

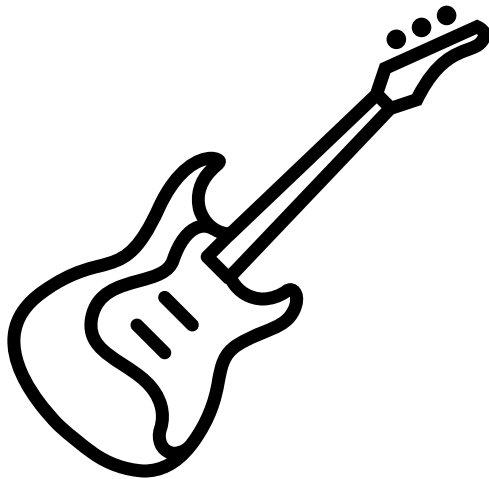
Optimización Aplicada a Sistemas de Potencia

1

Oscar Carreño
mauricio.carreno@udea.edu.co

Ingeniería Eléctrica
Universidad de Antioquia
2020

El profe

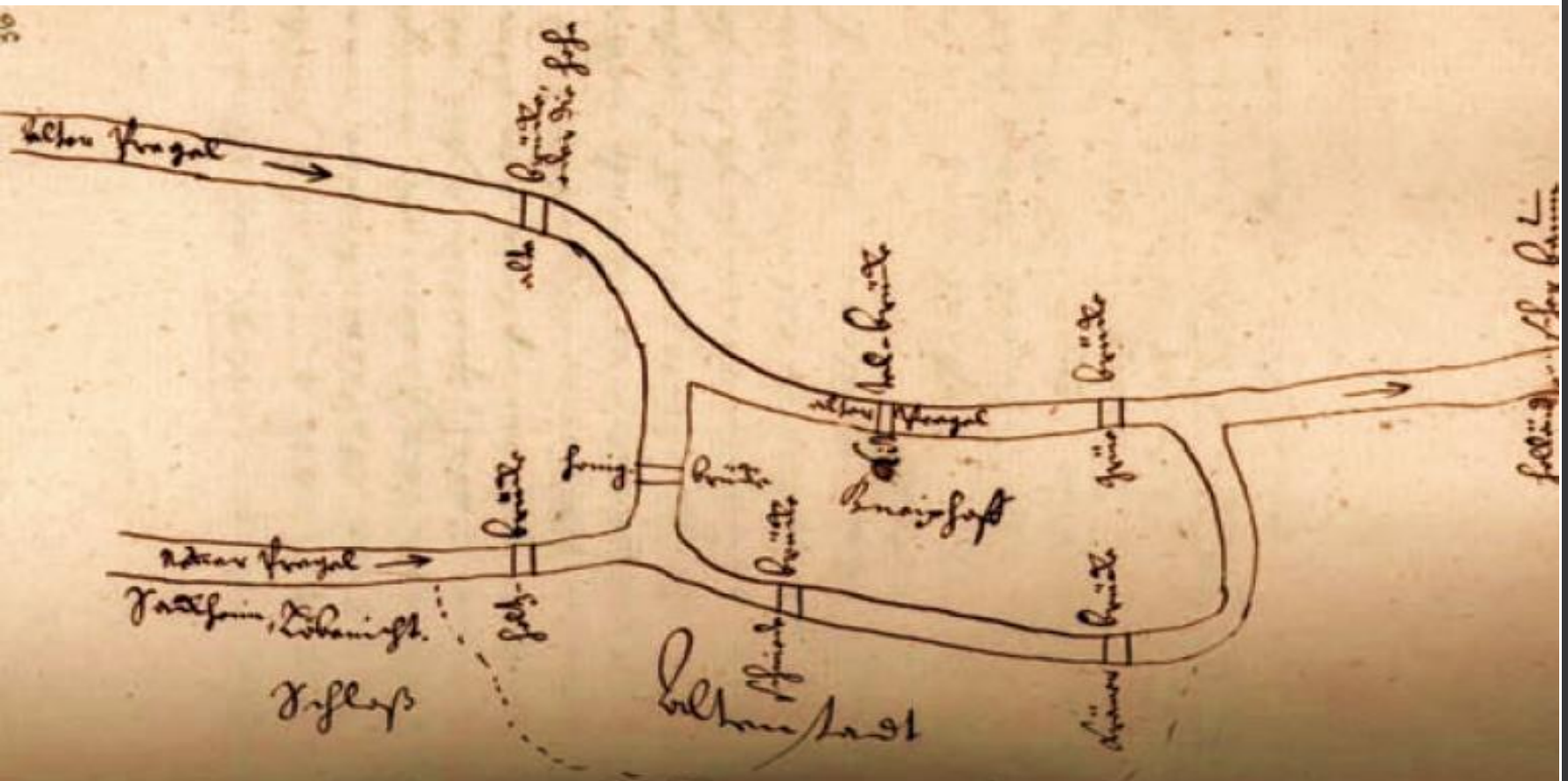


- Hijo de Emma y Ray (R.I.P)
- Ingeniero Electricista UdeA (1998)
- Músico de corazón (Punk Rocker).
- Esposo de Carolina
- Padre de Pocho (filósofo-los primos) y Juanita (doctora)
- Me encantan los deportes
- Emprendedor – Rightside

LEONHARD EULER: 1736

THE KÖNIGSBERG BRIDGES PROBLEM (*briefly* KBP):

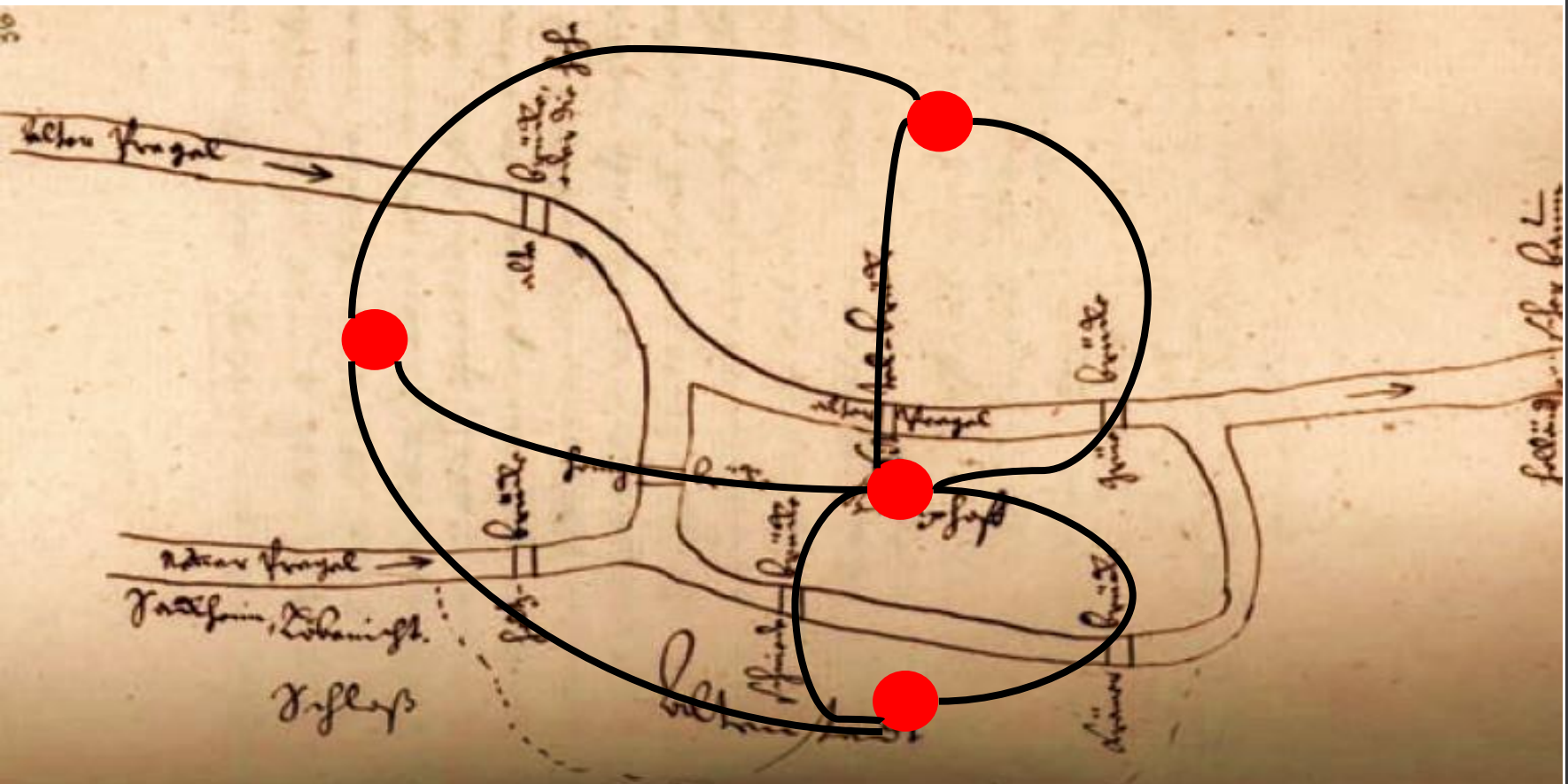
Is it possible for a pedestrian to walk across all seven bridges in Königsberg without crossing any bridge twice?



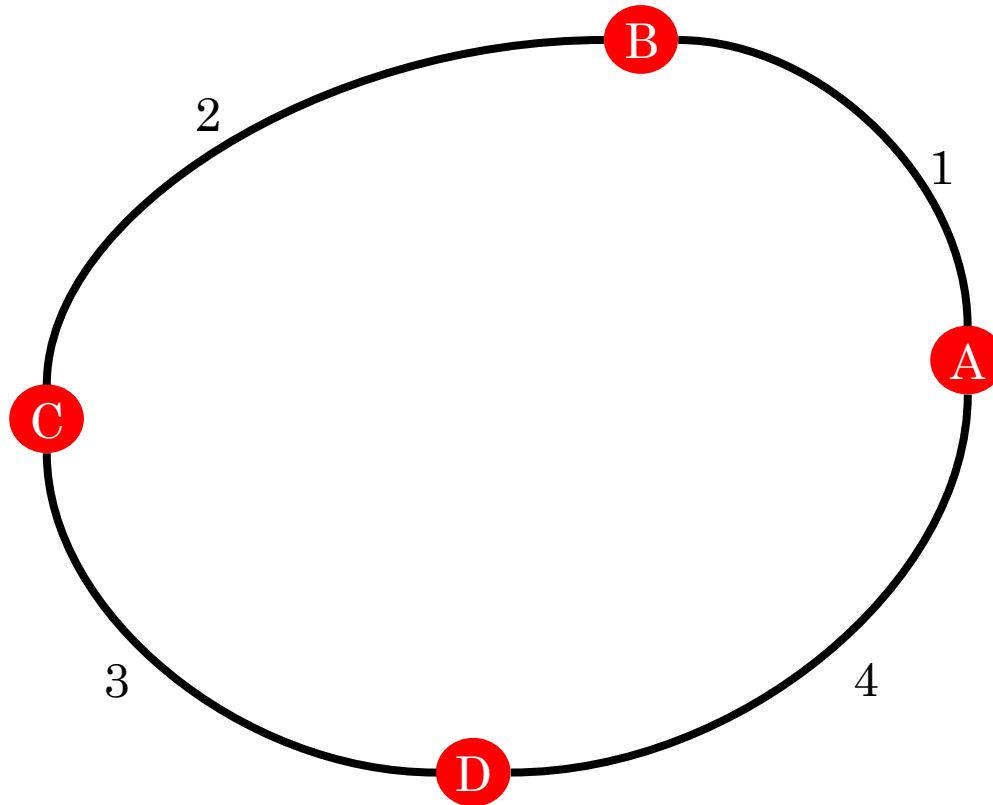
LEONHARD EULER: 1736

THE KÖNIGSBERG BRIDGES PROBLEM (*briefly* KBP):

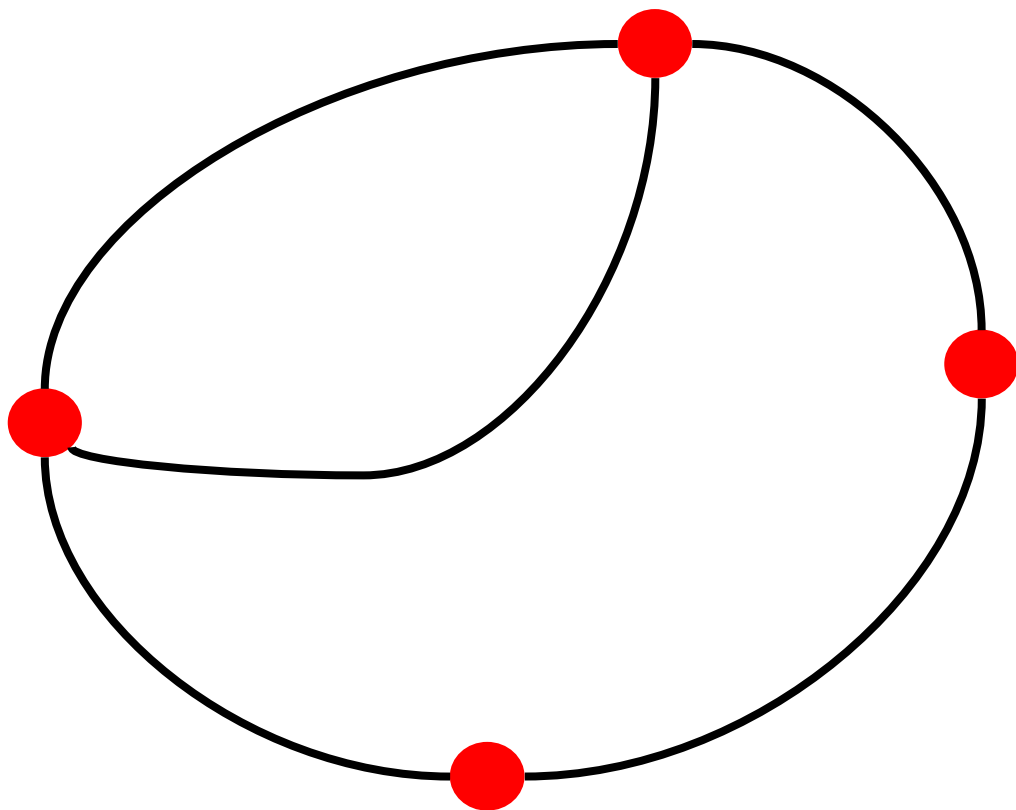
Is it possible for a pedestrian to walk across all seven bridges in Königsberg without crossing any bridge twice?



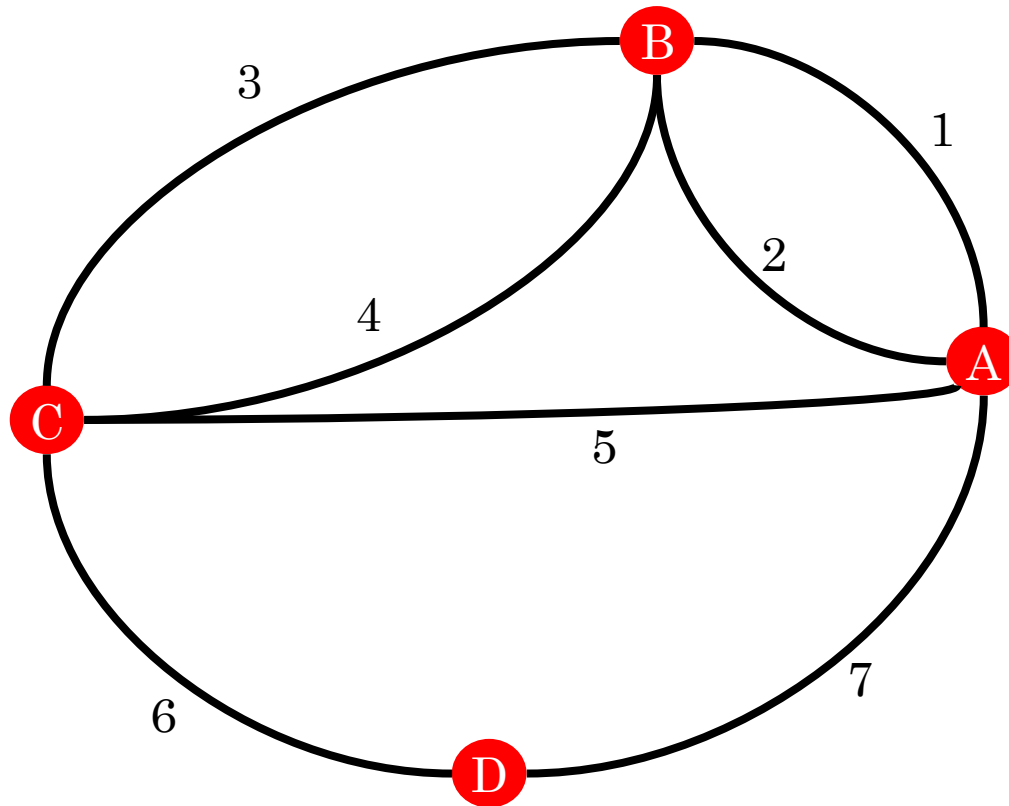
A1-B2-C3-D4



El Problema solo tiene solución si cada nodo tiene un número par de arcos asociado.



A1-B3-C6-D7-A5-C4-B2



Propósito

- Abordar de forma teórica y práctica, los problemas asociados al sector eléctrico.
- Motivar a los estudiantes en el conocimiento de la investigación de operaciones.

Justificación

El sector eléctrico en Colombia se encuentra en camino hacia la **transición energética** que incluye entre otras, el uso de **generación limpia** y la **participación de la demanda**. Esto genera nuevos retos para todos los actores del sector, y hace necesario el uso del estado del arte en **algoritmos de programación matemática**, para procesar **gran cantidad de información** y usarla para **tomar decisiones** en todos los horizontes de planeación.

Objetivo

- Guiar a los estudiantes en las bases teóricas del funcionamiento del mercado eléctrico colombiano.
- Guiar a los estudiantes en el aprendizaje del lenguaje Python y la librería de optimización Pyomo.
- Simular procesos reales relacionados con la transición energética

Programa

- Introducción al mercado eléctrico colombiano (4 h) - Teórica
- Introducción a Python-Pyomo (4h) - Práctica
- Características del Sistema Interconectado Nacional -SIN (4h) – Teórica
- Teoría de optimización lineal. (8h) – Teórica
- Teoría de subastas. (8h) – Teórica
- Programación de subastas de sobre cerrado. (4h) - Práctica
- Programación de subastas de dos puntas. (4h) – Práctica
- Modelos de planeación energética. (8h) – Teórica
- Programación del despacho económico. (4h) – Práctica
- Programación de un despacho hidrotérmico. (4h) -Práctica
- Retos de la Transición energética en Colombia. (4h) – Teórica
- Programación de modelos intradiarios. (8h) - Práctica

Evaluación

1. Parcial 20 % - **22 octubre**
2. Final 25 % - **Enero 2021**
3. Talleres prácticos python 25 % (individual) - Durante todo el curso (4-6)
4. Artículo técnico 25 % (grupos de 4) – **15 y 17 diciembre**
 - Formato IEEE – Resumen, palabras claves, introducción, modelo matemático, pruebas y resultados, conclusiones, bibliografía (al menos 2 referencias).
 - Resumen en Inglés.
 - Presentación (15 minutos).
5. 5% - Video individual de 2 minutos en Youtube. Tutorial de Pyomo (individual)

Bibliografía

1. BAZARAA M., JARVIS J. Programación lineal y flujo en redes
2. L. A. WOLSEY . Integer Programming.
3. Revista IEEE Transactions on Power Systems
<https://ieeexplore.ieee.org/>
4. A. J. Wood and B. F. Wollenberg. Power Generation, Operation and Control.
5. Páginas CREG, UPME, XM.
6. <http://www.pyomo.org/>
7. Notas de clase.
<https://github.com/rightsidesas/claseUDEA>

Requisito durante virtualidad

Para el curso el estudiante debe disponer de un computador, preferiblemente **Windows** y deberá instalar el software **Python** con la librería de optimización **Pyomo** y el software de optimización **CBC**. Además, el ambiente de desarrollo **Visual Studio Code**. Todas estas herramientas de software están disponibles de forma gratuita en internet.

IEEE TRANSACTIONS ON **POWER SYSTEMS**



IEEE POWER & ENERGY SOCIETY

SEPTEMBER 2020

VOLUME 35

NUMBER 5

ITPSEG

(ISSN 0885-8950)

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9170931>

Buscar en el índice de la revista la palabra opt

Optimización Aplicada a Sistemas de Potencia

2

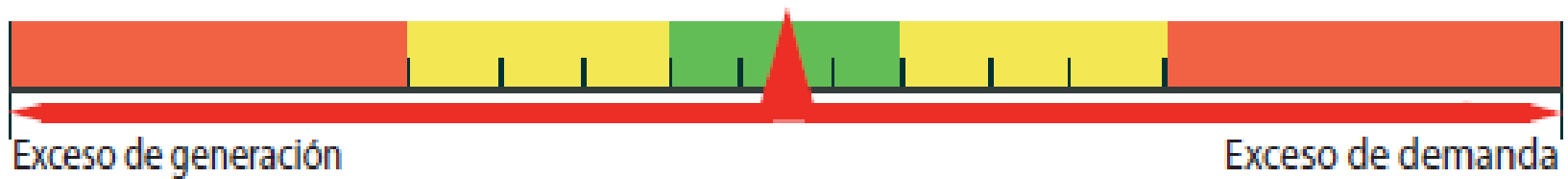
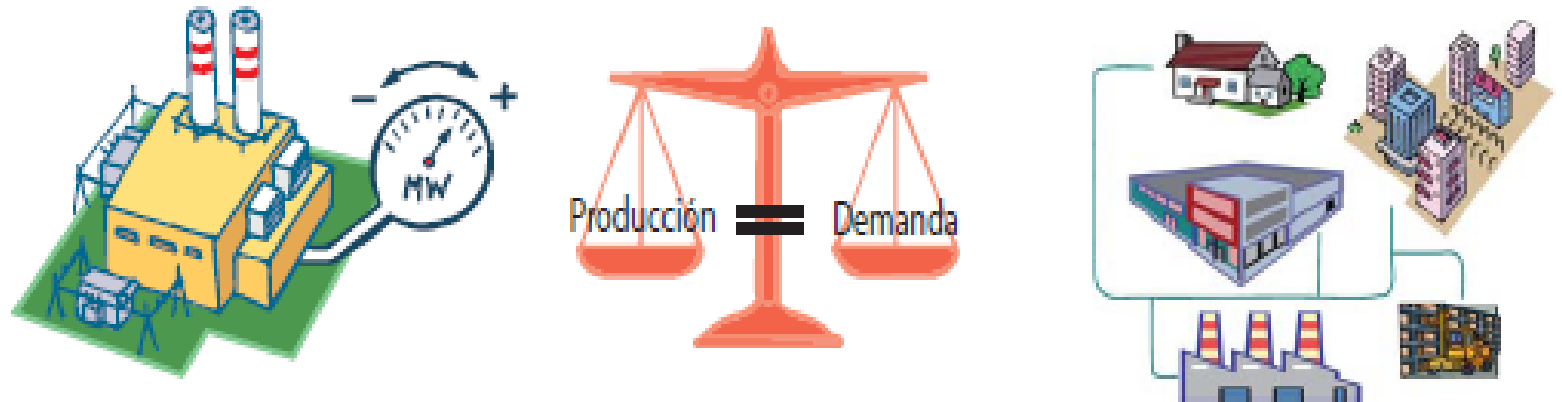
Universidad de Antioquia–2020

Introducción Al Mercado Eléctrico Colombiano

Cadena Eléctrica

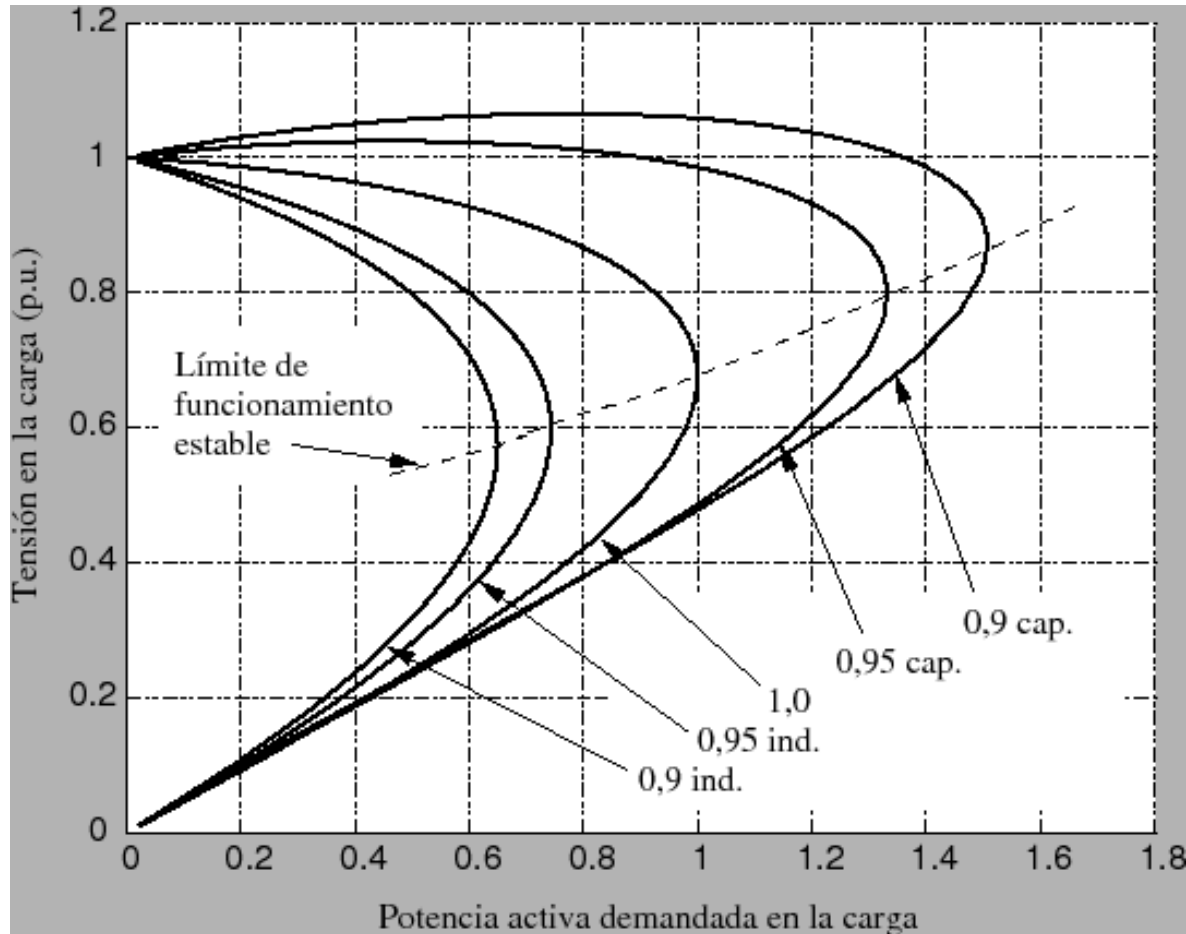


Frecuencia



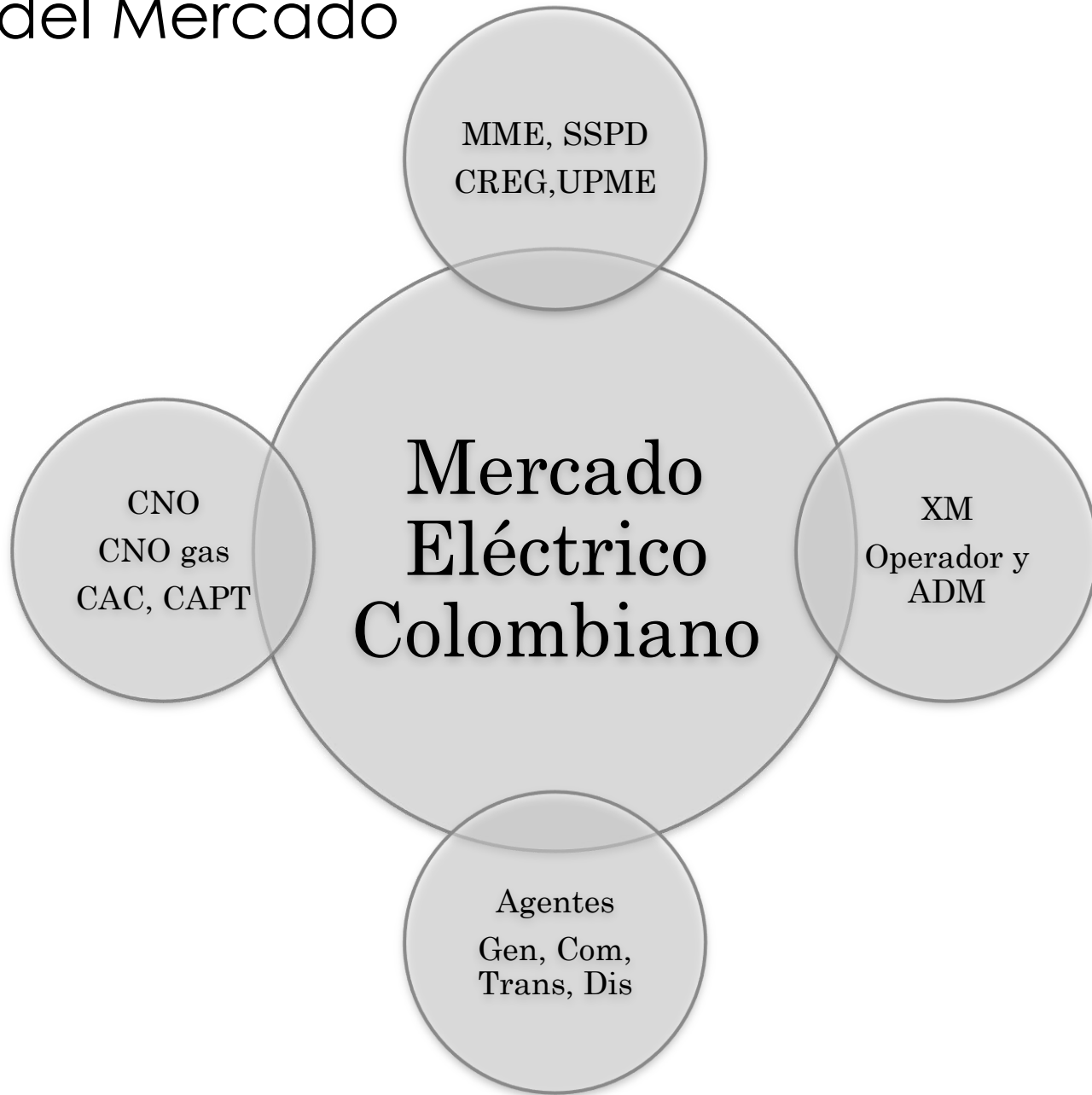
59.8 - **60 Hz** - 60.2

Voltaje



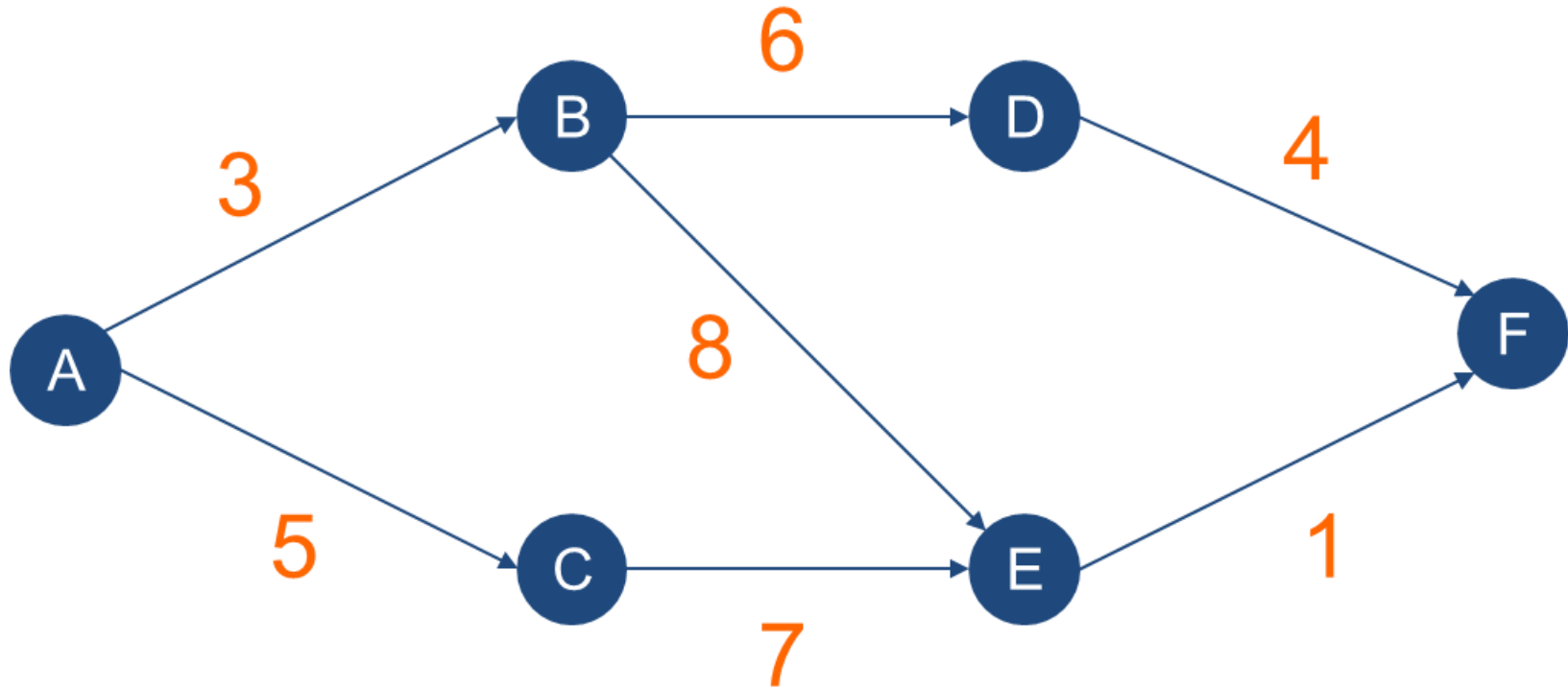
0.9 – 1 p.u – 1.1 (1.05)

Actores del Mercado



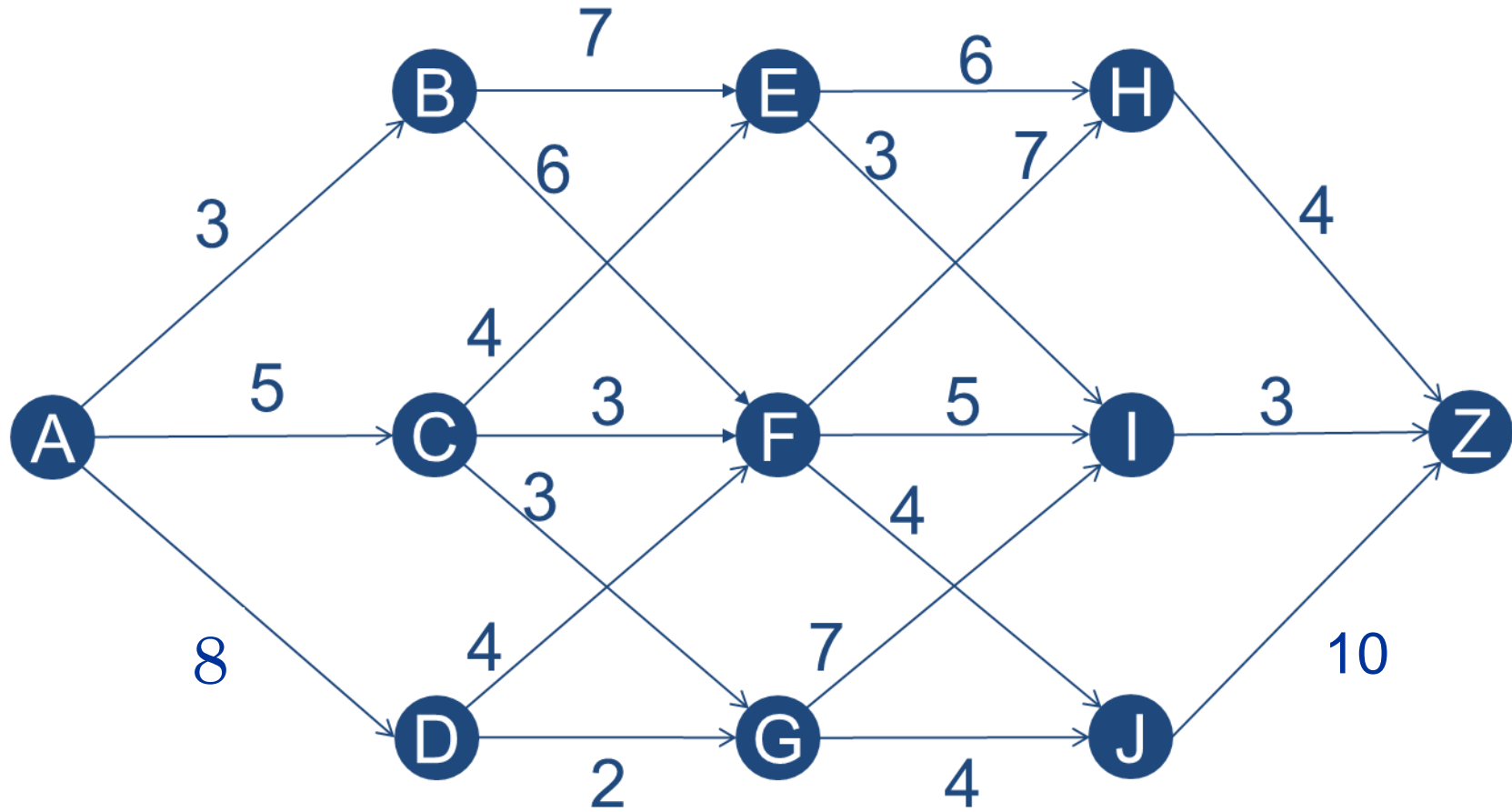
Introducción a la Investigación de Operaciones

Mejor Camino Entre A-F



Los números en los arcos representan costos o distancia

Mejor Camino Entre A-Z



Toma de Decisiones

- Una “Buena” Decisión La Puede Tomar Cualquiera, Bien Sea Por El Azar O Por Intuición.
- La Finalidad De Los Métodos Para Toma De Decisiones Es Servir De Soporte. (Información)
- Los Métodos Pueden Ser Cualitativos O Cuantitativos. Exactos O Aproximados, Determinísticos O Estocásticos, Lineales O No-lineales.
- El Desarrollo De Los Computadores Impondrán La “Fuerza Bruta” Sobre Cualquier Método Sofisticado. ¿Cuándo?

Historia

- George B. Dantzig 1947
- Programa De Despliegue Y Logístico Para La Fuerza Aérea De EU
- Programación En Una Estructura Lineal → Programación Lineal 1948
- 1949 Método Simplex
- ¿Pero Si El Mundo Es No Lineal? Richard Bellman
– Programación Dinámica 1953

Problemas Típicos

- Problema De La Dieta
- Problema Del Agente Viajero
- Problema De Ruta Mas Corta
- Problema De Knapsack
- Problema De Patrones De Corte
- Problema De Planeación De La Producción
- Despacho Económico
- Despacho Hidrotérmico
- Flujo De Potencia Óptimo

Programación Dinámica

- Principio De Bellman: La Decisión Óptima Inmediata, Solo Depende Del Estado Actual, No De Cómo Se Llegó Hasta Él.
- Surge Por La Necesidad De Disponer De Un Algoritmo Más Sencillo Que El Simplex. (Computadores De La Época)
- Permite Solucionar Problemas No Lineales.
- Es Un Algoritmo Tipo Ascendente. Usa La Solución De Problemas Pequeños (Tablas) Para Encontrar La Solución Del Problema Completo.
- El Problema Debe Tener Una Estructura Especial En Donde Se Tomen Decisiones En Etapas Sucesivas.
- No Tiene Una Forma Estándar. Cada Problema Es Abordado De Forma Diferente.

Heurísticas

- Surgen Ante La Imposibilidad De Solucionar Problemas Complejos Con Métodos Exactos
- Son Algoritmos Basados En El Conocimiento Del Problema Y En Reglas Que Obedecen Mas A La Observación Y Experimentación Que A La Demostración Matemática.
- No Aseguran Un Óptimo. Velocidad Vs Precisión.
- Son De Baja Complejidad.
- Criterios De Parada.

Heurísticas

- Tabú Search
- Algoritmos Genéticos
- Enfriamiento Simulado
- Colonia De Hormigas
- Scatter Search
- Inteligencia Artificial

Programación Lineal

Pasos para implementar una herramienta de optimización

1. Entender el Problema.
2. Identificar el objetivo. Definir si hay o no un problema de optimización.
3. Identificar variables de decisión.
4. Definir subíndices.
5. Definir Datos de entrada.
6. Definir función objetivo y restricciones.
7. Escribir el modelo en un software de programación algebraica. (Prototipo)
8. Solucionar el problema con un optimizador y validar resultados.
9. Implementar software de usuario final. (industrial)