



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
BOLIVIANA
SANTA CRUZ

INGENIERIA EN
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PROYECTO FINAL

**Manual de Usuario de Sistema Interactivo de Optimización
Matemática**

Docente: Ing. Santos Claro Huayta Paucar

Integrantes: Nicole Lozada Leon

Erwin Alejandro Ojeda Justiniano

Materia: Optimización

Santa Cruz - Bolivia
Junio, 2025

Manual de Usuario - Sistema Interactivo de Optimización Matemática

Introducción

Este sistema interactivo permite modelar y resolver diversos tipos de problemas de optimización matemática, incluyendo Programación Lineal (LP), Entera (IP), No Lineal (NLP), Lineal Entera Mixta (MILP) y No Lineal Entera Mixta (MINLP). La interfaz gráfica facilita la definición dinámica de variables, funciones objetivo y restricciones, y presenta resultados claros tras la optimización.

El sistema utiliza la biblioteca Pyomo y solucionadores reconocidos como GLPK, IPOPT y BONMIN para realizar los cálculos.

Requisitos

- Tener Python 3.x instalado.
 - Instalar las dependencias del proyecto (Pyomo, Streamlit, etc.).
 - Contar con al menos uno de los solucionadores instalados (GLPK para LP y IP, IPOPT y BONMIN para NLP y MINLP).
-

Navegación en la Interfaz

Al iniciar, se presenta un menú para seleccionar el tipo de problema de optimización.

Selecciona el módulo deseado (LP, IP, NLP, MILP, MINLP).

Se abrirá la interfaz específica para definir variables, función objetivo y restricciones.

Usa los formularios para ingresar datos y haz clic en “Resolver” para obtener resultados.

Visualiza los resultados, que incluyen el valor óptimo y los valores de las variables.

Instrucciones para usar el módulo LP

1. Acceso al módulo LP

- Desde la pantalla principal de la aplicación, seleccionar la opción **Programación Lineal (LP)**.
- Se abrirá el formulario para ingresar los datos del problema.

2. Definición de variables

- Ingresar las variables de decisión separadas por coma (por ejemplo: x, y, z).
- Las variables se consideran continuas y sin restricciones implícitas de dominio, salvo las definidas en las restricciones.

3. Ingreso de la función objetivo

- Escribir la función objetivo como una expresión lineal de las variables definidas.

- Ejemplo: $3*x + 4*y - 2*z$.
- El sistema permite elegir entre maximizar o minimizar esta función.

4. Configuración de restricciones

- Definir el número de restricciones que se desean agregar.
- Para cada restricción, ingresar:
 - La expresión lineal del lado izquierdo (por ejemplo: $x + 2*y - z$).
 - El operador de comparación (\leq , \geq , $=$).
 - El valor del lado derecho (un número real).

5. Ejecución y resultados

- Hacer clic en el botón **Resolver** para que el sistema procese el problema.
- El sistema validará los datos y enviará el modelo al solucionador GLPK.
- Al finalizar, mostrará:
 - El valor óptimo de la función objetivo.
 - Los valores óptimos de cada variable.

6. Consideraciones

- La función objetivo y restricciones deben ser lineales y expresadas correctamente para evitar errores de evaluación.
- En caso de error, el sistema mostrará un mensaje indicando el problema detectado.
- El solucionador utilizado por defecto para LP es GLPK. Se recomienda no modificar esta configuración a menos que se conozca otro solucionador compatible.

Ejemplo práctico

- Variables: x, y
- Función objetivo: $5*x + 3*y$
- Tipo de optimización: Maximizar
- Restricciones:
 - $x + y \leq 10$
 - $x \geq 0$
 - $y \geq 0$

Al resolver, el sistema mostrará el valor óptimo y los valores asignados a x y y que maximizan la función objetivo respetando las restricciones.

Módulo IP (Programación Entera)

Introducción

El módulo de **Programación Entera (IP)** permite resolver problemas de optimización donde algunas o todas las variables de decisión deben tomar valores enteros. La función objetivo y las restricciones pueden ser lineales.

Este módulo forma parte del sistema interactivo de optimización matemática desarrollado en Python con Pyomo y Streamlit.

Requisitos previos

- Haber instalado y ejecutado correctamente el sistema completo.
 - Conocimientos básicos sobre programación entera.
 - Solucionadores instalados (GLPK es compatible para IP).
-

Instrucciones para usar el módulo IP

1. Acceso al módulo IP

- Desde la pantalla principal, seleccionar la opción **Programación Entera (IP)**.
- Se mostrará el formulario para definir el problema.

2. Definición de variables

- Ingresar las variables de decisión separadas por coma (por ejemplo: x, y, z).
- Todas las variables se considerarán enteras automáticamente.

3. Ingreso de la función objetivo

- Escribir la función objetivo como expresión lineal en términos de las variables enteras.
- Ejemplo: $2x + 3y - z$.
- Seleccionar si se desea maximizar o minimizar.

4. Configuración de restricciones

- Definir el número de restricciones.
- Para cada restricción, ingresar:
 - La expresión lineal del lado izquierdo (ejemplo: $x + y$).
 - El operador (\leq , \geq , $=$).
 - El valor del lado derecho (número real).

5. Ejecución y resultados

- Pulsar el botón **Resolver** para ejecutar la optimización.

- El modelo será enviado al solucionador GLPK.
- El sistema mostrará el valor óptimo y los valores enteros asignados a las variables.

6. Consideraciones

- Todas las variables se tratan como enteras.
 - La función objetivo y restricciones deben ser lineales.
 - En caso de error, se mostrará el mensaje correspondiente.
-

Ejemplo práctico

- Variables: x, y
- Función objetivo: $4x + 7y$
- Tipo de optimización: Maximizar
- Restricciones:
 - $2x + 3y \leq 12$
 - $x \geq 0$
 - $y \geq 0$

Resultado esperado

- Valor óptimo de la función objetivo: 16
 - Valores óptimos:
 - $x = 0$
 - $y = 2$
-

Módulo NLP (Programación No Lineal)

Introducción

El módulo de **Programación No Lineal (NLP)** permite resolver problemas de optimización con variables continuas y funciones objetivo o restricciones que pueden ser no lineales. Las variables son continuas y pueden tomar valores reales.

Este módulo está integrado en el sistema interactivo de optimización matemática desarrollado en Python con Pyomo y Streamlit.

Requisitos previos

- Haber instalado y ejecutado correctamente el sistema completo.
- Conocimientos básicos sobre optimización no lineal.

- Solucionadores instalados, preferentemente IPOPT para NLP.
-

Instrucciones para usar el módulo NLP

1. Acceso al módulo NLP

- Desde la pantalla principal, seleccionar la opción **Programación No Lineal (NLP)**.
- Aparecerá un formulario para definir el problema.

2. Definición de variables

- Ingresar las variables continuas separadas por coma (por ejemplo: x, y, z).
- Las variables serán continuas (Reales).

3. Ingreso de la función objetivo

- Escribir la función objetivo como expresión matemática no lineal en términos de las variables continuas.
- Ejemplo: $x^2 + y^2 + 3z$.
- Seleccionar si se desea maximizar o minimizar.

4. Configuración de restricciones

- Definir el número de restricciones.
- Para cada restricción, ingresar:
 - La expresión del lado izquierdo (puede ser no lineal), por ejemplo: $x^2 + y$.
 - El operador (\leq , \geq , $=$).
 - El valor del lado derecho (número real).

5. Ejecución y resultados

- Pulsar el botón **Resolver** para ejecutar la optimización.
- El modelo se enviará al solucionador IPOPT.
- El sistema mostrará el valor óptimo y los valores asignados a las variables continuas.

6. Consideraciones

- Las variables son continuas y pueden tomar valores reales.
 - La función objetivo y restricciones pueden ser no lineales.
 - En caso de error, se mostrará el mensaje correspondiente.
-

Ejemplo práctico

- Variables: x, y

- Función objetivo: $x^2 + y^2$
- Tipo de optimización: Minimizar
- Restricciones:
 - $x + y \geq 1$
 - $x \geq 0$
 - $y \geq 0$

Resultado esperado

- Valor óptimo de la función objetivo: 0.5
- Valores óptimos:
 - $x = 0.5$
 - $y = 0.5$

Manual de Usuario - Módulo MILP (Programación Lineal Entera Mixta)

Introducción

El módulo de **Programación Lineal Entera Mixta (MILP)** resuelve problemas con variables enteras y continuas, funciones objetivo y restricciones lineales. Este módulo combina programación lineal y restricciones de integralidad para variables específicas.

Es parte del sistema interactivo de optimización matemática desarrollado en Python con Pyomo y Streamlit.

Requisitos previos

- Sistema instalado y operativo.
- Conocimientos básicos en programación lineal y variables enteras.
- Solucionadores instalados, como GLPK o CBC.

Instrucciones para usar el módulo MILP

1. Acceso al módulo MILP

- Desde la interfaz principal, seleccionar **Programación Lineal Entera Mixta (MILP)**.
- Aparecerá el formulario para definir el problema.

2. Definir variables

- Especificar las variables enteras separadas por coma (ejemplo: x).
- Especificar las variables continuas separadas por coma (ejemplo: y, z).

3. Función objetivo

- Introducir la función objetivo, que debe ser lineal.
- Ejemplo: $3x + 2y - z$.
- Seleccionar maximizar o minimizar.

4. Configurar restricciones

- Indicar el número de restricciones.
- Para cada restricción, ingresar:
 - La expresión lineal del lado izquierdo.
 - El operador (\leq , \geq , $=$).
 - El valor del lado derecho.

5. Ejecutar y ver resultados

- Hacer clic en **Resolver**.
- El sistema utilizará el solver GLPK (u otro configurado) para encontrar la solución.
- Se mostrará el valor óptimo y las asignaciones de variables.

6. Consideraciones

- La función objetivo y restricciones deben ser lineales.
- Las variables enteras solo pueden tomar valores enteros.
- El sistema reportará errores en caso de entradas incorrectas.

Ejemplo práctico

- Variables enteras: x
- Variables continuas: y, z
- Función objetivo: $3x + 2y - z$
- Tipo de optimización: Maximizar
- Restricciones:
 - $x + y + z \leq 10$
 - $x \geq 0$
 - $y \geq 0$
 - $z \geq 0$

Resultado esperado

- Valor óptimo de la función objetivo: 30

- Valores óptimos:
 - $x = 10$
 - $y = 0$
 - $z = 0$

Módulo MINLP (Programación No Lineal Entera Mixta)

Introducción

El módulo de **Programación No Lineal Entera Mixta (MINLP)** permite resolver problemas de optimización con variables enteras y continuas, donde la función objetivo o las restricciones pueden ser no lineales.

Este módulo utiliza Pyomo junto con solucionadores como IPOPT para problemas no lineales y BONMIN para problemas mixtos con variables enteras.

Requisitos previos

- Sistema instalado y funcionando.
- Conocimientos básicos de optimización no lineal y variables enteras.
- Solucionadores IPOPT y BONMIN instalados y configurados.

Instrucciones para usar el módulo MINLP

1. Acceso al módulo MINLP

- Desde la interfaz principal, seleccionar **Programación No Lineal Entera Mixta (MINLP)**.
- Se abrirá un formulario para ingresar los datos del problema.

2. Definir variables

- Ingresar las variables enteras separadas por coma (ejemplo: x).
- Ingresar las variables continuas separadas por coma (ejemplo: y, z).

3. Función objetivo

- Introducir la función objetivo con expresiones algebraicas que pueden incluir potencias, productos, etc.
- Ejemplo: $x^2 + 2y^2 + 3z + xy$
- Seleccionar si se desea minimizar o maximizar la función.

4. Configurar restricciones

- Indicar la cantidad de restricciones a definir.

- Para cada restricción, proporcionar:
 - La expresión algebraica del lado izquierdo.
 - El operador (\leq , \geq , $=$, $<$, $>$, \neq).
 - El valor numérico del lado derecho.

5. Ejecutar y ver resultados

- Hacer clic en **Resolver**.
- El sistema usará IPOPT o BONMIN para encontrar la solución óptima.
- Se mostrarán el valor óptimo y los valores asignados a cada variable.

6. Consideraciones

- La función objetivo y restricciones pueden ser no lineales.
- Las variables enteras solo pueden tomar valores enteros.
- El sistema reportará errores si las expresiones no son válidas.

Ejemplo práctico

- Variables enteras: x
- Variables continuas: y, z
- Función objetivo: $x^2 + 2y^2 + 3z + xy$
- Tipo de optimización: Minimizar
- Restricciones:
 - $x + y + z \leq 10$
 - $x^2 + y \geq 2$
 - $y + z^2 \leq 8$
 - $x \geq 0$
 - $y \geq 0$

Resultado esperado

- Valor óptimo de la función objetivo: aproximadamente 4.5
 - Valores óptimos (aproximados):
 - $x = 1$
 - $y = 1$
 - $z = 8$
-