

IS1 - Redes de Petri - P5

PARTE I - REDES DE PETRI

▼ Describa qué tipos de problemas se pueden modelar utilizando Redes de Petri.

Las Redes de Petri se utilizan para modelar sistemas dinámicos y concurrentes mediante una representación gráfica de eventos discretos. Permiten especificar sistemas de tiempo real en los que es necesario representar aspectos de concurrencia, sincronización y comunicación entre tareas o procesos que pueden ejecutarse en paralelo y a distintas velocidades. También se aplican a la modelación de sistemas de eventos discretos, ofreciendo una forma de representación gráfica y matemática que permite analizar los posibles estados que el sistema puede alcanzar.

▼ Enumere y explique elementos, vistos en teoría, que se utilizan para modelar las Redes de Petri.

- Sitios (Places): representan estados, condiciones o recursos del sistema. Se dibujan como círculos y pueden contener tokens (marcas) que indican la disponibilidad o existencia de una condición.
- Transiciones (Transitions): representan eventos o acciones que cambian el estado del sistema. Se dibujan como rectángulos o barras. Una transición se habilita cuando todos sus lugares de entrada tienen al menos un token, y al dispararse, consume tokens de los lugares de entrada y produce tokens en los lugares de salida.
- Arcos (Arcs): indican la relación entre lugares y transiciones, o viceversa. Son unidireccionales, nunca entre lugares o entre transiciones. Muestran el flujo de control o de recursos dentro de la red.
- Tokens (Marcas): representan el estado dinámico de la red. Se ubican dentro de los lugares. La distribución de tokens en un momento dado se llama marcación y define el estado actual del sistema.
- Marcación (Marking): es la configuración actual de tokens en los lugares de la red. A medida que las transiciones se disparan, la marcación cambia, reflejando la evolución del sistema.

- Funciones de entrada y salida: se definen formalmente como $I:T \rightarrow P$ (función de entrada) y $O:T \rightarrow P$ (función de salida). Indican qué lugares están conectados a cada transición y hacia dónde se envían los tokens luego del disparo.
- Reglas de disparo: una transición está habilitada si todos sus lugares de entrada tienen los tokens necesarios. Al dispararse, consume tokens de los lugares de entrada y genera nuevos en los de salida.
- Transiciones especiales:
 - Transición fuente: no tiene lugares de entrada y genera tokens (inicio del proceso).
 - Transición sumidero o final: no tiene lugares de salida y elimina tokens (fin del proceso).
- Representación formal: una Red de Petri se define como una 4-upla $C = (P, T, I, O)$, donde P es el conjunto de lugares, T el conjunto de transiciones, I la función de entrada y O la función de salida.

▼ Explique que son las marcas o tokens.

Las marcas o tokens se colocan en los sitios y su función es habilitar o deshabilitar transiciones para controlar la ejecución de la red. Pueden haber más de una en un sitio. Representan el estado dinámico de la red y permiten simular su funcionamiento. La distribución de tokens en los distintos lugares se denomina marcación y determina el estado actual del sistema. Cuando una transición se encuentra habilitada y se dispara, los tokens "viajan" desde los lugares de entrada hacia los lugares de salida, modificando la marcación.

▼ Explique qué significa una transición que tiene salidas pero no entradas.

Una transición que tiene salidas pero no entradas se denomina **transición fuente**. Representa el inicio del proceso y se utiliza para indicar que se pueden generar una cantidad ilimitada de tokens. Puede haber más de una en la Red de Petri.

▼ Explique qué significa una transición que tiene entradas pero no salidas.

Una transición que tiene entradas pero no salidas se denomina **transición final o de salida**. Su función es eliminar tokens de la Red de Petri y representa el fin del proceso. Puede haber más de una en la red.

PARTE II - EJERCICIOS

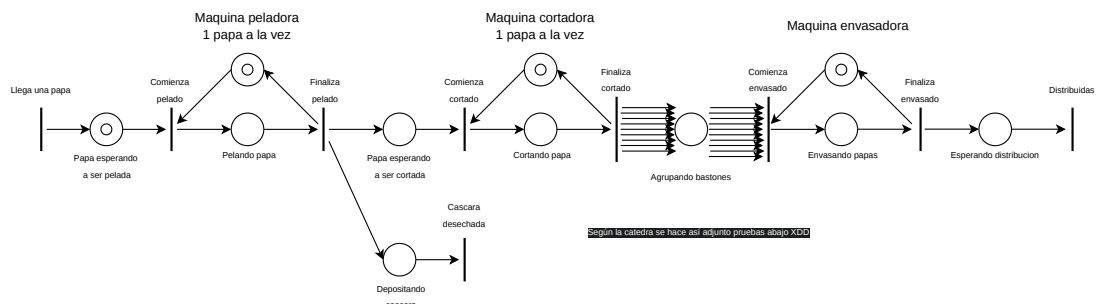
▼ Ejercicio 1

Fábrica de papas bastón crudas.

Las papas llegan de a una y se depositan en un contenedor común. El primer paso es pasar la papa por una máquina que quita la cáscara. Esta máquina solo puede atender a una papa a la vez. Las papas peladas son depositadas en un contenedor común a la espera de la próxima etapa. La cáscara por su parte, es depositada en un basurero general.

Luego, cada papa cruda debe ser cortada. Para esto, la papa pasa por una máquina que corta las papas en 9 bastones.

Esta máquina solo puede procesar una papa a la vez. Una vez cortados, los bastones de papas son agrupados de a 10 para ser envasados. Esto lo realiza una máquina que solo procesa una bolsa por vez. Por último, las bolsas son depositadas en un contenedor común para ser distribuidas.

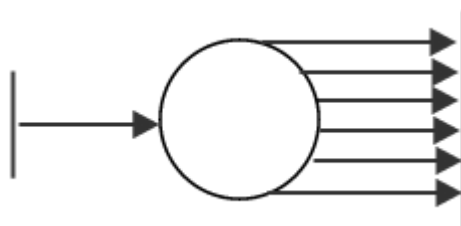


IMPORTANTE:

Para que lleguen 9 tokens de bastón de papa (al mismo tiempo) hay que modelar las 9 entradas, así como también hay que modelar las 10 salidas para empaquetar los 10 bastones.

Ejemplo de la catedra:

Supongamos que debemos modelar un sistema de empaquetamiento de Vasos. Los paquetes vasos llegan de a uno y cuando hay 6, se arma el paquete. No puede haber paquetes de menos de 6 vasos.



Ésta, es la solución correcta. Podemos probarlo ejecutándola. En este caso, la transición no está habilitada hasta que no lleguen 6 vasos, por lo que los vasos se acumularían en el primer sitio y solo se liberarían los tokens, de a 6, pasando por la transición de empaquetamiento.

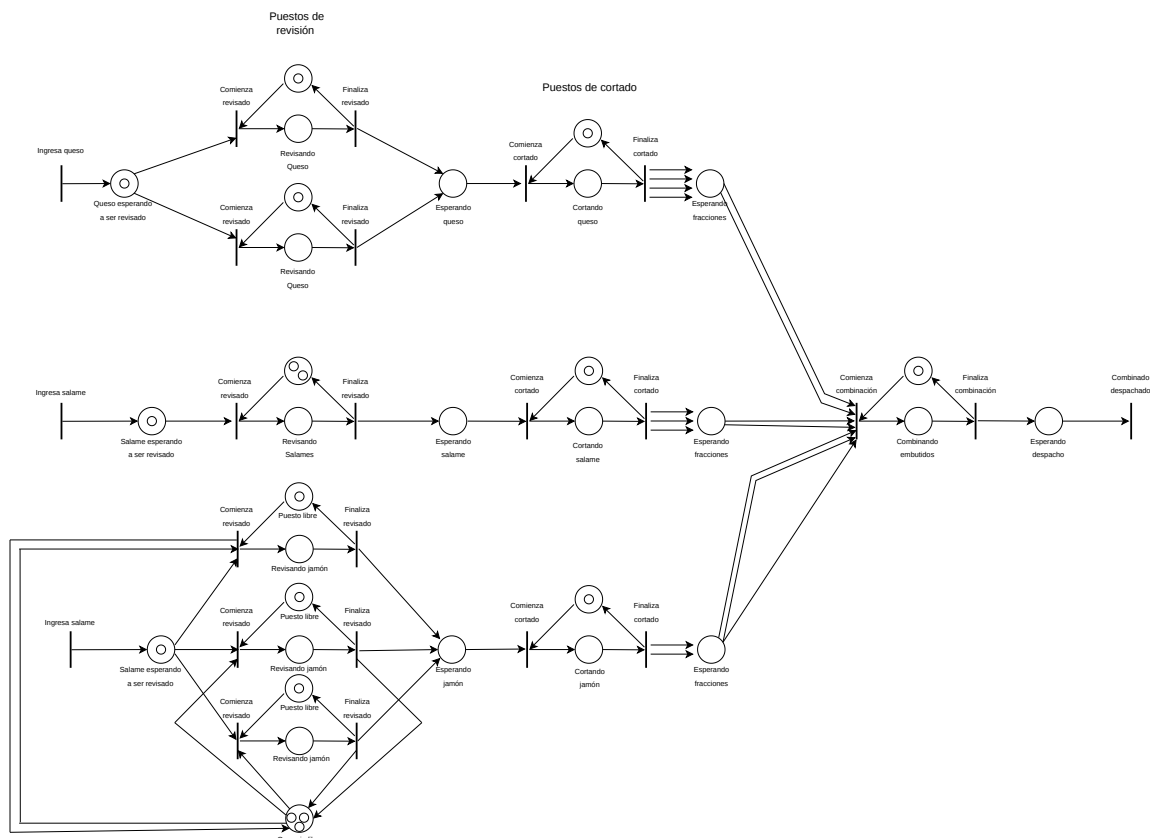
▼ Ejercicio 2

Máquina para cortar fiambres y fraccionarlos.

La máquina cuenta con 3 entradas, una para quesos, otra para salames y otra para jamones. Antes de cortar los fiambres son revisados.

Para revisar los quesos existen dos puestos, con un operario en cada puesto que puede revisar de a un queso por vez. Para los salames existe un único puesto que permite el control de dos salames como máximo por vez, por último los jamones son revisados en tres puestos con tres empleados que pueden trabajar en cualquier puesto y revisar de a un jamón por vez.

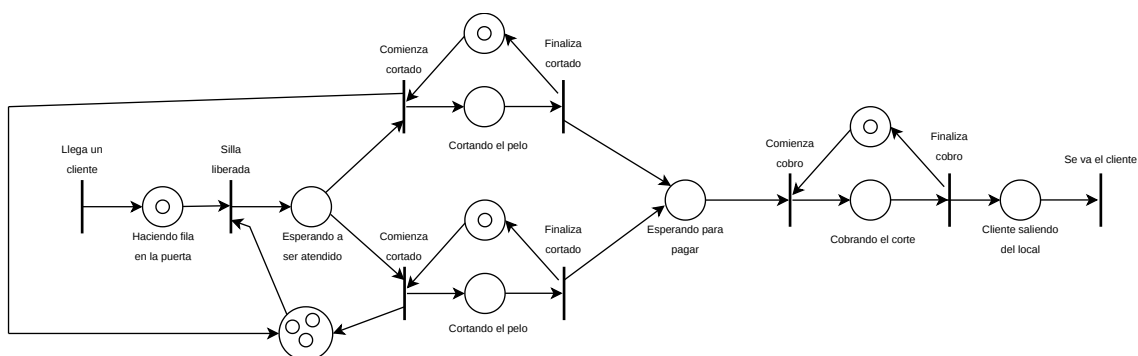
Una vez controlados los fiambres están preparados para ser fraccionados. Los quesos se cortan en cuatro partes, los jamones se cortan en dos partes y los salames en tres partes. Luego se arman los combinados, cada combinado está formado por dos partes de queso, dos partes de salame y tres partes de jamón. Por último cada combinado es despachado.



▼ Ejercicio 3

Peluquería.

Dos peluqueros trabajan en una peluquería. La peluquería cuenta con una sala de espera con sólo 3 sillas para que los clientes esperen por ser atendidos. Cuando alguno de los peluqueros se libera atiende a uno de los clientes de cualquiera de las sillas para cortar el cabello, liberando la silla de la sala de espera, para que se siente un nuevo cliente. Una vez que terminó de cortar el cabello el peluquero es liberado y puede atender a otro cliente. Finalmente los clientes deben pasar por la caja en la cual se atiende a un cliente por vez. Cuando llegan clientes y las tres sillas están ocupadas deben formar una única fila en la puerta de la peluquería.

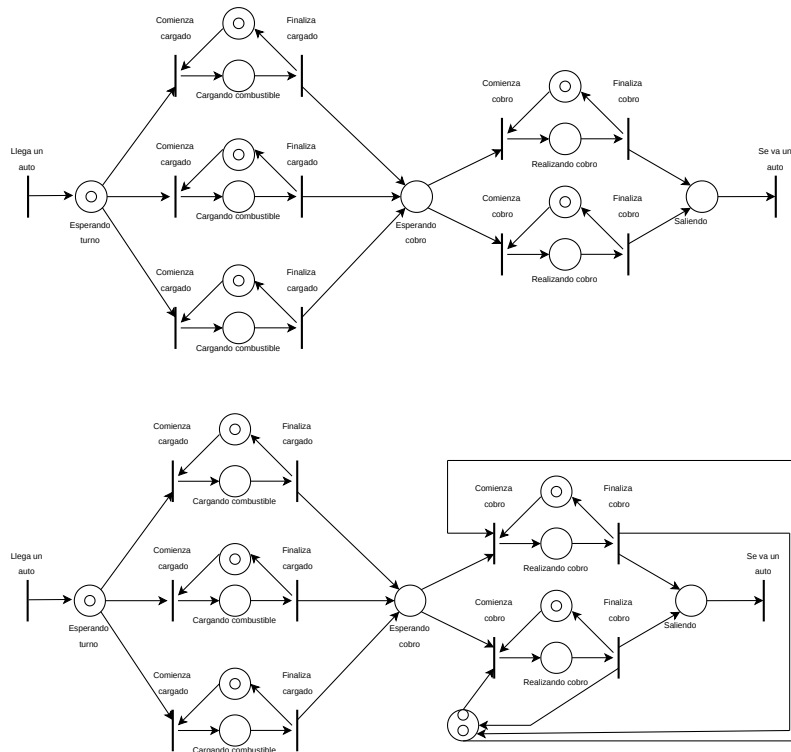


▼ Ejercicio 4

Estación de servicio.

Una estación de servicio cuenta con tres surtidores con sus respectivos empleados (uno por surtidor) y dos cobradores (los empleados de los surtidores no pueden cobrar).

Cuando los autos llegan, forman fila en cualquiera de los surtidores. Una vez que se terminó de cargar combustible al auto, se libera el surtidor y se pasa al sector de pago. En este sector cualquiera de los cobradores le cobra al conductor del auto. Si no hay cobradores libres, debe esperar a que uno se libere. Cuando el cobrador termina, el auto se retira de la estación y el cobrador queda libre para atender a un nuevo auto.



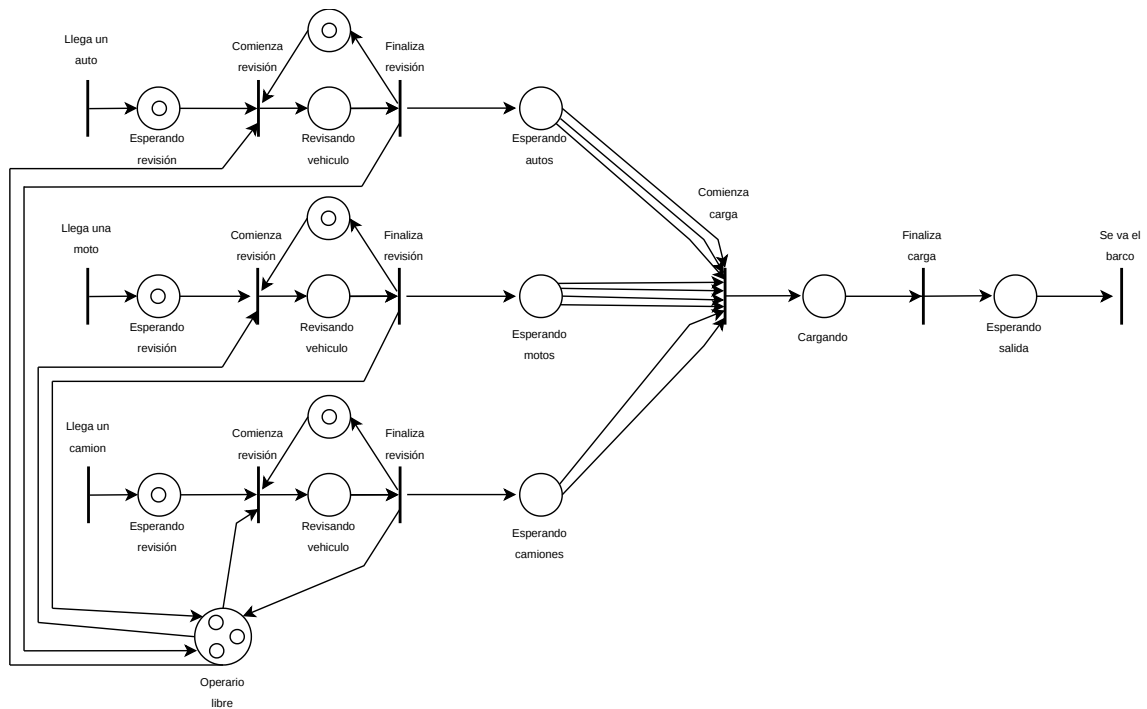
▼ Ejercicio 5

Barco que transporta vehículos.

Existen tres entradas al lugar de embarque, una entrada para motos, otra para autos y otra para camiones.

En cada entrada se realiza una revisión de seguridad del vehículo para garantizar que no contenga nada peligroso para el viaje. Para ello, existen 3 operarios que pueden trabajar en cualquiera de las tres entradas, en cada entrada se puede revisar de a un vehículo por vez y cada vehículo es revisado por un solo operario.

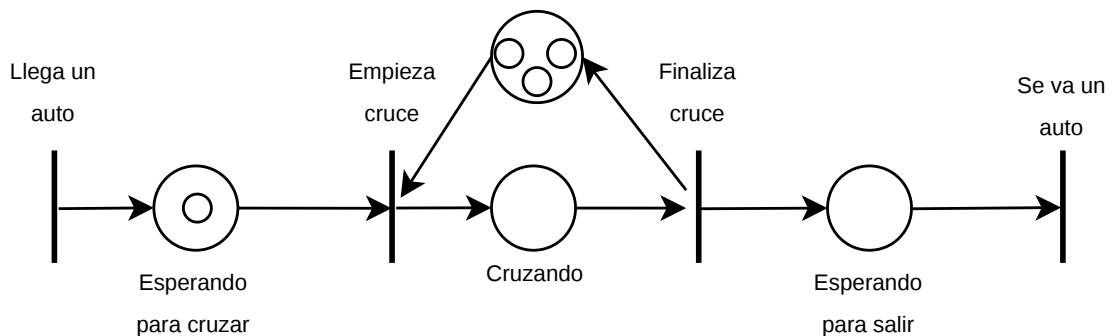
Una vez revisados los vehículos, deben esperar para subirse al barco. Por una cuestión de peso, cada barco puede transportar 2 camiones, 4 motos y 3 autos. Una vez que se completa la carga, el barco sale a destino.



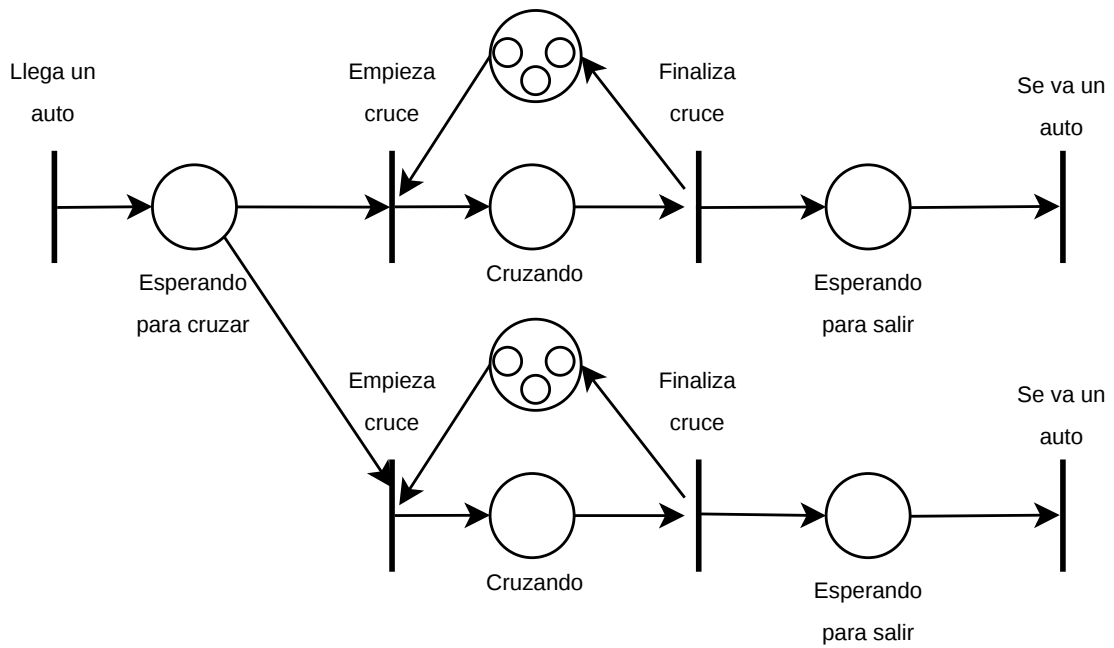
▼ Ejercicio 6

Puente.

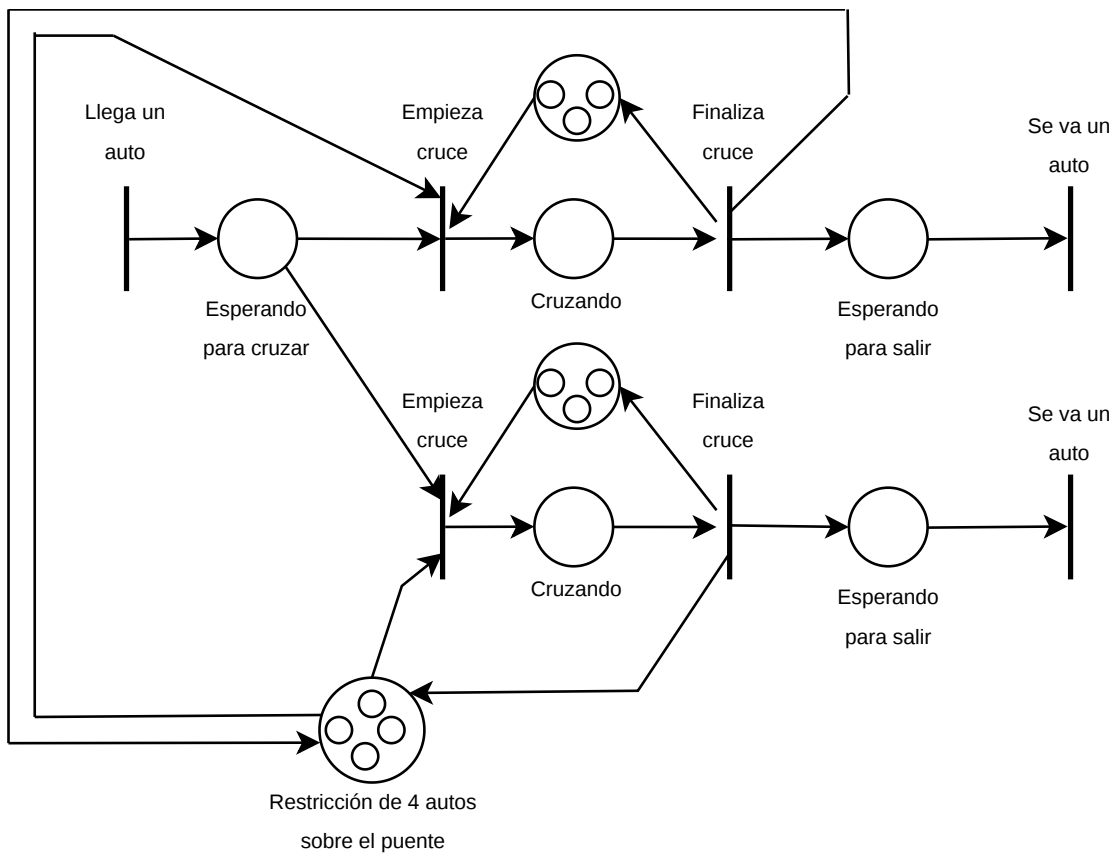
a) Modelar el pasaje de vehículos a través de un puente el cual posee una sola mano por donde pasan los vehículos. El máximo permitido es de 3 vehículos por vez.



b) Agregar al modelo anterior una segunda mano. Los vehículos pueden ingresar al puente por cualquiera de las dos manos y en cada puede haber un máximo de 3 vehículos a la vez.



c) Agregar al modelo anterior la restricción de que sólo puede haber 4 vehículos en total sobre el puente.

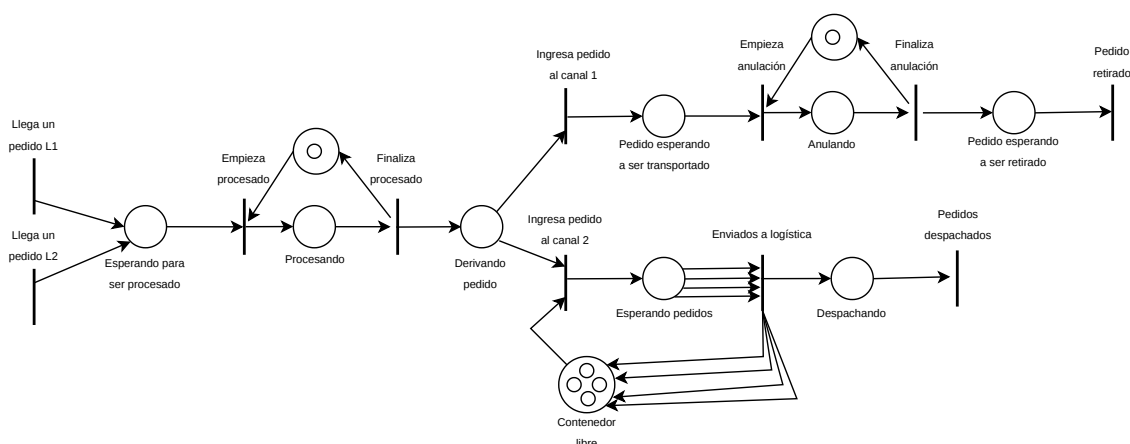


▼ Ejercicio 7

Puesto de trabajo.

Un puesto de trabajo recibe pedidos de dos líneas de montaje distintas. El puesto procesa los pedidos y los deriva indistintamente por uno de sus dos canales. Se procesa/deriva de a un pedido por vez. Si el pedido es enviado a través del canal 1, se lo deposita en una cinta transportadora que lo conduce al sector de pedidos anulados, en donde un empleado les coloca el sello de anulado, se sabe que el empleado puede sellar de un pedido por vez. Una vez sellado se lo envía a un depósito de pedidos descartados, donde finalmente son retirados del puesto de trabajo.

Si el pedido es enviado a través del canal 2, se lo deposita en un contenedor que tiene una capacidad máxima de 4 pedidos. Cuando el contenedor está lleno se envían los 4 pedidos al sector de logística, donde serán finalmente despachados simultáneamente.



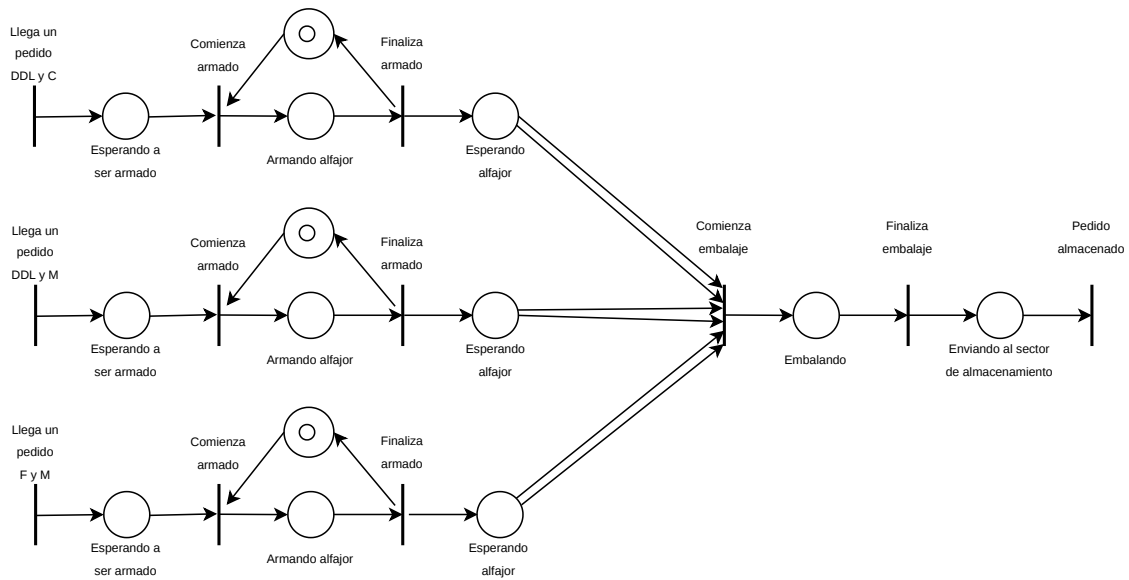
▼ Ejercicio 8

Fábrica artesanal de alfajores.

La fábrica artesanal de alfajores cuenta con 3 líneas de producción, que reciben pedidos independientes, para producir alfajores con diferentes rellenos y coberturas (dulce de leche con chocolate, dulce de leche con merengue y fruta con merengue).

Cada línea de fabricación tiene un empleado que arma de a un alfajor por vez. Luego, el alfajor queda a la espera para su posterior embalaje. Una vez terminados los alfajores, deben empaquetarse en una caja de 6 unidades, con 2 alfajores de cada sabor, ya que la fábrica vende únicamente este tipo de formato.

Finalmente se envía la caja al sector de almacenamiento.



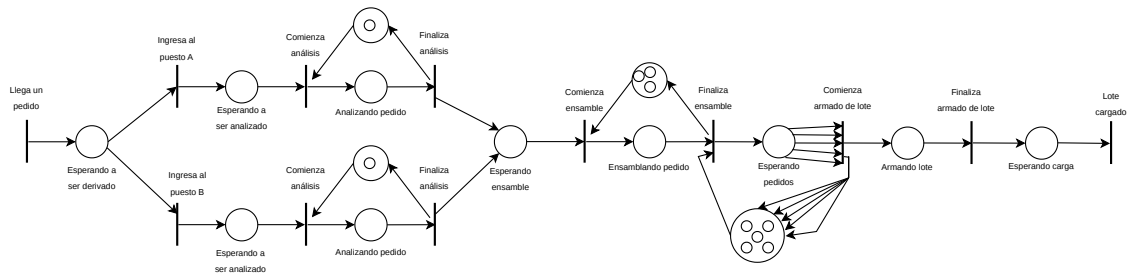
▼ Ejercicio 9

Mobiliaria.

Una distribuidora mobiliaria de la ciudad recibe pedidos de muebles desarmados y empaquetados, los cuales deben ser armados y ensamblados para su posterior envío y entrega a domicilio.

Los pedidos ingresan a la distribuidora por una línea única de montaje y luego son derivados al puesto A o al puesto B que posee dicha distribuidora. Allí los pedidos son analizados. Cada puesto atiende un pedido por vez.

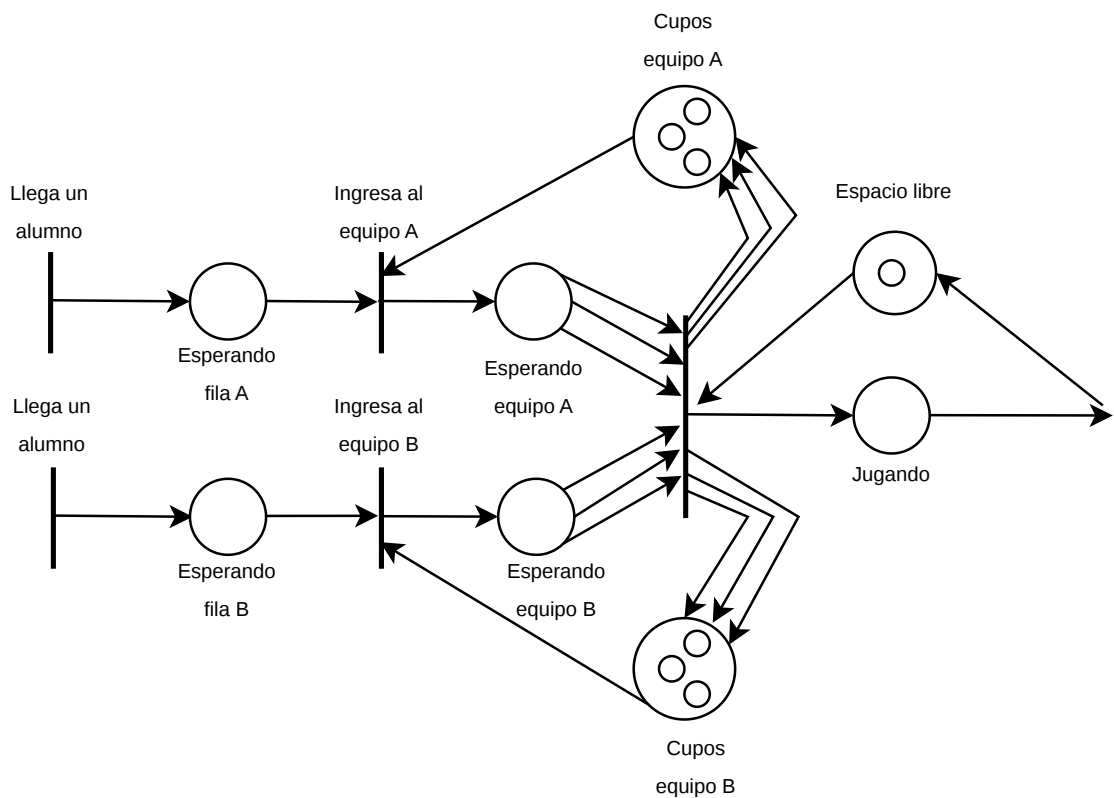
Luego, los pedidos pasan al depósito del sector de ensamblado para su armado y embalaje. Se sabe que en este sector hay un conjunto de empleados que trabajan juntos y van tomando los pedidos del depósito y pueden, como máximo, armar y embalar 3 pedidos simultáneamente. Una vez que el pedido está listo se lo pasa al sector de envíos en donde se esperan 5 pedidos para armar un lote que será cargado en el camión de reparto para su posterior entrega.



▼ Ejercicio 10

Juego en la escuela.

Modelar un juego en donde participan los alumnos/as de una escuela. Para comenzar el juego, se realizan dos filas pertenecientes a dos equipos, el equipo A por un lado y el equipo B por otro. Para el inicio del juego se necesitan de 6 alumnos/as, 3 del equipo A y 3 del equipo B. Una vez finalizado el juego, participan los siguientes 6 alumnos y así sucesivamente.



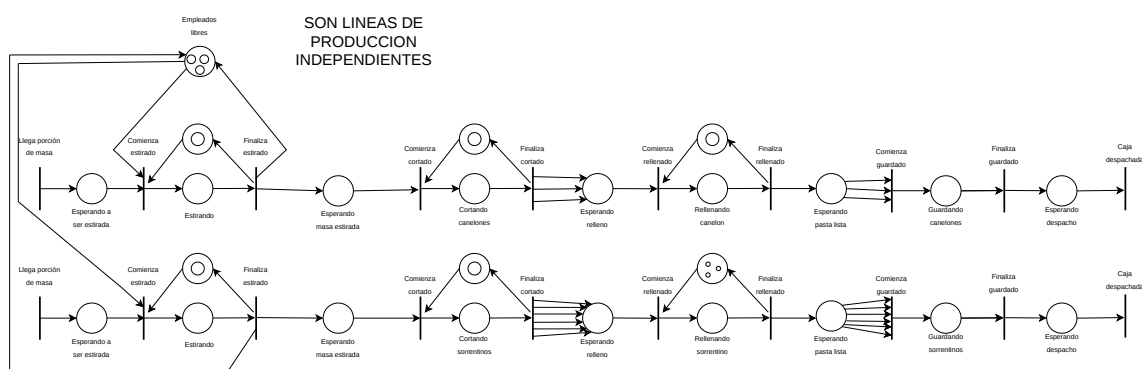
▼ Ejercicio 11

Fábrica de pastas.

La fábrica cuenta con dos líneas de producción independientes, en una se

realizan canelones y en la otra se realizan sorrentinos. Por cada una de las líneas llegan porciones de masa. Existen 3 empleados que se encargan de estirar las masas y pueden trabajar en cualquiera de las dos líneas. Una vez estiradas las masas pasan a los sectores de corte respectivos. En el caso de los canelones, de una masa se obtienen 3 canelones. En el caso de los sorrentinos, de una masa se obtienen 6 sorrentinos. En cada sector se corta de a una masa por vez.

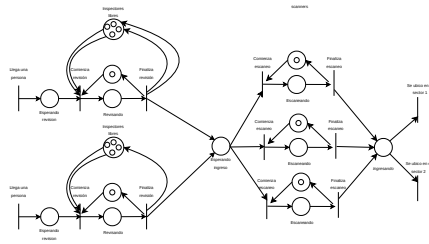
Luego de cortadas las masas cada unidad obtenida en el corte pasa al sector de relleno. En cada sector hay una máquina que realiza esta tarea. La máquina de sorrentinos rellena tres sorrentinos al mismo tiempo, mientras que la máquina de canelones solo rellena de a uno. Finalizado el relleno, las pastas ya están listas para ser guardarlas en cajas. En el caso de los sorrentinos se arman cajas de 6 sorrentinos y en el caso de los canelones las cajas contienen 3 unidades. Una vez armadas las cajas se despachan.



▼ Ejercicio 12

Recital

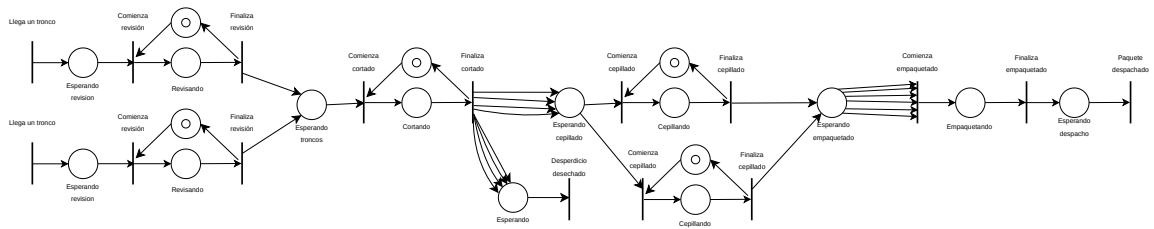
Se desea modelar utilizando una Red de Petri el ingreso de personas a un recital. Las personas pueden llegar desde dos calles diferentes. En cada calle hay cuatro inspectores quienes realizan revisiones. Cada revisión la realizan dos inspectores al mismo tiempo, y sólo pueden revisar de a una persona a la vez. Una vez que las personas son revisadas pueden ingresar al recital por cualquiera de las tres puertas (existe una única cola para las tres puertas). En cada puerta hay un detector de metales por el cual puede pasar de a una persona por vez. Por último, las personas se ubican en alguno de los dos sectores disponibles para el recital.



▼ Ejercicio 13

Aserradero

Al lugar llegan troncos de árboles en bruto por dos puertas distintas. Cada tronco debe ser primero inspeccionado individualmente. Esta tarea la realiza un inspector especializado, habiendo un inspector por puerta. Luego, los troncos pasan al único sector de corte del aserradero. En este sector se cortan los troncos de a uno. Por cada tronco se generan cuatro tablones y cuatro desperdicios (sobrantes que no se usan). Los desperdicios van a parar a un contenedor para luego ser desechados. Cada tablón debe pasar a alguno de los dos sectores de cepillado del aserradero, donde se cepilla de a un tablón por vez. Luego, pasan al sector de empaquetado donde se agrupan de a 6 tablones, para luego ser despachados.

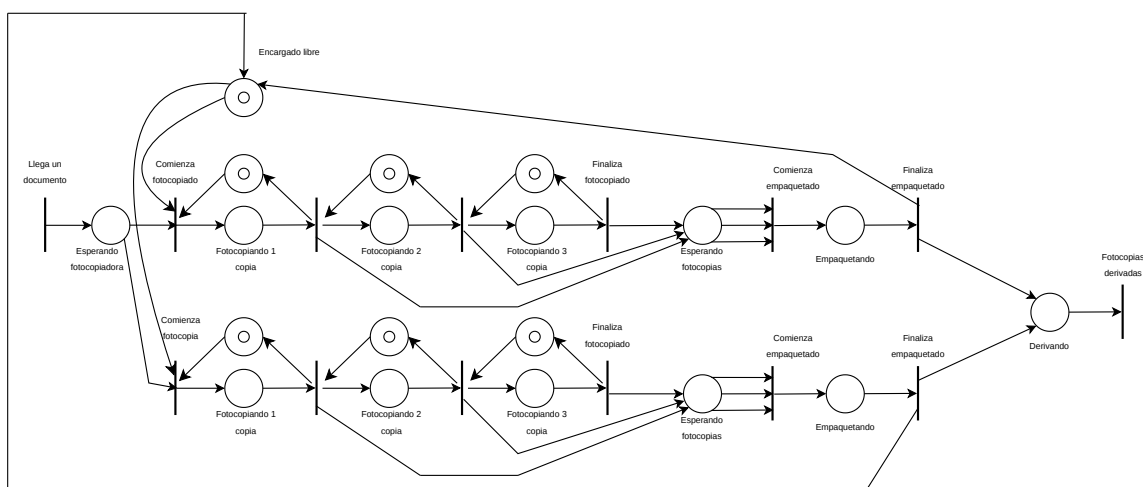


▼ Ejercicio 14

Legalización de documentos.

Los documentos llegan de a uno a la oficina y deben ser triplicados en una de las dos fotocopadoras existentes. Una vez elegida la fotocopadora, se solicita al encargado de esa fotocopadora, las tres copias del documento. La fotocopadora sólo imprime de a una copia por vez. Hasta no terminar las 3 copias, el empleado no puede recibir nuevos documentos. Al terminar las tres copias de un documento, deben empaquetarse juntas para ser derivadas al sector de asuntos legales.

En ese momento, se libera el encargado de la fotocopidora para recibir nuevos documentos.



▼ Ejercicio 15

Dado el siguiente enunciado y la solución propuesta:

Identifique cual es la solución correcta. Para aquellas soluciones que crea incorrectas, explique cuáles son los errores que hacen a dicha solución errónea.

Se desea modelar la atención de vehículos en un centro gratuito para realizar la verificación técnica vehicular (VTV).

RESPUESTA CORRECTA: Solución propuesta numero dos.

Los vehículos llegan al centro de verificación e ingresan por cualquiera de los tres accesos disponibles y aguardan en su fila correspondiente para ser atendidos. En cada uno de estos accesos existe una cabina con un solo empleado en donde se solicita la documentación de la persona y del vehículo a verificar. Se atiende de a uno a la vez.

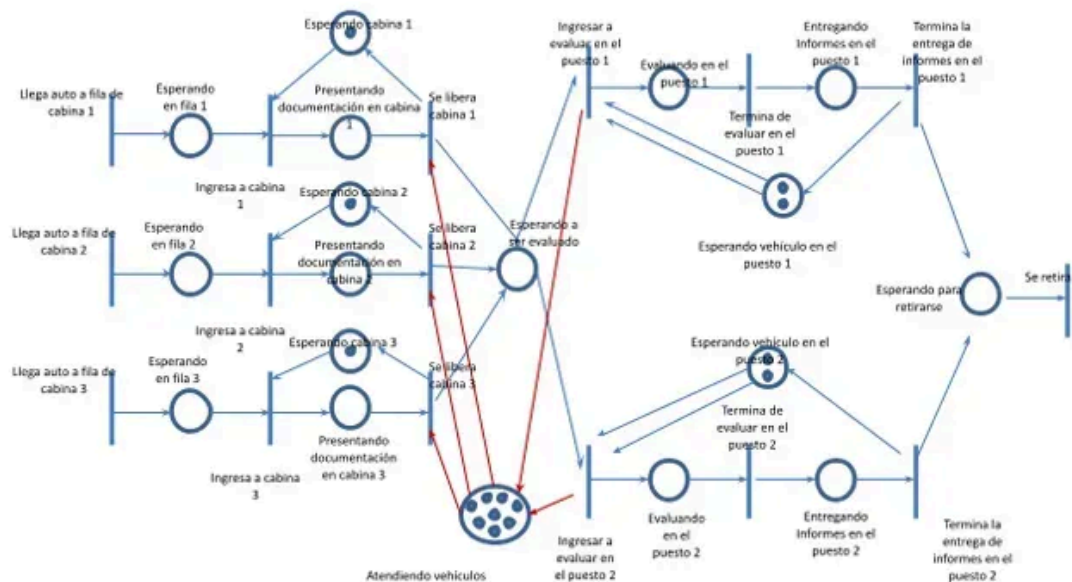
Una vez presentada la documentación, los vehículos pasan a un sector común, formando una única fila, en donde aguardan a ser evaluados.

Un detalle importante es que en el sector común hay capacidad para que esperen solamente 8 vehículos. En caso de que se complete dicho sector se deberá detener la atención en las tres cabinas de ingreso, hasta que alguno de los 8 vehículos inicie su evaluación.

Para ser evaluados, el centro de verificación posee dos puestos distintos de evaluación donde los vehículos van pasando de a uno y son testeados. Para cada puesto se requieren dos empleados que van realizando las anotaciones necesarias del test del vehículo. Un vehículo puede pasar

indistintamente por cualquiera de ambos puestos. Una vez que el vehículo es evaluado, los empleados del puesto correspondiente le entregan el informe al dueño del vehículo y la documentación correspondiente. Luego los vehículos se retiran del centro de verificación por una única salida.

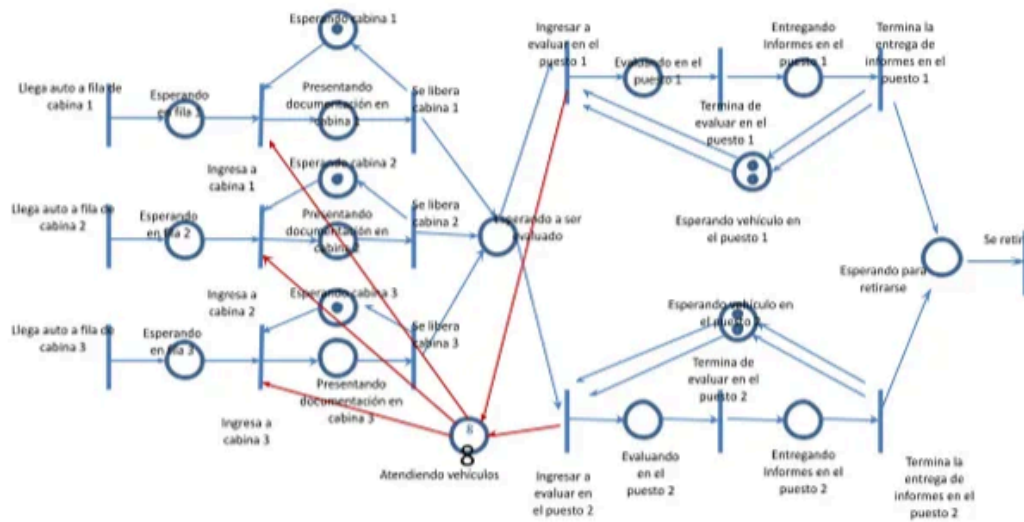
Solución propuesta 1:



La solución 1 es incorrecta por dos motivos:

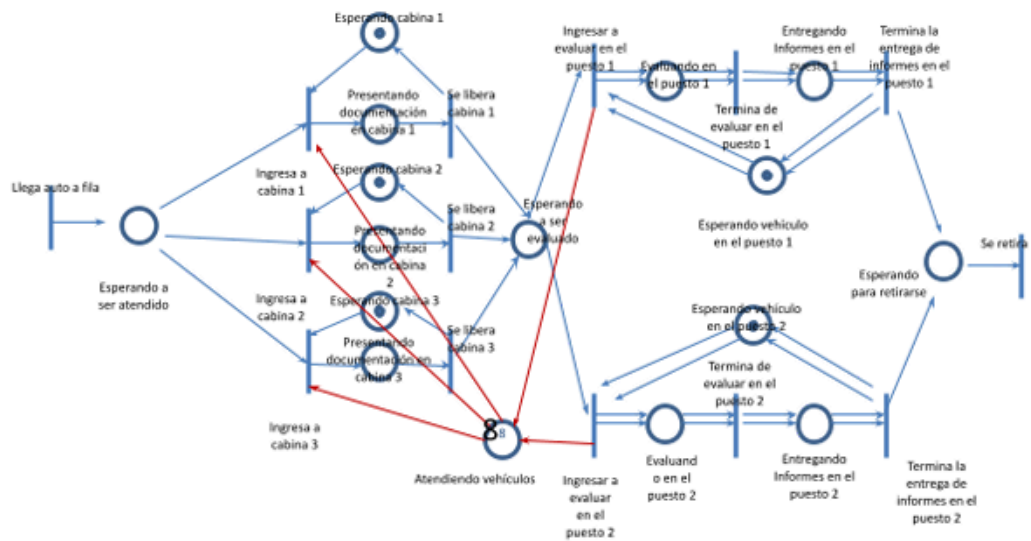
- En caso de que se complete el sector común no se detiene la atención en las tres cabinas de ingreso.
- Se consumen dos tokens para empezar la evaluación del vehículo pero luego se repone 1 solo cuando se terminan de entregar los informes, por ende nunca se vuelven a liberar los puestos de evaluación.

Solución propuesta 2:



La solución 2 es la correcta.

Solución propuesta 3:



La solución 3 esta mal porque que según el enunciado los vehículos llegan por cualquiera de los 3 accesos y aquí tenemos solo 1. No sigue enunciado.