



Refactorización de una infraestructura de bucles MAPE-K como microservicios



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

DSIIC
DEPARTAMENT DE SISTEMES
INFORMÀTICS I COMPUTACIÓ

Autor: Adriano Vega Llobell
Tutor: Joan Fons i Cors
Curso 2021 - 2022



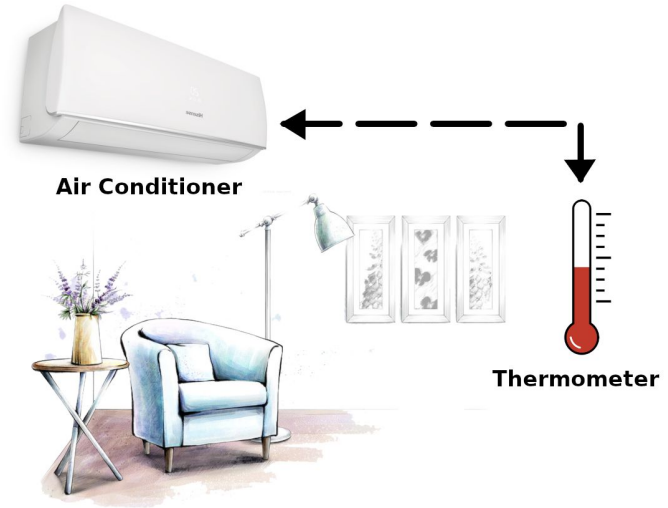
Índice

1. Introducción
2. Bucle MAPE-K distribuido: nuestra propuesta arquitectónica
3. DEMO
4. Pruebas y propuestas de mejora
5. Conclusiones

1. Introducción

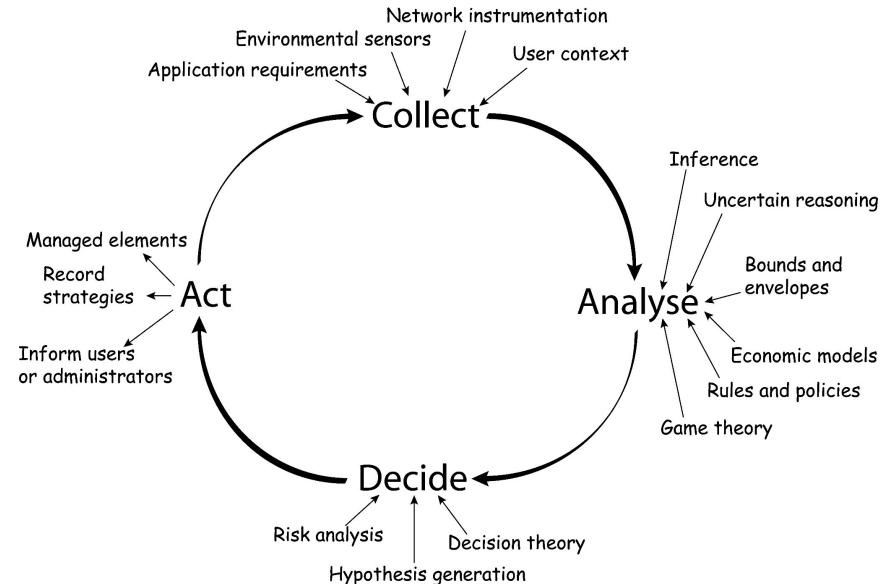
Sistemas Autoadaptativos

- Dos componentes: Aire acondicionado y termómetro.
- Regula la temperatura de una habitación en base a una **temperatura de confort**.
- **Sistema autoadaptativo** básico.



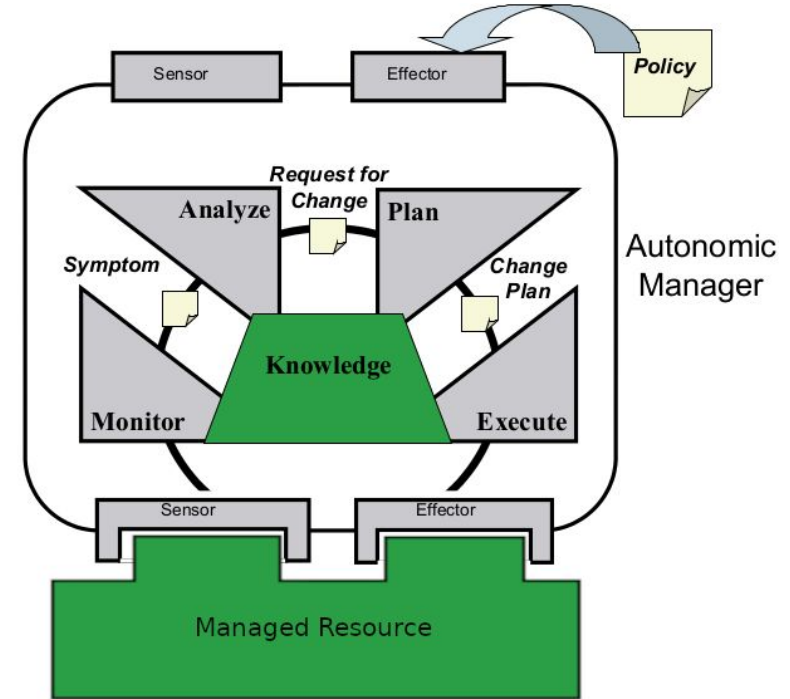
Sistemas Autoadaptativos (II)

- Surgen de la computación autónoma (*autonomic computing*).
- Usan **bucles de control** (*feedback loops*)
- Son sistemas capaces de **reconfigurarse en tiempo de ejecución** para adaptarse a cambios en el entorno.



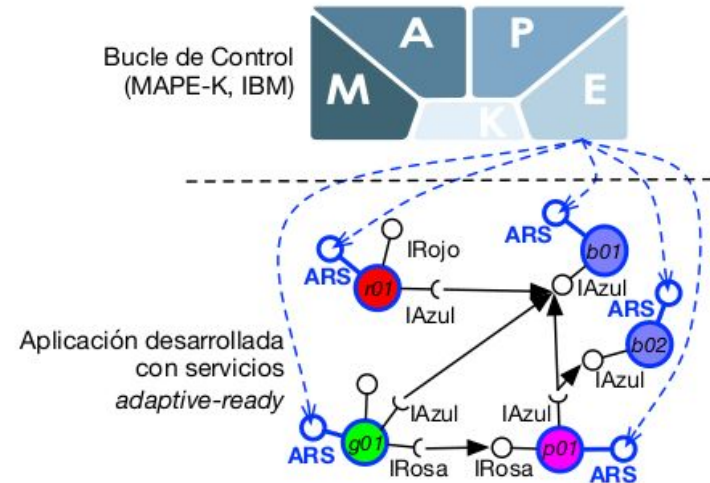
Bucle MAPE-K

- *Monitor, Analyse, Plan, Execute - Knowledge.*
- Patrón arquitectónico de IBM para desarrollar sistemas *software* autoadaptativos.
- Basada en **elementos autónomos**.
Compuestos por:
 - **Controlador autónomo** (bucle MAPE-K)
 - **Recurso manejado** (nuestro sistema).



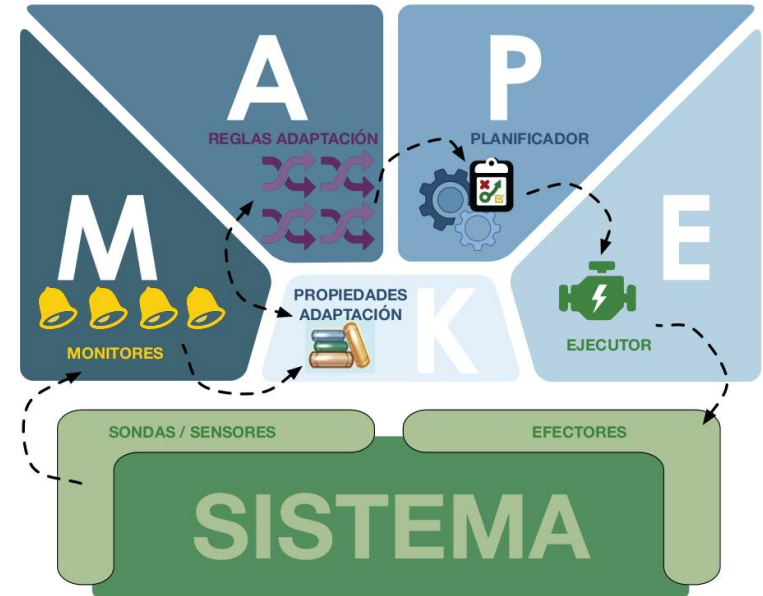
Bucle MAPE-K *Lite*

- Parte del *framework* **FAdA**: Desarrollo de sistemas autoadaptativos MDD.
- Desarrollado por el grupo PROS/Tatami del instituto VRAIN/UPV.
- **Bucle genérico** para gestionar sistemas basados en microservicios.



Bucle MAPE-K *Lite* - Problemática

- **Problema:** Se despliega como servicio monolítico.
 - Dificulta el despliegue de cambios.
 - Debemos replicarlo entero.
 - No permite estrategias alternativas.
- **No es flexible.**





Objetivos

- Rediseñar la arquitectura para que funcione como un **sistema distribuido**.
 - **Multitennancy**: Infraestructura común para distintos clientes.
- Verificar sobre un caso práctico para demostrar la viabilidad de nuestra propuesta.
 - Sistema de climatización

2. Bucle MAPE-K distribuido

Nuestra propuesta arquitectónica



¿Cómo abordamos el desarrollo?

- **Planificado en 4 hitos:**
 - Monitor + Conocimiento
 - Análisis
 - Planificación
 - Ejecución
- **Diseño:** definir componentes, conexiones y mecanismos de comunicación.
- **Implementación** de un prototipo.

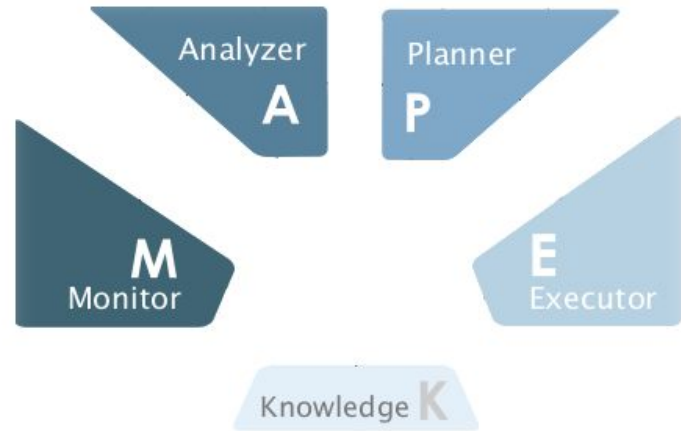
Bucle MAPE-K - Punto de partida

- Servicio monolítico.
- Un solo componente, con varios módulos.



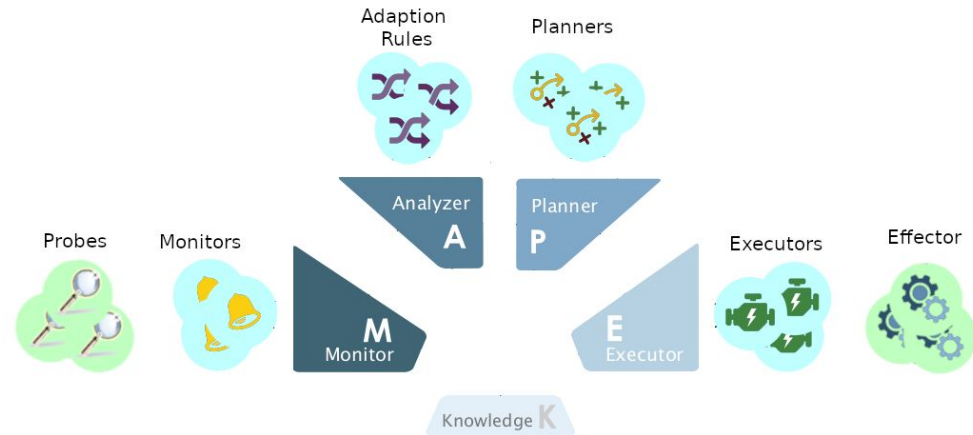
Bucle MAPE-K Distribuido - Primera división

- Cada etapa del bucle pasa a tener su propio microservicio
- Nos permite escalarlas individualmente
- Permite ofrecer implementaciones alternativas.



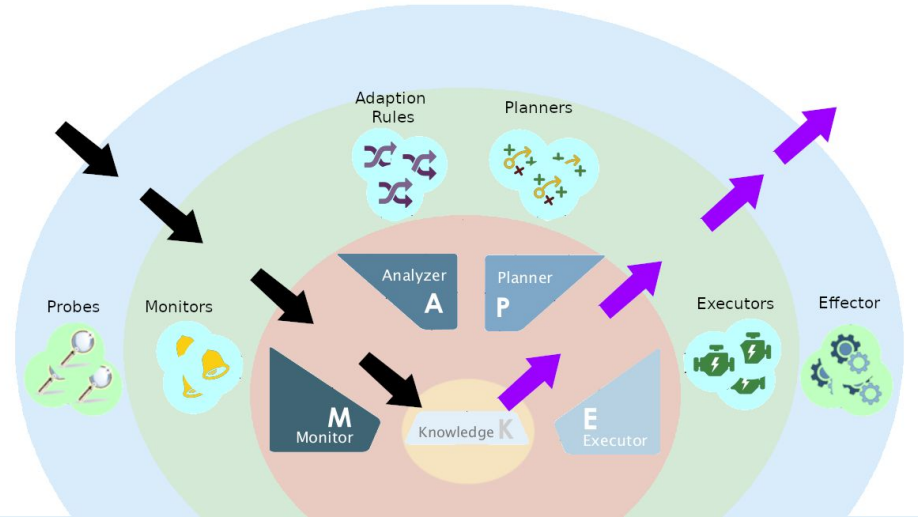
Bucle MAPE-K Distribuido - Segunda división

- **Separamos los componentes de la solución autoadaptativa de las etapas del bucle.**
- Permite reutilizar la infraestructura del bucle.
- Pueden activarse y desactivarse componentes en tiempo de ejecución.



Bucle MAPE-K Distribuido - Comunicación

- **Arquitectura jerárquica:**
microservicios agrupados en niveles.
- Capas en base al nivel de abstracción:
 - Nivel del recurso manejado
 - Nivel de las soluciones
 - Nivel del bucle genérico
 - Nivel del conocimiento

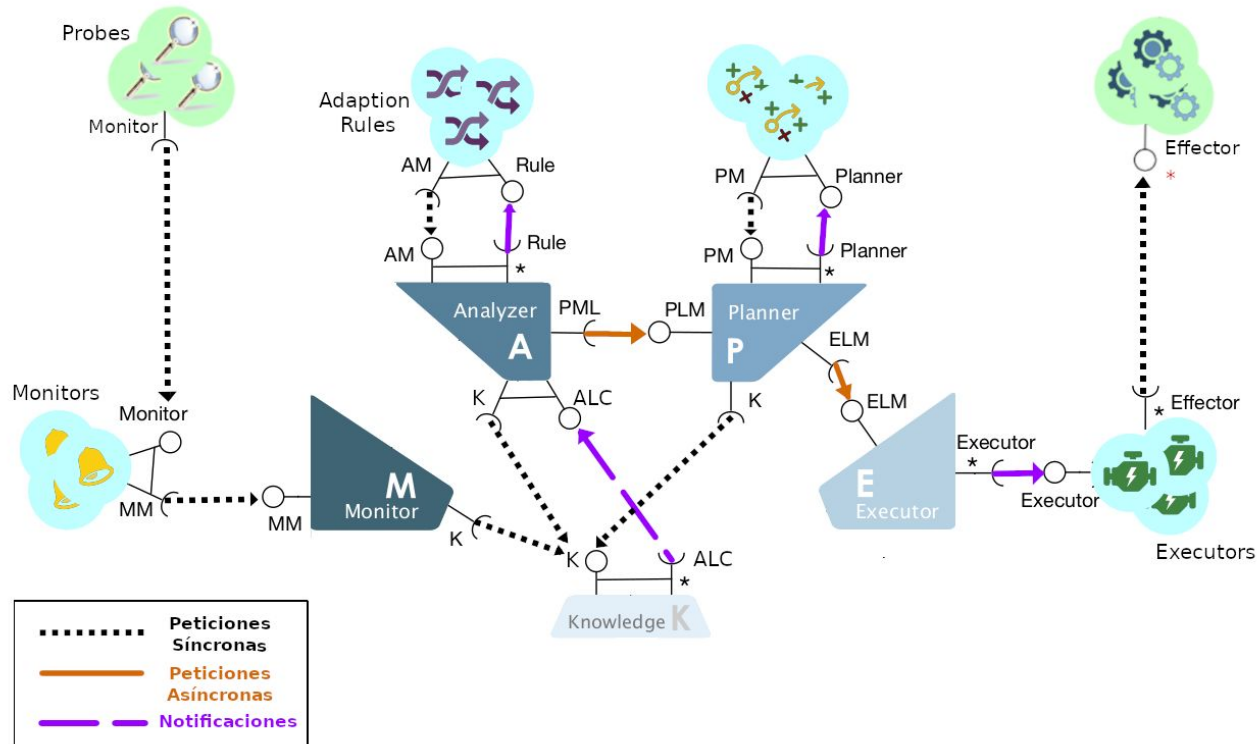


Bucle MAPE-K Distribuido - Patrones de comunicación

- **Peticiones síncronas** ↓: Punto a punto.
Desde un servicio en una capa superior a otro en la inferior.
- **Notificaciones** ↑: *Broadcast*. Desde un servicio en una capa inferior a todos en la capa superior.
- **Peticiones asíncronas** →: Punto a punto.
Entre servicios de la misma capa.



Bucle MAPE-K Distribuido - Propuesta inicial



Bucle MAPE-K Distribuido - Implementación

- Se implementó un prototipo para verificar la arquitectura.
 - Sistema de climatización
- Gran variedad de tecnologías empleadas.



DEMO



<https://youtu.be/VaOiSxPz1xk>

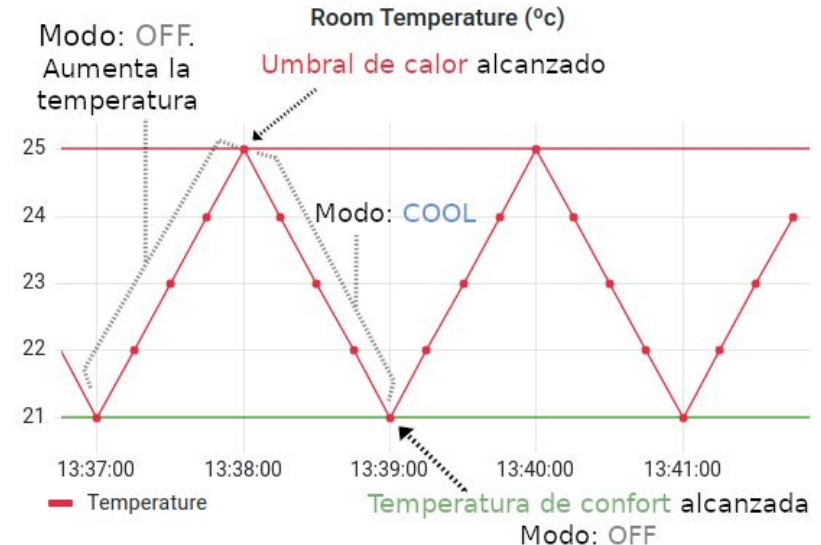
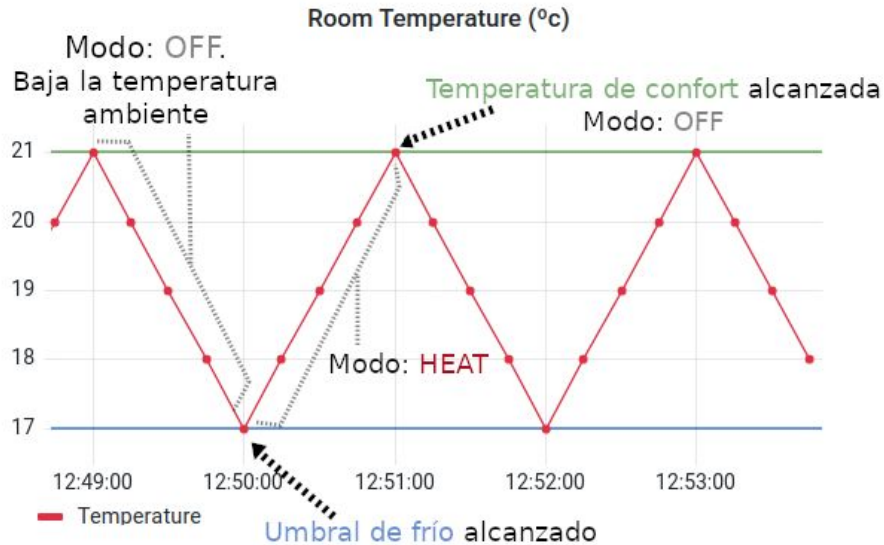
4. Pruebas y propuestas de mejora



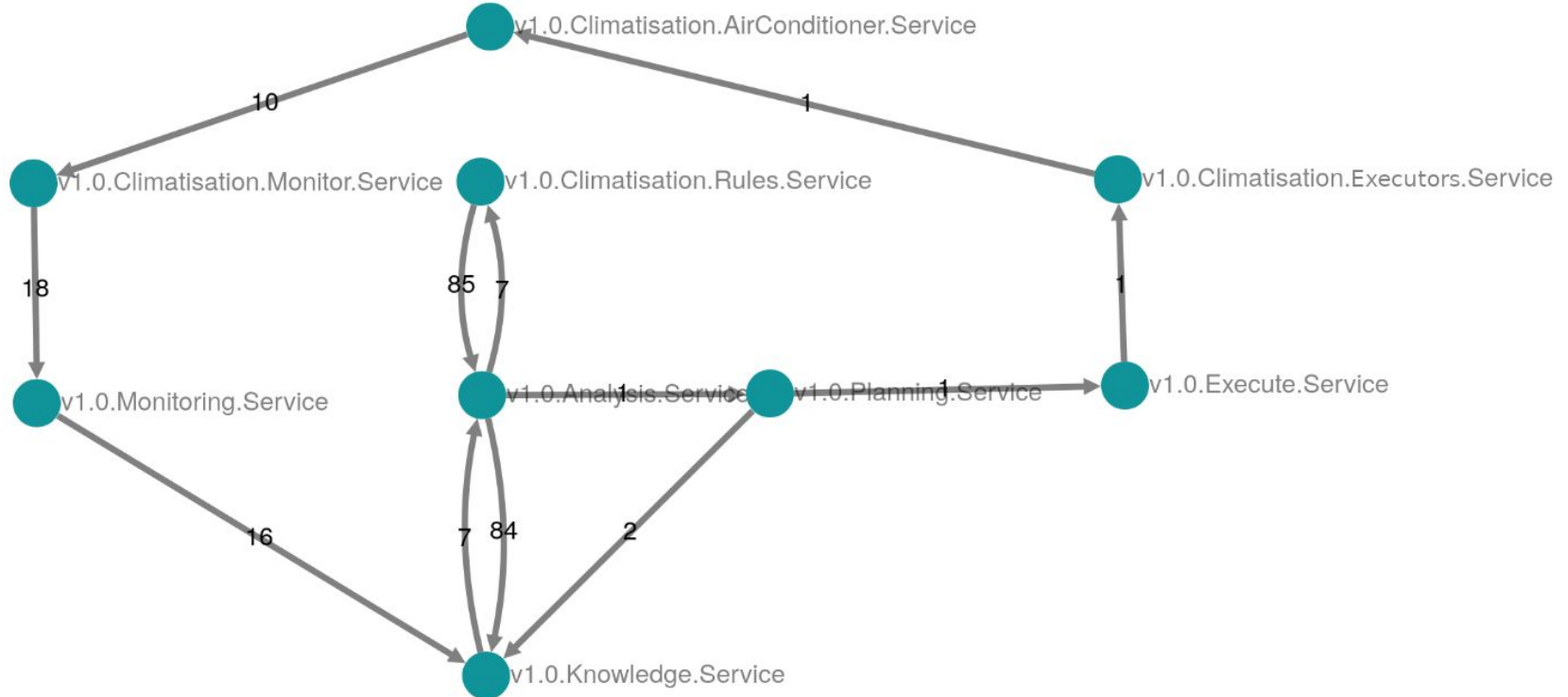
Pruebas

- **Pruebas de la solución:** Verificar el correcto funcionamiento del sistema.
 - Se ejecutan las adaptaciones correspondientes.
- **Pruebas de la arquitectura:** Verificar comunicación entre componentes
 - Pruebas de carga para detectar cuellos de botella.

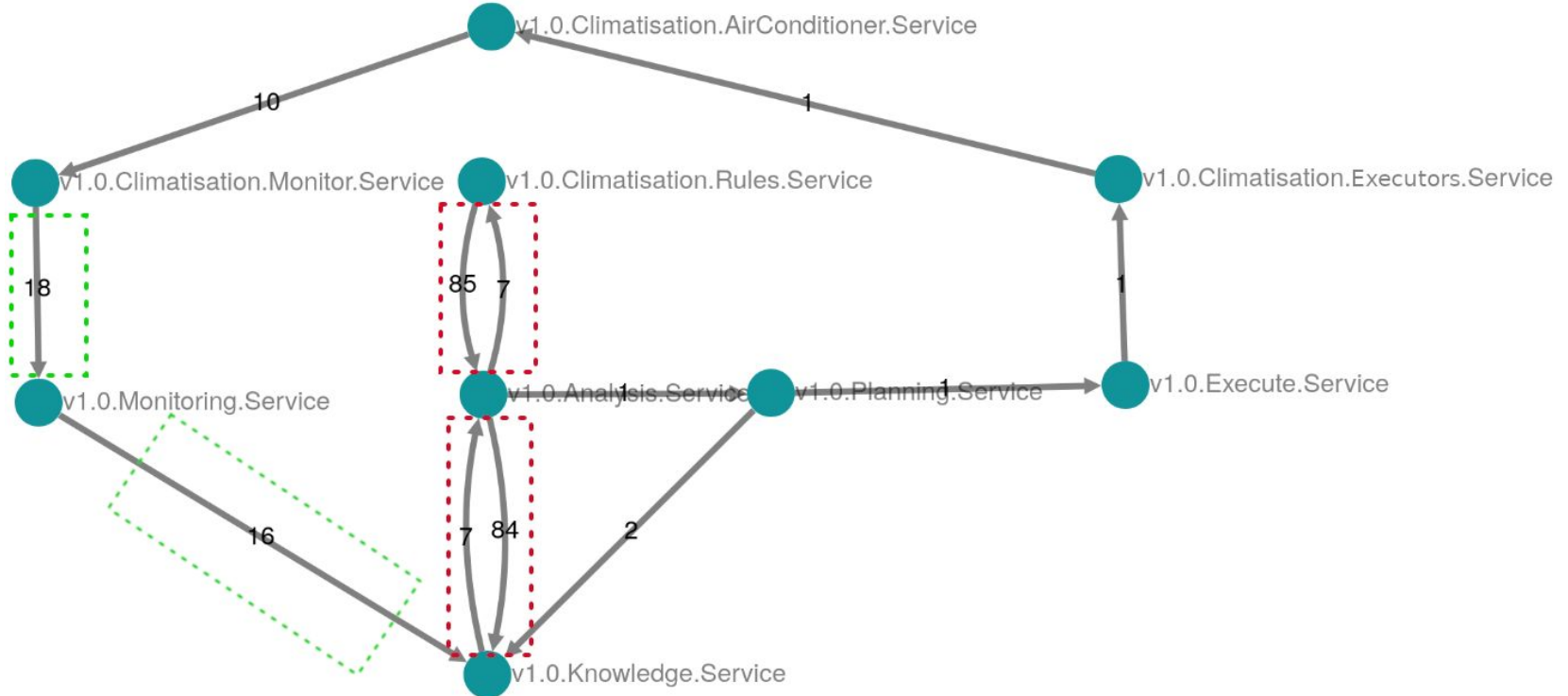
Pruebas solución: verificar ejecución de las adaptaciones



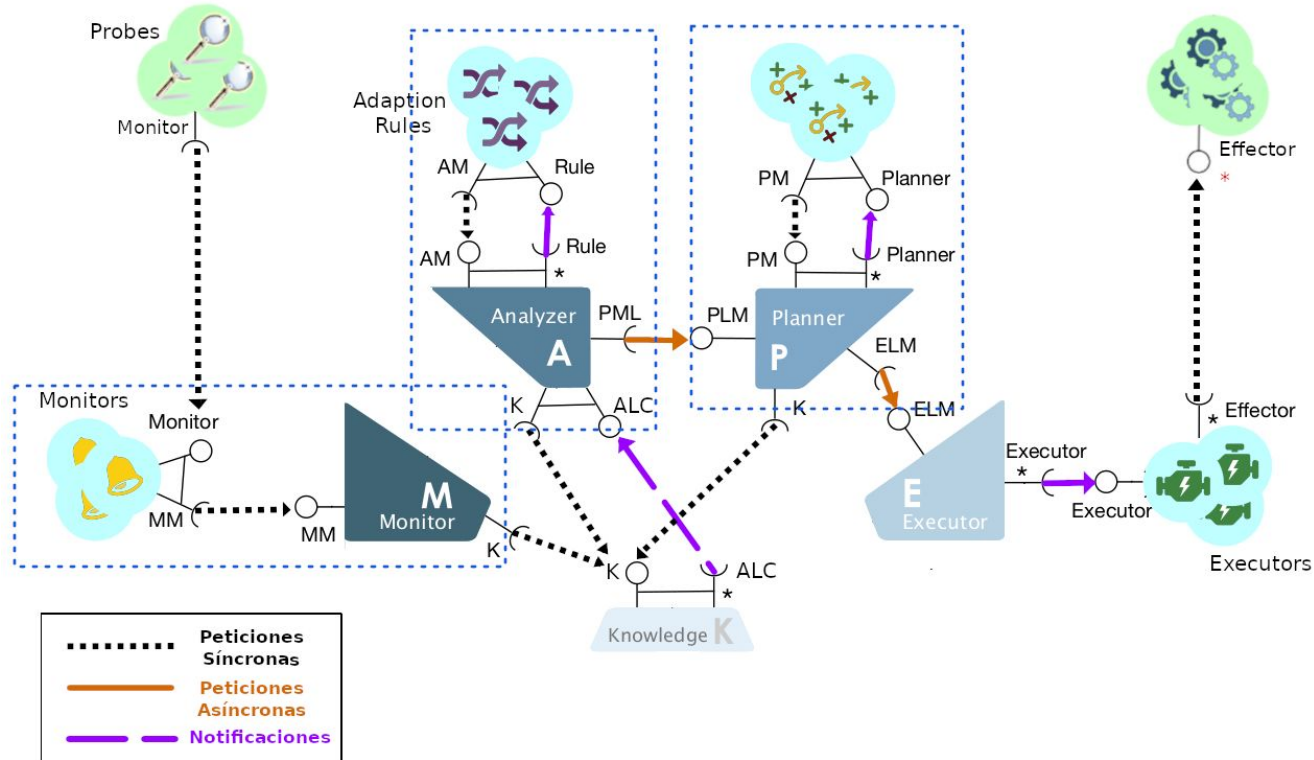
Pruebas de arquitectura - Comunicación



Pruebas de arquitectura - Cuellos de botella



Bucle MAPE-K Distribuido - Propuesta revisada



5. Conclusiones



Conclusiones

- Se ha diseñado y prototipado el Bucle MAPE-K Distribuido
- Implementado un sistema de climatización para verificar su funcionamiento.
- Falta aplicar la refactorización sobre el bucle MAPE-K Lite.

FIN.

¡Muchas gracias por su atención!



¿Preguntas?




Trabajos futuros

- Aplicar refactorización sobre el bucle MAPE-K Lite.
- Aprovechar la plataforma de observabilidad para informar al bucle.
- Generación de código.



Asignaturas Relacionadas

- **Diseño de sistemas Ubicuos Adaptativos (SUA):** Autoadaptación, Bucle MAPE-K...
- **Internet de los servicios y las cosas (ISC):** Arquitecturas basadas en microservicios,
- **Data Science (DAS) y Extracción de datos de las Redes Sociales (ERS).**

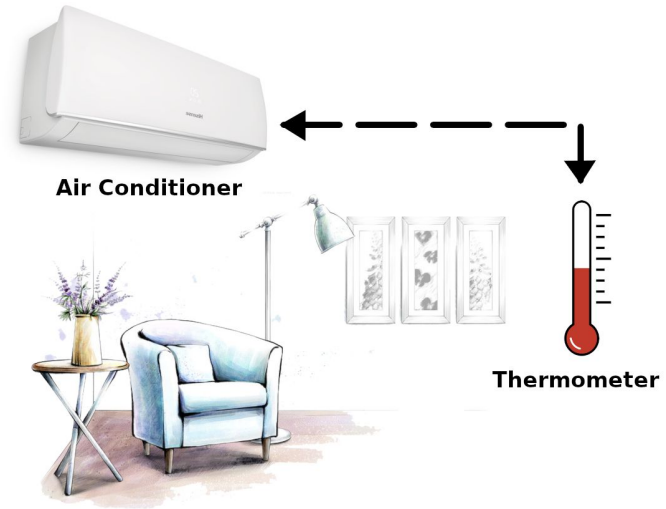


Introducción (II) - Disponibilidad

- **¿Cómo aseguramos la alta disponibilidad?**
- Operarios humanos = muy costoso.
 - Recurrir a ellos debería ser nuestro último recurso
- El sistema debería recuperarse automáticamente.
Autoadaptación.

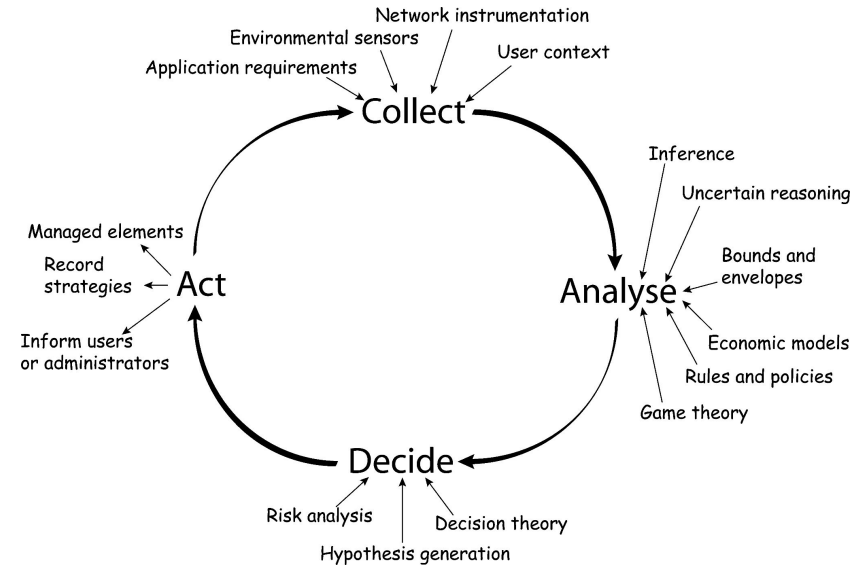
Caso de estudio: Sistema de climatización (II)

- Dos componentes:
 - **Termómetro:** Reporta la temperatura actual
 - **Aire acondicionado:** Cuenta con tres modos de funcionamiento:
 - Apagado
 - Calentar
 - Enfriar



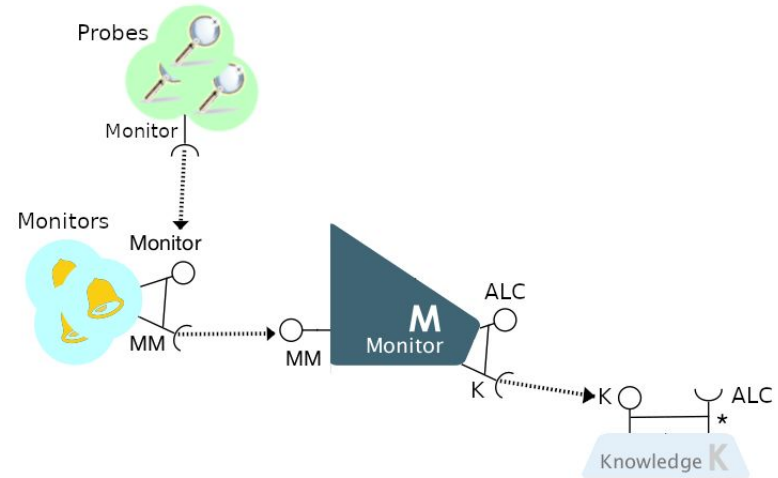
Introducción (III) - Bucles de control

- Concepto de la teoría de control.
- Proceso secuencial de 4 etapas:
 - Recoger información
 - Detectar síntomas
 - Decidir si requiere corrección
 - Aplicar correcciones.



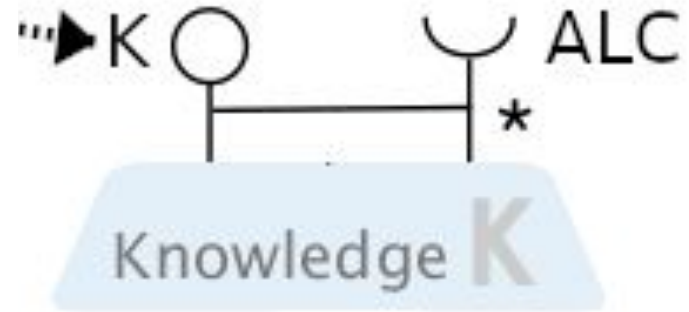
Bucle MAPE-K - Monitorización

- **Sondas:** Recopilan información del mundo real (entorno y recurso manejado).
 - Ej: T^a de la estancia.
- **Monitores:** la traducen a nuestro modelo abstracto del sistema.
 - **Propiedades de adaptación.**



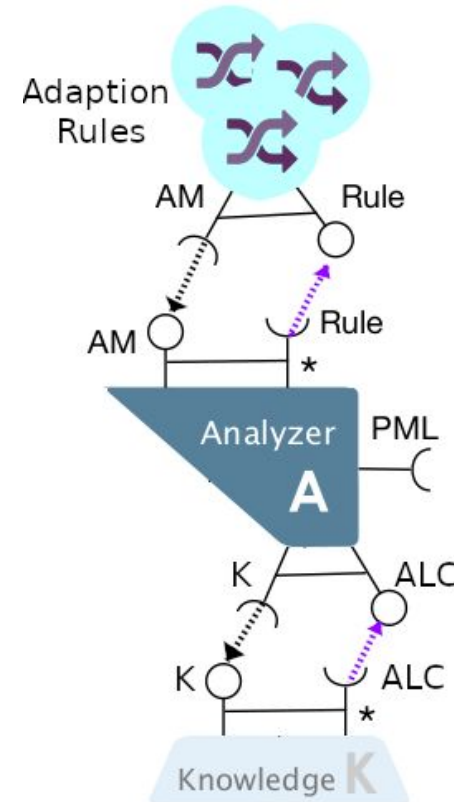
Bucle MAPE-K - Conocimiento

- Componente transversal.
- Almacena el modelo abstracto.
- Informa todas las etapas del bucle.



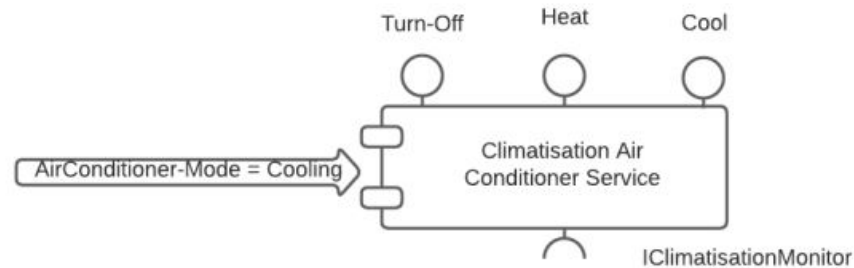
Bucle MAPE-K - Análisis

- Determina si es necesaria una **acción correctiva**.
- MAPE-K Lite: Implementado como **reglas de adaptación**. Compuestas por:
 - **Condición**
 - **Acción:** Solicitud de cambio de configuración.



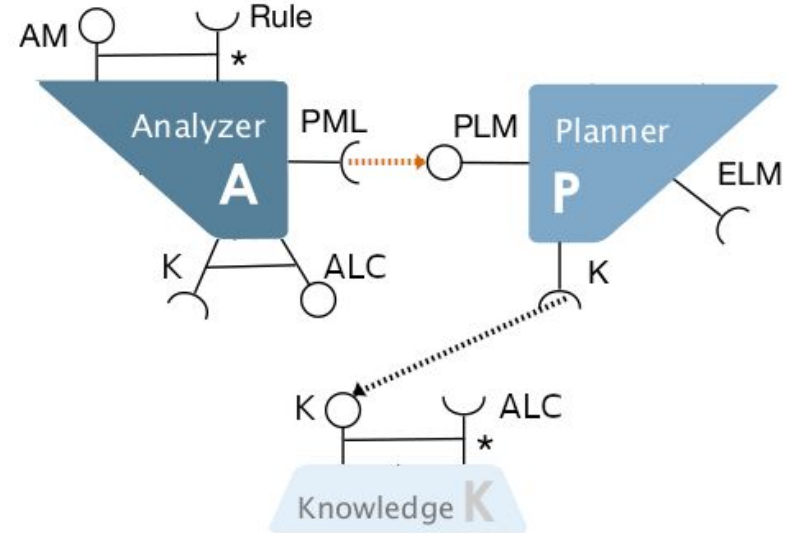
Bucle MAPE-K - Reglas de Adaptación

Regla: `EnableAirConditionerCoolingModeWhenTemperatureThresholdExceeded`
Descripción: Activa el aire acondicionado en modo enfriar cuando la temperatura sea superior al umbral de calor.
Condición: *airconditioner-mode != Cooling AND temperature >= hot-temperature-threshold*
Cuerpo:



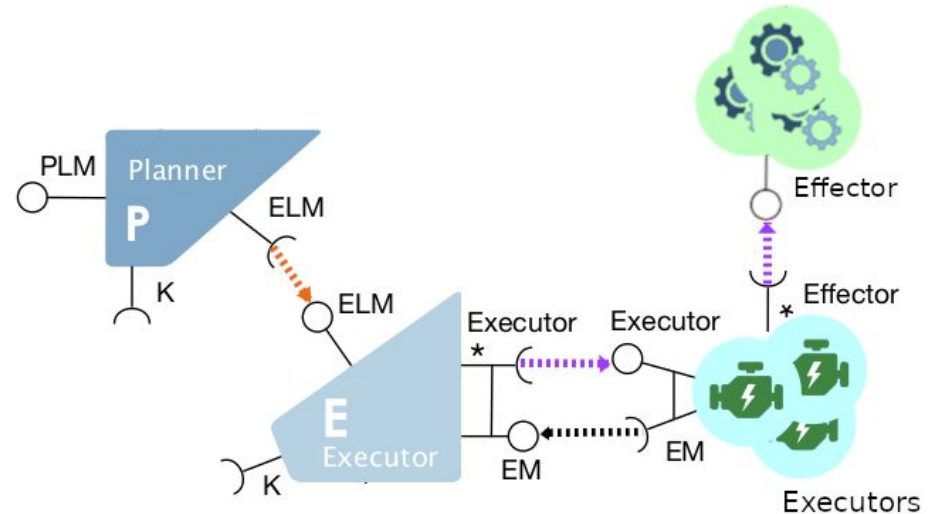
Bucle MAPE-K - Planificación

- Recibe solicitudes de cambio.
- Determina **acciones** necesarias para alcanzar la configuración deseada.
 - **Operadores arquitectónicos.**
- Genera el **plan de cambio.**

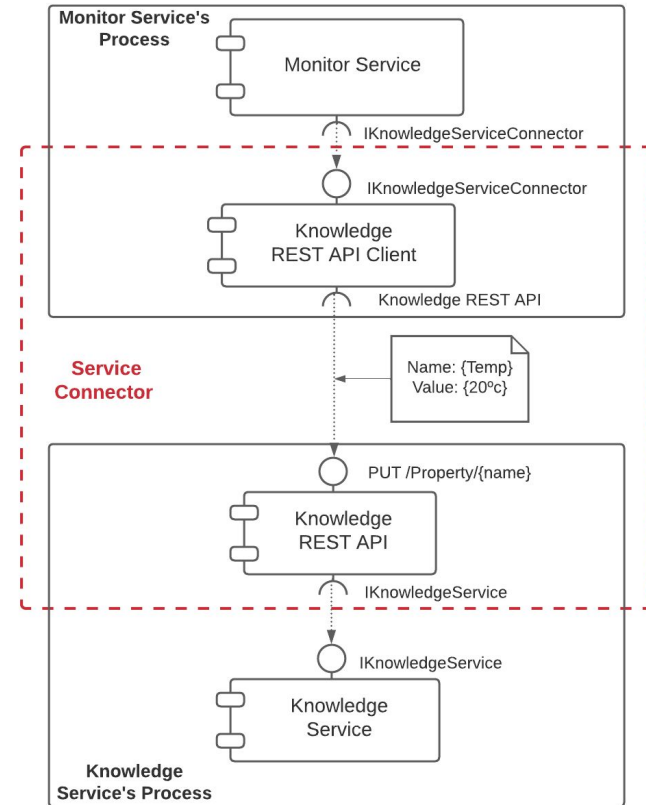


Bucle MAPE-K - Ejecución

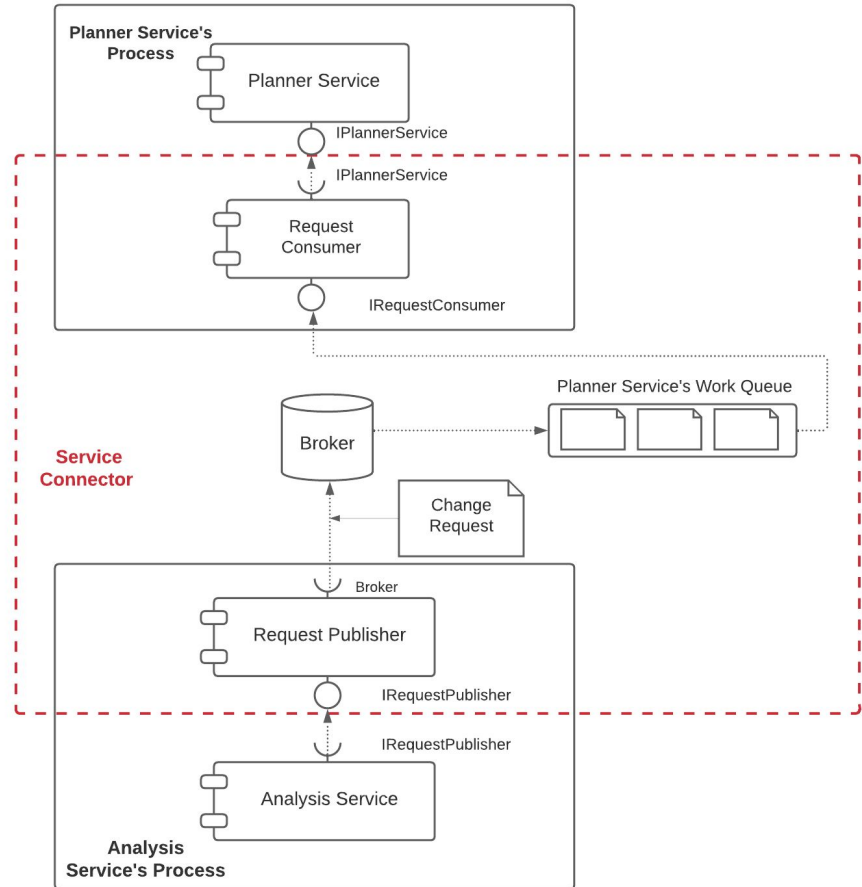
- **Ejecutor:** Recibe plan de cambio y distribuye las acciones entre los efectores
- **Efectores:** Ejecutan las acciones de adaptación.
 - Interpretan acciones y determinan cómo ejecutarlas.
 - Ej: Activar modo enfriar del aire acondicionado.



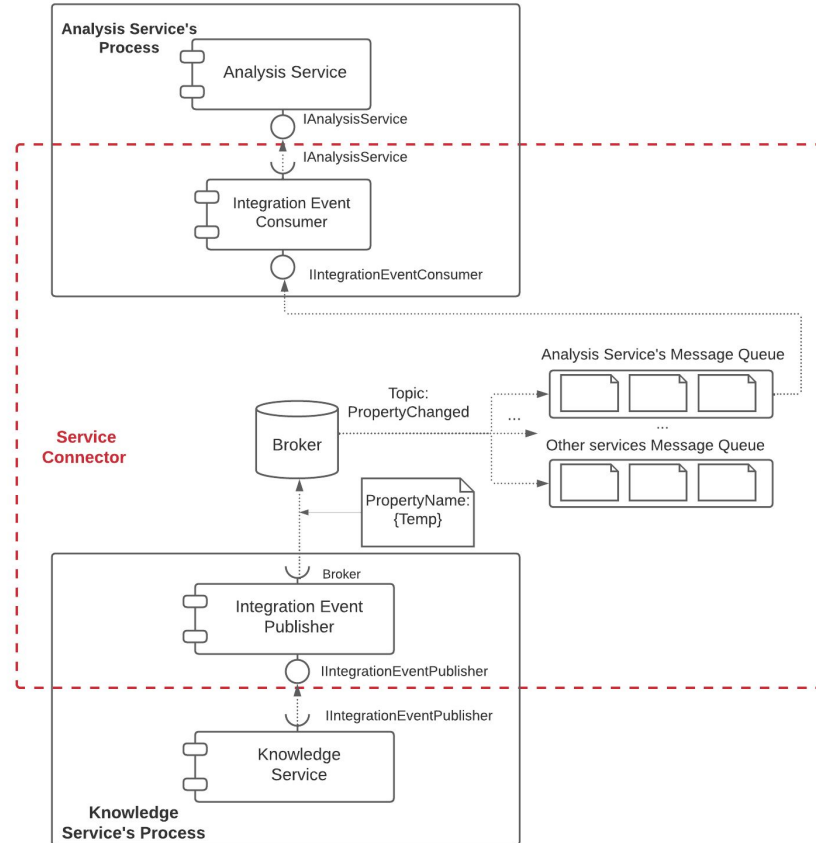
Peticiones Síncronas



Peticiones Asíncronas

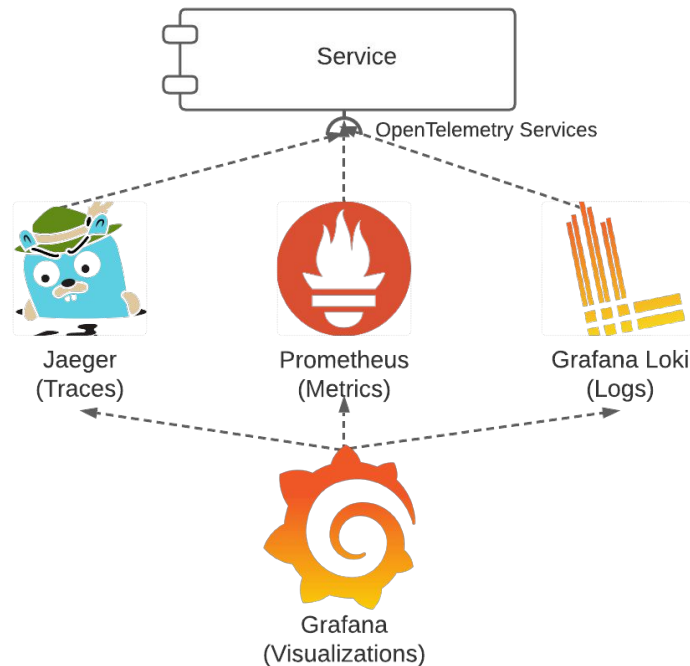


Notificaciones

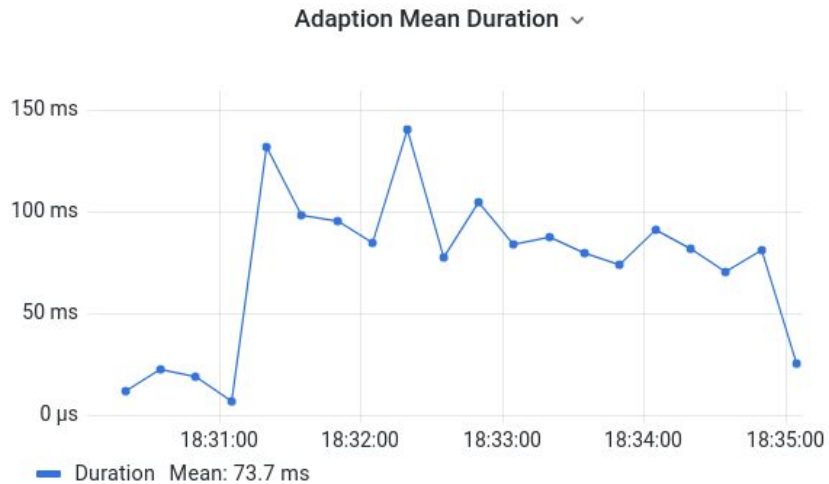


Plataforma de observabilidad

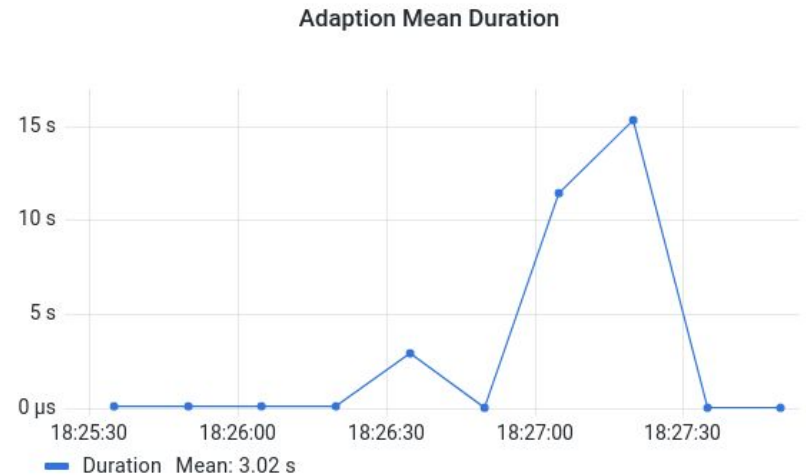
- Nos permitió ver y comprender el estado del sistema.
- Nos ayudó a detectar bugs y problemas con nuestra arquitectura



Pruebas de arquitectura - Pruebas de carga



Baseline



Carga extrema



Pruebas de arquitectura - Cuello de botella

v1.0.Climatisation.Monitor.Service: Measurement/Temperature

7e1280e779505b919126dfbd610c9e49

Trace Start: 2022-08-21 18:27:25.375 Duration: 16.39s Services: 9 Depth: 43 Total Spans: 195

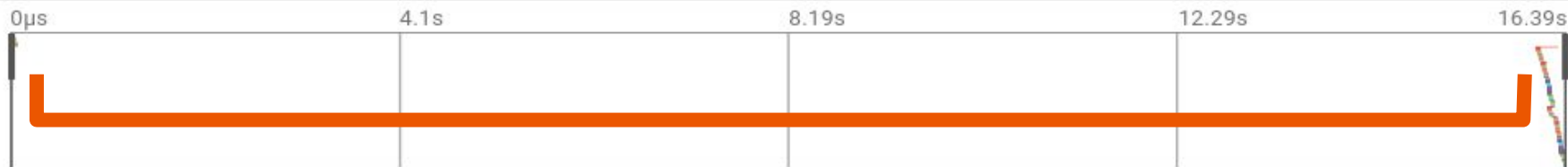


Pruebas de arquitectura - Cuello de botella

v1.0.Climatisation.Monitor.Service: Measurement/Temperature

7e1280e779505b919126dfbd610c9e49

Trace Start: 2022-08-21 18:27:25.375 Duration: 16.39s Services: 9 Depth: 43 Total Spans: 195



Mensaje encolado esperando
evaluar reglas