UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

etsinf

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica

# Simulación de datos de sensores industriales

## Máster en Big Data Analytics

*Autor:* Pedro Henrique Mano Figueiredo Fernandes
*Tutores:* José Ramón Navarro Cerdán, Francisco Sánchez Cid

2017/05/26

# Índice

# Motivación

Problemática:

- **IoT** (*Internet of Things*) en la industria.
- **Datos de sensores** son de capital importancia.
- Extraer conocimiento util de los datos con **Machine Learning**.
- **Gran volumen** de datos para crear modelos matemáticos más fiables.
- **Cantidad de datos pequeña** al principio de los proyectos.

Objetivo:

- **Aprender y simular** datos de **mayor volumen**.
- Probar y depurar los algoritmos de **detección de averías** y de **predicción** en entornos **Big Data**.

# Dataset

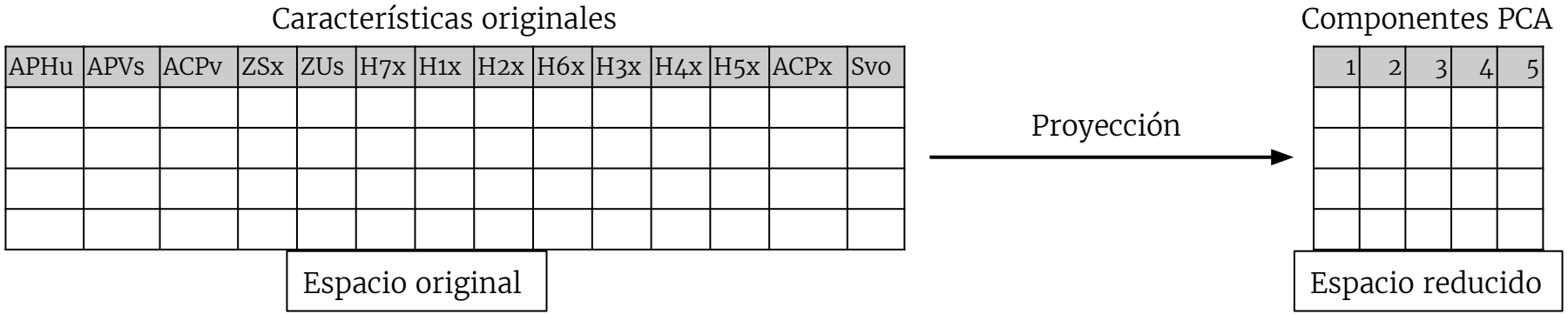
- Dataset de reducida dimensión: 5MB, 19799 líneas.
- Poco estructurado - exemplo: campos separados por espacios y tabulaciones.
- Formatos de fechas inválidos.
- Mediciones en días distintos y con discrepancias.

```
Tiempoinicio      APHu  APVs  ACPv  ZSx   ZUs   H7x   H1x   H2x   H6x   H3x   H4x   H5x   ACPx  Svo

06-oct-2015 21:57:03    44.6  69.3  3.81  0.60  8.81  3276.7      44.7  33.2  39.6  37.6  38.5  39.5  3.27  36.00
06-oct-2015 21:57:12    45.1  69.0  3.80  0.60  8.82  3276.7      44.7  33.2  39.6  37.5  38.5  39.5  3.26  36.01
06-oct-2015 21:57:21    44.8  69.8  3.80  0.60  8.84  3276.7      44.7  33.2  39.5  37.5  38.5  39.5  3.40  36.01
06-oct-2015 21:57:30    45.2  68.8  3.81  0.60  8.82  3276.7      44.7  33.2  39.4  37.5  38.5  39.5  3.40  36.00
...
```

- Librería para lectura del dataset: `pandas`.
- Campo `Tiempoinicio`: formato fecha.
- Otros campos: formato decimal.

# Reducción de dimensionalidad - PCA

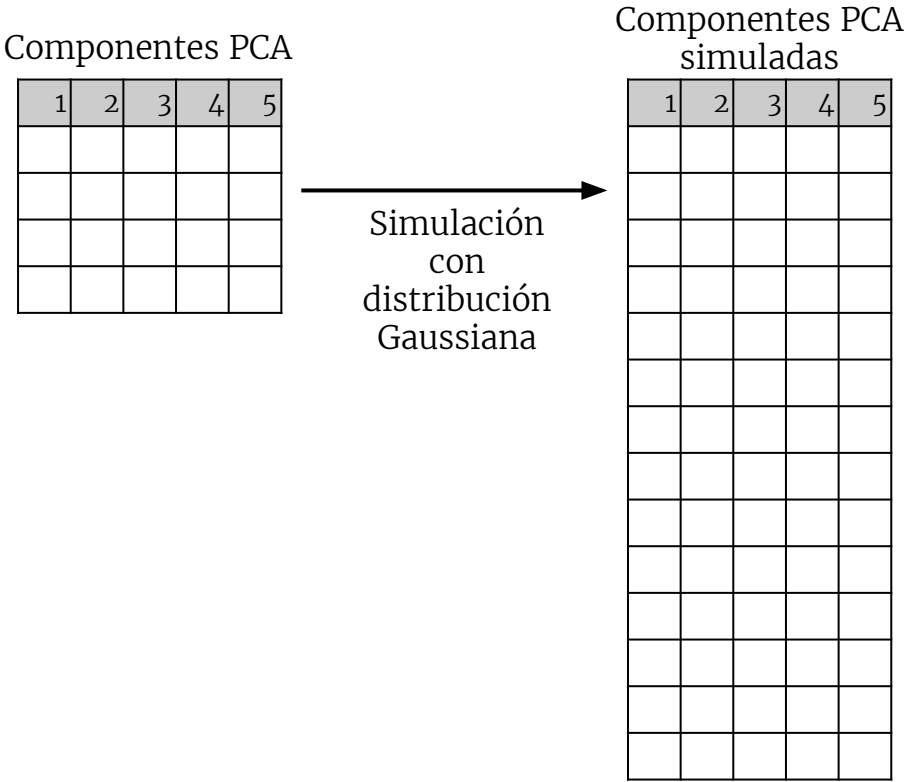



Aportación de PCA en este estudio:

- Simulación
- Reducción de ruido
- Reducción de redundancia

- Estratégia PCA: NIPALS
- Numero de componentes a usar basado en los resultados del test T2 de Hotelling

# Primera simulación - distribución Gaussiana




- Las componentes son variables independientes, se pueden simular nuevos valores de forma independiente para cada componente.

# Primera simulación - reproyección al espacio original

Componentes PCA simuladas

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Reproyección al espacio original

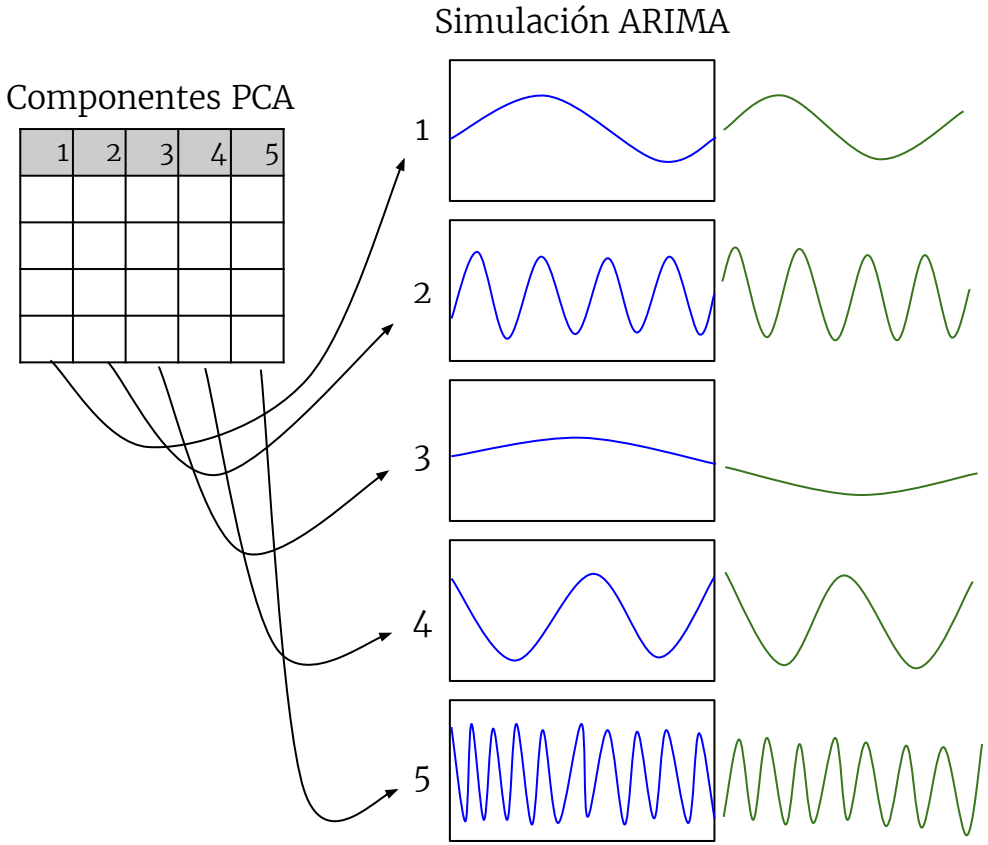
Características originales simuladas

| APHu | APVs | ACPv | ZSx | ZUs | H7x | H1x | H2x | H6x | H3x | H4x | H5x | ACPx | Svo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Test T2 de Hotelling

- Librería para Test T2 de Hotelling: `Hotelling` de R

# Series temporales - ARIMA




Aportación de ARIMA en este estudio:

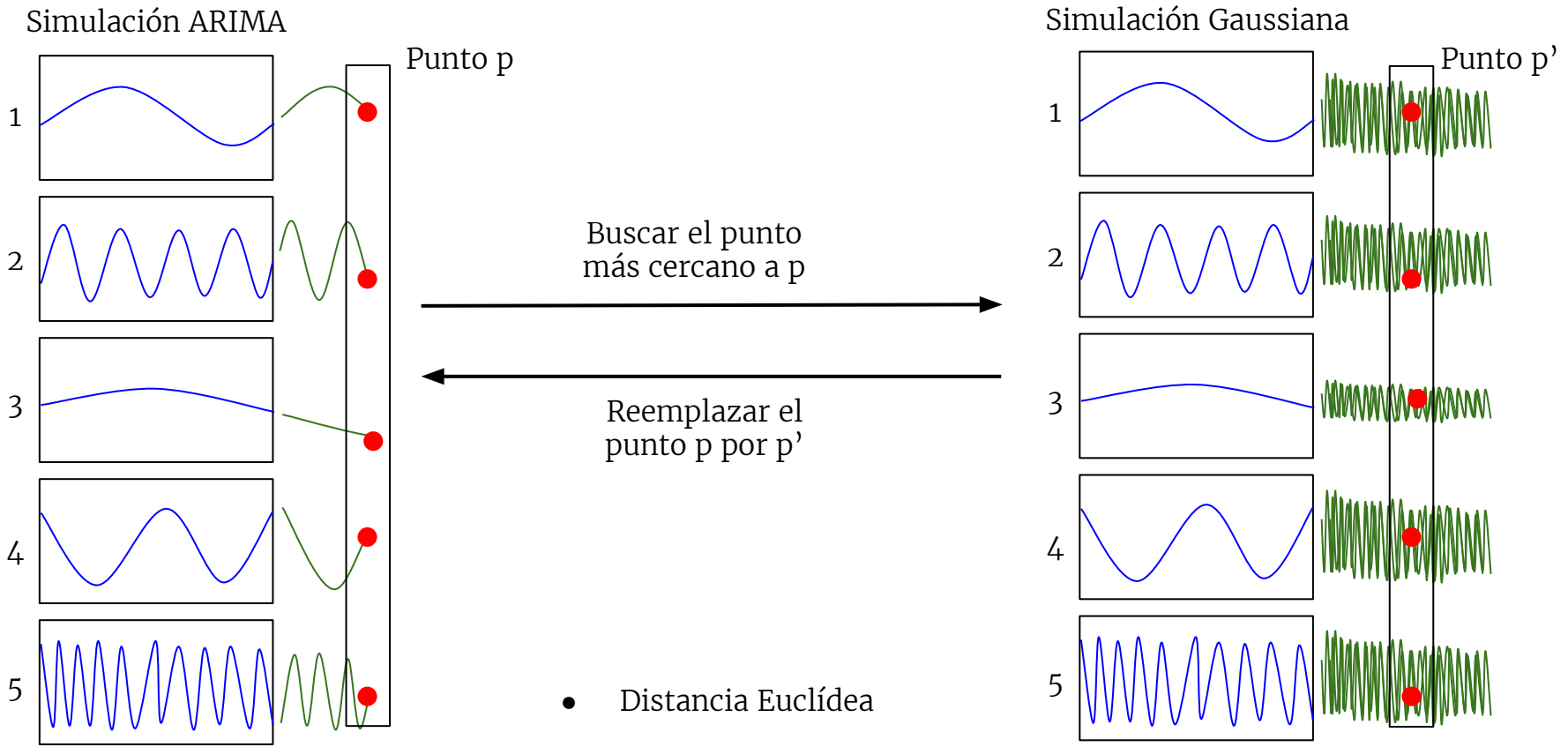
- Dotar la simulación de un patrón temporal aprendido previamente.

Pasos de tratamiento de la serie:

1. Interpolación y *resampling*
2. Estacionaridad
3. Determinación de parámetros AR(p), I(d), MA(q)

- Librería genérica para series temporales: `pandas`
- Librería para entrenamiento y predicción ARIMA: `statsmodels`

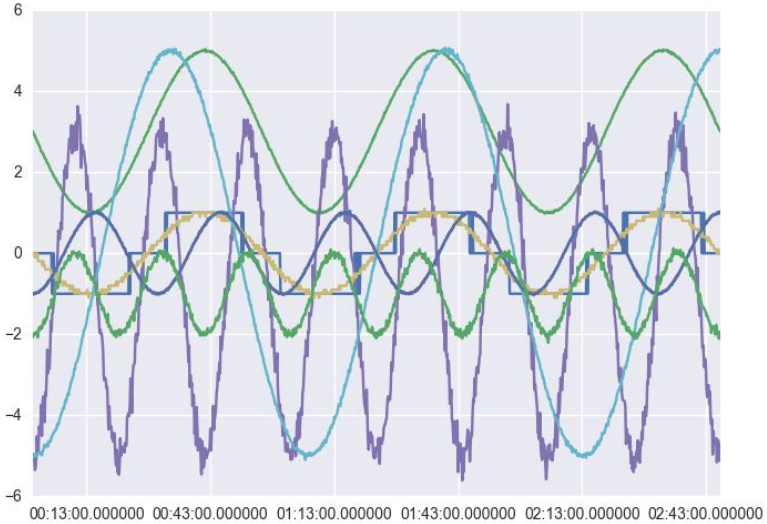
# Búsqueda del punto más cercano




- Distancia Euclídea

# Simulación con datos controlados - PCA

Datos de funciones de senos y cosenos




Espacio original

Proyección

Componentes PCA

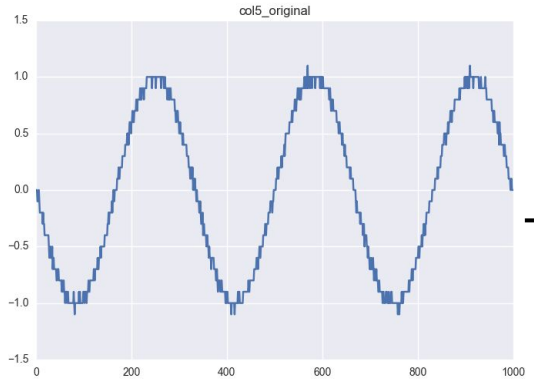
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Espacio reducido

# Simulación con datos controlados - PCA

Ejemplo: *sin−1* con ruido 0.05

*sin−1* con ruido 0.05



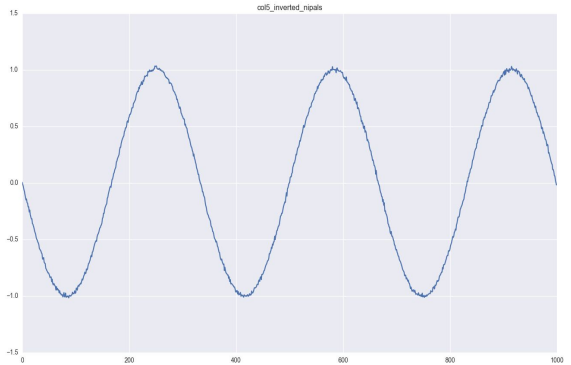

Proyección

Componentes PCA

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Espacio reducido

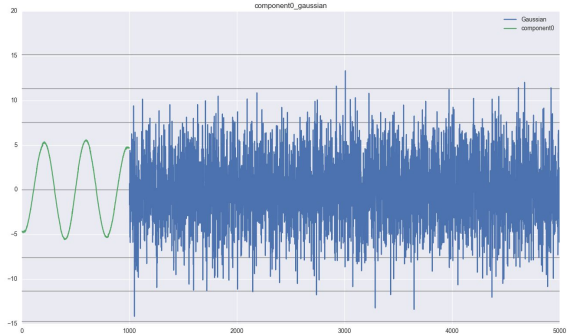
Reproyección




- La inversión se hace correctamente
- Se reduce el ruido de la señal.

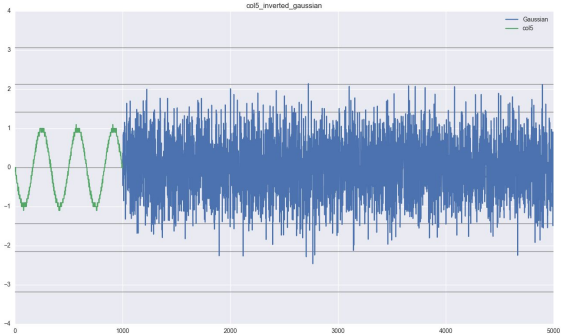
# Simulación con datos controlados - PCA

Ejemplo: *sin-1* con ruido 0.05




Simulación de la primera componente, usando distribución Gaussiana

Reproyección al espacio original

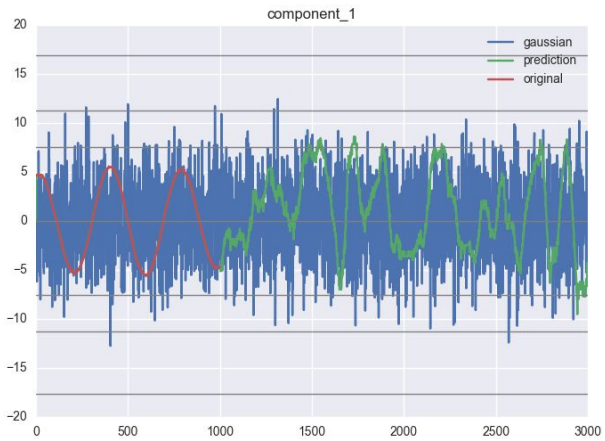



Inversión de *sin-1* con ruido 0.05, usando distribución Gaussiana

Test T2 de Hotelling

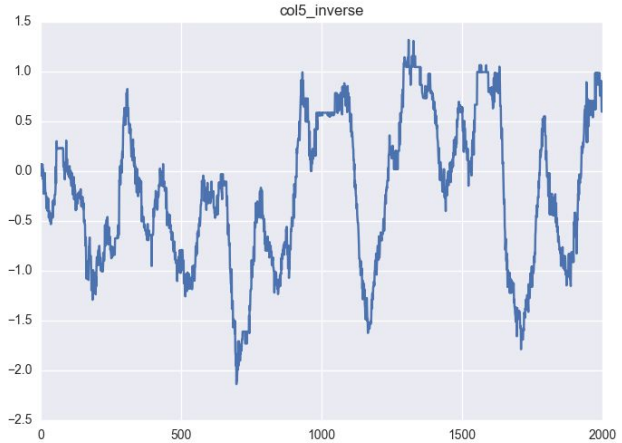
# Simulación con datos controlados - ARIMA

Ejemplo: *sin-1* con ruido 0.05



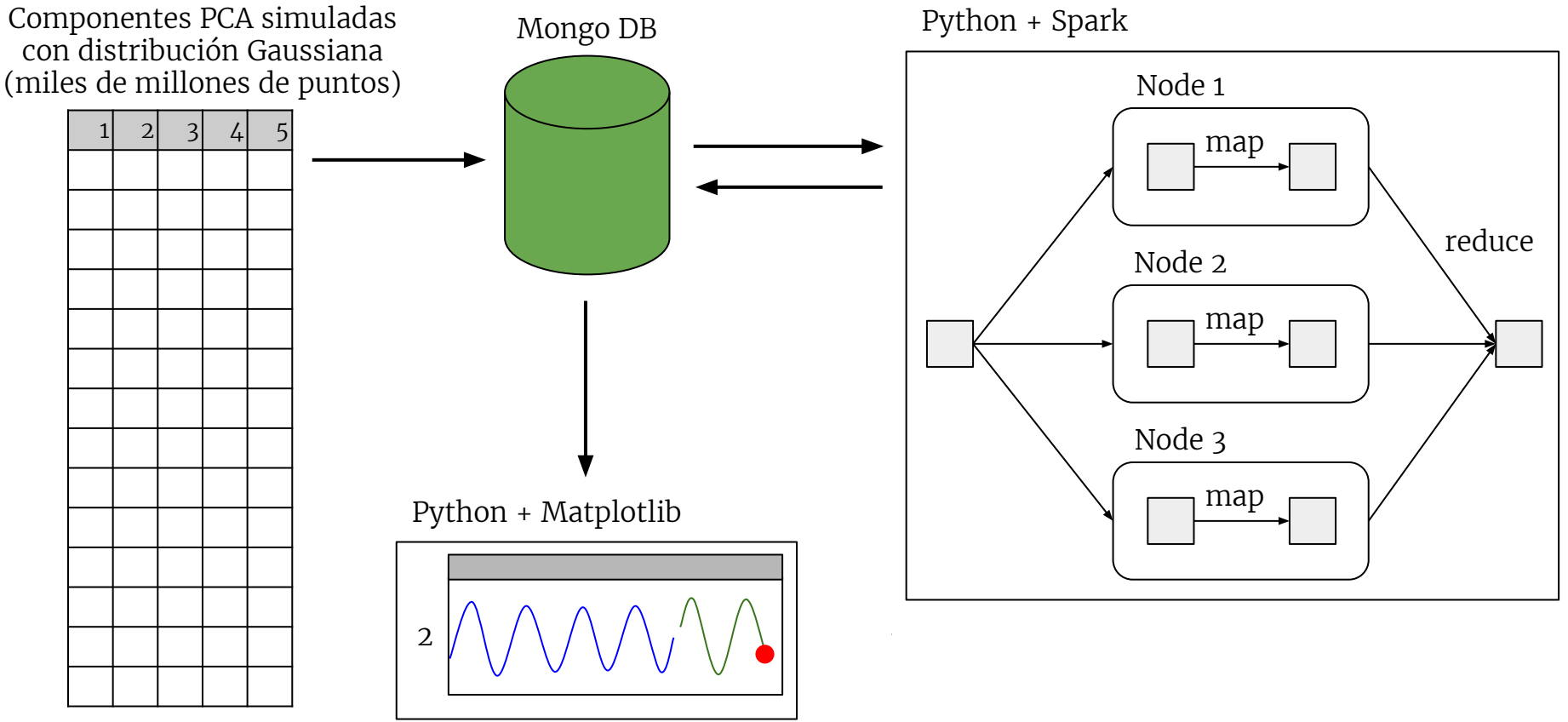

Simulación de la componente 1, usando ARIMA y búsqueda de puntos en la simulación Gaussiana

Reproyección al espacio original




Inversión de *sin-1* con ruido 0.05, usando ARIMA y búsqueda de puntos en la simulación Gaussiana

# Arquitectura Big Data



# Conclusiones

Conclusiones:

- **PCA** se puede usar para simulación.
- Cuantos más componentes:
  - Mayor **similitud** entre los datos invertidos y los datos originales.
  - Mayor **ruido** de la señal.
- Datos de simulación **Gaussiana** permiten contener la predicción ARIMA.
- Cuantos **más datos** de simulación Gaussiana mejor.
- **Big Data** hace viable la solución de búsqueda de puntos cercanos.

Trabajos futuros:

- Simulación con diferente número de componentes.
- Pruebas con distancia de Mahalanobis.
- Mejoras de la herramienta de visualización con `matplotlib`.
- Estudio de tiempos de ejecución y consumo de memoria.

# Demostración

- Visualización del proceso de simulación en tiempo real.
- Librería de gráficos: `matplotlib`
- MongoDB como *buffer* de datos.
- Datos de simulación de componentes PCA y de la respectiva inversión.