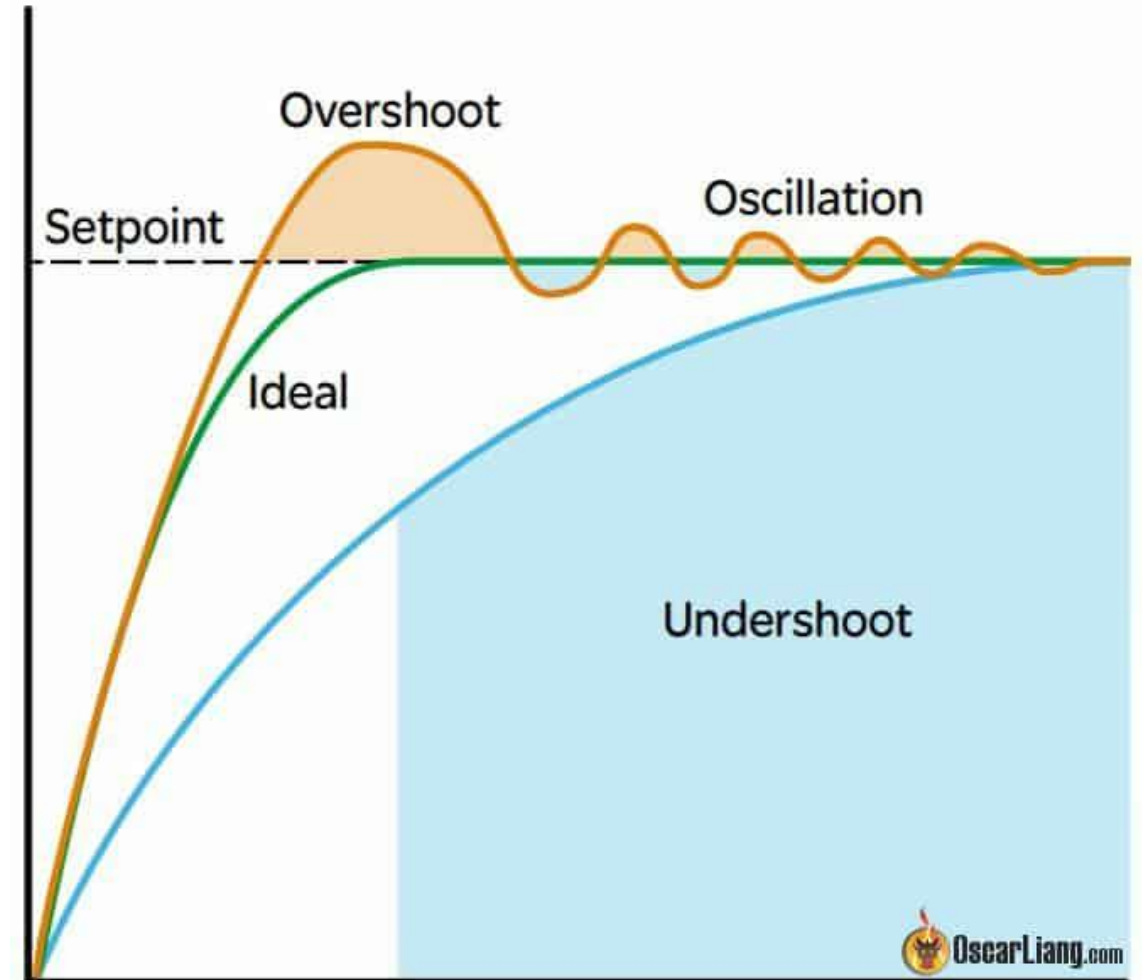
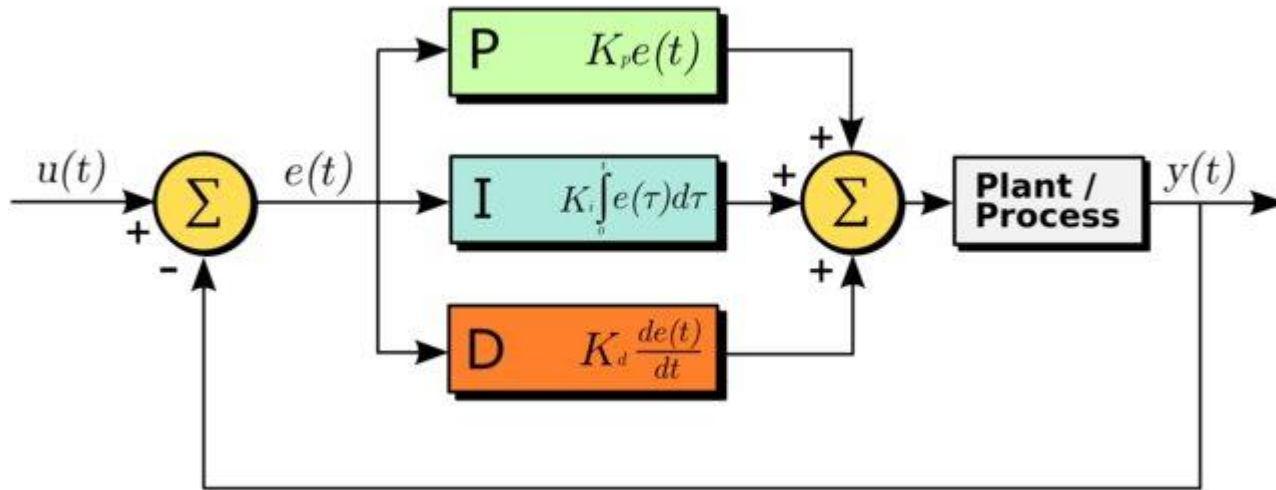
# Estimación de parámetros de panel fotovoltaico



$$I_L = I_{ph} - I_{SD1} \left[ \exp \left( \frac{q (V_L + I_L R_s)}{n_1 k T} \right) - 1 \right] - I_{SD2} \left[ \exp \left( \frac{q (V_L + I_L R_s)}{n_2 k T} \right) - 1 \right] - \frac{V_L + I_L R_s}{R_{sh}}$$

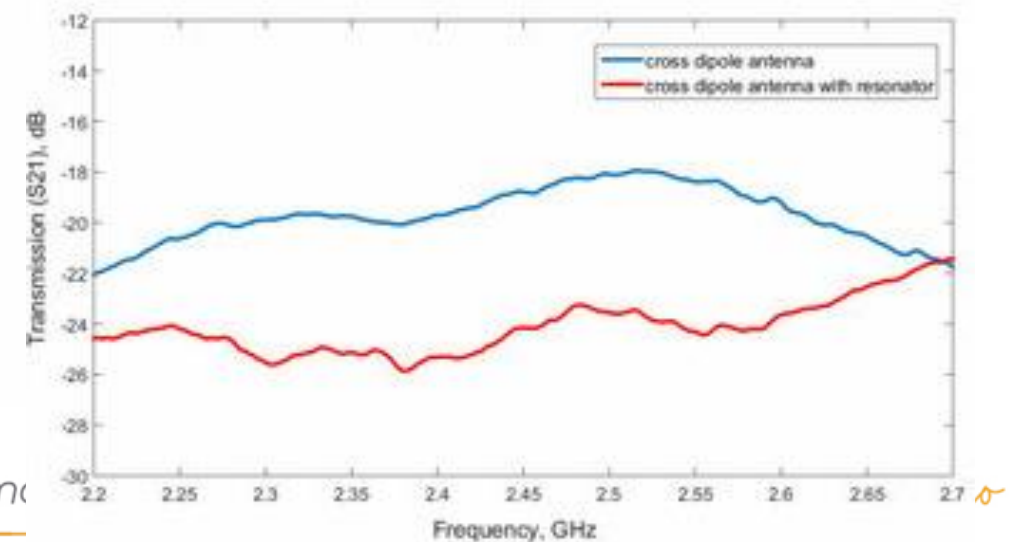
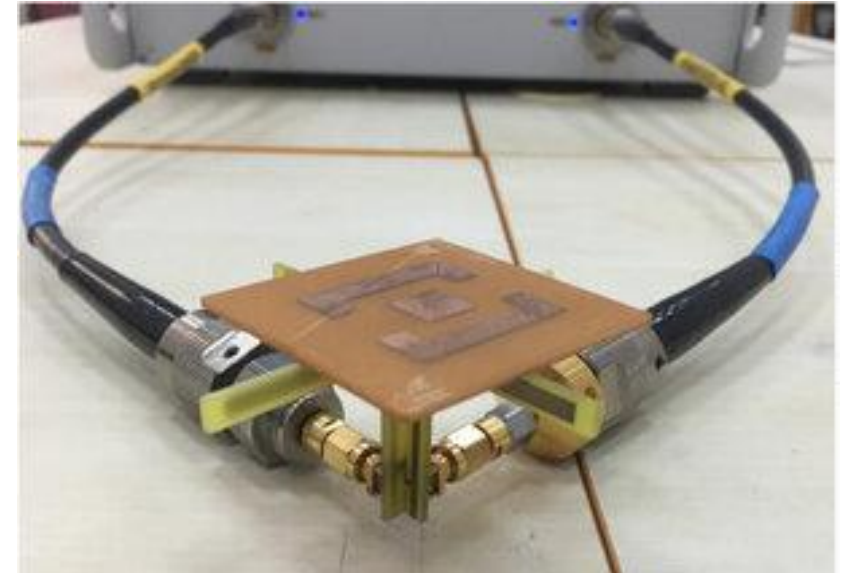
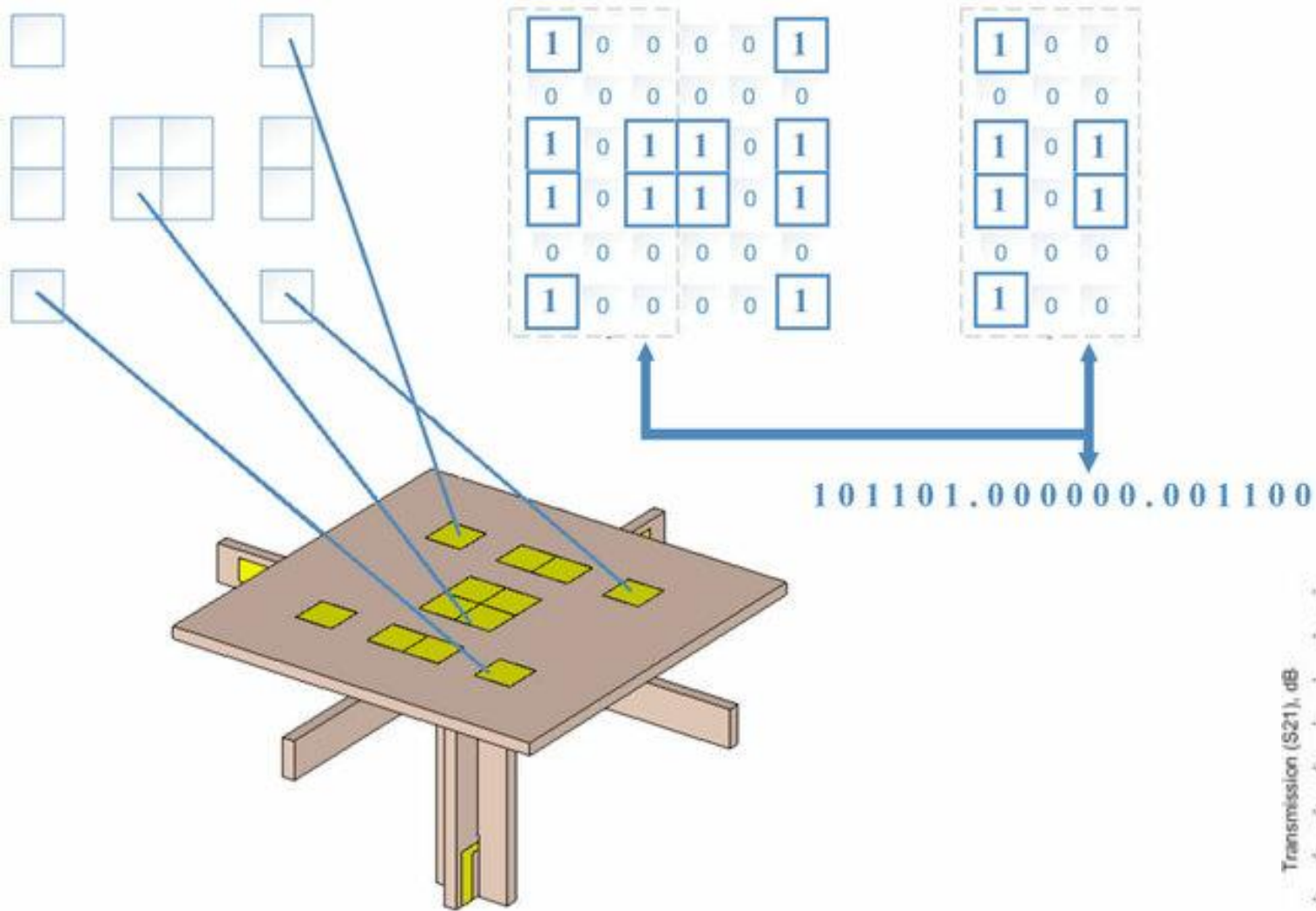


# Sintonización de Parámetros PID



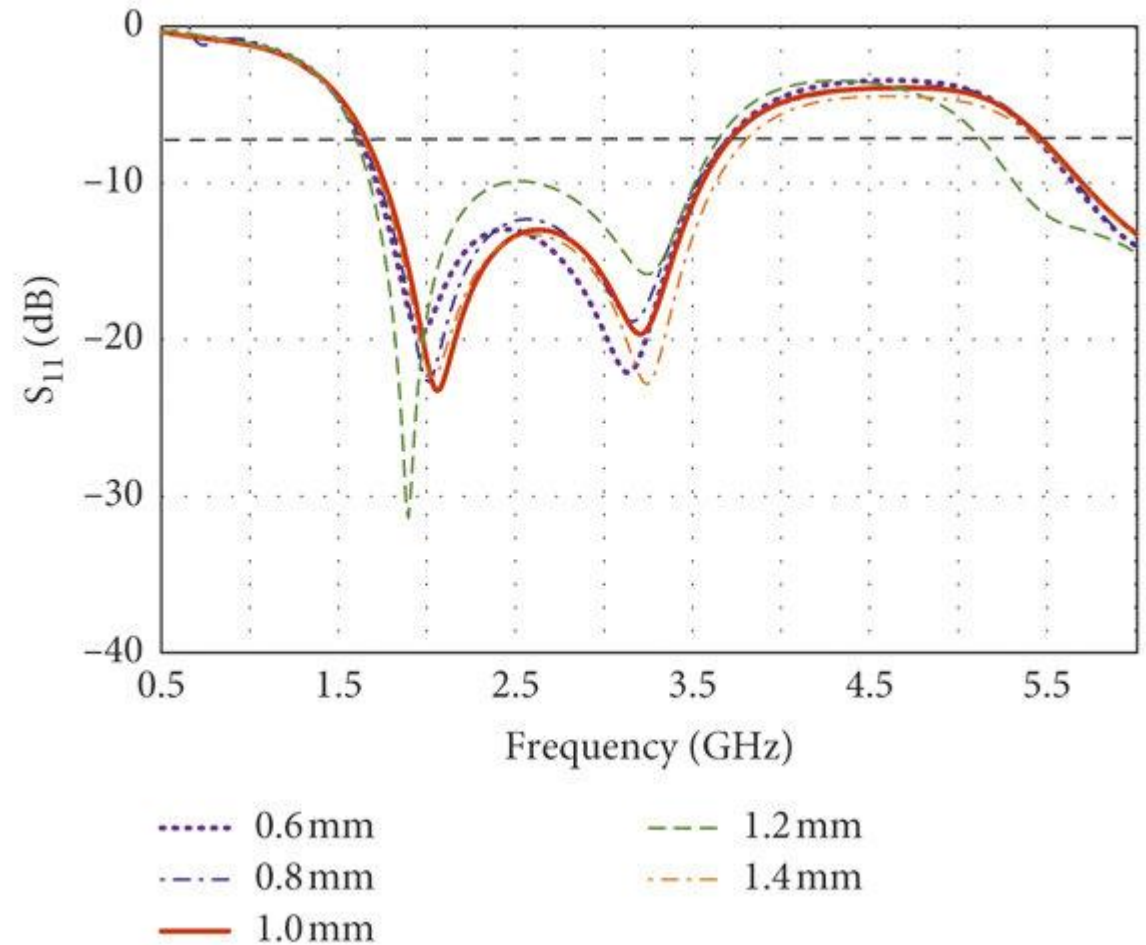
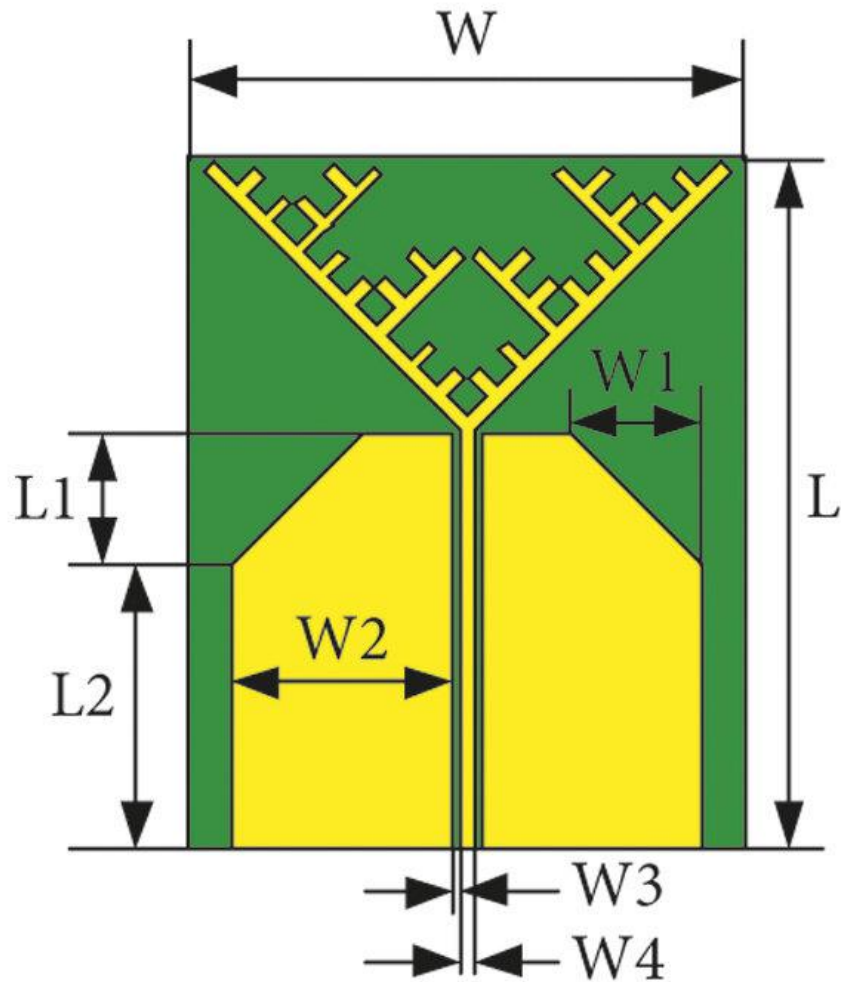


# Diseño de antenas

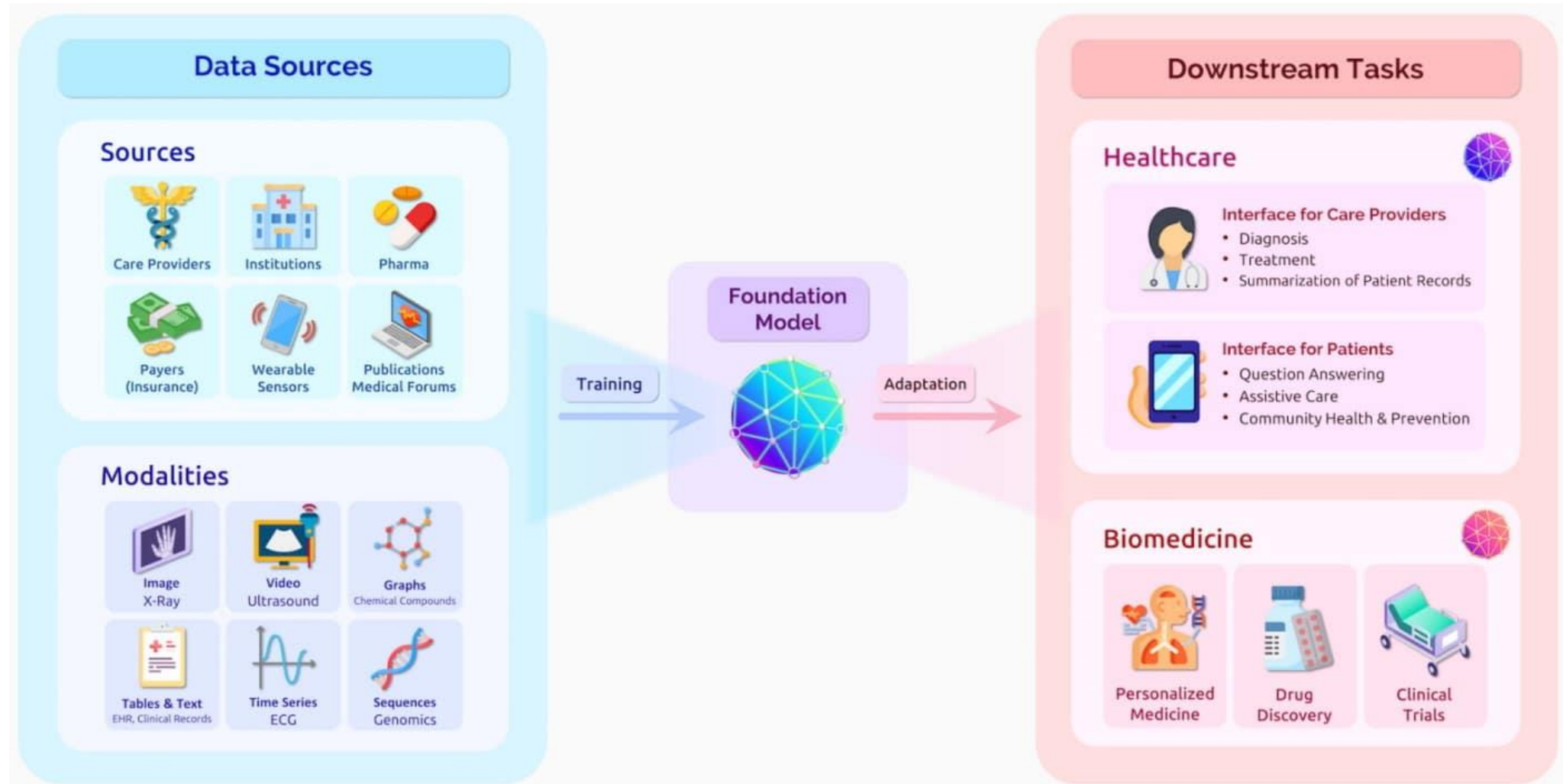




# Diseño de antenas



# Machine Learning

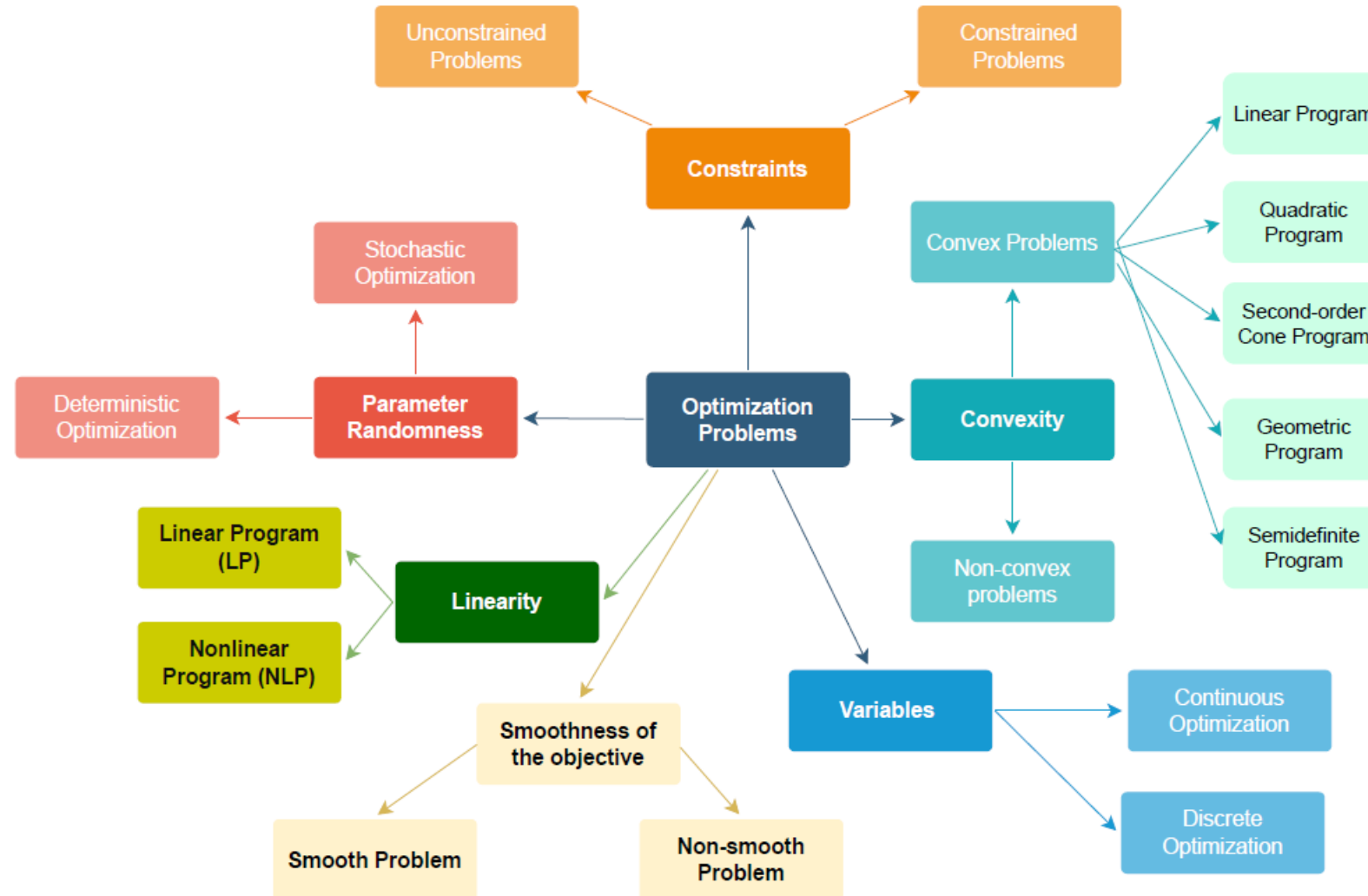




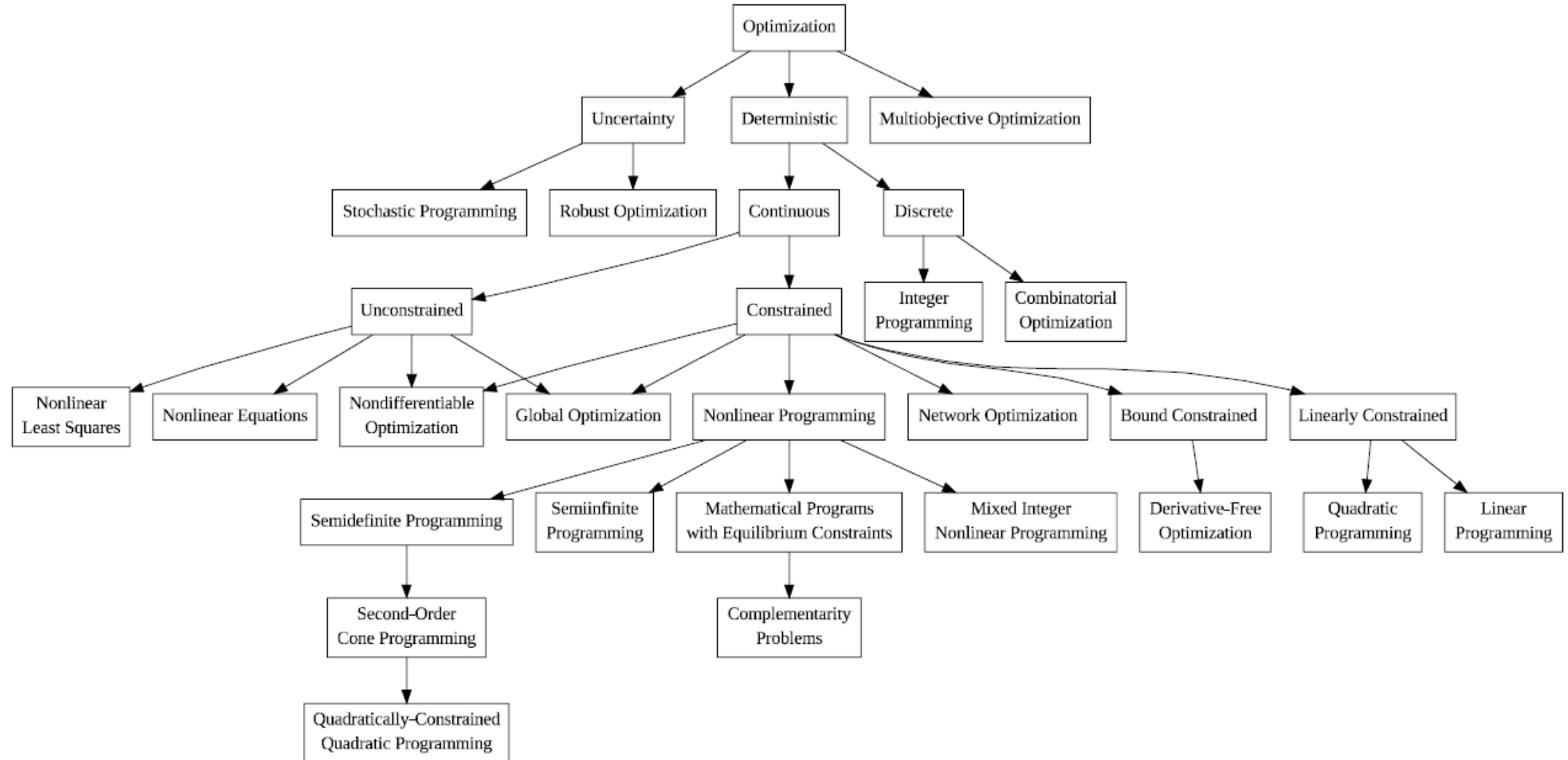
# Contenido

1. Que es la optimización y como la usamos?
2. Ejemplos de problemas de optimización – básicos.
3. Clasificación y problemas de la optimización.

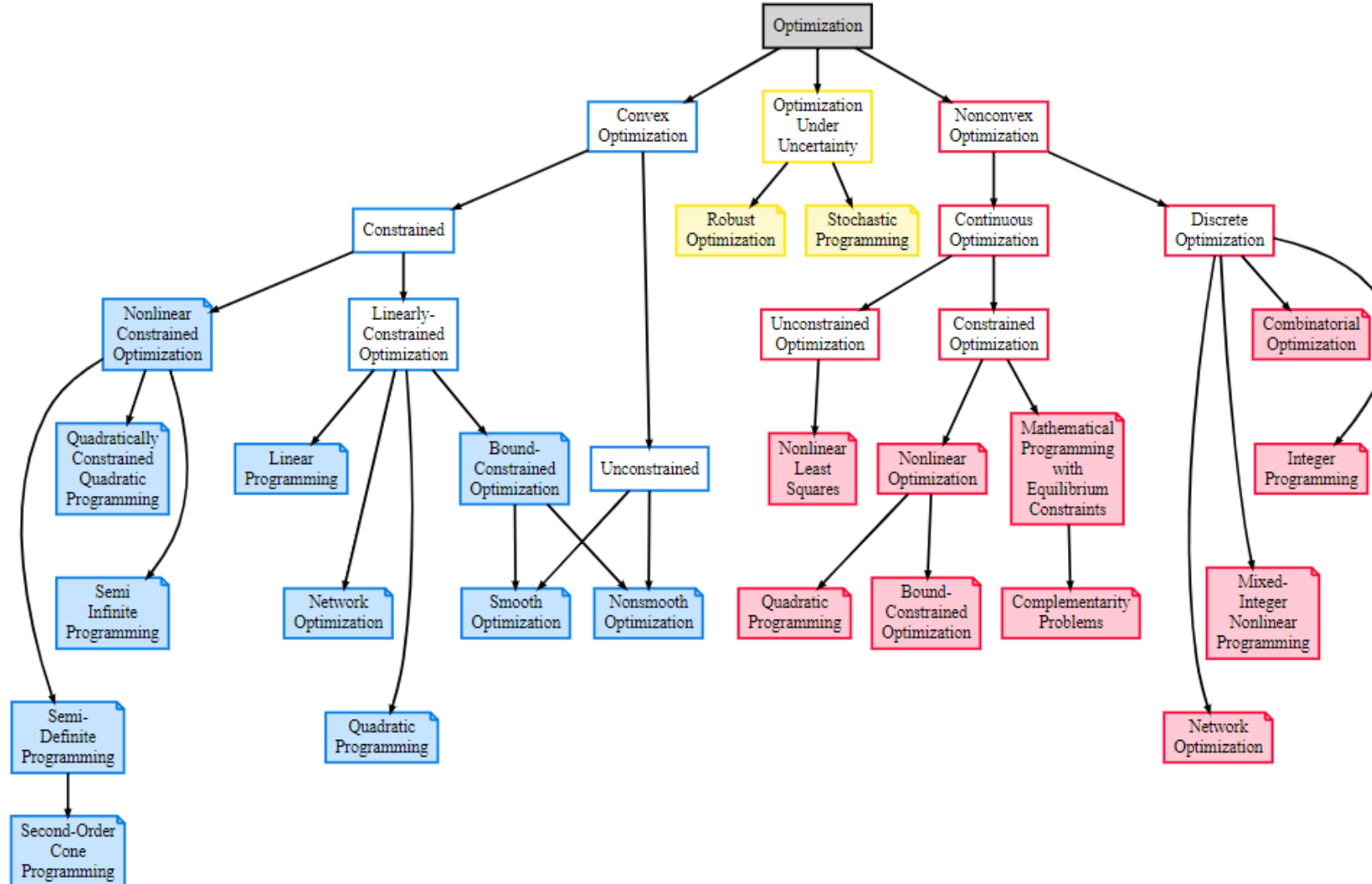
# Clasificación



# Clasificación



# Clasificación







# Chequeo

- Que constituye un problema de optimización?
- Que problemas típicos se encuentran?
- Como se pueden clasificar los problemas de optimización?



Institución  
**Universitaria**  
Reacreditada en Alta Calidad

# *¡Gracias!*

Somos Innovación Tecnológica con *Sentido Humano*



Alcaldía de Medellín