



Laboratorio 1: Sistemas Distribuidos

Misión: Atraco

Profesor: Jorge Díaz
Ayudantes de Lab: Felipe Marchant V. & Javiera Cortés U.

Agosto 2025

1 Objetivos del Laboratorio

- Comprender y aplicar la comunicación en sistemas distribuidos mediante el uso de **gRPC** en Golang.
- Familiarizarse y hacer uso de la comunicación asíncrona por medio de **RabbitMQ**
- Profundizar el uso de **Golang**
- Profundizar el uso de **Docker**

2 Introducción

El laboratorio introduce los sistemas distribuidos, formados por múltiples computadoras que se comunican para alcanzar un objetivo común. Se plantea un problema que requiere implementar comunicación síncrona (con gRPC) y asíncrona (con RabbitMQ) para resolverlo. También se proporciona documentación sobre estas tecnologías.

3 Tecnologías

- El lenguaje de programación a utilizar es **Go**.
- Para la comunicación síncrona se utilizará **gRPC**.
- Para la comunicación asíncrona se usará **RabbitMQ**
- Para la definición de mensajes síncronos se usará **ProtocolBuffers**
- Para distribuir el programa se utilizará **Docker**

4 Laboratorio

4.1 Contexto

Grand Theft Auto V (GTA V) es un aclamado videojuego de mundo abierto que te sumerge en la ficticia ciudad de Los Santos, una sátira de Los Ángeles. El juego es famoso por su libertad de acción y, en especial, por sus elaborados atracos. En el modo historia, el jugador controla a tres protagonistas muy diferentes que se unen para dar grandes golpes: **Michael De Santa**, **Franklin Clinton** y **Trevor Philips**; quienes trabajan en conjunto con **Lester Crest** para orquestar distintos tipos de crímenes.

Inspirados en esta dinámica, este laboratorio los pondrá en el rol de directores de su propio **atraco a un banco**, donde deberán orquestar a este equipo para llevarlo a cabo.

En GTA, existe una mecánica llamada “**Nivel de Búsqueda**” o “**Estrellas de Búsqueda**”. Esta mide la intensidad de la respuesta policial con hasta cinco estrellas. Una estrella es una patrulla local; cinco estrellas es una persecución masiva. En este laboratorio, las estrellas simbolizan la presión creciente para completar el trabajo antes de ser atrapados.

Su tarea será negociar y luego dirigir a su equipo para realizar el atraco. El éxito no solo dependerá de la estrategia, sino también de cómo sus agentes manejen la creciente presión policial, logrando terminar su misión antes de ser detenidos por la policía. Cada personaje aportará sus habilidades únicas, y sus decisiones determinarán si la operación culmina en un botín millonario o en un estrepitoso fracaso.

4.2 Explicación

En el ecosistema criminal de Los Santos, un atraco exitoso depende de una coordinación precisa, comunicación efectiva y una distribución clara de roles. Para simular esta dinámica, se implementará un **sistema distribuido** compuesto por **cuatro entidades** que deben colaborar entre sí.

Lester actúa como el proveedor de contratos, ofreciendo los detalles de los golpes disponibles. Esta negociación inicial entre Lester y Michael se realiza mediante **comunicación síncrona**, lo que garantiza que Michael reciba una respuesta inmediata y pueda tomar decisiones en tiempo real.

Una vez que Michael acepta un atraco, asume el rol de coordinador operativo, supervisando y controlando la ejecución del golpe. Para esto, se comunica de forma **síncrona** con Trevor y Franklin. Esta comunicación síncrona implica que, cada vez que Michael envía una instrucción o consulta el estado de la operación, espera una respuesta inmediata antes de continuar, asegurando una coreografía precisa de acciones y decisiones.

Por otro lado, para la detección de alertas policiales, Lester actúa como un centro de monitoreo, enviando notificaciones **asíncronas** a Trevor y Franklin cuando se detecta un aumento de estrellas (presión policial). Estas alertas no bloquean la ejecución del sistema y permiten que Trevor y Franklin reciban la información sin necesidad de detener su flujo de trabajo, pudiendo procesarla en el momento más adecuado según el contexto operativo.

Finalmente, cuando un atraco finaliza con éxito, Michael será el encargado de repartir el botín mediante comunicación **síncrona** con el resto del equipo.

Toda esta comunicación se realizará a través de las 4 fases del atraco, cada una con un propósito definido y orquestada por **Michael**.

* **Nota sobre la Comunicación:** Para evitar el caos, la comunicación síncrona comienza siempre con Michael. Michael pregunta, y los demás responden. Nadie habla si no se le pregunta, manteniendo a Michael como el único centro de control.

4.3 Las Fases del Atraco

4.3.1 Fase 1: La Negociación

- **Objetivo:** Michael debe obtener y aceptar una oferta de atraco de Lester.
- **Flujo:**
 - La operación comienza con Michael contactando a Lester para solicitar un trabajo. Lester, con un 90% de probabilidad, tendrá una oferta disponible.
 - Si no es así, Michael deberá intentarlo de nuevo tras una breve pausa.
 - Una oferta de misión válida incluye el botín inicial del atraco, un porcentaje de la probabilidad de éxito para Franklin y Trevor por separado, y una evaluación del riesgo policial en la zona.
 - Michael debe analizar esta información y decidir si el golpe vale la pena. Su criterio de aceptación es que la probabilidad de éxito de al menos uno de sus hombres sea superior al 50% y que el riesgo policial sea inferior al 80%.
 - Si rechaza la oferta, debe pedirle otra opción a Lester. Sin embargo, la paciencia de Lester es limitada; si Michael rechaza tres ofertas consecutivas, Lester lo hará esperar 10 segundos antes de presentarle un nuevo contrato.
 - Si Michael acepta el Atraco, Lester debe enterarse de ello.

4.3.2 Fase 2: La Distracción

- **Objetivo:** Michael envía al primer personaje a causar una distracción y este comienza su trabajo, terminándolo con éxito o fracasando.
- **Flujo:**
 - Michael envía a uno de los personajes (Franklin o Trevor) a la primera misión. El personaje enviado deberá ser el que tenga mayor probabilidad de éxito, según lo informado por Lester.
 - El personaje enviado trabaja por una cantidad de turnos de trabajo calculada según su probabilidad de éxito personal.
$$TurnosNecesarios = 200 - ProbabilidadDeExito_i \quad \text{donde } i \in \{Trevor, Franklin\}$$
 - El personaje designado por Michael para esta misión, se enfrenta a un 10% de probabilidad de que un imprevisto personal ocurra. Este evento ocurre a la mitad del total de la cantidad de turnos, provocando que se pierda la misión y, por ende, el atraco completo fracase.
 - * **Trevor:** 10% de probabilidad de que fracase por estar borracho.

- * **Franklin:** 10% de probabilidad de que Chop (el perro de Franklin) ladre y distraiga a Franklin.
- Michael se debe enterar si esta misión finaliza con éxito (y enviar al segundo personaje a la fase siguiente) o si fracasa.

4.3.3 Fase 3: El Golpe

- **Objetivo:** Michael envía al segundo personaje a comenzar el golpe, resultando en una misión exitosa o en un fracaso.
- **Flujo:**
 - Michael envía a uno de los personajes (Franklin o Trevor) a la segunda misión. Este será elegido por descarte (el que no fue enviado en la fase anterior).
 - Lester, sabiendo esto, comienza a notificar a dicho personaje cada vez que aumente una estrella, comenzando en 0. Para saber cada cuantos turnos aumenta 1 estrella, se utiliza el riesgo policial.

$$FrecuenciaEstrellas = 100 - RiesgoPolicial$$

- El personaje enviado trabaja por una cantidad de turnos de trabajo calculada según su probabilidad de éxito personal, de la misma forma que en la fase anterior.
- Debe consultar periódicamente cuantas estrellas de búsqueda tiene para estar al tanto de la situación y saber si ya ha acumulado 5 estrellas (fracaso) o todavía tiene tiempo.
- Según el personaje que haya sido enviado a esta misión, este activa su habilidad especial en un momento de la fase.
 - * **Trevor: Al llegar a 5 estrellas**, activa su “Furia”, aumentando su límite de fracaso a 7 estrellas.
 - * **Franklin: Al llegar a 3 estrellas**, activa la habilidad de Chop, generando un botín extra de \$1,000 por cada turno adicional que sobreviva.
- Aunque el personaje active su habilidad, esto no asegura su éxito.
- Michael se debe enterar si esta misión finaliza con éxito o si fracasa.
- Si la misión es exitosa, Lester debe enterarse para detener el envío de notificaciones.

4.3.4 Fase 4: Reparto del Botín

- **Objetivo:** Michael recibe el botín final y lo reparte entre los cuatro.
- **Flujo:**
 - Solo si la fase 2 y 3 fueron exitosas, Michael puede pedir el botín total al personaje que envió en la fase de golpe.
 - Michael es el encargado de compartir equitativamente el botín con sus colegas.
 - Si el botín total no es divisible entre 4, el dinero extra se le entrega a Lester.
 - Tanto Lester como Franklin y Trevor deberán verificar si el dinero recibido es correcto y responder a Michael de distinta forma dependiendo el caso.
 - Finalmente, Michael genera un reporte final de la misión.

Nota: Si en cualquier fase el atraco fracasa, Michael genera un reporte que informa este fracaso con la fase en la que fracasó, quién fracasó, el botín perdido y el motivo.

5 Entidades

5.1 Lester

Es el cerebro y proveedor de oportunidades. Su rol es entregar información sobre oportunidades de atracos y alertar sobre la presión policial durante el golpe.

Tareas:

- **Presentar Ofertas de Atraco:** Al ser contactado por Michael, presenta una oferta de atraco con un 90% de probabilidad. La oferta incluye: el botín inicial, la probabilidad de éxito individual de Franklin y Trevor, y el riesgo policial (un porcentaje).
- **Hacer Esperar a Michael:** Si Michael ha rechazado 3 ofertas consecutivas que Lester le ha enviado, deberá hacerlo esperar 10 segundos antes de volver a Presentar Ofertas de Atraco.
- **Notificar Aumento de Estrellas:** Vigila la actividad policial y envía alertas directamente al personaje (Franklin o Trevor) cada vez que el nivel de búsqueda aumenta en 1 estrella, comenzando en 0. Deberá ser capaz de activar y desactivar el envío de estas notificaciones cuando corresponda.
- **Recibir su Parte y el Dinero Sobrante:** Recibe su parte equitativa del botín de manos de Michael. Si el total no es divisible entre cuatro, también se le entrega el dinero extra.
- **Verificar el Pago Recibido:** Confirma que la cantidad de dinero que ha recibido es la correcta o si no lo es, cerrando así su participación.

Esta entidad **no** participa activamente en la Fase 2: La Distracción.

5.2 Michael

Es el líder y coordinador central. Toma todas las decisiones estratégicas y es el único punto de contacto para dirigir al equipo y gestionar el flujo de la operación.

Tareas:

- **Solicitar y Evaluar Contratos:** Inicia el atraco contactando a Lester. Su criterio para aceptar un golpe es estricto: la probabilidad de éxito de al menos uno de sus hombres debe ser superior al 50% y el riesgo policial debe ser inferior al 80%.
- **Comunicar la Decisión a Lester:** Informa a Lester de su decisión final respecto a la oferta recibida. Puede aceptarla o rechazarla.
- **Asignar la Misión de Distracción y de Golpe:** Según quien tenga mayor probabilidad de éxito, elige a Franklin o a Trevor para ejecutar la fase 2 del plan y le ordena comenzar la misión. Al finalizar la fase 2, deberá enviar a la fase 3 al personaje que **no** envió en la anterior.
- **Supervisar el Resultado:** Puede saber en cualquier momento el estado de la operación (*En espera*, *En progreso*, *Misión Exitosa* o *Misión Fallida + Motivo*) para saber si la misión tuvo éxito o si un imprevisto la hizo fracasar, lo que determinaría el fin del atraco.
- **Recaudar el Botín Total:** Si el atraco fue un éxito, solicita el botín completo al personaje que completó el atraco.

- **Distribuir las Ganancias:** Calcula y reparte el botín de forma equitativa entre los cuatro miembros del equipo. Si el número no es divisible en 4, el resto se lo entrega a Lester.
- **Generar el Reporte Final:** Elabora un informe final que resume el resultado. El informe debe ser un archivo generado aparte llamado "Reporte.txt"
 - Si fue exitoso, indica el resultado, el botín inicial, el botín extra de la habilidad de Chop (0 si no ocurrió), el botín total, y las especificaciones de cuanto dinero recibió cada personaje (incluyendo el resto que se le entregó a Lester).
 - Si hubo un fracaso, el reporte debe indicar la fase exacta, quien participó en la misma, el botín perdido (incluyendo el de Chop) y la causa específica del fracaso.

```

=====
==                               ==
REPORTE FINAL DE LA MISION
=====

Mision: Asalto al Banco #7128
Resultado Global: MISION COMPLETADA CON EXITO!

          --- REPARTO DEL BOTIN ---
Botin Base: $820,000
Botin Extra (Habilidad de Chop): $40,000
Botin Total: $860,000
-----
Pago a Franklin: $215,000
Respuesta de Franklin: "Excelente! El pago es correcto."

Pago a Trevor: $215,000
Respuesta de Trevor: "Justo lo que esperaba!"

Pago a Lester: $215,000 (reparto) + $0 (resto)
Respuesta de Lester: "Un placer hacer negocios."
-----
Saldo Final de la Operacion: $860,000
=====

```

Figure 1: Ejemplo de Reporte Final

5.3 Franklin

Uno de los personajes que Michael puede enviar a cualquiera de las dos fases principales del atraco.

Habilidad Especial en la Fase 3: Si durante su trabajo el nivel de búsqueda llega a 3 estrellas, enviará a su perro Chop a ayudar. En su entusiasmo, Chop recogerá parte del dinero que se cae pensando que es un juego. Por cada turno que Franklin complete a partir de ese momento, Chop “recuperará” \$1,000 adicionales al botín.

Tareas:

- **Ejecutar la Misión de Distracción:** Trabaja durante un número de turnos basado en su probabilidad de éxito. En la fase 2, a la mitad del total de turnos, enfrenta un 10% de probabilidad de que Chop ladre, causando el fracaso inmediato de la misión.
- **Ejecutar la Misión del Golpe y Consultar Estrellas:** Realiza su trabajo durante los turnos calculados y debe consultar periódicamente su nivel de estrellas. Fracasa si llega a 5 estrellas.
- **Activar Habilidad Especial:** Al alcanzar las 3 estrellas en la Fase 3, activa su habilidad especial.
- **Entregar el Botín y Verificar su Parte:** Si completó la Fase 3, le entrega el botín total (incluyendo el extra) a Michael.
- **Verificar el Pago Recibido:** Confirma con Michael que la cantidad de dinero que ha recibido es la correcta o no, cerrando así su participación.

Esta entidad **no** participa en la Fase 1: La Negociación.

5.4 Trevor

Uno de los personajes que Michael puede enviar a cualquiera de las dos fases principales del atraco.

Habilidad Especial en la Fase 3: Si durante su trabajo el nivel de búsqueda llega a 5 estrellas (un punto de fracaso normal), entrará en modo furia. Esto le permite ignorar esa 5ª estrella y aumentar su límite de fracaso a 7 estrellas, dándole más tiempo para terminar la fase si lo necesita.

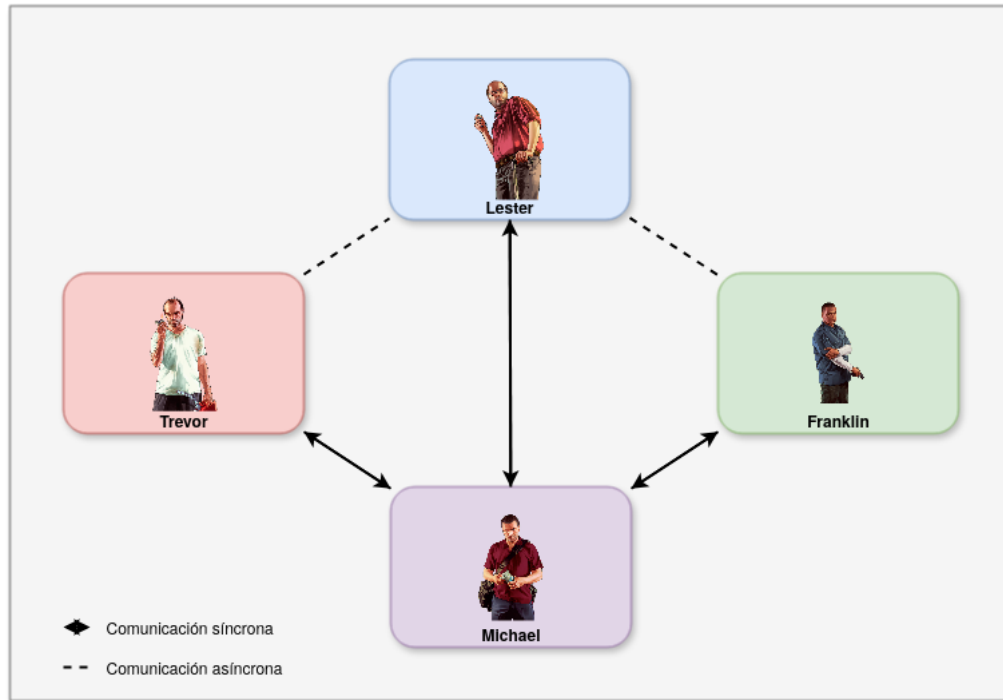
Tareas:

- **Ejecutar la Misión de Distracción:** Trabaja durante un número de turnos basado en su probabilidad de éxito. En la fase 2, a mitad del total de turnos, tiene un 10% de probabilidad de emborracharse, lo que provoca el fracaso instantáneo de la misión.
- **Ejecutar la Misión del Golpe y Consultar Estrellas:** Completa su tarea durante los turnos designados, vigilando su nivel de estrellas para evitar el fracaso.
- **Activar Habilidad Especial:** Al llegar a las 5 estrellas en la Fase 3, activa su habilidad especial.
- **Entregar el Botín y Verificar su Parte:** Si completó la Fase 3, le entrega el botín total a Michael.
- **Verificar el Pago Recibido:** Confirma con Michael que la cantidad de dinero que ha recibido es la correcta o no, cerrando así su participación.

Esta entidad **no** participa en la Fase 1: La Negociación.

5.5 Diagrama de interacciones

En el siguiente diagrama se muestra un resumen de como deberían interactuar las entidades:



6 Resumen de Reglas de Decisión y Probabilidades

- **Oferta de Lester:** Cada vez que **Michael** pide una opción de atraco, hay un 90% de probabilidad de que **Lester** tenga un trabajo.
- **Paciencia de Lester:** Si **Michael** rechaza 3 ofertas seguidas, **Lester** se irritará y lo hará esperar 10 segundos.
- **Probabilidad de Éxito:** Una para cada personaje en terreno. Mide la eficiencia del personaje para realizar su tarea.
- **Elección entre Franklin y Trevor:** Para seleccionar al personaje que realizará la distracción, se debe seleccionar al personaje que tenga mayor probabilidad de éxito. Luego, el personaje que realizará el golpe será el que no fue seleccionado para la fase de distracción.
- **Riesgo Policial:** Porcentaje para calcular si las estrellas aumenten rápido o lento. Entre más alto, más rápido aumentan las estrellas.
- **Criterios de Aceptación del Atraco:** **Michael** aceptara el atraco si la probabilidad de éxito de alguno de los personajes es mayor a 50, y el riesgo policial es menor a 80.
- **Riesgo del “Primer Intruso”:** Solo el personaje enviado a la fase de distracción se enfrenta a un riesgo personal. A la mitad de su tarea, hay un 10% de probabilidad de que ocurra uno de los siguientes eventos, y fracase la misión.
 - **Ladrado Inoportuno:** Si el primer personaje es Franklin, su perro, Chop, puede empezar a ladrar en el peor momento, rompiendo la concentración de su dueño.
 - **Imprudencia de Trevor:** Si el primer personaje es Trevor, su naturaleza caótica se manifiesta. Puede que se haya emborrachado antes del atraco, afectando su capacidad para ejecutar la tarea con precisión.
- **Activación de Habilidades Especiales en la Fase 3:** Franklin la activará al llegar a las 3 estrellas de búsqueda, mientras que Trevor la activará al llegar a 5.
- **Límite de Fracaso por Estrellas:** El atraco fracasa si el personaje en la fase de golpe acumula 5 estrellas (exceptuando para Trevor si activa su habilidad especial).

7 Uso de Docker

Todos los procesos del laboratorio deben ejecutarse en contenedores Docker dentro de las máquinas virtuales. Cada entidad, como Michael, Lester, Trevor y Franklin, deben estar aislados en contenedores separados y máquinas virtuales separadas.

Ejemplo de distribución de las entidades en las máquinas virtuales:

- MV1: Michael
- MV2: Lester
- MV3: Trevor
- MV4: Franklin

8 Restricciones

Las librerías de Golang permitidas son:

- `time`
- `strconv`
- `strings`
- `math`
- `math/rand`
- `net`
- `context`
- `fmt`
- `log`
- `os`
- `os/signal`
- `sync`
- `bufio`
- `grpc`
- `amqp`

Todo uso de librerías externas que no se han mencionado en el enunciado debe ser consultado con los ayudantes.

9 Consideraciones

- **Michael debe rechazar** cualquier propuesta que no contenga todos los campos solicitados (botín potencial, porcentajes de probabilidad de éxito, etc)
- Michael funciona solo como **cliente** en este laboratorio, por lo que las demás entidades no pueden iniciar comunicación con él. Todas las interacciones parten **desde Michael hacia los otros componentes**, y nunca al revés.
- Cada entidad debe tener su propio contenedor Docker, con comandos Makefile como:
 - `make docker-michael`
 - `make docker-lester`
 - `make docker-trevor`
 - `make docker-franklin`
- El sistema debe generar:
 - Logs claros de eventos (Ofertas rechazadas/aceptadas, aumento en cantidad de estrellas, etc.).
 - el archivo “Reporte.txt” con el reporte final del atraco.
- Revisión y evaluación del laboratorio:
 - El laboratorio será evaluado en las máquinas virtuales proporcionadas, por lo que todos los archivos necesarios deben estar correctamente almacenados en ellas.
 - No se aceptarán entregas que no puedan ejecutarse desde una consola de comandos.
 - Se aplicará un descuento en la nota por cada error de ejecución o fallo en la implementación de la comunicación entre entidades.
- Consultas y soporte:
 - Se realizará una ayudantía para explicar los detalles del laboratorio y responder dudas.
 - Consultas deben realizarse en el foro habilitado en Aula o a los siguientes correos electrónicos:
 - * `felipe.marchantv@usm.cl`
 - * `javier.cortes@usm.cl`
 - Se responderán consultas hasta **48 horas antes de la fecha de entrega**.

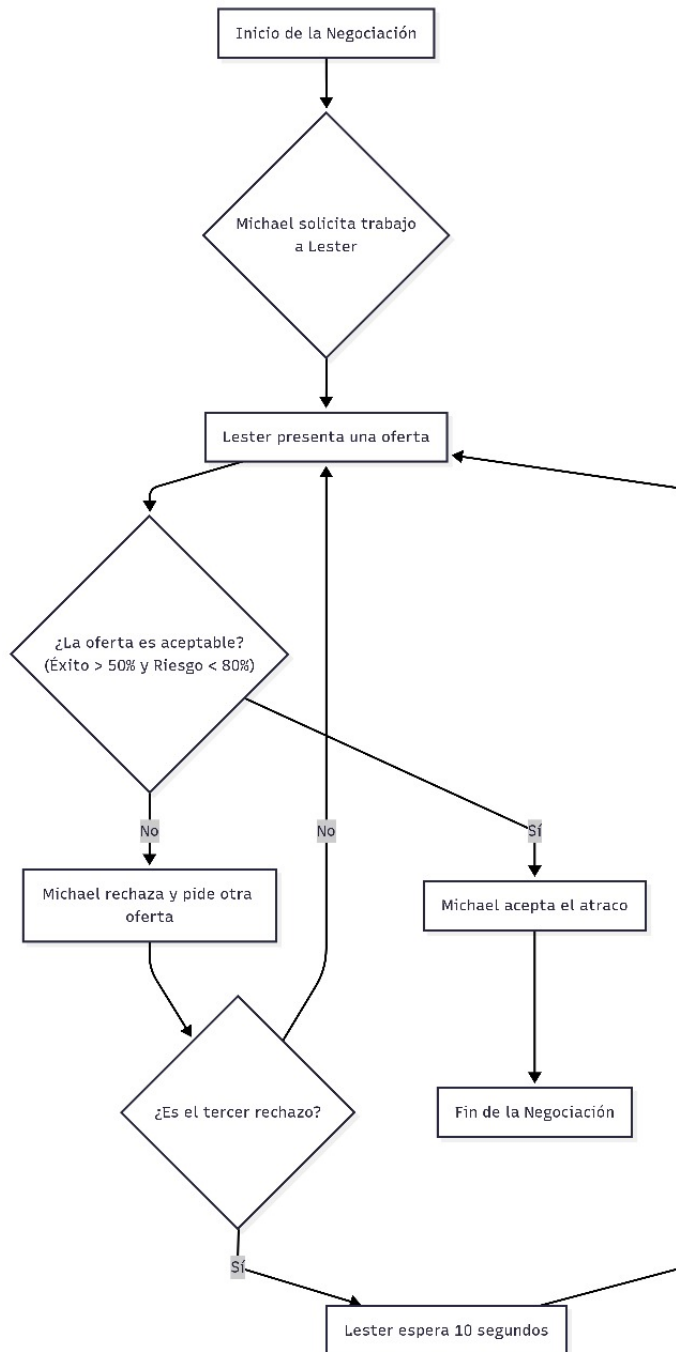
10 Reglas de Entrega

- La tarea se entrega en grupos de 2 a 3 personas previamente asignados en aula.
- La fecha de entrega es el día **miércoles 10 de septiembre 23:59 hrs.**.
- La tarea se revisará en las máquinas virtuales, por lo que los archivos necesarios para la correcta ejecución de esta deben estar en ellas. Recuerde que el código debe estar indentado, comentado, sin warnings y sin errores.
- Además de los códigos en las máquinas virtuales y github, deberán subir un archivo comprimido que contenga todos los códigos desarrollados en carpetas separadas por entidad en formato **.zip** con el nombre **GrupoXX-LabY.zip**. Donde XX es el número de su grupo e Y es el número del laboratorio. Ejemplo: *Grupo08-Lab1.zip*.
- **Debe** dejar un **MAKEFILE** o similar en cada máquina virtual asignada a su grupo para la ejecución de cada entidad. Este debe manejarse de la siguiente forma:
 - `make docker-michael`: Iniciará el código hecho en Docker para el sistema de michael.
 - `make docker-lester`: Iniciará el código hecho en Docker para el sistema de lester.
 - `make docker-trevor`: Iniciará el código hecho en Docker para trevor.
 - `make docker-franklin`: Iniciará el código hecho en Docker para franklin.
- Debe dejar un **README** en la entrega asignada a su grupo con nombre y rol de cada integrante, además de la información necesaria para ejecutar los archivos.
- El uso de **Docker** es **obligatorio**. Teniendo nota 0 aquellas implementaciones que no hagan uso de Docker.
- Las faltas de README y/o copias serán evaluadas con nota 0.
- Todos los descuentos y aclaraciones necesarias están disponibles en el documento “**Reglas de Laboratorio**” disponible en el Aula virtual. Favor revisarlo con prontitud para evitar inconvenientes.

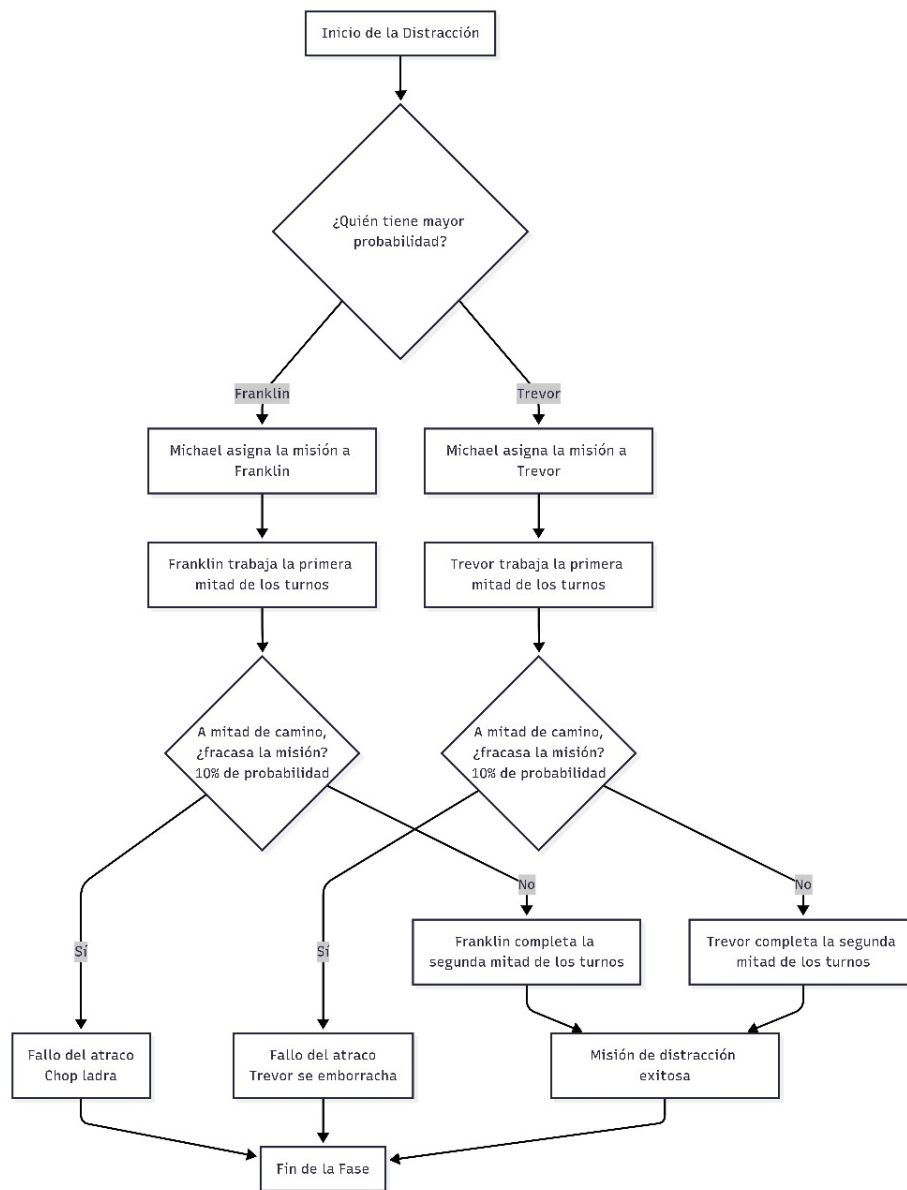
11 Anexo: Diagramas

11.1 Diagramas de Flujo

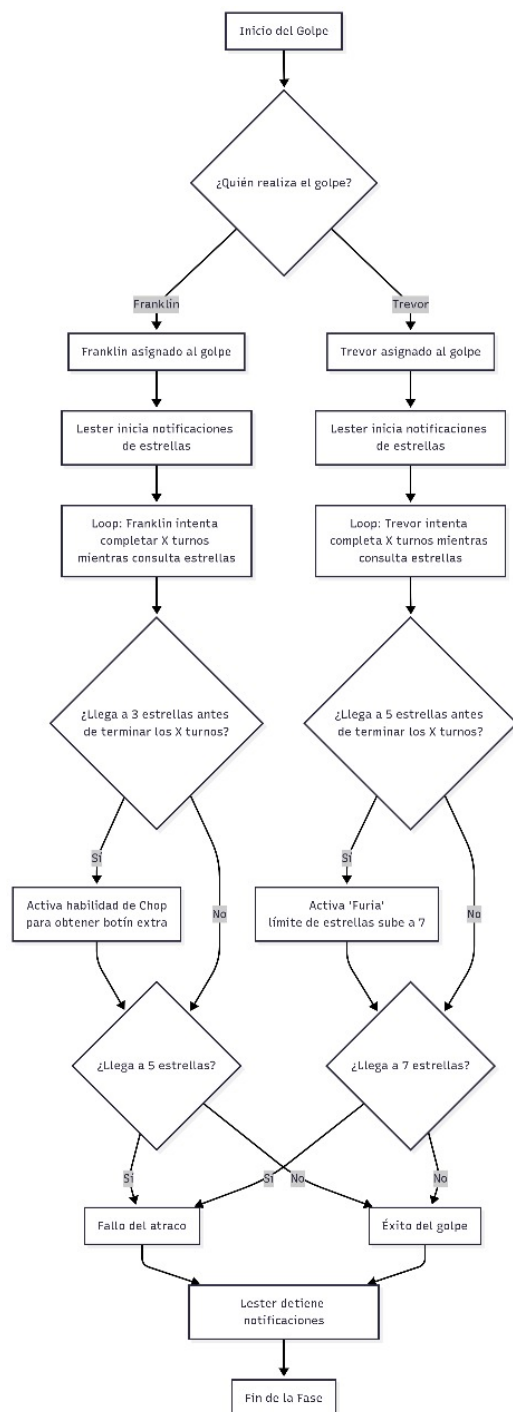
11.1.1 Fase 1



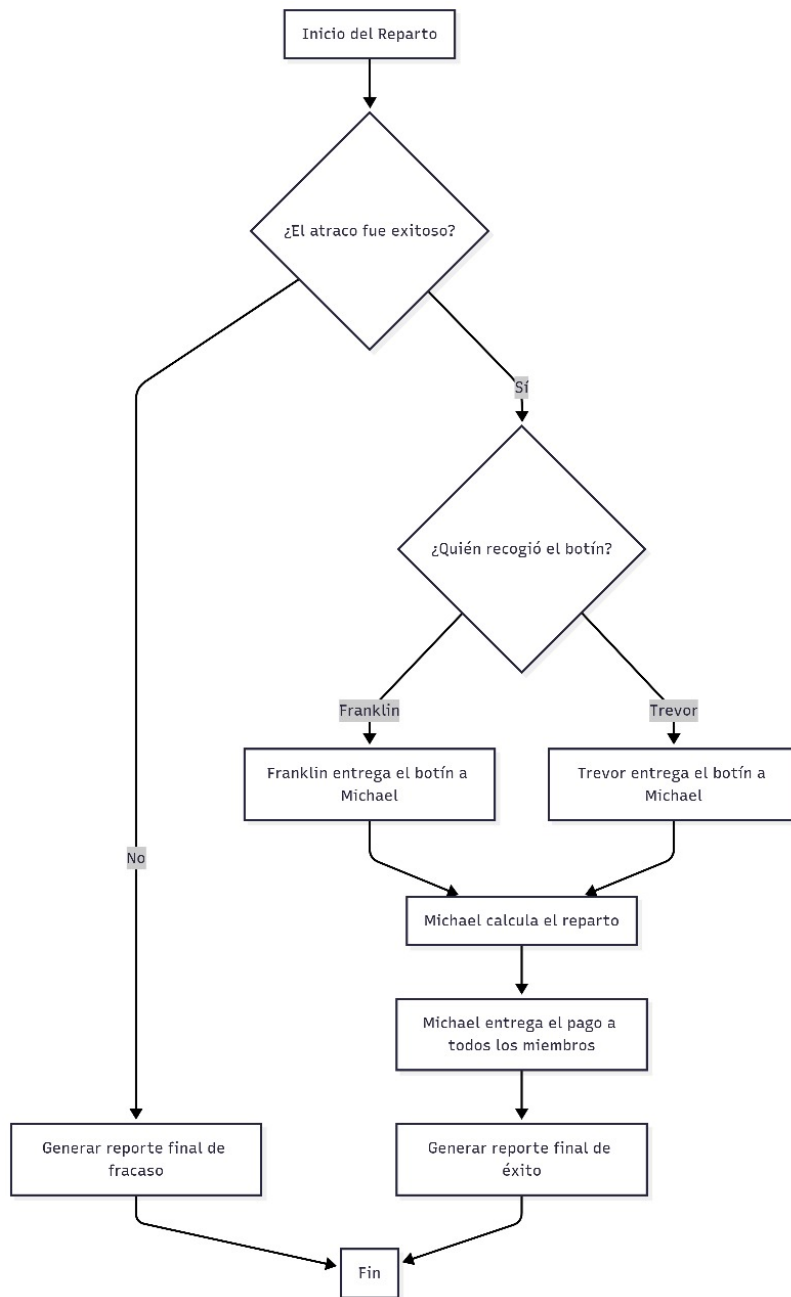
11.1.2 Fase 2



11.1.3 Fase 3

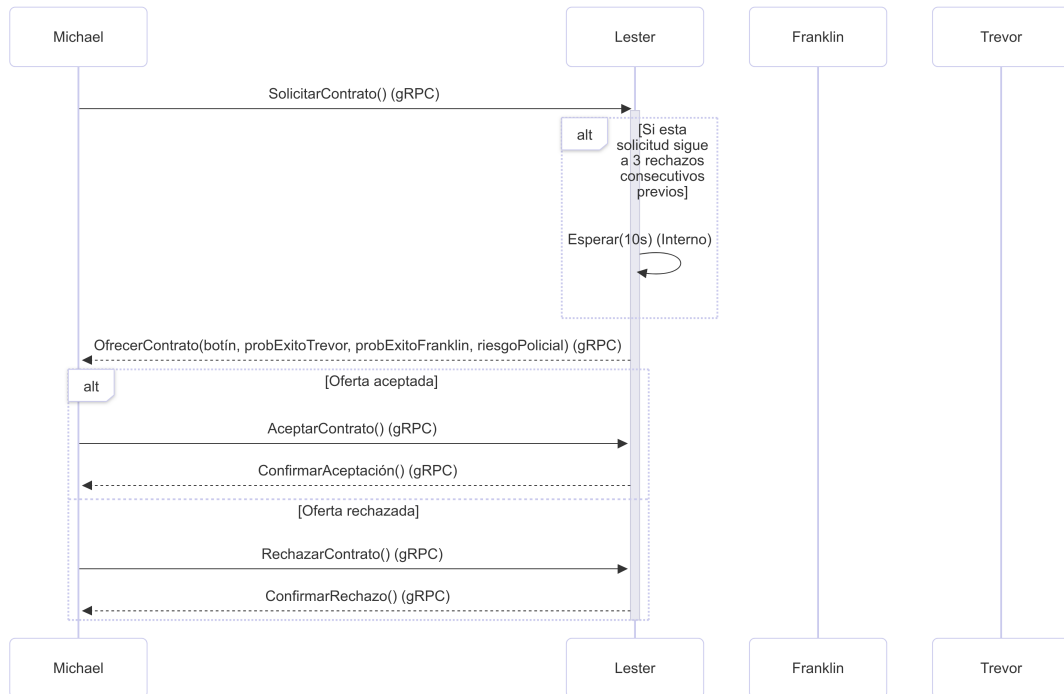


11.1.4 Fase 4

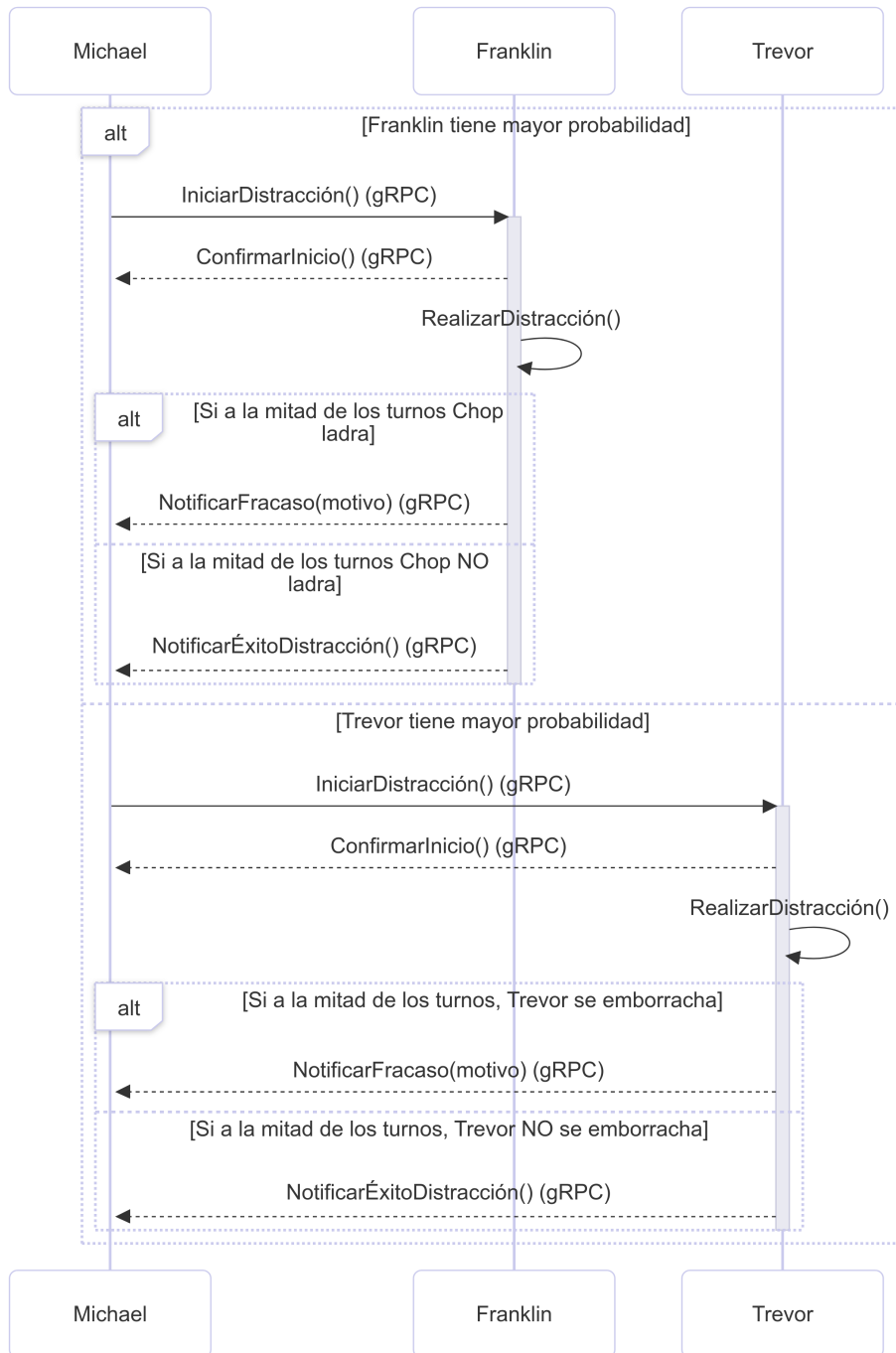


11.2 Diagramas de Secuencia

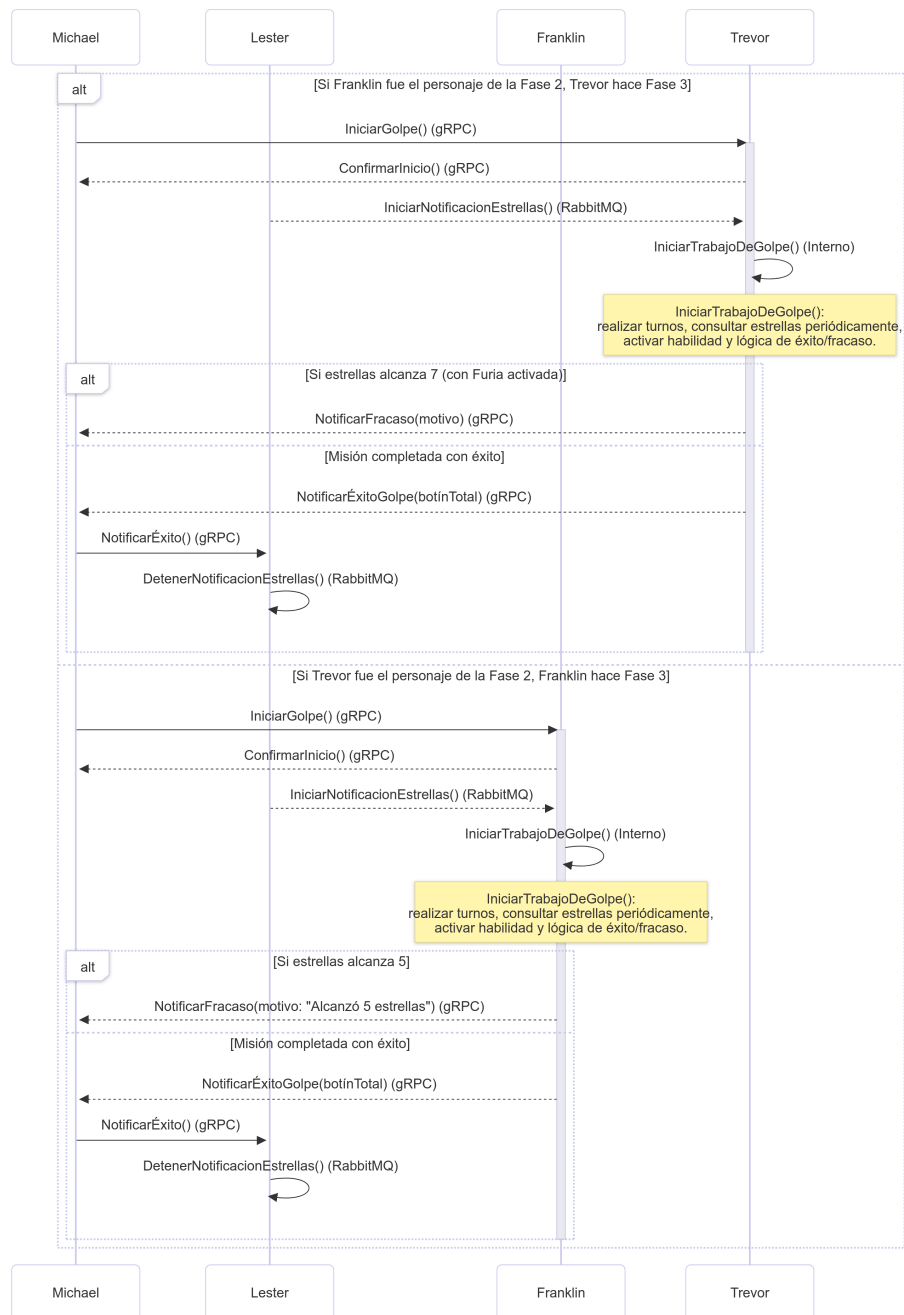
11.2.1 Fase 1



11.2.2 Fase 2



11.2.3 Fase 3



11.2.4 Fase 4

